Niels Klußmann · Arnim Malik

Lexikon der Luftfahrt

3., aktualisierte Auflage

Springer

Mit 2.500 Begriffen und Abkürzungen

Niels Klußmann • Arnim Malik

Lexikon der Luftfahrt

3., aktualisierte Auflage

Springer

Niels Klußmann
niels_klussmann@hotmail.com

Arnim Malik
arnim_malik@hotmail.com

ISBN 978-3-642-22499-7 e-ISBN 978-3-642-22500-0
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0
Springer Heidelberg Dordrecht London New York

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2004, 2007, 2012
Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.
Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Einbandentwurf: WMXDesign GmbH, Heidelberg

Gedruckt auf säurefreiem Papier

Springer ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media (www.springer.com)

Vorwort

Dieses Buch möchte auch in der dritten Auflage ein zuverlässiger Begleiter für alle sein, die sich ernsthaft mit der Fliegerei und angrenzenden Bereichen beschäftigen, sowohl professionell als auch in der Freizeit. Für Berufs- und Hobbypiloten, Studenten, Ingenieure im Flugzeugbau, Manager in einer Luftverkehrsgesellschaft oder bei einem Flughafenbetreiber und den interessierten Amateur soll es gleichermaßen profitabel sein, dieses Werk täglich als schnelle und zuverlässige Referenz zur Hand zu haben oder in ihm zu stöbern und Zusammenhänge oder Entwicklungen neu zu entdecken.

Um den Umfang des immer weiter wachsenden und bislang dreiteiligen Buches zu begrenzen, wurde diese dritte Auflage auf den umfangreichsten, beliebtesten und namengebenden Teil – den „Lexikonteil" – reduziert, so dass es weiter handlich bleibt.

Für die dritte Auflage wurden erneut viele Stichwörter aktualisiert und erweitert. Wo es angebracht erschien, sind englische Wörter aufgenommen worden, um so dem Trend der heutigen Zeit zu folgen, bei dem viele englische Fachwörter unübersetzt in den deutschen Redefluss integriert werden und ein bewusstes „Eindeutschen um jeden Preis" zu seltsam klingenden Begrifflichkeiten führt, die so niemand aus der Branche verwendet. Gleichwohl möchte dieses Buch sehr viel mehr als nur ein Wörterbuch sein.

Zahlreiche WWW-Adressen sollen dem interessierten Leser die Möglichkeit zur weiteren Recherche im Internet eröffnen.

Düsseldorf
September 2011

Niels Klußmann
Arnim Malik

A

AAAE
Abk. für American Association of Airport Executives.
Bezeichnung für den 1928 gegründeten amerikanischen Interessenverband von Managern von Verkehrsflughäfen. Sitz ist Alexandria in Virginia.
Aus der AAAE heraus wurde für Mitglieder außerhalb der USA die Organisation → *IAAE* gegründet.
→ *http://www.airportnet.org/*

AACC
Abk. für Airport Association Coordinating Council.
Bezeichnung für eine 1970 in Genf gegründeten Interessenvereinigung der großen internationalen Verkehrsflughäfen mit dem Ziel, deren Interessen zu bündeln und in anderen internationalen Gremien wie etwa der → *ICAO* zu vertreten.

AACO
Abk. für Arab Air Carriers Organisation.
Bezeichnung für die 1965 auf Initiative der Arabischen Liga gegründete Interessenvereinigung der → *Luftfahrtgesellschaften* der in der Arabischen Liga organisierten Staaten. Sitz sind Beirut und Amman.
→ *http://www.aaco.org/*

AAIB
Abk. für Air Accidents Investigation Branch.
Bezeichnung für eine Abteilung des britischen Transportministeriums, die sich mit der Untersuchung von Flugunfällen beschäftigt. Sie ist vergleichbar mit der → *BFU* in Deutschland.
→ *http://www.aaib.dft.gov.uk/*

AAL
Abk. für Above Aerodrome Level.
Bezeichnet die Höhe über dem → *Flugplatz*.

AAPA
Abk. für Association of Asia Pacific Airlines.
Bezeichnung für einen 1966 von Philippine Airlines, China Airlines, Korean Airlines und Malayan Airlines noch als Orient Airlines Research Bureau gegründeten Interessenverband von Fluglinien im asiatischen Raum. Der Name änderte sich rasch in Orient Airlines Association (OAA) und erneut zur Mitte der 90er Jahre in den heute verwendeten Namen.
→ *http://www.aapairlines.org/*

Abfangen
1. Ausleiten eines → *Sturzflugs* mit Hilfe der → *Ruder* am Flugzeug. Das Flugzeug fliegt einen Bogen, der sowohl die → *Sinkrate* als auch die → *Fluggeschwindigkeit* reduziert und das Flugzeug wieder in die Horizontalebene aufrichtet.
2. Eine Phase bei der → *Landung* eines Flugzeugs. Dabei wird bei Annäherung an den Boden der → *Anstellwinkel* und damit auch der → *Auftrieb* des Flugzeugs erhöht und die Sinkrate reduziert. Das Flugzeug, das sich zuvor in einem geraden → *Sinkflug* befand, fliegt einen Abfangfangbogen, der das → *Ausschweben* mit anschließendem → *Aufsetzen* auf der → *Landebahn* einleitet.

Abfertigungsschalter
Auch Check-in Schalter, international Check-in Counter oder Check-in Desk genannt.
→ *Check-in*.

Abflug
Engl.: Departure, abgekürzt DEP.
Bezeichnung für den → *Flugabschnitt* nach dem → *Start*, bei dem sich das Flugzeug im → *Steigflug* vom → *Flugplatz* entfernt. Für → *Instrumentenflüge* erfolgt der Abflug oft über standardisierte Abflugrouten (→ *SID*).
1. Bezeichnet im → *Flugplan* den Abflugzeitpunkt und Abflugort eines Fluges.
2. Bezeichnet im → *Terminal* eines Flugplatzes den Bereich, der für abfliegende Passagiere vorgesehen ist, z. B. die → *Abflughalle* mit → *Check-in* Schaltern, dem → *Ticketing* und den → *Flugsteigen*.
3. Das → *Rufzeichen* DEPARTURE bzw. die Abkürzung DEP wird für die → *Abflugkontrolle* genutzt.

Abflughalle
→ *Terminal*.

Abflugkontrolle
→ *Anflugkontrolle*.

Abgas-Turboaufladung
→ *Aufladung*.

Abgelöste Strömung
Ein Begriff der → *Aerodynamik*. Das Ablösen einer Strömung hat seine Ursache in der → *Grenzschicht* und führt bei → *Tragflügeln* zum Verlust des → *Auftriebs* und zu einer starken Erhöhung des → *Widerstandes*. Es ist daher wichtig, eine Ablösung der Strömung zu vermeiden oder zumindest zu verzögern.

Entstehung einer abgelösten Strömung am Tragflügel
Ein Tragflügel erzeugt Auftrieb, weil an seiner Oberseite ein geringerer → *statischer Druck* herrscht als an seiner Unterseite. Dabei ist der Druck an der Oberseite (wie auch an der Unterseite) über die → *Profiltiefe* gesehen nicht konstant. Vielmehr erreicht er an der Oberseite kurz hinter der → *Profilnase* sein Minimum, um dann mit wachsender Profiltiefe bis zur Hinterkante wieder anzusteigen.
Dies hat zur Folge, dass die Strömung an der Oberseite des Tragflügels ab dem Druckminimum gegen einen Druckanstieg ankämpfen muss. In der Grenzschicht wird der Strömung jedoch durch Reibungskräfte Energie entzogen. Die Energie eines Strömungsteilchens kann dabei so weit absinken, dass es den Druckanstieg in Strömungsrichtung nicht mehr überwinden kann. Es kommt zum Stillstand, und schließlich beginnt die Strömung sogar stromaufwärts zu fließen. Diese Rückströmung ist der Beginn der Ablösung: Die Grenzschicht wächst in ihrer Dicke stark an, wird vom Tragflügel abgedrängt und löst sich schließlich kurz hinter der Flügelnase von ihm ab. Dieser Vorgang findet unter starker Wirbelbildung statt, die zu hohen Energieverlusten und damit zu einem hohen Widerstand führt. Gleichzeitig bricht der Auftrieb durch die Zerstörung der am Tragflügel anliegenden und auftriebserzeugenden Strömung zusammen.

Ablösung und Anstellwinkel
Gängige → *Profile* weisen bis zu → *Anstellwinkeln* von ca. 10 Grad eine annähernd reibungsfreie, anliegende Strömung auf. Mit weiter ansteigendem Anstellwinkel nimmt der Druckanstieg an der Oberseite jedoch zu, und die Gefahr der Ablösung steigt. Bei Erreichen des → *kritischen Anstellwinkels*, der bei etwa 15 Grad liegt, kommt es zur Ablösung der Strömung. In der Regel tritt die Ablösung kurz nach Erreichen des maximalen Auftriebs ein.

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_1, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

Beeinflussung der Ablösung

Die Gefahr der Ablösung liegt immer dann vor, wenn die Strömung einem Anstieg des statischen Drucks ausgesetzt ist. Ein steiler Druckanstieg erhöht diese Gefahr noch, daher wählt man bei Tragflügeln schlanke Profile, die zu einem sanften Druckanstieg führen.

Beim Absaugen entfernt man die von Ablösung gefährdeten Teile der Grenzschicht in der Nähe eines Druckanstiegs. Beim Ausblasen führt ein waagerechter Luftstrahl der Grenzschicht Energie zu und verhindert so eine Ablösung; dieses Prinzip wird z. B. bei den → *Strahlklappen* angewendet. In ähnlicher Weise kann durch einen Spalt Energie von der Unterseite des Tragflügels in die Grenzschicht an der Oberseite zugeführt werden; dieses Prinzip liegt dem → *Vorflügel* und → dem *Nasenschlitz* zugrunde.

Generell ist eine → *turbulente Strömung* resistenter gegen Ablösung als eine → *laminare Strömung*, d. h. die Ablösung tritt erst bei höherem Druckanstieg auf. Es ist daher manchmal sinnvoll, eine laminare Strömung künstlich in eine turbulente Strömung umzuwandeln. Den höheren Widerstand der turbulenten gegenüber der laminaren Strömung nimmt man in Kauf, um den viel höheren Widerstand (und beim Tragflügel auch den Auftriebsverlust) der abgelösten Strömung zu vermeiden.

Ein Beispiel hierfür sind die Einbuchtungen eines Golfballs. Sie erzeugen eine turbulente Strömung und verzögern damit das Ablösen der Strömung. Dadurch sinkt der Widerstand des Golfballs in der Luft und er fliegt weiter als ein Ball mit glatter Oberfläche. Beim Tragflügel verwendet man → *Wirbelbleche*, um eine laminare in eine turbulente Strömung umschlagen zu lassen.

Abgerissene Strömung

→ *Abgelöste Strömung*.

Abheben

Engl.: Lift-off oder Take-off. Bezeichnet beim → *Start* den Augenblick, in dem das → *Fahrwerk* des Flugzeugs den Kontakt zur → *Startbahn* verliert und sich das Flugzeug mit Hilfe seines → *Auftriebs* in die Luft erhebt. Voraussetzung dafür ist, dass der Auftrieb größer als die → *Gewichtskraft* des Flugzeugs ist, was durch die vorangegangene → *Rotation* erreicht wird.

Abhebegeschwindigkeit

Engl. Lift-Off Speed.
→ *Rotation*.

Abkippen

Auch Abschmieren genannt. Bezeichnung für einen → *Flugzustand*, bei dem es an einer → *Tragfläche* zum → *Strömungsabriss* kommt und das Flugzeug seitlich über diese Tragfläche abrutscht oder abstürzt.

Auslöser für ein Abkippen kann z. B. ein langsamer → *Kurvenflug* sein, bei dem der Pilot versucht, den hängenden Flügel durch einen Ausschlag des → *Querruders* aufzurichten. Dabei kommt es zum Strömungsabriss am hängenden Flügel und der → *Auftrieb* bricht zusammen. Statt sich aufzurichten, kippt das Flugzeug dann über die hängende Tragfläche ab.

Abkühlungsnebel

→ *Nebel*.

ABN

Abk. für Aerodrome Beacon.

Bezeichnung für das rotierende Flugplatzleuchtfeuer. Neben der Kennzeichnung des → *Flugplatzes* erlaubt das ABN auch die Übermittlung von → *Lichtsignalen*.

Abnahme

Bezeichnung für alle Maßnahmen beim Übergang eines neuen Flugzeugs vom → *Herstellbetrieb* zum Besitzer. Dazu kommt ein Qualitätssicherungsteam inklusive einer → *Kabinenbesatzung* des neuen Besitzers zum Auslieferungsort des Herstellers und unterzieht das neue Flugzeug gemeinsam mit Mitarbeitern des Herstellers einem mehrtägigen Prüfprogramm. Ein solches Programm dauert z. B. bei einem neuen Verkehrsflugzeug aus dem Hause → *Airbus* fünf Tage. Teile der Abnahme sind:

- Ground Check
- → *Power Run*
- → *Acceptance Flight*
- Außenprüfung
- → *Kabinenabnahme*

Im Test festgestellte Mängel werden im → *Quality Log Book* und im → *Technical Log Book* festgehalten. Der Hersteller arbeitet die Mängel sukzessive ab. Sind alle Mängel beseitigt werden die Bücher geschlossen. Am Ende des Programms steht dann die Akzeptanz des neuen Besitzers, die sog. Technical Acceptance Completion.

Nach der Abnahme darf das Flugzeug jedoch noch nicht in Betrieb genommen werden. Vielmehr wird es noch von der zuständigen nationalen Aufsichtsbehörde (z. B. in Deutschland dem Luftfahrtbundesamt, → *LBA*) geprüft um die → *Verkehrszulassung* zu erhalten.

Abrissgeschwindigkeit

→ *Überziehgeschwindigkeit*.

Abrisswinkel

→ *Kritischer Anstellwinkel*.

Abschmieren

→ *Abkippen*.

Abschwung

Engl.: Split-S. Bezeichnung für ein Manöver aus dem Bereich des → *Kunstflugs*, bei dem ein Flugzeug aus einem Geradeausflug eine halbe → *Rolle* und, wenn es in der Rückenlage ist, einen halben Innenlooping macht. Es beendet die Figur im waagerechten Geradeausflug in entgegengesetzter Richtung zum Einflug.

Die Güte dieser Flugfigur kann anhand der folgenden Punkte festgestellt werden:

- Das Flugzeug ändert die Flugrichtung während der Rolle.
- Der → *Rückenflug* dauert zu lang oder zu kurz.
- Der halbe → *Looping* wird nicht in gleicher Linie oder nicht senkrecht geflogen.
- Der halbe Looping ist nicht ausreichend halbrund.
- Es erfolgt kein waagerechter Geradeausflug beim Ausflug aus der Figur auf entgegengesetztem Kurs zum Einflug.

Absolute Luftfeuchtigkeit

→ *Luftfeuchtigkeit*.

Abstellflächen

Zusammenfassender Begriff für die Flächen eines → *Flugplatzes*, auf denen Flugzeuge zwischen ihren Flügen geparkt bzw. abgestellt werden. Zu den Abstellflächen gehören z. B.:

- *Parkpositionen* zum Ein- und Aussteigen der → *Passagiere*, und zum Be- und Entladen von → *Luftfracht* und → *Luftpost*. Parkpositionen dienen der → *Flugzeugabfertigung*. Auf ihnen werden Flugzeuge für nur kurze Zeit (90 Min. bis einige Stunden oder über Nacht) geparkt.

- Flugzeugabstellpositionen für die → *Betankung*, → *Wartung* und Reparatur von Flugzeugen bzw. für Flugzeuge, die auf einen späteren Einsatz oder auf einen Platz in einem → *Hangar* auf Reparatur- oder Wartungsarbeiten längere Zeit (mehrere Stunden bis Tage oder sogar Wochen) warten.

Die Abstellflächen sind Teil der → *Flugbetriebsflächen*.

Abstellposition
→ *Parkposition*.

Abtrieb
Bezeichnet in der → *Aerodynamik* einen negativen → *Auftrieb*, also einen Auftrieb der in Richtung der → *Schwerkraft* wirkt.
Bei Flugzeugen, deren → *Leitwerk* am → *Heck* liegt, ist es aus Stabilitätsgründen manchmal erforderlich, am → *Höhenleitwerk* einen Abtrieb zu erzeugen. Dieser Abtrieb muss allerdings am → *Tragflügel* durch einen entsprechend höheren Auftrieb ausgeglichen werden, was auch zu einem höheren → *Widerstand* führt. Dieser Nachteil tritt bei Flugzeugen mit → *Kopfsteuerfläche* wie z. B. dem → *Canard* nicht auf, da hier auch das Höhenleitwerk einen positiven Beitrag zum Auftrieb liefert.
Bei Rennwagen erzeugt der Spoiler am Heck einen Abtrieb, der das Fahrzeug – insbesondere in Kurven – an den Boden presst und so die Stabilität des Fahrzeugs erhöht.

Abwind
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet eine räumlich vergleichsweise stark begrenzte, nach unten gerichtete Luftströmung an der Leeseite (→ *Lee*) großer, von einer Luftströmung umströmter Objekte (Berge, Wolke, Wetterfront, aber auch Hochhäuser), welche die gleichmäßige Luftströmung beeinträchtigt. Der → *Föhn* an den Alpen oder der Chinook in den Rocky Mountains sind Beispiele für solch einen Abwind.
Ein Abwind reicht jedoch nicht bis zum Erdboden. Abwind tritt auch im Niederschlag und in der Nähe kumulusförmiger Wolken auf.
Abwinde, die sehr stark und dann auch nur kurz ausfallen, werden Fallböe genannt. Beim Flug durch einen derart starken Abwind verliert ein Flugzeug an → *Flughöhe*. Dies kann plötzlich erfolgen und wird dann als Durchsacken, volkstümlich auch als Luftloch bezeichnet. Das Gegenteil des Abwinds ist der → *Aufwind*.

Ac
→ *Altokumulus*.

ACARE
Abk. für Advisory Council for Aeronautics Research in Europe.
Bezeichnung für ein anlässlich des Luftfahrtsalons in LeBourget in Paris im Jahr 2001 gegründeten Zusammenschlusses von Persönlichkeiten aus dem Bereich Politik, Wirtschaft und Wissenschaft mit dem Ziel, eine paneuropäische Forschungsagenda für die Luftfahrtbranche zu entwickeln.
→ *http://www.acare4europe.org/*

ACARS
Abk. für Aircraft Communication Addressing and Reporting System.
Bezeichnung für ein digitales System an Bord des Flugzeugs zum Austausch von Daten zwischen dem Flugzeug und seiner → *Luftverkehrsgesellschaft*.
Primär werden dabei Daten vom Flugzeug zu einer Bodenstation übermittelt, teilweise auch vom Boden zurück zum Flugzeug. Für die Übermittlung werden sowohl Frequenzen im → *VHF*-als auch im → *HF*-Bereich eingesetzt. ACARS wird von dem Unternehmen Aeronautical Radio Inc. (ARINC) betrieben und verfügt über ein weltweites Netz von Bodenstationen.
ACARS dient der Übermittlung von Angaben zur aktuellen Position, Geschwindigkeit und Flugrichtung, zum Zustand des Flugzeugs und der → *Triebwerke*, zum verbrauchten und vorhandenen → *Kraftstoff* etc. Dies erlaubt es einerseits, die → *Landung* des Flugzeugs präziser vorherzusagen und damit die → *Bodenabfertigungsdienste* optimal auf die Ankunft des Flugzeugs abzustimmen. Gleichzeitig können benötigte Reparaturmaßnahmen frühzeitig erkannt und die benötigten Ersatzteile am Boden bereitgestellt werden. Umgekehrt können der Besatzung an Bord z. B. Wetterinformationen vom Boden übermittelt werden. ACARS kann mit dem → *FMS* des Flugzeugs verbunden werden und erlaubt das automatische Übermitteln einiger Daten; dadurch wird eine Verminderung des Sprechfunkverkehrs für den → *Piloten* im Flug erreicht.
ACARS wird auf den folgenden Frequenzen des → *VHF*-Bereichs betrieben:

- Europa: 131,725, 131,525 und 131,825 MHz
- USA: 131,550, 129,125, 130,025 MHz
- Asien: 131,450 MHz
- Thailand: zusätzlich 131,550 MHz

Im → *HF*-Bereich werden folgende Frequenzen an folgenden Standorten genutzt:

- H01– Dixon: 8927, 13276, 17919 und 21934 kHz
- H02– Molokai: 11348 und 17934 kHz
- H03– Reykjavik: 11184 und 15025 kHz
- H04– River Head: 8912, 11312, 17919 und 21934 kHz
- H05– Auckland: 6535 und 11327 kHz
- H06– Hat Yai: 5655 und 13309 kHz
- H07– Shannon: 8843 und 11384 kHz
- H08– Johannesburg: 8834, 13321 und 21949 kHz
- H10– Annapolis: 8885 kHz
- H12– Anchorage: 11354 kHz

Es ist auch dem interessierten Laien mit entsprechenden Funkgeräten möglich, die ACARS-Meldungen zu empfangen und zu decodieren. Es gibt verschiedene Computerprogramme, die eine Übersetzung der gesendeten Nachrichten und ihre Darstellung auf einem Computerbildschirm erlauben.

Links
→ *http:/www.acarsonline.co.uk/*
→ *http://www.acars.subnet.dk/*
→ *http://www.airnavsystems.com/*
→ *http://www.pervisell.com/ham/skyspy.htm/*

ACAS
Abk. für Airborne Collision Avoidance System.
Synonym für → *TCAS*.

ACC
Abk. für Area Control Center.
→ *Kontrollzentrum*.

Acceptance Flight
Bezeichnung für einen Testflug mit der → *Kabinenbesatzung* eines Luftverkehrsunternehmens, der Teil der → *Abnahme* eines neuen Flugzeugs vom Hersteller ist.
Der Acceptance Flight dauert zwei bis drei Stunden und enthält auch → *Flugmanöver*, die das Flugzeug in Extremsituationen bringt, z. B. an die Grenze des → *Strömungsabrisses*.

ACF

1. Abk. für Airline Club Frankfurt.
   Bezeichnung für einen 1962 in Frankfurt gegründeten sozialen und interkulturellen Zusammenschluss von Angestellten von Fluglinien.
   Der ACF ist auch Mitglied der → *WACA*.
   → *http://www.acf-online.de/*
2. Abk. für Air Cargo Forum.
   Bezeichnung für einen Interessenverband, der als einer der ersten die Belange der Luftfrachtindustrie vertrat, und insbesondere Standards für den Güterumschlag an → *Flugplätzen*, die → *Luftfracht* und Geschäftsprozesse erarbeitete. Aus dem ACF ging 1990 die → *TIACA* hervor, die ein Air Cargo Forum genanntes alljährliches Treffen veranstaltet.

A-Check

→ *Wartung*.

ACI

Abk. für Airports Council International.
Die ACI ist die internationale Vereinigung der Verkehrsflughäfen, die 1991 gegründet wurde. Die Organisation dient dem Erfahrungsaustausch zwischen → *Flugplätzen*, und vertritt deren Interessen, z. B. im Rahmen internationaler Verhandlungen oder gegenüber Regierungen. Der Sitz des ACI ist Genf.
Sie besteht aus verschiedenen Regionalorganisationen:

Name	Sitz	Region
ACI-NA	Ottawa, Washington DC	Nordamerika
ACI-Africa	Kairo	Afrika
ACI-Europe	Brüssel	Europa
ACI-LAC	Caracas	Lateinamerika und Karibik
ACI-Asia	Neu-Delhi	Asien
ACI-Pacific	Vancouver	Pazifische Region, Australien

Links

→ *http://www.airports.org/*
→ *http://www.aci-europe.org/*
→ *http://www.aci-na.org/*
→ *http://www.aci-africa.org/*
→ *http://www.aci-pacific.org/*

ACN

Abk. für Aircraft Classification Number.
ACN ist eine Kennzahl für Flugzeuge die angibt, welche Belastung das Flugzeug auf einen Bodenbelag ausübt.
ACN-Werte werden vom jeweiligen Hersteller des Flugzeugs ermittelt und veröffentlicht. Die Belastung, die ein Flugzeug auf den Boden ausübt, hängt neben den konstruktiven Eigenschaften des Flugzeugs (insbesondere vom → *Flugzeuggewicht* und von der Ausführung und Lage seines → *Fahrwerks*) auch von den Eigenschaften des Bodens selber ab. Deshalb werden in der Regel für jedes Flugzeug die folgenden 16 ACN-Werte ermittelt:

- Acht ACN-Werte für das Flugzeug ohne Beladung. Jeweils vier ACN-Werte beziehen sich auf starren Untergrund mit hoher, mittlerer, geringer und sehr geringer Festigkeit; die anderen vier ACN-Werte gelten für elastischen Untergrund mit hoher, mittlerer, geringer und sehr geringer Festigkeit.
- Analog acht ACN-Werte für das Flugzeug mit maximalem Abfluggewicht.

ACN-Werte für ein Flugzeuggewicht zwischen diesen beiden Extremwerten werden meist durch lineare Interpolation bestimmt.
Der ACN-Wert ist eine dimensionslose Größe; für eine McDonell-Douglas DC-10 (Erstflug 29. August 1970) mit einem Leergewicht von ca. 100 t beträgt er z. B. bei starrem Untergrund hoher Festigkeit 22, bei starrem Untergrund mit sehr geringer Festigkeit 31, bei elastischem Untergrund hoher Festigkeit 24, und bei elastischem Untergrund sehr geringer Festigkeit 36. Für das maximale Startgewicht von ca. 220 t steigen diese Werte auf 48 bzw. 74 für starren, und 55 bzw. 100 für elastischen Untergrund an.
Diese Werte sind etwa vergleichbar mit den ACN-Werten der um ca. 25 % leichteren McDonnell-Douglas DC-8 (Erstflug 30. Mai 1958); diese erreicht bei einem maximalen Startgewicht von 160 t die Werte von 50 bzw. 78 für starren, und 52 bzw. 87 für elastischen Untergrund. Aufgrund der besseren Lastverteilung bei der DC-10 konnte also trotz erhöhtem Gewicht die Lastwirkung auf den Boden etwa konstant gehalten werden.
Das Gegenstück zu ACN ist die sog. Pavement Classification Number (→ *PCN*), die für einen → *Flugplatz* angibt, welcher Belastung die → *Flugbetriebsflächen* standhalten.

Active Control

Übergreifende Bezeichnung für die Idee, mit Hilfe moderner und leistungsfähiger → *Flugregler* das Spektrum möglicher Flugzustände und Flugzeugkonfigurationen zu erweitern.
Der Flugregler muss dabei Aufgaben übernehmen, die von einem Piloten (praktisch) nicht durchführbar sind. Dazu gehören z. B.:

- Die Erzeugung künstlicher → *Stabilität* bei Flugzeugen, die von ihrer Auslegung her eigentlich statisch instabil (→ *statische Stabilität*) sind. Auf diese Art kann die Manövrierbarkeit des Flugzeugs erhöht und sein → *Widerstand* zugleich verringert werden.
- Böenlastabminderung (→ *Load Allevation System*, LAS). Diese erlaubt es z. B. den → *Tragflügel* auf geringere Böen/Lasten auszulegen und so Gewicht zu sparen.
- Überwachung und Einhaltung der Grenzen des Flugbereichs (Flight Envelope)
- Schwingungsdämpfung zur Reduzierung von Lasten und damit zur Einsparung von Gewicht

Voraussetzung für Active Control sind moderne Regelsysteme mit verbesserten Sensoren und vor allem leistungsfähigen und agilen Stellgliedern (z. B. verbesserte → *Ruder*, → *Taileron*, → *Elevon*, → *Flaperon*, → *Schubvektorsteuerung* etc.)
Die Schnittstelle zum Piloten (Eingabe der Steuerbefehle, Anzeige des Flugzustands) erfolgt rein elektronisch über → *Fly-By-Wire*-Systeme und elektronische Anzeigen.

AD

Abk. für Airworthiness Directive.
→ *Lufttüchtigkeitsanweisung*.

Adaptiver Flügel

Bezeichnung für einen → *Tragflügel*, der durch Veränderung seines → *Profils* an die jeweilige Flugsituation angepasst werden kann. Beispielsweise ist ein Flügel eines Verkehrsflugzeugs in der Endphase des Reiseflugs durch den mittlerweile verbrauchten Treibstoff bis zu 30 % leichter als in der Startphase.
Die aerodynamische Optimierung erfolgt z. B. über Hydraulikantriebe, mit denen die → *Wölbung* und/oder → *Hinterkante* des

Profils verändert werden kann. Damit ist es z. B. möglich, die veränderte → *Gewichtskraft* im → *Reiseflug* infolge des Kraftstoffverbrauchs auszugleichen. Der adaptive Flügel kann auch zur Beeinflussung der → *Grenzschicht* im → *subsonischen* und → *transsonischen* Flug eingesetzt werden.

Adaptives Winglet
Weiterentwicklung des heute gebräuchlichen (starren) → *Winglets* mit dem Ziel, eine optimale Anpassung der Geometrie des Winglets an den jeweiligen Flugzustand zu ermöglichen.

ADC
1. Abk. für Air Data Computer.
   → *Luftwerterechner*.
2. Abk. für Aerodrome Control.
   → *Platzkontrolle*.

Add-on
Ein Begriff aus der Verkehrsfliegerei. Bezeichnung für einen kurzen Anschlussflug zu einem Langstreckenflug.

ADEP
Abk. für Aerodrome of Departure.
Bezeichnet für einen Flug den → *Flugplatz*, auf dem der → *Start* erfolgt.

ADES
Abk. für Aerodrome of Destination.
Bezeichnet für einen Flug den → *Flugplatz*, auf dem die → *Landung* erfolgt.

ADEXA
Abk. für Air Defence Exercise Areas.
Kurzbezeichnung für militärische Übungsgebiete, etwa Schießplätze für Bordwaffen oder Übungsgebiete zum Verschuss von Bordraketen.

ADIZ
Abk. für Air Defence and Identification Zone.
→ *Identifizierungszone*.

ADF
1. Abk. für Anti Deicing Fluid.
   → *Enteisung*.
2. Abk. für Automatic Direction Finder.
   Auch als Radiokompass bekannt. Bezeichnung für ein Empfangs- und Anzeigegerät (→ *Instrumentenkunde*), mit dem das → *NDB-Signal* einer Bodenstation gemessen und als → *Steuerkurs* des Flugzeugs angezeigt wird.
   Mit Hilfe des ADF-Empfängers wird die Richtung des Minimums eines NDB-Signals bestimmt und als → *Seitenpeilung* (Relative Bearing, RB) ausgegeben. Diese Messung erfolgte früher durch Derhen der Empfangsantenne (Peilrahmen), wird heute aber mit fest eingebauten Antennen (Kreuzrahmen mit Goniometer, Ferritantenne) durchgeführt. Die durch den ADF-Empfänger erhaltene Seitenpeilung gibt nur die relative Richtung des Flugzeugs zum NDB an. Zur Bestimmung des vom Flugzeug beobachteten Winkels zwischen dem NDB und dem magnetischen Nordpol muss der → *missweisende Steuerkurs*, der vom → *Magnetkompass* abgelesen wird, addiert werden. Das Ergebnis wird dann als missweisende Peilung (Magnetic Bearing, MB) bezeichnet.

Anzeige des ADF Signals (RBI, RMI und MDI)
Die Nadel des ADF-Instruments zeigt stets in Richtung der NDB Bodenstation. Die Kompassrose, an der die Richtung abgelesen wird, kann dabei jedoch verschieden ausgeführt sein:
- Bei starrer Ausführung zeigt die 0°-Marke stets in Richtung der → *Längsachse* des Flugzeugs. Die von der Nadel angezeigte Gradzahl entspricht dann der Seitenpeilung. Diese Instrument wird auch als Relative Bearing Indicator (RBI) bezeichnet.
- Wird die Kompassrose vom → *Kurskreisel* automatisch nach Magnetisch Nord nachgeführt, so können gleichzeitig der missweisende Steuerkurs und die Seitenpeilung angezeigt werden. Dieses Instrument wird auch als Radio Magnetic Indicator (RMI) bezeichnet
- Beim Moving Dial Indicator (MDI) kann die Kompassrose frei verstellt und z. B. entlang des aktuellen → *missweisenden Steuerkurses* ausgerichtet werden.

Die Abkürzung ADF kann auch für Automatic Direction Finding stehen. In diesem Fall bezeichnet sie allgemein das → *Richtungsmessverfahren* in der → *Funknavigation*, das mit einer Sendestation am Boden (→ *NDB*) plus Radiokompass an Bord arbeitet.

ADI
Abk. für Attitude Director Indicator.
Bezeichnung für ein Instrument (→ *Instrumentenkunde*) im Flugzeug, das wesentliche Informationen der → *Hauptfluginstrumente* in einem Instrument vereinigt. Zusammen mit dem → *HSI* (*Horizontal Situation Indicator*) dient der ADI der Zusammenfassung und Vereinfachung der großen Zahl von Einzelinstrumenten im → *Cockpit* eines Flugzeugs. Der ADI kombiniert die Aufgaben des → *Fluglageanzeigers* und des → *Wendeanzeigers*. In seinem Zentrum zeigt er die → *Längs-* und → *Querneigung* des Flugzeugs durch Markierungen und Farben an. Darüber und darunter können → *Rollwinkel*, Drehgeschwindigkeit, Drehrichtung und das Scheinlot (zur Anzeige eines → *koordinierten Kurvenflugs* bzw. eines → *Rutschens* in einer → *Schmier-* oder → *Schiebekurve*) abgelesen werden. Zusätzlich sind mit der Ablage vom → *Gleitpfad* und vom → *Landekurs* auch Anzeigen des → *Instrumenten-Landesystems* in den ADI integriert.
ADI und HSI werden auch als Zentralinstrumente bezeichnet, da weitere wichtige Instrumente wie der → *Fahrtmesser*, das → *Variometer* und der → *Höhenmesser* kreisförmig um sie herum angeordnet werden.
Eine Weiterentwicklung der ADI und HSI Instrumente stellt das → *EFIS* mit seinen Anzeigeinstrumenten → *PFD* und → *ND* dar.

ADL
Abk. für Arbeitsgemeinschaft der Deutschen Luftfahrtunternehmen.
→ *BDF*.

ADS
Abk. für Automated Dependend Surveillance.
Bezeichnung für ein Datenübertragungs-System, das die traditionellen Systeme des → *Flugverkehrskontrolldienstes* ergänzen und zum Teil auch ersetzen soll. Ziel von ADS ist die Verbesserung der Überwachung und Steuerung des Flugverkehrs im → *Luftraum* und am Boden.
ADS erlaubt die Übertragung von Informationen sowohl vom Flugzeug zur Bodenstation (Downlink) als auch vom Boden zum

Flugzeug (Uplink). Die Übertragung erfolgt dabei im → *HF*- und → *VHF*-Frequenzbereich über Satellit. Im Zusammenspiel mit modernen und präzisen → *Navigations*-Systemen können so dem Flugverkehrskontrolldienst auf Anfrage genaue Angaben z. B. über Position, → *Fluggeschwindigkeit*, → *Steuerkurs* und → *Flughöhe* des Flugzeugs übermittelt werden.
Mit ADS-B (dabei steht „B" für Broadcast, d. h. Rundsenden) wird eine Erweiterung des ADS-Prinzips bezeichnet, bei der das Flugzeug permanent, d. h. ohne spezifische Aufforderung des Flugverkehrskontrolldienstes oder eines anderen Flugzeugs Informationen abstrahlt. Dazu zählen auch die → *Mode-S*-Signale, die periodisch vom → *Transponder* eines Flugzeugs abgestrahlt werden. Während heute ADS überwiegend zur Ergänzung und Absicherung der Daten von → *Primär*- und → *Sekundärradars* eingesetzt, könnten ADS-B-Systeme in Zukunft auch traditionelle → *Radar*-Systeme (z. B. in der → *Bodenkontrolle*) ersetzen.

ADT
Abk. für Adult, Erwachsener.

ADV
Abk. für Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen.
Bezeichnung für den 1947 gegründeten Dachverband der deutschen Verkehrsflughäfen und -landeplätze mit Sitz in Stuttgart. Die ADV fördert und gewährleistet die Zusammenarbeit und den Erfahrungsaustausch ihrer Mitglieder in allen flughafenrelevanten Fraugen, also auf den Gebieten Recht, Wirtschaft, Bau, Technik, Betrieb, Umweltschutz, Verkehr, Öffentlichkeitsarbeit, Personal- und Sozialwesen.
Die größten Verkehrsflughäfen und Mitglieder im ADV nach Passagieraufkommen waren 2010:

Flughafen	Passagiere 2010
Frankfurt	53,0
München	34,7
Düsseldorf	19,0
Berlin-Tegel	15,0
Hamburg	13,0
Köln-Bonn	9,8
Stuttgart	9,2
Berlin-Schönefeld	7,3
Hannover	5,1
Nürnberg	4,1

Analog nach Frachtaufkommen (Summe aus → *Luftfracht* und → *Luftpost*, hier inklusive Transit):

Flughafen	Fracht 2010
Frankfurt	2308 Tsd t
Leipzig/Halle	663 Tsd t
Köln/Bonn	656 Tsd t
München	302 Tsd t
Hahn	229 Tsd t
Düsseldorf	88 Tsd t
Stuttgart	31 Tsd t
Hamburg	27 Tsd t
Berlin-Tegel	22 Tsd t
Hannover	16 Tsd t

Interessant ist zu sehen, dass Leipzig/Halle hinsichtlich der Fracht den Flughafen Köln/Bonn in 2010 überholt hat.
→ *http://www.adv-net.org*

Advektion, Advektionsschicht
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Von lat. advehi = etwas heranbewegen. Er bezeichnet im Gegensatz zur → *Konvektion* die horizontale Bewegung von Luftmassen oder atmosphärischen Erscheinungen. Dies erfolgt vor allem in der mittleren → *Atmosphäre* in Höhen zwischen 2 und 8 km. Wetterkarten sprechen hier vom 500-mbar-Niveau, umgangssprachlich wird auch von einer Advektionsschicht gesprochen. In der Meteorologie wird mit diesem Vorgang zuweilen auch die horizontale Komponente der → *Konvektion* benannt, sofern eine solche vorhanden ist.
Von Bedeutung ist die Advektion beim → *Segelflug*. Advektionsfreiheit oder die Advektion von Kaltluft sind für Streckenflüge wichtig, da dann lange Strecken zurückgelegt werden können.
Kaltluftadvektion kann daran erkannt werden, dass der Wind mit zunehmender Höhe seine Richtung nach links dreht (z. B. von Nordost auf Nord).
Warmluftadvektion kann hingegen daran erkannt werden, dass der Wind mit zunehmender Höhe seine Richtung nach rechts dreht.

Advektionsnebel
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet eine bestimmte Art von → *Nebel*, der entsteht, wenn warme und feuchte Luft in horizontaler Bewegung über eine kühlere Oberfläche oder eine kühlere Luftschicht weht. Wenn diese Bewegung lange genug anhält wird die in der wärmeren Luft enthaltene Feuchtigkeit durch die kühlere Oberfläche oder Luftschicht derart unter den Taupunkt abgekühlt, dass die Feuchtigkeit kondensiert und als Nebel hervortritt. Der Advektionsnebel wird dichter, wenn sich die Windgeschwindigkeit auf etwa 15 Knoten erhöht.
In Mitteleuropa ist dieser Nebel typisch für den Winter. Er bildet sich, wenn Warmluft aus dem südatlantischen Raum oder dem Mittelmeerraum in höhere Breiten gelangt und dabei auf eine bodennahe Kaltluftschicht strömt. Wenn sich dann eine Hochdrucklage einstellt, kann der Advektionsnebel mehrere Tage oder Wochen andauern.
Im Frühjahr kann er ebenfalls unter bestimmten geografischen Gegebenheiten auftreten. Dann sind Meere und große Binnenseen meist kälter als das Festland. Strömt dann schon angewärmte Luft vom Land auf das Meer oder den Binnensee, bildet sich dort Advektionsnebel. Ein Beispiel hierfür ist der Küstennebel im Frühling an der Ostsee.
Ein anderes Beispiel für Advektionsnebel ist die Gegend vor Neufundland. Dort trifft der von Norden aus dem Polarmeer kommende kalte Labradorstrom auf den warmen Golfstrom. Strömt nun vom Golfstrom angewärmte Luft über dem Meer von Süden zum Labradorstrom entsteht dort Nebel.
Auch vor Kalifornien tritt dieser Nebel häufig auf. Dort dringt kaltes Wasser aus den Tiefen des Pazifiks an die Oberfläche und kühlt die Seeluft entsprechend ab. Die warme Luft vom Festland, die auf das Meer hinaus strömt, bildet daher an 40 bis 50 Tagen des Jahres Nebel vor der kalifornischen Küste.
An den Randbereichen der Polargebiete kommt es vorzugsweise im Sommer durch den gleichen Effekt an über 80 Tagen pro Jahr zu Advektionsnebel. Dort strömt warme Luft über das kühle Schmelzwasser.
In Gegenden, in denen mit Advektionsnebel zu rechnen ist, kann es durch diesen Nebel zu Sichtbehinderungen kommen, z. B. auf

Flughäfen. Dies kann es erforderlich machen dass die Abstände zwischen startenden und landenden Flugzeugen erhöht werden. Verspätungen sind die Folge.

AEA
Abk. für Association of European Airlines.
Bezeichnung für den im Februar 1952 von Air France, KLM, Sabena und Swissair noch als Air Research Bureau gegründeten Interessenverband der europäischen Verkehrsfluggesellschaften mit Sitz Brüssel. Seine Hauptaufgabe ist die wirtschaftspolitische Lobbyarbeit gegenüber den Institutionen der EU.
→ *http://www.aea.be/*

AECMA
Abk. für European Association of Aerospace Industry.
Bezeichnung für den 1950 gegründeten Industrieverband der europäischen Luftfahrtindustrie mit Sitz in Brüssel. Dies umfasst nicht nur die Hersteller von Luftfahrzeugen oder Triebwerken, sondern auch von allen weiteren Ausrüstungen rund um die Luftfahrt.
Aus Deutschland ist der → *BDLI* Mitglied.
→ *http://www.aecma.org/*

AeCS
Abk. für → *Aeroclub* der Schweiz.
→ *http://www.aeroclub.ch/*

AEI
Abk. für Aircraft Engineers International.
Bezeichnung für den internationalen Verband der Prüfer von Luftfahrtgerät mit Sitz in Houten in den Niederlanden. Deutsches Mitglied der AEI ist der → *BPvL*.
→ *http://www.airengineers.org/*

Äquivalente Geschwindigkeit
→ *EAS*.

Äquivalenter Dauerschallpegel
→ *Fluglärmmessung*.

Aero Case
→ *Pilotenkoffer*.

Aeroclub
Gängiger Oberbegriff für private aeronautische Vereine (→ *Aeronautik*) zum Betrieb von → *Flugplätzen* und Fluggerät zu Zwecken des zivilen und privaten Luftsports oder aus Liebhaberei. Üblicherweise werden mehrere Formen der Aeronautik abgedeckt, z. B. Motorflug, → *Segelflug*, Modellflug, Ballonfahren, Fallschirmspringen (→ *Fallschirm*) und Microlight, Helikopterflug und auch experimentelle Aeronautik.

Aerodrome Reference Code
Ein Code-System für → *Flugplätze*, das eine Aussage über die Länge seiner → *Start- und Landebahnen* macht sowie über die Größe der Flugzeuge, für die er maximal ausgelegt ist.
Der Aerodrome Reference Code ist von der → *ICAO* standardisiert und besteht aus einer Code-Nummer zwischen 1 und 4, und einem Code-Buchstaben zwischen A und F. Die Code-Nummer zeigt an, welche maximale Start- bzw. Landedistanz ein Flugzeug benötigen darf, damit es auf dem Flugplatz noch starten bzw. landen kann:
- 1: weniger als 800 m.
- 2: 800 bis weniger als 1.200 m.
- 3: 1.200 bis weniger als 1.800 m.
- 4: 1.800 m und darüber.

Der Code-Buchstabe zeigt an, welche → *Spannweite* das Flugzeug haben und wie groß der Abstand der äußersten Reifen des Hauptfahrwerks (→ *Fahrwerk*) voneinander sein darf:
- A: Spannweite weniger als 15 m, Breite des Hauptfahrwerks weniger als 4,50 m.
- B: Spannweite 15 bis weniger als 24 m, Breite des Hauptfahrwerks 4,50 bis weniger als 6 m.
- C: Spannweite 24 bis weniger als 36 m, Breite des Hauptfahrwerks 6 bis weniger als 9 m.
- D: Spannweite 36 bis weniger als 52 m, Breite des Hauptfahrwerks 9 bis weniger als 14 m.
- E: Spannweite 52 bis weniger als 65 m, Breite des Hauptfahrwerks 9 Meter bis weniger als 14 m (also wie bei Code D)
- F: Spannweite 65 bis weniger als 80 m, Breite des Hauptfahrwerks 14 bis weniger als 16 m.

Der Code-Buchstabe eines Flughafens richtet sich unter anderem danach, wie breit die → *Rollwege* sowie die Start- und Landebahnen und deren → *Schultern* sind und welchen Abstand sie voneinander haben. Die größten Verkehrsflughäfen sind heute so ausgelegt, dass sie maximal Flugzeuge aufnehmen können, die in eine „Box“ von 80 m Länge und Breite passen. Diese Dimensionierung spiegelt sich auch in den Vorgaben für den Code-Buchstaben F wieder. Dementsprechend liegen auch extrem lange Flugzeuge wie die Airbus A340–600 (Erstflug 24. April 2001) oder Flugzeuge mit hoher Spannweite wie der A380 (Erstflug 27. April 2005; mit ihren Abmaßen innerhalb dieser „Box“).

Aerodynamik
Bezeichnung für ein Teilgebiet der Physik, das sich mit Luftströmungen und ihren → *Grenzschichten* an von Luft umströmten Körpern beschäftigt.
Im Flugzeugbau findet die Aerodynamik zwei Anwendungen: Zum einen zur Bestimmung von → *Auftrieb*, → *Widerstand* und → *Querkraft* für vorgegebene Flugzeuge bzw. Flugzeugkomponenten wie den → *Rumpf*, den → *Tragflügel* und das → *Leitwerk*, zum anderen zur Entwicklung von Komponenten und Flugzeugen mit gewünschten aerodynamischen Eigenschaften.
Außerhalb des Flugzeugbaus findet die Aerodynamik unter anderem im Automobilbau, im Schiffbau und in der Architektur (z. B. zur Berechnung des Verhaltens von Masten und Hochhäusern unter Windbelastungen) Anwendung.

Aerodynamische Güte
Bezeichnung für das Verhältnis zwischen dem → *Widerstandsbeiwert* (oder → *Widerstand*) und dem → *Auftriebsbeiwert* (oder → *Auftrieb*) eines → *Profils*.
Die aerodynamische Güte beschreibt, welchen „Preis“ in Form zusätzlichen → *Widerstands* man zahlen muss, wenn man den → *Auftrieb* eines Profils durch Vergrößerung des → *Anstellwinkels* erhöht. Dabei ist zu beachten, dass sich auch die aerodynamische Güte selber mit dem Anstellwinkel verändert.

Aerodynamisches Koordinatensystem
Auch flugwindfestes Koordinatensystem, engl.: Wind Axes System, genannt. Bezeichnung für ein rechtshändiges, orthogonales → *Koordinatensystem* (KS), das seinen Ursprung im → *Schwerpunkt* des Flugzeugs hat.
Das aerodynamische KS gewinnt seine große Bedeutung daraus, dass seine Achsen entlang der aerodynamischen → *Kräfte* ausgerichtet sind, und diese somit besonders einfach darstellt. Die x-Achse zeigt dabei in Richtung der → *Anströmgeschwindigkeit* und somit senkrecht zum → *Auftrieb* und in negativer Richtung

zum → *Widerstand*. Die z-Achse zeigt in Richtung des Auftriebs, die y-Achse in Richtung der → *Querkraft*.
Die Achsen des aerodynamischen Koordinatensystems sind gegenüber dem → *flugzeugfesten KS* um den negativen → *Anstell-* und den → *Schiebewinkel* verdreht. Anstell- und Schiebewinkel zeigen also die Drehung des Flugzeugs gegenüber der Anströmrichtung an.
Die Winkel zwischen dem aerodynamischen und dem → *geodätischen KS* werden als → *Flugwindazimut*, → *Flugwindneigungswinkel* und → *Flugwindhängewinkel* bezeichnet.
Das aerodynamische Koordinatensystem und die darin beschriebenen → *Zustandsgrößen* werden meist mit dem Index [a] versehen.

Aeroelastik
Bezeichnung für ein Teilgebiet der Physik, das sich mit der Wechselwirkung zwischen Luftkräften (z. B. → *Auftrieb*, → *Widerstand* und → *Querkraft*) und elastischen Verformungen des Flugzeugs bzw. seiner Komponenten befasst.
Ein Beispiel für den Einfluss der Aeroelastik ist die Wirkung des → *Querruders* auf einen → *Tragflügel* mit großer → *Spannweite* und geringer → *Profildicke*. Beim Ausschlag des – meist an den Flügelspitzen gelegenen– Querruders kann die Flügelspitze soweit verbogen und verdreht werden, dass die Wirkung des Querruders verringert oder sogar umgekehrt wird.

Aerologie
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet die sog. Höhenwetterkunde, welche die freie → *Atmosphäre* mit physikalischen Methoden und technischen Hilfsmitteln erforscht.
Wetterballone oder Raketen mit Radiosonden tragen die Messinstrumente in die Atmosphäre, und ein mitgeführter Sender überträgt laufend die Messdaten zur Erde. Aerologische Aufstiege mittels Radiosonden werden in der Regel zweimal täglich durchgeführt und messen → *Luftdruck*, Temperatur, → *Luftfeuchtigkeit*, → *Taupunkt* und → *Wind* bis in durchschnittlich 30 km Höhe.
Meist werden noch zwei weitere Aufstiege ohne Messgeräte durchgeführt, die nur Winddaten (aus der Radarpeilung) liefern. Weltweit gibt es ca. 500 aerologische Aufstiegsstationen.
Diese besonders für die Luftfahrt wichtigen Daten werden durch Fernmessungen von Satelliten aus ergänzt. Der Zustand der freien Atmosphäre kann auch vom Erdboden aus mittels Wind-Profiler gemessen werden.

Aeronautical Information Manual
→ *AIM*.

Aeronautik
Allgemeine Bezeichnung für die Wissenschaft des Fliegens. Sie vereint verschiedene Unterdisziplinen wie etwa der Physik, des Maschinenbaus oder der Navigation miteinander mit dem Ziel, sichere und zuverlässige Fluggeräte zu konstruieren.

Aerosphäre
Bezeichnung für den Teil der → *Atmosphäre*, in dem sich die Luftfahrt abspielt. Dementsprechend zieht sich der Bereich über einige Dutzend Höhenmeter (Ultraleichtflugzeuge) bis hinauf zu 14 km (militärische Kampfflugzeuge), 18 km („Concorde", Erstflug 2. März 1969) oder auch 30 km (militärische Höhenaufklärer). Der Begriff Aerosphäre definiert diesen Bereich aus physikalischer Sicht, nicht aus Sicht des → *Luftrechts*.

Aerostatik
Bezeichnung für ein Teilgebiet der Physik, das sich im Gegensatz zur → *Aerodynamik* mit ruhenden Gasen beschäftigt. Luftfahrzeuge, die ausschließlich auf dem aerostatischen → *Auftrieb* beruhen, müssen eine durchschnittliche Dichte aufweisen, die geringe ist als die sie umgebende Luft (→ *Leichter als Luft*), z. B. → *Ballone*, oder → *Luftschiffe* wie der → *Zeppelin*. Luftfahrzeuge, deren Dichte größer als die sie umgebende Luft ist, beruhen auf dem durch die Aerodynamik beschriebenen dynamischen Auftrieb.

AFB
Abk. für Air Force Base.
Standardabkürzung der Luftwaffe der USA für einen → *Fliegerhorst*.

AFCAC
Abk. für African Civil Aviation Commission.
Die AFCAC ist Teil der Organisation für afrikanische Einheit (OAU) und hat ihren Sitz in Dakar im Senegal. Ziel ist die geordnete Fortentwicklung des Luftverkehrs auf dem afrikanischen Kontinent durch Interessenvertretung, Harmonisierung von Regelungen, und Förderung in mehrfacher Hinsicht (Know-how, Technologietransfer etc.).
→ *http://www.afcac-cafac.sn/*

AFCS
Abk. für Automatic Flight Control Systems.
Bezeichnung für einen → *Flugregler* bei dem (im Gegensatz zu den moderneren → *EFCS* Flugreglern) noch eine mechanische Verbindung zwischen Pilot und Stellgliedern des Flugzeugs (z. B. → *Ruder*) besteht. Die Signale des Flugreglers müssen mechanisch in diese Verbindung eingekoppelt werden. Typische Komponenten eines AFCS sind der → *Stabilisations-* und → *Lageregler* und der → *Bahnregler* bzw. → *Autopilot*.

Affenfelsen
→ *Besucherterrasse*.

AFGS
Abk. für Automatic Flight Guidance System.
→ *FGS*.

AFK
Abk. für aramidfaserverstärkter Kunststoff.
→ *Faserverbundwerkstoff*.

AFM
Abk. für Aircraft Flight Manual.
→ *Flugzeughandbuch*.

AFRAA
Abk. für African Airlines Association.
Bezeichnung für den Interessenverband afrikanischer kommerzieller Fluglinien, der sich 1963 in seinen ersten Formen gebildet hatte.
→ *http://www.afraa.org/*

AFS
Abk. für Aeronautical Fixed Service.
→ *Flugfernmeldedienst*.

AFTN
Abk. für Aeronautical Fixed Telecommunication Network.
→ *ATN*.

AFW, AFWA
Abk. für Aktuelle Flughafen-Wetterlage.

AGL
Abk. für Above Ground Level.
→ *Höhe über Grund*.

AGU
Abk. für Air Generation Unit.
Bezeichnung für ein System an Bord des Flugzeugs, das die Klimaanlage mit Luft versorgt, welche die Anforderungen an Druck, Temperatur und Luftfeuchtigkeit erfüllt.

AIAA
Abk. für American Institute of Aeronautics and Astronautics.
Bezeichnung für einen amerikanischen Berufsverband für alle in der Luft- und Raumfahrtindustrie tätigen Ingenieure. Sie entstand 1963 aus dem Zusammengehen der American Rocket Society (ARS) und dem Institute of Aerospace Sciences (IAS). Sitz der Vereinigung ist Reston/Virginia. Ziel der AIAA ist die Förderung der Wissenschaften, Künste und Technologien auf den Gebieten der Luft- und Raumfahrt sowie die professionellen Förderung seiner Mitglieder.
→ *http://www.aiaa.org/*

AIC
Abk. für Aeronautical Information Circular.
Im Deutschen manchmal auch als Rundschreiben für die Luftfahrt, Luftfahrtinformationsblatt oder Luftfahrt-Informationsrundschreiben bezeichnet.
AIC sind Rundschreiben die von der → *Flugsicherung* herausgegeben werden. Sie enthalten jene Anordnungen und Informationen der Flugsicherung, die zwar nicht in den → *NOTAM*s oder im → *Luftfahrthandbuch* (AIP) erscheinen, die aber dennoch für den internationalen Flugverkehr von Interesse sind.
Die Erstellung und Veröffentlichung der AIC unterliegt dem → *Flugberatungsdienst* (AIS) der Flugsicherung, in Deutschland also dem Flugberatungsdienst der → *DFS*.

AIM
Abk. für Aeronautical Information Manual.
Bezeichnung für ein Handbuch, das von der → *FAA* für die USA als Ergänzung zum → *Luftfahrthandbuch* (AIP) herausgegeben wird. Während das Luftfahrthandbuch primär für den internationalen Flugverkehr von Interesse ist, enthält das AIM detaillierte Informationen, die für den Inlandsflugverkehr in den USA relevant sind, z. B. Informationen über kleine → *Flugplätze*. Das AIM erscheint alle sechs Monate und enthält z. B. Informationen über → *Flugregeln*, den → *Luftraum*, den → *Flugverkehrskontrolldienst* sowie Hinweise zur Flugsicherheit und zu → *Luftfahrtkarten*.

AIP
Abk. für Aeronautical Information Publication.
→ *Luftfahrthandbuch*.

Air Data Computer
→ *Luftwerterechner*.

Air Show
→ *Flugschau*.

Airborne
Bezeichnet den Zustand des Flugzeugs während es sich in der Luft befindet, beginnend mit dem Moment direkt nach dem → *Abheben*.

Airbus
Bezeichnung für den bedeutendsten europäischen Hersteller von Verkehrsflugzeugen. Airbus SAS ist eine Tochtergesellschaft des Luft- und Raumfahrtkonzerns EADS, bis 2006 war auch die britische BAe Systems zu 20 % beteiligt. Die EADS selber ist unter anderem aus der französischen Aerospatiale, der Airbus Deutschland, und der spanischen CASA hervorgegangen, die ihrerseits bereits Nachfolgeorganisationen von historisch bedeutsamen nationalen Flugzeugherstellern waren.
Der Hauptsitz des Unternehmens ist Toulouse in Frankreich, der bedeutendste Standort in Deutschland ist Hamburg. Airbus ist neben Boeing der weltweit führende Hersteller von Verkehrsflugzeugen für mehr als 100 Passagiere. Zu den von Airbus entwickelten Verkehrsflugzeugen zählen diverse Varianten der Typen A300, A310, A318/319/320/321, A330/340 und A380. Mit dem A350 und dem Militärtransporter A400 M (Erstflug 11. Dezember 2009) befinden sich zwei weitere Flugzeuge derzeit in der Entwicklung. Bei der Entwicklung seiner Flugzeuge hat Airbus auf verschiedenen Gebieten immer wieder Neuland betreten, etwa bei der Nutzung neuer → *Werkstoffe* wie → *GLARE*, der Einführung des → *Common Crew Concept* oder der Einführung des Glas-Cockpits.
→ *http://www.airbus.com/*

Aircraft on Ground
→ *AoG*.

Aircraft Tech Log
Abgekürzt mit ATL, deutsche Bezeichnung ist Reparaturbuch. Ein technisches Logbuch, das jedes zugelassene → *Verkehrsflugzeug* begleitet und in das alle besonderen technischen Vorkommnisse und Reparaturen eingetragen werden müssen.

Airmen
→ *Luftfahrtpersonal*.

AIRMET
Abk. für Airman's Meteorological Information.
Bezeichnung für eine bestimmte Art der → *Flugwettervorhersage*. Es handelt sich dabei um eine solche Flugwettervorhersage, die sich an die allgemeine Luftfahrt für Flüge in mittleren Höhen bis FL 100 (regional manchmal bis FL 150; → *FL*) richten. Sie werden nur bei besonderen signifikanten Wetterlagen herausgegeben und beschreiben nur bestimmte Parameter, etwa lokale → *Gewitter*, eine etwaige Vereisungsgefahr, → *Turbulenzen* oder → *Gebirgswellen*. Sie haben eine Gültigkeitsdauer von vier Stunden. Der Meldungsaufbau der AIRMETs entspricht dem Format von → *SIGMET*. AIRMETs werden Piloten im → *kontrollierten Flug* zusätzlich von der → *DFS* beim Einflug in ein → *FIR* über Funk mitgeteilt. Piloten, die ohne regulären Funkkontakt mit der DFS nach → *Sichtflugregeln* fliegen, wird empfohlen, die Flugsicherung in eigenem Interesse auf ausgegebene AIRMETs anzusprechen.

Airport Control
→ *Platzkontrolle*.

AIRPROX
Abk. für Aircraft Proximity.
Bezeichnung für eine Annäherung zwischen zwei Flugzeugen, bei der nach Meinung des → *Piloten* oder der → *Flugsicherung* aufgrund der geringen Distanz, der relativen Position und der relativen Geschwindigkeit der zwei Flugzeuge ein Sicherheitsrisiko vorlag. AIRPROX-Situationen werden in einem → *ATIR* Bericht dokumentiert; AIRPROX ist dabei das Code-Wort, das

im Bericht zur Beschreibung einer gefährlichen Annäherung verwendet wird. Insgesamt sind vier Risikostufen für AIRPROX definiert:

- Risk of collision*:* Es bestand ein erhebliches Risiko einer Kollision.
- Safety not assured*:* Die Sicherheit der Flugzeuge war aufgrund der Annäherung u. U. gefährdet.
- No risk of collision*:* Die Annäherung erfolgte ohne ein Risiko für die Flugzeuge.
- Risk not determined*:* Die zur Verfügung stehenden Informationen erlauben keine Einschätzung des Risikos, weil sie nicht ausreichend oder widersprüchlich sind.

Airwaybill
→ *Luftfrachtbrief*.

Airworthiness, Airworthiness Certificate
Engl. für → *Lufttüchtigkeit* (Airworthiness) bzw. Lufttüchtigkeitszeugnis (Airworthiness Certificate).

Airworthiness Requirements
Engl. für → *Lufttüchtigkeitsanforderungen*.

AIS
Abk. für Aeronautical Information Service.
→ *Flugberatungsdienst*.

AITAL
Abk. für Asociacion Internacional de Transporte Aereo Latinoamericano.
→ *http://www.aital.org/*

Alarmdienst
Auch Flugalarmdienst oder international Alerting Service (ALS, AL) genannt. Der Alarmdienst sorgt für die Benachrichtigung der relevanten Dienststellen (z. B. SAR-Leitstellen, Einheiten der Bundeswehr, des Bundesgrenzschutzes, der Polizei, der Feuerwehr, des THW und des DRK) wenn ein Flugzeug in Not ist, und leitet den Such- und Rettungsdienst (Search and Rescue, abgekürzt *SAR*) ein. Er wird von der → *Flugsicherung* durch die → *Fluginformationszentren* (FIS) durchgeführt.
Der Alarmdienst verwendet drei Alarmstufen, die oftmals nacheinander wirksam werden. Die Ungewissheitsstufe (INCERFA) wird ausgelöst, wenn ein Luftfahrzeug mehr als 30 min bei einem Meldepunkt oder bei der Landung überfällig ist. Die Bereitschaftsstufe (ALERFA) wird ausgelöst wenn die in der Ungewissheitsstufe ausgelösten Nachforschungen ergebnislos geblieben sind. Sie wird auch ausgelöst wenn ein Flugzeug von einem widerrechtlichen Eingriff bedroht oder betroffen ist. Bei der Landung wird sie ausgelöst wenn das Flugzeug 5 min nach Erteilung der Landeerlaubnis nicht gelandet ist und keine Sprechfunkverbindung mehr besteht, oder wenn das Flugzeug einen Zwischenfall meldet, der aber nicht zu einer Notlandung zwingt. Die Notstufe (DETRESFA) wird ausgelöst wenn eine Notlandung wahrscheinlich oder sicher ist, z. B. aufgrund der Meldungen des Flugzeugs oder weil der Vorrat an → *Kraftstoff* für eine Fortführung des Fluges unzureichend ist. Die Notstufe wird auch ausgelöst wenn in der Bereitschaftsstufe die Sprechfunkverbindung zum Flugzeug nicht wieder hergestellt werden konnte und eine Notlage des Flugzeugs auf Basis der vorliegenden Informationen wahrscheinlich ist.

Albedo
Ein Begriff aus der Astrophysik. Er beschreibt ganz allgemein das Reflektionsvermögen eines nicht selbst leuchtenden Himmelskörpers, wie den Planeten und ihren Monden. Eine Albedo von 1,0 bedeutet eine vollständige Reflexion einer auftreffenden Strahlung durch einen perfekten Rückstrahler, eine Albedo von 0 eine totale Absorption ohne jede Rückstrahlung. Dieses Verhalten ist jedoch frequenzabhängig, d. h. Licht einer bestimmten Frequenz wird vom Himmelskörper anders reflektiert als Licht einer anderen Frequenz. Bezogen auf die Erde und das ein Frequenzgemisch darstellende Sonnenlicht ist Albedo der Quotient aus reflektierter Strahlung (von der Erdoberfläche oder von einem bestimmten Teil von dieser) zur einfallende Sonnenstrahlung, aufsummiert über den ganzen Halbraum und über alle Wellenlängen. Das planetarische Albedo der gesamten Erde beträgt 0,34; d. h. 34 % der einfallenden Sonnenstrahlung werden in den Weltraum reflektiert. Einige beispielhafte Werte für die Albedo für Sonnenlicht und einen bestimmten reflektierenden Grund sind:

Untergrund	Albedowert
Neuschnee	85 bis 95 %
Altschnee	40 %
Gletschereis	20 bis 40 %
Geschlossene Wolkendecke	60 bis 90 %
Wiesen	15 bis 35 %
Laubwald	15 bis 20 %
Nadelwald	5 bis 15 %
Wüste	20 bis 45 %
Wasserfläche (Meer)	3 bis 10 %
Meereis	30 bis 40 %
Mond	12 %

ALERFA
Bezeichnung für die Bereitschaftsstufe, welche die zweite der drei Alarmstufen des → *Alarmdienstes* ist.

Allgemeine Luftfahrt
→ *Luftverkehr*.

ALPA
Abk. für Air Line Pilots Association.
Bezeichnung für den 1931 gegründeten amerikanischen Verband von Berufspiloten, die in der kommerziellen Luftfahrt in den USA und Kanada tätig sind. Sitz des Verbandes ist Washington D.C. Die ALPA ist vergleichbar mit der deutschen Vereinigung Cockpit (→ *VC*).
→ *http://www.alpa.org/*

ALROUND
Abk. für Arbeitsgemeinschaft luft- und raumfahrtorientierter Unternehmen in Deutschland.
Bezeichnung für einen Interessenverband insbes. kleiner und mittlerer Unternehmen sowie von Forschungseinrichtungen aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrt, der sich im Kontrast zum → *BDLI* gegründet hat.
Ziel von ALROUND ist die Förderung gemeinschaftlicher Interessen der Mitglieder untereinander und gegenüber Dritten, einschließlich Branchen übergreifender Forschungs- und Entwicklungsvorhaben. Im Fokus sind dabei Gebiete der Luft- und Raumfahrt und andere Technologiebereiche, auf denen die Mitglieder besondere Befähigungen haben. ALROUND sieht seine Rolle u.a. auch darin, die kleinen und mittleren Unternehmen vom einfachen Lieferanten von Einzelteilen zum Anbieter kompletter Systeme (Lösungen) zu unterstützen.
→ *http://www.alround.de/*

ALS
1. Abk. für Approach Light System.
   → *Anflugbefeuerung*.
2. Abk. für Alerting Service.
   → *Alarmdienst*.

ALSF
Abk. für Approach Lighting System with Sequenced Flashing Lights.
Bezeichnung für eine besondere Form der → *Anflugbefeuerung*. Dabei wird zwischen ALSF-1 und ALSF-2 Systemen unterschieden.
ALSF-1 Systeme bestehen typischerweise aus einer weißen Befeuerung der → *Anfluggrundlinie*, einer ebensolchen → *Anflugblitzbefeuerung*, einem weißen Querbalken sowie einer Reihe mit drei und einer Reihe mit zwei roten Querbalken kurz vor der grünen → *Schwellenbefeuerung*. ALSF-1 Systeme können nur für → *Präzisionsanflüge* der Kategorie → *CAT* I verwendet werden.
Im Gegensatz dazu können ALSF-2 Systeme auch für → *Landungen* nach CAT II und CAT III eingesetzt werden. Gegenüber dem ALSF-1 System verfügt das ALSF-2 System über zwei weiße Querbalken, die im Abstand von 300 Metern und 150 Metern zur → *Landeschwelle* angebracht sind. Gleichzeitig werden die letzten 300 m durch zusätzliche rote Querbalken rechts und links der Anfluggrundlinie gekennzeichnet.

ALT
Abk. für Altitude
→ *Höhe über Normalnull*.

Alternate Fuel
→ *Kraftstoff*.

Altimeter
Engl. Bezeichnung für den → *Höhenmesser*.

Altokumulus (-wolke)
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Abgekürzt mit Ac (von Altocumulus). Bezeichnung für eine besondere Form der → *Wolke*. Landläufig vom Volksmund auch Schäfchenwolke genannt. Er bezeichnet eine mittelgroße Wolkenart in mittleren Höhen von 2,5 bis 6 km mit weißen oder grauen Schichten bzw. Feldern und welligem Aussehen.
Sie kommen als abgerundete Wolkenbänke bzw. -ballen oder in Walzen- bzw. Rippenform vor, können deutliche Lücken aufweisen und enthalten Wassertröpfchen. Die Lücken entstehen durch abwechselnde Bereiche von → *Auf-* und → *Abwind*. Solche Wolken führen üblicherweise nicht zu Niederschlag. Bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt können sie Eiskristalle bilden.
Die Altokumulus wird vom Betrachter auf der Erdoberfläche manchmal mit einer Wolke der Gattung → *Zirrokumulus* verwechselt, ist jedoch gröber strukturiert.
Eine Sonderform der Altokumulus Wolke ist die Altokumulus castellanus Wolke. Dabei handelt es sich um eine Altokumulus Wolke mit vertikalen Ausstülpungen und zinnen- oder turmartigem Aussehen. Eine solche Wolke deutet auf Instabilität und → *Turbulenzen* in ihrem Umfeld hin.

Altokumulus Castellanus
→ *Altokumulus*.

Altostratus (-wolke)
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Abgekürzt mit As. Er bezeichnet eine → *Wolke*, welche sich flach und schichtförmig in mittleren Höhen und oft ohne erkennbare Strukturen (keine Wellen oder Rippen) auch über größere Flächen ausbildet.
Sie ist weiß bis grau, manchmal bläulich und besteht oft sowohl aus Wassertröpfchen als auch aus Eiskristallen, und zählt somit zu den Mischwolken. Die Sonne oder in der Nacht der Mond ist durch sie entweder gar nicht oder manchmal nur als Scheibe erkennbar.
Üblicherweise ist die Wolkendecke geschlossen (Altostratus Opacus, As Op), doch kann sie auch aufreißen, so dass die Sonne klar durchscheint. Ist die Wolkendecke geschlossen und auf ihrer Unterseite gewellt spricht man von Altostratus Opacus Undulatus (As Op Un).
Niederschlag fällt aus ihnen nicht; ihre Untergrenze schwankt in mittleren Breiten zwischen 1.980 m und 7.000 m.

Amadeus
Markenname eines globalen, computergestützten Reservierungssystems (→ *CRS*) europäischen Ursprungs, das eine Reaktion auf die Vormachtstellung amerikanischer CRS (insbes. → *Sabre*) europäischer Fluglinien war. Wie die anderen großen CRS auch erlaubt Amadeus mittlerweile nicht nur die Buchung von Flügen, sondern vielen verschiedenen touristischen Dienstleistungen.
Ziel bei der Bildung des Konsortiums und der Entwicklung war der Aufbau eines global vermarktungsfähigen CRS für die gesamte Tourismusindustrie.
Gesellschaftsrechtlicher Firmensitz von Amadeus ist Madrid. Die Softwareentwicklung erfolgt in Sophia Antipolis bei Nizza. Das Rechenzentrum befindet sich in Erding bei München. Weitere wichtige Standorte sind Bad Homburg, Miami, Bangkok, London, Buenos Aires und Sydney.
Die Betreuung von Reisebüros und Reiseagenturen und von Veranstaltern, die ihre Kapazitäten über Amadeus anbieten und buchbar machen, erfolgt in den Ländern durch lokale, eigenständige Gesellschaften, sogenannte Amadeus Commercial Organisations (ACO). ACOs befinden sich oft im Besitz von Amadeus, müssen es aber nicht.

Entwicklung
Pläne für ein CRS europäischen Ursprungs gab es schon seit den 70er Jahren, doch dauerte es lange, bis sich die verschiedenen Interessenten auf eine gemeinsame Linie und eine allen genehme Verteilung der Zuständigkeiten geeinigt hatten. Am 17. Juni 1987 wurden in Paris die Verträge zur Gründung von Amadeus von den Luftlinien Air France, Iberia, SAS und der Deutschen Lufthansa unterzeichnet. Die erste Phase der Systementwicklung war 1991 abgeschlossen, die erste Buchung wurde am 7. Januar 1992 durchgeführt.
1995 wurde der amerikanische Konkurrent System One übernommen (eine Tochter der Fluggesellschaft Eastern Airlines). Es folgten Jahre eines stürmischen Wachstums, so dass Amadeus 2002 Weltmarktführer bei Flugbuchungen wurde.
2005 wurde eine strategische Neuausrichtung begonnen, die Amadeus zum weltweit führenden Anbieter von IT-Lösungen für die gesamte Touristik-Industrie machen soll.

Ambosswolke
→ *Kumulonimbuswolke*.

AMC
Abk. für Aeromedical Center.
→ *Flugmedizin*.

AME
Abk. für (Authorized) Aeromedical Examiner.
→ *Fliegerarzt*.

AMM
Abk. für Aircraft Maintenance Manual.
Im AMM sind alle Tätigkeiten verbindlich geregelt, die bei der Instandhaltung eines konkreten Flugzeugtyps einzuhalten sind. Es ist also eine Art technische Anleitung zur Sicherstellung der Aufrechterhaltung der Betriebsgenehmigung. Das AMM regelt rechtsverbindlich alle auszuführenden Arbeiten und liefert Daten zu deren Umsetzung. Es enthält dazu zum Beispiel Hinweise auf geltende Engineering Orders.

AMSL
Abk. für Above Medium Sea Level.
→ *Höhe über Normallnull*.

Anemometer
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet ganz allgemein ein Gerät zur Messung der → *Windgeschwindigkeit*. Je nach Konstruktion unterscheidet man verschiedene Ausführungen.
In der professionellen Meteorologie finden das Schalenkreuzanemometer weit verbreitete Anwendung. Bei ihm werden durch den Wind drei miteinander an einer vertikalen Achse gekoppelte halbkugelförmige Schalen in eine Drehbewegung versetzt. Die sich drehende Achse misst dann die Windgeschwindigkeit. Eine eher selten vorkommende Variante des Schalenkreuzanemometers ist eine Bauform, bei der ein kleiner Propeller (Flügelradanemometer) anstelle der drei Halbkugeln verwendet wird.
Neben diesem Schalenkreuz- gibt es noch das Staurohr-Anemometer, das Ultraschallanemometer und das Laser- oder Laser-Doppler-Anemometer. Die letzten drei Ausführungen messen die Phasenverschiebung von an Luftmolekülen reflektiertem Schall oder kohärentem Licht. Hitzdrahtanemometer messen die Windgeschwindigkeit, indem sie die Temperaturdifferenz zwischen einem Draht auf der Windseite und einem auf Windschattenseite (Leeseite) sehr genau bestimmen. Der Vorteil dieser nichtmechanischen Anemometern ist, dass die Vereisung ein geringeres Problem darstellt. Das weit verbreitete Schalenkreuzanemometer kann jedoch für besondere Standorte (Hochgebirge, Antarktis, Arktis) mit beheizbaren Schalen und einer beheizbaren Welle ausgerüstet werden.
Für den privaten Nutzer – etwa den Segler, den Bergsteiger, den Sportschützen, den Golfer, den Skispringer etc. – gibt es handtellergroße Geräte mit einem eingebauten kleinen Windrad; dies ist dann ebenfalls ein Flügelradanemometer. Oft wird wegen der Portabilität aber auch von Handanemometer gesprochen.
Verbunden mit einem Schreibgerät nennt man sie Anemographen.

Anfahrwirbel
→ *Wirbel*.

Anfangsanflug
Engl.: Initial Approach.
→ *Landeanflug*.

Anflug
→ *Landeanflug*.

Anflugbefeuerung
Eng.: Approach Lights oder Approach Lights System, abgekürzt ALS. Eine besondere → *Befeuerung* zur Unterstützung des → *Piloten* beim → *Endanflug* auf eine → *Landebahn*.
Die Anflugbefeuerung besteht aus Lichtern, die am Boden installiert sind und dem Piloten den korrekten → *Steuerkurs* anzeigen, und ihn bei der Kontrolle des → *Rollwinkels* unterstützten.
Die Anflugbefeuerung wird in der Regel durch eine → *Gleitwinkelbefeuerung* ergänzt.

Komponenten der Anflugbefeuerung
Bei → *Sichtanflug-Landebahnen* und bei → *Instrumentenanflug-Landebahnen* ist meist nur ein einfaches System installiert, bestehend aus:
- Einer Befeuerung der Anflugmittellinie, die als Kette weißer Lichter eine Verlängerung der Mittellinie der Landebahn darstellt. Ihr Anfang liegt ca. 420 Meter vor der → *Landeschwelle*.
- Einer Befeuerung der Anfluggrundlinie (Querbalken) aus weißen Lichtern, die 300 Meter vor der Landeschwelle und parallel zu dieser verläuft.

Für → *Präzisionsanflug-Landebahnen* der Kategorie → *CAT* I wird dieses System ergänzt durch die sog. → *Anflugblitzbefeuerung*. Bei Präzisionsanflug-Landebahnen der Kategorie CAT II und CAT III wird die Anflugbefeuerung weiter ausgebaut durch:
- Einen zusätzlichen weißen Querbalken, der 150 Meter vor der Landeschwelle angeordnet ist.
- Rote Querbalken (auch Seitenzeilen, engl.: Approach Side Row, abgekürzt ASR), die auf den letzten 300 Metern vor der Landeschwelle links und rechts der Anflugmittellinie als rote Dreierreihen angeordnet sind.

Anflugbefeuerungen gehen oftmals über das Flugplatzgelände hinaus, da sie bereits mehrere hundert Meter vor der eigentlichen Landebahn beginnen. In manchen Fällen ist es erforderlich, Teile der Anflugbefeuerung auf Masten zu installieren und z. B. über kreuzende Straßen zu führen. Auch eine auf Ständern in Wasserflächen montierte Anflugbefeuerung ist bekannt (z. B. San Francisco, SFO).

Anflugbefeuerungssysteme
Die oben ausgeführten Komponenten können in unterschiedlichen Variationen ausgeführt, und in verschiedenen Kombinationen zu einem Anflugbefeuerungssystem zusammengestellt werden. Die → *FAA* unterscheidet z. B. zwischen → *ODALS*, → *ALSF* (unterteilt in ALSF-1 und ALSF-2), → *SSALF* und → *SSALR* sowie → *MALSF* und → *MALSR*.

Anflugblitzbefeuerung
Engl.: Strobelight. Bezeichnung für einen Teil der → *Anflugbefeuerung*. Bei der Anflugblitzbefeuerung handelt es ich um weiße Blitzlichter entlang der → *Anfluggrundlinie*, die nacheinander kurz aufleuchten und so für den anfliegenden → *Piloten* den Eindruck eines auf die → *Landeschwelle* zulaufenden Lichtes erzeugen, wenn sich das anfliegende Flugzeug auf dem korrekten → *Gleitweg* im → *Endanflug* befindet. Diese Lichtblitze heben sich deutlich von den anderen, „unbewegten" Lichtern am → *Flugplatz* ab, und durchdringen → *Nebel* und dichten Regen erheblich besser als diese. Die Anflugblitzbefeuerung sendet alle halbe Sekunde einen Blitz aus, dessen Dauer so kurz ist, dass er den Piloten nicht blendet.

Anfluggrundlinie
Bezeichnung für die gedachte Verlängerung der Mittellinie über die → *Landebahn* hinaus. Beim → *Landeanflug* wird die Anfangsgrundlinie durch den sog. Anfangsanflug angeflogen.

Anflugkontrolle
Auch An- und Abflugkontrolle; in der Schweiz Anflugleitdienst; engl.: Approach/Departure Control oder Terminal Area Approach Control (TRACON).
Die Anflugkontrolle ist neben der → *Bezirkskontrolle* und der → *Platzkontrolle* ein wesentlicher Teil der → *Flugverkehrs-*

kontrolle. Sie ist für die startenden und landenden Flugzeuge in ihrem Kontrollbereich zuständig. Da sie ohne direkten Sichtkontakt zu den Flugzeugen arbeitet kann eine Anflugkontrolle für die Überwachung mehrerer benachbarter → *Flugplätze* verantwortlich sein.
Die Anflugkontrolle wird von → *Center-Lotsen*, genauer gesagt von den → *Anflug-Lotsen* (Approach-Lotsen) durchgeführt. Sie übernehmen gestartete Flugzeuge kurz nach dem Start im → *Steigflug* von der Platzkontrolle und führen sie – meist über standardisierte → *SID*s – bis zu einer vorgegebenen Höhe. Bei Erreichen der äußeren Grenze des Nahbereichs des Flugplatzes (→ *TMA*, ca. 30 bis 50 km vom Startpunkt entfernt) übergibt die Anflugkontrolle das Flugzeug an die Bezirkskontrolle; diese reiht das Flugzeug dann in den Streckenverkehr ein.
Umgekehrt übernimmt die Anflugkontrolle von der Bezirkskontrolle jene Flugzeuge, die landen wollen und sich im Sinkflug befinden. Die Übergabe erfolgt wiederum an der Grenze der TMA. Die Anflugkontrolle führt das landende Flugzeug – meist über standardisierte → *STAR*s – bis dicht an den Flugplatz; dort erfolgt die Übergabe an die Platzkontrolle, die das Flugzeug bis an den Boden führt.
Die Anflugkontrolle steht vor der schwierigen Aufgabe, den ankommenden und abfliegenden Verkehr – manchmal von mehreren benachbarten Flughäfen gleichzeitig – konfliktfrei zu führen. Zur Unterstützung greift die Anflugkontrolle auf eine Reihe von Hilfsmitteln zurück, z. B. → *Primärradar* und → *Sekundärradar* zur Anzeige von Flugzeugpositionen, → *Rufzeichen*, → *Flughöhe* und → *Fluggeschwindigkeit*. Durch Verwendung von standardisierten Routen für den Anflug und den Abflug (STARs und SIDs) und den Einsatz von → *Instrumenten-Landesystemen* werden Flugrouten standardisiert und damit vorhersehbar. In einigen Fällen fordert die Anflugkontrolle von allen Flugzeugen den Flug nach → *IFR* und/oder führt eine Trennung von IFR- und → *VFR* Flügen durch. In Deutschland ist die Anflugkontrolle (mit der Ausnahme von Frankfurt, FRA) zusammen mit der Bezirkskontrolle in den → *Kontrollzentren* von Bremen, Berlin, Düsseldorf und München angesiedelt. In den USA ist die Anflugkontrolle dagegen (wie auch in Frankfurt) direkt am → *Flugplatz* neben der Platzkontrolle untergebracht. In diesem Fall befindet sich die Anflugkontrolle in einem separaten Raum, der oft auch als IFR-Raum bezeichnet wird.

Anflugleitdienst
In der Schweiz die Bezeichnung für die → *Anflugkontrolle*.

Anflug-Lotse
Auch Approach-Lotse genannt. Bezeichnung für einen → *Center-Lotsen*, der für die → *An-* und *Abflugkontrolle* verantwortlich ist.

Anflugverfahren
Oberbegriff für die unterschiedlichen Verfahren, die ein Flugzeug beim → *Landeanflug* auf einen → *Flugplatz* verwenden kann. Unterschieden werden der → *Sichtanflug*, der → *Instrumentenanflug* und der → *Präzisionsanflug*. Die Wahl des jeweiligen Anflugverfahrens richtet sich nach den Sichtbedingungen (z. B. → *RVR*), der Ausrüstung der → *Start- und Landebahn* (→ *Befeuerung*, → *Markierungen*, → *Funknavigations*-Anlagen) und der Ausrüstung an Bord des Flugzeugs. Für Instrumenten- und Präzisionsanflüge sind zusätzlich → *Fehlanflugverfahren* definiert.
Mit den Begriffen → *Frankfurter Anflugverfahren* und Continuous Descend Approach (→ *CDA*) werden besondere Anflugverfahren bezeichnet, die zu einer Verringerung der Lärmbelastung am Boden durch landende Flugzeuge führt.

Angezeigte Fahrt
→ *IAS*.

Anhang 16
Ein Begriff aus dem → *Luftrecht*. International auch Annex 16 genannt. Die → *ICAO* hat 1971 ein Regelwerk zur Begrenzung des → *Fluglärms* durch zivile Luftfahrzeuge herausgegeben, das seit 1977 gültig ist. Das Regelwerk ist im Anhang 16 (Annex 16) zum Abkommen über die internationale Zivilluftfahrt von Chicago (→ *Chicago Convention*) aus dem Jahr 1944 definiert. Dieser Anhang ist mittlerweile immer wieder fortgeschrieben und verschärft worden und definiert in verschiedenen Kapiteln verschieden strenge Lärmschutzanforderungen an verschiedene Flugzeugtypen. Bei der Neuzulassung von Luftfahrzeugen muss nachgewiesen werden, dass diese den jeweils aktuellsten Anforderungen eines Kapitels entsprechen. Wie ein bestimmtes Lärmniveau eingehalten wird bleibt dem Hersteller und dem Nutzer überlassen. Es können auch alte Flugzeuge mit → *Hush Kits* (Schalldämpfer) nachgerüstet werden, so dass das gleiche Flugmuster mit und ohne HushKit in zwei verschiedenen Kapiteln geführt wird. Die Einstufung in ein bestimmtes Kapitel hat z. B. Auswirkungen auf Landerechte in der Nacht und Landegebühren.
Grundsätzlich muss für jedes Flugzeug eine → *Fluglärmmessung* durchgeführt werden, außer das Flugzeug entspricht vom Typ (Hersteller, Modell, Gewicht, Leistungsdaten), vom Antrieb und von der Schalldämpferanlage einem schon zuvor gemessenen Fluggerät. Die erlaubten Grenzwerte sind abhängig vom maximalen Abfluggewicht (→ *Flugzeuggewicht*) und von der Zahl der → *Triebwerke* des Flugzeugs; große Flugzeuge dürfen lauter sein als kleine, und Flugzeuge mit vier Triebwerken lauter als solche mit nur zwei Triebwerken.
Flugzeuge mit → *Strahlantrieb* werden durch den Anhang 16 nach drei Kapiteln klassifiziert:

- Kapitel-1-Flugzeuge: Auch Chapter-1-Flugzeuge genannt. Sie entsprechen den Lärmbestimmungen aus Kapitel 1 und beziehen sich auf Flugzeuge mit einer Musterzulassung vor 1970. Diese Flugzeuge spielen heute in den meisten entwickelten Ländern so gut wie keine Rolle mehr.
  Beispiele für Kapitel-1-Flugzeuge sind z. B. die Boeing 707 (Erstflug 21. Dezember 1957) oder die DC-8.
- Kapitel-2-Flugzeuge: Auch Chapter-2-Flugzeuge genannt. Sie entsprechen den Lärmbestimmungen aus Kapitel 2, das 1977 definiert wurde. Sie zählen zu den lauten Flugzeugen und haben ihre Musterzulassung vor dem 6. Oktober 1977 erhalten. Ab 1988 durften diese Flugzeuge in der EU nur noch mit Ausnahmegenehmigung starten und landen, ab 1990 erhielten sie keine Neuzulassung mehr. Ferner gilt seit April 1995 in der EU ein Verbot für Kapitel 2-Flugzeuge, wenn diese älter als 25 Jahre sind. Seit dem 1. April 2002 dürfen innerhalb der EU keine Kapitel-2-Flugzeuge mehr eingesetzt werden. Ausnahmen sind z. B. Hilfsgüterflüge, Flugzeuge, an denen ein historisches Interesse besteht, oder in Einzelfällen Wartungsflüge.
  Beispiele für Kapitel-2-Flugzeuge sind z. B. Boeing 737–200, Boeing 727–200, DC-9–40, Tupolew 154, Tupolew 134 und Iljushin 62.
- Kapitel-3-Flugzeuge: Auch Chapter-3-Flugzeuge genannt. Ihre Musterzulassung erfolgte nach dem 6. Oktober 1977; somit entsprechen sie den strengen Lärmbestimmungen aus

Chapter 3. Alle Verkehrsflugzeuge, die heute neu auf den Markt kommen, müssen diesen Anforderungen entsprechen. Innerhalb der EU erhalten Flugzeuge, die diesen Richtlinien nicht entsprechen, seit November 1990 keine neue Verkehrszulassung mehr. Mittlerweile entsprechen die meisten Flugzeugflotten der großen → *Luftverkehrsgesellschaften* aus den entwickelten Ländern diesen Richtlinien.
In Deutschland erfasst das Bundesverkehrsministerium besonders leise Kapitel-3-Flugzeuge gesondert in der sog. Bonusliste. Diese Bonusliste ist seit den späten 90er Jahren Grundlage für Ausnahmen von → *Nachtflugverboten* auf einigen deutschen → *Flugplätzen*, wodurch es zu einer indirekten Verschärfung von Chapter 3 gekommen ist. Beispiele für Kapitel-3-Flugzeuge sind Airbus A319, A320–200, A340, Boeing 737–300, 737–400, 737–500, Boeing 777 und die MD80-Serie.
- Kapitel-4-Flugzeuge: Auch Chapter-4-Flugzeuge genannt. Im September 2001 hat man sich auf neue Grenzwerte geeinigt, die 10 dB unter denen von Kapitel 3 liegen. Diese Bestimmungen müssen von allen Flugzeugen (Strahlflugzeuge und auch große Propellerflugzeuge) erfüllt werden, deren Musterzulassung nach dem 1. Januar 2006 erfolgt. Ein Beispiel hierfür ist der Airbus A380 (Erstflug 27. April 2005).

Links

→ *http://www.aef.org.uk/GreenSkies/icaenpro.htm7*
→ *http://www.greenyearbook.org/agree/atmosphe/annex16.htm/*

Ankunft

Engl.: Arrival, abgekürzt ARR.
1. Bezeichnet im → *Flugplan* den Ankunftsort und Ankunftszeitpunkt eines Fluges.
2. Bezeichnet im → *Terminal* eines Flugplatzes den Bereich, der für ankommende Passagiere vorgesehen ist, also z. B. die → *Ankunftshalle*.
3. Das → *Rufzeichen* ARRIVAL bzw. die Abkürzung ARR wird für die → *Anflugkontrolle* verwendet.

Ankunftshalle

→ *Terminal*.

Annex 16

→ *Anhang 16*.

Anreißen

Bezeichnet den Vorgang, → *Kolbenmotoren* durch einen kräftigen Schwung des → *Propellers* zu starten. Zum Anreißen sind stets zwei Personen erforderlich. Während die erste Person den Propeller in Rotation versetzt, betätigt die zweite Person im → *Cockpit* die Zündung und gibt leicht Gas. Beim Anreißen muss stets die Bremse betätigt werden, deren Funktion vorab zu testen ist. Moderne Kolbenmotoren verfügen über einen Elektrostarter, der ein Anreißen überflüssig macht.

Anschlusskabotage

→ *Freiheiten des Luftverkehrs*.

Anstellwinkel

Engl.: Angle of Attack; Bezeichnung für den Winkel unter dem das → *Profil* (genauer gesagt die → *Profilsehne*) einer → *Tragfläche* angeströmt wird.
Der Anstellwinkel ergibt sich aus dem → *Nickwinkel*, dem → *Einstellwinkel* und dem Winkel des Windfelds gegenüber der ebenen Erde. Bei einem Tragflügel mit → *Verwindung* ändert sich der Einstellwinkel entlang der → *Spannweite* und damit auch der Anstellwinkel.
Anstellwinkel und → *Schiebewinkel* zusammen beschreiben auch die Verdrehung des → *aerodynamischen Koordinatensystems* gegenüber dem → *flugzeugfesten Koordinatensystem*.

Auftrieb und kritischer Anstellwinkel

Der → *Auftrieb* eines Tragflügels hängt in entscheidender Weise von seinem Anstellwinkel ab. Bei gängigen Profilen steigt der Auftrieb zunächst linear mit dem Anstellwinkel an.
Ab einem kritischen Anstellwinkel kommt es zu einer → *abgelösten Strömung* auf dem Tragflügel. Mit weiter steigendem Anstellwinkel nimmt der Auftrieb immer schwächer zu und geht sogar kurzfristig zurück, um schließlich völlig zusammenzubrechen (→ *überzogener Flugzustand*). Der kritische Anstellwinkel ist dabei unabhängig von der → *Fluggeschwindigkeit* des Flugzeugs. Bei gängigen Profilen beginnt die Ablösung bei einem Anstellwinkel von ca. 15°; der Zusammenbruch des Auftriebs erfolgt bei Winkeln von etwa 18° bis 20°.

Induzierter Anstellwinkel und effektiver Anstellwinkel

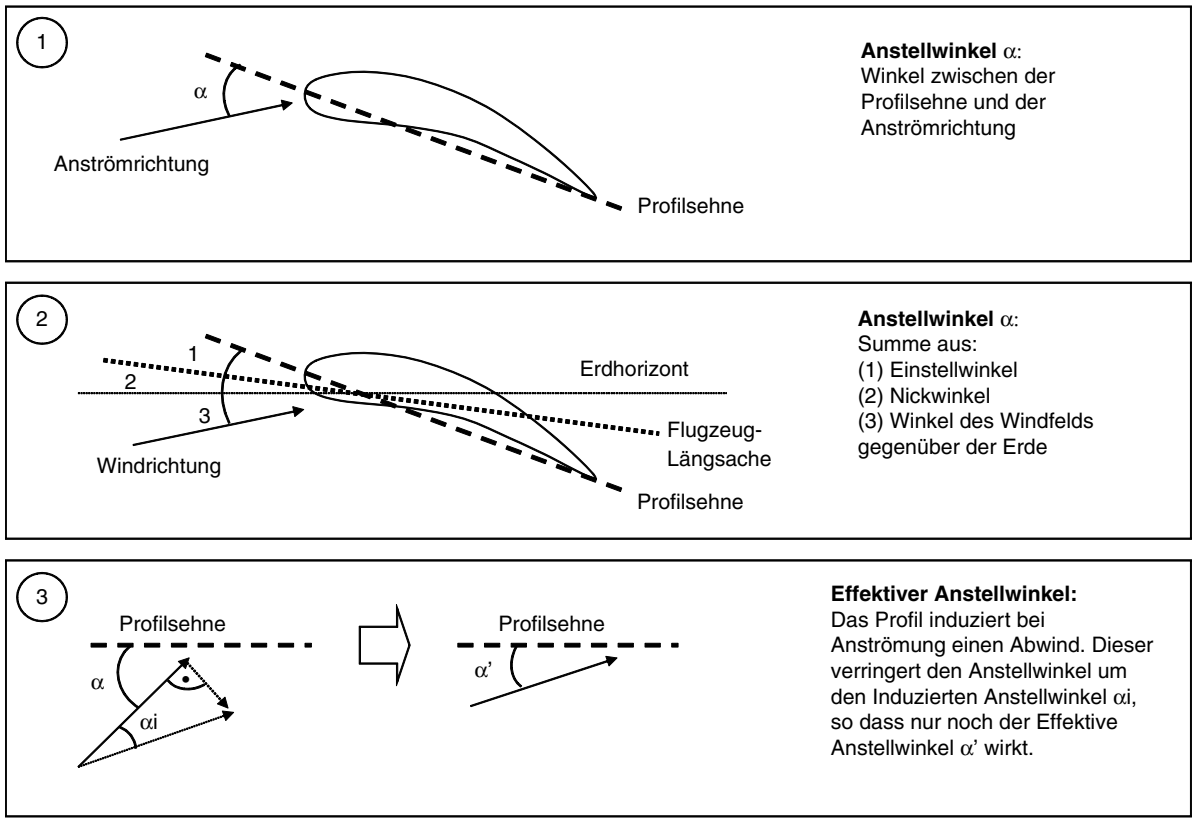
Bei einem Tragflügel mit endlicher Spannweite kommt es an den Flügelspitzen zum Druckausgleich zwischen Ober- und Unterseite. Der dabei auftretende → *Randwirbel* erzeugt einen → *Abwind* am Tragflügel, der den Anstellwinkel um den → *induzierten Anstellwinkel* verkleinert, und für den → *induzierten Widerstand* verantwortlich ist. Den um den induzierten Anstellwinkel verringerten Anstellwinkel bezeichnet man auch als → *effektiven Anstellwinkel*.

Anstellwinkel beim Hubschrauber

Bei einem → *Hubschrauber* beschreibt der Anstellwinkel den Winkel, um den das → *Rotorblatt* eines Rotors aus der Drehebene heraus geneigt ist. Analog zum Tragflügel ist der Anstellwinkel ein wichtiger Einflussfaktor auf die Größe des Auftriebs. Beim Hubschrauber wird der Anstellwinkel durch die → *Taumelscheibe* und diese wiederum durch den → *Steuerknüppel* im → *Cockpit* durch den → *Piloten* gesteuert.

Anstellwinkelschwingung

Bezeichnung für eine Schwingung des Flugzeug in seiner Längsbewegung. Neben der → *Phygoidschwingung* ist die Anstellwinkelschwingung eine der beiden vertikalen Grundschwingungen, die bei gängigen Flugzeugen zu beobachten ist.
Bei der Anstellwinkelschwingung dreht sich das Flugzeug um seine → *Querachse*; dabei liegt der Drehpunkt außerhalb des → *Schwerpunkts* des Flugzeugs, manchmal sogar vor dem Flugzeugbug. Ursache der Schwingung ist die wechselseitige Beeinflussung von → *Anstellwinkel* und → *Nickrate*. Die Änderung der → *Flughöhe* ist dabei gering.
Ausgangspunkt der Schwingung ist eine kleine Störung der Längsbewegung z. B. durch eine Windböe. Diese führt zum → *Nicken* des Flugzeugs mit einer gewissen Nickrate. Dadurch steigt der Anstellwinkel und damit auch der → *Auftrieb* an. Bei einem stabilen Flugzeug liegt der Angriffspunkt des Auftriebs hinter dem Schwerpunkt, so dass der wachsende Auftrieb der Nickbewegung entgegenwirkt und die Nickrate verringert. Erreicht die Nickrate den Wert Null, so erreicht der Anstellwinkel sein Maximum und das Flugzeug befindet sich am oberen Umkehrpunkt der Schwingung. Im folgenden wird die Nickrate negativ und dreht das Flugzeug nach unten. Dadurch sinken sowohl Anstellwinkel als auch Auftrieb. Nachdem das Flugzeug durch die Horizontalebene geschwungen ist, fallen Anstellwinkel und Auftrieb unter ihre Werte im Horizontalflug.



Anstellwinkel und effektiver Anstellwinkel

Die Schwerkraft ist jetzt größer als der Auftrieb, erzeugt ein aufrichtendes Moment, und verringert so die Nickrate. Erreicht sie den Wert Null, befindet sich das Flugzeug am unteren Umkehrpunkt der Schwingung und beginnt zurück in die Horizontalebene zu schwingen. Je nach Dämpfung der Schwingung kommt es zu einem stärkeren oder schwächeren Überschwingen, und der Schwingungsvorgang beginnt von vorn.
Die Dämpfung der Anstellwinkelschwingung ist ein Maß für die → *dynamische Stabilität* der Längsbewegung des Flugzeugs. In der Regel ist die Anstellwinkelschwingung – im Gegensatz zur Phygoidschwingung – gut gedämpft.

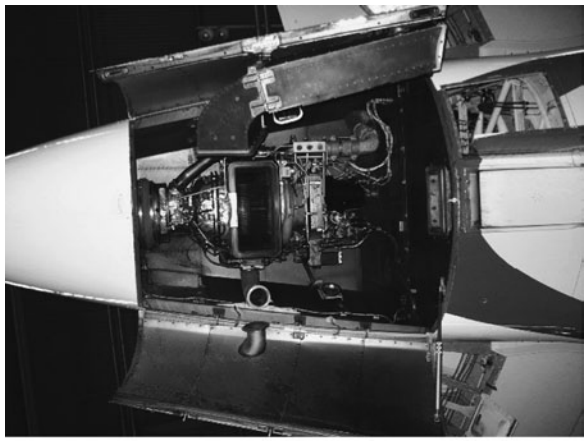
Anströmgeschwindigkeit
Bezeichnung in der → *Aerodynamik* für die Translationsgeschwindigkeit des Flugzeugs gegenüber der Luft. Die Anströmgeschwindigkeit ist die maßgebende Geschwindigkeit zur Berechnung des → *Auftriebs* und identisch mit der → *Fluggeschwindigkeit*.
Addiert man zu der Anströmgeschwindigkeit die → *Windgeschwindigkeit*, so erhält man die → *Bahngeschwindigkeit* des Flugzeugs.

Anti-Schock-Körper
→ *Verdrängungskörper*.

Antizyklone
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet ein Hochdruckgebiet (→ *Hoch*) mit einer geschlossenen, ausgedehnten, kreisförmigen Luftströmung. Sie verläuft – betrachtet man sie von oben – auf der nördlichen Halbkugel der Erde im Uhrzeigersinn, auf der südlichen Halbkugel entgegen dem Uhrzeigersinn; in der Nähe oder unmittelbar am Äquator ist keine Vorzugsrichtung vorbestimmt.
Die unterschiedlichen Zirkulationsrichtungen auf den Hemisphären und die in etwa kreisförmige Zirkulation werden durch die → *Corioliskraft* verursacht.

AoG
Abk. für: Aircraft on Ground.
Auch nur mit Grounded bezeichnet. AoG bezeichnet einen Status, in dem ein Luftfahrzeug nicht flugfähig ist und daher z. B. bei Luftverkehrsgesellschaften Umsatzverluste entstehen. Der Grund dafür kann sein, dass z. B. ein Ersatzteil fehlt, die → *Musterzulassung* und/oder die → *Lufttüchtigkeit* temporär oder ganz entzogen wurde. Davon leiten sich in verschiedenen Kontexten Verwendungen dieses Begriffs ab. Bei der Ersatzteillogistik ist AoG die höchste Dringlichkeitsstufe bei Beschaffung und Versand von Ersatzteilen für ein umgehend zu reparierendes Flugzeug. AoG kann auch der Grund für eine besondere Form der → *Subcharter* sein.

AOPA
Abk. für Aircraft Owners and Pilots Association.
Bezeichnung für die am 15. Mai 1939 gegründete Interessenvertretung aller privaten Piloten und Besitzer von Fluggeräten. Sitz ist der Ort Frederick in Maryland/USA. Es gibt auch eine Sektion in Deutschland mit Sitz in Egelsbach.



APU im geöffneten Heck eines A320 (Aufnahme von unten)

Links

→ *http://www.aopa.org/*
→ *http://www.aopa.de/*

AP
Abk. für → *Autopilot*.

APEX
Abk. für Advanced Purchased Excursion Fare.
Ein Begriff aus der Verkehrsfliegerei. Ein Spartarif für solche → *Tickets*, die zeitlich lange vor dem Flugtermin gelöst wurden. Üblicherweise bedeutet dies, dass die Tickets bei internationalen Flügen 21 Tage vor dem Abflug und bei nationalen Flügen 14 Tage vor dem Abflug gebucht werden. Sehr häufig gibt es die Restriktion, dass eine Samstagnacht zwischen Hin- und Rückflug liegen muss. Vielreisende, die häufig an einem Ort weilen, umgehen dies durch sog. Überkreuzflüge (auch Kreuzbuchung oder Back-to-Back Tickets genannt), bei dem ein Rückflugticket vom Abflugort mit einem Rückflugticket vom Ankunftsort derart miteinander kombiniert werden, dass der Hinflug des einen Tickets in Woche 1 mit dem Hinflug des anderen Tickets kombiniert wird und ebenso in Woche 2 vorgegangen wird.

APIS
Abk. für Aircraft Parking and Information System.
Bezeichnung für ein System am → *Terminal* eines → *Flugplatzes*, das den → *Piloten* mit Hilfe von Moiré-Mustern so führt, dass er das Flugzeug präzise in eine → *Parkposition* manövrieren kann.

APP
Abk. für Approach.
1. Bezeichnung für den → *Landeanflug*.
2. Das → *Rufzeichen* APPROACH bzw. die Abkürzung APP wird für eine → *Anflugkontrolle* ohne → *Radar* verwendet.

Approach Control
→ *Anflugkontrolle*.

Approach-Lotse
→ *Anfluglotse*.

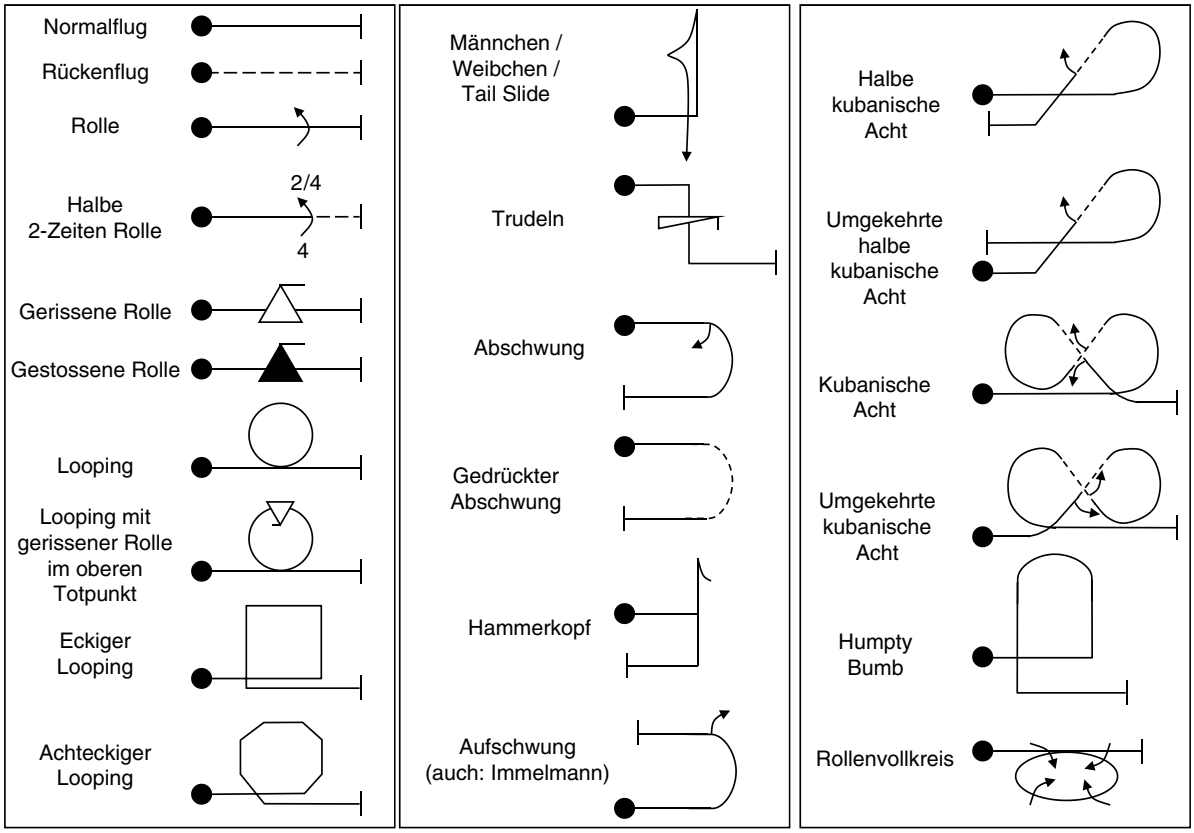
Apron Control
→ *Vorfeldkontrolle*.

APU
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Auch Hilfsgasturbine oder nur Hilfsturbine genannt. Bei großen Flugzeugen die Bezeichnung für einen durch eine → *Turbine* angetriebenen Generator zur Stromversorgung mit → *Bordstrom*, Pressluft (über einen Kompressor) und Hydraulikdruck (über eine Hydraulikpumpe) versorgt, wenn die → *Triebwerke* abgeschaltet oder ausgefallen sind. Die APU ist im Prinzip ein kleines → *Turbinenluftstrahltriebwerk*, das meist in das → *Heck* des Flugzeugs integriert ist und bei ca. 40.000 Umdrehungen in der Minute eine Leistung von ca. 100 kW erzeugt. Erkennbar ist die APU an kleinen Luftschächten im Heck für das Ansaugen von Frischluft und Ausstoß von Abgasen.
Die APU wird nach der → *Landung* noch während des → *Rollens* zur → *Parkposition* angeschaltet, um die Stromversorgung direkt nach dem Abschalten der Triebwerke während der Standzeit an einem → *Flugplatz* für die Bordelektronik, Klimaanlagen und die Beleuchtung zu übernehmen. Sie wird abgeschaltet, sobald vor einem Start die Triebwerke wieder gestartet wurden. Sie hat einen hohen Kraftstoffverbrauch und führt zu einer großen Lärm- und Abgasbelastung. Daher verzichtet man heute am Boden auf ihren Einsatz, und greift zur Versorgung des Flugzeugs auf Bodenfahrzeuge, die Infrastruktur unter dem → *Vorfeld*, und Anlagen an den → *Fluggastbrücken* zurück. Erst wenn diese Möglichkeiten nicht vorhanden sind, kommt die Hilfsgasturbine zum Einsatz, die selber über eine Batterie an Bord des Flugzeugs oder mit Hilfe von Pressluft von außen gestartet wird. Erfolgt das Anlassen der → *Triebwerke* erst beim bzw. nach dem → *Push-back*, so deckt die Hilfsgasturbine den Energiebedarf zwischen dem Abkoppeln von der Bodenversorgung bis zum Anlassen der Triebwerke ab; in diesem Fall erfolgt auch das Anlassen der Triebwerke über Pressluft, die von der Hilfsgasturbine mittels eines Kompressors erzeugt wird.
Sofern die entsprechenden Systeme funktionsfähig sind kann die Hilfsgasturbine auch bei einem Ausfall der Triebwerke in der Luft die wichtigsten Systeme des Flugzeugs (→ *Steuerung* und Hydraulik, → *Avi-onik* und → *Flugregler*, Klimaanlage etc.) versorgen.
Es gibt auch große Flugzeuge ohne APU, etwa eine Boeing 707 (Erstflug 21. Dezember 1957). Sie sind auf eine externe Energieversorgung angewiesen, die durch eine Groud Power Unit (→ *GPU*) sichergestellt werden kann. Auch Flugzeuge mit APU können auf die GPU zurückgreifen, z. B. um diese zu schonen oder wenn sie defekt ist.

Aquaplaningtest
Bezeichnung für einen Test eines neuen Flugzeugs im Rahmen der → *Musterzulassung* und dort in der → *Flugerprobung*. Dabei muss das Flugzeug mehrmals unter verschiedenen Bedingungen auf einer stark unter Wasser stehenden Piste starten und landen. Dabei werden die Bremswirkung und die Spurtreue geprüft. Ebenso wird geprüft, ob das spritzende und aufgewirbelte Gischtwasser Teile des Flugzeugs wie z. B. die Beleuchtung oder die Bremsanlage beschädigt.

Area Control
→ *Bezirkskontrolle*.

Aresti-Schreibweise
Bezeichnung für eine spezielle Art der grafischen Beschreibung von Flugfiguren durch Symbole, benannt nach dem Kunstflugpiloten Prinz Aresti (→ *Kunstflug*).



Beispiele der Aresti-Schreibweise

Diese Art der Dokumentation von Flugmanövern hat sich weltweit durchgesetzt. Mit der Aresti-Schreibweise können Flugmanöver und Sequenzen schriftlich beschrieben werden; dies wird von Piloten und Punktrichtern bei Flugwettbewerben und Flugschauen angewendet. Piloten können sich die einzelnen Figuren und ihre Folge notieren und im → *Cockpit* befestigen.

Entwicklung

Colonel Jose Luis de Aresti war unter anderem Fluglehrer bei der Jerez-Pilotenschule und begeisterter Kunstflieger. Nachdem er 1944 ein Regelwerk und ein Kunstflughandbuch für die spanische Luftwaffe geschrieben hatte, veröffentlichte er 1961 die Aresti-Schrift, die bei spanischen Meisterschaften angewendet wurde. Internationale Anwendung fand die Schrift erstmals bei der Weltmeisterschaft 1964 in Bilbao. Aus zu Anfang 300 Figuren sind inzwischen ca. 15.000 geworden. Aresti bekam für seine Arbeit viele Ehrungen und die Gold- und Bronzemedaille der → *FAI*. Der Aresti-Katalog wurde in den Jahren 1988/89 in den FAI-Civa-Katalog umgewandelt.

Argus-Schmidt-Rohr

Ein wesentliches Element eines → *Pulso-Strahltriebwerks*.

ARN

Abk. für Air Route Network.
Bezeichnung für ein System von → *Luftstraßen*.

ARR

Abk. für Arrival.
→ *Ankunft*.

ARRCOS

Abk. für Arrival Coordination System.
Bezeichnung für ein System zur Unterstützung der → *Bodenkontrolle* und der → *Bodenabfertigungsdienste* an einem Flugplatz.
ARRCOS überwacht ankommenden Flugverkehr und errechnet die wahrscheinliche Ankunftszeit der Flugzeuge an ihrer → *Parkposition*; dies erlaubt eine bessere Planung und Ausnutzung der Kapazitäten des Bodenabfertigungsdienstes. Parallel dazu zeigt ARRCOS der Bodenkontrolle Informationen zu allen ankommenden Flugzeugen sowie über Flugzeuge auf dem → *Vorfeld* und auf den → *Rollwegen* an. Damit ist es möglich, die Bodenkontrolle ohne → *Kontrollstreifen* durchzuführen.
Das entsprechende System für abfliegende Flugzeuge wird auch als DEPCOS (Departure Coordination System) bezeichnet.

ARSR

Abk. für Air-Route Surveillance Radar.
→ *Mittelbereich-Rundsichtradar*.

ARTCC

Abk. für Air Route Traffic Control Center.
Bezeichnung die z. B. in Europa für ein → *Kontrollzentrum* verwendet wird.

ARTS

1. Abk. für Automated Radar Terminal System.
   Ein in den USA entwickeltes und eingesetztes System für die → *Anflugkontrolle*. ARTS umfasst zunächst Rechner-

und Anzeigesysteme wie → *DBRITE* und → *RADS* zur Auswertung und Anzeige von → *Radar*-Daten. Darüber hinaus umfasst ARTS Ein- und Ausgabegeräte, Speichersysteme, Schnittstellen (z. B. zu → *ARTCCs*) und Warnsysteme (z. B. → *MSAW*).

2. Abk. für Aircraft Recovery and Transport System.
   Bezeichnung für ein Gerätesystem zur Bergung von auf einem → *Flugplatz* verunglückten Flugzeug. Die Frankfurter Flughafenfeuerwehr unterhält gemeinsam mit 13 anderen deutschen Verkehrsflughäfen einen Bergepool, der aus etlichen Spezialgeräten zur Bergung von kleinen bis hin zu größten Maschinen besteht. ARTS ermöglicht es, Flugzeuge mit Schäden am → *Fahrwerk* innerhalb kürzester Zeit von der → *Landebahn* zu schleppen, um die Bahn wieder für den Flugverkehr frei zu machen und kommerzielle Verluste möglichst gering zu halten. Die Module des Systems sind für nahezu jeden Flugzeugtyp einsetzbar. Durch den Einsatz aller drei Module kann ein komplettes Flugzeug verladen und transportiert werden. Das Frankfurter ARTS ist das einzige Model in ganz Europa.

As
→ *Altostratus*.

ASD
Abk. für AeroSpace and Defence Industries Association of Europe.
Ein Interessenverband europäischer Unternehmen der Luft- und Raumfahrt und der Verteidigungsindustrie. Ziel der ASD ist es, als Ansprechpartner für die Politik und durch industrieübergreifende Initiativen die Interessen des Sektors bei transnationalen Fragen zu vertreten.
Die ASD entstand im April 2004 als Zusammenschluss der AECMA, der EDIG und der EUROSPACE. Deutschland ist im ASD durch den Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. (BDI) und den Bundesverband der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie e. V. (→ *BDLI*) vertreten.

Geschichte der Vorgängerorganisationen
Die AECMA (Association Europ. des Constructeurs de Matériel Aérospatial) wurde 1950 als AICMA (Association Internationale des Constructeurs de Matériel Aérospatial) zunächst als informelles Forum mit einem Fokus auf technische Fragestellungen gegründet und diente ab den 60er Jahren als Plattform für internationale Projekte. 1973 erfolgte die Umbenennung in AECMA.
EUROSPACE wurde 1961 gegründet um die Entwicklung der europäischen Raumfahrt zu unterstützen.
Die European Defence Industries Group (EDIG) wurde 1976 als Interessenverband der europäischen Verteidigungsindustrie gegründet.
→ *http://www.asd-europe.org/*

ASDA
Abk. für Accelerate Stop Distance Available.
Im Deutschen auch als verfügbare Startabbruchstrecke oder verfügbare Startlaufabbruchstrecke bezeichnet.
Der ASDA-Wert einer → *Startbahn* gibt an, welche Länge einem Flugzeug bei einem → *Startabbruch* insgesamt zum Beschleunigen und wieder Abbremsen zur Verfügung steht. Bei Startbahnen ohne → *Stoppfläche* entspricht ASDA gerade der baulichen Länge der Startbahn, und damit dem → *TODA*-Wert. Eine Stoppfläche erhöht dagegen den ASDA-Wert gegenüber dem TODA-Wert um die Länge der Stoppfläche.

ASDE
Abk. für Aerodrome (oder Airfield) Surface Detection Equipment.
→ *Rollfeld-Überwachungsradar*.

ASI
Abk. für Air Speed Indicator.
→ *Fahrtmesser*.

ASK
Abk. für Available Seat Kilometers.
→ *Passagierkilometer*.

ASM
1. Abk. für Available Seat Miles.
   → *Passagierkilometer*.
2. Abk. für Airspace Management.
   Das ASM ist Teil des übergeordneten Air Traffic Management (→ *ATM*).
   Aufgabe des ASM ist es, den → *Luftraum* und seine → *Luftstraßen* zu organisieren. Dazu gehört z. B.:
   - Die Festlegung der Struktur von → *Fluginformationsgebieten* (FIR) und → *UIR*.
   - Die Entwicklung der Luftraum-Strukturen für die → *Flugverkehrskontrolle* (z. B. → *Kontrollbezirke*, → *Kontrollzonen*, → *TMA*s und → *Luftstraßen*).
   - Die Festlegung von Standard-Prozeduren wie → *SID* und → *STAR*.

A-SMGCS
Abk. für → Advanced Surface Movement Guidance and Control System.
→ *Rollverkehrsmanagement*.

ASMI
Abk. für Aerodrome (oder Airfield) Surface Movement Indicator.
→ *Rollfeld-Überwachungsradar*.

ASOS
Abk. für Automated Surface Observing System.
Bezeichnung für ein System, das Wetterdaten an einem → *Flugplatz* sammelt, darunter Daten über die → *Wolkenuntergrenze*, die Sichtweite, Art und Menge von Niederschlägen (z. B. Regen und Eisregen), den → *Luftdruck*, die Lufttemperatur, die → *Luftfeuchtigkeit* und die → *Windgeschwindigkeit*. Zu den Komponenten des ASOS zählen z. B. das → *Anemometer* und der → *Wolkenhöhenmesser*.

ASP
Abk. für Asphalt.
Kennzeichnet bei → *Flugplätzen* eine → *Start- und* → *Landebahn* mit einer Asphaltoberfläche. Im Gegensatz zu ASP bezeichnet → *CON* eine Start- und Landebahn aus Beton. Generell weisen Asphaltflächen eine geringere Festigkeit als Betonoberflächen auf; außerdem sind sie anfälliger für Schäden durch heiße Abgase aus → *Triebwerken*. Dennoch werden heute Asphaltflächen auch für die stark belasteten Vorfelder eingesetzt. Dies liegt daran, dass Asphaltflächen leichter aufzubringen sind als Betonplatten; ihre Oberfläche ist ebener, und sie weisen keine Spalten auf wie die Betonplatten an ihren Verbindungsstellen. Darüber hinaus sind Wartung und Instandsetzung von Asphaltflächen weniger aufwendig als bei Beton. Im → *ACN*/→ *PCN* System fallen Asphaltflächen unter die Kategorie „Flexible“.

Kapitel	Beschreibung
0	Aircraft general
5	Time Limits / Maintenance Checks
6	Dimensions & Areas
7	Lifting & Shoring
8	Leveling & Weighing
9	Towing & Taxing
10	Parking & Mooring
11	Required Placards
12	Servicing
20	Standard Practices Airframe
21	Air Conditioning
22	Auto Flight
23	Communications
24	Electrical Power
25	Equipment & Furnishings
26	Fire Protection
27	Flight Controls
28	Fuel
29	Hydraulic Power
30	Ice & Rain Protection
31	Indicating & Recording Systems
32	Landing Gear
33	Lights
34	Navigation
35	Oxygen
36	Pneumatic
37	Vacuum
38	Water / Waste
39	Electronic Panel & Multi Purpose Computer
40	Hoist
41	Water Ballast
45	Central Maintenance System
49	Auxiliary Power Unit
51	Structures
52	Doors
53	Fuselage
54	Nacelles / Pylons
55	Horizontal & Vertical Stabilizers
56	Windows
57	Wings
60	Standard Practices Propeller / Rotor
61	Propellers / Propulsors
62	Rotor (s)
63	Rotor Drive (s)
64	Tail Rotor
65	Tail Rotor drive
66	Folding Blades / Pylon
67	Rotors Flight Control
70	Standard Practices - Engine
71	Power Plant
72	Engine / Turbine
73	Engine Fuel & Control
74	Engine Ignition
75	Engine Air
76	Engine Controls
77	Engine Indicating
78	Engine Exhaust
79	Engine Oil
80	Engine Starting
81	Turbines
82	Engine Water Injection
83	Accessory Gear Boxes
84	Propulsion Augmentation
85	Weapons
88	One-time inspections
89	One-time modifications
90	Engines, miscellaneous bulletins
91	Charts
92	Wires/antennas/cables
93	Modifications/inspections
94	APU inspection
95	Paint/sealants/markings
96	Airplane hardware
97	Engine subassemblies
98	Recurring SB & AD Notes
99	One Time SB & AD Notes

Aufgeführt ist die oberste Kapitelebene ohne Unterkapitel:

ATA Kapitel

ASR
Abk. für Airport Surveillance Radar.
→ *Flughafen-Rundsichtradar*.

Astronavigation
Ein Navigationsverfahren (→ *Navigation*), das auf der Beobachtung der Gestirne am Himmel basiert.
Die Astronavigationberuht auf der Erkenntnis, dass Gestirne am Himmel (dazu zählen auch Sonne und Mond) von jedem Punkt der Erde aus betrachtet eine spezifische (aber zeitabhängige) Konstellation einnehmen. Zur Bestimmung der Position werden ein Sextant, eine Uhr und ein Nautischer Almanach benötigt. Der Vorteil der Astronavigation ist, dass sie autonom, d. h. mit geringen Hilfsmitteln und ohne Abhängigkeit von weiteren technischen Systemen und Anlagen, durchgeführt werden kann. Früher wurde die Astronavigation zur Überprüfung der → *Koppelnavigation* bei Polar- und Langstreckenflügen angewendet; heute hat sie ihre Bedeutung in der Luftfahrt aber weitgehend verloren.
Ein Beispiel für ein Flugzeug, in dem vor der Einführung von GPS regelmäßig Astronavigation genutzt wurde war die Lockheed SR-71 (Erstflug des Prototypen: 26. April 1962) der US-Luftwaffe.

Links
→ *http://www.esys.org/astro/*

ASU
Abk. für Air Start(er) Unit.
Deutsche Bezeichnung ist Bodenstartgerät. Es handelt sich um ein technisches Gerät, das von einem Flughafen für am Boden stehende Luftfahrzeuge als Dienstleistung bereitgehalten wird und das → *Pressluft* zum Starten der Triebwerke liefert. Das Bodenstartgerät kann auch in eine Ground Power Unit (→ *GPU*) integriert sein.
Eine ASU wird immer dann benötigt, wenn das Flugzeug keine eigene Auxiliary Power Unit (→ *APU*) hat oder diese nicht funktionsfähig ist.
Es gibt verschiedene Konstruktionsprinzipien für ASUs. Beispielsweise könnten sie Tanks mit komprimierter Luft besitzen, die dann einmalig verwendet werden kann. Andere haben einen Kompressor mit eigenem Kraftstofftank dabei, so dass kontinuierlich Pressluft erzeugt werden kann. Die gelieferte Leistung ist begrenzt, so dass bei großen Triebwerken mit hohen zu bewegenden Massen zwei ASUs benötigt werden.

ATA
1. Abk. für Air Transport Association of America.
   Bedeutende Organisation der US-amerikanischen → *Luftverkehrsgesellschaften* mit Sitz in Washington DC. Gegründet 1936 von 14 Fluggesellschaften in Chicago hat sie die Förderung der Luftfahrtindustrie und ihrer Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und ihres technischen Fortschritts zum Ziel. Eine weitere wichtige Aufgabe ist die Standardisierung; so hat die ATA z. B. eine weltweit verwendete Unterteilung der Flugzeugsysteme entwickelt, der sog. ATA-Chapter. Die ATA hat eine weltweit in der Konstruktion und Wartung von Fluggerät verwendete Unterteilung von Flugzeugkomponenten und -systemen entwickelt, in das jedes Einzelteil eines Flugzeugs einsortiert werden kann. Die oberste Ebene wird als Kapitel (bzw. Chapter) bezeichnet. Diese Art der Nomenklatur erleichtert die

<table>
<tr><td rowspan="5">Dienst</td><td>Parkposition
Terminal, Vorfeld</td><td>Rollweg (Rollbahn)</td><td>Start- und
Landebahn</td><td>Nahverkehrsbereich
(TMA, ca. 30-50 km um
den Flughafen)</td><td>Kontrollbezirke mit
Kontrollsektoren; eventuell
oberer Luftraum</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="2">Vorfeldkontrolle
(Apron Control)</td><td>Rollkontrolle</td><td rowspan="3">An- und Abflugkontrolle
(Approach Control,
TRACON)</td><td rowspan="3">Bezirkskontrolle
(Streckenkontrolle, En Route
Control, Area Control)
Für den oberen Luftraum:
Upper Area Control</td></tr>
<tr><td colspan="3">Bodenkontrolle (Ground Control)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Platzkontrolle
(Flugplatzkontrolle, Aerodrome Control ADC, Local Control)</td></tr>
<tr><td>Ort</td><td colspan="3">Tower (Kontrollturm) des Flughafens</td><td>Kontrollzentrum
(Streckenkontrollzentrum)
oder
Tower (Kontrollturm) des
Flughafens</td><td>Kontrollzentrum
(Streckenkontrollzentrum)
Für den oberen Luftraum:
Upper Area Control Center</td></tr>
<tr><td>Lotse</td><td colspan="3">Platzlotsen (Tower-Lotsen)</td><td>Center-Lotsen:
An- / Abfluglotsen</td><td>Center-Lotsen:
Planungslotsen (Coordinator)
Radarlotsen (Executive)</td></tr>
</table>

Systematik des Flugverkehrskontrolldienst (Air Traffic Control, ATC)

Kommunikation innerhalb und zwischen allen Betrieben, die mit der Flugzeugkonstruktion, dem Flugzeugbau, dem Betrieb und der Wartung von Flugzeugen beschäftigt sind.
→ *http://www.airlines.org*

2. Abk. für Actual Time of Arrival.
Bezeichnung für die tatsächliche Ankunftszeit, die von der planmäßigen Ankunftszeit abweichen kann.

ATAG
Abk. für Air Transport Action Group.
Bezeichnung für einen globalen Interessenverband der Luftfahrt (Passage und → *Luftfracht*) mit Sitz in Genf. In ihm sind → *Luftverkehrsgesellschaften* und Hersteller von Flugzeugen und Flugzeugausrüstung zusammengeschlossen.
→ *http://www.atag.org/*

ATB
Abk. für Automated Ticket and Boarding Card.
→ *Ticket.*

ATC
Abk. für Air Traffic Control.
→ *Flugverkehrskontrolldienst.*

ATCC
Abk. für Air Traffic Control Center.
Bezeichnung die z. B. in den USA für ein → *Kontrollzentrum* verwendet wird.

ATCO
Abk. für Air Traffic Controller.
→ *Fluglotse*.

ATCRBS
Abk. für Air Traffic Control Radar Beacon System.
→ *Sekundärradar*.

ATFM
Abk. für Air Traffic Flow Management.
Das AFTM ist Teil des übergeordneten Air Traffic Management (→ *ATM*).
ATFM ist für das Management der Kapazitäten im → *Luftraum* und an → *Flugplätzen* verantwortlich. Diese Aufgabe zerfällt in einen strategischen und einen operativen Teil. Strategisch führt ATFM eine Modellierung der Kapazitäten von Flugplätzen und Luftraum durch und errechnet so die mögliche Verteilung des erwarteten Verkehrsaufkommens. Operativ unterstützt das ATFM die → *Flugverkehrskontrolle* sobald Engpässe im Luftraum auftreten bzw. absehbar sind.

ATIR
Abk. für Air Traffic Incident Report.
Bezeichnung für einen standardisierten Prozess der → *ICAO* zur Meldung und Dokumentation eines Zwischenfalls im Flugverkehr. Ein Beispiel ist die → *AIRPROX*-Meldung, die bei einer gefährlichen Annäherung zweier Flugzeuge erfolgt.

ATIS
Abk. für Automatic Terminal Information Service.
Bezeichnung für einen funkbasierten Informationsdienst eines stark frequentierten Verkehrsflughafens, der mit Hilfe eines technischen Systems häufige Routinemeldungen per Funk auf einer festen Frequenz in der Umgebung laufend wiederholend ausstrahlt. Dies entlastet die → *Fluglotsen* davon, diese häu-

fig benötigten Standardinformationen immer wieder auf ihren knappen Frequenzen manuell durchzugeben. Aufgenommene ATIS-Meldungen können oft auch per Telefon abgefragt werden.
Neben den am betreffenden Flughafen vorherrschenden Wetterbedingungen werden üblicherweise auch noch Start- und Landeinformationen und andere Informationen zum Betriebszustand des → *Flugplatzes* gesendet, z. B. über die Anflugrichtung und die Aufteilung von unter Umständen mehreren vorhandenen Pisten für Starts und Landungen.
ATIS-Nachrichten werden üblicherweise halbstündlich, stündlich oder bei besonderen Vorkommnissen aktualisiert; dies variiert regional.

ATL
Abk. für → *Aircraft Tech Log*.

ATM
Abk. für Air Traffic Management.
Ziel des ATM ist es, den Flugverkehr im → *Luftraum* so zu organisieren, dass er möglichst sicher und wirtschaftlich durchgeführt werden kann. Dazu stellt ATM z. B. sicher, dass:
- optimale Flugrouten verfügbar sind und eingehalten werden.
- Kapazitäten des Luftraums und der → *Flugplätze* optimal genutzt werden, Engpässe vermieden bzw. ihre Folgen minimiert werden.
- die Sicherheit im Luftraum und am Boden gewährleistet ist.

Zum ATM gehören Organisationen, Prozesse und Systeme, die sich am Boden und an Bord des Flugzeugs befinden. Zu den Komponenten am Boden gehören:
- Das Luftraum-Management (Airspace Management, → *ASM*), das den Luftraum organisiert und für die → *Luftstraßen* verantwortlich ist.
- Das Verkehrsfluss-Management (Air Traffic Flow Management, → *ATFM*), das für die strategische Planung und operative Nutzung des Luftraums verantwortlich ist.
- Die → *Flugsicherung* (Air Traffic Services, ATS), die die Einhaltung der Luftverkehrsregeln und → *Mindestabstände* überwacht, und Verkehrskonflikte erkennt und behebt.

Beispiele für Komponenten an Bord des Flugzeugs sind das Flugmanagement-System (→ *FMS*), Systeme zur → *Navigation*, und Systeme zur Verkehrskontrolle wie z. B. → *TCAS* und → *ADS*.
ATM greift stets auf Kommunikations-, Navigations- und Überwachungsstrukturen zurück. Dieser Verbund wird auch als → *CNS/ATM* bezeichnet; dabei steht CNS für Communication, Navigation, Surveillance.

Atmosphäre
Bezeichnung für die Lufthülle, welche die Erde umschließt. Sie ist in verschiedene Schichten unterteilt, die durch deutliche Temperaturunterschiede voneinander abgegrenzt werden können. Für den Luftverkehr von Bedeutung sind die beiden untersten Schichten, die → *Troposphäre*, der Ort des Wettergeschehens, und die darüber liegende untere → *Stratosphäre*. Die Obergrenze der Troposphäre schwankt je nach Jahreszeit und geographischer Breite. Sie liegt am Äquator bei 16 bis 18 Kilometern Höhe, in Mitteleuropa bei 11 km und an den Polen bei 8 bis 12 km. Die Temperatur nimmt in der Troposphäre von (im Mittel) + 15°C an der Erdoberfläche nahezu linear mit der Höhe um durchschnittlich 6,5°C je Kilometer bis etwa −57°C ab. Dort liegt am oberen Rand der Troposphäre die → *Tropopause*, der Übergang zur Stratosphäre. In der Stratosphäre steigt die Temperatur wieder bis auf −50°C in etwa 28 km Höhe an. In der Stratosphäre in etwa 25 bis 30 Kilometern Höhe befindet sich auch die sog. Ozonschicht. Oberhalb der Stratosphäre folgt die → *Ionosphäre*, die für die Ausbreitung bestimmter Funkwellen von Bedeutung ist.
Dann setzt ein kräftiger Anstieg bis auf 0°C in 50 km Höhe ein infolge der Absorption der ultravioletten Strahlung durch das Ozon. Die Obergrenze der Stratosphäre stellt ein Temperaturmaximum dar und wird Stratopause genannt. In der anschließenden → *Mesosphäre* sinkt die Temperatur wieder bis auf etwa −100°C in 80 km Höhe. Darüber beginnt die Thermosphäre, die bis zum Rand der Atmosphäre in etwa 500 bis 600 km Höhe reicht. Die Temperatur nimmt dort infolge der Absorption von Röntgen- und Gammastrahlung der Sonne wieder rasch zu auf über + 100°C bis auf + 700°C am Rand der Atmosphäre. In der Thermosphäre kommt es auch zu den Erscheinungen des → *Nordlichts*. Jenseits davon beginnt die Exosphäre, der interplanetarische Raum. Die hohen Temperaturangaben sind jedoch infolge der extrem geringen Luftdichte nicht mit denen in der unteren Atmosphäre zu vergleichen.
Die Reiseflughöhe heutiger herkömmlicher → *Verkehrsflugzeuge* liegt zwischen 8 und 12 Kilometern.

Atmosphärische Stabilität
Ein Maß für die Vertikalbewegung von Luft in einer Luftmasse. Es ist ein Zustand der → *Atmosphäre*, bei dem die vertikale Temperaturverteilung so verläuft, dass eine gewisse Menge an Luft einer Verlagerung aus ihrer ursprünglichen Höhe widersteht.

Atmosphärischer Niederschlag
Bezeichnung für einen auf dem Erdboden auftreffenden und in der → *Atmosphäre* erzeugten Niederschlag, konkret Wasser, Schnee oder Eis.

ATN
Abk. für Aeronautical Telecommunication Network.
Zusammenfassende Bezeichnung für die Telekommunikationseinrichtungen, welche die → *Flugsicherung* zur Übermittlung von Daten und Informationen verwendet.

ATPL
Abk. für Airline Transport Pilot Licence.
Die deutsche Bezeichnung ist Verkehrsflugzeugführerlizenz. Bezeichnung für eine von mehreren möglichen → *Pilotenlizenzen*. Die ATPL wird zum gewerbsmäßigen Führen eines Flugzeugs als Flugkapitän (→ *Pilot*) oder → *Erster Offizier* (Copilot) von allen Flugzeugtypen (Mustern) über 5,7 Tonnen benötigt. Für jedes Muster muss der Lizenzinhaber eine gesonderte Ausbildung durchlaufen und eine entsprechende Berechtigung (→ *Rating*) erwerben. Man spricht dabei vom Typerating.
Die ATPL kann in einer dafür vom Luftfahrtbundesamt (→ *LBA*) zugelassenen Flugschule erworben werden. Die Kosten liegen bei ca. 65 bis 70.000 Euro und müssen vom Flugschüler getragen werden. Kommerzielle → *Luftverkehrsgesellschaften* übernehmen diese Kosten unter Umständen ganz oder teilweise, sofern sich ein Flugschüler verpflichtet, nach erfolgreicher Ausbildung für eine bestimmte Zeit für sie zu arbeiten. Für die Einstellung bei einer Luftverkehrsgesellschaft muss oftmals zusätzlich der → *DLR-Test* abgelegt werden.
Im Gegensatz zur → *CPL* dürfen mit der ATPL auch die für → *Luftverkehrsgesellschaften* relevanten Flugzeuge der Lufttüchtigkeitsklasse „Verkehrsflugzeug“ geflogen werden.
Voraussetzungen zum Erwerb der ATPL sind:
- Der Anwärter muss mindestens 21 Jahre alt sein; der Beginn der Ausbildung ist jedoch bereits mit 19 Jahren möglich.

- Eine gültige Berufspilotenlizenz (CPL).
- Ein → *Rating* für das Fliegen nach → *Instrumentenflugregeln* (IFR).
- Liegen die vorgenannten Bedingungen nicht vor, so ist alternativ auch eine durchgehende Ausbildung ohne Vorkenntnisse möglich.
- Die → *Flugtauglichkeitsklasse* 1.
- Eine Mindestflugstundenzahl von 1.500 Stunden zum Zeitpunkt der ATPL-Prüfung, davon mindestens 500 Flugstunden Überlandflug, 100 Stunden Nachtflug und 75 Stunden simulierter oder echter Wolkenflug.

Vor Beginn der Ausbildung muss nach § 14 der → *LuftPersV* ein Eingangstest vor einem Sachverständigen (Berufsgrunduntersuchung) abgelegt werden, in dem Kenntnisse in den Fächern Englisch, Mathematik und Physik/Chemie getestet werden. Der Test fragt in etwa Kenntnisse auf Abiturniveau ab.
Die Ausbildung selbst gliedert sich in einen theoretischen Unterrichtsteil und einen praktischen fliegerischen Teil. Die theoretische Ausbildung besteht bei vorhandenen CPL aus 400 Stunden (sonst: 720 Stunden) Unterricht in den folgenden Fächern, die mit den theoretischen Fächern für die Ausbildung zur → *PPL* identisch sind:

- → *Luftrecht*
- → *Navigation*
- → *Meteorologie*
- Technik
- Verhalten in besonderen Fällen

Für das Lernen und die Prüfungsvorbereitung sollten 800 Stunden eingeplant werden. Innerhalb von 24 Monaten nach Unterrichtsbeginn muss die Theorieprüfung vor dem Luftfahrtbundesamt (→ *LBA*) abgelegt werden. Die Prüfung besteht aus einem Multiple-Choice-Test, dessen Fragen zu mindestens 75 % richtig beantwortet werden müssen. Die praktische Ausbildung ist stark abhängig von der Flugschule und auch vom jeweiligen Land und kann daher erheblich variieren. Die praktische Ausbildung bedeutet jedoch mindestens 15 Std. im → *Instrumentenflug* auf einem mehrmotorigen Flugzeug, das für eine Zwei-Personen-Flugbesatzung geeignet ist. Diese praktische Ausbildung kann teilweise oder vollständig auf einem vom Luftfahrtbundesamt anerkannten Instrumentenübungsgerät (→ *Simulator*) durchgeführt werden. Die praktische Prüfung erfolgt nach bestandener theoretischer Prüfung, maximal aber 12 Monate später.

ATS
Abk. für Air Traffic Service.
→ *Flugsicherung*.

Attitude Director Indicator
→ *ADI*.

ATVASI
Abk. für Abbreviated T-Visual Approach Slope Indicator System.
Eine besondere Ausführung des → *VASI*.

Aufladung
Prinzip zur Leistungssteigerung eines → *Kolbenmotors*, bei dem den Zylindern eines Kolbenmotors vorverdichtete Luft zugeführt wird.
Prinzipiell lässt sich die Leistung eines Kolbenmotors dadurch steigern, dass man über einen Verdichter (Kompressor) die Zylinder auflädt, d. h. die Menge des zugeführten Luft durch Vorverdichtung erhöht. Bei Flugzeugen mit Kolbenmotoren ist eine Vorverdichtung erforderlich, um die mit steigender → *Flughöhe* sinkende Luftdichte auszugleichen. Andernfalls verliert der Kolbenmotor mit zunehmender Flughöhe stark an Leistung, und die → *Dienstgipfelhöhe* wird stark begrenzt.
In der Luftfahrt werden sowohl die mechanische Aufladung als auch die (Abgas-)Turboaufladung eingesetzt. Bei der mechanischen Aufladung wird der Verdichter direkt von der Kurbelwelle des Kolbenmotors angetrieben. Der Turbolader dagegen wird über eine → *Turbine* angetrieben, die dem Abgasstrahl einen Teil seiner Energie entzieht. Das Prinzip des Turboladers ist daher vergleichbar mit der Anordnung von Verdichter und Turbine bei → *Turbinenluftstrahltriebwerken*.

Aufsetzen
Engl.: Touch-down. Bezeichnet bei der → *Landung* eines Flugzeugs das Auftreffen des Hauptfahrwerks (→ *Fahrwerk*) auf der → *Start- und Landebahn* (→ *Aufsetzpunkt*). Bei einer regulären Landung erfolgt das Aufsetzen hinter der → *Landeschwelle*, idealerweise in der markierten → *Aufsetzzone* der → *Landebahn*.
Im Augenblick des Aufsetzens erfährt das Flugzeug einen Stoß; dieser wird partiell vom Fahrwerk abgefedert, partiell wirk er aber als rückstoßende Kraft auf das Flugzeug. Bei einer sehr „weichen" Landung ist im Augenblick des Aufsetzens der → *Auftrieb* noch annähernd so groß wie die → *Gewichtskraft*, so dass der Stoß beim Aufsetzen das Flugzeug zurück in die Luft heben kann. Es ist daher vorteilhafter, eine etwas „härtere" Landung durchzuführen, bei der im Augenblick des Aufsetzens der Auftrieb deutlich geringer als die Gewichtskraft ist, und ein Rückfedern in die Luft vermieden wird. Bei großen Verkehrsflugzeugen sollte der Auftrieb beim Aufsetzen nur noch ca. 70 % der Gewichtskraft des Flugzeugs ausmachen. Die Geschwindigkeit beim Aufsetzen liegt dabei immer noch ca. 10 % über der → *Überziehgeschwindigkeit*.

Aufsetzpunkt
Bezeichnet bei der → *Landung* den Ort, an dem das → *Fahrwerk* des Flugzeugs zum ersten Mal die → *Landebahn* berührt. Der Aufsetzpunkt befindet sich idealerweise in der markierten → *Aufsetzzone* der Landebahn, frühestens aber an der → *Landeschwelle*.

Aufsetzstrecke
→ *Landestrecke*.

Aufsetzzone
Engl.: Touch-Down Zone, abgekürzt TDZ. Bezeichnung für den Bereich einer → *Landebahn*, in dem ein Flugzeug bei der → *Landung* idealerweise aufsetzen sollte. Bei größeren Landebahnen ist die Aufsetzzone durch eine → *Markierung*, bestehend aus breiten weißen Streifen, die parallel zur Landerichtung verlaufen, gekennzeichnet. Zusätzlich kann eine besondere → *Befeuerung* installiert sein, die sog. → *Aufsetzzonenbefeuerung*.

Aufsetzzonenbefeuerung
Engl.: Runway Touch-down Zone Lights. → *Befeuerung* zur Kennzeichnung der → *Aufsetzzone* einer → *Landebahn*. Die Aufsetzzonenbefeuerung besteht aus Dreierreihen von weißen Lichtern, die rechts und links der Mittellinie angeordnet sind, und über eine Länge von 900 Metern die → *Aufsetzzone* markieren. Sie verhindert, dass der Pilot nach dem Aufsetzen bei Nacht in ein „schwarzes Loch" fällt, d. h. statt auf die zuvor vielfältigen → *Anflugbefeuerung* nur noch auf die wesentlich eingeschränktere Beleuchtung der Mittel- und Randlinie angewiesen ist.

Auftanken
→ *Betankung*.

Auftrieb
Engl.: Lift. Ein grundlegender Begriff der → *Aerodynamik*. Zusammen mit dem → *Widerstand*, der → *Gewichtskraft* und der → *Schubkraft* ist der Auftrieb eine der vier wichtigsten äußeren → *Kräfte* am Flugzeug.
Der Auftrieb wirkt der Schwerkraft entgegen und ermöglicht es so Körpern zu fliegen. Dabei werden zwei Formen des Auftriebs unterschieden: Der hydrostatische Auftrieb und der hydrodynamische Auftrieb.
Der hydrostatische Auftrieb wirkt auf ruhende Körper in Flüssigkeiten oder Gasen. Bereits Archimedes erkannte, dass ein ruhender Körper in einer Flüssigkeit oder in einem Gas eine Kraft entgegen der Schwerkraft erfährt, deren Größe dem Gewicht der verdrängten Flüssigkeit oder des verdrängten Gases entspricht. Ist also die Dichte des verdrängenden Körpers geringer als die Dichte des Umgebungsmediums, so ist die entstehende Auftriebskraft größer als die Gewichtskraft des Körpers. Alle Fluggeräte aus der Klasse → *Leichter-als-Luft* wie z. B. der → *Ballon* und der → *Zeppelin* nutzen den hydrostatischen Aufrieb zum Fliegen.
Der hydrodynamische Auftrieb tritt bei Körpern auf, die sich in einer Flüssigkeit oder in einem Gas bewegen. Handelt es sich bei dem Gas um Luft, so spricht man auch vom aerodynamischen Auftrieb. Mit Hilfe des hydrodynamischen Auftriebs können auch Körper fliegen, die schwerer als Luft sind. Die Erzeugung von hydrodynamischem Auftrieb geht stets mit der Erzeugung von → *Widerstand* einher.

Erzeugung aerodynamischen Auftriebs beim Flugzeug
Beim Flugzeug entsteht Auftrieb, wenn Luft mit einer → *Anströmgeschwindigkeit* auf die → *Tragflächen* trifft.
Die spezielle Form des → *Profils* der Tragflächen sorgt dafür, dass die Luft an der Oberseite des Profils schneller als an der Unterseite strömt. Dadurch entsteht an der Unterseite der Tragfläche ein höherer Druck als an der Oberseite (→ *Bernoullischen Gleichung*). Die resultierende Kraft dieser Druckverteilung bildet den Auftrieb. Bei modernen Profilen entstehen ca. zwei Drittel des Auftriebs an der Oberseite (Sogwirkung) und nur ca. ein Drittel an der Unterseite (Druckwirkung). Der Grund, warum die Luft überhaupt mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten über Ober- und Unterseite des Profils strömt, und sich nicht z. B. ablöst oder eine andere Strömungsform annimmt, liegt darin, dass es einen → *Wirbel* um die Tragfläche gibt, der die parallele Anströmung der Luft überlagert und sie auf der Profiloberseite beschleunigt und auf der Profilunterseite verzögert. Durch Einsatz von → *Klappen* kann der Auftrieb bei Bedarf erhöht werden; dabei steigt der Widerstand jedoch an. Insbesondere bei → *Start* und → *Landung* werden Klappen eingesetzt, um den aufgrund der geringen Anströmgeschwindigkeit niedrigen Auftrieb zu erhöhen.
Weitere Auftriebsphänomene beim Flugzeug sind z. B. der → *Kompressionsauftrieb*, der → *Bodeneffekt* und bei → *Hubschraubern* der → *effektive Übergangsauftrieb*.

Einflussgrößen auf den aerodynamischen Auftrieb
Die wichtigsten Einflussgrößen auf den Auftrieb sind Anströmgeschwindigkeit, → *Anstellwinkel*, Luftdichte sowie Fläche, Geometrie und Profil des Tragflügels.
Für kleine Änderungen steigt dabei der Auftrieb im Unterschallflug in etwa linear mit der Luftdichte und der Flügelfläche, und quadratisch mit der Anströmgeschwindigkeit an. Eine einfache mathematische Darstellung des Auftriebs mit seinen Einflussgrößen erlaubt der → *Auftriebsbeiwert*.

Spezifischer Einfluss des Anstellwinkels
Prinzipiell wird bei einem Profil zwischen dem Auftrieb bei Anstellwinkel Null, und dem zusätzlichen, anstellwinkelabhängigen Auftrieb unterschieden.
Ein steigender Anstellwinkel führt zunächst zu einem etwa linearen Anstieg des Auftriebs. Ab einem bestimmten Anstellwinkel (bei Profilen gängiger Verkehrsflugzeuge etwa 15°) beginnt sich jedoch die Strömung an der Oberseite des Profils unter Wirbelbildung abzulösen (→ *abgelöste Strömung*).
Mit weiter steigendem Anstellwinkel wächst der Bereich der Ablösung am Profil, und der zusätzliche Auftriebsgewinn wird immer geringer. Ab Erreichen eines Maximalwertes nimmt er sogar kurzfristig wieder ab, um dann sehr rasch komplett einzubrechen (→ *überzogener Flugzustand*). Dieser kritische → *Anstellwinkel* liegt für gängige Verkehrsflugzeuge bei etwa 18 bis 20°.

Profil, Auftrieb und Anstellwinkel
Profile mit symmetrischer Ober- und Unterseite wie z. B. das elliptische oder rautenförmige Profil, oder auch die ebene Platte, erzeugen ohne Anstellwinkel keinen Auftrieb. Der Grund hierfür ist, dass die symmetrische Geometrie des Profils zu einer identischen Druckverteilung an Ober- und Unterseite führt. Die Druckkräfte an Ober- und Unterseite heben sich dann auf, und es entsteht kein Auftrieb. Erst das anstellen gegen die Anströmrichtung bricht diese Symmetrie, so dass auch diese einfachen Profile bereits Auftrieb erzeugen können. Mit steigendem Anstellwinkel nimmt der Auftrieb dann wie oben beschrieben zu. Gewölbte Profile (z. B. eine gewölbte Platte) dagegen können auch ohne Anstellwinkel bereits einen Auftrieb erzeugen. Für die gewölbte Platte ist dieser (bis zu einem kritischen Anstellwinkel) sogar unabhängig vom Anstellwinkel.
Durch Überlagerung eines gewölbten mit einem symmetrischen Profil entsteht ein Profil, das beide Eigenschaften vereint, d. h. das Profil erzeugt bereits ohne Anstellwinkel Auftrieb, der mit steigendem Anstellwinkel weiter zunimmt. Das Phänomen des Auftriebs kann mit einem einfachen Löffel, auf dessen Kante der Strahl aus einem Wasserhahn trifft, beobachtet werden. Der Löffel entspricht dabei dem gewölbten Profil, der Wasserstrahl der Anströmung. Gegenüber der Tragfläche ist die Anordnung um 90 Grad gedreht, daher wirkt der Auftrieb auch nicht nach oben sondern nach rechts oder links in Richtung der Außenwölbung des Löffels.

Induzierter Widerstand
An den Flügelspitzen kommt es zum Druckausgleich zwischen der Ober- und Unterseite des Profils. Dabei entstehen nach innen drehende → *Randwirbel*, die eine Zusatzanströmung an das Flugzeug bewirken. Durch die Randwirbel wird zum einen der lokale Anstellwinkel am Tragflügel reduziert – und damit auch der Auftrieb. Zum anderen wird ein Abwind erzeugt, der auch den Anstellwinkel und den Auftrieb am → *Höhenleitwerk* verringert. Gleichzeit entsteht der → *induzierte Widerstand*. Der Einfluss der Randwirbel auf Auftrieb und Widerstand kann z. B. durch Verwindung des Tragflügels, die Flügelgeometrie und → *Winglets* reduziert werden.

Angriffspunkt und Richtung des Auftriebs

Im Unterschallbereich wirkt der Auftrieb senkrecht zur Anströmgeschwindigkeit; im → *Überschallflug* dagegen annähernd senkrecht zur → *Profilsehne* (→ *Wellenwiderstand*). Der vom Anstellwinkel unabhängige Anteil des Auftriebs wirkt bei ca. einem Viertel der → *Profiltiefe*. Dagegen greift der anstellwinkelabhängige Anteil am sog. → *Neutralpunkt* etwa auf halber Tiefe des Profils an. Daraus folgt, dass der Angriffspunkt des Gesamtauftriebs am Tragflügel, der sog. → *Druckpunkt,* mit steigendem Anstellwinkel von ca. einem Viertel der Profiltiefe in Richtung halber Profiltiefe wandert.

Auftrieb am Höhenleitwerk

Aus Gründen der → *Stabilität* ist es oft vorteilhaft, die Erzeugung des Auftriebs auf zwei Punkte entlang der → *Längsachse* des Flugzeugs zu verteilen. Meist wird dazu ein → *Höhenleitwerk* am → *Heck* eingesetzt; alternativ können z. B. → *Entenflügel* vor dem Tragflügel zum Einsatz kommen.

Auftriebsbeiwert

Abgekürzt mit C_a bzw. C_A. Engl.: Lift Co-Efficient. Der Auftriebsbeiwert ist eine dimensionslose Größe, die eine einfache mathematische Darstellung des → *Auftriebs* erlaubt. Der Auftriebsbeiwert erfasst dabei den Einfluss der Geometrie des → *Tragflügels* (bzw. allgemeiner der auftriebserzeugenden Fläche) und des → *Anstellwinkels* auf den Auftrieb. Durch Multiplikation des Auftriebsbeiwerts mit dem → *Staudruck* und der Fläche des Tragflügels erhält man die Größe des Auftriebs. Der Staudruck ist dabei das Produkt aus der halben → *Luftdichte* und dem Quadrat der → *Anströmgeschwindigkeit*.

Gängige → *Profile* erzeugen bereits ohne Anstellwinkel einen Auftrieb, der mit steigendem Anstellwinkel zunächst linear anwächst. Bei konstantem Staudruck und gleich bleibender Flügelfläche muss dann auch der Auftriebsbeiwert linear mit dem Anstellwinkel ansteigen.

Entsprechend kann man den Auftriebsbeiwert für diese Profile als Summe zweier Komponenten darstellen:

- Dem Nullauftriebsbeiwert für den Anstellwinkel Null.
- Dem Produkt aus dem Auftriebsanstieg (engl.: Lift Slope) und dem Anstellwinkel. Der Auftriebsanstieg gibt dabei an, um welchen Betrag der Auftriebsbeiwert pro Grad Anstellwinkel zunimmt.

In Gleichungen wird der Auftriebsbeiwert mit C_a bzw. C_A abgekürzt. Dabei zeigt C_a einen „lokalen" Beiwert, an, der sich entlang der Auftriebsfläche verändert. Dagegen steht C_A für einen „mittleren" Beiwert, also für den Durchschnitt von C_a über die gesamte Fläche.

Gängige Profile für Verkehrsflugzeuge erreichen Auftriebsbeiwerte von ca. 1,2 bis 1,6 bei Anstellwinkeln bis ca. 15 Grad. Höhere Auftriebsbeiwerte und Anstellwinkel erfordern in der Regel den Einsatz von Klappen.

Der Auftriebsbeiwert ist über die → *aerodynamische Güte* mit dem → *Widerstandsbeiwert* verknüpft.

Aufwind

Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet eine räumlich vergleichsweise stark begrenzte, nach unten gerichtete Luftströmung an der Luvseite (→ *Luv*) großer, von einer Luftströmung umströmter Objekte (Hügelketten, Berge, Wolke, aber auch Hochhäuser), welche die gleichmäßige Luftströmung beeinträchtigen. Aufwind tritt auch im Niederschlag und in der Nähe kumulusförmiger Wolken auf. Beim Flug durch einen Aufwind gewinnt ein Flugzeug an → *Flughöhe*. Den Aufwind nutzt daher z. B. ein Segelflugzeug um Höhe zu gewinnen. Eine Sonderform ist der → *Hangwind*.

Das Gegenteil des Aufwinds ist der → *Abwind*.

Aureole

Ein Begriff aus der Physik, der auch in der → *Meteorologie* verwendet wird. Die Aureole ist ein Beugungseffekt von Licht an sehr kleinen atmosphärischen Teilchen einer → *Wolke*, z. B. an Eiskristallen oder Wassertröpfchen. Haben alle diese Kristalle in etwa die gleiche Größe, so resultiert dies in systematisch interferierenden Lichtstrahlen und ringförmigen Beugungsfiguren. Da der Interferenzeffekt eine Funktion der Wellenlänge des Lichtes ist, haben die sich ergebenden Ringe minimaler und maximaler Helligkeit unterschiedliche Durchmesser bei verschiedenen Wellenlängen und erscheinen so einem Betrachter auf der Erdoberfläche oder in einem Flugzeug farbig.

Ausklinken, Ausklinkhöhe

Ein Begriff aus dem → *Segelflug*. Er bezeichnet dort den Vorgang des Trennens vom Schleppseil (Ausklinken) in einer bestimmten Höhe (Ausklinkhöhe). Die Ausklinkhöhe hängt unter anderem vom verwendeten Startverfahren (→ *Autoschleppstart*, → *Flugzeugschleppstart*, → *Gummiseilstart*) ab.

Auslaufphase

Ein Begriff aus dem Bereich des Betriebs von → *Hubschraubern*. Als Auslaufphase bezeichnet man das Nachlaufen des → *Rotors* nach einer → *Landung* bis zum völligen Stillstand. Diese beträgt z. B. beim Eurocopter BK 117 (Erstflug 13. Juni 1979) ca. 2 min.

Ausrollen

Bezeichnung für den Abschnitt der → *Landung* ab dem Aufsetzen, bei dem das Flugzeug mit Hilfe der zur Verfügung stehenden Hilfsmittel (z. B. → *Bremsklappen*, → *Schubumkehr*, Bremsen am → *Fahrwerk*, Bremsfallschirm) abgebremst wird. Die Verzögerung erfolgt in der Regel nicht bis zum Stillstand des Flugzeugs; vielmehr verlässt das Flugzeug mit einer Restgeschwindigkeit die → *Landebahn* und steuert über einen → *Rollweg* das → *Terminal* an. Bei → *Schnellabrollbahnen* kann diese Geschwindigkeit bis zu ca. 95 km/h betragen.

Ausschweben

Engl.: Flare. Bezeichnung für den Abschnitt der → *Landung*, der zwischen dem → *Abfangen* und dem → *Aufsetzen* des Flugzeugs auf der → *Landebahn* liegt. Die Phase des Ausschwebens dauert in der Regel nur wenige Sekunden. Gegenüber dem Abfangen wird der → *Anstellwinkel* und damit der → *Auftrieb* weiter erhöht, so dass die → *Sinkrate* weiter abnimmt und das Flugzeug fast in einen → *Horizontalflug* übergeht. Gleichzeitig wird die → *Fluggeschwindigkeit* reduziert.

Außenhaut

→ *Beplankung*.

Außenlaststation

→ *Pylon*.

Außenlooping

→ *Looping*.

Austria Control

Vollständige und rechtliche Bezeichnung ist Österreichische Gesellschaft für Zivilluftfahrt mbH. Austria Control bzw. Austrocontrol ist die gängige Bezeichnung für die am 1. Januar 1994

privatisierte Österreichische Luftfahrtbehörde mit Sitz in Wien, die für die → *Flugsicherung* im österreichischen Luftraum zuständig ist. Der staatliche Vorläufer wurde 1955 gegründet.
→ *http://www.austrocontrol.at/*

Autogyroscopter
→ *Tragschrauber.*

Automatischer Azimutanzeiger
→ *OBI*.

Autopilot
Abgekürzt mit AP oder A/P. Ein Teil des → *Flugreglers* zur automatischen Steuerung des Flugzeugs.
→ *Bahnregler*.

Autoschleppstart
Ein Begriff aus dem → *Segelflug*. Er bezeichnet eine Startmethode, bei der ein Segelflugzeug durch ein schweres und leistungsstarkes Auto mit einem 300 bis 800 m langen Seil auf 70 bis 120 km/h beschleunigt und üblicherweise sogar über mehrere km gegen den Wind in die Höhe gezogen wird, bis der Pilot das Seil ausklinkt. Vorteil dieses Verfahrens sind niedrige Kosten, nachteilig ist die erheblich lange Strecke, weshalb dieses Verfahren in Deutschland kaum Anwendung findet.

AVASI
Abk. für Abbreviated Visual Approach Slope Indicator System. Eine besondere Ausführung des → *VASI*.

AvGas
→ *Kraftstoff*.

Aviation
Englischsprachiger Oberbegriff für die Luftfahrt.

Aviation Gasoline
→ *Kraftstoff*.

Avionik
Zusammenfassender Begriff für den Aufbau und die Arbeitsweise der → *Funknavigation*, der Funktechnik und ihren Navigationseinrichtungen am Boden und an Bord des Flugzeugs sowie die elektronischen Komponenten der Flugsteuerung wie z. B. dem → *Flugregler*. Der Name ist eine Kombination der Begriffe → *Aviation* und Elektronik.

Aviophobie
→ *Flugangst*.

AWOS
Abk. für Automated Weather Observing System.
Bezeichnung für ein System, das Wetterdaten erfasst, und automatisch über Funk (und mit einer vom Computer erzeugten Stimme) an die Teilnehmer im Luftverkehr ausstrahlt. AWOS wird in vier Klassen unterteilt:
- AWOS-A überträgt lediglich die Höhe der AWOS-Station.
- AWOS-1 überträgt zusätzlich Daten zur → *Windgeschwindigkeit*, Lufttemperatur, Luftdichte und → *Luftfeuchtigkeit*.
- AWOS-2 überträgt zusätzlich Informationen zur Sichtweite.
- AWOS-3 überträgt zusätzlich Informationen zur → *Wolkenhöhe*.

AWY
Abk. für Airway.
→ *Luftstraße*.

Axialverdichter
→ *Verdichter*.

AZF
Abk. für Allgemeines Sprechfunkzeugnis für den Flugfunkdienst. Bezeichnung für eines von drei möglichen → *Flugfunkzeugnissen* für die Teilnahme am Flugfunkdienst. Das Mindestalter zum Erlangen dieses Zeugnisses liegt bei 18 Jahren. Ferner ist zum Erlangen des AZF der Besitz des BZF I oder II notwendig (→ *BZF*).
Das AZF ist fast ausschließlich für Flüge nach → *Instrumentenflugregeln* erforderlich, weshalb alle → *Piloten*, die nach Instrumentenflugregeln fliegen, dieses Flugfunkzeugnis besitzen müssen, also auch alle Privatpiloten (→ *PPL*) und Verkehrspiloten (→ *ATPL*) die über eine Instrumentenflugberechtigung verfügen. Ist ein Flugzeug, das privat genutzt wird, zum Instrumentenflug zugelassen, hat aber keinen → *Autopilot*, der sowohl die Richtung als auch die → *Flughöhe* halten kann, so muss zur Entlastung des Piloten ein zweites Besatzungsmitglied an Bord sein, das zwar keine Pilotenlizenz, aber ein AZF besitzt.
Die AZF-Prüfung besteht aus einem theoretischen Teil und einem praktischen Teil. Der theoretische Teil besteht aus 40 Fragen in englischer Sprache, von denen 75 % korrekt beantwortet werden müssen. Die Fragen kommen aus folgenden Bereichen:
- Luftverkehrsordnung (→ *LuftVO*) einschließlich der dazu ergänzenden Durchführungsverordnungen, soweit sie für Flüge nach Instrumentenflugregeln zur Anwendung kommen.
- Verordnung über die Flugsicherungsausrüstung der Luftfahrzeuge bei Flügen nach Instrumentenflugregeln einschließlich der dazu ergangenen Durchführungsverordnungen.
- *Funknavigation* bei Flügen nach Instrumentenflugregeln einschließlich → *Radar* und Radarverfahren.

Im praktischen Teil wird ein Instrumentenflug in zwei Phasen simuliert:
- Erstellen eines → *Flugplans* für einen Flug zwischen zwei Verkehrsflughäfen.
- Simulierter Instrumentenflug nach dem erstellten Flugplan mit simulierter Abwicklung des Sprechfunkverkehrs in englischer Sprache unter Annahme eines Fluges nach Instrumentenflugregeln.

Bei Kandidaten, die Inhaber eines BZF II sind, ist noch eine Zusatzprüfung wie das Lesen eines Textes in englischer Sprache aus der → *Flugsicherung* (etwa 10 Zeilen) mit anschließender mündlicher Übersetzung in die deutsche Sprache nötig. Für Inhaber eines anerkannten ausländischen Flugfunkzeugnisses (z. B. aus Großbritannien oder der USA) entfällt die Prüfung des Sprechfunkverkehrs in englischer Sprache.

Azimut
→ *Steuerkurs*.

Azimutverfahren
→ *Richtungsmessverfahren*.

B

Babywiege
Ein Begriff aus der Verkehrsfliegerei. Er bezeichnet ein auf Anforderung eines Passagiers montierbares Zubehörteil auf ausgesuchten Sitzplätzen (üblicherweise in der Nähe der → *Galley* oder Toilette). Dort kann für mitreisende Kleinkinder unter zwei Jahren eine Babywiege montiert werden. Sie wird entweder an einer Schiene der Gepäckfächer montiert oder an einer Trennwand vor der unmittelbar dahinter liegenden Sitzplatzreihe.

BADV
Abk. für Bodenabfertigungsdienst-Verordnung.
Ein Begriff aus dem → *Luftrecht*. Vollständige Bezeichnung ist Verordnung über Bodenabfertigungsdienste auf Flugplätzen. In Deutschland gibt die Bodenabfertigungsdienst-Verordnung die marktwirtschaftlichen Rahmenbedingungen für Unternehmen vor, die an einem → *Flugplatz* entsprechende Dienste (→ *Bodenabfertigungsdienste*) anbieten und durchführen wollen. Sie regelt unter anderem Zahl, Anforderungen und Auswahlkriterien von Dienstleistern, und die gemeinsame Nutzung zentraler Einrichtungen, die aus wirtschaftlichen Gründen für alle Anbieter nur einmal am Flugplatz vorhanden sind (z. B. die → *Gepäck*- und Tankanlage).

Baggage Tag
→ *Gepäckabschnitt*.

Baggage Tracing
Auch Mishandled Load Office (MLO), Lost and Found Office oder in Deutschland Gepäckermittlung genannt. Ein Begriff aus der → *Verkehrsfliegerei* und dort aus der → *Gepäckabfertigung*. Bezeichnung für die Abteilung einer → *Luftverkehrsgesellschaft* oder eines entsprechenden von ihm beauftragten Dienstleisters am Flughafen, die oder der sich mit der Suche nach verlorenem Gepäck und der Regelung von Schadenersatzansprüchen gemäß dem → *Montrealer Haftungsübereinkommen* (1999) bei nicht wiedergefundenem oder beschädigtem Gepäck beschäftigt. Ferner kann sie → *Overnight-Kits* ausgeben. Ein entsprechendes Büro befindet sich üblicherweise im Bereich der Gepäckausgabe (Baggage Claim). Dort haben die Mitarbeiter Zugriff auf Formulare (→ *PIR*) und Software (→ *Worldtracer*) und können mit Hilfe des → *Gepäckabschnitts* und der im PIR festgehaltenen Angaben des Passagiers die Suche nach verlorenem Gepäck einleiten.
Die Quoten verlorenen oder fehlgeleiteten oder liegengebliebenen Gepäcks unterscheiden sich zwischen Luftverkehrsgesellschaften und → *Flughäfen* bzw. Ländern erheblich und können bis zu 20 % betragen, unter besonderen Bedingungen wie z. B. massiver Flugausfälle infolge schlechten Wetters auch mehr.
Die meisten Verluste (49 %) gibt es bei Anschlussflügen. Weltweit gehen im Schnitt 1,8 % der Gepäckstücke verloren mit leicht sinkender Tendenz. Es gibt immer mal wieder Ausreißer das Jahr über, z. B. wenn an einem Verkehrsknotenpunkt ein neuer Terminal oder ein neues Gepäcksystem in Betrieb geht und es einige Tage dauert, bis das System fehlerfrei läuft.
Über die Zuverlässigkeit des Baggage-Tracings gibt es unterschiedliche Angaben, z. B. dass in 95 % aller Fälle der Koffer in spätestens fünf Tagen wiedergefunden und dem Fluggast ausgehändigt wird wohingegen es unwahrscheinlich ist, dass wenn Gepäck länger als fünf Tage vermisst ist, es überhaupt jemals wiedergefunden und korrekt zugeordnet werden kann. Offiziell gilt ein Gepäckstück, das nach drei Wochen immer noch nicht wiedergefunden wurde, als endgültig verloren.
Die Gründe für den Gepäckverlust sind vielfältig. Kriminalität, d. h. das Stehlen eines Koffers, in dem lukrativer Inhalt vermutet wird, hat nur einen kleinen Anteil. Schwerwiegender sind technische Probleme in der Gepäckförderanlage des Abflug- oder Umsteigeflughafens (Barcodes können nicht richtig gelesen werden, Koffer werden nicht richtig oder nicht rechtzeitig transportiert).
Als Reisender ist es sehr hilfreich, an seinem Koffer ein gut lesbares Etikett mit seinen persönlichen Daten in der gleichen Schreibweise wie auf dem Flugticket anzubringen.

Bahnanstellwinkel
Der Bahnanstellwinkel beschreibt, zusammen mit dem Bahnschiebewinkel und dem Bahnhängewinkel, die Verdrehung der festen Flugzeugachsen (→ *Rollachse*, → *Nickachse*, → *Gierachse*) gegenüber der Richtung der → *Bahngeschwindigkeit*. Dabei beschreibt der Bahnanstellwinkel die Auslenkung des Flugzeugbugs (→ *Bug*) „nach oben oder unten“, der Bahnschiebewinkel „nach rechts oder links“ gegenüber der Flugrichtung. Der Bahnhängewinkel beschreibt die Auslenkung der Flügel „nach oben oder unten“ gegenüber der Flugebene. Vereinfacht gesagt treten diese drei Winkel immer dann auf, wenn das Flugzeug nicht entlang seiner Flugbahn ausgerichtet ist, z. B. wenn das Flugzeug unter dem Einfluss von Seitenwind zu → *Schieben* beginnt.
Der Bahnanstellwinkel ist bei landenden Flugzeugen kurz vor dem → *Aufsetzen* gut zu beobachten. Obwohl das Flugzeug sinkt (die Flugbahn also nach unten zeigt) ist der Bug des Flugzeugs waagerecht oder sogar nach oben gerichtet. Der Grund hierfür ist, dass das Flugzeug in Folge der geringen → *Fluggeschwindigkeit* bei der → *Landung* einen höheren → *Anstellwinkel* benötigt um den nötigen → *Auftrieb* zu erzeugen.
→ *Flugbahnfestes Koordinatensystem*.

Bahnazimut
Der Bahnazimut beschreibt zusammen mit dem Bahnneigungswinkel (vereinfacht auch Bahnwinkel genannt) die Richtung der momentanen Flugbahn gegenüber der ebenen Erde. Anders ausgedrückt beschreiben die beiden Winkel die Richtung des Vektors der → *Bahngeschwindigkeit* gegenüber der ebenen Erde. Dabei gibt der Bahnazimut die Richtung der Flugbahn „nach links oder rechts“, der Bahnneigungswinkel „nach oben oder unten“ an.
→ *Flugbahnfestes Koordinatensystem*.

Bahnbezeichnung
Engl: Runway Designation (Marking). Die Bahnbezeichnung gibt die Ausrichtung einer → *Start- und Landebahn* als zweistellige Zahl an. Multipliziert man diese Zahl mit 10, so erhält man eine Gradzahl, die der Richtung der Bahn auf der Kompassrose entspricht. Abweichungen von +/− 5 Grad werden dabei toleriert. Die Code-Zahl „27“ steht also für eine Bahn, die ungefähr nach 270°, und damit genau nach Westen, ausgerichtet ist.
Bahnen, die in beiden Richtungen verwendet werden können, verfügen über zwei Bahnbezeichnungen, z. B. 07 (für 70°) und 25 (für 70°+180°=250°). Bei → *Parallelbahnsystemen* wird zur Unterscheidung der Bahnen der Zusatz L (für Left) oder R (für Right) angefügt, z. B. 07L bzw. 07R. Bei Systemen mit drei parallelen Bahnen erhält die mittlere Bahn den Zusatz C für Center

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_2, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

oder Central (=mittig). Bei Flughäfen mit vier oder fünf parallelen Bahnen – Beispielsweise Fort Worth (DFW) in Texas/USA – werden für jeweils paarweise Bahnen die nächst höheren bzw. nächst niedrigeren numerisch möglichen Bezeichnungen verwendet (z. B. 36L und 36R sowie 35L, 35C und 35R in Fort Worth).
Die Bahnbezeichnung ist Teil der → *Markierungen* der Start- und Landebahn, und wird auch zur Beschreibung der Bahnen eines → *Flugplatzes* z. B. im → *Luftfahrthandbuch* verwendet.

Bahnendbefeuerung
Engl: Runway End Identification Lights, abgekürzt REIL. → *Befeuerung* zur Kennzeichnung der Endlinie einer → *Start-* und → *Landebahn* durch eine Reihe roter Lichter. Die Lampen der Bahnendbefeuerung können gleichzeitig in entgegengesetzter Richtung ein grünes Licht zur → *Schwellenbefeuerung* ausstrahlen.

Bahngeschwindigkeit
Auch Gesamtgeschwindigkeit über Grund genannt. Bezeichnung für die Translationsgeschwindigkeit des Flugzeugs gegenüber der Erde. Sie gibt also die wirkliche Geschwindigkeit eines Flugzeugs – sowohl vertikal als auch horizontal – gegenüber einem Punkt der Erdoberfläche an. Betrachtet man nur die vertikale Komponente der Bahngeschwindigkeit, so erhält man die → *Steig-* bzw. → *Sinkrate* des Flugzeugs. Die horizontale Komponente der Bahngeschwindigkeit entspricht dagegen der → *Geschwindigkeit über Grund* (auch Bodengeschwindigkeit, engl. Ground Speed, abgekürzt GS).
Subtrahiert man von der Bahngeschwindigkeit die → *Windgeschwindigkeit*, so erhält man die für den → *Auftrieb* relevante → *Anströmgeschwindigkeit*. Sie ist identisch mit der → *Fluggeschwindigkeit*.

Bahnhängewinkel
→ *Bahnanstellwinkel*.

Bahnneigungswinkel
→ *Bahnazimut*.

Bahnregler
Eine Komponente des → *Flugreglers* zur Führung und Stabilisierung des Flugzeugs entlang seiner Flugbahn. Die Flugbahn ist dabei gekennzeichnet durch Parameter wie → *Steuerkurs*, → *Fluggeschwindigkeit*, Flughöhe, Vertikalgeschwindigkeit (→ *Steigrate* oder → *Sinkrate*) und → *Bahnwinkel*.

Einfacher Autopilot
In seiner einfachsten Ausführung besteht der Bahnregler aus dem Azimutregler und dem Höhenregler. Diese Anordnung wird heute auch als einfacher Autopilot bezeichnet und ist seit den 50er Jahren im Einsatz.
Der Azimutregler erlaubt das Halten eines vorgewählten Steuerkurses (Betriebsart Heading Hold); bei Abweichungen wird durch Ansteuerung der → *Quer-* und → *Seitenruder* ein → *Kurvenflug* eingeleitet.
In den 60er Jahren wurde der Azimutregler um die Betriebsart Heading Acquire erweitert; sie erlaubt das automatische Anfliegen eines vorgewählten Steuerkurses. Eine Möglichkeit ist das Anfliegen und Überfliegen einer → *VOR*-Station; dabei ist das VOR-Messsignal für den Bahnregler ein direktes Eingangssignal. Alternativ kann über das Reglerbediengerät bzw. ein Navigationsgerät ein Soll-Kurs eingegeben werden, z. B. als gewünschter Anflugwinkel auf eine VOR-Station (Soll-Standlinie).
Der Höhenregler hält eine vorgewählte Flughöhe mit Hilfe des → *Höhenruders* (Betriebsart Altitude Hold); die gewünschte Höhe muss dabei allerdings vom Piloten selber angeflogen werden. Die Messung und Regelung der Vertikalgeschwindigkeit erlaubt die zusätzliche Betriebsart Vertical Speed Hold. Dabei erfliegt der Pilot zunächst eine gewünschte Steig- oder Sinkrate. Nach Einschalten des Autopiloten hält dieser die vorgewählte Vertikalgeschwindigkeit mit Hilfe des Höhenruders. Diese Betriebsart ist so effektiv, dass sie in modernen Flugreglern die Nick-Lageregelung mit übernimmt und die entsprechende Funktion des untergeordneten → *Lageregelers* ersetzt.
Die Wahl der Betriebsart und die Eingabe der Vorgabewerte durch den Piloten erfolgt mit Hilfe des Flight Control Unit (FCU) oder das Mode Control Panel (MCP).

Verbesserter Autopilot mit Vortriebsregler
Der Vortriebsregler ergänzt die Stellglieder des einfachen Autoplioten (Höhenruder, Seitenruder, Querruder) um den Triebwerksschub. Erst dadurch können Fluggeschwindigkeit und Höhe bzw. Fluggeschwindigkeit und Vertikalgeschwindigkeit unabhängig voneinander geregelt werden. Die entsprechenden zusätzlichen Betriebsarten des Autopiloten werden z. B. als Speed Hold, IAS Hold (→ *IAS*) oder Mach Hold (→ *Mach*) bezeichnet.
Alternativ kann eine vorgewählte Flughöhe angeflogen werden (Betriebsart Altitude Acquire); dabei erzeugt der Bahnregler eine einfache Trajektorie zum Einfliegen bzw. Ausfliegen des Steigflugs.

Automatische Landung
Der Autopilot mit Höhenregler, Azimutregler und Vortriebsregler erlaubt auch die Durchführung automatischer Landungen mit Hilfe des → *Instrumenten-Landesystems* (ILS, Betriebsart Auto-Land). Diese Verfahren wurden bereits in den 50er Jahren entwickelt; sie sind dadurch begünstigt, dass die letzten Flugphasen vor der Landung international stark standardisiert sind. Prinzipiell werden dabei → *Gleitpfad* und → *Landekurs* des ILS-Systems dem Bahnregler als Soll-Größen vorgegeben.

Integrierte Bahn-Führungsregler
Der Übergang von analogen zu digitalen Reglern in den 70er Jahren führte zu weiteren Verbesserungen des Bahnreglers. Statt einzelner Bahnparamter wie Höhe oder Geschwindigkeit werden nun alle Zustandsgrößen gemeinsam (=integriert) geregelt. Der Bahnregler ist in der Lage aufwendigere Trajektorien zu generierten und nachzufliegen, die für den jeweiligen Flugzustand optimiert sind. Gleichzeitig wurde die Führungsgenauigkeit des Bahnreglers durch Einführung der → *Vorsteuerung* wesentlich verbessert.

Moderne Bahnregelsysteme
Seit den 80er Jahren wird die Funktion des Bahnreglers mit Vorsteuerung vom Flight Guidance System (FGS) und dem untergeordneten Flight Control Computer (→ *FCC*) übernommen.
Diese Systeme sind mit einem übergeordneten Flugmanagement System (Flight Management System, → *FMS*), gekoppelt, das durch Verknüpfung umfangreicher Informationen aus Bord- und Bodensystemen (z. B. aktueller Flugzustand, geographische und meteorologische Daten, Flugplanung und Navigationsinformationen, Verkehrssituation, technische Parameter des Flugzeugs)

ganze Flugabläufe von Start bis Landung plant und optimiert. Die so gewonnenen Daten werden als Vorgaben dem FGS übergeben und mit Hilfe des FCC ausgeführt; der Pilot übernimmt hierbei nur noch eine Überwachungsfunktion.

Bahnschiebewinkel
→ *Bahnanstellwinkel*.

Bahnsystem
→ *Star- und Landebahn*.

Bahnwinkel
→ *Bahnazimut*.

Ballon
Ein Fluggerät nach dem Prinzip → *Leichter als Luft*, welches aus einer sphärischen, mit Gas gefüllten Hülle, und einer daran befestigten Gondel besteht. Die Gondel dient der Aufnahme von Passagieren oder technischen Instrumenten, z. B. zur Wetterbeobachtung.
Der → *Auftrieb* wird bei einem Ballon statisch durch ein Gas bzw. Heißluft in der gasundurchlässigen Hülle erzeugt. Das Gas ist leichter als die Luft der Umgebung, wodurch der Auftrieb entsteht.
Anfangs wurde die Gashülle mit Wasserstoff gefüllt. Infolge vieler Flugunfälle durch seine leichte Entzündbarkeit – davon am bekanntesten die verheerende Bruchlandung des → *Luftschiffs* „Hindenburg“ in Lakehurst/USA im Jahre 1937 – nutzte man in den Folgejahren das nicht brennbare Helium, das allerdings erst nach dem 2. Weltkrieg in industriell hergestellten, größeren Mengen zur Verfügung stand.
Man unterscheidet frei fliegende Ballons oder mit Drahtseilen befestigte Ballons, sogenannte Fesselballons. Fesselballons werden z. B. als Aussichtsplattform an Sehenswürdigkeiten genutzt. Früher wurden Ballons militärisch genutzt, unbemannt zur Behinderung der gegnerischen Luftwaffe oder bemannt als Beobachtungsplattform. Freiballons werden heute für Rundflüge, als Werbeträger oder als Hobby für luftsportliche Zwecke genutzt. Bei Ballons spricht man stets vom „Fahren“, nicht vom „Fliegen“.
Die deutschen Ballonfahrer sind im → *DFSV* als Verband organisiert.

Links
→ *http://www.ballonfahrten.de/*
→ *http://www.ballonfahrtunternehmen.de/*

Bambus
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Er bezeichnet einen natürlichen Werkstoff, der in der Frühzeit des Flugzeugbaus für den → *Tragflügel* und den → *Rumpf* in → *Gerüstbauweise* Verwendung fand. Dabei wurde Bambus in die gewünschte Länge zugeschnitten und mit Draht in die entsprechende Form gebracht oder durch Metallschellen an seinen Enden miteinander verbunden. Flächen konnten mit Stoff bespannt werden, so dass sich Tragflügel konstruieren ließen.
Verschiedene Nachteile ließen diesen Werkstoff jedoch rasch bedeutungslos werden. Bambus wurde schließlich bei frühen Holzkonstruktionen rasch durch die Hölzer Fichte und Esche ersetzt.

BAR
Abk. für Board of Airline Representatives.
Bezeichnung der Interessenvereinigung der in einem Land vertretenen → *Luftverkehrsgesellschaften*. In jedem Land, in dem internationale Luftfahrt betrieben wird, gibt es einen BAR; in Deutschland ist dies → *BARIG*.
→ *http://www.bar-ch.org/*

BARIG
Abk. für Board of Airline Representatives in Germany.
Bezeichnung für die Vereinigung der in Deutschland vertretenen → *Luftverkehrsgesellschaften*. Mitglied dieses Verbandes können Luftverkehrsgesellschaften „mit vertrieblicher oder operationeller Präsenz in Deutschland“ werden. Gegenwärtig hat BARIG 104 Mitglieder und ist damit nach eigenen Angaben der größte → *BAR* weltweit. BARIG, gegründet im Jahr 1951, hat nach der rechtlichen und organisatorischen Verselbständigung 1993 und der Intensivierung der Aktivitäten in der luftfahrtpolitischen Diskussion entscheidend an Gewicht gewonnen. Er setzt sich gezielt für die Verbesserung der wirtschaftlichen und operationellen Bedingungen für die Luftverkehrsgesellschaften in Deutschland ein. Zudem wird BARIG bei allen maßgeblichen luftfahrtpolitischen Entscheidungen, Gesetzesänderungen, Gebührenänderungen, Nachtflugregelungen und anderen Entscheidungen dieser Art konsultiert und steht im Meinungsaustausch mit Fluglärmkommissionen, Grenzschutz- und Zivilbehörden sowie Unternehmen und Verbänden anderer Verkehrsträger. Zur internen Abstimmung der Politik führt BARIG regelmäßige Mitgliederversammlungen durch. Zwischen der Mitgliederversammlung und dem BARIG-Büro agiert das Executive Committee, bestehend aus zwölf gewählten Vertretern der Mitglieds-Luftverkehrsgesellschaften, die die einzelnen Regionen des Weltluftverkehrs repräsentieren. Auf den einzelnen deutschen Verkehrsflughäfen repräsentieren die im BARIG zusammengefassten Airlines mehr als 90 % des Verkehrsaufkommens.
→ *http://www.barig.org/*

Barisches Windgesetz
Auch Buys-Ballotsches Gesetz genannt. Es besagt für die Nordhalbkugel der Erde, dass wenn ein Beobachter dem Wind den eigenen Rücken zudreht, dann in Blickrichtung vor ihm links das Tief- und rechts hinter dem Rücken das Hochdruckgebiet liegt.
Der Grund für diese Regel ist, dass die vom Hochdruckgebiet zum Tiefdruckgebiet strömende Luft durch die Corioliskraft auf der Nordhalbkugel der Erde das Hochdruckgebiet im Uhrzeigersinn und ein Tiefdruckgebiet in der Gegenrichtung zum umströmen versucht. Auf der Südhalbkugel wirt die Kraft entsprechend umgekehrt. Die Regel ermöglicht es, aus den beobachteten Änderungen der Windrichtung auf die Zugbahn eines Tiefdruckgebietes zu schließen, da die Änderung der Windrichtung eine Drehung des Beobachters erfordert, der dann wiederum abschätzen kann, von wo nach wo sich das Tief bewegt.

Entwicklung
Die Bezeichnung Buys-Ballotsches Gesetz leitet sich davon ab, dass der holländische Meteorologe Christophorus Henricus Didericus Buys-Ballot (*1817, †1890) im Jahre 1856 die Regel formulierte. Buys-Ballot gründete den niederländischen Wetterdienst und schuf das erste europäische Sturmwarnsystem, das seinerzeit für die Seefahrt von hoher Relevanz war.

Barometer
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Mit Hilfe eines Barometers mist man den atmosphärischen → *Luftdruck*. Es gibt verschiedene Arten von Barometern: Aneroidbarometer (→ *Dosenbarometer*), Flüssigkeitsbarometer und Hypsometer. Ein Beispiel für ein Flüssigkeitsbarometer ist das Quecksilberbarometer, bei dem zur Messung ein Gleichgewicht zwischen dem Luftdruck und dem Druck einer Quecksilbersäule erzeugt wird. Das erste Barometer, ein Flüssigkeitsbarometer, wurde von E. Torricelli entwickelt. In der Meteorologie zählen der Luftdruck bzw. entsprechende Luftdrucktendenzen zu den wichtigsten Größen neben Temperatur, → *Luftfeuchtigkeit* und → *Windgeschwindigkeit*. So deutet zum Beispiel im Sommer ein starker Luftdruckfall häufig auf nahende Gewitterfronten und im Winter auf rasch heranziehende Frontensysteme und Sturmtiefs hin.

Barometrische Höhe
Die Höhe, die durch eine → *barometrische Höhenmessung* ermittelt wurde.

Barometrische Höhenmessung
Ein Messverfahren, bei dem die Höhe nicht direkt, sondern indirekt durch Umrechnen eines mit einem → *Barometer* gemessenen → *statischen Drucks* ermittelt wird.
Zur Umrechnung des Drucks in die Höhe wird die → *Standardatmosphäre* verwendet. Weicht die tatsächliche Atmosphäre von der Standardatmosphäre ab, so kommt es zu einem systematischen Umrechnungsfehler. In Bodennähe kann dieser Fehler bis zu 25 Meter betragen, so dass hier auf einen → *Radio-* oder → *Radarhöhenmesser* auszuweichen ist. Im → *Reiseflug* führt die Orientierung anhand der Barometrischen Höhe dazu, dass auf Flächen konstanten Drucks, nicht aber unbedingt auf einer konstanten Höhe geflogen wird. Ein Beispiel für eine barometrische Höhe ist die am → *Höhenmesser* im Flugzeug angezeigte → *Höhe über Normalnull*.

Barometrische Höhenstufe
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet eine Höhendifferenz zweier Punkte, bei der der → *Luftdruck* um 1 hPa abnimmt. In Nähe des Meeresspiegels gilt im Mittel 1 hPa = 8m als Höhendifferenz. Mit zunehmender Höhe wächst die barometrische Höhenstufe: In 5.000 m entspricht die Höhenänderung um 1 hPa etwa 14 m.

Barometrischer Höhenmesser
Spezifische Ausführung des → *Höhenmessers* als → *Doseninstrument*, das auf dem Prinzip der → *barometrischen Höhenmessung* basiert.
Das → *Dosenbarometer* ist ein Beispiel für einen Barometrischen Höhenmesser.

Bart
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*, bzw. aus dem Jargon unter → *Segelfliegern*. Wenn ein Segelflieger von Bärten spricht, dann meint er meistens thermische → *Aufwinde,* die in große Höhen reichen und die umgebende, nicht notwendigerweise ebenfalls warme Luft mit sich zieht. Diese Luft löst sich allerdings in Form eines Wirbels wieder, so dass dieser räumlich begrenzte Aufwind eine Art von Wirbeln umgebenen Schlauch ergibt. Auf Grund seines Auftriebs kann ein Bart sogar ein Stück in eine stabile Luftschicht oder → *Inversion* eindringen.
Als Dreimeterbart bezeichnet man einen Aufwind, in dem ein Segelflugzeug 3 m pro Sekunde steigt.
Die Herkunft dieses Jargons ist unklar, leitet sich aber wahrscheinlich von den weißen Fetzen ab, die unten aus einer → *Kumuluswolke* heraushängen können.

Base
→ *Platzrunde*.

Basisregler
Auch Flugeigenschaftsregler genannt. Zusammenfassende Bezeichnung für den → *Stabilisationsregler* und den → *Lageregler*.
→ *Flugregler*.

BAZL
Abk. für Bundesamt für Zivilluftfahrt.
International auch Federal Office of Civil Aviation genannt. Bezeichnung für die oberste → *Luftfahrtbehörde* in der Schweiz. Vergleichbar mit dem Luftfahrtbundesamt (→ *LBA*) in Deutschland.
→ *http://www.aviation.admin.ch/*

B-Check
→ *Wartung*.

BDF
Abk. für Bundesverband der Deutschen Fluggesellschaften.
Eine Interessengemeinschaft deutscher Fluggesellschaften gegenüber Politik und Wirtschaft (z. B. Flughafenbetreibern). Die Vollmitglieder des BDF, darunter seit 2005 auch die Lufthansa, befördern ca. 100 Mio. Passagiere jährlich und beschäftigen ca. 100.000 Mitarbeiter.
Der BDF ist aus der 1976 von Bavaria/Germanair, Hapag Lloyd und Air Berlin gegründeten Arbeitsgemeinschaft Deutscher Luftfahrtunternehmen (ADL) hervorgegangen.
→ *http://www.bdfaero.de/*

BDLI
Abk. für Bundesverband der deutschen Luft- und Raumfahrt- und Ausrüstungsindustrie.
Bezeichnung für einen Interessenverband der Zulieferindustrie für die Luft- und Raumfahrtindustrie in Deutschland mit Sitz in Berlin.
Der BDLI ist auf europäischer Ebene der deutsche Vertreter im → *AECMA*.
Ein Zusammenschluss eher mittlerer und kleinerer Unternehmen ist → *ALROUND*.
→ *http://www.bdli.de/*

Beaufort-Grad
→ *Windgeschwindigkeit*.

Bedeckt
→ *Bedeckungsgrad*.

Bedeckungsgrad
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet, mit einem standardisierten Kürzel, das Ausmaß der Bedeckung des Himmels mit Wolken. Dieses Maß wird von einem beobachtenden Meteorologen geschätzt und im Klimadienst in Zehntel bzw. im Synoptischen Dienst in Achtel angegeben. Die Angaben reichen von 0/8 oder 0/10 (wolkenlos) bis 8/8 oder 10/10 (bedeckt). Im Wetterbericht erfolgt meist folgende Zuordnung:

Buchstabe	Bezeichnung Wettervorhersage	Bedeutung
0/8	Wolkenlos	Blauer Himmel
1/8, 2/8	Heiter	Einzelne kleinere Wolken
3/8	Leicht bewölkt	Mehrere Wolken, auch größere
4/8, 5/8, 6/8	Wolkig	Zahlreiche Wolken
7/8	Stark bewölkt	Fast durchgehende Wolkendecke
8/8	Bedeckt	Geschlossene Wolkendecke

Von der herkömmlichen Wettervorhersage leicht abweichend werden folgende Bezeichnungen im Flugwetterdienst verwendet:

Buchstabe	Bezeichnung wFlugwetterdienst
0/8	Sky Clear (SKC)
1/8, 2/8	Few (FEW)
3/8, 4/8	Scattered (SCT)
5/8, 6/8, 7/8	Broken (BKN)
8/8	Overcast (OVC)

Beef-or-Pasta
→ *Chicken-or-Pasta*.

Befeuerung
Zusammenfassender Begriff für Beleuchtungen am → *Flugplatz*, die → *Piloten* von Flugzeugen auf → *Rollwegen*, auf dem → *Vorfeld*, auf den → *Start- und Landebahnen* sowie beim → *Endanflug* eine visuelle Orientierung bieten.
Befeuerungen stellen eine Unterstützung der Systeme der → *Funknavigation* am Flugplatz wie → *DME*, → *VOR* oder → *Instrumenten-Landesystem* dar, und erlauben es:
- Die Sicherheit der Flugzeuge beim → *Rollen* und bei → *Start* und → *Landung* zu erhöhen.
- Endanflüge mit den bei modernen Verkehrsflugzeugen hohen → *Anfluggeschwindigkeiten* durchzuführen.
- Den Flugplatzbetrieb auch bei schlechten Sichtbedingungen, z. B. in der Nacht oder bei schlechtem Wetter, aufrecht zu erhalten.

Befeuerungen sind dabei wesentlich effektiver als die rein passiven, d. h. nicht selbst leuchtenden → *Markierungen*.
Generell unterscheidet man zwischen der Befeuerung der Start- und Landebahnen, der Anflugbefeuerung, der Gleitwegwinkelbefeuerung und der Befeuerung von Rollwegen und Vorfeld. Darüber hinaus gibt es weitere Befeuerungen zur Kennzeichnung von Hindernissen auf dem Flugplatz und in seiner Umgebung.
Die Ausführung der Befeuerung hängt von der Kategorie der Start- und Landebahn (→ *CAT*) ab, d. h. den minimalen Sichtbedingungen, bei denen auf dem Flugplatz noch Starts und Landungen durchgeführt werden dürfen. In ihrer aufwendigsten Form kann die Befeuerung für eine Start- und Landebahn mehrere tausend Halogen-Strahler mit einer Leistung von jeweils 50 bis 200 Watt umfassen. So verfügen die Start- und Landebahnen in München (MUC) beispielsweise über ca. 15.000 Lampen.

Befeuerung der Start- und Landebahn
Die Befeuerung von Start- und Landebahnen (engl: *Runway Lightning*) kann entlang der Kategorien → *HIRL,* → *MIRL* und → *LIRL* unterschieden werden.
Bei → *Sichtanflug-Landebahnen* ist sie meist beschränkt auf:
- Die → *Schwellenbefeuerung* (engl: Treshold Lights).
- Die → *Randbefeuerung* (engl: Runway Edge Lights).
- Die → *Bahnendbefeuerung* (engl.: Runway End Lights, oder auch REIL für Runway End Indication Lights).

Für → *Präzisionsanflug-Landebahnen* und auch für die meisten → *Instrumentenanflug-Landebahnen* wird diese Grundbefeuerung durch weitere Lichtsignale ergänzt:
- Die → *Mittellinienbefeuerung* (engl: Runway Centre Lights).
- Die → *Aufsetzzonenbefeuerung* (engl: Runway Touch-down Zone Lights).
- in einigen Fällen werden auch eventuell vorhandene → *Überrollstrecken* markiert.

Anflugbefeuerung und Anflugblitzbefeuerung
→ *Anflugbefeuerung*.

Gleitwinkelbefeuerung
→ *Gleitwinkelbefeuerung*.

Befeuerung von Rollwegen und Vorfeld
Rollwege und Ränder des Vorfelds werden durch eine blaue Randbefeuerung (engl.: Taxiway Edge Lights) gekennzeichnet. Bei Präzisions-Landebahnen verfügen Rollwege zusätzlich über eine grüne Mittellinienbefeuerung (engl.: Taxiway Centre Lights), um das Rollen bei schlechten Sichtverhältnissen zu erleichtern. → *Stoppbarren* werden durch rote Lichtzeichen quer zur Rollrichtung markiert.

Befeuerung von Hindernissen
Alle Hindernisse, die die festgelegten → *Hindernisbegrenzungsflächen* am Flugplatz verletzen, werden durch rote Leuchtfeuer (engl: Obstacle Lights) markiert. Zusätzlich werden alle Objekte mit einer → *Höhe über Grund* von 100 m oder mehr (in Städten: 150 m oder mehr), die im Start- und Landebereich des Flugplatzes liegen, durch Befeuerung gekennzeichnet. Beispiele sind Baukräne, Kirchturmspitzen, Schornsteine, Hochhäuser oder Fernsehtürme.

Bauarten von Befeuerungen
Für Befeuerungen, die in alle Richtungen strahlen sollen, werden sog. → *Rundstrahlfeuer* eingesetzt. → *Richtstrahlfeuer* fokussieren ihr Licht in eine Richtung; dieser Effekt ist z. B. bei der Anflugbefeuerung erwünscht. Bei Start- und Landebahnen können besondere Strahler zur Kennzeichnung der → *Landeschwelle* und des Endes der → *Landebahn* eingesetzt werden, die mit zwei Farbfiltern ausgestattet sind. Bei diesen Lampen wird durch die vordere Öffnung grünes Licht zur Markierung der Landeschwelle, und nach hinten rotes Licht zur Kennung des Endes der Start- bzw. Landebahn ausgestrahlt.
→ *Unterflurfeuer* werden immer dort eingesetzt, wo es zum häufigen Überrollen der Befeuerung durch Flugzeuge kommen kann, also z. B. bei Mittellinienbefeuerungen.
Generell haben sich Halogenlampen für Befeuerungen bewährt, da sie über eine hohe Lebensdauer und ausreichende Leichtleistungen verfügen.

Beförderungsklasse
→ *Komfortklasse*.

Begleitjäger
→ *Parasitenjäger*.

Belly, Belly-Kapazität
Von engl. Bauch. Scherzhafter, aber gängiger Branchenjargon für den Unterflurladeraum in Passagierflugzeugen, in dem Gepäck und Fracht (→ *Frachtraum*, → *ULD*) transportiert wird. Das Volumen, ausgedrückt in Anzahl standardisierter Container oder auch in Gewicht, wird als Belly-Kapazität bezeichnet.

Belly Fairing
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Von engl. Belly=Bauch und Fairing=Verkleidung oder Ausbuchtung. Der Begriff bezeichnet die heute künstlich aufgedickte Verkleidung eines → *Rumpfes* am Übergang zu den → *Tragflügeln* (→ *Flügelkasten*), um dort das → *Fahrwerk* oder einen Tank unterbringen zu können und zusätzlich den Übergang zwischen Rumpf und Tragflügel aerodynamisch zu gestalten.
Eine Belly Fairing wird üblicherweise bei solchen Rümpfen angewendet, die einen zu geringen Durchmesser haben, um beim Einbau eines Fahrwerkschachtes noch genügend Raum für eine dem Einsatzzweck angemessene → *Kabine* zu lassen.
Die Airbus A320- und A340-Familien verfügen über besonders auffällige Belly Fairngs.

Belly Hold
→ *Frachtraum*.

Benzinablassen
→ *Treibstoffablassen*.

Beplankung
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Als Beplankung oder auch Außenhaut bzw. nur Haut bezeichnet man die äußerlich sichtbaren Teile, welche alle größeren Teile eines Flugzeugs wie z. B. → *Rumpf* oder → *Tragflügel* komplett umschließen und ihm gemäß der darunter liegenden Struktur aus → *Holm*, → *Rippe* oder → *Spant* gleichmäßig abschließen.
Bei Verkehrsflugzeugen besteht die Beplankung aus aufgenietetem Leichtmetallblech. Dieses Blech ist nicht überall am Flugzeug gleich dick. Beispielsweise nimmt die Dicke der Beplankung der Flügel vom Rumpf hin zu den Flügelspitzen ab. Je nach Bauart des Rumpfes nimmt die Beplankung auch Belastungen auf und dient damit nicht nur der einfachen Verkleidung der → *Kabine*. Die Beplankung nimmt bei der → *Schalenbauweise* auch Biegekräfte und Torsionskräfte auf.
Man kann folgende moderne Beplankungsformen unterscheiden:

- Integralbeplankung: Sie wird meistens bei der Beplankung von Tragflügeln und beim → *Leitwerk* eingesetzt. Die einzelnen Beplankungsbleche sind mit Hilfe von computergesteuerten Fräsmaschinen und einem Ätzvorgang zur Oberflächenbehandlung aus einem Stück gefertigt.
- Wabenbeplankung: Sie wird bei dünnen Bauteilen zwischen den einzelnen Beplankungen eingesetzt, wenn zwischen den Beplankungen keine tragenden Spante oder Holme sind. Dabei werden zwischen den Beplankungen (z. B. Ober- und Unterbeplankung) dünnwandige Aluminium- oder Kunststoffwaben als formgebende Struktur geklebt. Diese Art der Beplankung wird z. B. bei Rudern, → *Klappen* und auch zur Beplankung von Flügel- und Leitwerken eingesetzt. Nachteilig sind die schlechten Prüfmöglichkeit auf ein Loslösen der Klebung zwischen Folie und Deckblech sowie die schlechte Instandsetzbarkeit. In der Regel muss das gesamte Bauteil ausgetauscht werden.
- Beplankung mit Verbundplatten: Ähnlich wie die Wabenbeplankung, nur wird hierbei zwischen die Beplankungen als formgebende Füllmasse ein Stoff aus porigem Schaumstoff (z. B. Polystyrol, Polyurethanschaum u.Ä.) eingebracht.
- Beplankung mit → *Faserverbundwerkstoffen*: Bislang wurden Faserverbundwerkstoffe weniger in der Beplankung, als vielmehr bei der Verkleidung (etwa dbeim → *Bug*) eingesetzt, doch schreitet auch die Verwendung im Bereich der Beplankung von Tragflächen und Rumpf fort.

Entwicklung
Als Materialien kamen in der Frühzeit Leinen- oder Baumwollstoffe zum Einsatz (dann eher Bespannung genannt), gefolgt von Holz, das heute auch noch bei einigen Sportflugzeugen genutzt wird. Anschließend folgte Wellblech. Heute ist die Beplankung bei Verkehrsflugzeugen aus dem Leichtmetall → *Duraluminium*, das zum Schutz vor Korrosion mit einer dünnen Schicht Aluminium versehen wird. In der Zukunft werden Faserverbundwerkstoffe vermehrt und großflächig am Rumpf eingesetzt werden.

Berechtigung
→ *Rating*.

Bereitstellungsalarm
→ *Notlandung*.

Bermuda-Abkommen
Ein Begriff aus dem internationalen → *Luftrecht*. Bezeichnung für zwei Abkommen zwischen den USA und Großbritannien, die daher auch Bermuda I und Bermuda II genannt werden.
Bermuda I wurde zwischen Großbritannien und den USA 1946 geschlossen; beide Länder unterhielten in dieser Zeit besonders enge Beziehungen. Es war das erste bilaterale Luftverkehrsabkommen, an dem sich zahlreiche spätere Abkommen in den folgenden Jahrzehnten orientierten. Das Abkommen stellte einen Kompromiss zwischen den liberalen Bestrebungen der USA, die gegen jegliche Regelung von Kapazitäten, Tarifen und Flugrouten waren, und der entgegenstehenden Ansicht Großbritanniens dar. Das Ergebnis der Verhandlungen war eine Kapazitätsregelung, die Bestimmung der Tarife durch die → *IATA* und ein detailliertes Routensystem.
Bermuda II wurde im Juli 1977 unterzeichnet; es stellt eine der Zeit angepasste Weiterentwicklung des Bermuda-I-Abkommens dar.

Bernoullische Gleichung
Die Bernoullische Gleichung besagt, dass die Summe aus kinetischer Energie (→ *Staudruck*), Druckenergie (→ *statischem Druck*) und potenzieller Energie (durch die Ortshöhe) in einem Strömungsmedium konstant ist. Bei konstanter Ortshöhe (z. B. Luft in der Umgebung eines Flugzeugs) kann dies vereinfacht werden zu folgender Gleichung:

Staudruck + statischem Druck = Gesamtdruck = const.

Streng genommen gilt diese Form der Bernoullischen Gleichung nur für den Sonderfall einer stationären, inkompressiblen und reibungslosen Strömung. Dennoch kann sie als Näherung herangezogen werden, um den → *Auftrieb* an einem → *Tragflügel* zu erklären. Am Tragflügel strömt die Luft schneller über die gewölbte Oberseite des Profils als entlang seiner Unterseite. Nach der Bernoullischen Gleichung ist damit der Druck an

der Oberseite geringer als an der Unterseite; die Resultierende → *Kraft* dieser Druckdifferenz ist der Auftrieb. Eine Begründung, warum die Luft schneller über die Ober- als die Unterseite des Tragflügels strömt, kann mit Hilfe von → *Wirbeln* gegeben werden.
Die Bernoullische Gleichung ist nach ihrem Entdecker, dem Schweizer Physiker D. Bernoulli (* 1700, † 1782) benannt, und wird unter anderem auch in der → *Meteorologie* zur Erklärung von Windströmungen und Druckgebieten herangezogen.

Berufspilotenlizenz
→ *CPL*.

Bespannung
→ *Beplankung*.

Bestuhlung
Ein Begriff aus der Verkehrsfliegerei. Oberbegriff für die verwendeten Sitzmöbel an Bord eines Verkehrsflugzeugs und deren Charakteristika für unterschiedliche → *Komfortklassen* in der → *Kabine*. Je nach Komfortklasse unterscheiden sich die Sitzkissenbreite (Breite der Sitzfläche zwischen den Innenseiten der Armlehnen), der Sitzabstand und die maximale Rückenlehnenneigung. Darüber hinaus werden die Sitze je nach Komfortklasse mit weiteren Einrichtungen ausgestattet, etwa einem Stromanschluss (für Laptops und andere tragbare elektronische Geräte), Anschlüsse für Kopfhörer, verstellbare Kopfstützen, Staufächer/-netze, ausklappbare Tische oder individuelle Monitore für ein Unterhaltungsprogramm (→ *IFE)*. Auch können Sitzlehne und Sitzfläche besonders ergonomisch geformt sein.
Wie viele Sitze welcher Komfortklasse wo an Bord vorhanden sind wird durch das Kabinenlayout (Cabin Layout, oder auch nur kurz Layout) festgelegt, das auch die Lage der Toiletten und Bordküchen in gewissen, vom Flugzeugtyp vorgegebenen Grenzen definiert. Man unterscheidet üblicherweise:

- Einklassenbestuhlung: Eine durchgängig klassische Bestuhlung mit nur einem Sitztyp für nur eine Komfortklasse, üblicherweise die Economy Class. Oft ist sie in Charterfliegern oder kleineren Flugzeugen (unter 100 Sitzen) zu finden. Bei Flugzeugen, die im Inlandsverkehr oder im innereuropäischen Verkehr eingesetzt werden, ist es oft möglich, bestimmte Sitzreihen hinsichtlich der Sitzbreite zu verstellen, so dass eine Zweiklassenbestuhlung für eine zweite Komfortklasse simuliert werden kann.
- Zweiklassenbestuhlung: Eine Bestuhlung mit zwei Sitztypen für zwei Komfortklassen, üblicherweise die Economy Class und die Business Class. Oft im innereuropäischen Verkehr eingesetzt, jedoch nutzen viele → *Luftverkehrsgesellschaften* auch auf transkontinentalen Strecken lediglich zwei Klassen. Seit den späten 90er Jahren bieten auch einige Charterfluggesellschaften eine zweite Klasse an.
- Dreiklassenbestuhlung: Eine Bestuhlung mit drei Sitztypen für alle drei klassischen Komfortklassen (Economy Class, Business Class, First Class). So gut wie nur im transkontinentalen Linienverkehr auf Langstrecken eingesetzt.

Besucherterrasse
Ein Begriff aus dem Bereich des → *Flugplatzes*. Bezeichnung für einen der Öffentlichkeit zugänglichen Bereich an einem Flugplatz, von dem man aus eine gute Sicht auf das → *Vorfeld* und das System der → *Start- und Landebahnen* hat. Er erlaubt Besuchern, Abholern und → *Planespottern* die Beobachtung der Abfertigungs-, Start- und Landevorgänge und lädt häufig anhand von aufgestellten Exponaten zum Beschäftigen mit dem Flugwesen ein.
Von den auf einem Flugplatz Beschäftigten wird die Besucherterrasse wegen des vermeintlich seltsamen Gebarens der Besucher (z. B. weit ausladende Winkbewegungen mit oder ohne Regenschirm oder Handtasche) scherzhaft auch Affenfelsen genannt.

Betankung durch ein Unterflursystem mit Dispenser

Betankung
Bezeichnung für den operativen Vorgang der Befüllung von Tanks eines motorgetriebenen Fluggeräts mit → *Kraftstoff*. Für größere Flugzeuge übernimmt dies auf Verkehrsflughäfen üblicherweise ein Dienstleister, dessen Dienstleistungen zu den → *Bodenabfertigungsdiensten* gehören. Dies kann auf zwei verschiedene Arten erfolgen, bei beiden darf das Passagierflugzeug keine Personen an Bord haben:

- Durch Tankfahrzeuge: In diesem Fall transportieren Tanklastzüge (Refueling Vehicles) große Mengen Kraftstoffs von einem Tanklager über das → *Vorfeld* zur → *Parkposition* des zu betankenden Flugzeugs. Dort wird mit Hilfe einer Pumpe der Kraftstoff über eine Schlauchverbindung in die Tanks des Flugzeugs gepumpt.
- Durch ein Unterflurbetankungssystem: In diesem Fall ist das Tanklager eines Flughafens über eine unterirdische Pipeline mit ebenerdig an den Parkpositionen in das Vorfeld eingelassenen Hydranten (sogenannten Pits) verbunden. Ein Rüstwagen fährt zu den Parkpositionen und verbindet den Unterflurhydranten mit dem Flugzeug. Dabei hat der Rüstwagen selber keine Pumpe, sondern nutzt den hohen Druck des Rohrleitungssystems und reduziert ihn auf ca. 3,5 Bar, da ansonsten die Tanks durch zu hohen Druck beschädigt werden können. Ferner verfügt der Rüstwagen über Filteranlagen, um Verschmutzungen und Wassertröpfchen aus dem Kraftstoff herauszufiltern und die genaue Betankungsmenge zu messen. Die Betankung wird durch den Flugzeugtankwart vorgenommen, der dabei genauen Prozessen gehorchen muss. Unter anderem muss er dabei immer eine Toter-Mann-Schaltung bei sich führen und Flugzeug und Rüstwagen über ein Erdungskabel verbinden.

Als Beispiel sei der Flughafen Frankfurt/Main (FRA) genannt, der über ein 40 km langes Rohrleitungssystem unter dem Vor-

feld verfügt und Kraftstoffvorräte in einem lokalen Tanklager mit zehn Tanks (180.000 Kubikmeter) für ca. eine Woche. Das Rohrleitungssystem wird von der 1964 gegründeten Hydranten-Betriebs-Gesellschaft (HBG) betrieben. 97 % des in Frankfurt zum Auftanken verwendeten Kraftstoffs wird durch das Unterflursystem geleitet, der Rest wird mit Tankwagen zum Flugzeug transportiert, etwa auf das Vorfeld zu weiter abgelegenen Parkpositionen.
Die HBG ist ein Zusammenschluss unter Federführung der Esso AG, von BP, Caltex, Deutscher Shell, Deutscher Total und Mobil Oil. Der Kraftstoff wird per Tankschiff von Raffinerien in Rotterdam über den Rhein und den Main zu einem Hafen mit zwei Anlegestellen nach Kelsterbach transportiert und von dort über drei parallele Rohrleitungen über rund 5 km weiter zum Tanklager auf das Flughafengelände. Ferner ist das Tanklager an die RMR-Pipeline (Rotterdam, Gustavsburg, Raunheim, Frankfurt; betrieben von der Rhein-Main-Rohrleitungsgesellschaft) und eine NATO-Pipeline angeschlossen. Das Tanklager ist an 365 Tagen im Jahr rund um die Uhr einsatzbereit.

Bewegungsflächen
Engl: Movement Area. Zusammenfassender Begriff für die → *Rollfelder* und die → *Vorfelder* eines → *Flugplatzes*. Die Bewegungsflächen sind Teil der → *Flugbetriebsflächen*.

Bewölkungsgrad
→ *Bedeckungsgrad*.

Bezirkskontrolle
Auch Streckenkontrolle oder Regionalkontrolle; engl: Area Control oder En Route Control.
Die Bezirkskontrolle ist neben der → *Platzkontrolle* und der → *Anflugkontrolle* ein wesentlicher Teil der → *Flugverkehrskontrolle*. Sie wird von den → *Center-Lotsen* in den → *Kontrollzentren* durchgeführt.
Hauptaufgabe der Bezirkskontrolle ist die Führung von Flugzeugen im → *Streckenflug* unter Einhaltung der vertikalen und horizontalen → *Mindestabstände*. Sie ist unterteilt in die Überwachung des → *unteren Luftraums* und des → *oberen Luftraums*; letztere wird auch als Upper Area Control (UAC) bezeichnet. Jedes Kontrollzentrum ist für einen → *Kontrollbezirk* verantwortlich; diese können in kleinere Sektoren (Arbeitssektoren, Kontrollsektoren) unterteilt sein. Für die Überwachung des oberen Luftraums können auch spezielle Kontrollzentren, die sog. Upper Area Control Center (UACC), eingerichtet sein.
Die Bezirkskontrolle übernimmt Flugzeuge von den Nachbarsektoren, führt sie durch den eigenen Sektor und übergibt sie an die Bezirkskontrolle des nächsten Sektors. Die Koordinierung zwischen benachbarten Sektoren erfolgt durch → *Kontrollstreifen* und direkte Kommunikation der Center-Lotsen untereinander. Auf diese Weise wird vermieden, dass sich Flugzeuge, die zeitgleich in einen Sektor eindringen, zu nahe kommen.
Flugzeuge, die von einem Flugplatz im Kontrollbezirk gestartet sind und von der → *Anflugkontrolle* geführt werden, übernimmt die Streckenkontrolle ab einer vorgegebenen Höhe und reiht sie in den Verkehr im Sektor ein. Die Übergabe von Anflug- in Bezirkskontrolle erfolgt dabei am äußeren Rand des Nahbereichs des Flugplatzes (→ *TMA*), also etwa 30 bis 50 km vom Startpunkt entfernt.
Umgekehrt erteilt die Bezirkskontrolle Flugzeugen, die in einem nahe gelegenen Flugplatz landen wollen, die Erlaubnis zum → *Sinkflug* und übergibt sie an die Anflugkontrolle. Die Übergabe zwischen Anflugkontrolle und Streckenkontrolle erfolgt wiederum in ca. 30 bis 50 km Entfernung vom Flugplatz.
In Deutschland erfolgt die Bezirkskontrolle von den Kontrollzentren in Bremen, Berlin, Düsseldorf, Langen und München. Die Kontrollbezirke entsprechen dabei (bis auf kleinere Abweichungen in der Nordsee) den in Deutschland definierten → *FIR*. Für den oberen Luftraum sind die UACC in Karlsruhe, München und Berlin sowie → *Eurocontrol* in Maastricht verantwortlich.

Bezirksleitstelle
In der Schweiz die Bezeichnung für ein → *Kontrollzentrum*.

BFS
Abk. für Bundesanstalt für Flugsicherung.
Eine Bundesanstalt die bis zum 1. Januar 1993 für die → *Flugsicherung* in Deutschland zuständig war. An jenem Tag erfolgte die Betriebsübernahme durch die → *DFS*.

BFU
Abk. für Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung.
Bezeichnung für eine Bundesoberbehörde in Deutschland mit der Aufgabe, Unfälle und schwere Störungen beim Betrieb von Luftfahrzeugen in Deutschland zu untersuchen und deren Ursachen zu ermitteln. Sie wurde am 1. September 1998 als eigenständige Bundesoberbehörde errichtet und ist dem Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (→ *BMVBW*) unmittelbar nachgeordnet. Die Gesetzliche Grundlage ist das Flugunfall-Untersuchungsgesetz (→ *FlUUG*). Auch in anderen Ländern gibt es derartige Gremien, etwa die → *AAIB* in Großbritannien.
→ *http://www.bfu-web.de/*

Billigflieger
Ein Begriff aus der → *Verkehrsfliegerei* für ein mittlerweile schon nicht mehr ganz so neues Geschäftsmodell, das u.a in den USA aus dem Konzept des → *Shuttle* entwickelt wurde, und ab den späten 90er Jahren auch in Europa an Popularität gewonnen hat. Die Zielgruppe besteht meist aus gelegentlichen Privatreisenden, die sich zu einer Kurzreise entscheiden und ein geeignetes Transportmittel für eine Strecke suchen, die mit dem Zug oder dem eigenen PKW zu lange dauert, aber dennoch kostengünstig überbrückt werden soll.
Billigflieger senken die eigenen Kosten durch einige oder mehrere der folgenden Maßnahmen:

- Hohe Passagieraufnahme des Fluggeräts pro Flug durch Einklassenbestuhlung (→ *Bestuhlung*) mit geringem Sitzabstand.
- Hohe Auslastung der Maschinen pro Tag durch niedrige → *Turn-around Zeiten* (u.a. durch Verzicht auf Kabinenreinigung zwischen einzelnen Flügen) und möglichst häufige Flüge, z. B. im Shuttle-Dienst zwischen zwei Zielen.
- Hohe Auslastung der Maschinen durch Konzentration auf stark nachgefragte Strecken und spontanes Streichen ungenügend ausgelasteter Flüge.
- Geringe laufende Flottenkosten durch Einsatz von nur ein oder zwei Flugmustern; dies schafft Flexibilität beim Einsatz der → *Crew* und verringert Kosten für die → *Wartung* und bei entsprechender Flottengröße in der Beschaffung durch Mengenrabatte.
- Geringe Kosten für die Ausstattung der Flugzeuge durch Verzicht auf verstellbare Lehnen, Kopfstützen und Gepäcknetze.

- Verzicht auf den Kauf von Flugzeugen, stattdessen Abschluss von langfristigen Leasingverträgen.
- Verzicht auf Bordservice bzw. Angebot eines kostenpflichtigen Bordservices (Getränke- und Snackverkauf).
- Verzicht auf In-Flight-Entertainment (→ *IFE*), z. B. Zeitungen, Zeitschriften, Musik- und Filmprogramme.
- Anfliegen von Ballungszentren auf Nebenflugplätzen mit geringen Lande- und Abfertigungsgebühren.
- Nutzung preisgünstigerer → *Slots* sehr früh am Morgen, zur Mittagszeit oder sehr spät am Abend.
- Verwendung der kostengünstigeren → *Parkposition* auf dem → *Vorfeld* anstelle von → *Fluggastbrücken* direkt am → *Terminal*.
- Verzicht auf teure Vertriebskanäle wie Reisebüros; Konzentration auf Online-Vertrieb über das Internet oder Call Center.
- Kein Angebot von Umsteigeflügen.

Damit ein Billigflieger profitabel arbeiten kann, muss er insbesondere eine hohe Auslastung erreichen. Je nach Kostenstruktur und Konsequenz, mit der die oben genannten Maßnahmen angewendet werden, liegt die Grenze zwischen 75 und 80 % für den → *Sitzladefaktor*.

Fluggesellschaften, die konsequent viele oder alle dieser Mechanismen einsetzen, werden im Englischen als Low Cost Carrier (LCC) bezeichnet. Dagegen werden Unternehmen, die insbesondere auch von Hauptflughäfen aus fliegen und teilweise einen kostenlosen Bordservice anbieten, als No-Frills-Airline bezeichnet (von engl. Frills=Rüschen). Diese Fluggesellschaften können z. B. Geschäftsreisende zum Ziel haben, die günstige Tarife und hohe Flexibilität bei einen gewissen Servicestandard suchen. Beispiele für Low Cost Carrier sind die irische Ryanair und die englische EasyJet, während der deutsche Anbieter dba eine typische No Frills Airline war.

Die öffentliche Aufmerksamkeit liegt primär auf den niedrigen Ticketpreisen, die jedoch oft an Auflagen gebunden sind, wie z. B. eine lange Vorausbuchung. Zudem sind die Mengen niedrigstpreisiger Tickets oft begrenzt; als Minimum gilt heute ein Kontingent von 10 % für die günstigste Preisklasse, anderenfalls handelt es sich um irreführende Werbung bzw. Lockvogel-Angebote. Oft beziehen sich die in der Werbung angegebenen Ticketpreise nur auf eine Strecke, und beinhalten weder Steuern noch Buchungs- und Flughafengebühren. Dennoch gelingt es den Billigfliegern, Ticketpreise vergleichbarer Linienflüge signifikant zu unterbieten.

Entwicklung

Die Wurzeln der Billigflieger liegen in den 70er Jahren, als der britische Unternehmer Sir Frederick „Freddie“ Alfred Laker (* 6. August 1922; † 9. Februar 2006) unter dem namen „Skytrain“ Transatlantikflüge von London/Gatwick nach New York mit gebrauchten DC-10 aufnahm. Dabei verwirklichte er ein Ein-Klassen-Konzept und sorgte dafür, dass neben dem Ticket alle anderen Extras (Getränke, Zeitungen, Verpflegung etc.) durch die Fluggäste an Bord bezahlt werden mussten.

Einer der ersten und bis heute erfolgreichsten Billigflieger ist die Southwest Airlines, die ebenfalls in den 70er Jahren ausgehend von Texas zunächst den Südwesten, und danach schrittweise weitere Gebiete des nationalen Verkehrs in den USA erobert hat. Southwest Airlines hat unter anderem dadurch Berühmtheit erlangt, dass sie (bis auf den Zeitraum unmittelbar nach Aufnahme des Flugverkehrs) als einzige Luftverkehrsgesellschaft der USA bis heute in jedem Quartal ununterbrochen Gewinne erflogen hat. Southwest Airlines zählt heute nach Zahl der Flugzeuge und der beförderten Passagiere zu den weltweit größten Luftverkehrsgesellschaften.

Bird Strike

→ *Vogelschlag*.

Black Box

Zusammenfassende Beschreibung für den → *Flugdatenschreiber* (FDR) und den → *Cockpit Voice Recorder* (abgekürzt CVR), deren Daten im Falle eines Unfalls Hinweise auf dessen Ursache geben sollen, sofern beides gefunden und geborgen werden kann. In einigen Fällen sind beide Geräte in einem einzigen Gehäuse (der FDR/CVR-Unit) untergebracht.

Tatsächlich ist die Black Box ein hellorange lackierter Behälter, dessen Signalfarbe das Auffinden nach einem Absturz erleichtern soll. Zusätzlich ist die Aufschrift „Flight Recorder – Do not open“ angebracht, um eine unsachgemäße Behandlung zu vermeiden. Meist wird sie im Heck des Flugzeugs verstaut, da dieser Teil des Flugzeugs bei Abstürzen oftmals am wenigsten beschädigt wird. Für den Fall, dass das Flugzeug ins Wasser stürzt ist die Black Box außerhalb ihres Gehäuses mit einem Sender versehen, der Unterwasser-Locator Beacon (ULB). Die ULB wird automatisch im Modus „Pingern“ (engl. pinger) aktiviert, wenn die Black Box mit Wasser in Berührung kommt. Es sendet danach für mindestens 30 Tage ein akustisches Signal mit der Frequenz von 37,5kHz, das mit einem speziellen Empfänger bis in Tiefen von 14.000 Fuß (ca 4.250 Meter) festgestellt werden kann. Die ULB Einheit wird durch eigene Batterien mit einer Mindesthaltbarkeit von sechs Jahren versorgt. Nachteilig ist, dass diese Sender als Folge des Unfalls sich vom Gehäuse lösen können.

Um sicherzustellen, dass die Daten der Black Box auch nach einem Absturz zumindest teilweise verwertbar sind, muss das System eine Reihe von Mindestanforderungen erfüllen. So muss die Black Box eine Temperatur von 1100°C (Verbrennungstemperatur des Treibstoffs) über 30 Minuten, bzw. eine Temperatur von 260°C (typische Temperatur eines Gepäckbrandes) über 10 Stunden aushalten. Gleichzeitig muss die Black Box Beschleunigungen bis 3.400 g aushalten.

Vorschriften des Luftrechts

Die heutige Mindestausrüstung bzgl. der Black Box von Flugzeugen für Beförderung von Personen und Sachen im gewerblichen Luftverkehr ist in der JAR-OPS 1.700 bis 725 (für Flugzeuge) und OPS 3.160 bzw. 3.700 bis 3.720 (für Hubschrauber) geregelt.

Entwicklung

Die Idee, während des Fluges Informationen geeignet für die Auswertung nach dem Flug aufzuzeichnen ist schon sehr alt. Die Franzosen François Hussenot und Paul Beaudouin nahmen 1939 einen acht Meter langen Film in einer lichtdichte Schachtel. Der Negativstreifen wurde während des Fluges über einen Spiegel belichtet, der sich abhängig von Höhe oder Geschwindigkeit unterschiedlich stark drehte. Die Daten konnten so aufgezeichnet werden. Dieser sogenannte Hussenograph hatte jedoch den Nachteil, dass jeder Film nur einmal benutzt werden konnte. Gespräche zeichnete der Rekorder überhaupt nicht auf. Folglich kam das Gerät nur selten zum Einsatz, etwa bei Testflügen.

Erfinder des ersten wirklich in Großserie brauchbaren Flugschreibers ist der australische Chemiker Dr. David Warren von

den Aeronautical Research Laboratories of Australia (ARL). Er war als Ermittler an der Untersuchung einer Absturzserie von Flugzeugen des seinerzeit neuen Typs De Havilland „Comet“ (Erstflug 27. Juli 1949; erstes Verkehrsflugzeug mit Strahlantrieb) in den Jahren 1953 und 1954 beteiligt – ursprünglich als Experte für Treibstoffe und weil die „Comet“ demnächst auch in Australien fliegen sollte. Bei diesen Unglücken gab es weder Überlebende noch Augenzeugen, so dass die Notwendigkeit, andere Informationsquellen auswerten zu können, offenkundig war. Warren hatte kurz zuvor auf einer Messe das damals neue, handtellergroße „Minifon“ aus dem deutschen Hause Protona gesehen, ein kleines Tonbandgerät, ein Vorläufer moderner kleinformatiger Diktiergeräte. Davon inspiriert kam er auf die Idee, ein für Flugzeuge geeignetes Gerät zu entwickeln, das die Gespräche im Cockpit und Instrumentendaten auf Tonband aufzeichnen und über einen Unfall hinweg sichern könnte, um so den Ermittlern danach Hinweise auf die Unfallursache zu geben. Zunächst stieß er mit seiner vermeintlich aberwitzigen Idee jedes Flugzeug mit einem Tonbandgerät im Cockpit auszustatten auf taube Ohren, doch mit der Unterstützung von Kollegen brachte er sie immer weiter voran. Noch 1954 verfasste Warren einen Text mit dem Titel „A Device for Assisting Investigation into Aircraft Accidents“ (Ein Gerät zur Unterstützung von Flugunfall-Untersuchungen) für die ARL. 1957 stellte Dr. Warren einen Prototyp fertig („ARL Flight Memory Unit“), der im Flug getestet wurde. Diese Urversion konnte auf einem Stahlband vier Stunden Cockpitgespräche und Flugdaten von acht Sensoren alle zwei Sekunden aufzeichnen und fing dann wieder von vorne an, überschrieb also die vier Stunden alten Daten in der pragmatischen Annahme, dass wenn das Flugzeug vier Stunden problemlos geflogen sei man die Daten sowieso nicht mehr brauchte. Die australischen Flugbehörden zeigten jedoch zunächst kein großes Interesse.

1958 traf Warren mehr zufällig den Briten Sir Robert Hardingham, der in der Führung der britischen Luftfahrtbehörde tätig war. Dieser erkannte den Wert von Warrens Entwicklung und ließ ihn nach London einfliegen, was zu dieser Zeit vier Tage dauerte. In London wurden seine Ideen wohlwollend aufgenommen und ein Journalist erschuf den heute bekannten Ausdruck „Black Box“ für die Apparatur in einem Pressegespräch. Die Informationen sprachen sich weiter herum und aus Kanada meldete sich ein Entwicklungsteam, das an sogenannten Beacons (Sendern) arbeitete, um die Lokalisierung einer abgestürzten oder notgelandeten Maschine zu bestimmen.

Warren entwickelte sein Gerät weiter, was in den 60er Jahren zum ersten Serienprodukt führte, genannt „Red Egg“. Es wurde von der britischen Firma S. Davall & Son hergestellt und gewann rasch weltweite Marktanteile.

In Australien selbst führte 1960 ein nie aufgeklärter Absturz einer Fokker Friendship (Erstflug 24. November 1955) in Queensland, bei dem alle 29 Insassen ums Leben kamen, zu einem Gerichtsverfahren, in dem der Richter alle australischen Fluggesellschaften dazu verpflichtete, ab 1963 sämtliche Flugzeuge mit einem Stimmenaufzeichnungsgerät auszustatten. In einem zweiten Schritt war Australien 1967 nach einem weiteren Flugunfall das erste Land weltweit, welches zusätzlich auch einen Flugschreiber in Flugzeugen vorschrieb. Tragischerweise griff man dafür nicht auf das Australische Gerät zurück, sondern vergab den Auftrag an eine amerikanische Firma. In den USA hatte der Ingenieur James Ryan ab den frühen 60er Jahren seinen eigenen Datenrekorder entwickelt – allerdings ohne die Möglichkeit, Stimmen aufzuzeichnen.

Die britische Hawker Siddeley Trident (Erstflug 9. Januar 1962) war 1964 der erste Flugzeugtyp, das serienmäßig mit einem Flugschreiber ausgestattet war.

Seither ist die Funktion weiterentwickelt worden. Erste Flugdatenschreiber zeichneten lediglich die Geschwindigkeit (über das Staurohr) und die barometrische Höhe auf. Mittlerweile werden wesentlich mehr Daten gesammelt.

Seit dem immer noch ungeklärten Absturz eines Airbus A330 (Erstflug 2. November 1992) der Air France über dem Südatlantik am 1. Juni 2009, bei dem die Black Box im Meer versank und nicht gefunden werden konnte, mehren sich Stimmen das Konzept der Aufzeichnung im Flugzeug selbst zu überdenken. Stattdessen gibt es Überlegungen die Datenübertragung in Echtzeit – etwa wie bei → *ACARS* – auszuweiten.

Blade

→ *Turbine*.

Bläser/Bläser-Triebwerk

→ *Zweikreis-Turbinenluftstrahltriebwerk*.

Blatt, Blattsteigung

→ *Propeller*, → *Rotorblatt*.

Blattspitzenantrieb

Ein Begriff aus dem Bau von → *Hubschraubern*. Er bezeichnet ein mögliches Antriebsverfahren für den → *Rotor*. Dabei wird das → *Rotorblatt* durch eine Kraft an der Blattspitze angetrieben, und nicht über eine Kraft, die an der zentralen Welle anliegt. Somit entsteht kein Drehmoment, so dass die volle Leistung für den → *Auftrieb* genutzt werden kann und es nicht notwendig ist, ein Ausgleichsdrehmoment z. B. durch einen Heckrotor zu erzeugen.

Der Antrieb des Rotors an den Blattspitzen kann verschieden realisiert werden. Eine Möglichkeit besteht darin, kleine → *Strahltriebwerke* an den Blattspitzen zu montieren. Eine andere Möglichkeit ist die Komprimierung von Luft, die aus Düsen an den Blattspitzen ausströmt und dadurch den Rotor in Drehung versetzt.

Der Nachteil dieser Konstruktionen ist die starke Lärmentwicklung und der hohe Verbrauch von → *Kraftstoff*.

Der einzig erfolgreiche Hubschrauber mit Blattspitzenantrieb war der französische Sud-Quest SO 1221 Dijnn (Erstflug 2. Januar 1953), der einen → *Kompressor* verwendete, der genügend Leistung erbrachte um das Rotorblatt anzutreiben.

Ebenfalls mit Blattspitzenantrieb versehen war die Dornier Do-32 „Kiebitz“, ein unverkleideter und zerlegbarer Einpersonen-Helikopter für militärische Beobachtungszwecke (Erstflug 1962).

Blattverstellhebel, Blattverstellung

1. Für → *Rotorblätter* bei → *Hubschraubern*: → *Taumelscheibe*.
2. Für Propellerblätter: → *Propeller*.

Blattverstellhebel/Blattverstellung

→ *Taumelscheibe*.

Blauthermik

Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet eine lokale meteorologische Erscheinung, bei der als Folge einer bodennaher Überhitzung Luftmassen in Form einer Blase aufsteigen

(→ *Thermik*), ohne dass sich Wolken vom Typ → *Kumulus* bilden. Die Blauthermik tritt daher nur bei einer geringen relativen Luftfeuchtigkeit auf.
Sie kann für kleinere Flugzeuge äußerst unangenehm sein, da sie wegen der fehlenden Wolkenbildung nicht zu erkennen ist, und man dann überraschend in ein solches Gebiete mit einem starken Vertikalwind einfliegen kann.

Blechrippe
→ *Rippe*.

Blended Wing
Oft wird auch von Blended Wing Body (BWB) oder Blended Wing Body Configuration gesprochen. Ein erst in den letzten Jahren aufgekommener Begriff für einen neuen Typ von Flugzeug, der eine Kombination (ein Blend) eines herkömmlichen Flugzeugs (→ *Schwanzflugzeug*) und eines → *Nurflügelflugzeugs* ist. Kennzeichen des Blended Wing ist ein sehr breiter und ebenfalls → *Auftrieb* erzeugender → *Rumpf*, der als solcher auch noch erkennbar ist, und an den sich → *Tragflächen* anschließen.
Die Untersuchungen des Blended Wing stehen erst am Anfang, jedoch gibt es Aussagen, dass in Bezug auf Treibstoffverbrauch und somit auf Schadstoffemissionen, Passagierkapazität und Lärmbelastung Vorteile gegenüber herkömmlichen Konstruktionen bestehen.

Blimp
Auch Prall-Luftschiff genannt. Bezeichnung für ein Fluggerät der Klasse der → *Luftschiffe*, das nach dem Prinzip → *Leichter als Luft* mit einem eigenen → *Triebwerk* fliegt und steuerbar ist. Im Gegensatz zu den → *Zeppelinen* verfügen die Blimps jedoch nicht über eine innere, formgebende Struktur aus einem Metallgerippe. Vielmehr sind sie mit Helium gefüllt und lediglich durch den Zuschnitt der Kunststoffhülle und den inneren Druck stabil. Damit stellt ein Blimp prinzipiell einen steuerbaren und aerodynamisch geformten → *Ballon* dar.
Unterhalb der Hülle ist üblicherweise eine Gondel angebracht, die Passagiere (max. ca. 15) und das → *Cockpit* aufnimmt. An der Gondel ist an Auslegern in der Regel ein Tilt-Rotor zu Antriebs- und Steuerzwecken montiert.
Der Name wurde während des zweiten Weltkriegs in den USA geschaffen, als es dort einen B-Typ von Zeppelinen gab, der sich dadurch auszeichnete, dass er ohne Füllung („limp“=schlaff) war.
Blimps werden heute überwiegend zu Werbezwecken, teilweise auch zu Rundflügen eingesetzt. Einige Exemplare werden bei Großveranstaltungen als Sendeplattform für die TV-Übertragung genutzt. Sie genießen beim Betrachter wegen des gemächlichen Dahingleitens und des pummeligen Aussehens hohe Sympathiewerte.

BLIND
Hinweis im Bereich des → *Ticketing*, dass der Passagier, für den ein Ticket ausgestellt wird, blind ist.

Blitz
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet die sehr kurze optische Erscheinung beim Ausgleich elektrischer Potenziale in Höhe von etwa 100Mio.V innerhalb eines → *Gewitters* zwischen zwei Wolken mit entgegengesetzter elektrischer Aufladung (Wolkenblitz), oder zwischen einer Wolke und der Erdoberfläche (Erdblitz).
Blitze können kleine Löcher in die Außenhaut eines Flugzeugs schlagen, stellen für die meisten Luftfahrzeuge aber keine allzu große Gefahr dar, da die Außenhaut als Faraday'scher Käfig wirkt und die Ladungen um das Innere des Flugzeugs herumfließen. Sie können jedoch unter bestimmten Bedingungen wie z. B. dem Blitzeinschlag in eine äußere Antenne und die Weiterleitung durch den Antennenanschluss in das Innere des Flugzeugs das dort befindliche elektronisches Gerät beschädigen. Auch eine vorübergehende Blendung des Piloten ist nicht auszuschließen.
In der Zivilluftfahrt sind nur sehr wenige Fälle bekannt, bei denen der Einschlag eines Blitzes in ein fliegendes Flugzeug der alleinige Grund für einen folgenden Totalverlust eines Flugzeugs und seiner Besatzung war. Das größte deutsche Unglück durch Blitzschlag passierte am 8. Februar 1988 nahe Essen, als ein zweimotoriges Regionalflugzeug SA 227-AC, Metro III (D-CABB; Erstflug der Urversion am 26. August 1969) im Anflug auf Düsseldorf in einem Gewitter bei Essen-Kettwig vom Blitz getroffen wurde. Seine Elektronik fiel aus und es flog noch 2 Minuten desorientiert weiter, bis es in einen unkontrollierten Flugzustand geriet und infolge der dabei auftretenden mechanischen Überbelastung in der Luft auseinander brach. 21 Personen an Bord verloren ihr Leben bei dem Aufschlag auf den Grund.

Blocked Seats, Blocked Space
→ *Codeshare Flug*.

Blockstunde
→ *Blockzeit*.

Blockzeit
Bezeichnet den Zeitraum zwischen → *Off-block* und → *On-block*, also zwischen dem Entfernen der Bremsklötze am Flugzeug vor dem → *Start* und dem Anlegen der Bremsklötze nach der → *Landung*, wenn üblicherweise auch die Triebwerke ausgeschaltet werden. Die Blockzeit wird auch als Flugzeit bezeichnet, auch wenn das eine eher amerikanisch geprägte Begrifflichkeit ist. Beide Begriffe können jedoch gemäß Regeln der → *ICAO* (ICAO Annex 1) und der → *JAR* (JAR-FCL) identisch verwendet werden.
Die Blockzeit stellt eine wichtige Größe für die operative Planung der → *Luftverkehrsgesellschaften* und für Flugpersonal für deren Einträge im Flugbuch dar. Man spricht dann auch von Blockstunden („Ich habe heute auf drei Flügen fünf Blockstunden geleistet!“).
In Deutschland ist die Blockzeit im Rahmen des → *Luftrechts* in der 1. Durchführungsverordnung zur Verordnung über Luftfahrtpersonal (→ *LuftPersV*) vom 1. Mai 2003 präzisiert als: „Blockzeit bezeichnet die Zeit zwischen dem erstmaligen Abrollen eines Luftfahrzeugs aus seiner Parkposition zum Zwecke des Startens bis zum Stillstand an der zugewiesenen Parkposition und bis alle Triebwerke abgestellt sind.“

Blue Ice
Bezeichnung für gefrorene Rückstände aus Flugzeugtoiletten (eine Mischung aus menschlichen Fäkalien, Wasser und Desinfektionsmittel), die im Falle eines Lecks aus den Abwassertanks herausrinnen und während des Fluges in großer Höhe bei den dort herrschenden niedrigen Temperaturen gefrieren. Seinen Namen hat das Eis von den farbegebenden dunkelblauen Desinfektionsmitteln.

Der Grund für das Herausrinnen kann beispielsweise eine beschädigten Dichtung am Ablaufstutzen des Abwasserbehälters sein. Die Crew eines Verkehrsflugzeuges hat keine Möglichkeit, während des Fluges die Abwasserbehälter zu entleeren. Dies geschieht nach der Landung durch einen speziellen Tankwagen, der den Abwasserbehälter über einen hinter einer Klappe am unteren Flugzeugrumpf verborgenen Ablaufstutzen leert.
Rinnt es während des Fluges aus dem Abwassertank heraus, so kann sich dann am Rumpf ein Eisblock bilden, der beim Anflug auf den Zielflughafen in geringeren Höhen anfängt zu schmelzen und sich dann u.U. in Teilen oder komplett löst und in der Anflugzone von Flughäfen zu Boden fällt.
Dies erfolgt jedoch sehr selten, die Deutsche Flugsicherung geht von ein bis drei solchen entdeckten Fällen pro Jahr für Deutschland aus. Es ist kein Fall weltweit bekannt, bei dem dadurch ein Mensch zu Schaden kam. Sehr wohl sind Fälle bekannt, bei denen Blue Ice auf fahrende oder parkende Autos oder in Vorgärten stürzte. Streng genommen sind für die Schadensregulierung als Verursacher die Fluglinien zuständig. Eine Anzeige gegen Unbekannt führt in der Regel nicht zum Erfolg, da die Ermittlung der Fluglinie wegen der vielen Flugbewegungen und des nicht immer exakt bekannten Zeitpunktes des Einschlags oft nicht möglich ist. Solche Schadensfälle werden hingegen oft von Flughäfen in der Nähe unbürokratisch reguliert, die an einer guten Beziehung zur Nachbarschaft interessiert sind, dazu allerdings nicht verpflichtet sind.

Blumenkohlwolke
→ *Kumulus*.

BMFD
Abk. für Bundesverband der Militärischen Flugsicherung Deutschlands.
In ihm haben sich → *Fluglotsen*, Flugdatenbearbeiter, Flugberater und Flugsicherungstechniker zusammengeschlossen, die in den Kontrolltürmen (→ *Tower*) und der → *Anflugkontroll*e der Bundeswehrflugplätze, und als beurlaubte Soldaten in den → *Kontrollzentren* der → *DFS* und der Zentrale von → *EUROCONTROL* in Maastricht arbeiten.
Der BMFD setzt sich ein für die Erhaltung und Verbesserung der Leistungsfähigkeit des Flugsicherungssystems und der technischen Systeme. Das angestrebte Ziel ist die Erhöhung der Sicherheit und Leistungsfähigkeit im Luftverkehr sowie die Verbesserung der Arbeitsbedingungen des beteiligten Personals.
→ *http://www.bmfd.de*

BMVBW
Abk. für Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen.
Bezeichnung für das für alle Belange der Luftfahrt zuständige Bundesministerium, dem verschiedene oberste Bundesbehörden als ausführende Instanzen nachgeordnet sind. Beispiele für solche Bundesbehörden sind das Luftfahrtbundesamt (→ *LBA*), die Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (→ *BFU*) oder der Deutsche Wetterdienst (→ *DWD*).
→ *http://www.bmvbw.de/*

Boarding
Bezeichnung für den Einsteigevorgang der → *Passagiere* in das Flugzeug. Das Boarding beginnt nachdem der Flug vom → *Bodenpersonal* der → *Luftverkehrsgesellschaft* am → *Flugsteig* aufgerufen wurde. Die Passagiere geben ihre → *Bordkarte* an das Bodenpersonal ab und erhalten lediglich einen Restabschnitt zurück. Entweder betreten die Passagiere dann direkt das Flugzeug über eine → *Fluggastbrücke*, werden mit einem Bus oder einer → *Mobile Lounge* zum Flugzeug gebracht, oder erreichen das Flugzeug zu Fuß. Der Transport der Passagiere zum Flugzeug und das Einsteigen zählen bereits zu den → *Vorfelddiensten*, die davor liegenden Abläufe dagegen noch zur → *Fluggastabfertigung*.
Üblicherweise wird dem Boarding ein Preboarding vorgeschaltet, bei dem ausgewählte Passagiere bereits einsteigen dürfen, etwa unbegleitete Kleinkinder (→ *UM*), Kranke, Behinderte, Alte oder VIPs.

Bodenabfertigungsdienst
Engl: Ground Services oder Ground Handling. Zusammenfassender Begriff für alle Dienste an einem → *Flugplatz*, die zur Abfertigung eines Flugzeugs, seiner Passagiere und seiner Fracht (inklusive Post) erforderlich sind, insbesondere:
- Die → *Fluggastabfertigung*.
- Die → *Gepäckabfertigung*.
- Die Abfertigung von → *Luftfracht* und → *Luftpost*.
- Die → *Vorfelddienste*.
- Die → *Reinigungs- und Servicedienste* am Flugzeug.
- Die Betankungsdienste für das Flugzeug (→ *Betankung*).
- Die Überwachung und die Verwaltung der genannten Dienste (Administration).

Oftmals werden die Bodenabfertigungsdienste auch in *landseitige* und *luftseitige* Dienste eingeteilt. Die luftseitigen Dienste werden weitestgehend auf dem → *Vorfeld* durchgeführt und zusammenfassend als → *Flugzeugabfertigung* bezeichnet; zu ihnen zählen die Vorfelddienste, die Reinigungs- und Servicedienste und die Betankungsdienste. Die landseitigen Dienste werden weitestgehend im → *Terminal* durchgeführt; zu ihnen gehören die Fluggastabfertigung sowie die Gepäck-, Fracht- und Postabfertigung.
In Deutschland gibt die Bodenabfertigungsdienst-Verordnung (→ *BADV*) die marktwirtschaftlichen Rahmenbedingungen für Unternehmen vor, die an einem Flugplatz entsprechende Dienste anbieten und durchführen wollen. Sie regelt unter anderem Zahl, Anforderungen und Auswahlkriterien von Dienstleistern, und die gemeinsame Nutzung zentraler Einrichtungen, die aus wirtschaftlichen Gründen für alle Dienstleister nur einmal am Flugplatz vorhanden sind (z. B. die → *Gepäck*- und Tankanlage). Prinzipiell können Bodenabfertigungsdienste vom Flugplatzbetreiber, von → *Luftverkehrsgesellschaften* und von externen Dienstleistern (Handling Agencies) durchgeführt werden. Die BADV untersagt allerdings die Quersubventionierung der Bodenabfertigungsdienste durch andere Einnahmen wie z. B. → *Start- und Landegebühren*; dadurch soll eine Bevorzugung der Flugplatzbetreiber gegenüber Dritten vermieden werden.

Bodenabfertigungsdienst-Verordnung
→ *BADV*.

Bodenabstands-Warnsystem
→ *Sicherheitsmindesthöhe*.

Bodeneffekt
Engl: Ground Effect. In der → *Aerodynamik* die Bezeichnung für den Effekt, dass sich beim Flug nahe am Boden der → *Auftrieb* vergrößert und der → *Widerstand* leicht verringert.
Bei der Erzeugung von Auftrieb kommt es am → *Tragflügel* zu einem Abwind, der für die Entstehung des → *induzierten Wider-*

stands verantwortlich ist. Beim Flug in geringer Höhe wird der Abwind durch die Bodennähe begrenzt, und der induzierte Widerstand verringert sich. Gleichzeitig baut sich ein Luftpolster auf, das den Auftrieb vergrößert.
Für Flugzeuge tritt der Bodeneffekt bei → *Start* und → *Landung* bis zu einer → *Flughöhe* von einigen Metern auf. Je niedriger die Flughöhe, umso größer ist dabei die Erhöhung des Auftriebs, während der Widerstand etwa konstant bleibt. Bei → *Drehflüglern* ist der Einfluss bei Flughöhen bis etwa zum Rotordurchmesser spürbar. Er tritt am stärksten bei ebenen Flächen auf, insbesondere über Wasser.
Durch die Erhöhung des Auftriebs bei gleichzeitiger Verringerung des Widerstandes verbessert der Bodeneffekt die Gleitzahl eines Flugzeugs. Diesen Effekt macht man sich bei den sog. → *Bodeneffekt-Flugzeugen* zu Nutze. In der Natur nutzt z. B. der Albatross oder der Pelikan bei Flügen über das Meer den Bodeneffekt.

Bodeneffekt-Flugzeug
Auch Bodeneffekt-Flugboot genannt. Bezeichnung für Fahrzeuge die in niedriger Höhe über dem Wasser fliegen und sich dabei den → *Bodeneffekt* zu Nutze machen.
Der Vorteil dieser Fahrzeuge ist ihr geringerer Leistungsbedarf, da durch den Bodeneffekt der → *Auftrieb* erhöht und der → *Widerstand* leicht abgesenkt wird. Problematisch ist allerdings der → *Start*, da zur Überwindung des hohen Wasserwiderstands eine vielfach höhere Leistung benötigt wird als später für den → *Reiseflug*.
Zur Lösung dieses Problems kann das Fahrzeug mit Schwimmkörpern bzw. mit einem katamaran-ähnlichen → *Rumpf* versehen werden. Beim Start wird dann ein Teil der Schubleistung zum Anheben des Fahrzeugs eingesetzt, und so der Wasserwiderstand reduziert. Weitere Probleme sind die mangelnde Eigenstabilität und die eingeschränkte Manövrierbarkeit der Fahrzeuge.
Streng genommen handelt es sich beim Bodeneffekt-Flugzeug um ein Schiff, nicht um ein Flugzeug; entsprechend müssen bei der Zulassung auch nicht die Vorschriften für Flugzeuge angewendet werden.

Entwicklungsgeschichte
Bereits in den 30er Jahren nutzten Flugboote bei Atlantikflügen den Bodeneffekt zur Erhöhung der Reichweite. Erste Versuche dazu wurden mit dem Flugboot Dornier Do X (Erstflug 12. Juli 1929) unternommen.
Im 2. Weltkrieg nutzten Piloten den Bodeneffekt um bei Treibstoffmangel die nächste Basis zu erreichen; allerdings kam es dabei aufgrund der mangelnden Längsstabilität oftmals zu Abstürzen.
In der Sowjetunion liefen in den 70er und 80er Jahren geheime Forschungsprojekte, die schließlich eine Reihe von Bodeneffekt-Flugzeugen mit Strahlantrieb, die sog. Ekranoplane, hervorbrachten. Diese Fahrzeuge waren bis zu 90 Meter lang und erreichten → *Fluggeschwindigkeiten* über 500 km/h bei → *Flughöhen* von wenigen Metern. Sie waren für den militärischen strategischen Lastentransport vorgesehen.
Heute befasst sich in Russland das Central Hydrofoil Design Bureau mit der Entwicklung von Bodeneffekt-Fahrzeugen. In Deutschland kam es Ende der 90er Jahre zur Entwicklung des 2-sitzigen Versuchsträgers „Hoverwing“.

Bodengeschwindigkeit
→ *Geschwindigkeit über Grund*.

Bodenkontrolle
Engl: Ground Control. Zusammenfassende Bezeichnung für die Vorfeldkontrolle und die Rollkontrolle, die beide Teil der → *Platzkontrolle* sind.

Bodennebel
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für einen → *Nebel*, der weniger als 60 % des Himmels bedeckt und nicht an die → *Wolkenuntergrenze* anstößt.

Bodenpersonal
→ *Luftfahrtpersonal*.

Bodenradar
→*Rollfeld-Überwachungsradar*.

Bodenstartgerät
→ *ASU*.

Bodenstromaggregat
→ *GPU*.

Bodentest
Engl. Ground Test. Bezeichnung für ein Testprogramm, das bei der Neu- oder Weiterentwicklung insbesondere von Fluggerät und → *Triebwerken* im Rahmen der → *Musterzulassung* durchgeführt wird. Die Bodentests gehen der späteren → *Flugerprobung* voraus. Ziel ist dabei der Nachweis, dass die unterschiedlichen Anforderungen des Herstellers, der Kunden und der → *Luftfahrtbehörden* (formuliert in Form von → *Lufttüchtigkeitsanforderungen*) erfüllt werden. Während gesetzliche Vorgaben die Inhalte dieser Tests in weiten Teilen vorschreiben bleibt es dennoch den Flugzeugherstellern überlassen, wie sie diese Test gliedern und z. B. in unterschiedlichen Phasen durchführen. Grob können sie jedoch in Systemtests und Strukturtests eingeteilt werden.

Systemtests
Bei den Systemtests wird – anhand realer, physischer Modelle – untersucht, wie sich ein System unter verschiedenen (simulierten) Bedingungen isoliert und im Zusammenspiel mit anderen Systemen verhält. Überprüft wird z. B. ob Systeme einzeln und zusammen aus mechanischer und logischer Sicht funktionieren, unter welchen Bedingungen sie ausfallen, und welche Auswirkungen ein Ausfall oder Fehlverhalten auf das einzelne System und auf andere Systeme hat. In der Regel wurden diese Fragestellungen zuvor bereits an virtuellen Modellen bzw. durch logische Überlegungen analysiert; der physischen Test dient dann nur noch der Validierung. Ein Hilfsmittel ist dabei der sog. Iron Bird, eine Gerüstkonstruktion in einem Gebäude, an die die einzelnen Flugzeugsysteme wie etwa die Tragflächen in gleicher Anordnung wie später im Flugzeug angebracht werden.
Nach dem → *Roll Out* des ersten Prototypen erfolgt im Stand ein Test der einzelnen Teilsysteme des Prototyps. Diesem folgt im Rahmen des → *Gauntlet-Testing* der Test der Systeme auch im Zusammenwirken in einem fertigen Flugzeug, wie es später in Serie gebaut wird und unter am Boden simulierten Flugbedingungen.
Dem Gauntlet-Testing wiederum folgt der dynamische Bodentest des Prototyps bei verschiedenen Geschwindigkeiten, zunächst mit dem → *Low Speed Taxi*. Ein weiterer Bodentest ist der Ground Vibration Test (→ *GVT*).

Strukturtests

Die Strukturtests werden mit den ersten → *Prototypen* eines neuen Flugzeugs, dem sogenannten Static Air Frame, am Boden durchgeführt. Über Kolben werden unterschiedliche Lasten auf die Komponenten aufgebracht, die die Belastungen des Flugzeugs im späteren Flugbetrieb simulieren – z. B. die Simulation der → *Windböen* und der → *Gewichtskraft* des Flugzeugs, die auf die → *Tragflügel* wirken. Ein wichtiger Strukturtest ist der → *Lebensdauertest*.

Viele Strukturtests verlaufen zerstörend, d. h. es wird getestet, bei welcher Maximallast eine bestimmte Komponente eines Flugzeugs zu Bruch geht. Parallel dazu wird durch regelmäßige Inspektionen der Bauteile während des Tests ermittelt, bei welcher Belastung erste Schädigungen bzw. Risse im → *Werkstoff* auftreten. Diese Ergebnisse werden verglichen mit Ergebnissen aus Berechnungen, die vorab am virtuellen Modell durchgeführt wurden. Ziel ist es, die Berechnungsmodelle zu validieren; dies ist Voraussetzung dafür, dass die große Zahl virtuell gewonnener Testergebnisse übernommen werden kann ohne sie noch einmal durch aufwendige und kostenintensive physische Tests abzusichern.

Böe

Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Auch Windböe genannt. Er bezeichnet plötzliche, lokal begrenzt auftretende und kurze, aber gleichzeitig auch starke Windstöße, die oft keine Vorzugsrichtung haben (→ *Scherwind*) und sich einer präzisen Vorhersage entziehen. Sie entstehen vor einem → *Gewitter*, einem Schauer oder einer Kaltfront, bzw. allgemein bei starkem Wind mit markant wechselnder → *Windgeschwindigkeit*.

Eine solche Böigkeit ist ein Ausdruck für die → *Turbulenz* der Luftströmung.

In → *Flugwettervorhersagen* werden Böen mit einem G, gefolgt von der zwei- oder dreistelligen Maximalgeschwindigkeit, meist in Knoten (KT), angegeben. G30KT etwa zeigt Windböen bis maximal 30 → *Knoten* an.

Boeing

Weltweit größter Luft- und Raumfahrtkonzern, und zusammen mit → *Airbus* einer der beiden weltweit führenden Hersteller von Verkehrsflugzeugen mit mehr als 100 Sitzplätzen. Sitz von Boeing ist Chicago (früher Seattle) in den USA.

Geschichte

Gegründet wurde Boeing 1916 als „Pacific Aero Products Company“ vom amerikanischen Ingenieur Ingenieur William E. Boeing. Das Unternehmen änderte aber schon ein Jahr später seinen Namen in „The Boeing Aeroplane Company“.

Boeing führte in den 60er Jahren das Familienkonzept in die Flugzeugbranche ein, indem es mit den kurz hintereinander entwickelten Flugzeugen Boeing B737 (Erstflug 9. April 1967), B727 (Erstflug 27. Juli 1967) und B747 (Erstflug 9. Februar 1969) eine komplette Produktpalette für den Kurz-, Mittel- und Langstreckenverkehr auf den Markt brachte. Dank dieses Konzeptes konnte sich Boeing gegenüber Konkurrenten wie McDonnell-Douglas, Lockheed und Convair langfristig durchsetzten, und ist heute der einzige Hersteller von Verkehrsflugzeugen mit mehr als 100 Sitzplätzen in Nordamerika.

Im Bereich der Verkehrsflugzeuge zählen heute die B737, die B767 (Erstflug 26. September 1981), die B777 (Erstflug 12. Juni 1994) und die B747 zu den wichtigsten Boeing-Produkten. Die in der Entwicklung befindliche Boeing B78 (zunächst B7E/) soll ab ca. 2011 eingesetzt werden und ein besonders wirtschaftliches, da leichtes und → *Kraftstoff* sparendes, Flugzeug für ca. 250 Passagiere werden. Im Gegensatz zum 500 bis 600 Passagiere tragenden Airbus A380 (Erstflug 27. April 2005), der auf den wachsenden Verkehr zwischen einigen großen → *Flughäfen* (→ *Hub*) setzt, baut Boeing auf ein Wachstum des Punkt-zu-Punkt Verkehrs zahlreicherer Flughäfen (→ *Point-to-Point*).

In den letzten Jahren konnte Airbus gegenüber Boeing zunächst an Marktanteilen im Bereich der Verkehrsflugzeuge hinzu gewinnen, bis sich dieser Trend 2006 wieder umkehrte. Im Gegensatz zu Airbus konzentriert sich Boeing aber nicht überwiegend auf Verkehrsflugzeuge, sondern auch auf Militär- und Transportflugzeuge, Raumfahrtprodukte, und allgemeine Dienstleistungen für die Luft- und Raumfahrt.

Bonusliste

Mit der Bonusliste erfasst in Deutschland das Bundesverkehrsministerium besonders leise Kapitel-3 Flugzeuge (→ *Anhang 16*). Die Bonusliste ist die weltweit schärfste Lärmklassifizierung für Flugzeuge.

Boom-Operator

→ *Tankflugzeug*.

Borddienstmaterial

→ *Catering*.

Bordgepäck

→ *Handgepäck*.

Bordkarte

Auch Einsteigekarte oder international Boarding Card bzw. Boarding Pass genannt. Bezeichnet das beim → *Check-in* ausgestellte Reisedokument, das einem Passagier auf einem Flug einen Sitzplatz zuweist und ihn über Fluglinie, Flugnummer, → *Buchungsklasse*, Einsteigezeit und den entsprechenden → *Flugsteig* informiert.

Eine gültige Bordkarte ist oft die Voraussetzung für den Übergang eines Passagiers von der → *Landseite* zur → *Luftseite*-

Bordküche

→ *Galley*.

Bordmagazin

Bezeichnung für eine regelmäßig erscheinende Zeitschrift einer Fluglinie, von der ein Exemplar an jedem Sitzplatz zur Information und Unterhaltung der Reisenden ausliegt. Dabei besteht der redaktionelle Inhalt üblicherweise aus verschiedenen Teilen:

- Reportagen über Reiseziele wie z. B. Land und Leute, kulturelle Events und Festivals, wichtige Messen, besondere Hotels oder Destinationen
- Berichte über alles, was einen Reisenden betrifft, wie etwa neue Reisegarderobe, neue Koffer, Verhalten in fremden Kulturen/Ländern etc.
- Informationen über die Fluglinie wie z. B. neue Strecken, neue Tarife, Vielfliegerprogramm, Flotte, Sitzpläne oder Sponsoringaktivitäten oder auch prominente Mitreisende.
- Informationen für Reisende wie z. B. Zoll- und Visabestimmungen, Flughafenpläne, Zeitzonen)
- Unterhaltung (Rätsel, Cartoons, Buch-, CD- und Filmrezensionen)

Neben diesem redaktionellen Teil gibt es oft einen Service-Teil, der das Entertainment- und das Duty-Free-Verkaufsprogramm an Bord beschreibt.

Vielfliegern wird das Bordmagazin – evtl. in einer besonderen Ausgabe mit weiteren Zusatzinformationen und weiteren, allerlei bunten Werbeblättchen – oft kostenlos per Post regelmäßig zugeschickt.

Bordpersonal
→ *Flugpersonal*.

Bordstrom
Die traditionelle Versorgung bei großen Passagierflugzeugen beträgt 110 Volt bei 400 Hz. Ursprung der Stromerzeugung an Bord sind die → *Triebwerke*; diese passen ihre Umdrehungszahl jedoch an den jeweiligen → *Flugabschnitt* an. Daher ist zur Stabilisierung der 400 Hz-Frequenz des Bordstroms ein Getriebe erforderlich, dass die schwankende Drehzahl der Triebwerke ausgleicht. Beim Airbus A380 (Erstflug 27. April 2005) wird aus Gewichtsgründen auf dieses Getriebe verzichtet; stattdessen werden die Systeme des Flugzeugs so ausgelegt, dass sie mit einem Frequenzbereich zwischen 380 Hz und 760 Hz arbeiten können.
Der Airbus A380 wird einen Leistungsbedarf von etwa 400 kVA im Flug und 250kVA am Boden haben. Die Versorgung wird über vier Generatoren mit einer Leistung von jeweils 150 kVA erfolgen, so dass der Ausfall eines Generators ohne Einschränkungen kompensiert werden kann.
Bei abgeschalteten Triebwerken, sei es am Boden oder bei einem Ausfall in der Luft, übernimmt die Hilfsgasturbine (→ *APU*) die Stromversorgung. Kommt es in der Luft neben dem Ausfall der Triebwerke auch zu einem Ausfall der APU, so bleibt zur Erzeugung von Bordstrom noch die → *Ram-Air Turbine* (RAT).

BPvL
Abk. für Berufsverband der Prüfer von Luftfahrtgerät.
Bezeichnung für den nationalen Verband der Prüfer von Luftfahrtgerät in Deutschland. Sitz des Verbandes ist Bergisch-Gladbach. Der BPvL ist das deutsche Mitglied der → *AEI*.
→ *http://www.bpvl.de/*

Bremsklappe
Eine besondere Form der → *Klappe*, die meist als rechteckige Platte an Ober- oder Unterseite des → *Tragflügels* ausgeführt wird und im ausgefahrenen Zustand fast senkrecht zur → *Anströmrichtung* steht.
Bremsklappen führen zu einer starken Erhöhung des → *Widerstandes* und gleichzeitig zum lokalen Zusammenbruch des → *Auftriebs*. Mit ihrer Hilfe kann das Flugzeug im Flug abgebremst werden; im → *Sinkflug* ermöglichen sie steilere → *Gleitwinkel*, ohne dass dabei die → *Fluggeschwindigkeit* übermäßig erhöht wird.
Bei der → *Landung* werden Bremsklappen kurz nach dem Aufsetzen eingesetzt, um den Auftrieb des Tragflügels herabzusetzen und ein erneutes → *Abheben* des Flugzeugs zu vermeiden. Gleichzeitig wird das Flugzeug durch den hohen zusätzlichen Widerstand abgebremst und die benötigte → *Landestrecke* verringert. Bremsklappen an der Oberseite des Tragflügels werden auch als Spoiler oder Störklappe bezeichnet. Durch einseitigen Ausschlag des rechten oder linken Spoilers kann eine unsymmetrische Auftriebsverteilung entlang des Tragflügels erzeugt werden, die zu einem → *Rollen* des Flugzeugs führt. Auf diese Weise können die → *Querruder*, die primär für die Rollsteuerung zuständig sind, unterstützt werden.

Bremsschirm
Bezeichnung für einen besonderen → *Fallschirm* (selten in Bündeln aus zwei bis vier Schirmen), der neben den Radbremsen des → *Fahrwerks*, den → *Bremsklappen* und der → *Schubumkehr* ein weitere Option zur Verringerung des Bremsweges bei der → *Landung* eines Flugzeugs darstellt.
Ein ausgeworfener Bremsschirm wird durch den → *Fahrtwind* und einen kleineren Schirm aus dem Heck des Flugzeugs gezogen und dadurch gespannt. Er ist mittig am Flugzeug befestigt, so dass er kein → *Drehmoment* erzeugt. Er wölbt sich der Fahrtrichtung entgegen und erzeugt einen hohen → *Widerstand*, der das Flugzeug abbremst. Bei einigen Flugzeugen wird der Bremsschirm vor dem vollständigen Stillstand abgeworfen.
Bremsschirme kommen in der Militärluftfahrt vor, sind aber nahezu unbekannt in der Zivilluftfahrt. Sie haben gegenüber anderen Lösungen wie z. B. der Schubumkehr den Vorteil eines geringen Gewichts.

Brennkammer
Bezeichnet bei → *Strahltriebwerken* den Raum, in dem die verdichtete Luft verzögert, mit → *Kraftstoff* vermischt und verbannt wird. Dabei wird dem Abgasstrahl eine hohe Wärmeenergie zugeführt, die in der → *Schubdüse* in eine Beschleunigung des Abgasstrahls umgesetzt wird. Ziel der Auslegung von Brennkammern sind eine möglichst vollständige Verbrennung des eingespritzten Kraftstoffs mit geringen Emissionen, geringe Druckverluste in der Brennkammer, und eine kompakte Bauweise.

Temperatur in der Brennkammer
Verdichtete Gase, die wieder entspannt werden, geben Energie ab; die Energieabgabe pro Grad ist dabei umso höher, je höher die Temperatur des Gases ist. Ziel der Verbrennung und anschließenden Entspannung in der Brennkammer ist es daher, eine möglichst hohe Verdichtung der Luft beim Eintritt in die Brennkammer zu erzielen, und das Luft-Kraftstoffgemisch bei möglichst hoher Temperatur zu verbrennen. Diese Forderung wird oft auch als hohe Turbineneintrittstemperatur formuliert.
Moderne Brennkammern erreichen im Zentrum der Verbrennung heute Temperaturen um 2.000° Diese Temperatur ist für die Materialen der Brennkammer und der folgenden → *Turbine* zu hoch, so dass durch Mischung mit kälterer Luft die Temperatur vom Kern nach außen hin abgesenkt wird. Die Verbrennung in der Brennkammer erfolgt daher unter einem Überschuss von Luft; eine Tatsache, die sich die → *Nachbrenner* zu Nutze machen. Ein Ziel der Weiterentwicklung von Brennkammern ist die Suche nach Materialien, die einer höheren Temperaturbelastung standhalten.

Brettholm
→ *Holm*.

Briefing
Ein Begriff aus der Verkehrsfliegerei. Er bezeichnet allgemein das Treffen einer → *Crew* vor einem Flug, auf dem die Abläufe an Bord (Servicereihenfolge), Besonderheiten wie z. B. mitreisende Passagiere (Alte, Kranke, Kinder, Prominente), das zu erwartende Wetter, die Fluglänge etc. besprochen werden.
Das Briefing wird vom Purser geleitet, dem Chef der → *Flugbegleiter*.

Buchungsbestätigung
Bezeichnung für die rechtlich bindende Zusicherung eines Anbieters von Reisedienstleistungen diese dem Reisenden zu erbringen.
Üblicherweise erfolgt dies zusammen mit der Angabe einer Buchungsnummer (→ *PNR*), unter der die entsprechende Buchung in einem computergestützten Reservierungssystem (→ *CRS*) zu finden ist.

Buchungsklasse
Ein Begriff aus der → *Verkehrsfliegerei*. Die Buchungsklasse ist der Oberbegriff für eine Menge von Parametern, die sich grob aus der gewünschten → *Komfortklasse*, dem bei der Ausstellung gewählten Tarif und weiteren Rechten des Passagiers zusammensetzt. Diese Rechte können folgende Punkte betreffen:
- Fristen für Vorausbuchung (preislich günstige Buchungsklassen müssen lange im voraus gebucht werden)
- Möglichkeit und Konditionen für einen Tarifwechsel
- Möglichkeit und Konditionen zur Stornierung mit Flugpreiserstattung
- Möglichkeit und Konditionen zur Erstattung, falls die Reise ohne Stornierung nicht angetreten wird
- Möglichkeit und Konditionen für eine Umbuchung
- Wartelistenpriorität

Für einen gegebenen Flug sind nicht zu jeder Zeit Tickets aller möglichen Buchungsklassen erhältlich. Vielmehr wird die Verfügbarkeit der Buchungsklasse (man spricht auch davon, dass eine Buchungsklasse für einen Flug geöffnet und später wieder geschlossen wird) zur Erzielung eines optimalen wirtschaftlichen Ergebnisses durch das → *Yieldmanagement* gesteuert.
Auf einem Ticket wird die Buchungsklasse durch einen Buchstaben gekennzeichnet, den sogenannten Class Code; dieser variiert von Fluglinie zu Fluglinie. Beispiele sind:

Buchungsklasse (Class Code)	Komfortklasse
F, A, P	First Class
J, C, D, I	Business Class
Y, B, H, K, M, L, V, S, N, Q, O, G, T, R, W	Economy Class

Buchungsnummer
→ *PNR*.

Bügelkante
→ *Trimmkante*.

Bug
Auch Nase genannt. Der Bug ist der vordere, aerodynamisch geformte Teil des → *Rumpfes* eines Flugzeugs. Der Rumpfdurchmesser ist dort nicht konstant, da er sich nach vorne hin verjüngt. Der Bug muss aerodynamisch besonders günstig geformt sein und gleichzeitig genügend Platz für die Aufnahme des → *Cockpit* und verschiedener Subsysteme zur → *Steuerung* des Flugzeugs haben.
Die vorderste Spitze des Bugs beherbergt bei Verkehrsflugzeugen üblicherweise eine Radarantenne (→ *Radar*) unter einer schützenden Abdeckung aus Kunststoff (→ *Radom*).

Bugfahrwerk
→ *Fahrwerk*.

Bugradfahrwerk
→ *Fahrwerk*.

Bulky Luggage
→ *Sperrgepäck*.

Bundesanstalt für Flugsicherung
→ *DFS*.

Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung
→ *BFU*.

Business Class
Ein Begriff aus der Verkehrsfliegerei. Bezeichnung einer → *Buchungsklasse* bei einer Zwei- oder Dreiklassenbestuhlung, die hinsichtlich ihres Komfortlevels oberhalb der niedrigsten Klasse (Üblicherweise Economy Class) angesiedelt ist und sich aus Sicht des Marketings insbesondere an vielfliegende Geschäftsreisende wendet.

Buy-Ballotsches Gesetz
→ *Barisches Windgesetz*.

BVF
Abk. für Bundesvereinigung gegen Fluglärm.
Bezeichnung für einen als Verein organisierten und 1967 gegründeten Zusammenschluss interessierter Bürger, Bürgerinitiativen und anderer ähnlicher Vereine. Ziel ist die Förderung des Umwelt- und Landschaftsschutzes, insbesondere durch den Schutz der Bevölkerung vor → *Fluglärm* und anderen nachteiligen Auswirkungen des Luftverkehrs sowie durch den Schutz der Landschaft in der Umgebung von → *Flugplätzen*.
→ *http://www.fluglaerm.de/*

BZF
Abk. für beschränkt gültiges Sprechfunkzeugnis für den Flugfunkdienst (I und II).
Bezeichnung für zwei von drei möglichen → *Flugfunkzeugnissen* für die Teilnahme am Flugfunkdienst. Man unterscheidet beim BZF zwei verschiedene Zeugnisse:
- BZF I: Es ermöglicht dem Inhaber den Flugsprechfunk in deutscher und englischer Sprache im Inland oder Ausland (Englisch) durchzuführen. Für Flüge im → *Luftraum* C sowie im Ausland muss man das BZF I besitzen, um den Funkverkehr mit den → *Lotsen* verstehen zu können. Das Mindestalter zum Erlangen dieses Zeugnisses liegt bei 16 Jahren.
  Die Prüfung besteht aus einem theoretischen und einem praktischen Teil. Der theoretische Teil ist identisch zur theoretischen Prüfung zum BZF II. Der prak*tische T*eil besteht aus dem Vorlesen und mündlichen Übersetzen eines Textes der → *Flugsicherung* (ca.10 Zeilen) in englischer Sprache sowie einem simulierten Flug. Beim simulierten Flug müssen Kenntnisse von folgenden Fertigkeiten demonstriert werden:
  - Vorbereitung eines Fluges nach Sichtflugregeln von und zu einem Flugplatz mit Flugverkehrskontrolle unter Verwendung amtlicher Unterlagen und Veröffentlichungen, soweit es für die Durchführung des Sprechfunkverkehrs erforderlich ist.
  - Abwicklung eines Sprechfunkverkehrs in deutscher und englischer Sprache unter Annahme eines Fluges nach Sichtflugregeln und unter Verwendung der dafür festgelegten Redewendungen, Ausdrucke, Ver-

fahren, und Abkürzungen einschließlich der Not- und Dringlichkeitsverfahren.

Beide Teile der Prüfung müssen die Kandidaten erfolgreich bestehen.

Das BZF I kann als entweder als Vollprüfung (ohne den vorherigen Besitz eines anderen Sprechfunkzeugnisses) oder als Zusatzprüfung erworben werden. Für Inhaber des BZF II entfällt die Prüfung des Sprechfunkverkehrs in deutscher Sprache. Für Inhaber eines anerkannten ausländischen Flugfunkzeugnisses (z. B. aus Großbritannien oder USA) entfällt die Prüfung des Sprechfunkverkehrs in englischer Sprache.

- BZF II: Es erlaubt dem Inhaber den Flugsprechfunk in deutscher Sprache bei Flügen nach → *Sichtflugregeln* durchzuführen. Dieses Sprechfunkzeugnis muss jeder Privatpilot (→ *PPL*) haben und erlaubt Flüge innerhalb Deutschlands. Das Mindestalter zum Erlangen dieses Zeugnisses liegt bei 15 Jahren.

  Die Prüfung zum Erwerb des BZF II besteht aus einem theoretischen und einem praktischen Tei*l. Beim theoreti*schen Teil müssen Multiple-Choice-Fragebögen (je Frage vier Antwortm*ögli*chkeiten, nur eine Antwort ist richtig) mit 100 Fragen in 60 Min. ausgefüllt werden, wobei 75 % der Punktzahl zum Bestehen ausreichen. Abgefragt werden Kenntnisse aus folgenden Bereichen:
  - Rechtliche Grundlagen des beweglichen Flugfunkdienstes im nationalen und internationalen Bereich.
  - Die wichtigsten Bestimmungen über Zulassung und Genehmigung von Funkanlagen des beweglichen Flugfunkdienstes.
  - Betriebsverfahren für den Sprechfunkverkehr im beweglichen Flugfunkdienst.
  - Anwendung des Not- und Dringlichkeitsverfahrens im Sprechfunkverkehr des beweglichen Flugfunkdienstes.
  - Die wichtigsten Bestimmungen und Betriebsverfahren aus dem Bereich der Flugsicherung.
  - Flugsicherungssystem und Organisation des Luftraums in Deutschland, einschließlich Such- und Rettungsdienst (SAR).
  - Luftverkehrsordnung (→ *LuftVO*) einschließlich der dazu erlassenen Durchführungsverordnungen, soweit sie für Flüge nach Sichtflugregeln zur Anwendung kommen.
  - Verordnung über die Flugsicherungsausrüstung der Luftfahrzeuge für Flüge nach Sichtflugregeln einschließlich der dazu ergangenen Durchführungsverordnungen.
  - → *Funknavigation* bei Flügen nach Sichtflugregeln

  Im praktischen Teil wird ein → *Ab-* und → *Anflug* von/zu einem kontrollierten → *Flugplatz* simuliert. Dabei muss der Prüfling die Vorbereitung eines Fluges nach Sichtflugregeln von und zu einem Flugplatz mit → *Flugverkehrskontrolle* unter Verwendung amtlicher Unterlagen und Veröffentlichungen demonstrieren. Ferner wird die Abwicklung eines Sprechfunkverkehrs in deutscher Sprache unter Annahme eines Fluges nach Sichtflugregeln und unter Verwendung der dafür festgelegten Redewendungen, Ausdrücke, Verfahren, und Abkürzungen (einschließlich von Not- und Dringlichkeitsverfahren) demonstriert.

C

C_A
→ *Auftriebsbeiwert*.

CA
Abk. für Cabin Attendant.
→ *Flugbegleiter*.

CAA
Abk. für (British) Civil Aviation Authority.
Bezeichnung für die oberste Zivilluftbehörde in Großbritannien, vergleichbar mit den Luftfahrtbundesamt (→ *LBA*) in Deutschland.
→ *http://www.caa.co.uk/*

Cabin Crew
→ *Crew*.

Cabin Divider
Auch Class Divider oder Partition genannt. Bezeichnung für leichte, fest installierte aber problemlos demontierbare Trennwände zwischen den verschiedenen → *Komfortklassen* innerhalb der Kabine bei einem Verkehrsflugzeug. Sie werden nicht vom Flugzeughersteller geliefert oder montiert, sondern erst zusammen mit der → *Bestuhlung* durch den Kabinenausstatter montiert, der nicht zwingend der Hersteller sein muss.
In der Regel sind sie in der Corporate Identity der jeweiligen Fluglinie ausgeführt und mit Monitoren, Klapptischen oder Zeitschriftenhaltern versehen.

Cabin Layout
→ *Bestuhlung*.

Cabotage
→ *Freiheiten des Luftverkehrs*.

Canard
Auch Entenflugzeug genannt. Bezeichnung für ein Flugzeug mit einer → *Kopfsteuerfläche*.
Beim Control Canard dient die Kopfsteuerfläche nur der → *Steuerung* des Flugzeugs; beim Lifting Canard dagegen liefert sie auch einen Teil des → *Auftriebs*.
Der Begriff Canard wird sowohl im Englischen als auch im Deutschen für die Steuerfläche allein verwendet. Dabei wird in der Regel von einer horizontalen Fläche ausgegangen, was im Englischen durch den gelegentlichen Zusatz Horizontal Canard zum Ausdruck gebracht wird.
Im Gegensatz dazu wird mit dem Begriff Vertical Canard eine vertikale Leitwerksfläche unter dem Rumpf bezeichnet, die im Deutschen als Kimmruder bekannt ist. Ein Beispiel für ein Flugzeug mit Kimmruder ist die General Dynamics F-16 (Erstflug 2. Februar 1974).

CANSO
Abk. für Civil Air Navigation Services Organisation.
Bezeichnung für einen Interessenverband der staatlichen Luftaufsichtsbehörden, die im Bereich der → *Flugsicherung* tätig sind. Aus Deutschland ist das Luftfahrtbundesamt (→ *LBA*) Mitglied der CANSO.
Sitz ist der Flughafen Schiphol (AMS) in Amsterdam.
→ *http://www.canso.org/*

CAPTS
Abk. für Cooperative Area Precision Tracking System.
Bezeichnung für ein System das in der → *Roll-* und → *Vorfeldkontrolle* zur Ortung und Führung von Flugzeugen auf dem → *Vorfeld* und auf den → *Rollwegen* eingesetzt wird. CAPTS identifiziert die Position und das → *Rufzeichen* der Flugzeuge anhand der → *Mode* S Signale ihrer → *Transponder*.

Cargo
Der englische Oberbegriff für → *Luftfracht* (Air Freight oder Freight) und → *Luftpost* (Air Mail). Im Deutschen in Abgrenzung zum Personentransport (Passage) vereinfacht auch Fracht genannt.
Bezeichnung für jede Art von Lufttransport für Güter aller Art, die keine menschlichen Passagiere darstellen, obwohl dafür durchaus Raum in Passagierflugzeugen genutzt wird (Unterflur-Stauraum). Man spricht von einem Nurfrachtflug wenn das gesamte Flugzeug (dann Frachter genannt) ohne Passagierzuladung zum Frachttransport genutzt wird.
Militärische Transportmaschinen sind in der Regel reine Frachtmaschinen, können aber durch den Einbau einiger weniger Sitzreihen geeignet umgerüstet werden oder verfügen, wie z. B. die Lockheed C5 „Galaxy“ (Erstflug 30. Juni 1968), über eine eigene → *Kabine* oberhalb des Frachtraums für einige Dutzend Passagiere (90 bei der Lockheed C5). Bestandteil der → *Crew* bei militärischen Transportmaschinen ist immer ein → *Lademeister*.
In den internationalen Flughafen-Statistiken des Airports Council International (→ *ACI*) ist Cargo der umfassende Basiswert für die Ermittlung des Frachtaufkommens eines Flughafens, das sich aus → *Luftfracht* und → *Luftpost* zusammensetzt. In Deutschland dagegen werden häufig Luftfracht und Luftpost noch als getrennte Posten ausgewiesen.
Die → *TIACA* ist der Interessenverband der im Bereich der Luftfracht tätigen Unternehmen.

CARIBIC
Abk. für Civil Aircraft for the Regular Investigation of the Atmosphere Based on an Instrument Container.
Bezeichnung für ein Programm europäischer Forschungsinstitute zur Untersuchung der Erdatmosphäre. Dazu wurde ein Airbus A340–600 der Lufthansa mit Messgeräten ausgerüstet, so dass im Liniendienst z. B. Treibhausgase und Aerosole aus unterschiedlichen Erdregionen erfasst werden können.

Cart
Auch Service Cart oder (selten) Servierwagen genannt. Ein Begriff aus dem Umfeld des → *Catering*. Er bezeichnet die in ihren Abmessungen standardisierten Wagen, von denen aus die Kabinenbesatzung (→ *Crew*) den Fluggästen Speisen und Getränke oder zollfreie Waren anbietet.

CAS
1. Abk. für Calibrated Air Speed.
   → *Fahrtmesser*.
2. Abk. für Collision Avoidance System.
   Übergeordneter Begriff für Kollisions-Warnsysteme an Bord des Flugzeugs, die den Flugverkehr in der Umgebung verfolgen und bei gefährlicher Annäherung an ein anderes Flugzeug eine Warnung für den Piloten erzeugen. Beispiele für CAS sind → *ACAS* und → *TCAS*.

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_3, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

CAT

1. Abk. für Category.

CAT ist eine Unterteilung für → *Präzisionsanflüge* die sich danach richtet, bei welchen minimalen Sichtbedingungen (spezifisch: bei welcher → *Entscheidungshöhe* und welcher → *RVR*) eine → *Landung* noch durchgeführt werden kann. Die → *ICAO* unterscheidet die folgenden Kategorien:

- CAT I: Landungen können durchgeführt werden, wenn die RVR mindestens 800 m (2.500 ft) und die Entscheidungshöhe mindestens 60 m (200 ft) beträgt.
- CAT II: Landungen können durchgeführt werden, wenn die RVR mindestens 400 m (1.200 ft) und die Entscheidungshöhe mindestens 30 m (100 ft) beträgt.
- CAT III-A: Landungen können durchgeführt werden, wenn die RVR mindestens 200 m (700 ft) beträgt. Die Entscheidungshöhe kann zu Null werden.
- CAT III-B: Landungen können durchgeführt werden, wenn die RVR mindestens 50 m (150 ft) beträgt. Die Entscheidungshöhe kann zu Null werden.
- CAT III-C: Landungen können auch dann noch durchgeführt werden, wenn die RVR und die Entscheidungshöhe zu Null werden.

Für CAT III können spezifische Entscheidungshöhen festgelegt werden, verbunden mit einer Auflistung der visuellen Anhaltspunkte die dabei erkennbar sein müssen. Darüber hinaus können → *Luftfahrtbehörden* die Bedingungen der Kategorien schärfer fassen; zu diesem Schritt hat sich z. B. die → *FAA* entschieden.

Damit ein Flugzeug eine Landung nach einer der Kategorien durchführen kann, müssen zwei Bedingungen erfüllt sein:

- Der → *Flugplatz* muss über eine → *Präzisionsanflug-Landebahn* verfügen, deren technische Einrichtungen (z. B. → *Instrumenten-Landesystem*, → *MLS* oder → *PAR*) so präzise arbeiten, dass Landungen auch bei den entsprechenden minimalen Sichtbedingungen noch sicher durchgeführt werden können.
- An Bord des Flugzeugs muss die benötigte Ausrüstung vorhanden sein, um die Signale des Landesystems mit der benötigten Präzision zu empfangen und darzustellen.

Dabei ist zu beachten, dass bereits für Landungen der Kategorie CAT I sehr präzise Anlagen erforderlich sind. Für CAT II und CAT III steigt der Aufwand an Systemen, Wartung und Überwachung, und damit auch die Kosten für Anschaffung und Betrieb, noch einmal deutlich an. Bei der Entscheidung für eine bestimmte Kategorie ist daher abzuwägen, ob der Vorteil einer erhöhten Verfügbarkeit des Flugplatzes (also die Möglichkeit, den Flugbetrieb auch bei schlechten oder sehr schlechten Sichtbedingungen durchzuführen) die entsprechenden Mehrkosten rechtfertigt. In vielen Fällen verhindert auch die Struktur des umgebenden Geländes, dass Systeme höherer Kategorien mit einem vertretbaren Aufwand installiert werden können. Dazu gehören z. B. Gelände mit großen Steigungen und Gefällen. In diesen Fällen kann oft erst nach der Installation die Präzision des Systems endgültig ermittelt werden, und damit auch die Kategorie, nach der Landungen noch möglich sind.

2. Abk. für Clear Air Turbulence.
   Klare Luft-Turbulenz. Eine → *Turbulenz*, die bei guter Sicht plötzlich und ohne mit bloßem Auge sichtbare Ursache auftritt. Diese Turbulenzen kommen bei einer → *Windscherung* in Bodennähe, aber auch oft in großen, wolkenlosen Höhen bzw. Höhen mit Stratuswolken in Verbindung mit dem → *Jetstream* vor. Ferner treten CAT an Frontensystemen auf, wenn die Temperaturunterschiede besonders groß sind.
   CAT ist ein Phänomen, welches in der Luftfahrtgeschichte immer wieder zu Verletzungen bei Passagieren geführt hat. Daher empfehlen Fluggesellschaften generell auch während des → *Reisefluges* am Sitz locker angeschnallt zu bleiben. Heutige Verkehrsflugzeuge sind mit robusten Rumpfkonstruktionen ausgestattet, so dass selbst stärkere Turbulenzen eher Schäden an mitfliegenden und nicht angeschnallten Passagieren oder an der → *Crew* als am Flugzeug selbst verursachen.

Catering

Ein Begriff aus der → *Verkehrsfliegerei*. Unter Catering versteht man die Versorgung des Flugzeugs am Boden mit Nahrungsmitteln, Genussmitteln, → *Sondermahlzeiten* und weiteren „trockenen" Artikeln (sog. Borddienstmaterial oder Dry Goods) wie Zeitungen und Zeitschriften, Decken, Kissen, Kopfhörern, Spielzeug für Kinder und Toilettenartikeln, die später an die Passagiere ausgegeben werden.

Das Catering ist Teil der → *Vorfelddienste* und damit auch der → *Flugzeugabfertigung*. Direkt nachdem die Passagiere das Flugzeug verlassen haben werden die → *Carts* aus den → *Galleys* entfernt, die Galleys und die → *Kabine* werden gereinigt. Parallel dazu werden die Speisen und Waren für den nächsten Flug an das Flugzeug angeliefert und mit Hilfe von Hebebühnen auf Kabinenhöhe angehoben. Nach erfolgter Reinigung werden die Galleys aufgefüllt. Es folgt eine zweite Reinigung der Galleys um Verschmutzungen, die beim Wiederauffüllen entstanden sind, zu entfernen.

Das Gewicht dieser Zuladung ist erheblich und geht in die Berechnung des → *Flugzeuggewichts* und des daraus abgeleiteten Treibstoffbedarfs mit ein. Es beträgt z. B. bei einer vollbesetzten Boeing 747 für einen Langstreckenflug mit mehreren Mahlzeiten bis zu 5 Tonnen.

Ein wichtiger Aspekt beim Catering ist die Einhaltung von Hygiene- und Qualitätsstandards. Zur Wahrung dieser Standards fliegen → *Luftverkehrsgesellschaften* teilweise die Produkte von ihren Heimatbasen zu anderen → *Flughäfen*. Das Catering selber wird meist von Catering-Unternehmen, deren Ursprung in einer Luftverkehrsgesellschaft liegt, durchgeführt. Oftmals versorgen diese Unternehmen eine große Anzahl oder sogar alle Luftverkehrsgesellschaften an einem Flughafen.

→ *http://www.lsg-skychefs.com/*

CAVOK

Abk. für Cloud and Visibility OK.

Deutsche Übersetzung: Wolken und Sicht sind in Ordnung. Ein Begriff aus dem Bereich der Wettermeldungen von Flughäfen (→ *METAR*) und in ihren Wettervorhersagen (→ *TAF*).

Es ist eine zusammenfassende Bezeichnung für mehrere Eigenschaften des Wetters, die von den meisten Piloten kurz als „gutes Wetter für den Sichtflug" bezeichnet werden und die im Wetterbericht, der das Wort CAVOk enthält, dann nicht mehr weiter beschrieben werden.

Folgende Bedingungen sind nötig, damit das Wetter mit CAVOK eingestuft wird:

- Horizontalsicht: 10 km oder mehr
- Keine Wolken unterhalb von 5.000 ft oder der → *Sicherheitsmindesthöhe* (falls diese höher ist).
- Keine signifikanten Wettererscheinungen, die das Fliegen beeinträchtigen (Nebel, Gewitter, Sturm usw.)
- Keine Wolken vom Typ → *Kumulonimbus* (Cb, Gewitterwolken) oder Cumulus congestus (con, Quellwolke, → *Kumulus*), unabhängig von deren Wolkenuntergrenze.

Cb
→ *Kumulonimbus.*

Cc
→ *Zirrokumulus.*

CCC
Abk. für → *Common Crew Concept.*

C-Check
→ *Wartung.*

CCQ
Abk. für Cross Crew Qualification.
→ *Common Crew Concept.*

CCV
Abk. für → *Control Configured Vehicle.*

CDA
Abk. für Continuous Descent Approach.
Besonderes Verfahren für den → *Landeanflug*, mit dem eine Verringerung der Lärmbelastung in der Umgebung eines Flugplatzes erreicht wird.
CDA basiert darauf, dass die Flugzeuge in → *Flughöhen* zwischen 2.000 m und 3.000 m in einen kontinuierlichen → *Sinkflug* (Continuous Descent) übergehen. Gegenüber der sonst üblichen Abfolge von Sink- und → *Horizontalflügen* mit zwischenzeitlichen Erhöhungen des → *Schubs* kann die Lärmbelastung am Flugplatz in einem Umkreis von 20 bis 40 km reduziert werden.
Beim CDA Verfahren fliegen die einzelnen Flugzeuge unterschiedliche Anflugprofile, die von den Sinkeigenschaften des jeweiligen Flugzeugs abhängen. Dadurch müssen die → *Mindestabstände* im Landeanflug gegenüber den herkömmlichen Verfahren vergrößert werden; entsprechend verringert sich die Kapazität der → *Landebahn*.

CDC
Abk. für Chef de Cabin.
→ *Flugbegleiter.*

CDI
Abk. für Course Deviation Indicator.
Der CDI ist ein Instrument (→ *Instrumentenkunde*) zur Anzeige von → *VOR*-Signalen im → *Cockpit*, und liefert Informationen zum momentanen → *Steuerkurses* und dessen Abweichung zu einem Soll-Steuerkurs.
Der CDI besteht aus einer Kompassrose, einer Anzeigenadel, und einer Punktskala.
Die Kompassrose wird unabhängig vom VOR-Signal durch den → *Kurskreisel* gesteuert, und zeigt den → *missweisenden Steuerkurs* des Flugzeugs an. Der Ausschlag der Anzeigenadel wird durch das VOR-Signal bestimmt, und zeigt die → *missweisende Peilung* zum VOR-Sender an, also den vom Flugzeug beobachteten Winkel zwischen dem magnetischen Nordpol und der VOR-Station.
Der mittlere Teil der Anzeigenadel kann nach rechts oder links entlang einer Punkteskala wandern. Die Verschiebung gibt dabei die Abweichung des momentanen Steuerkurses gegenüber einem vorgewählten Soll-Steuerkurs an. Meist sind fünf Skalenpunkte nach rechts und nach links verfügbar, wobei der Maximalausschlag einer Abweichung von 10° entspricht.
Der CDI ist meist Teil eines → *OBI*, der auch die Vorwahl des Soll-Steuerkurses erlaubt.

CDU
Abk. für Control and Display Unit.
Bezeichnung für ein Gerät mit dem der Pilot seine Anweisungen an das Flugmanagement-System (→ *FMS*) eingibt und dessen Funktionen überwacht.

Ceilometer
Von engl. Ceiling = die Decke. Bezeichnung für den → *Wolkenhöhenmesser* und das Messverfahren zur Bestimmung der Wolkenhöhe. Hierbei wird ein Lichtstrahl von der Wolke reflektiert und von einer Fotozelle erfasst. Aus dem Winkel des gesendeten und empfangenen Lichtstrahles, und der Entfernung zwischen Sender und Empfänger kann die Wolkenhöhe bestimmt werden. Wertet man weitere Informationen aus, so können auch über die Wolkenuntergrenze hinausgehende Wolkenschichten, deren Dicke, eventuell vorhandene Inkonsistenzen (durchbrochene Wolkendecken) sowie Niederschläge identifiziert werden.
Früher wurden zur Messung Scheinwerfer eingesetzt. Als Wolkenhöhe wurde der hellste Punkt des Lichtkegels auf der Wolkenbasis angesehen, dessen Höhe mit geometrischen Mitteln bestimmt wurde.
Heute verwendet man dazu lasergestützte Instrumente. Das Ceilometer schickt einen kurzen Puls von Laserlicht (in diesem Fall bei einer Wellenlänge von 905 nm) in die Atmosphäre (mehrere 1.000/Sekunde). Während sich der Laserstrahl in klarer Atmosphäre ungehindert ausbreitet, wird er durch Wolken und Regen teilweise gestreut und reflektiert. Ein Empfänger misst das von den Wolkentropfen zurückgestreute Signal. Aus der Dauer zwischen Aussenden und Empfangen des Signals kann die Entfernung der Wolkenbasis bestimmt werden. Zusätzlich erhält man aus der Stärke des rückgestreuten Signals auch Informationen über die Dichte der Wolkenschicht, sofern der Laserstrahl noch nicht zu stark abgeschwächt wurde.
Da ein einzelnes Rückstreusignal zu schwach ist, um nachgewiesen zu werden, summiert man sie über einen Zeitraum von 15 Sekunden auf. Danach wird aus dem so erhaltene Profil das Rauschen entfernt, und dann die Höhe der Wolkenbasis bestimmt. Die vertikale Reichweite beträgt in klarer Atmosphäre bis zu 7,5 km Höhe, in dichten Wolken ist das Signal jedoch oft schon nach wenigen 100 Metern zu schwach, um noch nachgewiesen zu werden.
→ *http://www.vaisala.com/*

Center
Kurzform von Area Control Center (ACC).
→ *Kontrollzentrum.*

Center-Lotse
Bezeichnung für → *Fluglotsen*, die für die → *Bezirkskontrolle* und die → *Anflugkontrolle* der → *Flugverkehrskontrolle* verantwortlich sind.
Center-Lotsen haben keinen Sichtkontakt zum Flugzeug und arbeiten in der Regel als Tandem, bestehend aus einem Planungslotsen (Coordinator) und einem Radarlotsen (Executive-Lotse).
Die Center-Lotsen der Bezirkskontrolle arbeiten in → *Kontrollzentren*. Jedes Kontrollzentrum ist für einen → *Kontrollbezirk* verantwortlich; dieser kann in mehrere Sektoren (Arbeitssektoren, Kontrollsektoren) unterteilt sein. Jedes Lotsen-Tandem ist dann für die Überwachung eines Sektors verantwortlich.
Das Signal des → *Primärradars* zeigt ihm dabei die Position des Flugzeugs an; über das Sekundärradar werden zusätzlich → *Rufzeichen*, → *Flughöhe* und → *Fluggeschwindigkeit* vom

Flugzeug abgefragt und neben dem Signal des Primärradars angezeigt.
Die wichtigste Aufgabe des Radarlotsen ist die Einhaltung der vertikalen und horizontalen → *Mindestabstände* zwischen den Flugzeugen. Dazu erteilt er den Piloten Freigaben und Anweisungen, etwa um → *Steuerkurs*, Fluggeschwindigkeit oder Flughöhe zu ändern. Die Kommunikationen mit den Piloten erfolgt mit Hilfe von Sprechfunk unter Verwendung einer → *Phraseologie*. Jeder Lotse erteilt seine Anweisungen auf einer einzigen Frequenz, so dass stets alle Flugzeuge in einem Sektor alle Anweisungen mithören; alle Anweisungen sind vom Piloten zu bestätigen.
Der Planungslotse koordiniert die Schnittstellen mit anderen Sektoren. Dazu erhält er sog. → *Kontrollstreifen* aus Papier, die in kleinen Plastikhaltern stecken, auf denen die wichtigsten Daten der Flugzeuge, die demnächst seinen Sektor erreichen werden, vermerkt sind. Erkennt der Planungslotse einen Konflikt zwischen dem angekündigten und einem anderen (angekündigten) Flugzeug im Sektor, so stimmt er sich mit dem Planungslotsen des benachbarten Sektors z. B. per Telefon ab, und vereinbart z. B. eine neue Flughöhe für das ankommende Flugzeug. Auf diese Weise wird vermieden, dass sich zwei Flugzeuge, die aus unterschiedlichen Richtungen gleichzeitig in den Sektor eindringen, dabei gefährlich annähern. Flugzeuge, die entlang der Grenze eines Kontrollsektors fliegen, werden von den Lotsen mit mindestens dem halben horizontalen Mindestabstand zu dieser Grenze geführt. So ist sichergestellt, dass zwei Flugzeuge, die parallel zueinander in benachbarten Sektoren entlang der gemeinsamen Grenze fliegen, mindestens den einfachen horizontalen Mindestabstand einhalten.
Flugzeuge im Kontrollbezirk, die gerade gestartet sind bzw. landen wollen, werden von den → *Anfluglotsen* (Approach-Lotsen) geführt; im Gegensatz zu den Fluglotsen für die Streckenkontrolle können sie statt im Kontrollzentrum auch im → *Tower* eines → *Flugplatzes* arbeiten.

Certification Board
→ *Musterzulassung.*

Certification Program Plan
→ *Musterzulassung.*

CFIT
Abk. für Controlled Flight into Terrain.
Bezeichnung für einen Flugverlauf bei dem es zu einer Bodenberührung und zum Absturz des Flugzeugs kommt, obwohl der Pilot das Flugzeug zuvor unter Kontrolle hatte, und kein kritischer → *Flugzustand* vorlag. Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die Besatzung bei einem CFIT in den meisten Fällen bis kurz vor dem Absturz nicht der drohenden Gefahr bewusst ist. Dies kann z. B. der Fall sein, wenn ein defekter → *Höhenmesser* eine überhöhte → *Flughöhe* anzeigt, und gleichzeitig das Höhenprofil der Umgebung durch dichten Nebel nicht erkennbar ist.
CFIT ist eine der häufigsten Ursachen für Flugzeugunglücke und Gegenstand umfangreicher Flugunfall-Forschungen. Zur Vermeidung von CFIT Ereignissen wurden Mess- und Warnsysteme entwickelt, die bei Unterschreitung einer → Sicherheitshöhe automatisch Alarm schlagen. Dazu zählt das bodengestützte → *MSAW* System, und die Bordsysteme → *EGPWS* und → *GPWS*.

CFK
Abk. für Carbonfaserverstärkte Kunststoffe.
→ *Faserverbundwerkstoff.*

CFMU
Abk. für Central Flow Management Unit.
→ *Slot.*

Chandelle
Bezeichnung für ein Manöver aus dem Bereich des → *Kunstflugs*. Dabei wird das Flugzeug aus dem Horizontalflug in eine 180° Kurve gesteuert (=Wende) und muss dabei an Höhe gewinnen.
Die Güte dieser Flugfigur kann anhand der folgenden Punkte festgestellt werden:
- Die Wende erfolgt nicht weich und gleich bleibend.
- Das Steigen erfolgt nicht weich und gleich bleibend.
- Der halbe Höhegewinn wird nicht bei 90° erreicht.
- Der Höhengewinn ist zu gering.
- Der Kurs am Ende der Flugfigur ist nicht 180° entgegengesetzt zum Kurs beim Einflug.
- Ein- und Ausflug erfolgen nicht im waagerechten Geradeausflug.

Charter, Charterflug
Ein Begriff aus der Verkehrsfliegerei. Als Charter bezeichnet man das feste Vermieten größerer Platzkontingente in einem Verkehrsflugzeug eines bestimmten Fluges an einen Wiederverkäufer, bei dem es sich in der Regel um Reiseveranstalter handelt.
Die den Flug durchführende Charterfluggesellschaft bedient diese Strecke nur für den Wiederverkäufer und nicht im dauerhaften Linienverkehr. Dies schließt ein mehrmaliges und daher als annähernd regelmäßig erscheinendes Bedienen einer Flugstrecke nicht aus.

Chase Plane
Von engl. to chase something=etwas verfolgen. Bezeichnung für solche Flugzeuge, die ein anderes Flugzeug auf dessen Erstflug oder auf einem Testflug begleitet. Auch ein Flugzeug, das ein anderes zu Foto- oder Videoaufnahmen zu Dokumentarzwecken begleitet wird als Chase Plane bezeichnet.
Es hält sich üblicherweise an der Seite und etwas hinter dem Testflugzeug auf. Es handelt sich oft um ein nur zweisitziges Flugzeug, in dem sich ein → *Testpilot* und ein Testingenieur befinden, die das zu testende Flugzeug ganz genau beobachten und in direkter Funkverbindung zum Testpiloten des zu testenden Flugzeugs stehen. Das Chase Plane ist für diese Rolle mittlerweile mit Kameras ausgestattet, um für eine spätere Videoauswertung Material zu gewinnen.
Wie das zu testende Flugzeug wird das Chase Plane von einem Testpiloten geflogen, um zwischen dem Piloten des Testflugzeugs und des Chase Plans ein Vertrauensverhältnis und eine gemeinsame Sprache zu haben, was im Falle von Problemen und raschem Handeln von Vorteil ist.
Chase Planes wurden während des 2. Weltkriegs bei der amerikanischen Luftwaffe eingeführt und haben sich seither bewährt. In der Regel reicht ein Chase Plane aus, bei wichtigen Testflügen, wie z. B. dem → *Erstflug*, werden auch schon mal zwei eingesetzt (für jede Seite eines).

CHD
Abk. für Child.

Bei Flugtarifen gelten in der Regel solche Personen als Kinder mit Sitzplatzanspruch, die zwischen zwei und elf Jahren alt sind. Darunter gelten Kinder als Kleinkind bzw. Baby (Infant, → *INF*) ohne Anspruch auf einen Sitzplatz.

Check
Bezeichnung für die Überprüfung eines Flugzeugs im Rahmen der → *Wartung* oder der → *Überholung*.

Checkflug
→ *Simulator.*

Check-in
Bezeichnung für die zentralen Dienste, die eine → *Luftverkehrsgesellschaft* bei der → *Fluggastabfertigung* eines Passagiers am → *Flugplatz* durchführt. Zu den Tätigkeiten beim Check-in gehören:

- Das Überprüfen des Flugscheins (→ *Ticket*) und der Identität des Passagiers (z. B. über den Pass oder Personalausweis). Bei Flügen in das Ausland wird gleichzeitig überprüft, ob der Passagier berechtig ist in das entsprechende Land einzureisen. Hintergrund dieser Prüfung sind unter anderem Regelungen nach denen Luftverkehrsgesellschaften, die Passagiere in ein Land befördern in das er nicht einreisen darf, für die Kosten des Rücktransports herangezogen werden können.
- Die Zuweisung eines Sitzes auf dem gebuchten Flug und das Ausstellen einer → *Bordkarte*.
- Gegebenfalls das Ausstellen weiterer Einsteigekarten für Anschlussflüge des Passagiers.
- Das Wiegen des Gepäcks, das der Passagier aufgeben will, und das Vermerken von Zahl und Gewicht des aufgegebenen Gepäcks auf dem Flugschein (→ *Freigepäck*; → *Übergepäck*).
- Das Ausdrucken eines → *Gepäckabschnitts*.
- Die Beförderung des Gepäcks bis zur Sortieranlage – dies erfolgt in der Regel über kurze Gepäckbänder am Check-in Schalter.
- Die Annahme von → *Sperrgepäck* und seine Beförderung zur Sortieranlage – dies erfolgt meist über spezielle Annahmeschalter.

Aus Sicht des Passagiers geht es nach dem Check-in durch die Sicherheits- und gegebenenfalls Passkontrolle zum → *Gate* und zum → *Boarding*.
Traditionell findet das Check-in an den Check-in-Schaltern der Luftverkehrsgesellschaften im Flughafen statt. Manche Flughäfen ermöglichen es den Luftverkehrsgesellschaften, ihre Check-in-Bereiche stark individuell zu gestalten; alternativ können für alle Gesellschaften einheitliche Check-in-Schalter vorgesehen sein. Im letzteren Fall wird meistens das → *CUTE*-System verwendet. Zu einem Check-in-Schalter gehören dann das CUTE-System mit Monitor und Tastatur, Druckgeräte für die Einsteigekarten und die Gepäckabschnitte sowie das Gepäckband mit einer Waage. Das Check-in kann von der Luftverkehrsgesellschaft selber, von einer anderen Luftverkehrsgesellschaft, oder von einem neutralen Unternehmen (Handling Agency oder Flughafenbetreiber) durchgeführt werden. Check-in-Schalter können spezifischen Flügen zugeordnet sein; alternativ können Passagiere an einem Schalter für alle Flüge einer Gesellschaft einchecken. Für Passagiere der First Class und Business Class Passagiere (→ *Buchungsklassen*) werden oft getrennte Check-in Schalter angeboten.
Heute haben sich neben dem Check-in am Schalter (Counter Check-in) eine Reihe von weiteren Check-in Prozeduren etabliert. Ziel ist es dabei, das Check-in für den Passagier schneller, einfacher und komfortabler, und für die Luftverkehrsgesellschaft effizienter zu machen – z. B. indem das personalintensive Check-in am Schalter durch automatische Prozesse und Systeme mit Selbstbedienung ersetzt wird. Dazu gehören:

- Das Automaten Check-in: Zuerst eingeführt für Passagiere, die nur → *Handgepäck* haben; heute sind auch Automaten verfügbar, an denen der Passagier selber Gepäck aufgeben kann. Die Automaten können am Flughafen oder an einem beliebigen anderen Ort aufgestellt werden. Im letzteren Fall spricht man vom Remote Check-in, der z. B. in Bahnhöfen, Hotels oder City-Centern der Luftverkehrsgesellschaft durchgeführt werden kann.
- Das Gate Check-in: Hierbei erfolgt das Check-in an einem Schalter direkt am → *Flugsteig* (Gate), und damit hinter den Sicherheitskontrollen. Ein Gate Check-in ist nur für Passagiere möglich, die kein Gepäck aufgeben und dient oft solchen Passagieren, die sehr spät eintreffen.
- Der telefonische Check-in: Hierbei kann wiederum kein Gepäck aufgegeben werden.
- Das Curb-side Check-in: Eine besonders in den USA übliche Check-in Prozedur, bei der der Passagier bereits an der Vorfahrt des Terminals (Curb-side) sein Gepäck abgeben kann.

Chicago Convention
Ein Begriff aus dem internationalen → *Luftrecht*. Vollständig auch Convention on International Civil Aviation oder ICAO-Abkommen genannt. In Deutschland als Zivilluftfahrt-Abkommen oder Chicagoer Abkommen abgekürzt.
Die Chicago Convention ist die Bezeichnung für das internationale Luftverkehrsabkommen vom 7. Dezember 1944, das in Chicago geschlossen wurde. Damit wurde die Grundlage für das internationale Luftrecht gelegt. Die Bundesrepublik Deutschland ist diesem Abkommen durch Gesetz vom 7. April 1956 beigetreten.
Die Chicago Convention wurde auf Initiative der USA erstellt, die nach dem 2. Weltkrieg 52 befreundete und neutrale Staaten zu einer Konferenz einluden, um den weltweiten Luftverkehr zu regeln. Sie regelt die Rechte und Pflichten der heute ca. 190 Vertragsstaaten für den Bereich des internationalen Luftverkehrs. Mit der → *Lufthoheit* und der ersten beiden → *Freiheiten des Luftverkehrs* definierte sie Grundlagen des internationalen Luftrechts.
Sie verpflichtet die Staaten insbesondere zur Annahme internationaler Standards und Empfehlungen im Hinblick auf die Regelung des Luftverkehrs und auf den Lufttransport im Allgemeinen. Völlig unberücksichtigt bleiben in der Chicago Convention Fragen zur Haftung; diese werden durch eine Reihe von Abkommen, beginnend mit dem → *Warschauer Abkommen*, abgedeckt.
Das gegliederte Abkommen besteht aus 96 Artikeln in folgenden Teilen:

- Präambel
- Teil I, Kapitel I bis VI „Air Navigation“
- Teil II, Kapitel VII bis XIII „The ICAO“
- Teil III, Kapitel XIV bis XVI „International Air Transport“
- Teil IV, Kapitel XVII bis XXII „Final Provisions“ (u. a. Anhänge)

In den Anhängen sind Standards und Empfehlungen enthalten, die u. a. Luftverkehrsregeln, Flugsicherungsverfahren, die Einrichtung und den Betrieb von → *Flughäfen*, → *Luftfahrtpersonal*, → *Lufttüchtigkeitsanforderungen*, → *Luftfahrtkarten* sowie die Abfertigung von Fluggästen, Luftfahrzeugen und → *Fracht* regeln.

Chicken-or-Pasta
Manchmal auch Beef-or-Pasta. Eine jener Phrasen aus der Luftfahrt, mit der – ähnlich wie der Text der Sicherheitshinweise vor dem Abflug – ein Vielflieger automatisch eine ganz bestimmte Situation assoziiert. Es handelt sich um eine Frage, die ein → *Flugbegleiter* typischerweise einem Fluggast in der → *Economy Class* auf einem Mittel- oder Langstreckenflug stellt, während er mit dem → *Trolley* das Essen im Rahmen des Bordservices austeilt.
Der Passagier ist hierbei aufgefordert, aus zwei alternativen Gerichten (in der Regel Huhn oder Nudeln bzw. Rindfleisch oder Nudeln) das ihm kommodere Essen auszuwählen. Für Vegetarier, oder wenn eines der beiden Gerichte bereits unglücklicherweise vergriffen ist, vereinfacht sich die Entscheidung. Hat der Passagier vorab eine → *Sondermahlzeit* bestellt entfällt die Frage bzw. wird ersetzt durch eine kurze Identifizierung des Fluggastes („Sie sind die/der mit dem Sondergericht?“).
Unter Vielfliegern kursieren diverse Anekdoten die davon handeln, dass es sich bei dieser Frage sprachtheoretisch um eine rein rhetorische Frage handelt, da in heutigen Zeiten des Kostendrucks die beiden Gerichte in Geruch, Aussehen und Geschmack angeblich vom Passagier kaum zu unterscheiden sind, und die Entscheidung somit weitgehend irrelevant ist.
Die beiden Auswahlmenüs befinden sich in kleinen Aluminiumbehältern, die den Passagier darauf vorbereiten, dass das Gericht vorab in der → *Galley* in etwa auf Kabinentemperatur angewärmt wurde.
Der Flugbegleiter nimmt den Aluminiumbehälter und legt ihn auf ein vorbereitetes Tablett, auf dem sich weitere Bestandteile der Mahlzeit befinden. In der Regel handelt es sich dabei um:

- Einen Salat mit einem kleinen, gegen Zerreißen gesicherten Plastikbeutel, in dem sich eine Salz-Öl-Gewürzlösung als Dressing befindet.
- Ein weißes Weizenmehl-Brötchen, dessen Konsistenz dem von Hot-Dog-Brötchen oder den in Schnellrestaurants verwendeten Backwaren nachempfunden ist. Anzumerken ist, dass mit Blick auf ein gestiegenes Gesundheitsbewusstsein in der Gesellschaft teilweise auch Brötchen mit Spuren von Vollkorn zum Einsatz kommen.
- Ein Nachtisch mit kuchen- oder puddingartiger Konsistenz, dessen präzise Schnittkanten, konzentrische Glasurmuster und moderne Farbgebung Hinweise auf eine industrielle Fertigung sind.
- Salz, Pfeffer, Butter, Streichkäse, Zucker, Milchweißer, Plastikbesteck, Reinigungstuch und Serviette, die sich in mehreren, hierarchisch ineinander verschachtelten Plastiktüten befinden. Generell kann als Richtwert ein Verhältnis zwischen Verpackungsvolumen und Nahrungsmittelvolumen von ca. 1:1 angenommen werden.
  Hinsichtlich der geöffneten und nicht mehr benötigten Verpackungen hat es sich bewährt, darauf zu achten, dass kleinere Tüten in größere (nicht umgekehrt!) gesteckt und sogleich platzsparend unter der großen, schweren Aluminiumschale der warmen Mahlzeit deponiert werden können.

Bei der Beurteilung der Mahlzeit sollte beachtet werden, dass es sich nicht primär um eine Versorgung des Passagiers mit dringend benötigten Nährstoffen handelt – dazu würden etwas Obst und Säfte aus Sicht der → *Flugmedizin* vollkommen ausreichen. Die wichtigste Aufgabe ist vielmehr die Unterhaltung und Beschäftigung des Passagiers und die Vorbereitung auf eine anschließende Ruhephase im Flug, gefolgt von dem Aspekt der Vermittlung von Wertigkeit. Nicht zu unterschätzen ist auch der sportliche Aspekt, z. B. das Training der Feinmotorik, die erforderlich ist, um in den beengten Verhältnissen der Economy Class die unterschiedlichen Bestandteile des Menüs in gesellschaftlich akzeptablen und für den Sitznachbarn hygienischen Form auszupacken, zu zerteilen und zu konsumieren.

Chopper
→ *Hubschrauber*.

Ci
→ *Zirruswolke*.

Cirrocumulus
→ *Zirrokumulus*.

Cirrostratus
→ *Zirrostratus*.

Cirrus
→ *Zirruswolke*.

Class Divider
→ *Cabin Divider*.

Clean Configuration
Konfiguration des Flugzeugs, die einen möglichst geringen → *Widerstand* erzeugt. Dazu zählen z. B. eingefahrene → *Klappen* und ein eingezogenes → *Fahrwerk*. Die Clean Configuration wird typischerweise im → *Reiseflug* gewählt.

Clearway
→ *Freifläche*.

Close-out Time
Ein Begriff aus dem Flughafenbetrieb. In Deutschland auch Meldeschluss und international auch Show-up Time genannt. Bezeichnet den Zeitpunkt, an dem für einen abgehenden Flug keine Fluggäste mehr auf den Flug genommen werden. Dieser Zeitpunkt variiert in Abhängigkeit vom Abflugort, der → *Luftverkehrsgesellschaft*, dem Flugziel und der → *Buchungsklasse*. Fluggäste, die bis zu diesem Zeitpunkt nicht erscheinen und ihren Flug nicht storniert haben, haben in der Regel keine Chance mehr, mitzufliegen und werden als No-Shows bezeichnet.

Clubklasse
→ *Segelflug*.

CNS/ATM
Abk. für Communication, Navigation, Surveillance and Air Traffic Management.
Übergreifende Bezeichnung für die Organisationen, Prozesse und Systeme, die – zunehmend vernetzt – den → *Luftraum* überwachen und so steuern, dass er möglichst sicher und wirtschaftlich genutzt wird. Die wichtigste Komponente des CNS/ATM-Netzwerks ist das → *ATM*, dessen Hauptbestandteil wiederum die → *Flugsicherung* (Air Traffic Services, ATS) ist.

Coach, Coach Class
→ *Economy Class*.

Cockpit
Auch Führerkanzel, Führerraum, Pilotenkanzel oder einfach Kanzel, international Flight Deck genannt. Das Cockpit befindet sich im → *Bug* eines Flugzeugs und ist der Steuerraum, in welchem der → *Pilot* ein Flugzeug lenkt. Alle Informations- und Bedienelemente sind dort zusammengeführt.
In größeren Verkehrsflugzeugen befindet sich das Cockpit in einem vom Rest der → *Kabine* abgetrennten Raum, in dem neben dem Pilot auch noch der → *Copilot* (Zwei-Mann-Cockpit) und in älteren Maschinen auch noch der → *Flugingenieur* (Drei-Mann-Cockpit) und in noch älteren Maschinen der Funker (Vier-Mann-Cockpit) ihren Platz finden. In der Urzeit der Personenbeförderung gab es auf Langstrecken noch den Navigator, so dass es auch Fünf-Mann-Cockpits gab.
Ferner befindet sich in größeren Verkehrsflugzeugen im Cockpit ein ausklappbarer Notsitz, der als → *Jump Seat* (JMP) bezeichnet wird. Auf ihm können Angehörige der → *Luftverkehrsgesellschaft* auf einem Transferflug (→ *DCM*) oder auch – früher in sehr seltenen Ausnahmefällen bei einem ausgebuchten Flug – ausgewählte Fluggäste sitzen, so dass die Sitzplatzkapazität des Fluges für zahlende Fluggäste erhöht wird. Letzteres wird jedoch seit dem 11. September 2001 aufgrund verschärfter Sicherheitsvorschriften mittlerweile so gut wie nicht mehr praktiziert.
Hinsichtlich der technischen Ausstattung unterscheidet man zwischen dem klassischen Uhrencockpit (auch analoges Cockpit genannt), in dem viele mechanische Anzeigen zu finden sind, und dem modernen Glas-Cockpit (auch digitales Cockpit genannt), in dem die mechanischen Anzeigen durch Bildschirme ersetzt sind.
Das englische Wort „Cockpit“ heißt eigentlich „Hahnengrube“, bezeichnete also ursprünglich eine vertiefte Einfriedung für Hahnenkämpfe.

Cockpit Voice Recorder
Abgekürzt CVR. Gerät an Bord des Flugzeugs, das während des Fluges die Gespräche und Geräusche im → *Cockpit* aufzeichnet. Abgespeichert werden im CVR jeweils die letzten 30 min. Diese Informationen sollen helfen, im Falle eines Unfalls dessen Ursache zu ermitteln. Während früher die Speicherung auf Magnetbändern erfolgte werden heute überwiegend Computer-Chips zur digitalen Speicherung verwendet. Diese Chips dienen oftmals als gemeinsamer Speicher für die Daten des → *Flugdatenschreibers* (FDR) und des CVR. FDR und CVR bilden zusammen die → *Black Box*.
Vorwiegend ist auch im Deutschen die englische Bezeichnung Cockpit Voice Recorder gebräuchlich. Die gelegentlich verwendeten Begriffe Stimmenaufzeichnungsgerät, Sprachaufzeichnungsgerät oder Stimmenrekorder sind insofern irreführend, als dass der CVR nicht nur Gespräche, sondern allgemein alle Geräusche im Cockpit aufzeichnet. So können z. B. Abweichungen in den Motorengeräuschen Hinweise auf einen Defekt an den → *Triebwerken* geben. Die selten gebrauchte Bezeichnung Tonaufzeichnungsgerät ist daher eine treffendere Übersetzung.

Codeshare Flug
Bezeichnung für einen Flug, der mehrere Flugnummern unterschiedlicher → *Luftverkehrsgesellschaften* hat. Auf diese Weise können verschiedene Luftverkehrsgesellschaften miteinander Kooperieren und ihren Fluggästen Flüge von einem Startflughafen über einen Umsteigeflughafen zu einem Zielflughafen unter eigener Flugnummer anbieten, obwohl ein Abschnitt der Reise in der Maschine einer anderen Fluggesellschaft absolviert wird. Codeshare-Abkommen haben für Luftverkehrsgesellschaften den entscheidenden Vorteil, dass die Flugzeuge besser ausgelastet werden, und dass dank der Zusammenarbeit zweier oder mehrerer Gesellschaften die Zahl der Flugverbindungen erhöht werden kann. Man unterscheidet folgende Möglichkeiten für Codeshare Flüge:

- Free Sale Codeshare Flug: Dabei verkauft jeder Partner die Tickets nach seiner eigenen Tarifstruktur, die Erlöse verbleiben jedoch beim Betreiber des Fluggeräts. Dennoch profitieren auch die Partner von diesem Verfahren, denn sie können ihren Kunden zusätzliche Ziele anbieten und steigern damit das Passagieraufkommen auf ihren Langstreckenflügen.
- Blocked Space oder Blocked Seats Codeshare Flug: Dabei wird dem Partner eine bestimmte Anzahl von Plätzen für eine im Vorhinein festgelegte Summe zur Verfügung gestellt, die dieser mit eigenen Passagieren und zu eigenen Konditionen, aber auch auf eigenes Risiko füllen muss.

Collier-Trophy
Bezeichnung für einen jährlich verliehenen Preis, mit dem Projekte und Programme geehrt werden, die die amerikanische Luft- und Raumfahrt vorangebracht haben. Sie ist benannt nach dem Verleger Robert J. Collier, der den Preis erstmalig 1910 gestiftet hatte.

Common Crew Concept
Abgekürzt mit CCC. Bezeichnung für ein im Hause → *Airbus* entwickeltes Konzept, das inzwischen auch von → *Boeing* übernommen wurde. Es basiert darauf, dass unterschiedliche Flugzeugtypen ähnliche → *Cockpits* (also z. B. Instrumente und deren Anordnung) haben, ähnliche Flugeigenschaften und Reaktionen auf Steuereingaben des Piloten, und ähnliche Verfahrensabläufe (Operational Procedures). Dies erlaubt es einem Piloten, der bereits das Type Rating (→ *Rating*) für einen Flugzeugtyp hat, mit einem sehr kurzen Training das Type Rating für einen anderen, verwandten Flugzeugtyp zu erlangen. Man spricht in diesem Fall dann von einer Cross Crew Qualification (CCQ), da der Pilot sich mit nur einem geringen zusätzlichen Trainingsaufwand im Bereich einiger Tage auch für die Crew eines anderen Flugzeugs qualifizieren kann.
Bekannte Beispiele für eine Flugzeugfamilie, in der das CCC umgesetzt ist, sind die Familien der Airbus A318, 319, 320, 321 oder die der Airbus A330-200/300 in Verbindung mit der A340-300/500/600. Die CCQ innerhalb dieser Familien dauert nur ein bis zwei Tage, die CCQ zwischen diesen Familien um die acht Tage.

Compartment
→ *Crew Rest Compartment*.

CON
Abk. für Concrete.
Kennzeichnet bei → *Flugplätzen* eine → *Start- und Landebahn* mit einer Betonoberfläche. Im Gegensatz zu CON kennzeichnet → *ASP* eine Start- und Landebahn mit Asphaltoberfläche.
Im → *ACN*/ → *PCN* System fallen Betonflächen unter die Kategorie „Rigid“.

Concourse
Als Concourse wird meist der Teil eines → *Terminals* bezeichnet, der zwischen den Sicherheitskontrollen und den → *Flugsteigen* liegt, und in dem sich die abfliegenden und ankommenden → *Passagiere* bewegen.
Darüber hinaus wird der Begriff Concourse in den USA auch als Synonym für den Begriff Pier (→ *Finger*) verwendet, insbesondere um die unterschiedlichen Finger eines Terminals zu unterscheiden („Concourse A/B/C"). Ein Flughafen, bei dem die Concourses besonders gut zu erkennen sind ist Atlanta (ATL) mit den Concourses T (am Terminal) und A bis E (Satelliten).

Constant Speed Propeller
Besondere Form des → *Propellers*, bei der der → *Pilot* die Umdrehungszahl des Propellers vorwählt; eine Erhöhung oder Absenkung des → *Vortriebs* erfolgt dann über eine Vergrößerung oder Verkleinerung des Blattwinkels des Propellers.
Bei Flugzeugen mit einem → *Kolbenmotor* und einem Constant-Speed-Propeller dient der Schubhebel der Einstellung des Ladedrucks, während die Drehzahl über eine Blattwinkel-Verstellung eingestellt wird. Schwankungen im benötigten Vortrieb werden über eine Anpassung des Blattwinkels automatisch ausgeglichen. Benötigt der Pilot eine deutlich höhere Leistung, so muss er zunächst die Drehzahl des Propellers durch eine Verringerung des Blattwinkels erhöhen, und in einem zweiten Schritt den Ladedruck erhöhen. Über eine Erhöhung des Blattwinkels kann dann ein höherer Vortrieb erzeugt werden.
Bei der → *Landung* muss der Constant-Speed-Propeller mit geringem Blattwinkel, also hoher Drehzahl geflogen werden. Dadurch ist sichergestellt, dass dem Piloten für ein → *Durchstarten* durch Erhöhung des Blattwinkels sofort der benötigte zusätzliche Vortrieb zur Verfügung gestellt werden kann.

Container
→ *Unit Load Device*.

Contingency Fuel
→ *Kraftstoff*.

Continued Airworthiness
Englischer Begriff für die Aufrechterhaltung der → *Lufttüchtigkeit*.

Control Canard
→ *Canard*.

Control Configured Vehicle
Abgekürzt mit CCV. Bezeichnung für ein Flugzeug, dessen Flugverhalten komplett von einem → *Flugregler* abhängig ist. Ein Beispiel dafür sind moderne → *Militärflugzeuge*, insbesondere Jagdflugzeuge, die zur Reduzierung des → *Widerstands* und zur Erhöhung der Manövrierfähigkeit statisch instabil konstruiert sind (→ *statische Stabilität*). Erst der Flugregler erzeugt die im Flug nötige künstliche Stabilität. Die Regelsysteme eines CCV müssen äußerst zuverlässig sein, da bei ihrem Ausfall ansonsten der Totalverlust des Flugzeugs droht.
Vergleiche auch → *Active Control*.

Coordinator
→ *Planungslotse*.

Co-Pilot
→ *Pilot*.

Corioliskraft
Eine scheinbar auftretende Kraft in rotierenden Systemen, welche einen Körper ablenkt, der sich relativ zur Oberfläche eines zweiten rotierenden Körpers bewegt. Für einen auf der nördlichen Erdhalbkugel stehenden Beobachter wird durch die Corioliskraft der Wind nach rechts und auf der südlichen Erdhalbkugel nach links abgelenkt. Die Kraft wirkt im rechten Winkel zur Windrichtung und erhöht sich mit steigender Windgeschwindigkeit. Die Kraft ist am Äquator gleich Null und erreicht an den Polen ihr Maximum.
Die Corioliskraft wurde nach dem französischen Mathematiker Gustave Gaspard Coriolis (* 1792, † 1843) benannt.

Cowling
Bezeichnung für die Verkleidung eines → *Triebwerks*.

CPL
Abk. für Commercial Pilot Licence.
Deutsche Bezeichnung ist Berufspilotenlizenz. Bezeichnung für eine von mehreren möglichen → *Pilotenlizenzen*. Sie wird benötigt zum Führen eines Flugzeugs mit einem max. Abfluggewicht (→ *Flugzeuggewicht*) von über 2 Tonnen. Im Gegensatz zur Privatpilotenlizenz (→ *PPL*) erlaubt die CPL die kommerzielle Nutzung der Lizenz. Dies bedeutet jedoch nicht, dass jedes Verkehrsflugzeug mit einer CPL geführt werden darf. Vielmehr erfordert das Führen eines Flugzeugs, das in Deutschland vom Luftfahrtbundesamt in die Lufttüchtigkeitsklasse der Verkehrsflugzeuge eingestuft ist, eine allgemeine Verkehrspilotenlizenz (→ *ATPL*).
Werden Flugzeuge von einem Unternehmen zu kommerziellen Zwecken betrieben, müssen sie von zwei Piloten mit CPL geflogen werden.
Die Ausbildung zur Erlangung der CPL ist der zur Erlangung des PPL sehr ähnlich, aber tendenziell umfangreicher. So ist das → *Rating* für den → *Instrumentenflug* ein Pflichtteil der CPL-Ausbildung. Eine Voraussetzung für die Ausbildung zur CPL ist ein Tauglichkeitszeugnis (→ *Flugtauglichkeitsklasse*) der Klasse 1 (früher: Klasse 2).

Crew
Ein Begriff aus der → *Verkehrsfliegerei* und dort aus dem → *Luftfahrtpersonal*. Er bezeichnet die Besatzung an Bord eines Flugzeugs, die während eines Fluges zur Abwicklung eines sicheren Fluges den Vorschriften entsprechend notwendig ist und der Betreuung von Passagieren oder der → *Fracht* dient.
Die Crew setzt sich bei einem → *Verkehrsflugzeug* wiederum aus der Kabinenbesatzung (Kabinencrew, Cabin Crew), also den →*Flugbegleitern*, und dem Personal auf dem → *Flight Deck*, d. h. dem Cockpitpersonal (Luftfahrzeugführer bzw. → *Pilot* oder Flugkapitän, → *Co-Pilot* bzw. erster Offizier, u. U. → *Flugingenieur*) zusammen.
Bei anderen Flugzeugtypen gibt es andere Strukturen der Crew. Beispielsweise gibt es bei Frachtflugzeugen nur das Flight Deck. Bei militärischen Transportmaschinen gibt es noch einen oder zwei mitfliegende → *Lademeister*.

Crew Rest Compartment
Abgekürzt mit CRC und manchmal nur Compartment genannt. Bezeichnung für einen von der Passagierkabine abgetrennten Ruheraum für die → *Crew* eines Verkehrsflugzeuges bei Langstrecken.

CRCs sind bei Langstreckenflügen mit extrem langer Flugdauer (z. B. über 18 Stunden für Singapur/New York) notwendig, da diese Flüge von zwei Besatzungen geflogen werden müssen.
Um eine ausreichende Erholung der Besatzung zu garantieren werden an Crew Rest Compartments in der Regel höhere Anforderungen an die Schalldämmung und den Komfort gestellt als an die Passagierkabine, dies ist jedoch auch von der Fluglinie abhängig. Der Komfort der Bestuhlung ist in etwa mit denen der Business Class vergleichbar bzw. es gibt einfache, waagerechte Etagenbetten. Ferner gibt es dort auch Zugang zu den Systemen des Inflight-Entertainments und Stauraum für persönliches Gepäck der Crew, in Extremfällen auch Waschräume mit Duschen.
Das Flight-Deck und die Kabinenbesatzung haben oft getrennte Bereiche im CRC, bzw. es gibt verschiedene CRCs, je nach Flugzeugtyp und Bestuhlung. Man spricht dann auch vom Pilot Rest Compartment und dem Cabin Crew Rest Compartments.
CRC können je nach Flugzeugtyp und Bestuhlung an verschiedenen Stellen im Flugzeug eingebaut werden:

- Als abgetrenntes Abteil der → *Kabine*, hier in der Regel im hinteren Kabinenbereich oder direkt hinter dem → *Cockpit* (z. B. das Pilot Rest Compartment in der A380, Erstflug 27. April 2005).
- Lower Deck Facilities: Dies sind fest installierten Einbauten unterhalb der Passagierkabine, etwa in der Lockheed „TriStar“ L-1011 (Erstflug 16. November 1970) oder im Airbus A340–600 (Erstflug 24. April 2001).
- Dock-On oder Mobile Crew Rest Compartment: Dies ist eine Variante der Lower Deck Facilities, bei der nur bei Bedarf ein Crew Rest Compartment in den Frachtraum eingebaut wird, etwa wenn das Flugzeug nicht permanent auf einer Langstrecke verwendet wird.
- Overhead Space: Dies sind fest installierte Einbauten in einem fensterlosen, engen Oberdeck, etwa bei bestimmten Versionen der Boeing B777 (Erstflug 12. Juni 1994). Dort ist im Rumpf oberhalb der Gepäckfächer und Versorgungsleitungen noch Platz für Stauraum und Sessel, die über Leitern von verschiedenen Stellen der Kabine erreichbar sind.

Cross Crew Qualification
→ *Common Crew Concept*.

Cross Ticketing
Im Gegensatz zu der Überkreuzbuchung (→ *APEX*) bucht man hier einen oder mehrer Hin- und Rückfluge in der Absicht, nur eine Teilstrecke abzufliegen. Der Hintergrund ist, dass manchmal zwei Rückflugtickets zusammen günstiger sind als ein einzelnes Rückflugticket – je nachdem welche Wochenendregelungen etc. man ausnutzt. In den USA ist das ausdrücklich durch die Fluggesellschaften untersagt und wird auch geprüft. Vielflieger verfügen in der Regel über einen reichen Erfahrungsschatz an Tipps und Tricks, wie man dennoch die komplexen Regelungen der Tarifsysteme so ausnutzen und dies gegenüber den Fluglinien verschleiern kann, dass es gelingt, die Kosten zu minimieren.

Crosswind
→ *Platzrunde*.

CRS
Abk. für Computerised/Central Reservation Systems.
Als eingedeutschter Begriff wird gerne Computerreservierungssystem verwendet. Ein Begriff aus der → *Verkehrsfliegerei* und dort aus dem Bereich der Flugbuchung. Er bezeichnet große, vollautomatische und nur über Computer zugängliche Reservierungssysteme, welche als Bindeglied zwischen den Anbietern (Fluglinien, Hotelketten, Mietwagenfirmen etc.) und den Verkaufsagenturen (Internet-Reiseportale, Reisebüros) wirken, so dass nicht jede Verkaufsstelle mit jedem Anbieter seperat über eine eigene technische Schnittstelle verbunden sein muss.
Es haben sich mehrere weltweit tätige CRS entwickelt, von denen die vier großen → *Sabre* (USA, ursprünglich American Airlines), → *Galileo* (Europa, ursprünglich British Airways, Swissair, KLM, Alitalia), → *Amadeus* (Europa, ursprünglich Air France, Lufthansa, Iberia und SAS) und Worldspan (USA, ursprünglich Delta Airlines) sind.

Cruise Missile
→ *Marschflugkörper*.

Cs
→ *Zirrostratus*.

CTA
Abk. für Control Area.
→ *Kontrollbezirk*.

CTOT
Abk. für Calculated Takeoff Time.
→ *Slot*.

CTR
Abk. für Control Zone.
→ *Kontrollzone*.

CTZ
Abk. für Control Zone.
→ *Kontrollzone*.

Cu
→ *Kumulus*.

Cumulus (Wolke)
→ *Kumulus*.

Customizing
Bezeichnung für die Anpassung eines → *Serienflugzeugs* an die individuellen Wünsche eines Kunden, z. B. einer → *Luftverkehrsgesellschaft*. In der Regel ist davon primär die → *Kabine* betroffen, z. B. weil der Kunde Änderungen in der Anordnung und der Ausführung der Passagiersitze, → *Monumente* und Kabinensysteme möchte. Einige Wünsche, z. B. nach → *Crew Rest Compartments* können aber auch Auswirkungen bis in die Primärstruktur (tragende Bauteile) des Flugzeugs haben, und sind entsprechend aufwändig in der Realisierung.

CUTE
Abk. für Common User Terminal Equipment.
Bei CUTE werden alle → *Check-in* Schalter eines → *Terminals* mit der gleichen Hardware ausgerüstet. Das Bodenpersonal einer bestimmten → *Luftverkehrsgesellschaft* kann sich dann über CUTE mit dem spezifischen Reservierungssystem seines Unternehmens verbinden.
Der Vorteil von CUTE ist, dass alle Check-in Schalter von allen Luftverkehrsgesellschaften verwendet werden können. Dadurch kann die Zahl der Check-in Schalter reduziert werden, insbe-

sondere bei → *Flughäfen* mit vielen Luftverkehrsgesellschaften, oder wenn einzelne Luftverkehrsgesellschaften nur wenige Flüge oder nur Flüge zu bestimmten Tageszeiten anbieten. Ein Nachteil von CUTE ist die geringe Differenzierungsmöglichkeit für die Luftverkehrsgesellschaften. Form und Ausrüstung der Check-in Schalter ist für alle Unternehmen identisch, und die Symbole der Luftverkehrsgesellschaften können meist nur auf Displays oder abnehmbaren Schildern angezeigt werden.

CVFR
Abk. für (Rating for) Controlled Visual Flight Rules.
Bezeichnung für eine Berechtigung (→ *Rating*) für Privatpiloten für den von der → *Flugsicherung* kontrollierten → *Sichtflug* im kontrollierten → *Luftraum* der Klasse C (→ *Luftraumklasse*). Diese Berechtigung ist bei den nach dem 1. Mai 2003 erworbenen → *PPL* bereits in der Lizenz enthalten („Euro-PPL"). Bei älteren Lizenzen muss dieses Rating gesondert erworben werden. Die Ausbildung zum Erhalt des Ratings kann absolviert werden, wenn eine Gesamtflugerfahrung von mindestens 300 Stunden oder 60 Stunden innerhalb der letzten drei Jahre nachgewiesen werden kann. Ebenso müssen innerhalb dieser Zeit mindestens 20 Stunden Überlandflug geflogen worden sein.
Die Ausbildung besteht aus 10 Flugstunden Praxis und theoretischem Unterricht in den Fächern → *Luftrecht*, und Flugsicherungsvorschriften (10 Stunden), Technik und → *Instrumentenkunde* (5 Stunden) sowie → *Funknavigation* (15 Stunden).

CVR
Abk. für → *Cockpit Voice Recorder*.

CW
→ *Widerstandsbeiwert*.

CWS
Abk. für Control Wheel Steering.
Eine besondere Form der → *manuellen Steuerung*, die als rudimentärer Vorläufer des → *Fly-by-Wire* Systems angesehen werden kann.
Das CWS wurde in der zivilen Luftfahrt z. B. in der Boeing B737 verwirklicht. Dabei gibt der Pilot seine Steuerbefehle über seine primären Bedienelemente (z. B. → *Steuerknüppel*, → *Pedale*) ein. Die Signale werden aber nicht auf direktem mechanischen Weg an die Stellglieder (z. B. Ruder) weitergegeben, sondern als Kommandos an die Stellmotoren des Autopiloten. Diese interpretieren die Signale und steuern die Stellglieder entsprechend an. Aus Sicherheitsgründen ist ein mechanisches Gestänge parallel zur elektrischen Verbindung geschaltet; dabei muss vermieden werden, dass beide Systeme gegeneinander arbeiten.
→ *Flugregler*.

CWY
Abk. für Clearway.
→ *Freifläche*.

D

DA
Abk. für Decision Altitude.
→ *Entscheidungshöhe*.

DAeC
Abk. für Deutscher Aeroclub.
Bezeichnung für die Interessenvertretung der deutschen privaten Sportpiloten und ihrer lokalen Flugsportvereine (→ *Aeroclub*). Im DAeC sind über 2.000 lokale Vereine und Institutionen mit über 100.000 Mitgliedern organisiert. Sitz des Verbands ist Braunschweig.
Der DAeC ist das Deutsche Mitglied der → *FAI*.
→ *http://daec.de/*

Daedalus
→ *Ikarus*.

Damage Tolerance
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau, konkret aus dem Bereich der Konstruktionsprinzipien und dort neben → *Safe Life* und → *Fail Safe* die Bezeichnung für eines von drei möglichen Fehlertoleranzprinzipien in der Flugzeugkonstruktion. Es handelt sich um das jüngste der drei Prinzipien. Diese Konstruktionsprinzipien kommen auch in anderen Bereichen des Maschinen- und Anlagenbaus sowie im Bauingenieurwesen zur Anwendung.
Das Damage Tolerance Konzept ist eine Weiterentwicklung des Fail Safe Konzepts. Man geht bei der Damage Tolerance von der realistischen Annahme aus, dass jede mechanische Struktur nicht fehlerfrei sein kann, sondern im Laufe der Zeit durch Verschleiß und Alterung fehlerbehaftet sein kann.
Diese Fehler werden bei der Damage Tolerance innerhalb bestimmter Grenzen bewusst toleriert. Dies setzt jedoch voraus, dass die Fehler eine festgelegte und aus Sicherheitsgründen noch tolerierbare Größe nicht überschreiten. Diese tolerierbare Fehlergröße ist von den verwendeten → *Werkstoffen*, dem Alter der Struktur, den Bauweisen und den Belastungen in Größe und auch der Häufigkeit (z. B. Anzahl Lastzyklen) abhängig. Ziel des Verfahrens ist es, die Wachstumsrate potentieller Risse in Abhängigkeit von den Belastungen mit analytischen und empirischen Methoden zu erfassen und so eine für die jeweilige Situation typische, kritische Risslänge bzw. die Restfestigkeit zu bestimmen und davon abhängig Wartungsintervalle und zerstörungsfreie Prüfmethoden zu definieren. Der entstandene Schaden kann dann bewusst so lange toleriert werden, bis er durch eine geplante Inspektion oder einen nicht sicherheitgefährlichen anderen Funktionsausfall entdeckt und repariert werden kann.
Die Konstruktionsphilosophie der Damage Tolerance hat den Vorteil der optimalen Lebensdauerausnutzung, geringer Wartungskosten und einem niedrigeren Gewicht, da zusätzliche Bauteile (die bei Fail Safe erforderlich sind) entfallen können. Sie setzt aber ein gründliches Wissen und ein hohes Maß an Erfahrung in der Konstruktion und bei den Inspektionsprogrammen (→ *Wartung* und → *Überholung*) voraus.
Im Bereich der Konstruktion sind exakte Abschätzungen der Belastungen, ihrer Einflüsse auf eine mechanische Struktur und der Schadensauswirkungen bei möglichem Versagen der Struktur notwendig.
Im Bereich der Inspektion werden die tolerierten Fehler gezielt gesucht. Die Inspektionsprogramme werden von den Herstellern der Flugzeuge sowie ihren Zulieferern entwickelt, dokumentiert und den Flugaufsichtsbehörden sowie den Käufern der Flugzeuge zur Verfügung gestellt.

Dauerschallpegel
→ *Fluglärmmessung*.

DAVVL
Abk. für deutscher Ausschuss zur Verhütung von Vogelschlägen im Luftverkehr.
→ *Vogelschlag*.

dB
Abk. für → *Dezibel*.

DBRITE
Abk. für Digital Bright Radar Indicator Tower Equipment.
Bezeichnung für ein Anzeigesystem für → *Radar*-Systeme, das besonders in heller Umgebung (z. B. bei einer im → *Tower* angeordneten → *Anflugkontrolle*) eine kontrastreiche Darstellung des Radarbilds erlaubt. DBRITE zeigt die Signale des → *Primärradars* und des → *Sekundärradars* an, also die Position und das → *Rufzeichen* der Flugzeuge, den Radarstrahl und Wetterinformationen.

D-Check
→ *Überholung*.

DCM
Abk. für Deadheading Crew Member.
Fliegendes Personal, das sich außerhalb des Dienstes an Bord befindet, z. B. auf dem Weg zum Einsatzflughafen oder auf dem Weg zur Heimatbasis.

Dead Heading
→ *DCM*.

DEAF
Von engl. Deaf=taub. Hinweis im Bereich des → *Ticketing*, dass der Passagier, für den ein Ticket ausgestellt wird, taub bzw. schwerhörig ist.

DECCA
Ein → *Hyperbelverfahren* in der → *Funknavigation*, das in England während des zweiten Weltkriegs für die Seeschifffahrt entwickelt wurde und neben England auch weite Seegebiete außerhalb Europas abdeckt.
Das DECCA-Verfahren hat seine Bedeutung für die Luftfahrt heute verloren.

Declared Distances
Zusammenfassende Bezeichnung für die Längenangaben, die ein → *Flugplatz* über seine → *Start- und Landebahnen* veröffentlicht. Zu den Declared Distances gehören → *TORA*, → *TODA*, → *LDA* und → *ASDA*. Durch Vergleich der Declared Distances mit den Start- und Landeeigenschaften eines Flugzeugs kann entschieden werden, ob der Flugplatz für → *Start* und → *Landung* eines bestimmten Flugzeugtyps unter bestimmten Bedingungen (vollgetankt und/oder voll beladen) geeignet ist.
Die Declared Distances werden unter anderem im → *Luftfahrthandbuch* (AIP) veröffentlicht. Kurzfristige Änderungen der Declared Distances, z. B. in Folge von Wartungs- oder Reparaturangaben, können durch → *NOTAM*s verbreitet werden.

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_4, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

DECTRA
Abk. für DECCA Tracking and Ranging.
Eine Weiterentwicklung des → *DECCA-Systems*.

Deep Stall
Ein kritischer → *Flugzustand*, bei dem das → *Höhenruder* nicht mehr wirksam ist.
Besonders bei Flugzeugen mit → *T-Leitwerk* kann es beim Flug mit hohen → *Anstellwinkeln* dazu kommen, dass das Höhenruder in die Nachlaufströmung des → *Tragflügels* gerät und dabei seine Wirksamkeit verliert. Wird dann am Tragflügel der → *kritische Anstellwinkel* erreicht kommt es zu einem → *überzogenen Flugzustand* mit → *Strömungsabriss*, der nicht mehr durch das Höhenruder korrigiert werden kann.

De-Icing
→ *Enteisung*.

Deltaflügel
Auch Dreieckflügel genannt. Bezeichnung für einen → *Trapezflügel* mit gerader Hinterkante.
Deltaflügel werden häufig bei Überschallflugzeugen, z. B. bei der französischen Mirage III (Erstflug 17. November 1956), eingesetzt. Zum einen gewährleisten sie durch ihre große → *Profiltiefe* auch bei dünnen Überschallprofilen eine ausreichende Bauhöhe, die Verformungssteifigkeit und Platz für Einbauten (z. B. Hydrauliksysteme, Kraftstoffsysteme) sicherstellt. Zum anderen erzeugen sie bei kleinen → *Anstellwinkeln* – wie sie im → *Überschallflug* weitgehend vorkommen – einen geringen → *Auftrieb* und damit auch einen geringen → *induzierten Widerstand*.
Der Ogivalflügel ist eine Sonderform des Deltaflügel mit geschwungener Vorderkante. Er wurde bei den beiden bislang entwickelten Überschall-Verkehrsflugzeugen, der französisch-britischen „Concorde“ (Erstflug 2. März 1969) und der sowjetischen Tupolew Tu-144 (Erstflug 31. Dezember 1968), eingesetzt. Wie auch beim normalen Deltaflügel erzeugt der Ogivalflügel erst bei hohen Anstellwinkeln einen hohen → *Auftriebsbeiwert*. Dementsprechend müssen → *Start* und → *Landung* mit hohem Anstellwinkel geflogen werden, um ausreichend Auftrieb zu erzeugen. Um dennoch für den Piloten die Sicht auf den Boden zu gewährleisten, muss sowohl bei der „Concorde“ als auch bei der TU-144 die Flugzeugnase nach unten abgeklappt werden.

DEP
Abk. für Departure.
→ *Abflug*.

Departure Control
→ *Anflugkontrolle*.

DEPCOS
Abk. für Departure Coordination System.
→ *ARRCOS*.

De-Peaking
Von engl. peak = Spitze. Bezeichnung für die Verschiebung von Flugbewegungen an großen → *Flughäfen* mit dem Ziel, Überlastungen zu Spitzenzeiten („Peaks“) zu vermeiden und dadurch die Pünktlichkeit des Flugverkehrs an diesem Flughafen zu verbessern und unnötigen Kraftstoffverbauch (z. B. in Folge von → *Warteschleifen*) zu vermeiden.
Typischerweise weisen große Flughäfen über einen Tag betrachtet zu bestimmten Zeiten ein sehr hohes Aufkommen von → *Anflügen* und → *Abflügen* auf. Grund hierfür ist, dass bestimmte Zeiträume besonders günstig für ankommende oder abfliegende Langstreckenflüge oder für nationale Flüge, die von Geschäftsreisenden genutzt werden, sind. Beim De-Peaking werden Flüge aus diesen Spitzenzeiten heraus in Zeiträume mit geringerem Flugaufkommen verlagert.

Derivat
Derivate sind Weiterentwicklungen bestehender Flugzeugmuster und werden meist durch einen neuen oder veränderten Zusatz in der Typenbezeichnung gekennzeichnet. So sind z. B. die A340-500/600 von → *Airbus* Varianten der ursprünglichen A340-200/300.
Hersteller verfolgen mit Derivaten eine Reihe von Zielen, z. B.:
- Die Erhöhung oder Verringerung der Passagierzahl eines bestehenden Typs, oftmals gekoppelt mit einer Veränderung der → *Reichweite*. Dies führt zur Ausbildung sog. Flugzeugfamilien, mit denen unterschiedliche Segmente eines Flugzeugmarktes abgedeckt werden. Ein Beispiel ist die → *Single Aisle*-Familie aus dem Hause Airbus, bei der, ausgehend vom Grundtyp A320, durch Vergrößerung (A321) bzw. Verkleinerung (A318, A319) der Markt für Kurz- und Mittelstreckenflugzeuge von 107 bis 185 Sitzplätzen mit Reichweiten von rund 5.700 bis 6.800 km abgedeckt wird.
- Die Anpassung älterer Flugzeugtypen an den neuesten Stand der Technik. So ist die → *Boeing* B737-NG (New Generation) mit den Varianten -600 bis -900 eine Weiterentwicklung der älteren B737-100 bis -500. Oftmals haben die Weiterentwicklungen dank modernerer Werkstoffe und Fertigungsverfahren eine bessere Aerodynamik, ein geringeres Gewicht, einen geringeren Treibstoffverbrauch und eine höhere Reichweite als ihre Vorgänger.

Gegenüber eine Neuentwicklung bietet die Derivatlösung für den Hersteller einige Vorteile. Insbesondere bei der Familienbildung ist es im Idealfall möglich, durch „einfaches“ Einfügen oder Herausnehmen einzelner → *Spanten* die angestrebte Erhöhung oder Verringerung der Nutzlast durch Verlängern oder Verkürzen des Rumpes zu erreichen. Damit können Änderungen z. B. am → *Tragwerk* minimiert werden. Gleiches gilt bei Weiterentwicklungen, bei denen nur an bestimmten Stellen gezielt Veränderungen vorgenommen werden. Da die → *Musterzulassung* für ein Derivat auf der Musterzulassung des ursprünglichen Typs aufsetzt, kann der Prozess entsprechend vereinfacht werden.
Gleichzeitig können die bestehenden Werkzeuge und Fertigungsanlagen zumindest teilweise für das Derivat genutzt werden, und/oder die Produktion kann flexibel zwischen den Fertigungslinien für den ursprünglichen Typ und das Derivat aufgeteilt werden. Aus diesem Grund versuchen Hersteller z. B. auch zwischen unterschiedlichen Familien identische Rumpfdurchmesser zu verwenden.
Ein weiterer Vorteil ist, dass sich bei Derivaten die Schulung der → *Crew* und der Techniker aufgrund der Ähnlichkeit mit bekannten Typen vereinfacht.

DETRESFA
Bezeichnung für die Notstufe, welche die dritte der drei Alarmstufen des → *Alarmdienstes* ist.

Dezibel
Abgekürzt dB. Logarithmische Messgröße für die Schallintensität. Als Null Dezibel wird die Hörschwelle des menschlichen

Gehörs definiert; ein Zuwachs um 10 Dezibel entspricht dann jeweils einer Verdoppelung der Schallintensität.
Eine Angabe in Dezibel berücksichtigt noch nicht, dass das menschliche Gehör auf unterschiedliche Frequenzen unterschiedlich empfindlich reagiert. Durch Anwendung unterschiedlicher Wichtungskurven, z. B. der A- oder der D-Kurve, kann dieser Effekt berücksichtigt werden. Ein so korrigierter Messwert wird dann als *dB(A)* oder *dB(D)* angegeben.
Das Dezibel ist eine wichtige Größe in der → *Fluglärmmessung*. Wörtlich bedeutet Dezibel „Der zehnte Teil des Bel" und ist nach dem Erfinder des praktisch benutzbaren Telefons Alexander Graham Bell (* 1848, † 1922) benannt.

DFDR
Abk. für Digital Flight Data Recorder.
Bezeichnung für einen modernen → *Flugdatenschreiber*, der zur Aufzeichnung der Flugdaten einen digitalen Speicherchip verwendet.

DFGS
Abk. für Digital Flight Guidance System.
→ *FGS*.

DFS
Abk. für Deutsche Flugsicherung.
Die privatwirtschaftliche DFS wurde am 16. Oktober 1992 gegründet und übernahm am 1. Januar 1993 von der staatlichen → *BFS* die Verantwortung für die → *Flugsicherung* in Deutschland. Ihre Aufgaben sind im Luftverkehrsgesetz (→ *LuftVG*) geregelt.
Die DFS hat ihren Sitz in Langen (Hessen). Sie führt in Deutschland den → *Flugverkehrskontrolldienst*, den → *Fluginformationsdienst* (FIS), den → *Flugberatungsdienst* (AIS), den → *Flugfernmeldedienst* und den → *Alarmdienst* (ALS) durch.
Die DFS veröffentlicht das → *Luftfahrthandbuch* (AIP) für die Bundesrepublik Deutschland, die Nachrichten für Luftfahrer (→ *NfL*), die → *NOTAM*s und die → *AIC*. Darüber hinaus ist sie für den Betrieb und die Instandhaltung der technischen Anlagen zur Flugsicherung verantwortlich.
Für den Flugverkehrskontrolldienst verfügt die DFS über → *Kontrollzentren* für die → *Bezirkskontrolle* im → *unteren Luftraum* (Area Control Center, → *ACC*) in Berlin, Bremen, Düsseldorf, Langen und München sowie über Kontrollzentren für den → *oberen Luftraum* (→ *UACC*) in Karlsruhe, München und Berlin. In Norddeutschland wird die Flugsicherung teilweise von der → *Eurocontrol* durchgeführt, and der Grenze zur Schweiz von der schweizerischen Flugsicherung → *Skyguide*.
Die → *An- und Abflugkontrolle* wird in den Kontrollzentren Berlin, Bremen, Düsseldorf, München und vom → *Tower* des Flughafens Frankfurt durchgeführt.
Darüber hinaus betreibt die DFS die → *Platzkontrolle* in den Towern der internationalen deutschen Verkehrsflughäfen. Die → *Lotsen* der Platzkontrolle an Regionalflughäfen gehören dagegen nicht zur DFS.
→ *http://www.dfs.de/*

DFSV
Abk. für Deutscher Freiballonsportverband e. V.
Bezeichnung für den deutschen Fach- und Interessenverband der Ballonfahrer (→ *Ballon*).
→ *http://www.dfsv.de/*

DFV
1. Abk. für Deutscher Fallschirmsport Verband e. V. Bezeichnung für den deutschen Fach- und Interessenverband der Fallschirmspringer (→ *Fallschirm*).
   → *http://dfv.sci-network.net/*
2. Abk. für Deutscher Fliegerarztverband. Bezeichnung für den 1999 in Frankfurt/Main gegründeten Interesseverband der → *Fliegerärzte* in Deutschland.
   → *http://www.fliegerarztverband.de/*

DFVLR
Abk. für Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt.
→ *DLR*.

DGAC
Abk. für Direction Générale l'Aviation Civile.
Bezeichnung für die oberste Zivilluftbehörde in Frankreich, vergleichbar mit den Luftfahrtbundesamt (→ *LBA*) in Deutschland.
→ *http://www.dgac.fr/*

DGLR
Abk. für Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt.
Die vollständige Bezeichnung ist Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt - Lilienthal - Oberth e. V.
Bezeichnung für einen Verein von Einzelpersonen zur wissenschaftlichen, technischen, wirtschaftlichen und kulturellen Förderung, Untersuchung und Kommunikation der Leistungen der Luft- und Raumfahrt
→ *http://www.dglr.de/*

DGLRM
Abk. für Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin.
Bezeichnung für eine 1961 gegründete wissenschaftliche Gesellschaft, die sich der Forschung luft- und raumfahrtmedizinischer Fragestellungen (→ *Flugmedizin*) widmet und dabei insbesondere die praktische Verbesserung der Sicherung in der Luft- und Raumfahrt verfolgt.
→ *http://www.dglrm.de/*

DGS
Abk. für Docking Guidance System.
Ein System am → *Flugplatz*, das den → *Piloten* mit Hilfe von → *Sensoren* im → *Vorfeld* so führt, dass er das Flugzeug präzise in eine → *Parkposition* manövrieren kann.

DHC
Abk. für Deutscher Hubschrauber Club.
Bezeichnung für einen 1989 gegründeten Verein privater Mitglieder und Unternehmen. Ziel ist der Erfahrungsaustausch und die Information über Hubschrauber an sich, und über seine in der Regel dem Allgemeinwohl dienenden Einsatzgebiete.
→ *http://www.hubschrauberclub.com/*

DHV
1. Abk. für Deutscher Hängegleiterverband.
   Bezeichnung für den Interessenverband der Drachenflieger und Gleitsegelflieger in Deutschland. Ziel ist die allgemeine Interessenvertretung, die Definition von Ausbildungsprogrammen für Piloten, Prüfung und Test von Hängegleitern, Gleitsegel, Gurtzeuge, Rettungsgeräte und Winden, und die Bereitstellung von Dienstleistungen für die Mitglieder, z. B. in Form von speziellen Versicherungen. Sitz des Verbandes ist Gmünd.
   → *http://www.dhv.de/*

2. Abk. für Deutscher Hubschrauber-Verband.
   Bezeichnung für einen 1959 noch als Deutsche Gesellschaft für Hubschrauberverwendung und Luftrettung e. V. gegründeten Interessenverband von Besitzern, Piloten und Betreibern von Hubschraubern in Deutschland.
   Ziel des Verbands ist die Förderung der Verwendung des Hubschraubers entsprechend seiner besonderen technischen Eigenschaften, um das zivile Hubschrauberpotenzial in Deutschland zu erhöhen. Dazu wirkt der Verband in nationalen und internationalen Fachverbänden mit. Der Verband leistet sachbezogene Aufklärungsarbeit und dient als Plattform für fachliche Beratung und Kooperation. Er vertritt die Interessen seiner Mitglieder gegenüber Behörden und Institutionen und wird zur Neufassung beziehungsweise Änderung der nationalen sowie europäischen Luftfahrtgesetzgebung gehört. Sitz des Verbandes ist Oldenburg.
   → *http://www.dhv-org.de/*

Diagonalrippe
→ *Rippe*.

Dickenrücklage
Bezeichnung bei einem → *Profil* für die Lage der größten → *Profilhöhe* entlang der → *Profilsehne*.
Profile mit einer hohen Dickenrücklage haben ihr Druckminimum bei großer Profiltiefe; dadurch verschiebt sich auch der Punkt, an dem die → *laminare Strömung* in eine → *turbulente Strömung* umschlägt nach hinten, und der → *Auftrieb* erhöht sich (→ *Laminarprofile*). Gleichzeitig verringern große Dickenrücklagen den → *Profilwiderstand* bei kleinen → *Anstellwinkeln*, und verschieben den → *Strömungsabriss* zu höheren → *Fluggeschwindigkeiten*.
Andererseits verringert sich mit steigender Dickenrücklage der maximale → *Anstellwinkel*, und der Widerstand bei hohen Anstellwinkeln erhöht sich.

Dickenverhältnis
Auch relative Flügeldicke; Bezeichnung für das Verhältnis zwischen → *Profildicke* und → *Profiltiefe* bei einem → *Profil*.
Das Dickenverhältnis hat – neben dem → *Anstellwinkel* – einen großen Einfluss auf den → *Wellenwiderstand* im → *Überschallflug*. Grund hierfür ist, dass beim Überschallflug der → *Widerstand* nicht mehr parallel zur → *Anströmgeschwindigkeit*, sondern zur Oberfläche des Profils wirkt. Daher werden für Überschallflugzeuge in der Regel sehr dünne Profile ausgewählt.
Bei Flugzeugen mit geringen → *Fluggeschwindigkeiten* werden dagegen größere Dickenverhältnisse gewählt. Durch ihre größere Steifigkeit verringern sie das Flügelgewicht und erhöhen den für → *Kraftstoff* verfügbaren Raum.

Dienstgipfelhöhe
Engl.: Service Ceiling. Die Dienstgipfelhöhe ist definiert als die → *Flughöhe*, bei der ein mit maximalem Abfluggewicht (→ *Fluggewicht*) gestartetes Flugzeug bei Flug unter → *Normalbedingungen* gerade noch mit 100 → *ft* pro Minute steigen kann.
Die Dienstgipfelhöhe ist durch die Leistung der → *Triebwerke* beschränkt. Mit steigender Höhe nimmt die Luftdichte ab; damit der → *Auftrieb* dennoch erhalten bleibt muss der → *Anstellwinkel* kontinuierlich erhöht werden. Dadurch steigt auch der → *Widerstand*, während gleichzeitig der → *Schub* der → *Triebwerke* aufgrund der fallenden Luftdichte sinkt. Ab einer gewissen Höhe – eben der Dienstgipfelhöhe – übertrifft der Schub der Triebwerke den Widerstand des Flugzeugs nur noch geringfügig.

Dienstgipfelhöhe und maximale Flughöhe
Theoretisch verfügt das Flugzeug auf seiner Dienstgipfelhöhe noch über ein geringes Steigvermögen, so dass die maximal erreichbare Flughöhe noch etwas höher liegen müsste. Praktisch gesehen ist die Dienstgipfelhöhe jedoch die größte Höhe, in der das Flugzeug noch gesteuert werden kann. Die Dienstgipfelhöhe kann nur mit maximalem Auftrieb, also maximalem Anstellwinkel, erreicht werden. Eine weitere Steigerung des Anstellwinkels, z. B. als Reaktion auf eine Windböe (→ *Böe*) oder zum Einleiten eines → *Kurvenflugs*, führt daher sofort zum Strömungsabriss und damit zu einem → *überzogenen Flugzustand* mit entsprechendem Höhenverlust.

Direktflug
Bezeichnet eine Flugverbindung mit einer → *Flugnummer*. Dies schließt jedoch weder eine Zwischenlandung (→ *Nonstop-Flug*, häufig) noch einen Wechsel des Fluggeräts (eher selten) aus.

Dispatcher
→ *Flugdienstberater*.

Dispenser
→ *Betankung*.

DLR
Abk. für Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt.
Frühere Bezeichnung war DFVLR (Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt). Das DLR ist das nationale Zentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt und beschäftigt sich mit umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsprojekten in nationaler und internationaler Kooperation. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrtagentur im Auftrag der Bundesregierung für die Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig.
Sitz des DLR ist Köln-Wahn.
→ *http://www.dlr.de/*

DLR-Test
Bezeichnung für einen von der → *DLR* ausgearbeiteten Test, der bei → *Luftverkehrsgesellschaften* in Deutschland oftmals eine Einstellungsvoraussetzung für → *Piloten* darstellt.
Der DLR-Test besteht aus zwei Teilen und überprüft zahlreiche Aspekte, die für das Profil eines Piloten relevant sind. Er stellt hohe Anforderungen an die Ausdauer, Konzentrationsfähigkeit und die physische und psychische Belastbarkeit des Teilnehmers.
Der erste und üblicherweise am Computer durchgeführte Teil (der auch als Berufsgrunduntersuchung, BU bzw. GU bezeichnet wird) umfasst:

- Englischkenntnisse (Wortschatz und Grammatik)
- Technisch-physikalisches Grundwissen
- Technisches Verständnis für Funktionen einfacher Systeme und Vorrichtungen
- Mathematikkenntnisse
- Rechenfertigkeit und logisches Denken
- Merkfähigkeit
- Konzentrationsvermögen und Aufmerksamkeit

- Räumliches Orientierungsvermögen
- Psychomotorik und Mehrfacharbeit
- Relevante Persönlichkeitsmerkmale

Der zweite Teil wird je nach Auftraggeber von der DLR individuell gestaltet, besteht aber üblicherweise aus Gerätetests zur Psychomotorik und Mehrfacharbeit, Simulatorflügen, Problemlöseaufgaben in Teams sowie einem individuellen Interview.
Vor jedem Test werden einige Übungsaufgaben bearbeitet. Während bei einigen Tests alle Aufgaben etwa den gleichen Schwierigkeitsgrad aufweisen, steigt er bei anderen Tests allmählich an. Tests, bei denen es auf Schnelligkeit ankommt, sind so konstruiert, dass dem Teilnehmer nur eine bestimmte Zeit für die Lösungseingabe zur Verfügung steht. Entscheidend ist in allen Fällen das Gesamtergebnis und nicht das Ergebnis eines einzelnen Tests.

Links

→ *http://www.hh.dlr.de/*
→ *http://www.pilotentest.de/*

DME

Abk. für Distance Measuring Equipment.
Bezeichnung für ein → *Entfernungsmessverfahren* in der → *Funknavigation*, das den Abstand des Flugzeugs gegenüber einer Bodenstation bestimmt.
Das DME ist ein Empfangsverfahren, d. h. das Flugzeug sendet ein Signal an eine Bodenstation, das dort mit definierter Verzögerung ein Antwortsignal an das Flugzeug auslöst. Die Laufzeit zwischen dem Abfrage- und dem Antwortsignal ist (bei bekannter Verzögerung in der Bodenstation) ein Maß für den Abstand des Flugzeugs zur Bodenstation.
Streng genommen wird dabei der Schrägabstand des Flugzeugs (also sein räumlicher Abstand) zur Bodenstation gemessen. Ist die Entfernung zwischen Flugzeug und Bodenstation aber groß gegenüber der Flughöhe, so entspricht dieser Schrägabstand praktisch der horizontalen Entfernung des Flugzeugs von der Bodenstation.
Die Messung einer Entfernung von einem bekannten Referenzpunkt allein ermöglicht noch nicht die Bestimmung der Position des Flugzeugs. Deshalb werden DME-Systeme oft zusammen mit → *VOR-Systemen* oder → *Doppler-VOR*-Systemen, die eine Richtungsinformation liefern, angeordnet (VOR/DME). Da die Position der Bodenstation (z. B. aus Handbüchern) bekannt ist, kann mit Hilfe der Entfernungs- und Richtungsinformation die Flugzeugposition in der Ebene bestimmt werden. DME- und VOR-System können gemeinsam vom Flugzeug angewählt werden.

Technische Kenndaten des DME-Systems

Da das DME-Verfahren Abfragesignale der Flugzeuge erfassen und beantworten muss (sogenanntes Empfangsverfahren), ist die Zahl der Nutzer zu jedem Zeitpunkt auf etwa 100 beschränkt.
Das DME-System nutzt den Frequenzbereich von 962 bis 1.213 MHz. Die Bordgeräte senden dabei im Bereich von 1.025 MHz bis 1.150 MHz, die Antwortsignale sind von diesem Band um 63 MHz nach oben oder unten versetzt.
Die Abfrage- und Antwortsignale besteht aus Folgen von Doppelpulsen von 3,5 µs Dauer, die in einem Abstand von 12 µs, 30 µs oder 36 µs abgestrahlt werden. Die Wahl der Abstände erfolgt stochastisch; dies ist nötig, da bis zu 100 Flugzeuge gleichzeitig das DME-System nutzen können. Die stochastische Verteilung ermöglicht es jedem Flugzeug, das eine Antwortsignal, das zum eigenen Anfragesignal gehört, zu identifizieren.
Die Senderleistung beträgt zwischen 50 W und 2 kW für das Bordgerät (auch als Interrogator bezeichnet), und zwischen 1 kW und 20 kW für die Bodenstation (auch als Transponder bezeichnet). Die Bodenstation verwendet die gleiche Antenne zum Senden und Empfang.

Reichweite und Genauigkeit des DME-Systems

Aufgrund der hohen Frequenz des DME-Systems von ca. 1.000 MHz ist zum Empfang des Signals eine Sichtverbindung zwischen Flugzeug und Bodenstation erforderlich. Die maximale Reichweite beträgt etwa 200 nm, wird aber durch Berge, Täler und andere Hindernisse entsprechend reduziert. Das DME-System ist daher auf die Kurz- und Mittelstreckennavigation beschränkt.
DME-Systeme erreichen Genauigkeiten bis zu 100 m, teilweise sogar bis 30 m. Die neueren Präzisions-DME (Precision DME oder DME/P) erreichen Genauigkeiten bis 15 m im Initial Approach Mode, und bis 10 m im Final Approach Mode erreicht.

DoB

Abk. für Date of Birth, Geburtsdatum.
Im Bereich des Ticketing ist es für bestimmte Tarife, wie z. B. Jugendtarife, notwendig das Alter zu ermitteln und zu prüfen.

Dogfight

Ein Begriff aus der militärischen Luftfahrt. Er bezeichnet einen mit Bordwaffen geführten Luftzweikampf zwischen zwei Jagdflugzeugen (→ *Militärflugzeug*) auf kurze Distanz.

Dolly

Ein Begriff aus dem Bereich der → *Vorfelddienste*. Er bezeichnet mit einer Anhängerkupplung ausgestattete Wagen zum Transport von Gepäck oder Fracht. Es gibt Dollys in verschiedenen Ausfertigungen:

- Gepäckdollys mit Aufbau und Plane zur witterungsgeschützten Aufnahme von losem Gepäck.
- Gepäckdollys in flacher Bauart ohne Aufbau und mit einer Rollenoberfläche zum einfachen Be- und Entladen mit Gepäckcontainern (Unit Load Devise, → *ULD*)
- Frachtdollys: Ebenfalls in flacher Bauart und mit einer Rollenoberfläche. Den entsprechenden Gepäckdollys nicht unähnlich, aber meistens größer zur Beförderungen größerer Container ausgelegt.

Doppeldecker

Bezeichnung für Flugzeuge mit zwei übereinander liegenden → *Tragflügeln*, die nicht notwendigerweise, aber ungefähr die gleiche Spannweite haben. Ein Flügel befindet sich dabei etwas erhöht oberhalb des → *Rumpfes*, der andere unterhalb des Rumpfes. Ferner kann es vorkommen, dass die Tragflächen in der Länge leicht gegeneinander versetzt sind.
Eine Abweichung von der Regel der annähernd identischen Spannweite ist beispielsweise die Antonov AN-2, deren unterer Flügel eine fast nur halb so große → *Spannweite* hat, die vom Aussehen her aber dennoch die Anmutung eines Doppeldeckers hat.

Entwicklung

Der erste Flugapparat, der als Doppeldecker gebaut wurde, war ein Segelapparat von Otto Lilienthal.

Das erste motorisierte Flugzeug, das als Doppeldecker gebaut wurde, war der Flyer von den Gebrüdern Wright (Erstflug 17. Dezember 1903).
Heute sind Doppeldecker selten geworden und fast ausschließlich bei Flugzeugen für den → *Kunstflug* zu finden.

Doppelflügel
Eine einfache bauliche Ausführung der → *Spaltklappe.*

Doppelkiel-Leitwerk
→ *Leitwerk*.

Doppelleitwerk
→ *Leitwerk*.

Doppelrumpfflugzeug
Ein Doppelrumpfflugzueug ist ein im Gegensatz zum → *Zwillingsflugzeug* eigens so konstruiertes Flugzeug, das es zwei nebeneinanderliegende Rümpfe hat, die durch ein Tragflächenmittelstück miteinander verbunden sind. Es gibt verschiedene Bauformen. In seiner reinen Form verfügt das Doppelrumpfflugzeug über zwei nahezu identische Rümpfe, die beide zur Aufnahme von Lasten oder Passagieren vorgesehen sind. In der Frühzeit der Fliegerei gab es Flugboote, die derart konstruiert waren, da sie dann besser im Wasser lagen. Ein Beispiel dafür ist das Flugboot Savoia-Marchetti S.55 (Erstflug 1924).
Einige Varianten dieser reinen Doppelrumpfflugzeuge verfügen auch über zwei identische Cockpits, von denen aus die Maschine gesteuert werden kann.
Eine Variante hiervon ist die Ausführung mit kurzer Cockpitkanzel mittig zwischen beiden Rümpfen, die dann oft nur noch zur Aufnahme von Tanks, wenig Fracht und technischer Ausrüstung wirken. Ein Beispiel hierfür ist die Lockheed P-38 „Lightning“ (Erstflug 27. Januar 1939).
Gelegentlich werden auch Konstruktionen als Doppelrumpfflugzeug bezeichnet, die nur zwei parallel verlaufende Leitwerkträger (ohne Möglichkeit zur Aufnahme von Fracht oder Passagieren) haben. Ein Beispiel ist das Flugboot BV138 (Erstflug 11. Juli 1939). Sind diese Leitwerkträger deutlich schwächer als der eigentliche Rumpf ausgeführt (z. B. bei der Nord Noratlas, Erstflug 10. September 1949) so ist es deutlich erkennbar kein Doppelrumpfflugzeug.

Doppelspaltklappe
Engl.: Double Slotted Flap. Die Doppelspaltklappe ist eine technisch anspruchsvollere Ausführung der → *Spaltklappe*.
Im Gegensatz zur Spaltklappe wird die Doppelspaltklappe bei ihrem Einsatz nicht nur geschwenkt, sondern auch ausgefahren. Die dadurch vergrößerte Flügelfläche führt zu einem zusätzlichen Anstieg des → *Auftriebs*.

Doppelter Immelmann
→ *Immelmann*.

Doppel-T-Holm
→ *Holm*.

Dopplereffekt
Ein grundlegender physikalischer Effekt, der beim Aussenden bzw. Empfangen von Wellen (z. B. akustische Wellen, elektromagnetische Wellen) aus einer Bewegung heraus auftritt. Bewegen sich Sender und Empfänger aufeinander zu, so stellt man eine Frequenzerhöhung fest; bewegen sie sich voneinander weg ergibt sich eine Frequenzverringerung. Die Veränderung der Frequenz ist dabei abhängig von der Geschwindigkeit zwischen Sender um Empfänger.
Anschaulich kann man sich den Dopplereffekt so vorstellen, dass bei der Bewegung zur Quelle in der gleichen Zeit mehr, bei der Bewegung von der Quelle in der gleichen Zeit weniger Schwingungen beim Empfänger ankommen als bei ruhenden Verhältnissen. Ein Beispiel für den Dopplereffekt ist das Geräusch eines vorbeifahrenden Autos, das im Augenblick des Vorbeifahrens von einer höheren in eine tiefere Tonfrequenz springt.
Der Dopplereffekt wird in der → *Dopplernavigation* eingesetzt, z. B. um die Geschwindigkeit des Flugzeugs gegenüber dem Erdboden zu ermitteln.

Dopplernavigation
Bezeichnung für ein Verfahren der → *Koppelnavigation*, das auf dem Aussenden und Empfangen elektromagnetischer Wellen beruht.
Wie alle Verfahren der Koppelnavigation beruht auch die Dopplernavigation auf der Ermittlung von Betrag, Richtung und Zeitdauer der im Flug aufgetretenen Geschwindigkeiten. Dazu wird vom Flugzeug eine elektromagnetische Welle schräg nach unten abgestrahlt und wieder aufgefangen. Durch den → *Dopplereffekt* kommt es zu einer Frequenzverschiebung zwischen ausgesendetem und empfangenem Strahl, die in direktem Zusammenhang mit der → *Geschwindigkeit über Grund* des Flugzeugs steht. Die laufend erfassten Messergebnisse werden in einem Navigationsrechner umgerechnet und als Positionsinformation des Flugzeugs an einem Anzeigegerät dargestellt.
Als Signal wird typischerweise ein Mikrowellenstrahl mit einer Frequenz von 8,8 GHz oder 13,3 GHz gewählt. Die höhere Frequenz erlaubt eine bessere Bündelung des Strahls bei gleichzeitig verringerter Antennengröße.
Beim sog. Lobe Switching wird der ausgesendete Mikrowellenstrahl mit einer festen Frequenz auf- und abgeschwenkt. Dadurch können die unterschiedlichen Rückstrahleigenschaften von Wasser und Land ausgeglichen werden.
Das Aussenden von vier Mikrowellenstrahlen in vier unterschiedliche Richtungen erlaubt neben der Messung der Geschwindigkeit über Grund auch die Messung der Abtrift.
Dopplernavigationssysteme erreichen Genauigkeiten von ca. 1 % in der Messung der Geschwindigkeit über Grund, und ca. 0,1 bis 0,5 Grad in der Messung der Abdrift.

Doppler-VOR
Ein → *Richtungsmessverfahren* in der → *Funknavigation*, das eine Weiterentwicklung des → *VOR* darstellt. Das Verfahren des Doppler-VOR unterscheidet sich gegenüber dem VOR in zwei wesentlichen Punkten: Zum einen ist beim Doppler-VOR das richtungsunabhängige Signal amplitudenmoduliert, das richtungsabhängige Signal frequenzmoduliert. Die Modulationsarten sind gegenüber dem VOR-System also gerade vertauscht. Zum anderen wird die Frequenzmodulation durch den → *Doppler-Effekt* erzeugt.
Das richtungsunabhängige, mit 30 Hz amplitudenmodulierte Signal wird von einer Mittelantenne ausgestrahlt. Kreisförmig um diese Antenne herum sind in ca. 7 m Abstand Einzelantennen aufgestellt. Diese senden mit 30 Hz nacheinander eine Hilfsträgerfrequenz von 9,96 kHz aus, und simulieren so einen mit 30 Hz umlaufenden Sender.
Aufgrund des Doppler-Effekts kommt es bei der Überlagerung des umlaufenden Signals mit dem Signal der Mittelantenne zu

einer 30 Hz Frequenzmodulation; der Abstand von ca. 7 m zwischen Mittel- und Einzelantennen führt dabei zu einer Frequenzhub von 480 Hz. Damit entsprechen alle Signalparameter des Doppler-VOR genau denen des VOR-Systems, so dass Doppler-VOR Signale von VOR-Empfängern empfangen und ausgewertet werden können. Dank des veränderten Grundprinzips ist das Doppler-VOR gegen über dem VOR-System jedoch um den Faktor 10 genauer.

Dosenbarometer
Eine besondere Bauart des → *Barometers* zur Messung des Luftdrucks.
Beim Dosenbarometer wird ein Gleichgewicht erzeugt zwischen der Druckkraft des Luftdrucks einerseits und der elastischen Verformungskraft der Metallmembran eines luftleeren Gehäuses (=Dose) andererseits. Je größer der Luftdruck, umso größer auch die durch ihn bewirkte Verformung der Dose. Die Verformung kann über ein Zeigersystem direkt an einer Skala als Maß des Luftdrucks angezeigt werden. Eine Feder im Inneren der Dose erzeugt die rückstellende Kraft.
In der Luftfahrt basieren die als → *Doseninstrumente* bezeichneten Meß- und Anzeigegeräte auf dem Dosenbarometer.

Doseninstrumente
Zusammenfassende Bezeichnung für alle Instrumente im Flugzeug (→ *Instrumentenkunde*), die zur Messung und Anzeige von Größen auf einen Druck (→ *statischer Druck*, → *Staudruck*, → *Gesamtdruck*) zurückgreifen.
Beispiele für Doseninstrumente sind das → *Variometer*, der → *barometrische Höhenmesser* bzw. → *Druckhöhenmesser* und der → *Fahrtmesser*. Mit Hilfe eines → *Luftwerterechners* können die Messgrößen statischer Druck, Staudruck und statische Lufttemperatur verknüpft und in Angaben für die Höhe, die → *Fluggeschwindigkeit* (z. B. als → *IAS*, → *TAS* oder → *Mach*) und → *Steig* bzw. → *Sinkrate* des Flugzeugs umgerechnet werden.

Dosenvariometer
Eine besondere Form des → *Variometers.*

Double Aisle
→ *Wide Body*.

Downwind
→ *Platzrunde*.

Drachenflug
→ *Hängegleiter*.

Draining
→ *Fuel Draining*.

Drehflügler
Bezeichnung für eine Klasse von Luftfahrzeugen, deren → *Auftrieb* von rotierenden Tragflächen erzeugt wird. Man kann verschiedene Bauweisen unterscheiden, von denen der → *Hubschrauber*, der → *Tilt-Rotor* und der → *Tragschrauber* die bekanntesten sind.
Da der Hubschrauber bei weitem dominiert wird der Begriff Drehflügler oft auch als Synonym für Hubschrauber gewählt.

Drehfunkfeuer
Ein Begriff aus der → *Funknavigation* für einen Sender am Boden, der ein umlaufendes Signal abstrahlt. Dieses wird an Bord des Flugzeugs ausgewertet und als Richtungs- oder Positionsinformation angezeigt. Das bekannteste Drehfunkfeuer-Verfahren ist das → *VOR*.

Drehgelenk
Ein Begriff aus dem Bereich der → *Hubschrauber*. Er bezeichnet ein Gelenk, über das ein einzelnes → *Rotorblatt* mit dem Rotorkopf verbunden ist (→ *Rotor*) und das eine Verstellung des Rotorblattes um seine Längsachse zulässt. Dadurch kann im Zusammenwirken mit der → *Taumelscheibe* der → *Anstellwinkel* des einzelnen Rotorblatts verändert werden.

Drehkreuz, Drehscheibe
→ *Hub*.

Drehmoment
→ *Moment*.

Drehzahlmesser
Ein Begriff aus der → *Instrumentenkunde*. Ein Instrument zur Anzeige der Motordrehzahl in Umdrehungen pro Minute (engl.: Rounds per Minute, abgekürzt: rpm) anzeigt.
Eine Variante des Drehzahlmessers basiert auf dem Prinzip der Induktion. Die Drehbewegung wird auf einen Eisenkern in einer Spule übertragen und so eine meßbare Spannung induziert. Dabei ist die Höhe der induzierten Spannung direkt proportional zur Drehzahl des Eisenkerns.
Alternativ kann der Drehzahlmesser direkt über eine flexible Welle angetrieben werden.
Bei Flugzeugen, die einen Propeller mit konstanter Drehzahl (Verstell-Propeller) haben, ist die Angabe der Drehzahl nicht mehr eindeutig einer Motorleistung zuzuordnen. In diesem Fall zieht man den → *Ladedruckmesser* heran.

Dreiachser
→ *Ultraleichtflugzeug*.

Dreibeinfahrwerk
→ *Fahrwerk*.

Dreidecker
→ *Dreifachdecker*.

Dreieckflügel
→ *Deltaflügel*.

Dreiecksgerüst
→ *Gerüstbauweise*.

Dreifachdecker
Manchmal auch nur Dreidecker genannt. International als Triplane bezeichnet. Bezeichnung für Flugzeuge mit drei übereinander liegenden → *Tragflügeln*, die als Unter-, Mittel- und Oberflügel bezeichnet werden. Der Unterflügel setzt dabei an der Unterkante des → *Rumpfes* an, der Mittelflügel an der Oberkante des Rumpfes, während der Oberflügel auf einem Gestell oberhalb des Rumpfes montiert ist.
Die Tragflügel müssen nicht notwendigerweise die gleiche Spannweite haben.
Die Idee hinter dem Prinzip von drei Tragflügeln ist, dass der → *Auftrieb* größer ist, was die Zuladung, die Steigleistung und Manövrierfähigkeit verbessert. Dieser Effekt wurde bei den ersten Dreideckern im ersten Weltkrieg ab 1917 ausgenutzt. Heute ist der Dreifachdecker für die Konstruktion neuer Flugzeuge ohne jede Bedeutung.

Dreiklassenbestuhlung
→ *Bestuhlung*.

Dreipunktlandung
Bezeichnung für eine → *Landung*, bei der das Flugzeug (fast) zeitgleich mit seinem Hauptfahrwerk und seinem Bug- oder Spornrad (→ *Fahrwerk*) auf der → *Landebahn* aufsetzt.
Bei Flugzeugen mit einem Spornrad hat eine Dreipunktlandung den Vorteil, dass sie ein mögliches Springen des Flugzeugs nach dem → *Aufsetzen* unterdrückt.
Bei Flugzeugen mit einem Bugrad ist die Dreipunktlandung dagegen eher unerwünscht, da das Bugrad im Gegensatz zum Hauptfahrwerk nicht dafür ausgelegt ist, die Belastung beim Aufsetzen des Flugzeugs aufzunehmen.

DRF
Abk. für Deutsche Rettungsflugwacht.
Bezeichnung für einen am 6. September 1972 gegründeten Verein mit dem Ziel, ein lückenloses Netz für zivile Luftrettung in Deutschland zu gründen, aufzubauen und dauerhaft zu betreiben. Sechs Monate später, am 19. März 1973, nahm die DRF mit dem ersten privaten Luftrettungszentrum in Stuttgart und einem Rettungshubschrauber ihren Betrieb auf.

Entwicklung
Die Gründung geht zurück auf den tragischen Tod des achtjährigen Björn Steigers, der am 3. Mai 1969 auf dem Weg vom Schwimmbad nach Hause von einem Auto angefahren wurde. Trotz sofortiger und mehrfacher Alarmierung von Rettungskräften dauerte es beinahe eine Stunde bis ein Krankenwagen eintraf. Björn Steiger verstarb schließlich während des Transports ins Krankenhaus. Seine Eltern gründeten zur Analyse und Optimierung der Rettungskette eine Stiftung (Björn-Steiger-Stiftung e. V.) und forcierten die Aufklärung darüber. Dies bildete den Anfang der Spendensammlung, die im August 1972 zum ersten Rettungshubschrauber in Deutschland und der nachfolgenden Gründung der DRF führte. Die Stiftung selbst dehnte ihre Aktivitäten auf viele Aktivitäten – nicht nur Flugrettung – im Bereich des Notfallmeldesystems aus.

Links
→ *http://www.drf.de/*
→ *http://www.steiger-stiftung.de/*

Drohne
Bezeichnung für einen unbemannten, mehrfachverwendbaren und in der Regel militärischen Flugkörper (→ *Militärflugzeug*). Die noch relativ kurze Geschichte der Drohnen hat schon eine hohe Zahl verschiedener Arten hervorgebracht. Man kann Drohnen daher unter verschiedenen Gesichtspunkten differenzieren, z. B. nach ihrem Einsatzzweck:
- Aufklärungsdrohne: Dies ist eine Drohne für die Luftaufklärung. Dazu ist die Drohne mit entsprechenden optischen bzw. elektronischen Sensoren ausgestattet welche Daten entweder zur Auswertung in Echtzeit an einen Leitstand weitergeben oder zwischenspeichern und diese (beispielsweise als Foto) erst nach der Landung zugänglich machen.
- Angriffsdrohne: Eine solche Drohne hat auch Waffen an Bord und kann sie nach erfolgter Aufklärung in einem Zielgebiet einsetzen.
- Zieldrohne: Ausgemusterte Drohnen werden vom Militär bei Schießübungen gerne als bewegliche, realitätsnahe Ziele verwendet. Ihr Totalverlust wird dabei bewusst in Kauf genommen.

Eine weitere Differenzierung unterscheidet zwischen der Art der Steuerung:
- Vorprogrammiert: Frühe Aufklärungsdrohnen waren nur imstande eine zuvor einprogrammierte Route vom Startpunkt zu einem Zielgebiet zu fliegen. Der Speicher konnte dabei nur eine begrenzte Zahl von Flugmanövern aufnehmen.
- Fernsteuerung: Eine ferngesteuerte Drohne wird von einem Leitstand in Echtzeit per Funk ferngesteuert. Während einer Mission kann somit sehr flexibel auf die gewonnenen Erkenntnisse oder eine Lageänderung reagiert werden.

Schließlich kann man sie nach der Größe differenzieren:
- MAV (Micro Aerial Vehicle): Ihre Größe erlaubt Personen sie zu tragen. Sie können on der Regel ohne besondere Infrastruktur starten. Ihre Reichweite liegt im Bereich einiger weniger km und ihre Nutzlast ist gering, allerdings gelten sie als leicht zu handhaben, preisgünstig und wegen ihrer geringen bis sehr geringen Größe als unauffällig.
- TUAV (Tactical Unmanned Aerial Vehicle): Dies sind mittelgroße Drohnen mit einem Gewicht von bis zu 300 kg und einer Reichweite von 200 bis 300 km. Meist starten sie nicht autark, sondern mit Hilfe von Katapulten oder kleinen Raketen.
- URAV (Unmanned Reconnaissance Aerial Vehicle): Dies sind in der Regel große Drohnen die schon in ihrer Erscheinung herkömmlichen Flugzeugen ähneln. Je nach Konzeption entsprechen die Flugeigenschaften denen von Kampfflugzeugen oder Luftschiffen. Sie können ein bis zwei Tage in der Luft bleiben. Je nach Flughöhe unterscheidet man noch Medium Altitude Long Eendurance (MALE, Höhe von 10 bis 15 km) und High Altitude Long Endurance (HALE, Höhe von mehr als 20 km).

Von der Größe (und damit auch dem Gewicht) hängt das Startverfahren ab:
- Handstart: Sehr leichte und kleine Drohnen die dann üblicherweise einen Propeller- oder Rotorantrieb haben können aus der Hand gestartet werden.
- Katapultstart: Der Katapultstart wird oft mit einem Raketenantrieb für die Startphase (Feststoffraketen) kombiniert. Ist die Drohne auf Höhe gekommen setzt für den Reiseflug ein Strahltriebwerk ein.
  Bei den Katapulten handelt es sich in der Regel um mobile Abschussbasen auf einem LKW, auf dem dem sich auch der Leitstand befindet.
  Die → *Landung* erfolgt in der Regel nach einer Rückkehr durch Abschalten des → *Triebwerks* und dem Herabsinken an einem → *Fallschirm*, manchmal noch gepuffert durch Landekissen.
- Pistenstart: Neuere und aufwendigere d. h. größere Drohnen starten und landen auch wie ein herkömmliches Flugzeug von → *Flugplätzen* aus.

Druckfläche
→ *Druckhöhe*.

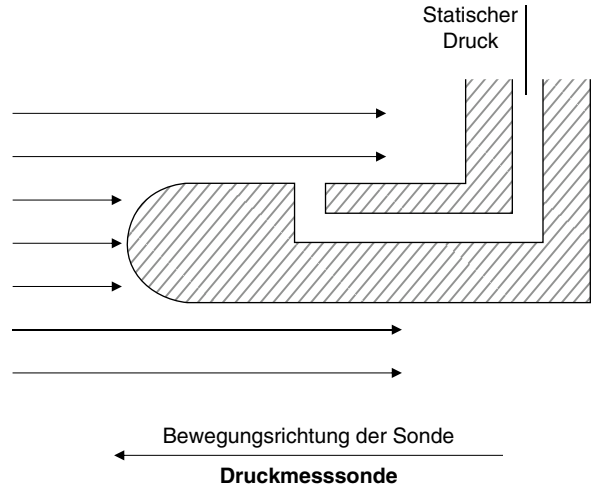
Druckhöhe
Engl.: Pressure Altitude. Gibt für einen gemessenen Luftdruck an, welcher Höhe er in der → *Standardatmosphäre* entspricht. Die Druckhöhe ist also die Flughöhe, die ein → *barometrischer*

Höhenmesser bei → *QNE-Einstellung* anzeigt. Eine Fläche konstanter Druckhöhe bezeichnet man auch als Druckfläche.
Die Druckhöhe wird bei einigen wichtigen Berechnungen verwendet, einschließlich der Bestimmung der Luftdichtenhöhe, der wahren Höhe und der wahren Eigengeschwindigkeit. In den USA fliegen Luftfahrzeuge, die in 18.000 Fuß (5.486 m) oder höher operieren, auf Flughöhen, die Druckhöhen sind. Beim Fliegen ab Flughöhe 180 sollte daher der Pilot zur Anzeige der Druckhöhe den Höhenmesser auf 29,92 einstellen.

Druckhöhenmesser
→ *Barometrischer Höhenmesser*.

Druckkabine
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Er bezeichnet eine → *Kabine*, die luftdicht zur Umgebungsluft abgeschlossen und mit einem zur Flugzeugumgebung unterschiedlichen (=höheren) und konstanten → *Luftdruck* gefüllt werden kann. Dadurch ist der Flug in großen Höhen über ca. 12.000 m für Menschen überhaupt erst ermöglicht. Es wird jedoch auch schon bei niedrigeren → *Flughöhen* ab 3.000 m eine Druckkabine eingesetzt, um das Fliegen für Passagiere angenehm und komfortabel zu gestalten. Die Druckkabine erzeugt in der Kabine einen Druck, der dem Luftdruck auf ca. 1.500 bis 2.500 m Seehöhe entspricht.
Ein Defekt der Druckkabine mit Druckabfall muss mit einem sog. → *Notsinkflug* auf eine Höhe von ca. 3.000 m oder weniger beantwortet werden. Insbesondere in der ersten Phase des Notabstiegs kommt es dabei zu einer sehr hohen → *Sinkrate*.
Die Zelle des → *Rumpfes* muss konstruktiv für eine bestimmte Anzahl von Druckzyklen ausgelegt sein (bei Verkehrsflugzeugen z. B. 40.000), um der dynamischen Belastung durch die Ausdehnung (im → *Reiseflug*) und wieder Zusammenziehen (in niedrigeren Flughöhen) dauerhaft standhalten zu können.

Entwicklung
Hugo Junkers hatte schon in den zwanziger Jahren die Vision vom Langstecken-Flugverkehr zwischen den Kontinenten. Dazu mussten die Flugzeuge jedoch sehr hoch fliegen, um den geringen → *Widerstand* in der → *Stratosphäre* zu nutzen.
Dies setzte einerseits Höhenmotoren voraus, die mittels zusätzlicher Ladergebläse mit ausreichend Luft versorgt werden mussten. Andererseits musste auch für die → *Crew* und die Passagiere in der dünnen Höhenluft eine lebensfähige Umgebung geschaffen werden. Um diese Probleme des Stratosphärenflugs zu lösen, entwickelte Junkers 1930 mit der Ju 49 ein Forschungsflugzeug mit einer Druckkabine, welche in großen Höhen eine künstliche Atmosphäre bot. Die Ju 49 erreichte bei Versuchsflügen Höhen von über 14.000 m. Dadurch wies Junkers erstmals nach, dass Flugzeuge ohne Gefährdung der Besatzung in solchen Höhen operieren können.
Auch in den USA wurde an der Druckkabine gearbeitet. In den 30er Jahren diente eine „Gamma“aus dem Hause Northrop als „Overweather Experimental Laboratory“. Angetrieben von einem Ladermotor und ausgerüstet mit einem Sauerstoffsystem konnte sie in große Höhen von mehr als 9.000 m vorstoßen und umfassende Erkenntnisse sammeln, welche bei der amerikanischen Entwicklung von → *Kompressoren* für Flugzeugmotoren und Druckkabinen von Nutzen waren. Die Erkenntnis, dass man rund 95 % aller Flüge in Höhen von mehr als 6.000 m quasi über dem Wetter absolvieren konnte, führte zur Entwicklung des ersten in Serie gebauten zivilen Verkehrsflugzeugs mit Druckkabine, der auf dem Bomber B-17 basierenden Boeing 307 „Stratoliner“ (Erstflug 31. Dezember 1938). Von ihr sollten wegen des herannahenden 2. Weltkrieges jedoch nur 10 Maschinen gebaut werden. Nach dem 2. Weltkrieg war es die britische DeHavilland 106 „Comet“ (Erstflug 27. Juli 1949), die erstmals wieder eine Druckkabine in der Zivilluftfahrt nutzte.



Druckluft
→ *Pressluft*.

Druckmesssonde
Ein Gerät zur Messung des → *statischen Drucks* einer Strömung. Die Druckmesssonde kann z. B. als dünnes Rohr ausgeführt werden, das parallel zur Strömungsrichtung liegt. Die Vorderseite ist dabei geschlossen und abgerundet, um eine Störungen der Strömung so weit wie möglichst zu vermeiden. Dies ist entscheidend, da nach der → *Bernoullischen Gleichung* eine Veränderung der Strömungsgeschwindigkeit auch eine Veränderung des zu messenden statischen Drucks bewirken würde. Der statische Druck wird über eine tangentiale Bohrung in der Sonde gemessen. Diese Bohrung liegt einige Millimeter hinter der abgerundeten Vorderseite um sicherzustellen, dass die Strömung parallel darüber hinwegströmt.
Die Druckmesssonde kann unter anderem in einem → *barometrischen Höhenmesser* zur Bestimmung der → *Flughöhe* herangezogen werden.

Druckpunkt
Ein Begriff aus der → *Flugmechanik* und der → *Aerodynamik*. Der Druckpunkt beschreibt den Punkt, an dem der gesamte → *Auftrieb* – also die Summe aus anstellwinkelabhängigem und anstellwinkelunabhängigem Auftrieb – am → *Tragflügel* angreift.
Für gängige Profile liegt der Druckpunkt für den Nullauftrieb, also den Auftrieb bei Anstellwinkel Null, etwa bei einem Viertel der Profiltiefe hinter der Vorderkante. Der anstellwinkelabhängige Teil des Auftriebs greift dagegen im → *Neutralpunkt* an, der konstant auf etwa halber Profiltiefe liegt. Mit steigendem Anstellwinkel gewinnt diese Komponente gegenüber dem Nullauftrieb immer mehr Bedeutung. Dadurch wandert auch der Druckpunkt mit steigendem Anstellwinkel in Richtung halber Profiltiefe.
→ *Statische Stabilität*, → *Höhenleitwerk*.

Druckwiderstand
Bezeichnung für eine Komponente des → *Profilwiderstands*. Der Druckwiderstand ist die Komponente des Profilwiderstands, die senkrecht zur umströmten Oberfläche wirkt. Er ist abhängig von der Geometrie des umströmten Körpers und wirkt proportional zur Stirnfläche des Körpers in Richtung der → *Anströmgeschwindigkeit*.

Druckzyklus
→ *Druckkabine*.

Dry Goods
→ *Catering*.

Dry Lease
Ein Begriff aus dem Bereich der → *Verkehrsfliegerei* und dort aus dem Bereich der Flottenoptimierung unter finanzwirtschaftlichen Gesichtspunkten.
Als Dry Lease bezeichnet man das dauerhafte Leasing eines Flugzeugs ohne jede weitere Dienstleistung wie etwa die → *Crew* oder Versicherungsdienstleistungen. Das Gegenteil ist Wet Lease, bei dem das Flugzeug flugbereit inklusive Crew und aller andereren notwendigen Dienstleistungen übernommen wird.

Düse
→ *Schubdüse*.

Düsenkraftstoff
→ *Kraftstoff*.

Düsentreibstoff (Nr.) 1
→ *Kraftstoff*.

Düsentriebwerk
Umgangssprachliche Bezeichnung für → *Strahltriebwerke*, insbesondere → *Turbinenluftstrahltriebwerke*.

DULV
Abk. für Deutscher Ultraleicht-Flugverband.
Bezeichnung für einen 1982 gegründeten Interessenverband der Flieger von → *Ultraleichtflugzeugen*. Aufgaben des DULV sind neben der allgemeinen Interessenvertretung die Ausbildung, Prüfung und Lizenzierung von Piloten, das Testen, Prüfen und Zulassen von Ultraleichtflugzeugen und die allgemeine Beratung und Dienstleistung für die Mitglieder.
→ *http://www.dulv.de/*

Dumping Area
→ *Treibstoffablassen*.

Dunst
Ein Begriff aus der *Meteorologie*. Er bezeichnet eine bodennahe Sichtweite über 1 km; bei Werten darunter spricht man von → *Nebel*.

Duraluminium
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Auch nur kurz Dural genannt. Der Wortteil „Dur“ leitet sich vom Ort „Düren“ in Nordrhein-Westfalen ab, wo Duraluminium entwickelt wurde. Duraluminium ist die Bezeichnung für einen → *Werkstoff*. Es handelt sich um eine Legierung des Aluminiums mit hoher Festigkeit, die im → *Leichtbau* (auch im Fahrzeug- und Maschinenbau) Verwendung findet.
Neben Aluminium sind etwa 4 % Kupfer, 0,5 % Magnesium und 0,6 % Mangan sowie Spuren von Eisen und Silizium in dem Material enthalten. Diese Zusammensetzung verbessert die Eigenschaften gegenüber reinem Aluminium beispielsweise hinsichtlich der Zugfestigkeit von 8 auf 85 kg/mm^2, die Brinellhärte von 22 auf rund 80 kg/mm^2 und die Streckgrenze von etwa 3 auf über 25 kg/mm^2.

Entwicklung
Alfred Wilm entdeckte zufällig 1906, dass Aluminium in einer Legierung mit Kupfer, Mangan, Silizium und Magnesium seine Eigenschaften als Werkstoff deutlich verbessert. Wilm schuf damit im Alleingang die Aluminiummetallurgie. Er war Angestellter in den 1885 gegründeten Dürener Metallwerke AG (Nordrhein-Westfalen), die 1909 damit begannen, den Stoff unter der von Wilm erdachten Produktbezeichnung „Duraluminium“ herzustellen und zu vertreiben. Kein anderer Werkstoff hat in kürzester Zeit eine solche Verbreitung gefunden, wie diese Legierung. Zunächst fand er sehr schnell Eingang in den Schiffbau. Prof. Dr. Hugo Junkers nutzte Duraluminium zum Bau des ersten Ganzmetallflugzeuges der Welt, der Junkers F13 (Erstflug 28. Juni 1919), bei der die gesamte Außenhaut und die Verstrebungen aus Duraluminium waren.

Durchsacken
Bezeichnung für einen plötzlichen Höhenverlust des Flugzeugs, ausgelöst z. B. durch den Flug durch einen → *Abwind*. Ein Durchsacken kann auch auftreten, wenn die → *Landeklappen* nach dem → *Start* zu schnell eingefahren werden, und der → *Auftrieb* kurzfristig nicht ausreicht um die → *Steigrate* zu halten.

Durchstarten
Auch mit GA für Go-Around abgekürzt. Bezeichnung für einen → *Landeanflug*, der nicht mit einer → *Landung* endet, sondern abgebrochen und in einen → *Steigflug* überführt wird. Berührt das → *Fahrwerk* des Flugzeugs dabei die → *Landebahn*, so spricht man von einem Touch-And-Go, andernfalls von einem Go-Around (auch: Go-Round).
Typische Gründe für ein Durchstarten sind eine blockierte Landebahn, ein anderes Flugzeug in unmittelbarer Umgebung, ein → *Fehlanflug* oder plötzlich auftretende → *Windböen*.
Kurz vor der Landung ist die → *Fluggeschwindigkeit* des Flugzeugs sehr gering, sein → *Widerstand* infolge der ausgefahrenen → *Klappen* aber sehr hoch. Es ist daher zum Durchstarten zunächst erforderlich, vollen → *Schub* zu geben und die Fluggeschwindigkeit zu erhöhen. Erst danach können die Klappen stufenweise eingefahren, und der Widerstand des Flugzeugs verringert werden. Der Steigflug erfolgt dann mit der Fluggeschwindigkeit für den größten → *Steigwinkel*. In der Regel wird danach eine → *Platzrunde* geflogen und ein neuer Landeanflug eingeleitet.

Duty Free Shop/Shopping
Auch Tax Free oder im Deutschen als Zollfreier Einkauf bezeichnet. Bezeichnet generell die Möglichkeit für internationale Passagiere, bei Reisen in ein fremdes Land Waren im begrenzten Umfang für den eignen Gebrauch ohne bzw. mit verringerten Steuern und Abgaben zu erwerben.

Grundlagen
Grundlage des Zollfreien Verkaufs/Einkaufs ist zum einen die Tatsache, dass viele Staaten auf Produkte, die exportiert werden, keine oder eine verringerte Abgabenlast erheben (z. B. keine Mehrwertsteuer), um die Produkte für ausländische Nachfrage möglichst attraktiv zu machen. Zum anderen erheben die

meisten Staaten bei der Einfuhr geringer Produktmengen selber keinen Zoll, oftmals weil der administrative Aufwand zu groß wäre, oder man Güter für den Eigenbedarf nicht beaufschlagen will. Stattdessen werden Mengen- und Preisobergrenzen festgelegt, bei deren Einhaltung die Produkte nicht verzollt werden müssen.
Der Begriff „zollfreier Einkauf" ist insofern irreführend, als dass er sich nur auf die zweite Grundlage bezieht, streng genommen müsste man von einem „Abgaben- und Zollfreien Einkauf" sprechen.

Geschäftsmodelle

Auf Basis der beiden oben genannten Grundlagen ergeen sich unterschiedliche Geschäftsmodelle, die für Flugreisende in das Ausland attraktiv sind.
Ein erstes Modell besteht darin, Waren in einem Laden anzubieten, der sich an einem internationalen → *Flughafen* hinter der Pass- und Zollkontrolle befindet. Waren, die in dieses Geschäft geliefert werden, unterliegen der entsprechenden Exportförderung und weisen keine oder verringerte Abgaben auf. Der Einzelhändler kann diese „Ersparnis" an internationale Fluggäste teilweise oder komplett weitergeben, für die dann der Kauf entsprechend günstiger als im Inland ist.
Dabei ist zum einen zu beachten, dass nur Produkte gekauft werden sollten, die der Fluggast in seinem Zielland einführen darf (so ist z. B. die Einfuhr frischer, unverpackter Lebensmittel in vielen Staaten verboten). Zum anderen sollte für diese Produkte ein entsprechender Freibetrag im Zielland gelten, oder die Zollabgabe so gering ausfallen, dass sich dennoch ein Vorteil für den Fluggast ergibt. Ferner ist zu beachten, dass

- Dieses Modell nicht bei Auslandsreisen innerhalb einer Zollunion funktioniert. Passagiere, die z. B. innerhalb der EU reisen müssen die volle Abgabenlast bezahlen - Ausnahmen bilden lediglich Sondergebiete wie die englischen Kanalinseln.
- Der Passagier in der Lage sein muss, die gekauften Waren hinsichtlich Volumen und Gewicht im → *Handgepäck* mitzuführen.
- Die verschärften Anforderungen an die Mitnahme von Gelen und Flüssigkeiten im Handgepäck oftmals erzwingen, die Produkte erst nach dem letzten Umsteigen vor dem Zielort zu kaufen, da sie sonst an der Sicherheitskontrolle eingezogen werden. Eine Ausnahme sind z. B. Anschlussflüge innerhalb der EU sofern Vorgaben (Mitnahme in transparenten Plastiktaschen mit Kaufbeleg) eingehalten werden.

Eine Folge dieser zahlreichen Randbedingungen ist, dass viele Duty Free Läden ähnliche Produktspektren aufweisen - typischerweise Luxus- und Genussmittel wie Alkoholika, Tabakwaren, Parfums, Süßwaren und teure Markenkleidung.
Insbesondere die beiden letzten Herausforderungen haben zu Entwicklung einer Variante des ersten Modells geführt. Dabei bieten einzelne Flughäfen ankommenden Fluggästen die Möglichkeit zum abgabenfreien Einkauf an. Dazu wird ein entsprechendes Geschäft hinter der Pass- aber vor der Zollkontrolle des Flughafens installiert. Ankommende internationale Passagiere können dort Waren abgabenfrei einkaufen; aufgrund der anschließenden Zollkontrolle ist sichergestellt, dass die Freigabemengen und die Richtlinien zu Importverboten eingehalten werden. Ein Beispiel für dieses Modell ist der Flughafen Ezeiza in Buenos Aires (EZE).
Alternativ können abfliegende Fluggäste Waren abgabenfrei einkaufen, am Flughafen hinterlegen, und bei der Rückkehr mitnehmen, wie es z. B. am Ben Gurion Flughafen in Tel Aviv angeboten wird.
Auch → *Luftverkehrsgesellschaften* bieten auf internationalen Flügen abgabenfreie Waren an; diese Aufgabe wird von den → *Flugbegleitern* wahrgenommen und durch entsprechend ausgelegte Prospekte auf den Sitzplätzen unterstützt.
Ein zweites Modell besteht darin, dass Fluggäste an ihrem internationalen Reiseort Waren kaufen und sich direkt beim Kauf gegen Vorlage ihres Reisepasses eine Bestätigung ausstellen lassen, dass sie als Ausländer diese Waren für den Export erworben haben. Am Flughafen können diese Belege hinter der Pass- und Zollkontrolle gegen Vorlage der Bescheinigungen und Waren eingereicht werden; der Fluggast erhält dann den im Kaufpreis enthaltenen Abgabenbetrag erstattet.
Zur Vereinfachung erfolgt die Überprüfung der Waren manchmal schon vor der Zoll- und Passkontrolle; der Passagier hat dann die Möglichkeit, die Waren mit seinem Gepäck aufzugeben und muss sie nicht im Handgepäck mitführen.
Bei diesem zweiten Modell ist zu beachten, dass Menge und Preis der Waren innerhalb der Freibeträge des Ziellandes des Fluggasts (oftmals also sein Heimatland) liegen müssen; andernfalls sind sie bei der Einreise zu deklarieren und verzollen.

Tax Free und Duty Free

Formal gesehen stellt im Engl. der Begriff „Tax" den Oberbegriff für alle Formen von Abgaben dar. Der Begriff „Duty" bezieht sich dagegen nur auf Abgaben, die nicht personenspezifisch sind (also z. B. auf Produkte, Dienstleistungen, Transaktionen etc.). In diesem Kontext sind also beide Begriffe zulässig und werden auch synonym verwendet.

Duty Officer

Bezeichnung für den Mitarbeiter einer → *Luftverkehrsgesellschaft,* der die gesamte → *Flugzeugabfertigung* verantwortlich organisiert und deren Durchführung durch die → *Ramp Agents* überwacht. Er muss auf Rückmeldungen der Ramp Agents – etwa bei überraschend eingetroffenem Übergepäck oder Sperrgepäck – entsprechende Entscheidungen über die Beladung treffen. Oft gehört auch das Erstellen des → *Ladeplans* zu seinen Aufgaben.

DWD

Abk. für Deutscher Wetterdienst.
Der 1952 gegründete DWD ist für die Erfüllung der meteorologischen Erfordernisse aller Wirtschafts- und Gesellschaftsbereiche in Deutschland zuständig. Den Auftrag dazu hat er durch ein spezielles Gesetz, das DWD-Gesetz, das zuletzt 1999 in einer Neufassung verabschiedet wurde. Der DWD ist eine oberste Bundesbehörde im Zuständigkeitsbereich des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (→ *BMVBW*). Er erstellt Wettervorhersagen in verschiedenen Formaten und Detaillierungen für verschiedenste Abnehmer als Kunden. Zu den wichtigsten Produkten und Dienstleistungen für die Luftfahrt zählen:

- → *INFOMET*
- → *METAR*
- → *TAF*
- → *SYNOP*
- → *SIGMETs*
- → *AIRMETs*

Sitz des DWD ist Offenbach. Er hat zusätzlich zahlreiche Außenstellen und Flugwetterwarten
→ *http://www.dwd.de/*

Dynamische Stabilität
Zusammen mit der → *statischen Stabilität* Voraussetzung für → *Stabilität* des Flugzeugs.
Ein System ist dynamisch stabil, wenn es auf eine Störung seines Gleichgewichtszustandes mit einer gedämpften, also abklingenden, Bewegung reagiert.
Bei einem Flugzug kann so eine Störung z. B. eine Windböe (→ *Böe*) sein, die das Flugzeug zum → *Nicken* bringt. Das Flugzeug ist nur dann dynamisch stabil, wenn die einsetzende Schwingung über die Zeit abklingt. Es wäre dynamisch instabil, wenn sich die Schwingung über die Zeit aufbauen würde.
Die wichtigsten Schwingungen, die beim Flugzeug auftreten können, sind für die Längsbewegung die → *Anstellwinkelschwingung* und die → *Phygoidschwingung*, und für die Seitenbewegung die → *Taumelschwingung*, die → *Rollbewegung* und die → *Spiralbewegung*.
Die dynamische Stabilität ist bei den meisten Flugzeugen prinzipiell gegeben; daher ist die Notwendigkeit zu ihrer künstlichen Erhöhung durch einen → *Flugregler* zunächst geringer als bei der statischen Stabilität. Aus Komfortgründen wird aber auch die dynamische Dämpfung oft erhöht, um Besatzung und Passagiere vor unangenehmen Schwingungen im Flugzeug zu schützen.

Dynamischer Druck
→ *Staudruck*.

E

EAA
Abk. für Experimental Aircraft Association.
Name einer mittlerweile globalen und nichtkommerziellen Interessenvereinigung, die 1953 in Milwaukee/Wisconsin gegründet wurde und heute mit 150.000 Mitgliedern eine der größten Luftfahrtvereinigungen weltweit ist.
Zunächst konzentrierte sich das Interesse der EAA auf die Förderung des Erfahrungsaustauschs von privaten Fliegern, die sich ihre Fluggeräte selber bauen wollten. Im Laufe der Zeit diversifizierte sich aber das Aufgabenfeld, so dass die EAA heute ein → *Aeroclub* geworden ist.
→ *http://www.eaa.org/*

EAM04
Bezeichnung für die Neuordnung des Luftverkehrs in Deutschland, die im April 2001 im Rahmen einer europaweiten Neuordnung erfolgte.Ziel der Neuordnung des → *Luftraums* und der → *Luftstraßen* war eine Entflechtung des Flugverkehrs, und damit eine bessere Ausnutzung der vorhandenen Kapazitäten des Luftraums.

EAS
Abk. für Equivalent Air Speed.
Im Deutschen auch als äquivalente (Flug-) Geschwindigkeit oder Äquivalenzgeschwindigkeit bezeichnet. Die EAS entspricht der am → *Fahrtmesser* im Flugzeug angezeigten Geschwindigkeit (→ *IAS*), die um den Einfluß der Kompressibilität der Luft bereinigt wurde.
Diese Korrektur ist ab → *Fluggeschwindigkeiten* nahe → *Mach* 1 relevant.

EASA
Abk. für European Aviation Safety Agency.
Europäische → *Luftfahrtbehörde* mit Sitz in Köln, die auf Beschluss des Europäischen Parlaments am 15. September 2002 gegründet wurde und im September 2003 ihren Betrieb aufnahm.
Ziel der EASA ist die Schaffung von europaweit gültigen und eindeutigen Vorschriften für die Luftfahrt nach einem zügigen Prozess analog zur → *FAA* in den USA. Zu diesem Zweck werden zur Zeit schrittweise Kompetenzen von der → *JAA* auf die EASA übertragen. So regelt die EASA z. B. die → *Zertifizierung* von → *Entwicklungsbetrieben*, → *Herstellbetrieben* (EASA Part 21) sowie von → *Instandhaltungsbetrieben* (EASA Part 145).
Eine wesentliche Motivation für den Aufbau der EASA ist, dass ihre Vorschriften für alle Mitgliedsstaaten verbindlich sind, und nicht wie bei der JAA erst von jedem einzelnen Mitgliedsstaat individuell in nationales Recht umgesetzt werden müssen, wodurch es in der Vergangenheit immer wieder zu Verzögerungen und Mißinterpretationen kam.
→ *http://www.easa.org/*

EATMS
Abk. für Enhanced (manchmal auch European) Air Traffic Management System.
Bezeichnung für ein neues Konzept eines europaweit einheitlichen → *Flugverkehrskontrolldienstes*, das auf dem Prinzip des satellitengestützten Automated Dependend Surveillance (→ *ADS*) beruht. Kern dieses Konzeptes ist es, den Flugverkehrskontrolldienst über Position und Flugweg eines Flugzeugs durch Daten zu informieren, die vom Flugzeug selber über einen hochkapazitiven Datenlink zu einer Bodenstation gesendet werden. Idealerweise wird dadurch ein Flugzeug vom Gate am Startflughafen zum Flugsteig am Zielflughafen geführt, ohne dass zeitraubende Funkkontakte zwischen Cockpit und den jeweils zuständigen Fluglotsen nötig wären.

EBAA
Abk. für European Business Aviation Association.
Bezeichnet in Europa den 1975 gegründeten Verband für Unternehmen der Geschäftsfliegerei. Hersteller, Betreiber von → *Flugplätzen* mit Geschäftsreiseverkehr, Betreiber von Geschäftsreiseflugzeugen, Dienstleister für Geschäftsreisende und nationale Verbände sind Mitglieder der EBAA. Der Sitz der EBAA ist in Tervuren in Belgien.
Die EBAA ist Mitglied der internationalen → *IBAC*.
→ *http://www.ebaa.org/*

ECA
Abk. für European Cockpit Association.
Bezeichnet in Europa den Verband der nationalen Interessengruppen der Verkehrsflugzeugführer und Flugingenieure mit Sitz in Strassburg in Frankreich. Aus Deutschland ist die *Vereinigung Cockpit* (→ *VC*) Mitglied. Ferner gibt es noch die weltweite → *IFALPA* als Verband.
→ *http://www.eca-cockpit.com*

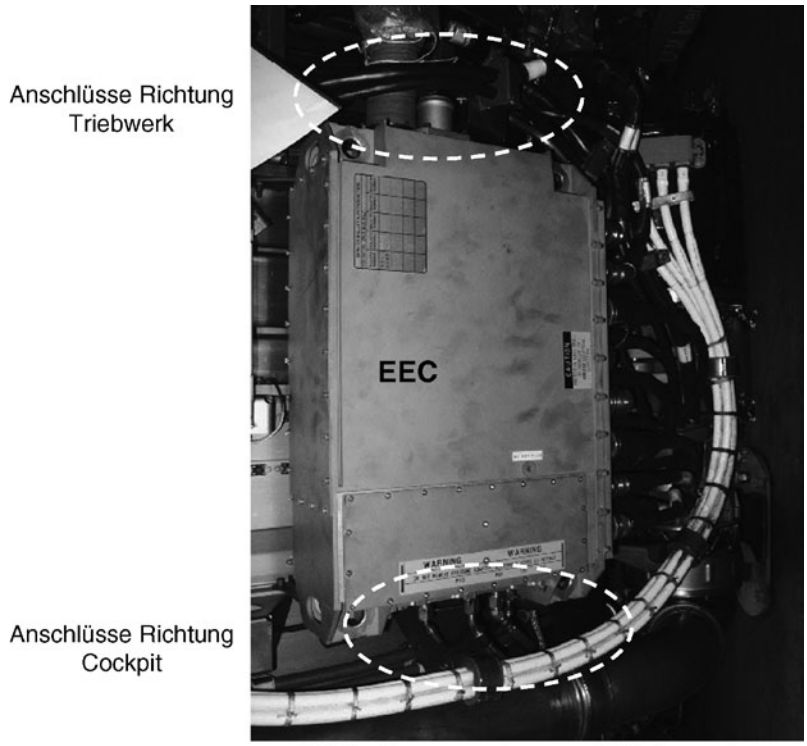
ECAC
Abk. für European Civil Aviation Conference.
Bezeichnung für das Zivilluftfahrt-Gremium der europäischen Verkehrsminister zur Erarbeitung und Fortführung eines europäischen Rahmengerüsts an Luftfahrt-Bestimmungen. Das ECAC hat seinen Sitz in Straßburg in Frankreich.
Die → *JAA* ist ein Teil der ECAC.
→ *http://www.ecac-ceac.org/*

Echtzeitortung
Engl. Real Time Position Finding.
→ *Ortung.*

ECM
→ *Engine Condition Monitoring.*

Economy Class
Ein Begriff aus der Verkehrsfliegerei. Auch Tourist Class (Touristenklasse), Coach Class beziehungsweise im Volksmund der → *Vielflieger* und in Anlehnung an den Komfort der dritten Klasse im frühen Eisenbahnwesen scherzhaft Holzklasse genannt.
Bezeichnung einer → *Komfortklasse*, die hinsichtlich ihres Komfortlevels die niedrigste und damit auch billigste Klasse darstellt. Aus Sicht des Marketings wendet sie sich insbesondere an Privatreisende, Gelegenheitsreisende und Touristen.
→ *Billigflieger* bieten in der Regel nur diese eine Komfortklasse an, um die Kosten bei der Flugzeugausstattung für zusätzliche Klassen zu sparen und die Auslastung der Flugzeuge durch geringe Sitzabstände zu maximieren.
Die Economy Class zeichnet sich durch den geringsten Sitzabstand (zwischen 70 und 93 cm von Sitzrückseite zu Sitzrückseite), die geringste Sitzbreite (zwischen 39 und 49 cm zwischen den Innenseiten der Sitzlehnen), den geringsten Neigungswinkel der Rückenlehne (zwischen 10 und 44 Grad verstellbar),

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_5, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012



EEC eines modernen Triebwerks

die geringste Zusatzausstattung am Sitz (keine Steckdose, nicht immer ein persönlicher Monitor etc.) und dem niedrigsten Servicelevel (in der Regel keine Zeitungen oder Zeitschriften, nur einfache Speisen, eingeschränkte Getränkeauswahl) aus. Ferner kann es zu Restriktionen bezüglich der Freigepäckmengen kommen.
Selbst in der Economy Class können Tickets unterschiedlich bepreist sein, da es in der Economy Class in der Regel noch mehrere, den Preis bestimmende → *Buchungsklassen* gibt.

Economy Class Syndrom
Auch Reisethrombose oder Touristenklassen-Thrombose oder engl. Deep Vein Thrombosis genannt. Ein Begriff aus der → *Flugmedizin*.
Bezeichnung für eine Thrombose, die insbesondere in den Beinen durch langes, eingeengtes Sitzen entsteht. Der Begriff Economy Class Syndrom hat sich Ende der 90er Jahre nach dem auftreten mehrerer Thrombose-Fälle auf Langstreckenflügen etabliert; er resultiert aus der Vorstellung, dass die enge → *Bestuhlung* mit geringer Bewegungsfreiheit in der → *Economy Class* bei Langstreckenflügen zu einer erhöhten Thrombosegefahr führt. Tatsächlich wird eine Thrombose in den Beinen ganz allgemein durch langes Sitzen in beengten Verhältnissen gefördert. Der dabei entstehende Blutpfropfen blockiert zunächst die Blutbahn, und verursacht Schwellungen und Schmerzen. Wenn er sich löst und in der Blutbahn zu wandern beginnt kann er zu einer lebensbedrohlichen Gefahr werden.
Indikationen für eine solche Thrombose können sein:
- Schmerzen in der Wade bis zur Leiste
- Schmerzen beim Gehen
- Beinschwellung
- Spannung und Druckempfindlichkeit im Bein

Eine Thrombose kann, muss aber nicht lebensbedrohlich sein. In den ersten 12 bis 24 Stunden nach Auftreten kann eine Thrombose zur Abheilung gebracht werden.
Gegenmaßnahmen während eines Langstreckenfluges zur Vorbeugung gegen eine Thrombose sind:
- Regelmäßiges Aufstehen und Bewegen während des Fluges (Auf- und Abgehen im Gang)
- Gymnastik während des Sitzens (An- und Entspannen der Fuß und Beinmuskulatur)
- Verwendung von kleidsamen Stützstrümpfen
- Viel trinken (1 Liter mehr als während der gleichen Zeit am Boden)
- Keine Aufnahme von Alkohol (da Alkohol entwässert)
- Einnahme entsprechend vorbeugender Medikamente bei Hochrisikopersonen (Alten etc.)

ED-D
Abk. für Europa Deutschland – Danger Area.
Bezeichnung für ein → *Gefahrengebiet* im deutschen → *Luftraum*.

ED-P
Abk. für Europa Deutschland – Prohibited Area.
Bezeichnung für ein → *Luftsperrgebiet* im deutschen → *Luftraum*. Zur Zeit sind in Deutschland keine ED-P Gebiete ausgewiesen.

ED-R
Abk. für Europa Deutschland – Restricted Area.

Bezeichnung für ein → *Flugbeschränkungsgebiet* im deutschen → *Luftraum*.

EEC
Abk. für Electronic Engine Control (auch: Controller).
Deutsche Bezeichnung vollelektronische Motor- (oder Triebwerks-) Regelung. Ein Begriff aus dem Triebwerkbau.
EEC bezeichnet die elektronische Einstellung eines Triebwerkes, so dass das Triebwerk auf den Flugzeugtyp, an den es angebaut wird, ohne mechanische Veränderungen hinsichtlich seiner Leistungscharakteristik angepasst werden kann. Dies erlaubt es einem Hersteller, das gleiche Triebwerk ohne kosten- und zeitaufwendige Neuenwicklung für verschiedene Flugzeugmuster anbieten zu können. Dieses Prinzip ist auch im Automobilbau zu finden. Dort wird der gleiche Standardmotor nur mit unterschiedlich eingestellter Elektronik in verschiedene Modelle eingebaut, um sich an die unterschiedlichen Charakteristika des Automobils (wie etwa das Gewicht oder die gewünschten Fahreigenschaften) anzupassen.
Der Vorteil für Fluglinien liegt darin, dass sie Triebwerke zwischen ähnlichen Flugzeugen im Rahmen von Wartungs- oder Reparaturarbeiten tauschen können, indem lediglich Parameter im EEC angepasst werden.
Das dafür notwendige Gerät ist ein etwa aktenkoffergroßer Kasten, der am Triebwerk selbst in der Triebwerksgondel montiert ist und der einerseits Anschlüsse für Steuerleitungen (digitales Bussystem) zum Flugzeug und andererseits Anschlüsse für Steuerleitungen zum Triebwerk hat.

EFCS
Abk. für Electronic Flight Control System.
Bezeichnung für einen modernen → *Flugregler* bei dem die traditionelle mechanische Verbindung zwischen Pilot und Stellelementen des Flugzeugs (z. B. → *Ruder*) durch eine elektrische Ansteuerung ersetzt wurde (→ *Fly-by-Wire*).
EFCS stellen eine Weiterentwicklung der älteren → *AFCS* Flugregler dar. Typischerweise bestehen sie aus einem Flight Control Computer (→ *FCC*), einem Flight Guidance System (→ *FGS*) und einem übergeordneten Flight Management System (→ *FMS*).

Effektiver Anstellwinkel
Bezeichnung für den → *Anstellwinkel*, der nach Abzug des → *induzierten Anstellwinkels* tatsächlich am → *Tragflügel* wirkt.

Effektiver Übergangsauftrieb
Bezeichnung für eine besondere Form des → *Auftriebs* der bei → *Drehflüglern* auftreten kann.
Beim Übergang eines Drehflüglers vom Schwebeflug in den Vorwärtsflug strömt Luft waagerecht über die Rotorblätter und erzeugt einen zusätzlichen Auftrieb, eben den effektiven Übergangsauftrieb. Dieser Effekt tritt bei → *Fluggeschwindigkeiten* von 10 bis 15 → *Knoten* auf und ist mit leichten Vibrationen des Drehflüglers verbunden.

EFIS
Abk. für Electronic Flight Instrument System.
Bezeichnung für ein Rechner- und Anzeigesystem, das die Aufgaben einer Vielzahl von Instrumenten (→ *Instrumentenkunde*) im → *Cockpit* eines Flugzeugs übersichtlich und kompakt zusammenfasst.
Die wichtigsten Anzeigeinstrumente des EFIS sind das Primary Flight Display (→ *PFD*) – eine Weiterentwicklung des → *ADI*- und das Navigational Display (→ *ND*) – eine Weiterentwicklung des → *HSI*. Dazu kommen noch Anzeigen für die anderen Systeme an Bord des Flugzeugs, insbesondere der → *Triebwerke*.
Das EFIS ist mit elektronischen Anzeigen versehen und erlaubt so gegenüber den elektromechanischen ADI und HSI Anzeigen eine klarerer und kompaktere Darstellung der Informationen.

EGPWS
Abk. für Enhanced Ground Proximity Warning System.
Ein System an Bord des Flugzeugs das dem → *Piloten* den Abstand zur Erdoberfläche anzeigt und vor gefährlicher Annäherung an den Erdboden (→ *CFIT*) warnt.
Im Gegensatz zum älteren → *GPWS* verfügt EGPWS über eine Datenbank, in der das Profil der Erdoberfläche (ergänzt um künstliche Hindernisse wie Hochhäuser und Sendemasten) abgespeichert ist. Gleichzeitig greift das EGPWS auf die Navigationssysteme des Flugzeugs zu, um die aktuelle Position zu ermitteln. Anhand dieser Informationen berechnet das EGPWS das Relief des umliegenden Geländes und zeigt es als einen vor dem Flugzeug liegenden Halbkreis auf einem Display an.
Dargestellt werden Geländeteile, die 2.000 → *ft* oder weniger unterhalb des Flugzeugs liegen. Bereiche die unterhalb der aktuellen Flughöhe liegen sind in grün dargestellt; Erhebungen, die in etwa in → *Flughöhe* liegen, sind gelb markiert. Gebiete, die die aktuelle Flughöhe übersteigen werden in rot dargestellt. Das System berücksichtigt dabei, ob sich das Flugzeug im → *Steig*-, → *Horizontal*- oder → *Sinkflug* befindet, und passt die Anzeige dem vorausberechneten Flugweg an.
Errechnet das System eine gefährliche Annäherung an den Erdboden so warnt es den Piloten durch akustische und optische Signale. Aufgrund seiner Datenbank kann das EGPWS „nach vorne“ sehen und den Piloten bereits ca. eine Minute vor einem möglichen Bodenkontakt warnen. Dies ist eine erhebliche Verbesserung gegenüber GPWS, bei dem die Vorwarnzeit je nach Geländeform nur ca. 10 bis 30 Sekunden beträgt.
Die von EGPWS verwendete Datenbank wurde ursprünglich vom US-amerikanischen Militär zur Steuerung von → *Marschflugkörpern* entwickelt. Erst nach Ende des Kalten Kriegs wurde sie veröffentlicht und um Informationen, die zuvor aus Sicherheitsgründen nicht zugänglich waren, ergänzt.

EHA
Abk. für European Helicopter Association.
Bezeichnung für den am 1. Januar 1981 gegründeten europäischen Interessenverband von Herstellern und Betreibern von Helikoptern mit dem Ziel, europaweit einheitliche Standards für den Betrieb von Helikoptern und Startplätzen von Helikoptern, sog. Heliports, zu entwickeln.
→ *http://www.eha.nl/*

Eigenortung
Engl. On Board Position Finding.
→ *Ortung.*

Eigenpeilung
Engl. Self-Bearing, Homing, On Board Direction Finding. Bezeichnung für Verfahren und Systeme in der → *Funknavigation*, bei denen alle relevanten Meß- und Rechenvorgänge zur Bestimmung der Position und → *Steuerkurs* an Bord des Flugzeugs vorgenommen werden. Beispiele für Eigenpeilung sind

das → *ADF* und das → *VOR* System. Das Gegenstück zur Eigenpeilung ist die → *Fremdpeilung*. Siehe auch unter → *Ortung*.

Eindecker
Bezeichnung für Flugzeuge mit nur einem Flügelpaar im Gegensatz zum → *Doppeldecker* oder → *Dreifachdecker*.
Eindecker können als → *Tiefdecker*, → *Mitteldecker* und → *Hochdecker* ausgeführt sein.

Einflugstrecke
Engl.: Arrival Route.
→ Landeanflug.

Einflugzeichen
Engl.: Marker oder Fan Marker, abgekürzt FM. Bodeneinrichtungen eines → *Instrumenten-Landesystem*, die dem für → *Piloten* beim Überfliegen anzeigen, dass er sich in einem definierten Abstand zur → *Landebahn* befindet. Zu den Einflugzeichen eines Instrumenten-Landesystems gehören das → *Voreinflugzeichen* (engl.: Outer Marker, abgekürzt OM) und das → *Haupteinflugzeichen* (engl.: Middle Marker, abgekürzt MM). Ab Systemen der Kategorie → *CAT* II kommt ein drittes Einflugzeichen, das sog. → *Platzeinflugzeichen*, hinzu.

Einheitsinstrumentenanordnung
Ein Begriff aus der → *Instrumentenkunde*. Bezeichnung für die weit verbreitete Anordnung der sechs gebräuchlichsten Fluginstrumente (→ *Hauptfluginstrumente*) am Instrumentenbrett im → *Cockpit*.
Die Anordnung erfolgt in zwei übereinander angeordneten Reihen. Die obere Reihe enthält – von links nach rechts – den → *Fahrtmesser*, den → *Fluglageanzeiger* (künstlicher Horizont) und den → *Höhenmesser*. Die untere Reihe enthält den → *Wendeanzeiger*, den → *Kursanzeiger* (Kurskreisel) und das → *Variometer*.

Einklassenbestuhlung
→ Bestuhlung.

Einkreis-Turbinenluftstrahltriebwerk
Abgekürzt mit ETL. Bezeichnung für die einfachste Form eines → *Turbinenluftstrahltriebwerks*.

Einlauf
Eigentlich Lufteinlauf; bezeichnet bei → *Strahltriebwerken* den vordersten Teil des → *Triebwerks*, in dem die Luft abgebremst, vorverdichtet und der → *Brennkammer* (beim → *Staustrahltriebwerk*) oder dem → *Verdichter* (→ *Turbinen-Luftstrahltriebwerk*) zugeführt wird.
Prinzipiell unterscheidet man zwischen Überschall- und Unterschalleinläufen. Unterschalleinläufe sind für Flugzeuge, deren → *Fluggeschwindigkeit* unterhalb der → *Schallgeschwindigkeit* bleibt, d. h. die Luft muss beim Verzögern nicht die Schallmauer durchschreiten. Dies erlaubt einen relativ einfachen Aufbau; bei Triebwerken, die in einer → *Triebwerksgondel* aufgehängt sind besteht der Einlauf in der Regel nur aus einem kurzen, vorne abgerundeten Kanal, der eine möglichst verlustfreie Verzögerung der Luft erlaubt. Passagierflugzeuge, bei denen ein drittes Triebwerk im Leitwerk integriert ist (z. B. Boeing B727 oder Lockheed L-1001 Tristar) benötigen für dieses eine Triebwerk einen aufwändigeren, S-förmigen Einlauf.
Bei Flugzeugen, die im Überschallbereich fliegen, muss die Luft beim Eintritt in das Triebwerk zunächst auf Unterschallgeschwindigkeit verzögert werden (eine Ausnahme hiervon bildet der Scram-Jet, der eine besondere Ausführung des → *Staustrahl-Triebwerks* darstellt). Dies erfolgt in der Regel durch eine Reihe von schrägen und senkrechten → *Verdichtungsstößen*, was einen wesentlich komplexeren Aufbau des Einlaufs erfordert. Insbesondere bei Triebwerken, die in den → *Rumpf* des Flugzeugs integriert sind, kann der Einlauf erhebliche Auswirkungen auf die Form der → *Zelle* haben.

Einsteigekarte
→ *Bordkarte.*

Einstellwinkel
Engl.: Angle of Incidence. Bezeichnung für den Einbauwinkel der Profilsehen eines → *Tragflügels* oder eines → *Leitwerks* gegenüber der → *Längsachse* des Flugzeugs. Der Einstellwinkel kann dabei über die → *Spannweite* des → *Tragflügels* konstant sein oder variieren; im zweiten Fall spricht man von einer → *Verwindung* des Tragflügels. Der Einstellwinkel ist eine Größe, die bei der Konstruktion des Flugzeugs festgelegt wird, und normalerweise im Flugbetrieb nicht verändert werden kann. Neben dem → *Nickwinkel* und dem Winkel des Windfelds ist er eine von drei Komponenten, die den → *Anstellwinkel* bilden. Bei Tragflügeln wird meist ein positiver Einstellwinkel gewählt, damit auch beim horizontalen Flug bzw. beim → *Rollen* am Boden der Anstellwinkel positiv ist.

Eintragungszeichen
Ein Begriff aus dem → *Luftrecht*. Es bezeichnet ein eindeutiges Kennzeichen für ein Fluggerät, das mit der → *Verkehrszulassung* erteilt wird. Der Aufbau der Kennzeichen und die Vorschriften, wer es zu führen und in welcher Größe wo anzubringen hat, kann von Land zu Land variieren. Die → *Luftfahrtbehörde* eines Landes teilt auf Antrag die Eintragungszeichen zu und hinterlegt es in das Luftfahrzeugregister. Dieses besteht aus der Luftfahrzeugrolle und dem Luftsportgeräteverzeichnis, und ist in Deutschland nach § 64 des → *LuftVG* geregelt:

- Flugzeuge, → *Drehflügler*, → *Luftschiffe*, → *Motorsegler*, → *Segelflugzeuge* und bemannte → *Ballone* werden in der Luftfahrtrolle beim → *Luftfahrtbundesamt* erfasst.
- → *Luftsportgeräte* werden bei den Beauftragten nach § 31c im Luftsportgeräteverzeichnis erfasst.

Die dort gespeicherten Daten dienen der Überwachung der Verkehrssicherheit der erfaßten Luftfahrzeuge und der Erteilung von Auskünften, um Personen in ihrer Eigenschaft als Eigentümer oder Halter von Luftfahrzeugen, Luftfahrzeuge eines Eigentümers oder Halters oder Luftfahrzeugdaten festzustellen oder zu bestimmen.
In der Luftfahrzeugrolle und im Luftsportgeräteverzeichnis werden Art und Muster des Luftfahrzeugs sowie Werknummer der Zelle, Staatszugehörigkeits- und Eintragungszeichen des Luftfahrzeugs, Nummer des Blattes des Luftfahrzeugregisters, soweit erforderlich, Bezeichnung des Registerblattes des Registers für Pfandrechte an Luftfahrzeugen, sowie Name und die Anschrift des Eigentümers. Zusätzlich dazu werden in der Luftfahrzeugrolle auch der regelmäßige Standort des Luftfahrzeugs, die Angabe seines Verwendungszwecks, Angaben über Muster von → *Triebwerk* oder → *Propeller*, Ausrüstung und Notausrüstung sowie über durchgeführte Nachprüfungen des Luftfahrzeugs, Angaben über den Schallschutz, Angaben über die Haftpflichtversicherung, sowie Name und Anschrift des Halters (wenn der Eigentümer nicht zugleich Halter ist) gespeichert.

In Deutschland beginnt das Eintragungszeichen gemäß der Luftverkehrszulassungsordnung (→ *LuftVZO*) mit einem Hoheitszeichen (D, auch Staatsangehörigkeitszeichen genannt), gefolgt von vier Buchstaben, dem eigentlichen Kennzeichen. Der erste der vier Buchstaben gibt Rückschlüsse auf die Art des Flugzeugs:

Buchstabe	Bedeutung
E	Einmotoriges Flugzeug bis 2,0 t
G	Mehrmotoriges Flugzeug bis 2,0 t
F	Einmotoriges Flugzeug von 2,0 bis 5,7 t
I	Mehrmotoriges Flugzeug von 2,0 bis 5,7 t
C	Mehrmotoriges Flugzeug von 5,7 bis 14 t
B	Mehrmotoriges Flugzeug von 14 bis 20 t
A	Mehrmotoriges Flugzeug über 20 t
H	Hubschrauber
L	Luftschiffe
K	Motorsegler

Die Hoheitszeichen sind international standardisiert (siehe Teil III). Regulatorische Grundlage für die Eintragungszeichen sind in Deutschland § 64 bis 70 des Luftverkehrsgesetzes (→ *LuftVG*).

Einweisungsflug
Bezeichnung für den ersten Flug mit einem → *Fluglehrer* während der Ausbildung zum → *Piloten*. Er dient dazu, den Flugschüler an das Fliegen und die nähere Umgebung des → *Flugplatzes* der Flugschule heranzuführen.

Eisbildung
→ *Klareis,* → *leichte Eisbildung,* → *mittlere Eisbildung,* → *Spurenvereisung,* → *starke Eisbildung.*

Electronic Ticket
→ *Ticket.*

Elektrostatischer Kreisel
Eine besondere Ausführung des → *Kreisels*, bei dem eine Hohlkugel als Rotor durch elektrostatische Kräfte in einem Gehäuse gehalten und ausgerichtet wird. Durch Verwendung eines Hochvakuums im Gehäuse wird dabei die Reibung minimiert. Der Antrieb des Rotors kann durch ein Magnetfeld erfolgen.

ELEV
Abk. für → *Elevation*.

Elevation
Abgekürzt mit ELEV. Kennzeichnet bei Kartenmaterial die → *Höhe über Normalnull* eines Geländepunkts (z. B. Flugplatz).

Elevon
Bezeichnung für ein besonderes → *Ruder*, bei dem das → *Querruder* die Funktion des → *Höhenruders* mit übernimmt. Der Name Elevon ist eine Verschmelzung der englischen Begriffe für Höhen- und Querruder, Elevator und Aileron.
Elevons werden z. B. bei Flugzeugen mit einem → *Deltaflügel* eingesetzt, die weder über eine → *Höhenflosse* am → *Heck* noch über eine → *Kopfsteuerfläche* verfügen. Die → *Steuerung* um die → *Querachse* (also die Funktion des Höhenruders) wird dabei durch symmetrischen Ausschlag des linken und rechten Querruders erreicht. Dadurch erhöht (oder verringert) sich der → *Auftrieb* an beiden → *Tragflächen* um den selben Betrag, und das Flugzeug beginnt zu → *nicken*. Die Querruderfunktion zur Steuerung des → *Rollens* wird weiterhin durch einen unsymmetrischen Ausschlag der Querruder erfüllt. Die → *Längsstabilität* des Flugzeugs um die Querachse (Erhöhung des → *Anstellwinkels* bei fehlendem Auftrieb) wird durch → *Verwindung* und → *Pfeilung* des → *Profils* erreicht.

ELF
Abk. für Extremely Low Frequency.
Bezeichnet alle Frequenzen unter 3 kHz. Diese breiten sich beim Funk als Oberflächenwelle aus und werden weltweit für militärische Zwecke eingesetzt, z. B. für den U-Boot-Funk mit Schleppantennen, der auch in großer Tiefe möglich ist. An den ELF schließt sich nach oben der → *VLF* Bereich an.

ELFAA
Abk. für European Low Fares Airline Association.
Ein Interessensverband für europäische → *Luftverkehrsgesellschaften*, die nach dem Geschäftsmodell der → *Billigflieger* operieren. Ziel der ELFAA ist es, Politikbereiche und Initiativen zu erkennen, die den Billigflugsektor betreffen, und im Sinne der Billigflieger zu beeinflussen. 2006 zählte zu den Mitgliedern neben der irischen RyanAir und der englischen EasyJet auch der deutsche Anbieter Hapag-Lloyd Express.
→ *http://www.elfaa.com/*

Ellipsenflügel
Bezeichnung für einen → *Tragflügel*, dessen Grundriss (in etwa) die Form einer Ellipse hat.
Das vielleicht bekannteste Beispiel eines Flugzeugs mit Ellipsenflügel ist das britische Jagdflugzeug Supermarine „Spitfire“ (Erstflug 5. März 1936), das während des zweiten Weltkriegs eingesetzt wurde.

Empfangshalle
→ *Terminal.*

En Route Control
→ *Bezirkskontrolle.*

Endanflug
Letzter Teil des → *Landeanflugs*, der mit voll ausgefahrenen → *Klappen*, ausgefahrenem → *Fahrwerk*, und möglichst niedriger → *Fluggeschwindigkeit* durchgeführt wird. Der Endanflug führt das Flugzeug zur → *Entscheidungshöhe*; an diesem Punkt muss sich der → *Pilot* entscheiden, ob ein → *Fehlanflug* vorliegt, oder ob er die → *Landung* einleitet. Der Endanflug ist auch Teil der → *Platzrunde*.

End-Sicherheitsfläche
Engl.: Runway End Safety Area, abgekürzt RESA. Die End-Sicherheitsfläche schließt sich vor und nach der → *Start- und Landebahn* mit ihren → *Stoppflächen* und → *Streifen* an, und stellt einen zusätzlichen Schutz für Flugzeuge dar, die entweder vor der → *Schwelle* aufsetzen (undershoot) oder weit hinter der Schwelle aufsetzen und über die Landebahn hinaus rollen (overshoot).
Für die End-Sicherheitsfläche gelten besondere Vorschriften der Hindernisfreiheit; so dürfen in diesem Bereich z. B. keine Vertiefungen oder Erhebungen für Straßen, Schienen oder Kanäle

sein. Gleichzeitig sind die maximal zulässigen Steigungen und Gefälle in der End-Sicherheitszone begrenzt.
Für die End-Sicherheitszone großer Start- und Landebahnen empfiehlt die → *ICAO* eine Länge von mindestens 240 m, so dass sich zusammen mit dem Streifen von 60 m eine → *Überrollstrecke* von mindestens 300 m vor und nach der Piste ergibt.

Engine Condition Monitoring
Abgekürzt mit ECM. Bezeichnung für die automatische Zustandsüberwachung von → *Triebwerken* bei größeren Flugzeugen im täglichen Betrieb. Die dabei durch Sensoren gewonnenen Messdaten werden vom Betreiber des Flugzeugs oder auch vom Hersteller der Triebwerke ausgewertet. Anomalien können dadurch noch vor einer Beeinträchtigung der Betriebssicherheit erkannt werden.

Engineering Order
→ *EO*.

Enteisung
Engl. De-Icing. Bezeichnung für das Entfernen von Schnee und/oder Eis von einem Flugzeug vor dem → *Start*. Dies erfolgt üblicherweise auf speziellen Positionen nahe der → *Startbahn*, sogenannten Enteisungsflächen (De-Icing Pads/Areas). Nur bei → *Flughäfen* in permanent gefrorenen Regionen wird – da immer alle Flugzeuge enteist werden müssen – direkt am → *Terminal* auf der → *Parkposition* enteist.
Schnee und Eis auf einem Flugzeug haben zwei schädliche Einflüsse: Sie erhöhen das → *Gewicht* des Flugzeugs, und sie verändern die Oberfläche des → *Tragwerks*; letzteres führt zu einer Veränderung der → *Strömung* in der → *Grenzschicht* und zu einem Verlust von → *Auftrieb*. Zusätzlich können sich bei Flugzeugen mit Hecktriebwerk Eisstücke von den → *Tragflächen* lösen und ins → *Triebwerk* gelangen.
Es ist daher erforderlich, sowohl das Tragwerk als auch den → *Rumpf* des Flugzeugs vor dem Start von Schnee und Eis zu befreien. Während Schnee z. B. mechanisch entfernt werden kann, muss beim Entfernen von Eis zum einen eine Beschädigung der Flugzeugoberfläche, zum anderen eine schnelle Neubildung von Eis verhindert werden. Das Entfernen von Schnee und Eis ist das De-Icing im engeren Sinne, das Vorbeugen gegen erneute Vereisung bezeichnet man auch als Anti-Icing.
Der gesamte Prozess und die dafür verwendeten Mittel sind u.a. durch die → *IATA* und die → *AEA* in Europa in großen Grenzen standardisiert und durch Hausvorschriften der Fluglinien im Detail ausgearbeitet.
Es gibt verschiedene Verfahren, wie die Enteisung schonend erfolgen kann. Weit verbreitet ist das Aufsprühen von Enteisungsflüssigkeit (ADF, Anti Deicing Fluid) mit Hochdruck durch spezielle Fahrzeuge mit Auslegern (oft scherzhaft „Elefant“ genannt). Grundsätzlich unterscheidet man dabei die 1-Step-Enteisung, bei der in einem Durchgang enteist und vorgebeugt wird, und die 2-Step-Enteisung, bei der zuerst das De-Icing erfolgt und dann in einem zweiten Schritt das Anti-Icing aufgebracht wird. Dabei wird immer an den Flügelspitzen begonnen und zum Rumpf hin vorgearbeitet.
Bei der Enteisungsflüssigkeit handelt es sich um eine 60° bis 85°C warme Glykol-Alkohol-Mischung, die biologisch vollständig abbaubar ist. Sie wird üblicherweise noch um Zusatzstoffe wie z. B. Verdicker ergänzt. Die genaue Mischung hängt von der Umgebungstemperatur, der Art des Niederschlags, der Luftfeuchtigkeit und der benötigten Zeit (Vorhaltezeit, Holdover Time, HOT) der Schutzwirkung bis zum Startbeginn ab. Die Verdicker sorgen dafür, dass die Enteisungsflüssigkeit zähflüssiger wird und damit länger an den Oberflächen des Flugzeugs haften bleibt. Dadurch fließt die Enteisungsflüssigkeit langsamer ab, bleibt länger auf den Oberflächen und kann noch einige Zeit lang während des Wartens auf die Startfreigabe ein gewisses Maß an Niederschlägen aufnehmen, verflüssigen und beim Start durch die Luftströmung abführen. Die Holdover Time verlängert sich also. Erst bei einer Geschwindigkeit von 80 Knoten (ca. 144 km/h) beginnt sich die Anti-Icing-Flüssigkeit zu lösen. Bei 95 Knoten (ca. 170 km/h) muss sie während des Starts ganz entfernt sein, damit die aerodynamischen Eigenschaften des Tragwerks voll wirken.
Es gibt generell vier Arten von Enteisungsflüssigkeit:

- Typ 1: Sie besteht zu mehr als 80 % aus Glykol und kann leicht orange eingefärbt sein. Der Rest ist Wasser mit Zusatzstoffen. Dieser Typ wird zum alleinigen De-Icing bei gutem Wetter ohne weiteren Niederschlag eingesetzt. Die Holdover Time liegt bei Temperaturen um den Gefrierpunkt bei nur einigen wenigen Minuten.
- Typ 2: Sie besteht zu mehr als 50 % aus Glykol, der Rest sind Wasser und Zusatzstoffen mit Verdickern. Dieser Typ wird zum De-Icing und Anti-Icing bei Temperaturen um den Gefrierpunkt eingesetzt.
- Typ 3: Wird kaum noch produziert und verwendet. Wie Typ 2, nur ist der Verdicker der niedrigeren Außentemperatur angepasst (−25°C). Dieser Typ wird zum De-Icing und Anti-Icing bei niedrigen Temperaturen eingesetzt.
- Typ 4: Wie Typ 2, nur ist der Verdicker der niedrigeren Außentemperatur angepasst (−30°C). Dieser Typ wird zum De-Icing und Anti-Icing bei sehr niedrigen Temperaturen eingesetzt und kann grün gefärbt sein.

Alle Typen leiten sich von der gleichen Ausgangsflüssigkeit ab und werden bedarfsorientiert vor Ort und in Abhängigkeit der Wetterverhältnisse im Enteisungs-Tankwagen mit Wasser auf Basis von Tabellen oder Anweisungen der → *Piloten* zusammengemischt.
Das Aufsprühen kann mit Hilfe von Fahrzeugen erfolgen; alternativ kann, wie z. B. am Flughafen München (MUC), das Flugzeug in eine stationäre Anlage rollen („Gantry“). Letztere Variante hat den Vorteil, dass sich die Enteisungsflüssigkeit leicht sammeln und wieder verwenden lässt, sie kann aber oft nicht von Großraumflugzeugen genutzt werden.
Für eine Boeing B747 werden rund 1.000 Liter zur vollständigen Enteisung innerhalb von 20 min benötigt, bei schwerer Eisbildung bis zu 6.000 Liter innerhalb von 40 min. Auf dem Frankfurter Flughafen (FRA) werden bei einer typischen winterlichen Wetterlage pro Tag 500.000 Liter Enteisungsflüssigkeit und mehr verbraucht.
Das Enteisen von Verkehrsflugzeugen darf nur bei schon geschlossenen Türen stattfinden, also nach beendetem → *Boarding*. Auch die Klimaanlage muss ausgeschaltet sein, damit keine schädlichen Dämpfe eingesaugt werden. Die Triebwerke laufen beim Enteisen im Leerlauf. Sie werden nicht durch die Flüssigkeit enteist. Ist ein Triebwerk am Boden vereist, so wird es vor dem Anlassen mit Heissluft enteist, ebenso die Bremsen.
Ein anderes Verfahren zur Enteisung ist die Enteisung durch Infrarotlicht. An den Flughäfen Newark (USA) und Oslo gibt es stationäre Anlagen, die ähnlich den stationären Sprühanlagen den Nachteil haben, dass sie nur bis zu einer Flugzeuggröße eines Airbus A320 wirken. Nach der Enteisung mit Hilfe der Inf-

rarotlampen erfolgt das Aufbringen einer Anti-Icing-Flüssigkeit. Dieses Verfahren gilt als sehr umweltfreundlich und vergleichsweise schnell, da das Infrarotlicht sofort auf das ganze Flugzeug einwirkt, wohingegen Sprühfahrzeuge erst um das ganze Flugzeug herumfahren müssen.
Flugzeuge, die nach dem Enteisen nicht innerhalb der geplanten Vorhaltezeit starten, sondern längere Zeit auf dem → *Vorfeld* oder auf den → *Rollwegen* auf ihren Start warten, müssen gegebenenfalls erneut enteist werden.
Neben der Enteisung vor dem Start kann auch während des Fluges eine Enteisung vorgenommen werden. Wenn ein kaltes Flugzeug aus großer Höhe in tiefere, wärmere und damit feuchtere Luftschichten eintaucht, kann es zur Vereisung kommen, was durch geeignete Detektoren erkannt und im → *Cockpit* angezeigt wird. Um dem zu begegnen besitzen viele Flugzeuge an funktionswichtigen Teilen (z. B. Flügelkanten, Messensoren) Einrichtungen zur Enteisung. Heiße Luft kann den Triebwerken entnommen und durch Rohrleitungen in die Vorderkanten der Flügel und Triebwerkseinlässe geblasen werden. Die Cockpitscheiben sind elektrisch beheizt. Bei kleineren Flugzeugen existieren pneumatische Enteisungssysteme bei denen sich ein Gummiwulst an der Flügelvorderkante befindet, der aufgepumpt werden und damit den Eisansatz absprengen kann. Eine elektrische Enteisung mittels in Kunststoffstreifen eingebetteter Heizdrähte wird häufig bei Propellern angewendet, ebenso Flüssigkeiten unter Ausnutzung der Fliehkraft.

Entenflugzeug
→ *Canard.*

Entfernungsmessverfahren
Auch Rho-Verfahren genannt. Bezeichnung für Systeme und Verfahren in der → *Funknavigation* zur Bestimmung der Schrägentfernung eines Flugzeugs von einem Referenzpunkt. Ist die Entfernung zwischen Flugzeug und Referenzpunkt groß gegenüber der Flughöhe, so entspricht die Schrägentfernung praktisch dem horizontalen Abstand zwischen Flugzeug und Referenzpunkt.
Das wichtigste Entfernungsmessverfahren in der Luftfahrt ist das → *DME*-System., das den Abstand des Flugzeugs zum Sender misst. Da eine Entfernungsangabe allein noch nicht zur Bestimmung der Flugzeugposition ausreichend ist, werden DME Systeme häufig mit einem → *VOR*- oder → *Doppler-VOR*-System, das eine Richtungsinformation liefert, kombiniert. Beim → *TACAN*-System sind Richtungs- und Entfernungsbestimmung in einem System zusammengefasst.

Entscheidungsgeschwindigkeit
Engl.: Decision Speed. Bezeichnet beim → *Start* jene Geschwindigkeit, bis zu der ein → *Startabbruch* noch erfolgen darf. Die Entscheidungsgeschwindigkeit wird international mit dem Zeichen V1 beschrieben.
Die Entscheidungsgeschwindigkeit muss vor jedem Flug individuell berechnet werden. Sie wird so bestimmt, dass bei Ihrem Erreichen das Flugzeug innerhalb der verbliebenen Länge der → *Startbahn* ohne Einsatz von → *Schubumkehr* gerade noch zum Stillstand abgebremst werden kann. Die Entscheidungsgeschwindigkeit hängt unter anderem ab von:
- Dem → *Flugzeuggewicht* beim Start.
- Der Leistungsfähigkeit der → *Spoiler* und der Bremsen am → *Fahrwerk*.
- Der Luftdichte: Diese beeinflusst den → *Auftrieb*, der am → *Tragflügel* erzeugt wird, und den → *Schub* der → *Triebwerke*. Hoch gelegene → *Flugplätze* mit einer geringeren Luftdichte führen zu einer geringeren Erzeugung von Auftrieb, und reduzieren die Triebwerksleistung.
- Der → *verfügbaren Startlaufstrecke* (*TORA*).
- Dem Oberflächenzustand der Startbahn, z. B. Rauhigkeit, Nässe, Schnee.

Ist die Entscheidungsgeschwindigkeit überschritten, so ist ein Abbruch des Starts, z. B. aufgrund eines technischen Defekts, riskanter als eine Weiterführung des Starts. Verkehrsflugzeuge und ihre Triebwerke müssen so ausgelegt sein, dass ein Start ab Erreichen der Entscheidungsgeschwindigkeit V1 auch bei Ausfall eines Triebwerks – wenn auch mit verringerter → *Steigrate* – möglich ist.
→ *Piloten* müssen bis zum Erreichen der Entscheidungsgeschwindigkeit eine Hand auf dem Schubhebel halten.

Entscheidungshöhe
Engl.: Decision Height (DH) oder Decision Altitude (DA). Die Entscheidungshöhe ist jene → *Flughöhe* bei einem → *Präzisionsanflug*, bei der der → *Pilot* spätestens eine ausreichende Sicht auf die → *Landebahn* haben muss, d. h. der Pilot muss in der Lage sein, seine Position und seinen Flugweg gegenüber der Landebahn über einen ausreichenden Zeitraum hinweg zu erkennen. Erreicht der Pilot die Entscheidungshöhe, ohne dass er die erforderliche Bodensicht hat, so liegt ein → *Fehlanflug* vor und der Pilot muss ein → *Fehlanflugverfahren* einleiten.
Die Entscheidungshöhe, bzw. der Punkt, an der die Entscheidungshöhe erreicht wird (Missed Approach Point, → *MAP*) wird für eine Landebahn individuell festgelegt; bei Präzisions-Landebahnen ist sie Bestandteil der Definition der Kategorie (→ *CAT*). Im Englischen wird die Bezeichnung Decision Height (DH) verwendet, wenn die Entscheidungshöhe als Höhe über der Landebahn angegeben ist; ist sie dagegen als → *Höhe über Normalnull* angegeben, so wird die Bezeichnung Decision Altitude (DA) verwendet.

Entwicklungsbetrieb
Bezeichnung für einen → *Luftfahrtbetrieb*, der für die Entwicklung von Luftfahrzeugen, → *Triebwerken* und → *Propellern* oder Bau- und Ausrüstungsteilen zertifiziert (→ *Zertifizierung*) ist.

Entwicklungsprozess
Allgemeine Bezeichnung für den Ablauf einer Neuentwicklung eines Flugzeugs, → *Triebwerks* etc. von der Produktidee bis zum Beginn der Serienproduktion. Die zeitliche und begriffliche Abgrenzung der einzelnen Entwicklungsphasen variiert je nach → *Luftfahrtbetrieb*, die hierfür oft ihre eigenen Methodiken und Prozesse mit eigenen Bezeichnungen haben. Oft sind diese jedoch von einem generischen Ablauf wie diesem abgeleitet:
- Feasibility-Phase
- Concept-Phase
- Definition-Phase
- Development-Phase

Für ein fertig entwickeltes Produkt geht dieser Prozess dann üblicherweise in ein Lebenszyklusmanagement über, bei dem das Produkt oder seine Teilsysteme kontinuierlich gepflegt und weiter verbessert werden, bis zunächst der Bau und schließlich der Service (z. B. die Ersatzteilversorgung) eingestellt werden.

Feasibility-Phase

Zu Beginn steht die Entwicklung der Produktidee und die Durchführung von Machbarkeitsstudien. In diesem Abschnitt werden u.a. die Außenmaße und Form sowie die übergeordneten Anforderungen und Leistungsparameter an das neue Produkt im Rahmen eines sogenannten Lastenheftes definiert.
Diese Phase ist nicht notwendigerweise linear, sondern kann mehrere miteinander konkurrierende Konzepte parallel entwickeln, die immer wieder Evaluierungen im Rahmen von Feedbackschleifen z. B. zusammen mit Erstkunden oder Lieferanten unterworfen werden, so dass sich die Zahl der Optionen nach und nach verringert.
Zum Abschluss dieser Phase erfolgt der offizielle Start des Entwicklungsprojektes, verbunden mit der Budgetfreigabe.
Die Feasibility Phase kann sich über viele Jahre erstrecken, und die Grundkonfiguration des Produktes kann sich noch stark verändern. So wurde z. B. beim A380 (Erstflug 27. April 2005) in dieser Phase erwogen, ein Flugzeug mit zwei nebeneinander liegenden Decks zu entwickeln. Dieser Entwurf wurde aus Gewichtsgründen jedoch zu Gunsten einer Konfiguration mit zwei übereinanderliegenden Decks verworfen.

Concept-Phase

In der folgenden, oft als „Concept Phase" bezeichneten Phase wird das Grundkonzept (Architektur) des Flugzeugs festgelegt, also z. B. Außenform und Anordnung der wichtigsten Komponenten, Konzepte für Funktion, Anordnung und Zusammenspiel der wichtigsten Teilsysteme und Geräte, Entscheidungen über den Einsatz neuer Technologien etc. Beispiele sind die Entscheidung über den Einsatz von Bussystemen in der Flugzeugelektronik oder die Festlegung von Kabinenkonzepten. Parallel dazu werden die Richtlinien für die Entwicklungsingenieure (Design Principles, z. B. zur Anordnung und Befestigung von Systemen) definiert. Diese Phase dauert ca. zwei Jahre.

Definition-Phase

In der folgenden Phase, die sich wiederum über zwei bis drei Jahre erstreckt, beginnt die Umsetzung der Konzepte, z. B. durch Erstellung von Schaltdiagrammen (Principle Diagrams) und durch Festlegung der räumlichen Anordnung der Systeme und ihrer Schnittstellen (Space Allocation Models, Frontier Models). Parallel dazu beginnt die Vermarktung des Flugzeugs (Authorisation to Offer). Dabei ist anzumerken, dass ausgewählte → *Luftverkehrsgesellschaften*, die sog. → *Launching Customers*, bereits in den früheren Phasen mitgewirkt haben, indem sie eigene Ideen und Wünsche in das Produktkonzept eingebracht, bzw. Vorschläge des Herstellers kommentiert haben.

Development-Phase

Die eigentliche „Development Phase" ist gekennzeichnet durch die Entwicklung der detaillierten CAD-Zeichnungen, den Aufbau der Fertigungsanlagen und den Beginn der Fertigung der ersten Baumuster. Für Komponenten mit langer Vorlaufzeit, z. B. im Bereich der → *Tragflügel*, läuft sie bereits kurz nach Beginn der Definitionsphase an, d. h. die gesamte Entwicklung ist stark parallelisiert. In diese Phase fällt auch die Integration der Systeme, Geräte und Ausrüstungen in den Flugzeugsektionen, d. h. die Überprüfung der mechanischen und logischen Konfliktfreiheit, und die Durchführung von Sicherheitsanalysen. Zum Ende dieser drei- bis vierjährigen Phase erfolgt das → *Power-On* und kurz darauf der → *Erstflug* und die → *Flugerprobung*, an deren Ende die → *Musterzulassung* steht. Parallel zu den → *Prototypen* werden bereits die ersten → *Serienflugzeuge* für Kunden gebaut.

Entwidmungskreuz

Bezeichnung für ein großes, mit Farbe auf eine → *Start- und Landebahn* aufgetragenes und an ein Malteserkreuz erinnerndes Kreuz, dass anfliegenden Flugzeugführern signalisiert, dass diese Rollbahn bzw. u. U. der gesamte → *Flughafen* dauerhaft außer Betrieb ist.

EO

Abk. für: Engineering Order.
Bezeichnung für aktuelle technische Vorschriften, die von den Herstellern (von z. B. Flugzeugen, Triebwerken, Komponenten) in unregelmäßigen Abständen erlassen werden und für alle Anwender verbindlich sind.

Eppler Profile

→ *Profilsystematik.*

ERAA

Abk. für European Regional Airlines Association.
Bezeichnung für den 1980 gegründeten europäischen Interessenverband von Regionalfluglinien mit Sitz in Chobham auf dem Fairoaks Airport in Großbritannien.
→ *http://www.eraa.org/*

ERCOFTAG

Abk. für European Research Community on Flow, Turbulence and Combustion.
→ *http://imhefwww.epfl.ch/lmf/ERCOFTAC/*

Erdbeschleunigung

→ *g*.

Erdblitz

→ *Blitz.*

Erdlotfestes Koordinatensystem

→ *Geodätisches Koordinatensystem.*

EREA

Abk. für (Association of) European Research Establishments in Aeronautics.
→ *http://www.erea.org/*

EROPS

Abk. für Extended Range Operations.
Ein Begriff der → *JAA*, der ursprünglich die → *Zulassung* von zweistrahligen Passagierflugzeugen für lange (= interkontinentale) Flugstrecken in großer Entfernung von geeigneten Ausweichflughäfen bezeichnete, auch wenn die Flugzeuge zunächst nicht dafür konzipiert waren. Der mittlerweile geläufigere, wenn auch inhaltlich nicht ganz zutreffende Begriff ist → *ETOPS*.

Erster Offizier

→ *Pilot.*

Erstflug

1. Auch Jungfernflug; engl.: Maiden Flight. Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Bezeichnet in den meisten Fällen den ersten Flug eines neu entwickelten Flugzeugtyps im Rahmen der → *Musterzulassung*.
   Mit Hilfe zahlreicher vorangegangener Tests (z. B. → *Bodentests*) und Simulationen hat man zum Zeitpunkt des Erstflugs weitgehend abgesichert, dass das Flugzeug flugfähig

und steuerbar ist (→ *Low Speed Taxi*). Unter anderem wird vor dem Erstflug das Flugzeug so weit beschleunigt, dass es den zum → *Abheben* benötigten → *Auftrieb* erzeugt, ohne das Abheben wirklich einzuleiten.
Während des Erstflugs befinden sich nur → *Testpiloten* und einige wenige → *Flugversuchsingenieure* mit an Bord. Oft ist auch noch keine Innenausstattung vorhanden, sondern einige Wassertanks, die mit Ballastwasser gefüllt sind.
Das Flugprogramm beschränkt sich auf einige wenige Standardmanöver. Das Fahrwerk bleibt aus Sicherheitsgründen die ganze Zeit über ausgefahren. Weder wird die maximale Geschwindigkeit noch die maximale Höhe erreicht. Vielmehr wird nur innerhalb eines sicheren und beherrschbaren Bereiches des → *Flugenveloppe* geflogen. Verläuft der Erstflug gut, so kann das zunächst geplante Programm erweitert und der Erstflug verlängert werden, so dass er z. B. bei einem neuen Verkehrsflugzeug anstelle von ein oder zwei Stunden bis zu drei oder vier Stunden dauert.
Oft wird der Erstflug durch ein → *Chase-Plane* begleitet.

2. Des Weiteren wird mit dem Begriff Erstflug auch der erste Flug eines fertig gestellten oder umgebauten Flugzeugs, der erste Flug eines Flugschülers, der erste Flug eines → *Piloten* auf einem neuen Flugzeugtyp, oder der erste Flug einer → *Luftverkehrsgesellschaft* zu einem neuen Ziel bezeichnet.

ESG
Abk. für Electrostatic Suspension Gyro.
→ *Elektrostatischer Kreisel.*

ET
Abk. für Electronic Ticket.
→ *Ticket*.

ETA
Abk. für Expected Time of Arrival.
Internationale Bezeichnung für die erwartete Ankunftszeit. Diese kann sich von der planmäßigen Ankunftszeit unterscheiden.

ETD
Abk. für Expected Time of Departure.
Internationale Bezeichnung für die erwartete Abflugzeit. Diese kann sich von der planmäßigen Abflugzeit unterscheiden.

E-Ticket
→ *Ticket.*

ETIX
→ *Ticket.*

ETKT
Abk. für Electronic Ticket.
→ *Ticket.*

ETL
Abk. für Einkreis-Turbinenluftstrahltriebwerk.
Bezeichnung für die einfachste Form eines → *Turbinenluftstrahltriebwerks*.

ETNA
Abk. für Electronic Taxiway Navigation Array.
Ein System zur Ortung und Führung von Bodenfahrzeugen auf dem → *Vorfeld* und den → *Rollwegen* eines → *Flugplatzes*.
Ziel von ETNA ist es, Kollisionen zwischen den zahlreichen Bodenfahrzeugen wie Rettungs- und Feuerwehrfahrzeugen, Bussen, Gepäckfahrzeugen, Follow-Me-Fahrzeugen etc. und Flugzeugen zu verhindern. Dazu wird jedes Bodenfahrzeug mit einer → *Inertialnavigation* und einem → *GPS*-System ausgestattet; letzteres sendet die aktuelle Position und Geschwindigkeit des Fahrzeugs an eine Zentrale. Gleichzeitig wird dem Fahrer seine eigene Position auf einem Bildschirm angezeigt; dazu verwendet ETNA eine Datenbank, in der das Relief und alle Gebäude des Flugplatzes gespeichert sind. Erkennt das System einen möglichen Konflikt erfolgt automatisch eine Warnung.

ETOPS
Abk. für Extended (Range) Twin Engine Operations Performance Standards. Scherzhaft auch als „Engines turn or passengers swim“ interpretiert.
Früher die gängige Bezeichnung der → *FAA* und heute die gängige Bezeichnung der → *ICAO* für das Regelwerk, unter dem Verkehrsflugzeuge mit nur zwei → *Triebwerken* (insbes. Die → *Boeing* Modelle 757, 767 oder 777 und die → *Airbus* Modelle A310, A319, A320, A321 und A330) in einer Entfernung von mehr als 60 Flugminuten oder mehr von der nächstgelegenen Landemöglichkeit operieren dürfen. Dies ist in der Regel bei Interkontinentalverbindungen über Wasserflächen (Ozeane), Wüstengebieten oder Polarregionen der Fall und von Bedeutung für Streckenführung und Flugplanung.
ETOPS hat den vorher üblichen Begriff → *EROPS* abgelöst, auch wenn EROPS streng genommen der inhaltlich korrekte Begriff wäre, denn es sind auch Flugzeuge mit mehr als zwei Triebwerken (=Twin Engine) betroffen.
Die maximal erlaubte Distanz zu einer Landemöglichkeit leitet sich von der statistisch ermittelten Zuverlässigkeit der Triebwerke ab. Bei einer zweistrahligen Maschine verbleiben nach dem Ausfall eines Triebwerkes noch 50 % der theroretisch möglichen Maximalleistung. Es wäre unwirtschaftlich, die Maschine für den Fall eines Triebwerksausfalls mit doppelt so starken Triebwerken auszurüsten, um den Verlust eines Triebwerkes vollständig kompensieren zu können. Da im → *Reiseflug* nur eine Triebwerksleistung von etwa 80 % der Maximalleistung benötigt wird beträgt der Leistungsverlust (nach Hochfahren des verbleibenden Triebwerks auf Maximallast) bei einem Triebwerksausfall nur 30 %. Diese Leistungseinbuße kann hingenommen werden, führt aber – da nicht mehr die volle Leistung zur Verfügung steht – zu einer anderen, nicht mehr ganz so wirtschaftlichen → *Flughöhe* und einer niedrigeren → *Reisegeschwindigkeit*. Zusätzlich steigt der Verbrauch des verbleibenden Triebwerks, da es außerhalb des optimalen Betriebsbereiches betrieben wird.
Diese Effekte belasten das noch funktionierende Triebwerk höher als im Normalbetrieb, so dass die Wahrscheinlichkeit, dass es innerhalb einer bestimmten Zeit Schaden nimmt, steigt. Dementsprechend wurden Zeiten definiert, die ein bestimmter Flugzeugtyp maximal von einer Landegelegenheit entfernt sein darf.
Um eine ETOPS-Zertifizierung durch die Luftfahrtbehörde des Heimatlandes einer Fluggesellschaft für eine bestimmte Strecke zu erhalten müssen die Fluggesellschaften einen Zertifizierungsprozess durchlaufen. Die Anforderungen an das Flugzeug sind:

- Verbesserte Zuverlässigkeit der Triebwerke durch höhere Wartungsstandards

- Verstärkte Kühlung der Avionik-Instrumente unterhalb des Cockpits
- Verbesserte Feuerinterdrückung im Frachtraum (bis zu 157 min)
- Zusätzliche hydraulische Not-Stromquelle für die Cockpit-Instrumente
- Die Hilfsturbine (→ *APU*) muss während des Fluges in Betrieb gesetzt werden können
- Zusätzliche Treibstoffreserve

Es genügt jedoch nicht einfach nur das diesen Regeln entsprechende Flugzeug zu nutzen. Laut FAR 120-42A muss eine Fluggesellschaft nachweisen, dass sie einen solchen bestimmen ETOPS-fähigen Typ den Regeln entsprechend auf bestimmten Routen betreiben kann. Dafür muss ein bestimmte ETOPS-Training für Piloten, Dispatcher und Mechaniker nachgewiesen werden, das ETOPS-Regeln, Systeme, Flugplannung, Prozesse, Performance und Wartung abdeckt. Auch die in Frage kommenden Ausweichflughäfen auf den zu zertifizierenden Strecken, das dortige zu erwartende Wetter und die dort vorhandene Notfallausrüstung werden berücksichtigt.

Zunächst wird die Genehmigung für einen 75-Min-Betrieb erteilt. Um die Genehmigung zum 120-Min-Betrieb zu erhalten, muss die Fluggesellschaft zwölf Monate Erfahrung mit dem Flugzeugtyp im 75-Min-Betrieb haben. Entsprechendes gilt für den 180-Min-Betrieb. Es dauert dementsprechend etwa zwei Jahre, bis eine Fluglinie ETOPS im 180-Min-Betrieb fliegen darf.

Geschichte

Die erste Regel der FAA bezüglich des Ausfalls von Motoren stammt aus dem Jahre 1936 und besagt, dass sich jedes Flugzeug, das Passagiere befördert, maximal 100 Meilen vom nächsten → *Flughafen* entfernt aufhalten darf, was seinerzeit ungefähr einer Flugstunde entsprach. Die FAA erkannte nach dem Krieg angesichts des aufkommenden Transatlantikverkehrs mit viermotorigen Flugzeugen, dass es Regeln geben muss für den Fall, dass bei Verlust der Funktionstüchtigkeit eines Triebwerkes innerhalb eines bestimmten Zeitraums die Maschinen einen Flughafen zur → *Landung* erreichen muss. Dies minimiert die Wahrscheinlichkeit, dass weitere Triebwerke ausfallen und die Maschine in einen Ozean abstürzt. Für zweistrahlige, kolbengetriebene Maschinen galt ab 1953 die von der FAA für die USA aufgestellte Regel (FAR 121.161), dass maximal 60 min bis zur Landung vergehen durften. Die ICAO legte zu dieser Zeit als Regel fest, dass die Route sich nicht an 60 min und zwei Motoren, sondern an 90 min und vier Motoren orientiert. Diese flexiblere Regel wurde weltweit, nur nicht in den USA, angewendet.

Das erste nicht vierstrahlige Flugzeug, das (von der → *FAA*) eine Genehmigung für ein Abweichen von der 60-Minuten-Regel erhielt, war dank der hohen Zuverlässigkeit der Jettriebwerke zur Ende der 1950er Jahre die dreistrahlige Boeing 727. Die damit gesammelten Erfahrungen ebneten auch den Weg zur Entwicklung von dreistrahligen Großraumflugzeugen wie der Lockheed L-1011 TriStar oder der McDonnell Douglas DC-10 bzw. der Tupolew Tu-154. Allerdings wurde die 60-Minuten-Regelung für Flugzeuge mit zwei Triebwerken noch bis in die 70er Jahre aufrechterhalten.

Airbus erhielt 1974 für die A300 von der JAA die Genehmigung, die 60-Minuten-Flugzeitregelung bis zum nächsten Flughafen auf 90 min auszudehnen. Die aktuelle Version, die A300–600R, ist für 180 min zugelassen.

1985 wurden schließlich auf Druck der Fluglinien die allgemeinen ETOPS-Regularien durch die FAA für einen 120-Min-Betrieb verfasst. TWA erhielt als erste Airline die Genehmigung, zunächst für den 90-Min- einer Boeing 767 (Erstflug 26. September 1981) von St. Louis nach Frankfurt/Main. Diese wurde später auf 120 min erweitert, nachdem TWA seine Wartungs- und Operation-Prozesse hat gesondert prüfen lassen. Später erlaubten die kanadischen Behörden Air Canada einen 138-Min-Betrieb (120 Min. + 15 %) mit einer speziell ausgerüsteten Boeing 767.

1988 wurde ETOPS auf 180 min ausgedehnt, der erste derartige Flug fand 1989 statt. Damit waren 85 % der Erde mit ETOPS-Flügen erreichbar. Mit der Erweiterung der ETOPS-Regelungen ging auch das Ende der großen dreistrahligen Verkehrsflugzeuge einher, da zweistrahlige Flugzeuge wie der Airbus A330, die Boeing 777 oder die Tupolew Tu-214 günstiger im Verbrauch und im Betrieb auf diesen langen Strecken sind.

2001 wurde der vorerst letzte Schritt getan: Die Boeing 777-200ER erhielt als bisher einziges Flugzeug die Genehmigung der FAA zum 207-Min-Betrieb, was 180 Min. plus 15 % entspricht. Dies entspricht einem statistischen Wert, in den einkalkuliert ist, dass auch Ausweichflughäfen unter bestimmten Wetterbedingungen geschlossen sein können. Die JAA hingegen folgt dieser Argumentation nicht und hält am 180-Min-Limit fest.

ETPS

Abk. für European Test Pilots School.

Bezeichnung für eine im Juli 2001 aus verschiedenen Vorgängerorganisationen – die bis in die Zeit vor dem 1. Weltkrieg zurückreichen – hervorgegangene Organisation zur Ausbildung von → *Testpiloten*. Sitz ist Boscombe Down in Großbritannien.

→ *http://www.etps.qinetiq.com/*

EUACA

Abk. für European Union Airport Coordinators Association.

Bezeichnung für den europäischen Zusammenschluss der nationalen → *Flughafenkoordinatoren*, welche die → *Slots* zuteilen.

→ *http://www.euaca.org/*

EUCARE

Abk. für European Confidential Aviation Safety Reporting Network.

Bezeichnung für ein unabhängiges und vertrauliches Melde- und Informationssystem für sicherheitsrelevante Vorkommnisse in der Luftfahrt, das 1992 an der Technischen Universität Berlin eingerichtet wurde. Es dient dazu, vertrauliche Berichte über Probleme und Zwi-schenfälle wissenschaftlich zu erfassen, zu analysieren und die Ergebnisse zur Verbesserung der Sicherheit im Luftverkehr zu nutzen. Zum 30. Juni 1999 wurde das Projekt wegen ungeklärter Finanzierungsfragen eingestellt.

→ *http://www.eucare.de/*

EUROCAE

Abk. für European Organisation for Civil Aviation Equipment.

→ *http://www.eurocae.org/*

Eurocontrol

Bezeichnung für eine 1963 gegründete supranationale Flugsicherungs-Einrichtung internationalen Rechts für Europa mit Sitz in Brüssel.

Zu den Aufgaben von Eurocontrol gehört unter anderem die Sicherung der europäischen Luftfahrt, die Koordinierung der einzelnen europäischen → *Flugsicherungen* und die Abstimmung von → *Flugplänen*. Eurocontrol übernimmt auch selber Aufgaben der Flugsicherung; so wird z. B. vom Kontrollzentrum in Maastricht (Holland) ein Teil des → *Luftraums* in Norddeutschland überwacht.
Eurocontrol hat 31 Mitglieder bei rasch zunehmender Tendenz, was auf die Erweiterung der EU zurückzuführen ist.

Links

→ *http://www.eurocontrol.be/*

Evakuierungstest

Auch Massenevakuierungstest genannt; engl. Evacuation Test, verkürzt auch Evac Test. Spezifischer Test, der von der → *Luftfahrtbehörde* im Rahmen der → *Musterzulassung* von Passagierflugzeugen ab einer bestimmten Größe abgenommen wird, und mit dem das Evakuierungsverhalten aus einem Flugzeug in Notfallsituationen überprüft wird.

Entwicklung des Evakuierungstests

Evakuierungstests wurden 1965 von der US-amerikanischen → *FAA* zunächst für → *Luftverkehrsgesellschaften* als verbindliche Voraussetzung dafür eingeführt, dass ein neuer Flugzeugtyp oder ein bestehender Flugzeugtyp mit einem neuen Kabinenlayout eingesetzt werden darf. Ziel war die Überprüfung der Ausbildung der → *Kabinenbesatzung* und der Wirksamkeit der Notfallprozeduren. Das Zeitlimit für die Evakuierung betrug zunächst 120 Sekunden, wurde aber angesichts technologischer Fortschritte bei den → *Notrutschen* bereits 1967 auf 90 Sekunden herabgesetzt.
Seit 1982 ist es einer → *Luftverkehrsgesellschaft* (unter bestimmten Bedingungen) erlaubt, die Ergebnisse eines erfolgreichen Evakuierungstests zu verwenden, der vom Halter der → *Musterzulassung* des Flugzeugs oder von einer anderen → *Luftverkehrsgesellschaft* durchgeführt wurde. Damit hat sich der Evakuierungstest weitgehend zu den Flugzeugherstellern verschoben.

Durchführung des Evakuierungstests

Flugzeughersteller führen in der Regel eine sog. „Full Scale Evacuation" durch, die sicherstellen soll, dass auch bei anderen Anordnungen der Sitze und der Notausstiege die 90 Sekunden Evakuierungszeit eingehalten werden. Dazu werden zunächst alle Sitze des Flugzeugs mit Testpersonen belegt. Die → *Kabinenbesatzung* gibt dann das Kommando zur Evakuierung, öffnet die Flugzeugtüren, so dass sich die → *Notrutschen* entfalten, und dirigiert die Passagiere zu den Notausgängen und auf ihren Sprung auf die Notrutschen. Dabei sind einige Testbedingungen einzuhalten:

- Der Test muss in einer dunklen Nacht oder unter entsprechend simulierten Bedingungen (z. B. in einer verdunkelten Halle) durchgeführt werden; lediglich die Notfallbeleuchtung des Flugzeugs ist zur Orientierung in der → *Kabine* erlaubt.
- Das Flugzeug muss über die Notausgänge und Notrutschen verlassen werden; dabei dürfen nur maximal 50 % der Notausstiege verwendet werden; auf dem Boden werden Hindernisse wie Kissen, Decken, Zeitungen und Handgepäckstücke verteilt.
- Die Zusammensetzung der Testpersonen nach Alter und Geschlecht muss vorgegebenen Verteilungen folgen; eine bestimmte Anzahl Testpersonen hält Babyattrappen auf dem Arm.
- Die Testpersonen dürfen mindestens sechs Monate zuvor an keinem anderen Evakuierngstest teilgenommen haben.

Als wichtigste Faktoren für eine erfolgreiche Evakuierung haben sich Ausbildung und Zusammenspiel der → *Kabinenbesatzung* erwiesen. Dies zeigte sich z. B. bei der erfolgreichen Evakuierung eines voll besetzten → *Airbus* der Air France 2005 in Kanada. Das Flugzeug war bei der → *Landung* verunglückt; trotz des ausgebrochenen Feuers, das später die gesamte Maschine zerstörte, konnten zunächst alle Passagiere lebend aus dem Flugzeug evakuiert werden.
Weitere Faktoren, die die Evakuierung beeinflussen, sind Zahl und Lage der Notausstiege, die Konfiguration der Kabine, die Passagierzahl und Sicherheitseinrichtungen des Flugzeugs wie Notfallbeleuchtungen und Notrutschen. Daher sind für eine erfolgreiche → *Zertifizierung* neben dem Evakuierungstest auch Standards für die Kabinenkonfiguration und die Ausrüstung des Flugzeugs einzuhalten.

Limitierungen des Evakuierungstests

Während die Kosten für einen Evakuierungstest mit ca. 2 Mio. Euro zwar hoch, im Verhältnis zu den Gesamtkosten für eine Flugzeugentwicklung aber gering sind, ist es vor allem die Verletzungsgefahr, die immer wieder kritisiert wird. Im Schnitt erleiden ca. 5 bis 7 % der Testpersonen Verletzungen, die von leichten Abschürfungen über Knochenbrüche bis hin zu bleibenden Schäden reichen.
Desweiteren wird oft bemängelt, dass der Test nur bedingt eine wirkliche Notfallsituation simuliert und daher nur eingeschränkt gültige Aussagen über die Überlebenschancen erlaubt. Zum einen simuliert der Test den Fall einer → *Notlandung*, bei der die Integrität der → *Zelle* erhalten bleibt (lediglich die Zahl der Notausgänge wird beschränkt). Zum anderen wissen die Testpersonen, dass es sich nicht um eine Notfallsituation handelt, eine echte Panik wird dadurch vermieden. Auch ist die demographische Verteilung der Testpersonen nicht adäquat da – bewusst – Kinder und sehr alte Personen ausgenommen werden. Hinzu kommt, dass der Test in der Regel nur einmal durchgeführt wird (wie jüngst 2006 beim → *Airbus* A380 in Hamburg; Erstflug 27. April 2005) und damit eine Einzelmessung bleibt.
Ein anderer Aspekt ist, dass der Evakuierungstest durch seine Fokussierung auf das 90-Sekunden Ziel zwar zu einer Standardisierung des Sicherheitsgrads zwischen verschieden Flugzeugherstellern führt, aber keine Anreize zu einer Optimierung oder Verbesserung der Überlebenschancen im Flugzeug bei einem Unfall bietet – z. B. die Zeit, die man nach Ausbruch eines Feuers in der Kabine noch überleben kann. Auch wird nicht die Qualität einzelner Sicherheitselemente wie Notfallbeleuchtung, Sitzanordnung, Notausstiege etc. erfasst, sondern nur das Gesamtergebnis.

Alternativen zum Evakuierungstest

Insbesondere aufgrund der Verletzungsgefahr bemühen sich Flugzeughersteller seit vielen Jahren darum, verlässliche analytische Modelle zu entwickeln, mit denen das Evakuierungsverhalten bei unterschiedlichen Kabinenkonfigurationen simuliert werden kann. Bislang scheiterten diese Modelle vor allem an der mangelhaften Simulation menschlichen Verhaltens in Notfallsituationen.

Bei anderen Ansätzen werden die Tests entschäft, indem z. B. flachere Notrutschen verwendet werden, oder die Passagiere über ebene Rampen aus dem Flugzeug steigen. Die Zeiten für diese Abläufe werden dann zu den Zeiten hinzuaddiert, die bei spezifischen Tests ermittelt werden, die nur der Simulation des Sprungs auf die Notrutsche dienen. Auch ist es möglich, über „industrieweit akzeptierte“ oder bekannte Standardzeiten für einzelne Abläufe die Gesamtzeit für eine Evakuierung hochzurechnen. Kombinationen dieser Verfahren wurden bereits dann erfolgreich zur Zertifizierung eingesetzt, wenn eine veränderte Kabine oder erhöhte Passagierzahl für ein Flugzeug zugelassen werden sollte, für das bereits früher in anderer Konfiguration eine „Full Scale Evacuation“ durchgeführt worden war (z. B. Varianten der McDonell-Douglas DC-10). Ein weiterer Vorschlag besteht darin, Evakuierungstests nur mit ausgebildeten „Profis“ durchzuführen, um so das Verletzungsrisiko zu senken.

Executive-Lotse
→ *Radarlotse.*

Exosphäre
→ *Atmosphäre.*

Extrasitz
Ein Begriff aus der Verkehrsfliegerei. Er bezeichnet einen zweiten Sitz für einen besonders korpulenten Passagier, dem ein Sitz in der von ihm gewünschten → *Buchungsklasse* hinsichtlich der Sitzbreite nicht ausreicht. Bei der Buchung muss sichergestellt sein, dass diese beiden Sitze unmittelbar benachbart sind. Ferner ist dem Fluggast ein Verlängerungsgurt für den Anschnallgurt auszuhändigen.
In der Regel muss der Fluggast auch ein zweites Ticket kaufen.

F

FAA
Abk. für Federal Aviation Administration.
Bezeichnung für die amerikanische → *Luftfahrtbehörde*, die mit dem → *LBA* in Deutschland vergleichbar ist.
Die FAA ist eine der weltweit wichtigsten Institutionen im Luftverkehr, die viele international gültige Normen und Standards (insbesondere die → *FAR*, die die → *Lufttüchtigkeitsanweisungen* der FAA sind) alleine oder in internationaler Kooperation (z. B. mit der → *JAA*) definiert hat.
→ *http://www.faa.gov/*

Fachwerkbauart
→ *Gerüstbauweise*.

Fachwerkrippe
→ *Rippe*.

FAF
Abk. für Final Approach Fix.
Bezeichnung für ein → *Markierungsfunkfeuer*, das den Beginn des Endanflugs (→ *Landeanflug*) kennzeichnet.

Fahrenheit-Skala
Bezeichnung für eine heute in den USA nach wie vor verwendete Temperaturskala, die den Bereich zwischen dem Gefrier- und dem Siedepunkt des Wassers in 180 gleiche Teile gliedert, und den Gefrierpunkt mit 32 Grad Fahrenheit definiert. Einige markante Werte sind:

Grad Fahrenheit	Grad Celsius
0	– 17,8
32	0
50	10
68	20
100	37,8

Entwicklung
Die Skala wurde vom Danziger Physiker Daniel Gabriel Fahrenheit (* 1686, † 1736) festgelegt.

Fahrtmesser
Engl. Air Speed Indicator (abgekürzt ASI). Ein Instrument zur Anzeige der → *Fluggeschwindigkeit* des Flugzeugs. Die Anzeige erfolgt dabei gewöhnlich in → *Knoten* und bei schnellen Flugzeugen wahlweise auch als → *Machzahl*. Der Fahrtmesser ist eines der → *Hauptfluginstrumente* und Bestandteil der → *Einheitsinstrumentenanordnung*.
Der Fahrtmesser misst die Fluggeschwindigkeit bzw. → *Anströmgeschwindigkeit* des Flugzeugs, also die Differenz zwischen Eigengeschwindigkeit des Flugzeugs und der aktuellen → *Windgeschwindigkeit*. Diese Geschwindigkeit ist relevant für die → *Aerodynamik* des Flugzeugs und damit für → *Auftrieb*, → *Widerstand* und → *Überziehgeschwindigkeit*. Für die Berechnung von Flugzeiten ist dagegen die → *Bahngeschwindigkeit*, d. h. die Summe aus Wind- und Fluggeschwindigkeit, entscheidend.

Angezeigte, äquivalente und wahre Fluggeschwindigkeit
Die Messung der Fluggeschwindigkeit erfolgt beim Fahrtmesser indirekt über den → *Staudruck*; dieser kann z. B. über ein → *Prandt-Staurohr* erfasst werden. Zur Umrechnung des Staudrucks in die Fluggeschwindigkeit wird der gemessene Staudruck verdoppelt und durch die Dichte der Luft geteilt. Die Wurzel aus diesem Ergebnis ist dann die am Fahrtmesser angezeigte Geschwindigkeit, die als Indicated Air Speed, abgekürzt → *IAS*, bezeichnet wird.
Gegenüber der wahren Fluggeschwindigkeit unterliegt die IAS zwei Abweichungen. Diese resultieren daher, dass der Fahrtmesser auf Meereshöhe geeicht ist, d. h. den gemessenen Staudruck stets mit der Luftdichte in Meereshöhe in eine Geschwindigkeit umrechnet.
Dies führt zum einen dazu, dass die Kompressibilität der Luft, die ab Fluggeschwindigkeiten nahe Mach 1 relevant wird, bei der Umrechnung nicht berücksichtigt wird. Mit Hilfe eines Luftwertrechners kann der Einfluss der Kompressibilität allerdings berücksichtigt werden; die korrigierte Geschwindigkeit nennt man dann Equivalent Air Speed, abgekürzt EAS.
Zum anderen weicht die tatsächliche Luftdichte (in Abhängigkeit von der Flughöhe) von der Luftdichte auf Meereshöhe ab. Daher kann der Fahrtmesser auch nur für den Druck auf Meereshöhe korrekte Fluggeschwindigkeiten anzeigen. Für anderen Flughöhen (bzw. Luftdichten) ergibt sich eine Abweichung. Diese Abweichung kann auch durch den Luftwertrechner ausgeglichen werden. Dazu muss jedoch die Temperatur der Umgebungsluft gemessen werden, und daraus die wahre Luftdichte abgeleitet werden. Die so korrigierte Geschwindigkeit ist die True Air Speed, abgekürzt → *TAS*.
Aufgrund der mit der Flughöhe abnehmenden Luftdichte ist die IAS geringer als die TAS. Als Faustformel kann man annehmen, dass die IAS pro 1.000 → *Fuß* Flughöhe um etwa 2 % unter der IAS liegt.

Charakteristische Fluggeschwindigkeiten
Auf dem Fahrmesser sind zusätzliche Markierungen aufgebracht, mit denen für das Flugzeug wichtige Geschwindigkeitswerte bzw. -bereiche gekennzeichnet sind. Diese sind:
- Die → *Überziehgeschwindigkeit* bei maximalem Fluggewicht und voll ausgefahrenen → *Klappen* (Vso).
- Die maximal zulässige Geschwindigkeit bei ausgefahrenen Klappen (Vfe).
- Der Geschwindigkeitsbereich, in dem Klappen ausgefahren bzw. eingesetzt werden dürfen. Dieser Bereich ist begrenzt durch Vso und Vfe und als weißer Bogen markiert.
- Die Überziehgeschwindigkeit bei maximalem Fluggewicht ohne Klappen, Vs1.
- Die maximale Reisegeschwindigkeit, Vn0.
- Der normale Betriebsbereich des Flugzeugs, begrenzt durch Vs1 und Vn0. Dieser Bereich ist durch einen grünen Bogen gekennzeichnet.
- Die maximal zulässige Geschwindigkeit bei ruhiger Luft, Vne. Sie ist mit einem roten Strich markiert und darf nicht überschritten werden.
- Der Bereich zwischen Vn0 und Vne, in dem nur bei ruhiger Luft geflogen werden darf. Dieser Bereich ist durch einen gelben Bogen markiert.

Dagegen ist die → *Manövriergeschwindigkeit* (Va) meist nicht auf dem Fahrtmesser markiert.
In der Regel ist das Staurohr zum Schutz vor Vereisung elektrisch beheizbar.

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_6, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

Fahrtwind
Bezeichnung für den Luftstrom, der aufgrund der Bewegung des Flugzeugs durch die Luft senkrecht auf das Flugzeug trifft. Maßgebend für die Stärke des Fahrtwinds ist die → *Fluggeschwindigkeit*.

Fahrwerk
Auch Landegestell genannt. Eine Vorrichtung, welche dem Flugzeug → *Start*, → *Landung* und Manövrieren (→ *Rollen*) am Boden ermöglicht. Man kann verschiedene Fahrwerkarten unterscheiden, so z. B. ein Fahrwerk, das über ein Bugrad verfügt und dementsprechend als Bugradfahrwerk (Nose Landing Gear, NLG) bezeichnet wird. Ein Fahrwerk, dass nicht über ein Bugradfahrwerk, sondern ein einzelnes, kleines drittes Rad (=Spornrad) oder dort nur eine einzelne stützende Kufe (=Sporn) am Heck verfügt, wird als Spornradfahrwerk bezeichnet. Mit das einfachste Fahrwerk ist das Dreibeinfahrwerk, welches das Flugzeug an drei Punkten stützt. Dies bedeutet nicht, dass es dann drei Räder hat, obwohl dies bei den meisten Sportflugzeugen der Fall ist. Vielmehr kommt bei Verkehrsflugzeugen dann eine Zwillingsbereifung am Hauptfahrwerk zum Einsatz.
Ein Flugzeug mit einem Sporn wird entsprechend Spornflugzeug genannt. Beide Arten können starr oder einfahrbar sein.
Beim Bugfahrwerk wird zwischen dem in der Regel nicht steuerbaren Hauptfahrwerk (Main Landing Gear, MLG), das so konstruiert ist, dass es die Hauptlast trägt, und dem Bugfahrwerk unter dem → *Bug* des → *Rumpfes*, mit dem gesteuert wird, unterschieden. Das Hauptfahrwerk kann über ein, zwei, vier, sechs, acht oder bis zu 16 Laufräder verfügen.
Es ist nicht zwingend, dass das Fahrwerk in den → *Rumpf* in einen ausschließlich dafür vorgesehenen Raum (Fahrwerkschacht, Gear Bay) einfahrbar ist. Dies verbessert die Aerodynamik zwar erheblich und führt damit zu einer höheren Spitzengeschwindigkeit und einem niedrigeren Energieverbrauch während des Reiseflugs, jedoch sorgt die dafür notwendige Zusatzausstattung (Hydraulik) plus der konstruktive Aufwand beim Flugzeugbau für Nachteile. Mechanisch per Handbetrieb einfahrbare Fahrwerke gibt es wegen des Gewichts des Fahrwerkes nur in leichten Flugzeugen. Dann wird das Fahrwerk über eine Kurbel und Wellen sowie ein Getriebe eingezogen.
Einziehbare Fahrwerke finden sich nur ab einer gewissen Größe bei Flugzeugen und → *Hubschraubern* (dort entweder ein starres Fahrwerk oder eine → *Kufe*). Anderenfalls spricht man von einem Starrfahrwerk. Einziehbare Fahrwerke werden üblicherweise entweder nach innen eingeschwenkt oder nach hinten eingeschwenkt (eingeklappt, eingezogen).

Fahrwerkschacht
→ *Fahrwerk*.

FAI
Abk. für Fédération Aéronautique Internationale.
Bezeichnung für den 1905 in Paris gegründeten internationalen Verband für den privaten Flugsport. Aus Deutschland ist der *Deutsche Aeroclub* (→ *DAeC*) Mitglied in der FAI.
→ *http://www.fai.org/*

Fail Safe
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau, konkret aus dem Bereich der Konstruktionsprinzipien und dort neben → *Safe Life* und → *Damage Tolerance* die Bezeichnung für eines von drei möglichen Fehlertoleranzprinzipien in der Flugzeugkonstruktion. Diese Konstruktionsprinzipien kommen auch in anderen Bereichen des Maschinen- und Anlagenbaus sowie im Bauingenieurwesen zur Anwendung.
Im Gegensatz zum früheren Safe Life Prinzip kann die Ausfallsicherheit einer mechanischen Struktur beim in den 60er Jahren entwickelten Fail Safe durch mehrere Lastpfade erreicht werden, so dass bei Ausfall eines oder mehrerer Lastpfade die verbleibenden redundanten Lastpfade die zu erwartenden Belastungen übernehmen. Man sagt auch, dass die Konstruktion mehrfach statisch unbestimmt ist. Dies stellt die funktionale Integrität der Struktur bis zur nächsten, periodischen Kontrolle sicher.
Die → *FAA* definiert Fail Safe wie folgt:
„The fail-safe design concept uses the following design principles or techniques in order to ensure a safe design. The use of only one of these techniques is seldom adequate. A combination of two or more is usually needed to provide a fail-safe design; i.e., to ensure that major failure conditions are improbable and that catastrophic failure conditions are extremely improbable.

1. Design Integrity and Quality, including Life Limits, to ensure intended function and prevent failures.
2. Redundancy or Backup Systems to enable continued function after any single (or other defined number of failure(s); e.g., two or more engines, hydraulic systems, flight control systems, etc.
3. Isolation of Systems, Components, and Elements so that the failure of one does not cause the failure of another. Isolation is also termed independence.
4. Proven Reliability so that multiple, independent failures are unlikely to occur during the same flight.
5. Failure Warning or Indication to provide detection.
6. Flight Crew Procedures for use after failure detection, to enable continued safe flight and landing or specifying crew corrective action.
7. Checkability: the capability to check a component's condition.
8. Designed Failure Effect Limits, including The capability to sustain damage, to limit the safety impact or effects of a failure.
9. Designed Failure Path to control and direct the effects of a failure in a way that limits its safety impact.
10. Margins or Factors of Safety to allow for any undefined or unforeseeable adverse conditions.
11. Error-Tolerance that considers adverse effects of foreseeable errors during the airplanes design, test, manufacture, operation, and maintenance."

Dieses Konstruktionsprinzip setzt eine regelmäßige Inspektion zur rechtzeitigen Feststellung von Rissen voraus. Der Schaden muss bei regelmäßigen Routineuntersuchungen erkennbar sein. Das ausgefallene Bauteil muss dann schnellstmöglich ersetzt werden.

Failure Mode and Effect Analysis
→ *Musterzulassung*.

Fairing
Zusammenfassende Bezeichnung für Abdeckungen, die durch ihre aerodynamische Form den → *Widerstand* von Systemen oder Flugzeugkomponenten verringern. Die als → *Belly Fairing* bezeichnete Wulst zwischen → *Rumpf* und → *Tragflügel* reduziert z. B. den → *Interferenzwiderstand* zwischen den beiden Komponenten, und bietet Platz für Systeme und Teile des → *Fahrwerks*. Fairings am Tragflügel dienen der Abde-

ckung und Minderung des Widerstands der Stellsysteme für die → *Klappen*.

Fallböe
→ *Abwind*.

Fallschirm
Bezeichnung für ein System, das die Fallgeschwindigkeit von daran hängenden Personen oder Gegenständen durch Nutzung des Luftwiderstands so weit reduziert, dass sie sicher auf dem Boden landen können.
Fallschirme werden in der Luftfahrt als Rettungssystem für Flugzeugbesatzungen, als Sportgerät, für militärische Operationen, zum Abwurf von Gegenständen und zum Abbremsen von Flugzeugen nach dem Aufsetzen (→ *Bremsschirm*) verwendet. Anhand des Prinzips zur Verzögerung der Fallgeschwindigkeit unterscheidet man zwei Arten von Fallschirmen:
- Fallschirme, die aufgrund ihrer Form einen hohen → *Widerstand* erzeugen.
- Fallschirme, deren Schirm ein → *Profil* aufweist, mit dessen Hilfe sie, ähnlich einem → *Tragflügel*, → *Auftrieb* und Widerstand erzeugen.

Fallschirme können über einen kleineren Hilfsfallschirm zum Auszug und zur Öffnung des Hauptschirms verfügen. Des weiteren gibt es Reserveschirme, die zum Einsatz kommen, wenn der Hauptschirm versagt. Einige Systeme verfügen über Mechanismen zur automatischen Auslösung des Schirms bei Erreichen einer bestimmten Fallgeschwindigkeit und Höhe. Auf diese Art können auch Personen, die selber nicht in der Lage sind den Schirm zu öffnen, gerettet werden. Die meisten Fallschirme werden heute aus Nylon gefertigt
Die Interessengemeinschaft der deutschen Fallschirmspringer ist der → *DFV*.

Fallstreifen
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Auch als lat. Virga bezeichnet. Niederschlag, der noch während des Fallens verdunstet, und daher nicht auf der Erdoberfläche auftritt. Fallstreifen treten dann auf, wenn es sehr warm ist und die relative → *Luftfeuchtigkeit* gering ist.
Fallstreifen treten z. B. an Wolken der Gattung → *Zirrokumulus* oder → *Stratokumulus* auf. Bei zirrusförmigen Wolken bestehen die Fallstreifen aus Eiskristallen, ansonsten aus Wasser.
Fallstreifen sind insbesondere aus einiger Entfernung (einige km) gut zu beobachten. Oft sieht es aus, als ob ein ganzer Vorhang aus einzelnen Fallstreifen nebeneinander aus einer Wolke kommt.

Fallwind
1. Eine nach unten gerichtete, kontinuierliche Luftströmung hinter einem geographischen Hindernis wie etwa einer Bergkette. In diesem Fall überströmt eine Luftströmung die Bergkette und folgt der Geographie, d. h. auf der einen Seite der Kette steigt die Strömung auf und hinter dem Kamm folgt die Strömung dem Bodenprofil und fällt ab. Der → *Föhn* ist ein Beispiel dafür.
2. Ein Sonderfall einer → *Windscherung*, etwa in einer Gewitterzelle, bei der starke Winde annähernd kontinuierlich nach unten strömen. Der Übergang zum spontanen → *Microburst* ist fließend.

Fan/Fan-Triebwerk
→ *Zweikreis-Turbinenluftstrahltriebwerk*.

FAR
Abk. für Federal Airworthiness Requirements.
Bezeichnung für die → *Lufttüchtigkeitsanforderungen*, die von der → *FAA*, der US-amerikanischen → *Luftfahrtbehörde*, herausgegeben werden.

Farnborough
→ *Luftfahrtausstellung*.

Faserverbundwerkstoff
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Abgekürzt mit FVW. Er bezeichnet eine bestimmte Art eines dort verwendeten → *Werkstoffs*. Es handelt sich neben der → *Sandwichbauweise* um eine weitere Art eines → *Verbundwerkstoffs*.
Bei Faserverbundwerkstoffen besteht der Werkstoff aus Kunststoff als sog. Bettungsmaterial, in das Fasern aus einem anderen Material eingefügt bzw. eingebettet sind. Die Fasern übernehmen den Kraftfluss, während der Kunststoff formgebend für das Bauteil ist. Dies ist der Grund dafür, dass derartige Werkstoffe vorwiegend bei solchen Bauteilen zum Einsatz kommen, die eine kontinuierlich gerichtete Belastung beispielsweise auf Zug aufweisen, oder bei denen gering belastete Bauteile einer speziellen und ansonsten schwer herzustellenden Form folgen müssen, beispielsweise bei Innenverkleidungen.
Die verwendeten Kunststoffe können aus der Klasse der Duroplaste oder Thermoplaste kommen. Häufig verwendete Duroplaste sind:
- Epoxidmatrix (EP)
- Polyestermatrix (UP)
- Phenolmatrix
- Cyanat Ester

Häufig verwendete Thermoplaste sind:
- Polyamid (PA)
- Polyimid (PEI)
- Polyetheretherketon (PEEK)
- Polyphenylensulfid (PPS)

Ferner kann nach der Art der verwendeten Faser unterschieden werden, die jeweils als Wirr-, Kurz- oder Endlosfaser in den Kunststoff als Träger eingebettet sein kann:
- Glas (GFK): Die Glasfaser ist die preisgünstigste Faserart, verfügt aber über eine nur ungenügende mechanische Festigkeit. Daher kommt sie in technisch nicht anspruchsvollen Umgebungen zum Einsatz (Low-Cost- und Low-Demand-Bereich). Über alle Anwendungsbereiche gesehen ist sie die am weitesten verbreitete Faserart.
- Aramid (AFK): Die Aramidfaser ist von der Steifigkeit mit der Glasfaser vergleichbar, verfügt aber über eine hohe Zugfestigkeit und Schlagzähigkeit. Sie kann auch Feuchtigkeit aufnehmen und ist sehr leicht. Aramid wird häufig auch Kevlar oder Twaron genannt. Zu beachten ist jedoch, dass Kevlar ein Handelsname des Unternehmens DuPont und Twaron des Unternehmens Akzo für sein Aramidprodukt ist.
- Kohlenstoff (CFK, KFK): Die Kohlenstofffaser ist die teuerste, aber auch die leichteste Faser. Bauteile aus diesem Material können in Faserrichtung sehr hoch belastet werden, während bei Belastungen quer zur Faserrichtung hohe Bruchgefahr besteht. Die Vorteile sind eine hohe Zug-, Druck- und Biegefestigkeit. Nachteilig ist die geringe Schlagzähigkeit und Bruchdehnung und die schwierige Verarbeitung bei Reparaturen. Beschädigte Teile aus CFK müssen üblicherweise komplett ersetzt werden.

Im Flugzeugbau ist CFK die am weitesten verbreitete Faserverbundwerkstoffart und wird beispielsweise für Flügel von Segelflugzeugen verwendet.
- Hybridgewebe (Aramid-Kohlenstofffasern): Wegen der Empfindlichkeit gegen hohe Schlagbelastungen sollte CFK nicht in Umgebungen eingesetzt werden, in denen solche oft vorkommen. Stattdessen empfiehlt sich die Verwendung eines Materials, das zusätzlich auch Aramidfasern enthält. Ein solches Gewebe wird als Hybridgewebe bezeichnet.

Neben diesen das Material bestimmenden Klassifizierungsmöglichkeiten kann ferner noch der Zustand des Originalmaterials zu Beginn der Verarbeitung differenziert werden (Roving, Wirrfasermatten, gewebte sowie unidirektionale und vernähte Matten in trockener Form oder als Prepeg). Auch die Herstellungsart des Materials (Wickeln, RTM-Technologie, Autoklaventechnologie oder Extrudieren) ist ein Unterscheidungsmerkmal.
Die Eigenschaften von Faserverbundwerkstoffen sind richtungsabhängig (Anisotropie). Hohe Festigkeiten und Steifigkeiten sind beispielsweise nur in Faserlängsrichtung des Verbundes zu erzielen. Für mechanisch stark beanspruchte Bauteile wird daher die Faserorientierung im Bauteil ausgehend vom Kraftfluss optimiert.
Der Vorteil von Verbundwerkstoffen im Vergleich zu klassischen Werkstoffen aus dem → *Leichtbau* sind:
- Erhöhung der Festigkeit
- Erhöhung der Steifigkeit
- Starke Dämpfung mechanischer Schwingungen
- Reduzierung des Bauteilvolumens
- Reduzierung der Bauteilmasse

Die thermische Dehnung von Verbundwerkstoffen ist durch die Faseranordnung im Bauteil bis hin zur Nulldehnung beeinflussbar. Das Bruchverhalten von Faserverbundwerkstoffen ist dadurch gekennzeichnet, dass es kein schlagartiges Versagen gibt, sondern ein über einen längeren Zeitraum beobachtbares Versagen über einen Matrixbruch (Bruch des Bettungsmaterials bei Zug), eine Grenzflächenablösung, ein Grenzflächengleiten, einen Faserbruch (Bruch von Fasern bei Zug) oder einen Pull-out-Effekt (Bruch von Matrix und Faser, bei der die Faser an anderer Stelle als die Matrix bricht und aus dieser herausgezogen wird).
Faserverbundwerkstoffe wurden zunächst in der Luft- und Raumfahrt sowie entsprechenden Randbereichen (Verteidigungstechnik) eingesetzt. Mittlerweile sind die Kosten zur Herstellung und Verarbeitung jedoch soweit gesunken, dass sie auch z. B. im Fahrzeugbau und im Maschinenbau, in der Medizintechnik sowie im Sportartikel- und Freizeitbereich (Golf- und Tennisschläger, Angelruten, Bootsrümpfe) eingesetzt werden.

Fassrolle
Bezeichnung für ein Manöver aus dem Bereich des → *Kunstflugs*, das einer → *Rolle* mit Höhengewinn bei der ersten halben Rolle und Höhenverlust bei der zweiten halben Rolle entspricht. Die entstehende Figur ähnelt einer Spirale.
Der Name rührt genau daher, dass es so aussieht, als ob die Rolle an der Innenwand eines Fasses ausgeführt wurde.

FBW
Abk. für → *Fly-By-Wire*.

FCC
Abk. für Flight Control Computer.
Bei modernen → *Flugreglern* (→ *EFCS*) übernimmt der FCC zusammen mit dem übergeordneten Flight Guidance System (→ *FGS*) die Funktionen eines → *Stabilisations-,* → *Lage-* und → *Bahnreglers* mit → *Vorsteuerung*. Das FCC selber entspricht dabei in etwa einem klassischen → *Autopiloten* mit → *Vortriebsregler*. Ähnlich wie dieser verfügt er dazu über unterschiedliche Betriebsarten (z. B. Altitude Acquire, Altitude Hold für die vertikale Flugbahnführung; Heading Select, Heading Hold, VOR für die horizontale Flugbahnführung; unterschiedliche Approach Modes für die Landung). Die Eingaben für den FCC können vom übergeordneten FGS oder vom Piloten kommen. Beim Flug mit → *Flight Director* zeigt das FGS seine Signale als Vorgaben dem Piloten an, der diese Vorgaben dann mit Hilfe des FCC ausführt.

FCS
Abk. für Flight Control Systems.
→ *Flugregler*.

FCU
Abk. für Flight Control Unit.
Ein Eingabegerät zur Programmierung des → *Autopiloten* durch den Piloten.

FdF
Abk. für Fachverband der Flugsicherung.
Bezeichnung für den 1961 noch unter dem Namen Fachverband der deutschen Flugfernmelder (FDFF) gegründeten Interessenverband der Mitarbeiter von Einrichtungen der → *Flugsicherung* in Deutschland. In den frühen 70er Jahren wurde der Name in Fachverband der Flugdatenbearbeiter geändert. Die heutige Bezeichnung gibt es seit 1994.
Der FdF ist eine Art Gewerkschaft der Mitarbeiter der Flugsicherung in Deutschland. Sitz des FdF ist Darmstadt.
→ *http://www.fdf-online.de/*

FdFF
Abk. für Fachverband der deutschen Flugfernmelder.
→ *FdF*.

FDR
Abk. für Flight Data Recorder.
→ *Flugdatenschreiber*.

FE
Abk. für Flight Engineer.
→ *Flugingenieur.*

Federwolke
→ *Zirruswolke*.

Fehlanflug
Engl.: Missed Approach, abgekürzt MA. Bezeichnung für einen → *Landeanflug* der abgebrochen werden muss, weil eine → *Landung* nicht sicher durchgeführt werden kann. Dies kann z. B. der Fall sein, wenn kurz vor der Landung die → *Flughöhe* und/oder die → *Fluggeschwindigkeit* zu hoch ist, oder wenn der → *Pilot* bei Erreichen der → *Entscheidungshöhe* keine ausreichende Sicht auf die Landebahn hat.
Für → *Instrumenten-* und → *Präzisionsanflüge* sind an den entsprechenden → *Flugplätzen* besondere → *Fehlanflugverfahren* definiert.

Fehlanflugverfahren
Engl.: Missed Approach Procedure. Bezeichnung für ein Verfahren das eingeleitet wird, wenn ein → *Landeanflug* nicht mit einer → *Landung* abgeschlossen werden kann, z. B. weil die

→ *Landebahn* bei Erreichen der → *Entscheidungshöhe* noch nicht sichtbar ist.
Fehlanflugverfahren sind für alle → *Instrumenten-* und → *Präzisionsanflüge* definiert, die an einem → *Flugplatz* mit Hilfe von → *STAR* durchgeführt werden. Sie sind in den → *Luftfahrtkarten* beschrieben als Streckenabschnitte mit festgelegtem → *Steuerkurs* und festgelegter → *Flughöhe*, die das Flugzeug bei einem Abbruch des Landeanflugs einzuhalten hat. Alternativ kann die → *Anflugkontrolle* das Fehlanflugverfahren festlegen und dem → *Piloten* per Sprechfunk mitteilen.

Fehlertoleranzprinzip
Oberbegriff für solche Prinzipien bei der Entwicklung von Flugzeugen (oder allgemein im Maschinen- und Anlagenbau sowie im Bauingenieurwesen) mit denen sichergestellt werden soll, dass ein Versagen wichtiger Bauteile nicht vorkommt, oder rechtzeitig im Rahmen der → *Wartung* erkannt wird, oder durch ein anderes Bauteil kompensiert wird.
Zu den Fehlertoleranzprinzipien zählen das → *Safe Life* Prinzip, das → *Fail Safe* Prinzip und das → *Damage Tolerance* Prinzip.

Fernsicht
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet eine Sichtweite von mindestens 50 km. Dabei bedeutet meteorologische Sichtweite, dass man die in 50 km entfernten Einzelheiten ohne Verschleierung in voller Deutlichkeit und zudem scharf konturiert erkennen kann.
Fernsicht tritt nur bei äußerst reiner (d. h. geringe Anzahl an Aerosolen und niedrige relative → *Luftfeuchtigkeit*) Luft auf, also vor allem im Hochgebirge, auf See oder im Flachland bei Zufuhr einer polaren Luftmasse.

Ferry Flight
→ *Überführungsflug*.

Fesselballon
→ *Ballon*.

Festdrehzahlpropeller
→ *Constant-Speed-Propeller*.

FEW
→ *Bedeckungsgrad*.

FGC
Abk. für Flight Guidance Computer.
Kern des Flight Guidance Systems (→ *FGS*) in modernen → *Flugreglern*.

FGS
Abk. für Flight Guidance System; auch Digital Flight Guidance System (DFGS) oder Automatic Flight Guidance System (AFGS).
Bei modernen → *Flugreglern* steuert das FGS den untergeordneten Flight Control Comuter (→ *FCC*) an; zusammen erfüllen sie die Funktion eines → *Lage-* und → *Bahnreglers* mit → *Vorsteuerung*.
FGS bestehen typischerweise aus zwei Elementen: Der sogenannten Mode Logic und einem Satz von Regelgesetzen (Flight Control Laws).
Die Mode Logic wählt anhand von Eingaben des Piloten, des Flugmanagement-Systems (→ *FMS*) oder des momentanen Flugzustands die aktiven Betriebsarten (Active Modes) aus, z. B. → *Steigflug* oder → *Landeanflug*. Die gewählte Betriebsart bestimmt dann, welcher Satz von Regelgesetzen vom FGS verwendet wird um die Eingaben des FMS oder des Piloten in Kommandos für den FCC umzurechnen.
Das FGS kann auch als → *Flight Director* fungieren. Dabei gibt das FGS seine Kommandos nicht direkt elektrisch an den FCC weiter, sondern zeigt sie dem Piloten als Soll-Vorgaben optisch an. Der Pilot führt diese Vorgaben dann selber aus indem er über seine primären Bedieninstrumente (z. B. den → *Side Stick*) Eingaben macht, die vom FCC interpretiert und in Stellkommandos für → *Ruder* und → *Triebwerksschub* übersetzt werden.

FHA
Abk. für Functional Hazard Analysis.
→ *Musterzulassung*.

Fhr
Abk. für Flight Hour (Flugstunde).
Beim Verkauf von gebrauchten Fluggeräten ist die Angabe der Flugstunden neben der Angabe der Anzahl Landungen und etwaiger Schäden eines der wichtigsten Indizien zur Beurteilung des Fluggerätes.

FIC
Abk. für Flight Information Center.
→ *Fluginformationszentrum*.

Final Gauntlet Testing
→ *Gauntlet-Testing*.

Finger
Auch Flugsteigfinger genannt; engl.: Pier. Bezeichnung für einen lang gezogenen Steg, der vom Zentralbereich eines → *Terminals* auf das → *Vorfeld* hinausragt und mit zahlreichen → *Flugsteigen* versehen ist. Die meisten Funktionen des Terminals sind dabei im kompakten Zentralbereich angesiedelt, während die Finger neben den Wartebereichen und Flugsteigen nur über ein Minimum an Einrichtungen verfügen.
Finger können einzeln, parallel (z. B. London-Heathrow) oder sternförmig (z. B. Amsterdam-Schiphol, AMS) an das Zentralgebäude angebracht werden. Zur besseren Ausnutzung des vorhanden Platzes können Finger auf dem Vorfeld Y-förmig gegabelt oder T-förmig ausgeführt werden. Zusätzlich können sie an ihrer Spitze verbreitert oder durch einen Stern vergrößert werden, um so zusätzliche Flugsteige zu schaffen (z. B. Flughafen Frankfurt/Terminal 1).
Das Finger-Konzept führt zu kompakten Terminals, bei denen alle Einrichtungen unter einem Dach vereint sind. Sie bieten z. B. bei → *linearen Terminals* eine einfache Möglichkeit, die Anzahl der Flugsteige zu erhöhen ohne dabei den Zentralbereich des Terminals zu vergrößern. Gleichzeitig führen sie für umsteigende Passagiere zu relativ einfachen Verkehrsströmen. Finger-Konzepte findet man daher bei vielen Europäischen Großflughäfen, die räumlich begrenzt sind und hohe Anteile an internationalen und nationalen Umsteigern verkraften müssen.
Von Nachteil ist beim Finger-Konzept, dass es den vorhanden Platz auf dem Vorfeld stark verkleinert, wenig Platz für die → *Flugzeugabfertigung* bietet, und meist zu Nose-in → *Parkpositionen* führt, die das Flugzeug nicht aus eigener Kraft verlassen kann. Werden zu viele Finger an einem Terminal installiert kann es zu Engpässen im Zentralgebäude und bei den Vorfahrten kommen. Bei langen Fingern nimmt der Fußweg für die Passagiere entsprechend zu, so dass der Einsatz von Transportbändern erforderlich wird.

Insbesondere bei amerikanischen → *Flughäfen* werden die einzelnen Finger oder Piers eines Terminals oft als → *Concourse* bezeichnet. Alternativen zum Finger-Konzept sind das → *linear-Terminal*, → *Satelliten*, oder das → *offene Konzept*.

FIR
Abk. für Flight Information Region.
→ *Fluginformationsgebiet*.

First Officer
→ *Pilot*.

FIS
Abk. für Flight Information Service.
→ *Fluginformationsdienst*.

FL
Abk. für Flight Level.
→ *Flugfläche*.

Flächenbelastung
Engl.: Wing Loading. In der → *Flugmechanik* beschreibt die Flächenbelastung das Verhältnis der → *Gewichtskraft* eines Flugzeugs zu seiner → *Flügelfläche*.
Vereinfacht gesagt ist das Flächenbelastung ein Maß dafür, wie viel → *Auftrieb* der → *Tragflügel* pro Flächeneinheit liefern muss, um das Flugzeug in die Luft zu heben.

Flächendichte
Ein Begriff aus dem Bereich der → *Hubschrauber*. Er bezeichnet das Verhältnis der Rotorblattfläche (→ *Rotorblatt*) zur Rotorkreisfläche (→ *Rotor*).

Flächenregel
Engl.: Area Rule. Auch (transsonische) Querschnittsflächenregel genannt. Bezeichnung für ein grundlegendes Konzept der → *Aerodynamik* von Flugzeugen, das sich in einem Konstruktionsprinzip für den → *Rumpf* von Flugzeugen niederschlägt, das der Verringerung des → *Widerstandes* im → *Transsonischen Flug* dient. Diese Regel wird heute bei allen schnell fliegenden Flugzeugen in Verbindung mit anderen Konstruktionsprinzipien (wie etwa dem → *Tragflügel* mit → *Pfeilung*) angewendet. Ziel ist es, den steilen Anstieg des → *Widerstands* bei der Annäherung an die → *Schallgeschwindigkeit* zu höheren Geschwindigkeiten zu verschieben. Damit ist es dann möglich, auch höhere → *Fluggeschwindigkeiten* noch mit wirtschaftlichem Treibstoffverbrauch zu erreichen.
Die Flächenregel besagt, dass die Fläche des Querschnitts des gesamten Flugzeugs entlang der → *Längsachse* zur Verringerung des Widerstands annähernd konstant bleiben bzw. an der Spitze und am Ende des → *Rumpfs* stetig an- und absteigend verlaufen sollte. Dabei wird die gesamte Geometrie mit einbezogen, d. h. der Rumpf, die Tragflügel, die → *Triebwerke* und ggfs. die → *Pylone*.
Praktisch bedeutet dies, dass der Rumpf an jenen Stellen eingeschnürt bzw. zur Wespentaille wird, an denen der Tragflügel oder das → *Leitwerk* auf den Rumpf treffen. Ferner führt die Flächenregel dazu, dass die Triebwerke an einer Aufhängung nach vorne ragend vor den Flügeln montiert sind, so dass sich ihr Querschnitt an anderer Stelle als am Flügelansatz zum Gesamtquerschnitt addiert. Auch die Verwendung von zusätzlichen Verdickungen oder sogenannten → *Verdrängungskörpern* ist möglich.
Durch diese Maßnahmen wird die Verteilung der Querschnitte entlang des Rumpfes für die Rumpf/Tragflügel bzw. Rumpf/Leitwerk Anordnung jener des Rumpfes allein nachempfunden, und der Widerstand im transsonischen Bereich verringert sich, da sich die Expansions- und Kompressionswellen von Rumpf und Flügel gegenseitig weitestgehend auslöschen.
Wird die Flächenregel nicht beachtet, dann wirken die Tragflächen eines Flugzeuges beim Überschallflug wie eine Querschnittsvergrößerung des Rumpfes. Die Folge ist die Bildung einer zusätzlichen → *Stoßwelle*, die den Widerstand des Flugzeugs drastisch erhöht und unter Umständen das Erreichen der Überschallgeschwindigkeit verhindert.
Bei Flugzeugen mit langgestreckten Rümpfen wie der Concorde (Erstflug 2. März 1969) ist die Einschnürung des Rumpfes kaum zu sehen, bei Überschallflugzeugen mit kurzem Rumpf ist sie hingegen meist deutlich zu erkennen.
Nahezu alle Flugzeuge mit Überschallgeschwindigkeit sind gemäß der Flächenregel gebaut. Das erste Flugzeug war die Junkers Ju 287 (Erstflug 16. Oktober 1944); ein bekanntes Beispiel ist der schwere Langstreckenbomber Convair B-58 „Hustler“ (Erstflug 11. November 1956), bei dem die Einschnürung des Rumpfes deutlich zu sehen ist. Ein anderes, bekanntes Flugzeug gemäß der Flächenregel ist die F-106 Delta Dart (Erstflug 26. Dezember 1956).

Entwicklung
Die Flächenregel wurde zwischen 1943 und 1945 vom österreichischen Ingenieur und Strömungstechniker Otto Frenzl, einem Mitarbeiter der Junkers-Werke in Dessau, entdeckt. Zusammen mit Heinrich Hertel und Werner Hempel erhielt er am 21. März 1944 ein Patent, in welchem die Grundlagen der Flächenregel beschrieben sind (Patentschrift Nr. 932 410, „Widerstandsarme Gestaltung von Hochgeschwindigkeitsflugzeugen, auch von solchen mit außerhalb des Flugzeugumrisses liegenden Verdrängungskörpern“).
Fälschlicherweise wird die Flächenregel häufig Richard Travis Whitcomb von der NACA (National Advisory Committee for Aeronautics) zugeschrieben, der sie (vermutlich unabhängig von Frenzl) 1952 nochmals entdeckte. Seine Erkenntnisse wurden zunächst geheim gehalten und nur den US-Flugzeugherstellern zur Verfügung gestellt. 1955 veröffentlichte Whitcomb seine Erkenntnisse jedoch in der „Aviation Week“ unter dem Titel „NACA Details Area Rule Breakthrough“.

Flachtrudeln
→ *Trudeln*.

Flag Carrier
Bezeichnet das Phänomen, dass fast alle Länder der Erde (eine Ausnahme sind die USA) eine herausragende → *Luftverkehrsgesellschaft* haben, die an Größe und Bedeutung die anderen Luftverkehrsgesellschaften des Landes deutlich übertrifft. Diese Unternehmen sind noch, oder waren lange Zeit, in staatlicher Hand. Das Flag Carrier Phänomen hat mehrere Ursachen:

- Zu Beginn der Luftfahrt wurden zahlreiche Luftverkehrsgesellschaften – oft als Ableger von Flugzeugherstellern – gegründet, die nur ein sehr kleines, überwiegend nationales → *Streckennetz* bedienten. Diese Gesellschaften konsolidierten sich aus wirtschaftlichen Zwängen rasch zu einer einzigen nationalen Gesellschaft, die den Inlandsverkehr und, sternförmig von dem jeweiligen Land ausgehend, internationale Flugstrecken bediente.

- Diese Konsolidierung wurde oftmals von der Regierung gefördert, die eine starke nationale Luftverkehrsgesellschaft wünschte. Diese Gesellschaft sollte einerseits als Prestige-Symbol die Leistungskraft und Modernität des Landes repräsentieren, andererseits die politischen und wirtschaftlichen Interessen des Landes vertreten.
- Internationale Flugstrecken unterliegen in der Regel auch heute noch hoheitlichen Abkommen. Daher muss stets gewährleistet sein, dass die Luftverkehrsgesellschaft, der die entsprechende Genehmigung zum Betrieb einer Strecke erteilt worden ist, auch die Nationalität des Staates hat, der Bestandteil des hoheitlichen Abkommens ist. Dies wird erreicht indem die entsprechende Luftverkehrsgesellschaft verstaatlicht wird, oder indem der Besitz der Anteile (z. B. Aktien bei Aktiengesellschaften wie der Lufthansa) permanent überwacht und dabei sichergestellt wird, dass eine bestimmte Grenze an ausländischen Anteilen nicht überschritten wird. Oftmals haben Staaten ein entsprechendes Gesetz, das es ausländischen Unternehmen untersagt, die Mehrheit an einer Luftverkehrsgesellschaft des Landes zu halten.

Die Existenz von Flag-Carriern hat insbesondere in Europa dazu geführt, dass ein Überangebot an Luftverkehrsgesellschaften auf dem Markt agiert. Tatsächlich wurden mehrere europäische Flag Carrier durch verschiedene Staatshilfen aus Prestigegründen künstlich unterstützt. Ein Beispiel hierfür ist das Engagement der Schweiz nach dem Kollaps der überdimensionierten Swissair. Dennoch sind einige Trends in Europa zu beobachten, die langfristig zu der benötigten Konsolidierung unter den Flag-Carriern führen könnten:

- Die Unterstützung von Unternehmen durch Subventionen ist innerhalb der Europäischen Union streng geregelt. In vielen Fällen werden Flag Carrier vor der Wahl stehen, sich einer finanziell stärkeren Gesellschaft anzuschließen, oder den Flugbetrieb langfristig zu verringern oder einzustellen.
- Lösungen für das Problem hoheitlicher Abkommen werden entwickelt. So können z. B. verschachtelte Unternehmensstrukturen, oder Abkommen, die für ganz Europa gelten, Fusionen über Landesgrenzen hinweg ermöglichen, ohne bestehende Abkommen dabei zu verletzen. Ein Beispiel hierfür ist der Zusammenschluss der Air France mit der KLM.
- → *Luftfahrtallianzen* sind ein Mittel, auch ohne Fusionen die Zahl der faktisch auf einer Flugstrecke konkurrierenden Gesellschaften zu reduzieren.

Flaperon

Bezeichnung für ein besonderes → *Ruder*, bei der die linke und rechte → *Hinterkantenklappe* gleichzeitig als → *Höhenruder* (gleichsinniger Ausschlag) und → *Querruder* (gegensinniger Ausschlag) fungieren. Voraussetzung dafür ist, dass die Hinterkantenklappe sowohl nach oben als auch nach unten ausgeschlagen werden kann. Der Name Flaperon ist eine Verschmelzung der englischen Begriffe für Hinterkantenklappe und Querruder, Flap und Aileron.

Flare

→ *Ausschweben*.

Flattern

Bezeichnung für die Vibration des Flugzeugs, die kurz vor einem → *Strömungsabriss* auftritt.

Bei Annäherung an den → *kritischen Anstellwinkel* kommt es in Teilbereichen des → *Tragflügels* zu einer → *abgelösten Strömung* mit Bildung von → *Wirbeln* hinter dem Tragflügel. Diese Strömung trifft auf das → *Leitwerk* und verursacht dort jene Schwingungen in der → *Höhenflosse* und im → *Höhenruder*, die für das Flattern verantwortlich sind. Das Flattern dient dem Piloten als natürliche Warnung vor einem drohenden Strömungsabriss.

Fliegendes Personal

→ *Luftfahrtpersonal*.

Fliegeralphabet

Zur besseren Verständigung auch bei schlechten Funkverbindungen benutzen → *Piloten* ein sogenanntes phonetisches Alphabet:

Buchstabe	Codierung
A	Alpha
B	Bravo
C	Charlie
D	Delta
E	Echo
F	Foxtrott
G	Golf
H	Hotel
I	India
J	Juliet
K	Kilo
L	Lima
M	Mike
N	November
O	Oscar
P	Papa
Q	Quebec
R	Romeo
S	Sierra
T	Tango
U	Uniform
V	Victor
W	Whiskey
X	X-Ray
Y	Yankee
Z	Zulu
1	Wun
2	Two
3	Three
4	Fower
5	Five
6	Six
7	Seven
8	Eight
9	Niner
0	Zero

Fliegeranzug
Der Fliegeranzug ist eine der wichtigsten Gegenstände für den Flug mit schnellen, wendigen Militärflugzeugen, bei denen hohe Fliehkräfte auftreten.
Über einen Schlauch, der mit dem Flugzeug verbunden ist, wird Druckluft in die Hose des Fliegeranzugs gepresst, um das Absacken des Blutes bei positiven Beschleunigungen (+g) in die Beine zu verhindern. Am Anzug sind Gurte für die Körperrückholung angebracht, um Arme und Beine bei einem Sitzausschuss an den Körper heran zu ziehen. In diversen Taschen sind alle notwendigen Utensilien für die erste Zeit nach einem Ausschuss untergebracht. Dazu gehören z. B. Trinkwasser, Nahrung, Taschenmesser, Taschenlampe, Streichhölzer, Trillerpfeife, Notpeilsender, Kompass und vieles mehr. Meist ist im Kragen die Schwimmweste mit eingearbeitet. Das selbstständig aufblasende Schlauchboot befindet sich im → *Schleudersitz* eingebaut.
Der Helm dient hauptsächlich dem Kopfschutz beim Ausschuss. Damit der Helm richtig passt, wird er für jeden einzelnen Piloten extra angefertigt. Im Helm sind Kopfhörer und Sichtschutz (dunkles Visier) untergebracht. Über eine spezielle Maske bekommt der Pilot Sauerstoff. Über ein eingebautes Mikrophon ist für die Verständigung (Funk, Besatzung untereinander) gesorgt.

Fliegerarzt
Allgemeine Bezeichnung für einen Facharzt für Flugmedizin, international auch (Authorized) Aeromedical Examiner (AME) genannt.
Der Fliegerarzt ist ein fachlich entsprechend ausgebildeter Mediziner, der entsprechend der gesetzlichen Vorschriften Untersuchungen zur Flugtauglichkeit (→ *Flugtauglichkeitsklasse*) und entsprechende Einstufungen vornehmen darf. Ein Fliegerarzt muss dabei für die entsprechende Klasse, für die er das Lufttauglichkeitszeugnis erteilen möchte, ausgebildet sein. Fliegerärzte müssen 60 Stunden Ausbildung für Klasse 2 bzw. 120 Stunden Ausbildung für Klasse 1 sowie eine entsprechende Abschlussprüfung absolvieren, um für drei Jahre zum Fliegerarzt bestallt zu werden. Um diesen Status zu erhalten müssen sie nach diesen drei Jahren 20Stunden Fortbildung nachweisen.
Die Fliegerärzte in Deutschland sind im → *DFV* organisiert.
Eine Liste der zugelassenen Fliegerärzte in Deutschland hält das Luftfahrtbundesamt bereit (→ *LBA*).

Fliegerass
Bezeichnung für einen Militärpiloten, der mindestens fünf feindliche Militärflugzeuge abgeschossen hat.
Bekannte deutsche Fliegerasse im 1. Weltkrieg waren Leutnant Georg von Hantelmann („Adler von Lille“), Manfred Freiherr von Richthofen („Der rote Baron“), Oswald Boelcke oder Max Immelmann, im 2. Weltkrieg sind Adolf Galland, Werner Mölders oder Kurt Brändle zu nennen.

Fliegerhorst
International auch Air Base – für größere, befestigte Anlagen – oder Air Field – für eher kleinere unbefestigte Anlagen – genannt. Ein Begriff aus der Militärluftfahrt. Bezeichnung für einen militärischen → *Flugplatz*, der mit allen für die militärische Fliegerei besonderen Bauwerken (→ *Splitterschutzbox*, Bunker) und Zusatzausstattungen (Munitionslager, Treibstoffversorgung) ausgerüstet ist.

Flight Advisory Area
Bezeichnung für ein → *Fluginformationsgebiet* (FIR) in den USA.

Flight Code
→ *Flugnummer*.

Flight Control Computer
→ *FCC*.

Flight Control Unit
→ *Autopilot*.

Flight Deck
International gängiger Ausdruck für das → *Cockpit* und das dort tätige → *Luftfahrtpersonal*. Heute sind dies in Verkehrsflugzeugen üblicherweise zwei Personen, der → *Pilot* und der → *Erste Offizier*, der umgangssprachlich auch als Co-Pilot bezeichnet wird (Zweimanncockpit). Früher waren auch ein → *Flugingenieur* (Dreimanncockpit) und auch nach dem 2. Weltkrieg auf interkontinentalen Langstreckenflügen zusätzlich noch ein Funker und ein Navigator Teil des Flight Deck. Noch viel früher gehörten ein Lademeister und ein Mechaniker zur Stammbesatzung.
Anhand der Boeing B747 (Erstflug 9. Februar 1969) kann man die Entwicklung seit den 70er Jahren ablesen. Sie ging in der Version B747-100 zunächst auch noch mit einem Viermanncockpit (Pilot, Co-Pilot, Flugingenieur, Navigator) an den Start. Die Version B747-200 (1971) hatte ein Dreimanncockpit (Pilot, Co-Pilot, Flugingenieur) und seit der Version B747-400 (1988) ist das Zweimanncockpit implementiert.

Flight Director
Eine besondere Form der → *manuellen Steuerung*, bei der der Pilot den Anweisungen eines → *Flugreglers* folgt um eine gewünschte Flugbahn nachzufliegen.
Das Flight Director Prinzip wurde bereits in den 50er Jahren entwickelt und besonders zur Unterstützung des Piloten auf einen Leitstrahl eingesetzt. Der Ablauf erfolgt dabei in drei Schritten:
- Der Flugregler berechnet die zum Erfliegen der gewünschten Flugbahn erforderlichen → *Zustandsgrößen*, meist als → *Roll-*, → *Nick-* und → *Gierwinkel*.
- Die Sollwerte werden dem Piloten als optische Markierungen in seine Sichtlinie (Head-up Display, → *HUD*) und/oder durch den → *ADI* angezeigt.
- Der Pilot betätigt seine primären Steuerelemente (→ *Steuerknüppel*, → *Pedale*, → *Schubhebel*) derart, dass das Flugzeug den Vorgaben des Flugreglers folgt. Dabei wird der Pilot meist von einem untergeordneten → *Stabilisationsregler* oder Flight Control Computer (→ *FCC*) unterstützt.

Bei modernen Flugreglern ist der Flight Director Teil des Flight Guidance Systems (→ *FGS*).

Flight Level
→ *Flugfläche*.

Flight Management Computer
→ *FMC*.

Flight Management System
→ *FMS*.

Flight Operations Officer
→ *Flugdienstberater*.

Flight Standardization Board
→ *Musterzulassung*.

Flosse
Im Gegensatz zum beweglichen → *Ruder* wird mit der Flosse der feststehende Teil eines → *Leitwerks* bezeichnet. Das Ruder ist dabei meist an der Flosse befestigt. Die Flosse dient der → *Stabilität*, das Ruder der → *Steuerbarkeit* des Flugzeugs. Sowohl Flosse als auch Ruder können zur → *Trimmung* eingesetzt werden.

Flossentrimmung
Ein Verfahren, das besonders zur → *Trimmung* um die → *Querachse* angewendet wird. Dabei wird die Trimmwirkung durch Verstellung der gesamten → *Höhenflosse*, nicht nur des → *Höhenruders*, erreicht.

Flügel
→ *Tragflügel*.

Flügelendtank
→ *Tiptank*.

Flügelfläche
Engl.: Wing Area. Bezeichnung für die Fläche, die der → *Tragflügel* bei Projektion in die aus → *Querachse* und → *Längsachse* gebildete Ebene einnimmt.
Liegt der → *Rumpf* zwischen den beiden Hälften des Tragflügels, so werden zur Berechnung entweder die Flügelkanten bis zur Längsachse des Flugzeugs verlängert, oder durch Parallelen zur Querachse verbunden.

Flügelkasten
Auch Flügelmittelkasten oder international Wing Center Box genannt. Bezeichnung für den Teil eines Flugzeugs, in dem die Flügelanschlüsse, an den die → *Holme* der → *Tragflügel* anschließen, mit dem → *Rumpf* verbunden werden. Der Flügelkasten verläuft üblicherweise quer durch den Rumpf an seiner Unterseite (bei einem → *Tiefdecker*) oder an seiner Oberseite (bei einem → *Hochdecker*) und ist konstruktiv derart ausgelegt, dass er die vom Tragflügel kommenden → *Kräfte* an den Rumpf weitergibt.
Bei einem Tiefdecker nimmt der Flügelkasten oft auch das → *Fahrwerk* in einem Fahrwerkkasten mit auf. Seine Verkleidung ist die → *Belly Fairing*. Ferner muss der Flügelkasten so ausgelegt sein, dass die für den Tragflügel notwendigen Versorgungsleitungen (z. B. für die Hydraulik und den → *Kraftstoff* sowie Leitungen zur Stromversorgung und Steuerleitungen) durch ihn hindurchgeführt werden können.

Flügelpolare
→ *Widerstandspolare.*

Flügelpylon
→ *Pylon*.

Flügelspitzenwirbel
→ *Randwirbel*.

Flügelstation
→ *Pylon*.

Flügelstreckung
→ *Streckung*.

Flügeltiefe
→ *Profiltiefe.*

Flügelvorderkantenklappen
Allgemeine Bezeichnung für → *Klappen*, die sich an der Vorderkante des → *Tragflügels* befinden. Zu ihnen gehören z. B. der → *Vorflügel* (auch → *Vorflügelklappe*, engl.: Slat) und die → *Nasenklappe* (auch Krügerklappe genannt, engl.: Krüger Flap).

Flugabschnitt
Bezeichnung für die Phasen eines Fluges, die das → *Flugprofil* ergeben. Ein regulär durchgeführter Flug besteht aus den Abschnitten → *Start*, → *Steigflug*, → *Reiseflug*, → *Sinkflug* und → *Landeanflug* mit → *Landung*.

Flugalarmdienst
→ *Alarmdienst*.

Flugangst
Ein Begriff aus der → *Flugmedizin*. Auch Aviophobie genannt. Unter Flugangst versteht man die Abneigung von Personen, das Flugzeug aus Sorge vor Schaden an Leib und Leben als Transportmittel zu benutzen. Die Gründe dafür sind von Person zu Person unterschiedlich und sehr vielfältig. Schätzungen gehen davon aus, dass ca. ein Sechstel bis ein Drittel der Bevölkerung in Deutschland unter einer leichteren oder schwereren Form der Flugangst leidet.
Gängige Symptome der Flugangst sind unter anderem Übelkeit, feuchte Hände, Schweißausbrüche, Verkrampfungen, in schwereren Fällen auch Herzrasen und Panik. Flugangst kann in bestimmten Situationen (z. B. Unwetter, Flug in einer → *Warteschleife*, → *Start* und → *Landung*), während des gesamten Fluges, am → *Flugplatz* oder sogar schon beim/nach dem Kauf des → *Tickets* auftreten.
Zu den Hauptursachen der Flugangst zählen ein Mangel an Informationen bezüglich der Vorgänge beim Fliegen sowie der Verlust an Kontrolle über das Geschehen, verbunden mit Hilflosigkeit und dem Zwang, sich vollkommen auf andere verlassen zu müssen.
→ *Luftverkehrsgesellschaften* wie die Lufthansa bieten direkt oder in Kooperation mit Dienstleistern spezielle Seminare gegen Flugangst an. Diese Seminare können Informationsveranstaltungen über die Luftfahrt (Aufklärung über Bau und Wartung von Luftfahrzeugen oder über den Ablauf des Fluges und die zu erwartenden Geräusche und Bewegungen wie z. B. das Absacken in Luftlöchern), aber auch Einzelgespräche, Besichtigungen von Flugzeugen und begleitete Flüge beinhalten.
→ *http://www.flugangstzentrum.de/*

Flugbahnfestes Koordinatensystem
Ein rechtshändiges, orthogonales → *Koordinatensystem*, das seinen Ursprung im → *Schwerpunkt* des Flugzeugs hat. Die x-Achse zeigt in Richtung der → *Bahngeschwindigkeit* des Flugzeugs, die y-Achse zeigt nach Steuerbord.
Seinem Namen entsprechend gewinnt das flugbahnfeste Koordinatensystem (KS) seine Bedeutung durch die einfache Darstellung des Bahngeschwindigkeits-Vektors.
Das flugbahnfeste KS ist gegenüber dem → *geodätischen KS* festgelegt durch die Richtung der Bahngeschwindigkeit gegenüber der flachen Erde. Die Richtung der Bahngeschwindigkeit in der Horizontalebene wird durch den → *Bahnazimut* (engl.: Flight-path Azimuth), die Richtung in der Vertikalebene durch den → *Bahnneigungswinkel* (auch Bahnwinkel, engl.: Angle of Climb) beschrieben.

Gegenüber dem → *körperfesten KS* ist das flugbahnfeste KS um den → *Bahnschiebewinkel*, den → *Bahnanstellwinkel* und den → *Bahnhängewinkel* ausgelenkt.
Sind → *Hängewinkel*, → *Längsneigung*, Bahnhängewinkel und Bahnanstellwinkel klein, und ist der Bahnazimut annähernd gleich dem → *Azimut* so kann diese Transformation wie folgt vereinfacht werden:

- Bahnschiebewinkel = Bahnazimut – Azimut
- Bahnanstellwinkel = Längsneigung – Bahnwinkel
- Bahnhängewinkel = Hängewinkel

Das flugbahnfeste KS und die darin beschriebenen → *Zustandsgrößen* werden meist mit dem Index [k] versehen.

Flugbegleiter

Ein Begriff aus der → *Verkehrsfliegerei* und dort aus dem → *Luftfahrtpersonal*. Auch Kabinenpersonal, Cabin Attendant (CA) oder volkstümlich Steward/Stewardess genannt, obwohl der Begriff seit Ende der 70er Jahre nicht mehr offiziell verwendet wird. Im englischen Sprachraum wird auch von Sky Girl oder Air Hostess gesprochen.
Flugbegleiter ist der Oberbegriff für jene Mitarbeiter an Bord eines Verkehrsflugzeuges, in deren Mittelpunkt der Passagier steht. Alle Flugbegleiter bilden die Cabin Crew (Kabinenbesatzung) und sind Teil der gesamten → *Crew* eines Fluges.
Der Chef der Flugbegleiter ist der Purser (=Zahlmeister, PUR) oder die Purserette, auch Chef oder Maitre de Cabin (CDC, MDC) genannt. Er/Sie ist die Schnittstelle zwischen der Kabinenbesatzung und dem → *Piloten*. Die Bezeichnungen Flight Director oder Cabin Services Director sind seltene und eher ältere Bezeichnungen, die im englischen Sprachraum auf Großraumflugzeugen im Langstreckenbereich mit großen Teams verwendet werden.
Die Aufgaben der Flugbegleiter gliedern sich in folgende Bereiche:

- Bordservice (Bedienen der → *Galley*, Ausgabe von Speisen und Getränken, Abräumen)
- Bordverkauf (zollfreie Waren)
- Vorbereitung des → *IFE*-Programms (Ausgabe von Zeitungen, Zeitschriften und Videokassetten oder von Kopfhörern)
- Allgemeine Hilfestellung für Fluggäste (Platzanweisung, Unterstützung beim Verstauen des Handgepäcks oder der Garderobe)
- Assistenz in Notsituationen (Bedienung von → *Not-rutschen*, → *Schwimmwesten* und → *Sauerstoffmasken*, Bergung von Verletzten, erste Hilfe, Bedienung von Feuerlöschern, Organisation einer geordneten Evakuierung des Flugzeugs)

Voraussetzungen für eine erfolgreiche Bewerbung als Flugbegleiter bei einer → *Luftverkehrsgesellschaft* ist das Beherrschen von Englisch (weitere Fremdsprachen sind ein Vorteil), ein gepflegtes Äußeres, Serviceorientierung (nachgewiesen z. B. durch eine Ausbildung im Hotel- oder Restaurantumfeld), Diplomatie, Umgangsgeschick, Teamfähigkeit, Belastbarkeit und ein der Größe entsprechendes Körpergewicht.
Flugbegleiter werden von Luftverkehrsgesellschaften im Rahmen eines vier- bis neunwöchigen Ausbildungsganges zumeist am Firmensitz auf ihre Tätigkeit vorbereitet. Sie machen mit ca. 20 % einen beträchtlichen Teil der Belegschaft einer Fluglinie aus.

Entwicklung

Die Meinungen wann erstmals Flugbegleiter eingesetzt wurden gehen auseinander und hängen von der genauen Definition ab. Begleitung durch angestelltes Personal hatte es auf verschiedenen einzelnen Demonstrations- oder Jubiläumsflügen immer schon mal gegeben. Auch wurden Getränke oder Speisen durchaus regelmäßig an Bord gereicht, allerdings durch den Funker oder Bordmechaniker.
Überliefert ist, dass ein Flugbegleiter seinen Dienst 1911 auf dem → *Luftschiff* LZ10 „Schwaben“ für die DELAG versah.
1921 gab es eine Flugbegleitung an Bord eines Flugzeugs, als Jeanne Fontaine Passagiere an Bord eines Flugzeugs der Linie Compagnie Aérienne Francaise in Le Bourget zur Beruhigung begleitete, die erstmals überhaupt in ihrem Leben einen Flug wagen wollten.
Auch Imperial Airways aus England setzte in den 20er Jahren „Cabin Boys“ ein.
Mit Blick auf den ersten regelmäßigen Einsatz im Liniendienst von Kabinenpersonal ohne andere Aufgaben an Bord eines Flugzeugs muss der Beginn des Flugbegleitertums auf 1930 datiert werden. Zu dieser Zeit musste ein zufällig mitfliegender Direktor aus dem Hause Boeing an Bord der hauseigenen Fluglinie Boeing Air Transport Sandwiches an zahlende Passagiere reichen, da die flugtechnische Crew zu sehr mit der Flugzeugführung, → *Navigation* und technischen Problemen beschäftigt war. Danach erinnerte er sich an einen Brief, den er von einer Krankenschwester Ellen Church aus dem Französischen Hospital in Chicago erhalten hatte, in der sie vorschlug, dass Frauen regelmäßig an Bord von Verkehrsflugzeugen mitfliegen sollten, da sie zweifelsohne eine beruhigende Wirkung auf ängstliche Passagieren hätten. Gegen den Widerstand der Geschäftsleitung wurde sie zusammen mit sieben weiteren Krankenschwestern für eine Testperiode von drei Monaten geheuert.
Die amerikanische United Air Lines – hervorgegangen aus Boeing Air Transport – setzte daraufhin am 10. Mai 1930 erstmals Stewardessen auf dem Flug von Oakland nach Chicago ein. Sie boten den Passagieren z. B. Ohrenwatte an und trugen eine grüne Uniform. Einstellungsvoraussetzung: Sie mussten gelernte Krankenschwestern, maximal 160 cm groß und maximal 25 Jahre alt sein. Erste Stewardess war jene Ellen Church, die auch den Begriff „Stewardess“ ersann.
Der Einsatz war sehr erfolgreich und schon bald zogen andere Fluglinien nach. Das Kriterium, dass Bewerberinnen eine ausgebildete Krankenschwester zu sein hätten wurde in den frühen 40er Jahren aufgegeben, da zu dieser Zeit die Krankenschwestern im Militärwesen benötigt wurden.

Flugbenzin

→ *Kraftstoff*.

Flugberatungsdienst

Engl.: Aeronautical Information Service (AIS). Ein Dienst der → *Flugsicherung*, der Piloten mit Ratschlägen bei der Flugvorbereitung unterstützt.
Der Flugberatungsdienst sammelt Informationen, die für einen sicheren und flüssigen Flugablauf relevant sind, wertet sie aus und veröffentlich sie z. B. über das → *Luftfahrthandbuch* (AIP), die → *AIC*, die → *NOTAM*s und → *NfL*.
Darüber hinaus nimmt der Flugberatungsdienst → *Flugpläne* entgegen, prüft sie und leitet sie an die relevanten nationalen internationalen Dienststellen weiter. Er unterstützt die Flugvorbereitung, führt die Flugberatung durch und nimmt nach dem Flug die → *Flugberichte* entgegen. Bei Flügen für die vorab ein Flugplan aufgegeben wurde überwacht der Flugberatungsdienst die zeitgemäße → *Landung*, sofern diese auf einem → *Flugplatz*

ohne → *Flugverkehrskontrolle* erfolgt. Schließlich erstellt und veröffentlicht der Flugberatungsdienst die → *Luftfahrtkarten*.

Flugbericht
Bezeichnung für einen Bericht, den ein → *Pilot* nach Beendigung des Fluges beim → *Flugberatungsdienst* einreicht.
Der Flugbericht enthält unter anderem Informationen zu Besatzung, zum Flug (Datum, Flugnummer, Startzeit, Flugzeit), zu den Passagieren, zum Flugzeugtyp und zum verbrauchten → *Kraftstoff*. Außerdem werden im Flugbericht besondere Vorkommnisse und Zwischenfälle festgehalten.

Flugbeschränkungsgebiet
Engl.: Restricted Area. Besonderer Teil des → *Luftraums*, für den ein (temporäres) Durchflugverbot herrscht. In Sonderfällen kann die → *Flugsicherung* eine Genehmigung zum Durchflug erteilen.
Flugbeschränkungsgebiete werden meist über militärischen Einrichtungen erstellt, für Zonen des Flugtrainings oder zum Schutz von besonderen Gebäuden (z. B. Atomkraftwerke, historische Gebäude). Sie erstrecken sich vom Erdboden bis zu einer definierten Höhe. In den → *Luftfahrtkarten* für Deutschland sind diese Gebiete blau umrandet und mit dem Vermerk ED-Rx (für Europa Deutschland – Restricted Area) gekennzeichnet; x steht dabei für eine angehängte Zahl, die der Nummerierung der ED-R Gebiete dient.
Gelegentlich wird noch der Zusatz TRA für Temporary Restricted Area beigefügt. In diesem Fall handelt es sich um Gebiete, die nur für die Dauer militärischer Übungsflüge gesperrt sind.
ED-R und ED-R/TRA Gebiete sind meist nur im Zeitraum zwischen Montag und Freitag aktiv. Die genauen Zeiten stellt der → *Fluginformationsservice* zur Verfügung.

Flugbetriebsflächen
Engl.: Aeronautical Surfaces, manchmal auch vereinfacht Airfield. Zusammenfassender Begriff für jene Flächen eines → *Flugplatzes*, auf den Flugzeuge bewegt oder abgestellt werden, also die → *Bewegungsflächen* und die → *Abstellflächen*. Die Festigkeit von Flugbetriebsflächen wird durch die → *PCN* klassifiziert und veröffentlicht; sie muss ausreichend sein um der Belastung durch stehende und rollende Flugzeuge standzuhalten.

Flugbewegung
Bezeichnung für eine statistische Größe zur Beschreibung der Leistungsfähigkeit und Auslastung eines → *Flughafens*. Jeder → *Start* und jede → *Landung* auf einem Flughafen werden als eine Flugbewegung gezählt. Diese Größe kann sich auf verschiedene Zeiträume beziehen; die Zahl der stündlichen Flugbewegungen gibt z. B. die Zahl aller Starts und Landungen in einer Stunde an.
Die Zahl der Flugbewegungen ist auch die Grundlage für die Definition des → *Koordinierungseckwerts* (Kapazitätseckwerts) eines Flughafens.

Flugboot
→ *Wasserflugzeug*.

Flugbuch
International auch Flight Logbook oder Pilot Logbook genannt. Ein verbindliches Dokument, das jeder → *Pilot* pflegen muss, und das dem Nachweis seiner geleisteten Flugstunden dient. Das Flugbuch enthält zu jedem Flug des Piloten Angaben zum Kennzeichen und zum Flugzeugmuster, zu Datum, Start- Lande- und Flugzeit, zum Flugzeugführer, Co-Piloten und zu den Passagieren sowie zum Abflug- und Zielflugplatz. In einigen Ländern müssen die Eintragungen im Flugbuch von der → *Flugsicherung* bestätigt werden.

Flugdatenschreiber
Engl.: Flight Data Recorder, FDR. Gerät an Bord des Flugzeugs, das während des Fluges technische Daten aufzeichnet die im Falle eines Unfalls Hinweise auf dessen Ursache geben sollen. Flugdatenschreiber und → *CVR* bilden zusammen die → *Black Box*.
Moderne Flugdatenschreiber erfassen permanent bis zu mehreren hundert Parametern, die Hinweise über den Flugzustand und den technischen Zustand des Flugzeugs geben. Zu den aufgezeichneten Daten gehören z. B. die → *Fluggeschwindigkeit*, die → *Flughöhe*, die Stellung von → *Klappen*, → *Rudern* und → *Fahrwerk*, der Treibstoffverbrauch, die Leistung der → *Triebwerke*, die Fluglage (z. B. → *Anstell-* und → *Schiebewinkel*, → *Nick-*, → *Roll-* und → *Gierwinkel*), der → *Steuerkurs* und die → *UTC*. International sind davon nur 20 Parameter für kleine bzw. 28 Parameter für große Flugzeuge bindend vorgeschrieben, deren Verlauf allerdings für die letzten 25 Stunden im Flugdatenschreiber dokumentiert sein muss.
Erste Systeme zur Aufzeichnung von Flugdaten gab es bereits in den frühen Phasen des Luftverkehrs; die große Bedeutung des Flugdatenschreibers kam jedoch erst mit Beginn des Jet-Zeitalters. Während frühe Systeme noch Silberfolien zur Aufzeichnung verwendeten wurden später Magnetbänder eingesetzt, die heute durch digitale Speicherchips ersetzt worden sind.

Flugdienstberater
Engl. Dispatcher oder Flight Operations Officer. Bezeichnung für Angestellte von → *Luftverkehrsgesellschaften*, die den → *Piloten* bei der → *Flugvorbereitung* und teilweise bei der Flugdurchführung mit aktuellen Informationen z. B. zum Wetter, zu → *Luftstraßen* und zu → *Flugplätzen* unterstützen.
Flugdienstberater zählen zum → *Luftfahrtpersonal* und bedürfen der → *Zertifizierung* durch die jeweilige nationale → *Luftfahrtbehörde*.

Flugeigenschaftsregler
→ *Basisregler*.

Flugerprobung
Engl. Flight Test Program. Bezeichnung für die Phase nach den → *Bodentests*, in der ein neuer Flugzeugtyp eine Reihe von Flugversuchen und Tests durchführt, und an deren Ende die → *Musterzulassung* steht. Die Flugerprobung wird von → *Flugversuchsingenieuren* geplant und von diesen zusammen mit speziell zugelassenen → *Testpiloten* (Flight Test Pilots) durchgeführt.
Im Rahmen der Flugerprobung werden unter anderem die Flugeigenschaften (z. B. im Bezug auf → *Aerodynamik*, → *Stabilität* und → *Steuerbarkeit*) überprüft; gleichzeitig werden die Flugleistungen (→ *Flugenveloppe*) ermittelt und Entwurfsannahmen (z. B. Strömungsverhältnisse am → *Tragflügel* und am → *Rumpf*) und die Einhaltung aller → *Lufttüchtigkeitsanforderung* der → *Luftfahrtbehörden* überprüft. Hierfür wird die Flugerprobung in Phasen und diese in einzelne Tests und Flüge unterteilt. Zu den einzelnen Tests, die Rahmen der Flugerprobung durchgeführt werden, zählen u.a. der → *Aquaplaningtest*,

der → *Langsamflugtest*, der → *Hochgeschwindigkeitsflugtest*, das → *Route Proving* und der Nachweis von → *LROPS* und → *ETOPS*.
Die Flugerprobung beginnt mit einer Zulassung von einem oder von zwei Testflugzeugen als „experimentelles Flugzeug". In diesem Stadium dürfen während der Testflüge nur Testpiloten an Bord sein. Flugversuchsingenieure können heutzutage bei diesen Flügen über Telemetrieverbindungen in Echtzeit von einem Kontrollzentrum am Boden Flugdaten abfragen und überwachen. Die Interaktion mit den Piloten über diese Kanäle ist jedoch begrenzt. Ferner wird bei diesen Flügen das Flugzeug nicht an seine Leistungsgrenzen gebracht. Die Zulassungsbehörde stellt nach einigen Wochen und Flügen, in denen die grundsätzliche Sicherheit bewiesen wurde, ein sogenanntes „Initial Airworthiness Certificate" aus. Mit einem solchen Zertifikat kann der Hersteller weitere Testflugzeuge zur Beschleunigung des dann parallel mit mehreren Flugzeugen durchführbaren Testprogramms in Betrieb nehmen. Ferner dürfen nicht nur die Testpiloten bei den Testflügen an Bord sein, sondern auch die Flugversuchsingenieure.
In diesem zweiten Abschnitt der Flugerprobung wird das Flugzeug dann systematisch an seine Leistungsgrenzen gebracht. Am Ende dieses zweiten Abschnitts steht die „Type Inspection Authorization" (TIA). Sie sagt aus, dass das Flugmuster soweit sicher erprobt wurde und Probleme beseitigt wurden und dass alle Zulassungskriterien theoretisch erfüllt sind.
Diesem Abschnitt folgt als letztes die eigentliche offizielle Zertifizierung zur Musterzulassung unter Einbeziehung der Zulassungsbehörden. An dessen Ende steht nach erfolgreicher Zertifizierung die Musterzulassung.

Flugenveloppe
Engl.: Flight Envelope. Bezeichnung für den Bereich von mehreren Zustandsgrößen, innerhalb dessen das Flugzeug (sicher) geflogen werden kann. Der ganze Bereich wird von mehreren Hüllkurven umschlossen, die sich aus grenzwertigen Flugbedingungen ergeben:
- Maximaler Triebwerkschub
- Überziehgeschwindigkeit
- Steigrate von Null

Die Flugenveloppe wird durch die zulässigen Minimal- und Maximalwerte der → *Zustandsgrößen* des Flugzeugs gebildet. Die Begrenzung der Zustandsgrößen nach oben oder unten kann unterschiedliche Ursachen haben. So ist z. B. die → *Flughöhe* durch die → *Dienstgipfelhöhe* beschränkt, der maximale → *Anstellwinkel* durch die → *Aerodynamik* des → *Tragflügels*, und die maximale → *Steigrate* durch die Leistung der → *Triebwerke*, die Belastbarkeit der Struktur und Komfortbedingungen. In vielen Fällen wird zwischen mehreren Flugenveloppen des gleichen Flugzeugs für verschiedene Betriebsumstände unterschieden, z. B.
- Normal Flight Envelope: Bereich der im regulären Betrieb oder bei definierten Vorkommnissen (z. B. Ausfall eines Triebwerks) nicht überschritten wird.
- Limit Flight Envelope: Maximaler Bereich, dessen Überschreitung zu einem Verlust des Flugzeugs führt. Dieser Bereich ist meist durch die maximale strukturelle Belastbarkeit des Flugzeugs bestimmt.

Gängige Flugenveloppes sind z. B. die Flughöhe aufgetragen über der Geschwindigkeit oder die Beschleunigung über der Geschwindigkeit.
Ebenfalls kann es sein, dass mehrere Flugenveloppes für verschiedene Sonderfälle vorliegen, so dass sich eine Schar von Flugenveloppes ergibt. Dies ist z. B. bei Militärflugzeugen der Fall, die unter Zuhilfenahme der Schwerkraft im Sturzflug oder im engen Kurvenflug kurzfristig anderen Grenzwerten gehorchen als im Reiseflug.
Moderne → *Flugregler* verfügen über Systeme mit denen die Einhaltung der Flugenveloppe permanent überwacht wird.

Flugfeld
Bezeichnet in der Schweiz einen → *Flugplatz*, der im Gegensatz zu einem → *Flughafen* nicht dem Zulassungszwang unterliegt, seine Infrastruktur also nicht dem allgemeinen Luftverkehr zur Verfügung stellen muss. Das Flugfeld ist in etwa mit einem Sonderflugplatz (→ *Flugplatz*) in Deutschland vergleichbar.

Flugfeldlöschfahrzeug
→ *Flughafenfeuerwehr*.

Flugfernmeldedienst
Engl.: Aeronautical Fixed Services (AFS). Eine Einrichtung der → *Flugsicherung*, die für die Übermittlung der Daten und Informationen zuständig ist, die im Rahmen der Flugsicherung benötigt werden. Dazu zählt z. B. die Verbreitung von → *NOTAM*s oder die Übermittlung von → *Flugplänen*.
→ *ATN*.

Flugfläche
Auch Flight Level genannt und mit FL abgekürzt. Bezeichnung für Flächen konstanter → *Druckhöhe*, die als Höhenbänder der vertikalen Regelung des Flugverkehrs dienen.
Flugflächen sind stets Vielfache von 500 Fuß (→ *Fuß*) und werden als Druckhöhen in Vielfachen von 100 Fuß angegeben. Die Angabe FL 65 steht also für eine Druckhöhe von 6.500 Fuß.
Flugflächen werden im kontrollierten → *Luftraum* zur Reglung des vertikalen Abstands von Flugzeugen eingesetzt. Flugzeugen, denen unterschiedliche Flugflächen zugeordnet werden, behalten ihren vertikalen Abstand zueinander unabhängig von der Druckverteilung in der → *Atmosphäre* bei. Dies liegt daran, dass alle Flugzeuge, die nach Flugfläche fliegen, den gemessenen Druck auf identische Art (nämlich über die → *Standardatmosphäre*) in eine Höhenangabe umrechnen. Alle Flugzeuge unterliegen daher dem gleichen systematischen Umrechnungsfehler (=Abweichung zwischen angenommener Standardatmosphäre und wirklicher Atmosphäre), so dass die relativen vertikalen Abstände zwischen den Flugzeugen konstant bleiben. Je nach Druckverteilung in der wirklichen Atmosphäre kann der Abstand zwischen z. B. FL65 und FL70 mehr oder weniger als 500 Fuß betragen.
Die Verwendung von Druckhöhen bedeutet aber auch, dass die → *Höhe über Null* entlang des Fluges aufgrund von Veränderungen der Druckverteilung in der Atmosphäre (z. B. durch Wettereinflüsse) variieren kann.

FlugfunkV
Ein Begriff aus dem nationalen → *Luftrecht*. Die FlugfunkV ist Teil des Luftverkehrsgesetzes (→ *LuftVG*) und regelt die Zulassung zum und die Teilnahme am Flugfunkdienst bei Boden- und Luftfunkstellen. Dazu können verschiedene → *Flugfunkzeugnisse* wie das erworben werden, die wiederum Voraussetzung zum Erwerb einer → *Pilotenlizenz* ist.
Die FlugfunkV legt die Einzelheiten der Prüfungen zum Erwerb der Flugfunkzeugnisse oder die Anerkennung ausländischer Flugfunkzeugnisse fest.

Flugfunkzeugnis
Ein Begriff aus dem → *Luftrecht*. Bezeichnung für eine Berechtigung zur Teilnahme am Flugfunkverkehr. Die Gesetzliche Grundlage in Deutschland leitet sich aus der Verordnung über Flugfunkzeugnisse (→ *FlugfunkV*) ab. Die Zeugnisse werden von der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (RegTP) ausgestellt und behalten ohne Auffrischung oder erneute Lizenzierung für ihren Inhaber die Gültigkeit. Es ist nicht notwendig, dass der Inhaber eines solchen Zeugnisses auch einen Pilotenschein hat. Denkbar ist z. B. die Unterstützung eines Piloten in einem Sportflugzeug durch einen mitfliegenden Inhaber eines Flugfunkzeugnisses.
Man unterscheidet in Deutschland drei verschiedene Flugfunkzeugnisse:
- Beschränkt gültiges Sprechfunkzeugnis I für den Flugfunkdienst (→ *BZF*).
- Beschränkt gültiges Sprechfunkzeugnis II für den Flugfunkdienst (→ *BZF*).
- Allgemeines Sprechfunkzeugnis für den Flugfunkdienst (→ *AZF*).

Fluggastabfertigung
Engl.: Passenger Ground Handling. Zusammenfassender Begriff für alle Tätigkeiten und Dienste, die zur Abfertigung von abfliegenden, ankommenden und umsteigenden Passagieren am → *Flugplatz* nötig sind. Eine Ausnahme bilden die hoheitlichen Dienste, also Dienste, die unter Aufsicht des Staates ausgeführt werden. Diese sind im Wesentlichen Sicherheitskontrollen, Pass- und Zollkontrollen sowie medizinische und landwirtschaftliche Kontrollen.
Wichtige Dienste für alle Passagiere sind z. B. die Bereitstellung von Informationen (zu den Flügen, zum Flughafen und zu den Abläufen der Fluggastabfertigung) und die Betreuung alleinreisender besonders junger oder alter oder behinderter Passagiere. Spezifisch für abfliegende und umsteigende Passagiere muss das → *Ticketing* und das → *Check-in* durchgeführt werden; zusätzlich sind für diese Passagiere sowie für Passagiere im → *Transit* Warteräume und → *Lounges* bereitzustellen. Für ankommende Passagiere ist die Ausgabe des aufgegebenen Gepäcks erforderlich. Zu den → *Vorfelddiensten* und nicht zur Fluggastabfertigung zählen dagegen:
- Der Transfer der Passagiere vom → *Terminal* zum Flugzeug, und der Einsteigevorgang in das Flugzug.
- Der Aussteigevorgang aus dem Flugzug und der Transfer der Passagiere zum Terminal.

Die Fluggastabfertigung ist Teil der → *Bodenabfertigungsdienste* am → *Flughafen*.

Fluggastbrücke
Engl.: Passenger Loading Bridge, Passenger Boarding Bridge oder Gangway. Bezeichnung für eine teleskopartige Röhre mit rechteckigem Querschnitt, die eine Verbindung zwischen den → *Flugsteigen* im → *Terminal* und den Flugzeugen auf ihren → *Parkpositionen* herstellt. Passagiere sind dadurch beim Ein- und Aussteigen vor äußeren Witterungseinflüssen geschützt.
Fluggastbrücken sind an einem Ende fest mit dem Terminal verbunden; mit Hilfe eines Fahrwerks, vertikaler Hubstangen, Rotunden bzw. Drehvorrichtungen, und durch ihren teleskopartigen Aufbau können sie aber ihre Richtung, Länge und Neigung verändern. Auf diese Art können Fluggastbrücken den unterschiedlichen Türhöhen, Abmessungen und Parkpositionen der verschiedenen Flugzeuge angepasst werden; die Steuerung erfolgt dabei über ein Bedienpult, das in die Fluggastbrücke integriert ist. Das vordere Ende der Fluggastbrücke besteht aus flexiblen Lamellen, die einen bündigen Kontakt mit dem Flugzeug erlauben und gleichzeitig Schäden an der Außenhaut des Flugzeugs vermeiden.
Fluggastbrücken werden meist an die vorderen Türen des Flugzeugs angedockt; bei großen Flugzeugen können auch gegabelte Fluggastbrücken eingesetzt werden, die an zwei Türen gleichzeitig andocken. Eine Besonderheit stellen Fluggastbrücken dar, die über eine → *Tragfläche* des Flugzeugs an die hinteren Türen andocken; diese sind z. B. auf dem → *Flughafen* Amsterdam-Schiphol (AMS) im Einsatz. Bei einigen → *Flugplätzen* werden Fluggastbrücken auch mit Transportleitungen und -schläuchen ausgerüstet. Diese unterstützen die → *Flugzeugabfertigung* auf dem Vorfeld indem sie z. B. Pressluft zum Anlassen der → *Triebwerke* liefern, die Klimaanlage des Flugzeugs speisen, und das → *Cockpit* mit Strom und Kommunikationsverbindungen versorgen.

Fluggeschwindigkeit
Bezeichnet die absolute Geschwindigkeit des Flugzeugs im Flug gegenüber der umgebenden Luft. Die Fluggeschwindigkeit ist die Differenz aus → *Bahngeschwindigkeit* und → *Windgeschwindigkeit*, und ist identisch mit der → *Anströmgeschwindigkeit.*

Fluggesellschaft
→ *Luftverkehrsgesellschaft*.

Flughafen
Formal die Bezeichnung für einen → *Flugplatz*, der über einen Bauschutzbereich mit → *Hindernisfreiheit* verfügt. Im allgemeinen Sprachgebrauch wird der Begriff Flughafen für einen großen Flugplatz mit regionaler (z. B. Regionalflughafen) oder überregionaler Bedeutung (z. B. internationaler Verkehrsflughafen) verwendet.
Hauptaufgabe eines Flughafens ist es, einen Wechsel der Verkehrssysteme von der Luft (z. B. Flugzeug) zum Boden (z. B. Privat-KFZ, Mietwagen, Auto, Bus, Fernbahn, Nahverkehrsbahn) und umgekehrt zu ermöglichen. Dies gilt sowohl für Passagiere als auch für → *Luftfracht* und → *Luftpost*. Dementsprechend stellt der Flughafen die Schnittstelle zwischen der sog. → *Landseite* und der → *Luftseite* dar. Bei internationalen Flughäfen bildet er gleichzeitig die nationale Grenze.
Die Schnittstelle zwischen Land- und Luftseite wird durch das → *Terminal* gebildet – Passagierterminals für Reisende, Frachtterminals für Luftpost und Luftfracht, und General Aviation Terminals (→ *GAT*) für die allgemeine Luftfahrt (→ *Luftverkehr*). Die genaue Grenze zwischen Land- und Luftseite kann z. B. durch die Sicherheitskontrollen definiert sein.
Laut → *ACI* (Airport Council International) wiesen 2010 die folgenden Flughäfen weltweit das höchste Passagieraufkommen auf:

Flughafen	Passagiere in Mio. In 2010	Veränderung zum Vorjahr in %
Atlanta, USA (ATL)	89,3	1,5
Peking, China (PEK)	73,9	13,0
Chicago, USA (ORD)	66,7	3,3
London, UK (LHR)	65,9	(0,2)
Tokio, Japan (HND)	64,1	3,4

Flughafen	Passagiere in Mio. In 2010	Veränderung zum Vorjahr in %
Los Angeles, USA (LAX)	58,9	4,2
Paris, Frankreich (CDG)	58,2	0,4
Dallas/Fort Worth, USA (DFW)	56,9	1,6
Frankfurt, Deutschland (FRA)	53,0	4,1
Denver, USA (DEN)	52,2	4,1
Hongkong, China (HKG)	50,4	10,6
Madrid, Spanien (MAD)	49,8	2,8
Dubai, VAE (DXB)	47,2	15,4
New York, USA (JFK)	46,5	1,4
Amsterdam, Niederlande, (AMS)	45,2	3,8
Jakarta, Indonesien (CGK)	44,0	18,4
Bangkok, Thailand (BKK)	42,8	5,6
Singapur, Singapur (SIN)	42,0	13,0
Guangzhou, China (CAN)	41,0	10,6
Shanghai, China (PVG)	40,6	27,2
Houston, USA (IAH)	40,5	1,2
Las Vegas, USA (LAS)	39,4	(2,6)
San Francisco, USA (SFO)	39,3	5,1
Phoenix, USA (PHX)	38,6	1,9
Charlotte, USA (CLT)	38,1	10,4
Rom, Italien (FCO)	36,2	7,4
Sydney, Australien(SYD)	36,0	7,6
Miami, USA (MIA)	35,7	5,4
Orlando, USA (MCO)	34,9	3,5
München, Deutschland (MUC)	34,7	6,2

Peking (aufgrund des starken Wirtschaftswachstums in China) ist am ehemals größten Flughafen Chicago O'Hare vorbeigezogen. Nach Cargo (Summe aus Luftfracht und Luftpost) ergibt sich die folgende Rangfolge:

Flughafen	Fracht in Tonnen in 2010	Veränderung zum Vorjahr in %
Hongkong, China (HKG)	4.168.394	23,2
Memphis, USA (MEM)	3.916.937	5,9
Shanghai, China (PVG)	3.227.914	27,1
Incheon, Korea (ICN)	2.684.500	16,1
Anchorage, USA (ANC)	2.578.396	33,1
Paris, Frankreich (CDG)	2.399.067	16,8
Frankfurt, Deutschland (FRAU)	2.275.106	20,5
Dubai, VAE (DXB)	2.270.498	17,8
Tokio, Japan (NRT)	2.167.843	17,1
Louisville, USA (SDF)	2.166.226	11,1
Singapur, Singapur (SIN)	1.841.004	10,9
Miami, USA (MIA)	1.835.793	17,9
Los Angeles, USA (LAX)	1.810.345	15,5
Taipei, Taiwan (TPE)	1.767.075	30,1
London, UK (LHR)	1.551.405	15,0
Peking, China (PEK)	1.549.126	5,0
Amsterdam, Niederlande, (AMS	1.538.135	16,8
Chicago, USA (ORD)	1.424.077	30,0
New York, USA (JFK)	1.343.114	17,4
Bangkok, Thailand (BKK)	1.310.146	25,4
Guangzhou, China (CAN)	1.144.458	19,8
Indianapolis, USA (IND)	947.279	5,2
Newark, USA (EWR)	854.750	9,7
Shenzhen, China (SZX)	809.363	33,6
Tokio, Japan (HND)	804.995	1,9
Osaka, Japan (KIX)	759.278	24,7
Luxemburg, Luxemburg (LUX)	705.370	12,2
Kuala Lumpur, Malaysia (KUL)	697.015	15,6
Mumbai, Indien (BOM)	671.238	18,5
Atlanta, USA (ATL)	659.129	17,1

Der konsequente Ausbau von Dubai zu einem internationalen Drehkreuz hat dazu geführt, dass der Flughafen der Vereinigten Arabischen Emirate bereits das Aufkommen des traditionell starken Frachtflughafens Frankfurt erreicht hat.
Hinsichtlich der Flugbewegungen ergibt sich folgendes Bild:

Flughafen	Flugbewegungen in 2010	Veränderung zum Vorjahr in %
Atlanta, USA (ATL)	950.119	(2,1)
Chicago, USA (ORD)	882.614	6,4
Dallas/Fort Worth, USA (DFW)	652.261	2,1
Denver, USA (DEN)	630.089	3,8
Los Angeles, USA (LAX)	575.835	5,3
Houston, USA (IAH)	531.347	(1,3)
Charlotte, USA (CLT)	529.101	3,9
Peking, China (PEK)	517.582	6,0
Las Vegas, USA (LAS)	505.591	(1,1)
Paris, Frankreich (CDG)	499.997	(4,8)
Frankfurt, Deutschland (FRA)	464.432	0,3
Philadelphia, USA (PHL)	460.779	(2,5)
London, UK (LHR)	454.883	(2,5)
Detroit, USA (DTW)	452.616	4,6
Phoenix, USA (PHX)	450.293	(1,5)
Minneapolis, USA (MSP)	434.120	0,4
Madrid, Spanien (MAD)	433.683	(0,3)
Toronto, Kanada (YYZ)	418.051	2,6
Amsterdam, Niederlande, (AMS)	402.374	(1,1)
Newark, USA (EWR)	401.930	(2,2)
New York, USA (JFK)	397.419	(4,1)
München, Deutschland (MUC)	389.939	(1,7)
San Francisco, USA (SFO)	387.248	2,0
Miami, USA (MIA)	376.208	7,1
Phoenix, USA (DVT)	367.651	(8,6)
Salt Lake City, USA (SLC)	361.954	(2,6)
New York, USA (LGA)	360.544	1,9
Boston, USA (BOS)	352.641	2,1
Tokio, Japan (HND)	342.804	2,1
Mexiko City, Mexiko (MEX)	339.898	(2,3)

Entwurf von Flughäfen

Vereinfacht betrachtet erfolgt der Entwurf eines Flughafens, oder die Planung seiner Erweiterung, in drei Schritten: Der Abschätzung und Analyse des erwarteten Verkehrsaufkommens, der Planung der → *Flugbetriebsflächen* und des → *Terminals*, und der Planung aller weiteren Anlagen. Bei der Analyse des Flugverkehrs ist neben dem Volumen vor allem dessen Struktur von Bedeutung. Aus der maximalen Flugzeuggröße ergeben sich z. B. die Anforderungen an die → *Start- und Landebahnen*; die Anteile von Linien-, → *Charter*- und Geschäftsreiseverkehr beeinflussen die Menge des zu erwarteten Gepäcks und die Anzahl der → *Parkpositionen*, die auf dem → *Vorfeld* oder nahe am Terminal sein sollten; Umsteigeverkehr, internationaler und nationaler Verkehr führen zu unterschiedlichen Verkehrsströmen am Flughafen und verursachen unterschiedliche Spitzenlasten. Darüber hinaus sollten Prognosen über die zukünftige Verkehrsentwicklung des Flughafens erstellt werden, um Raum für Erweiterungen vorzusehen.

Die Planung der Flugbetriebsflächen beginnt mit der Festlegung von Zahl, Lage und Länge der Start- und Landebahnen. Danach werden die Flächen für Luftfracht und für → *Wartung* und Reparatur von Flugzeugen bestimmt. Das Terminal wird so angeordnet, dass die → *Rollwege* zwischen den Parkpositionen und den Start- und Landebahnen möglichst kurz sind. Form und Größe des Terminals und der → *Flugsteige* werden im Wesentlichen durch die erwarteten Verkehrsströme bestimmt.

Zuletzt werden weitere Anlagen z. B. für die → *Flugsicherung*, Wetterwarten etc. ergänzt.

Insbesondere in Deutschland (Flughafen Frankfurt/Startbahn West, Neubau des Flughafens München), aber auch z. B. in Japan (Flughafen Tokio Narita) stößt der Aus- und Neubau von Flughäfen auf starke Widerstände in der Bevölkerung. Flughäfen haben schon aufgrund ihrer Größe massive Auswirkungen auf die sie umgebende Umwelt. Neben der Lärm- und Abgasbelastung durch den Flugverkehr und den KFZ-Verkehr von an- oder abreisenden Fluggästen führen Flughäfen auch zum Verlust von Naturgebieten, zur Landversiegelung, und in manchen Fällen zur Belastung des Grundwassers.

Architektur von Flughäfen

Moderne Großflughäfen vereinen heute Anlagen für den Luft-, Schienen- und Straßenverkehr, und Einrichtungen für Dienstleistungen aller Art zu Komplexen, die 50.000 Arbeitsplätze und mehr vereinen. Aus diesem Grund wird die Planung von Flughäfen in der Architektur oft mit der Planung einer kleinen Stadt verglichen, und als entsprechend komplex angesehen.

Lange Zeit dominierte die Funktionalität beim Entwurf eines Flughafens. Dies führte zu der Entwicklung kompakter Anla-

gen wie den Flughäfen in Frankfurt (FRA, Terminal 1), Paris-Charles de Gaulle (CDG, Terminal 1) oder Amsterdam Schiphol, die große Verkehrsströme effizient abarbeiten konnten.
In jüngerer Zeit ist zu der reinen Funktionalität eine stärkere Einbeziehung weiterer Bedürfnisse des Passagiers hinzugetreten. Gleichzeitig werden durch die zunehmende Privatisierung von Flughäfen weitere wirtschaftliche Aspekte – z. B. Schaffung von attraktiven Einkaufs- und Dienstleistungszentren – in den Entwurf einbezogen. Heute wird an die Architektur eines Großflughafens ein breites Spektrum von Anforderungen gestellt:

- Übersichtlichkeit: Für den Komfort der Passagiere ist es entscheidend, dass Abläufe und Verkehrsströme im Flughafen klar erkennbar sind. Dies kann z. B. durch Glaskonstruktionen, periodische Muster in der Konstruktion, oder sogar Farben erreicht werden. So verwendet der Flughafen von Doha in Qatar z. B. rote Fußbodenfließen zur Kennzeichnung von Abflug- und weiße Fließen zur Kennzeichnung von Ankunftsbereichen. Das unter anderem vom englischen Architekten Foster in London-Stanstead und Hongkong-Chep Lap Kok angestrebte Ideal, dass der Passagier beim Betreten des Flughafens bereits das Flugzeug erkennen kann, lässt sich aber kaum realisieren, da z. B. Sicherheits-, Zoll- und Passkontrollen Barrieren bilden und die Passagierströme von der Vorfahrt zum Flugzeug unterbrechen.
- Repräsentation: Flughäfen haben oftmals einen hohen symbolischen Wert und sollen die Leistungsfähigkeit eines Landes oder einer Region ausdrücken. Gleichzeitig ist man zunehmend bestrebt, landestypische Elemente in die Architektur einzubinden. So wurden für den Gardermoen Flughafen in Oslo bewusst Dachkonstruktionen aus norwegischem Holz ausgewählt; die weißen Zeltdächer des internationalen Flughafens in Denver symbolisieren die schneebedeckten Berge in Colorado; Form und Material der Pavillons am Flughafen Jakarta erinnern an traditionelle indonesische Bauweisen, und die im Flughafen von Doha verwendeten Farben rot, weiß und blaugrau symbolisieren den roten Sand, die weißen Gebäude und den Persischen Golf von Katar.
- Einstimmung: Einige Flughäfen weisen mit ihrer Architektur auf das Thema „Fliegen“ oder „Gleiten“ hin und stimmen den Passagier auf den bevorstehenden Flug ein. Dazu werden oftmals Materialien (z. B. Aluminium), Bauweisen (z. B. → *Leichtbauweise*) oder die Linienführung des Flugzeugbaus bewusst kopiert und auf das Flughafengebäude übertragen. Das vielleicht bekannteste Beispiel hierfür ist das „Fishbowl“ genannte, geschwungene TWA-Terminal des finnischen Architekten Eero Saarinen am New Yorker J.F.Kennedy Flughafen (JFK).
- Kommerzialisierung: Konzessions-Einnahmen aus Dienstleistungen und Einzelhandel gewinnen insbesondere für privatwirtschaftlich geführte Flughäfen immer mehr an Bedeutung. Neben der Schaffung attraktiver Verkaufsflächen führt dies auch zu einem Überdenken der traditionellen Verkehrsströme in den Flughäfen. Während früher die Effizienz maßgebend war ist man heute eher bereit, die Wege im Flughafen etwas zu verlängern um so dem Passagier ein breiteres Angebot an Produkten und Dienstleistungen anbieten zu können.
- Einbindung in das Umfeld: Zunehmend wird verlangt, dass sich Flughäfen in ihr Umfeld einfügen. Dieser Ansatz wurde z. B. beim neuen Flughafen in München verfolgt. Gleichzeitig wird auch im Inneren der Flughäfen eine stärke Einbindung der Natur angestrebt, um so den Komfort für die Passagiere zu erhöhen. Beispiele hierfür sind die Gärten in den Flughäfen von Kuala Lumpur und Bangkok.

Flughafenfeuerwehr

Zu den Hauptaufgaben der Flughafenfeuerwehr zählen die Brandvorbeugung, der Brandschutz und die Brandbekämpfung für Gebäude und Flugzeuge am → *Flugplatz* sowie der Rettungsdienst. Eine der größten Gefahren für Passagiere bei Flugzeugunglücken am Flugplatz liegt im Ausbruch eines Brandes, verbunden mit großer Hitze- und Rauchentwicklung. Es ist daher erforderlich, das Entzünden des → *Kraftstoffs* zu verhindern, bzw. ausgebrochene Brände möglichst schnell zu bekämpfen.
Eine erste Maßnahme besteht darin, die → *Landebahn* vor der → *Landung* eines defekten Flugzeugs (→ *Notlandung*) mit einem Schaumteppich zu versehen. Diese Maßnahme wird ergriffen, wenn die Reifen des Flugzeugs nicht mehr intakt sind, oder wenn sich das → *Fahrwerk* nicht oder nur teilweise ausfahren lässt. Der Schaum unterdrückt die Funkenbildung und deckt eventuell auslaufenden Kraftstoff ab, so dass er sich nicht entzündet.
Bei am Boden brennenden Flugzeugen werden Löschschaum und Löschpulver eingesetzt. Löschschaum ist geeignet um Flächenbrände zu ersticken; dabei müssen große Mengen des Schaums in kurzer Zeit aufgebracht werden um eine Rückzündung zu vermeiden. Bei dreidimensionalen Bränden, z. B. einem Triebwerksbrand, wird Löschpulver eingesetzt.
Die Flughafenfeuerwehr verfügt über zahlreiche Spezialfahrzeuge um ihre Aufgaben wahrzunehmen. Bekanntheit haben insbesondere die geländegängigen Flugfeldlöschfahrzeuge (FLF) oder Großflugfeld-löschfahrzeuge (GFLF), die bis zu 40 t wiegen und Leistungen bis 735 kW (1.000 PS) aufweisen. Sie führen ca. 1.000 bis 2.000 Liter Löschschaum und 10.000 bis 20.000 Liter Wasser, und teilweise auch noch Löschpulver mit sich. Die Fahrzeuge verfügen über aus der Kabine gesteuerte Sprühkanonen auf dem Dach und in der Frontpartie, die etwa 4.000 bis 5.000 Liter des Wasser-Löschschaum-Gemisches pro Minute mit 10 bar über 60 m weit ausstoßen können.
Auch herkömmliche Löschfahrzeuge (Tanklöschfahrzeug, TLF; Rüstwagen, RW; Leiterwagen) befinden sich oft im Arsenal, da die Flughafenfeuerwehr auch die Verantwortung für den herkömmlichen Gebäudebrandschutz auf dem Flughafengelände hat.
Die → *ICAO* hat verbindliche Richtlinien für die Kapazität und Leistungsstärke von Flughafenfeuerwehren erstellt. Dazu teilt sie die Flugplätze anhand der Zahl und Größe der Flugzeuge in zehn Kategorien ein. Die Kategorie schreibt dann unter anderem die Anzahl der Fahrzeuge vor, die am Flugplatz bereitstehen müssen sowie ihre Kapazität und Ausstoßrate für Wasser und Löschschaum. Ferner gibt es Vorschriften, wie schnell die Fahrzeuge jeden Punkt der Flugbetriebsflächen erreichen müssen (innerhalb von 180 Sekunden nach Alarmierung) und wie viele Feuerwehrleute pro Schicht mindestens anwesend sein müssen. Um die Motoren der Einsatzfahrzeuge durch die seltenen, dann aber stark fordernden Einsätze vorzubereiten werden sie auch im ausgeschalteten Zustand auf Betriebstemperatur von ca. 70°C gehalten.
Ferner ist es für große Verkehrsflughäfen Vorschrift, alle zwei Jahre eine große Notfallübung vorzunehmen, bei der z. B. die

Kollision von zwei vollbesetzten Passagiermaschinen simuliert wird.

Flughafenkoordinator
Der Flughafenkoordinator ist für die koordinierte und verbindliche Vergabe der → *Slots* aller deutschen, der Flughafenkoordination unterliegenden → *Flughäfen* zuständig. Dies betrifft sämtliche Flüge nach Instrumentenflugregeln (→ *IFR*) an den zur Zeit 17 deutschen Verkehrsflughäfen. Die rechtliche Grundlage für seine Tätigkeit sind die Verordnung der EU Nr. 95/93 sowie die Ergänzungen Nr. 894/2002, Nr. 1554/2003 und Nr. 793/2004 sowie die deutsche Verordnung über die Durchführung der Flughafenkoordination vom 24. Juni 1994 in der jeweils aktuellsten Fassung (momentan 6. Juli 2005, FHKV).
Der Flughafenkoordinator arbeitet im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen. Ziel seiner Tätigkeit ist, die vorhandenen Plankapazitäten optimal zu nutzen. Neben Flügen des Linien- und Charterverkehrs umfasst die Verpflichtung zur Koordinierung auch Flüge der sonstigen Luftfahrt (Geschäftsreiseflugverkehr, Privatflüge, z. T. Flüge der militärischen Luftfahrt etc.). Ferner beobachtet er nach der Slotvergabe, die jeweils für die Dauer einer Flugplansaison gilt, die Nutzung der Slots (→ *Slot Monitoring*).
Neben der direkten Arbeit der Fluglinien mit den Flughafenkoordinatoren ist der zweite Schritt in der Koordinierung der Flugpläne die internationale, weltweite Flugplankonferenz. Zweimal im Jahr (November für den folgenden Sommerflugplan und Mai für den dann kommenden Winterflugplan) treffen sich die Flugplanexperten der internationalen Fluglinien und die Flughafenkoordinatoren zu dieser Konferenz, die der Feinabstimmung dient. Auch nach dieser Konferenz geht die Optimierung der Flugpläne weiter und bis zur sogenannten Slot Return Deadline (ca. zwei Monate nach der internat. Konferenz) können Fluglinien zu viel beantragte Slots zurückgeben, die dann wieder aus einem Pool heraus anderen Fluglinien angeboten werden.

Interessenverbände
Europäische Flughafenkoordinatoren sind in der → *EUACA* zusammengeschlossen.

Links
→ *http://www.fhkd.de/*

Flughafen-Rundsichtradar
Engl.: Airport Surveillance Radar (ASR). Bezeichnung für ein → *Rundsichtradar*, das in der → *Anflugkontrolle* und in der → *Platzkontrolle* zur Überwachung der an- und abfliegenden Flugzeuge an einem → *Flugplatz* eingesetzt wird.
Für das Flughafen-Rundsichtradar werden → *Radar*-Systeme im GHz-Bereich eingesetzt; sie können Flugzeuge bis zu einer Entfernung von ca. 60 → *nm* und in → *Flughöhen* bis ca. 11.000 Meter erfassen. Das Radarbild wird ca. alle 3 bis 5 Sekunden aktualisiert. Dies ist deutlich schneller als bei den → *Mittelbereich-Rundsichtradaranlagen* der → *Bezirkskontrolle*, die etwa alle 12 Sekunden aktualisiert werden. Hintergrund ist, dass die Flugzeuge bei → *Start* und → *Landung* enger gestaffelt werden als im → *Streckenflug*.

Flughöhe
Engl.: Flight Level oder Level. Allgemeiner Begriff für den vertikalen Abstand eines Flugzeugs von einer Bezugsfläche. Je nach Bezugsfläche wird daher eine andere Bezeichnung verwendet, z. B. spricht man beim Abstand vom Meeresspiegel von der → *Höhe über Normalnull* (international genannt Altitude, ALT, AMSL) oder beim Abstand vom Erdboden von der → *Höhe über Grund* (international Height, AGL).
Die Messung und Anzeige der Flughöhe erfolgt durch den → *Höhenmesser*, der technisch verschieden realisiert werden kann.

Fluginformationsdienst
Engl.: Flight Information Service (FIS). Eine Dienstleistung der → *Flugsicherung*, der Informationen zur Sicherheit und zum korrekten und flüssigen Ablauf des Flugverkehrs erteilt. Im Gegensatz zur Flugverkehrskontrolle der Flugsicherung erteilt der Fluginformationsdienst aber keine Anweisungen.
Der Fluginformationsdienst wird in allen → *Fluginformationsgebieten* (FIR) durch die → *Fluginformationszentren* (FIC) bereitgestellt. Zu den verfügbaren Informationen gehören z. B. Wetterinformationen, Informationen zum Zustand von Anlagen am Boden (z. B. → *Funkfeuer*, → *Instrumenten-Landesystem*), und Auskünfte über andere Flugzeuge im → *Luftraum* und am Boden. Die Informationen werden primär während des Fluges auf Abruf bereitgestellt. Darüber hinaus können auch schon vor dem Start z. B. Informationen zum Abflug- und Ankunftsort sowie zu möglichen Ausweichflughäfen angefragt werden.

Fluginformationsgebiet
Engl. Flight Information Region (abgekürzt FIR), in den USA auch Flight Advisory Area. Bezeichnung für ein definiertes Gebiet, in dem ein → *Fluginformationszentrum* (FIC) sowohl → *Fluginformationsdienste* (FIS) als auch einen → *Alarmdienst* für den Luftverkehr zur Verfügung stellt.
Fluginformationsgebiete stellen eine laterale Einteilung des → *Luftraums* dar. Ihre Ausdehnung richtet sich oftmals nach geographischen bzw. nationalen Grenzen; dabei ist der Luftraum eines Landes meist in ein oder mehrere Fluginformationsgebiete aufgeteilt. Die Grenzen der Fluginformationsgebiete können auch zwischen Ländern ausgehandelt werden; so haben sich z. B. Deutschland und die Schweiz auf eine Grenze zwischen dem FIR München und dem FIR Schweiz geeinigt, die nicht der nationalen Grenze zwischen den beiden Staaten entspricht.
Fluginformationsgebiete können sich in vertikaler Richtung über den gesamten Luftraum erstrecken, oder nur über den → *unteren Luftraum*. Im letzteren Fall werden besondere Upper Flight Information Regions (abgekürzt UIR) für den → *oberen Luftraum* eingerichtet, die oftmals das Gebiet mehrerer FIR umfassen. So ist z. B. der französische Luftraum in fünf FIR aufgeteilt (Paris, Marseille, Reims, Brest und Bordeaux), die sich vom Erdboden bis zum → *FL* 195 erstrecken; der obere Luftraum wird von einem einzigen UIR (UIR Frankreich) abgedeckt. Die Grenze zwischen oberen und unteren Luftraum kann von Land zu Land variieren; im Gegensatz zu Frankreich liegt sie in Deutschland z. B. beim FL 245.

Fluginformationsgebiete und Kontrollbezirke
Die Bedeutung von Fluginformationsgebieten erstreckt sich zunächst nur über die Bereitstellung von Ratschlägen und Auskünften zur Flugdurchführung. Die Überwachung und Lenkung des Flugverkehrs durch die → *Flugsicherung* und ihre Anweisungen ist davon zunächst unabhängig.
In vielen Fällen sind die → *Kontrollbezirke* der Flugsicherung jedoch an den Fluginformationsgebieten ausgerichtet. So überwachen in Deutschland z. B. die → *Kontrollzentren* in Bremen, Berlin, Düsseldorf, Langen und München jeweils einen Kont-

rollbezirk, der (bis auf Abweichungen an der Nordsee) gerade den in Deutschland definierten fünf FIR entspricht.

Fluginformationszentrum
Engl.: Flight Information Center, abgekürzt FIC; in den USA auch Flight Service Station (→ *FSS*). Einrichtung der → *Flugsicherung*, die den → *Fluginformationsservice* (FIS), den → *Alarmdienst* und Wetterbeobachtungen vornimmt.

Flugingenieur
International auch Flight Engineer genannt und mit FE abgekürzt. Der Flugingenieur ist bei einigen Flugmustern ein drittes Besatzungsmitglied im → *Cockpit* des Flugzeugs, dessen Aufgaben es ist, vor und während des Flugs unter der Gesamtverantwortung des → *Piloten* eigenverantwortlich technische Aufgaben zu erfüllen, die primär mit dem technischen Zustand des Fluggerätes zu tun haben. Dazu gehören:

- Überprüfung des Flugzeugwartungszustandes vor und nach dem Flug, oder Abnahme nach Aufenthalten zur → *Wartung*.
- Berechnung und Prüfung der Zuladung von → *Kraftstoff* vor einem Flug.
- Bewertung der operativen Einsatzbereitschaft vor einem Flug.
- Überwachung und Regelung von Beleuchtung, Kabineninnendruck, Kabinentemperatur und Luftfeuchtigkeit während des Fluges.
- Durchführen von Sicherheitschecks vor und während des Fluges.

Etwaige technische Probleme während des Flugs hat er unter der Gesamtverantwortung des Kapitäns zu lösen. In Flugzeugen modernerer Bauart mit nur einem Zwei-Mann-Cockpit werden die Aufgaben des Flugingenieurs von einem Computer, oder gemeinsam von Pilot und Co-Pilot wahrgenommen.

Entwicklung

Flugingenieure bildeten sich erstmals in den 50er Jahren heraus, als der dritte Mann im Cockpit der Lockheed Constellation so genannt wurde. Zuvor gab es zwar auch technisches Begleitpersonal, das jedoch Flugmaschinist genannt wurde.
Die Boeing 737 (Erstflug 9. April 1967) war das erste Flugzeug auf der Kurz- und später auch Mittelstrecke, das ein Zwei-Mann-Cockpit ohne Flugingenieur nutzte.
Der Airbus A310 (Erstflug 3. April 1982) war das erste Flugzeug auf Mittel- und Langstrecke mit Zwei-Mann-Cockpit, das keinen Flugingenieur mehr benötigte. Seither sind alle neuen Flugzeugtypen mit Zwei-Mann-Cockpits ausgelegt. Flugzeuge haben bei guter Wartung und schonendem Einsatz eine Lebensdauer von 25 bis 30 Jahren oder mehr, weshalb es immer noch viele Flugzeuge gibt, die mit einem Drei-Mann-Cockpit und damit mit einem Flugingenieur an Bord betrieben werden.

Flugkapitän
→ *Pilot*.

Fluglageanzeiger
Ein Begriff aus der → *Instrumentenkunde*. Auch als künstlicher Horizont bekannt. Bezeichnung für ein → *Kreiselinstrument* (genauer gesagt einen → *Lagekreisel*) im → Cockpit zur Anzeige der → *Längs-* und → *Querneigung* des Flugzeugs. Der Fluglageanzeiger ist eines der → *Hauptfluginstrumente* und Bestandteil der → *Einheitsinstrumentenanordnung*.
Der Fluglageanzeiger ist für den Piloten ein wichtiges Hilfsmittel zur Orientierung, insbesondere wenn der natürliche Horizont aufgrund der Tageszeit oder der Wetterverhältnisse nicht zu erkennen ist. Die Anzeige der Längs- und Querneigung erfolgt sowohl qualitativ über Markierungen und Farben, als auch quantitativ über Winkelangaben. Heute ist der Fluglageanzeiger oftmals Teil des → *PDF* (oder seiner älteren Ausführung → *ADI*). Bei → *Militärflugzeugen* und modernen Verkehrsflugzeugen sind die Informationen des Fluglageanzeigers außerdem Teil der vom → *HUD* in das Sichtfeld des Piloten projizierten Anzeigen.

Fluglärm
Allgemeine Bezeichnung für unerwünschten Schall, der durch den Luftverkehr, insbesondere in der Umgebung von → *Flugplätzen*, ausgelöst wird. Die Verringerung von Belastungen durch Fluglärm stellt heute eine der größten Herausforderungen für Flugzeug- und Triebwerkshersteller, für Betreiber von Flugplätzen und für → *Luftverkehrsgesellschaften* dar. Eine zentrale Funktion in der Vorgabe von Grenzwerten und Richtlinien zum Fluglärm nehmen das → *Fluglärmgesetz* und → *Anhang 16* der → *ICAO* ein; unter anderem sind dort auch Grenzwerte für die Lärmentwicklung von Flugzeugen definiert.

Lärmquellen am Flugzeug

Die Schallentwicklung am Flugzeug ist im wesentlichen auf die → *Triebwerke* und auf die Geräusche der Luftströmungen am → *Rumpf* und an den → *Tragflügeln* zurück zu führen.
Hauptschallquellen der → *Strahltriebwerke* sind die Luftströmungen am → *Verdichter*, die Vermischung des heißen, schnellen Abgasstrahls mit der Umgebungsluft an der → *Schubdüse* und, sofern vorhanden, der → *Nachbrenner*.

Maßnahmen zur Verringerung von Fluglärm

Die Belastung durch Fluglärm in der Umgebung von Flugplätzen kann durch eine Reihe von Maßnahmen reduziert werden:

- Konstruktive Maßnahmen an den Triebwerken: Dazu zählen z. B. die Entwicklung von → *Zweistrom-Turbinenluftstrahltriebwerken* (*ZTL*), bei denen Temperatur und Strahlgeschwindigkeit durch den Nebenstrom herabgesetzt werden. Andere Maßnahmen beinhalten größere Abstände zwischen Leitrad und Laufrad des Verdichters, der Einsatz von besonderen Schubdüsen zur Mischung des Abgasstrahls mit der Umgebungsluft, und die Verwendung von Schalldämpfern. Ältere Triebwerke wurden zeitweise auch mit → *Hush-Kits* versehen.
- Einsatz von → *Start- und Landebahnen*, deren Ausrichtung zu einer verringerten Lärmbelastung der umliegenden Besiedelungen führt. Eine Voraussetzung für dieses Verfahren ist die verringerte Seitenwindempfindlichkeit moderner Flugzeuge, die es erlaubt, Start- und Landerichtung nicht mehr ausschließlich auf Basis der Windrichtung zu wählen.
- Einführung bevorzugter → *STAR*s und → *SID*s, deren Flugrouten über weniger stark besiedelte Gebiete führen. Bei diesem Verfahren, wie auch bei der Wahl der Start- und Landebahnen, verringert sich der Gesamtfluglärm nicht; er wird vielmehr nur zu Gunsten dicht besiedelter Gebiete auf weniger stark besiedelte Gebiete umgelenkt. Dabei stellt sich oftmals die Frage, in wieweit es gerecht ist, eine Mehrheit von Personen zu Lasten einer Minderheit von Fluglärm zu entlasten.
- Veränderung des → *Flugprofils* von startenden Flugzeugen: Die Lärmbelastung kann z. B. reduziert werden, indem kurz nach dem → *Start* ab dem Erreichen einer gewissen, sicheren → *Flughöhe* der → *Schub* zunächst gedrosselt, und das Flugzeug im → *Horizontalflug* geflogen wird. Sobald weni-

ger dicht besiedelte Gebiete erreicht sind wird der Schub wieder erhöht, und ein neuer → *Steigflug* eingeleitet.
- Veränderung des Flugprofils im → *Landeanflug*: Eine Verringerung der Lärmbelastung kann z. B. durch Vermeidung horizontaler Flugstrecken, der Wahl steilerer → *Gleitwegwinkel*, und einem späteren Ausfahren der → *Landeklappen* erzielt werden. Beispiele hierfür sind das → *Frankfurter Anflugverfahren* (Low Drag – Low Power Approach), → *NeSS*, und der Continuous Descend Approach (→ *CDA*).
- Vermeidung von → S*chubumkehr* zum Abbremsen auf der → *Landebahn*.
- Einführung von → *Nachtflugverboten*.
- Bauliche Maßnahmen, z. B. Schallschutzwände und Doppelverglasungen.
- Konsequente Kontrolle der Einhaltung von STARs und SIDs, und der Lärmvorschriften für Flugzeuge. Bestrafung bei inakzeptablen Abweichungen und/oder Anreize (z. B. ermäßigte Landegebühren) für die Verwendung leiserer Flugzeuge.

Die Bundesvereinigung gegen Fluglärm (→ *BVF*) ist die zentrale Institution, die sich aus Sicht betroffener Anwohner und Bürger gegen Fluglärm einsetzt.

FlugLärmG

Abk. für Fluglärmgesetz.

Vollständiger Name: Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm. Ein Begriff aus dem nationalen → *Luftrecht* und dort aus dem Bereich des Schutzes vor → *Fluglärm*. Er bezeichnet ein 1971 erlassenes Gesetz zum Schutz der Allgemeinheit vor Gefahren, erheblichen Nachteilen und erheblichen Belästigungen durch Fluglärm in der Umgebung von → *Flugplätzen*.

Nach diesem Fluglärmgesetz werden für → *Flughäfen*, die dem Linienflugverkehr angeschlossen sind, und für alle militärischen Flugplätze, die für den Betrieb von Strahlflugzeugen bestimmt sind, → *Lärmschutzbereiche* festgesetzt, für die es bauliche Auflagen für Neubauten gibt. Ferner regelt das FlugLärmG Entschädigungen bei Bauverboten sowie die Erstattung von Aufwendungen für bauliche Schallschutzmaßnahmen an bereits bestehenden Gebäuden.

Das Fluglärmgesetz wird ergänzt durch die Schallschutzverordnung (SchallschutzV) und die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm).

Das Fluglärmgesetz von 1971 gilt mittlerweile als veraltet, seine Novellierung verläuft jedoch nur schleppend. Hauptforderungen sind eine Absenkung der Grenzwerte, die Einführung eines Automatismus zur laufenden Überprüfung der Grenzwerte und die Einführung eines → *Nachtschutzgebiets*.

Links

→ *http://www.umwelt-online.de/recht/laerm/*

Fluglärmmessung

Messung des durch Flugzeuge erzeugten → *Fluglärms*, insbesondere in der Umgebung von → *Flugplätzen*. Nach dem Fluglärmgesetz (→ *FlugLärmG*) ist jeder Flugplatz, auf dem Flugzeuge mit → *Strahltriebwerken* verkehren, zu einer derartigen Messung verpflichtet. Sie ist auch Grundlage für die Überprüfung der Einhaltung der → *ICAO*-Vorgaben (z. B. → *Anhang 16*) und der Vorgaben des Fluglärmgesetzes, für die Bestimmung von → *Lärmteppichen*, und für die Festlegung von → *Lärmschutzbereichen*. Die Messung des Fluglärms erfolgt in der Regel mit Hilfe stationärer Einrichtungen an fest definierten Standorten, und zusätzlich mit mobilen Einheiten an wechselnden Standorten.

Prinzipiell wird Fluglärm subjektiv von einzelnen Personen sehr unterschiedlich empfunden. Bei der Fluglärmmessung werden Faktoren wie die Schallintensität, die Frequenzen, die Häufigkeit, die Dauer und der Zeitpunkt des Auftretens (Tag oder Nacht) berücksichtigt.

Ausgangspunkt der Lärmmessung ist die Erfassung der auftretenden Schallintensitäten als Einzelereignisse. Dabei kann auf Spitzenwerte von Einzelschallpegeln eingegangen werden, ebenso wie versucht wird, durch die Definition von äquivalenten Durchschnittswerten Dauerbelastungen zu erfassen. Diese werden in → *Dezibel* gemessen, und um die unterschiedliche Empfindlichkeit des menschlichen Gehörs für unterschiedliche Frequenzen bereinigt:
- Erfolgt die Bereinigung mit der sog. D-Kurve, so wird das Ergebnis als Perceived Noise Level (PNL) bezeichnet. Berücksichtigt man noch die Dauer der Schallintensitäten, so erhält man den Effective Perceived Noise Level (EPNL). Diese Messgröße wird in Anhang 16 der ICAO zur Lärmmessung für Einzelereignisse empfohlen.
- Zur Erfassung der Lärmbelastung über einen längeren Zeitraum werden die Einzelereignisse dagegen zunächst mit der A-Kurve bereinigt. Danach erfolgt eine Summation der Ereignisse über alle Flüge unter Berücksichtigung der Dauer der Einzelereignisse, und dem Zeitpunkt ihres Auftretens (Tag oder Nacht). Als Ergebnis erhält man den äquivalenten Dauerschallpegel (Equivalent Continuous Sound Level), abgekürzt L_{EQ}. Der äquivalente Dauerschallpegel L_{EQ}. ist eine Maßeinheit zur Bewertung einer Summe von Einzelgeräuschen über einen bestimmten Zeitraum. In den L_{EQ}. fließen die Spitzenpegel der Einzelgeräusche, die Geräuschdauer und die Häufigkeit der Lärmereignisse ein. Der Bezugszeitraum umfasst die sechs verkehrsreichsten Monate eines Jahres. Er ist unter anderem die Basis für die Festlegung von Lärmschutzbereichen nach dem Fluglärmgesetz (→ *FlugLärmG*).

Der äquivalente Dauerschallpegel L_{EQ} wird aber auch zu anderen Zwecken herangezogen. Beispielsweise kann als Betrachtungszeitraum auch nur eine Nacht gewählt werden, wenn es um die Definition von Nachtflugbeschränkungen geht.

Fluglehrer

Bezeichnung für erfahrene Piloten, die ihr Wissen und ihre Kenntnisse in gewerblichen Flugschulen, bei Flugvereinen und -clubs, bei → *Luftfahrtbehörden* sowie bei → *Luftverkehrsunternehmen* im Rahmen einer gesetzlich geregelten Schulung an Flugschüler weitergeben, sie zu Piloten ausbilden oder entsprechende Prüfungen abnehmen.

Fluglehrer erteilen, in Abhängigkeit von ihrer Lehrberechtigung, praktischen und theoretischen Unterricht zum Führen von Flugzeugen und → *Hubschraubern*.

Die Dauer der Fluglehrerausbildung ist in der Verordnung über Luftfahrtpersonal (→ *LuftPersV*) und Ausbildungs- und Prüfungsrichtlinien festgelegt. Die Ausbildung erfolgt in zwei Stufen:
- Erfolgreiche Teilnahme an einem amtlich anerkannten Ausbildungslehrgang von mindestens drei Wochen Dauer mit mindestens 80 Unterrichtsstunden. Die für die jeweilige Lehrberechtigung notwendige Flugausbildung muss darin enthalten sein.
- Eine dem Ausbildungslehrgang folgende, erfolgreiche Ausbildungstätigkeit unter Aufsicht.

Arbeitsplatz eines Fluglotsen

Flugleiter
Bezeichnet den Leiter des operativen Flugbetriebs eines → *Flugplatzes*. Seine Hauptaufgabe ist die Sicherstellung eines sicheren Flugbetriebs am Flugplatz; so entscheidet er beispielsweise, wann ein Flugplatz wegen schlechten Wetters geschlossen wird.
Rechtsgrundlage des Flugleiters ist die (→ *LuftVZO*); der Interessenverband der Flugleiter ist der → *VDF*.

Fluglotse
Auch Lotse, Flugverkehrsleiter, engl.: Air Traffic Controller. Oberbegriff für Personen, welche die → *Flugverkehrskontrolle* im Rahmen der → *Flugsicherung* operativ durchführen.
Analog zur Gliederung der Flugsicherung in die → *Platzkontrolle* im → *Tower* und die → *Bezirkskontrolle* im → *Kontrollzentrum* unterscheidet man zwischen → *Tower-Lotsen* und → *Center-Lotsen*.
Center-Lotsen sind für die Bezirkskontrolle zuständig; sie arbeiten im Kontrollzentrum und arbeiten meist als Tandem, bestehend aus einem → *Radarlotsen* (Executive) und einem → *Planungslotsen* (Coordinator).
Auch bei den → *Anflug-Lotsen* (Approach Lotsen) der → *Anflugkontrolle* handelt es sich um Center Lotsen. Je nachdem wo die Anflugkontrolle untergebracht ist können sie aber in einem Kontrollzentrum oder im → *Tower* eines → *Flugplatzes* arbeiten. Die Tower-Lotsen befinden sich im Tower des Flugplatzes und führen die Platzkontrolle durch. Dagegen gehören die → *Marshaller*, die das Flugzeug am Boden zu seiner Parkposition weisen, nicht zu den Lotsen.

Flugmanagement-System
→ *FMS*.

Flugmanöver
→ *Kunstflug*.

Flugmechanik
Die Flugmechanik befasst sich mit der Anwendung der Gesetze der Mechanik und Dynamik auf Flugzeuge.
Aufgabe der Flugmechanik ist es, die am Flugzeug wirkenden → *Kräfte* und → *Momente* zu bestimmen, und daraus den → *Flugzustand* mit seinen → *Zustandsgrößen* und die → *Stabilität* des Flugzeugs zu berechnen. Zur Darstellung der Kräfte und Zustandsgrößen bedient sich die Flugmechanik unterschiedlicher → *Koordinatensysteme*.

Flugmedizin
Bezeichnung für ein Teilgebiet der Medizin, das in die zwei Teilbereiche Luftfahrt- und Raumfahrtmedizin zerfällt. Dennoch werden die Begriffe Flug- und Luftfahrtmedizin gelegentlich und insbesondere im Volksmund synonym verwendet. Die Luftfahrtmedizin wird von fliegerärztlichen Sachverständigen (sogenannten Fliegerärzten) praktiziert und beschäftigt sich mit folgenden Fragen:
- Erforschung des menschlichen Verhaltens unter Flugbedingungen wie z. B. fehlender oder geringer → *Schwerkraft*, die Belastung durch Strahlung in großen → *Flughöhen*, schlechte Sauerstoffversorgung, die Überwindung großer Distanzen über mehrere Zeitzonen hinweg oder geringe Bewegung (→ *Economy Class Syndrom*, → *Flugangst*, → *Flugreisetauglichkeit*, → *Hypoxie*, → *Hyperventilation*, → *Jet Lag*)
- Flugphysiologie: Anpassung des menschlichen Organismus an die veränderten Umweltbedingungen und die Realisierung von Schutzmaßnahmen (→ *Druckkabine*, Anzüge, Sauerstoffversorgung)
- Auslese und Prüfung von professionellem fliegerischem Personal (→ *Crew*), entsprechend der gesetzlichen Bestimmungen (→ *Flugtauglichkeitsklasse*)
- Flugunfallmedizin: Aufklärung von Flugunfällen

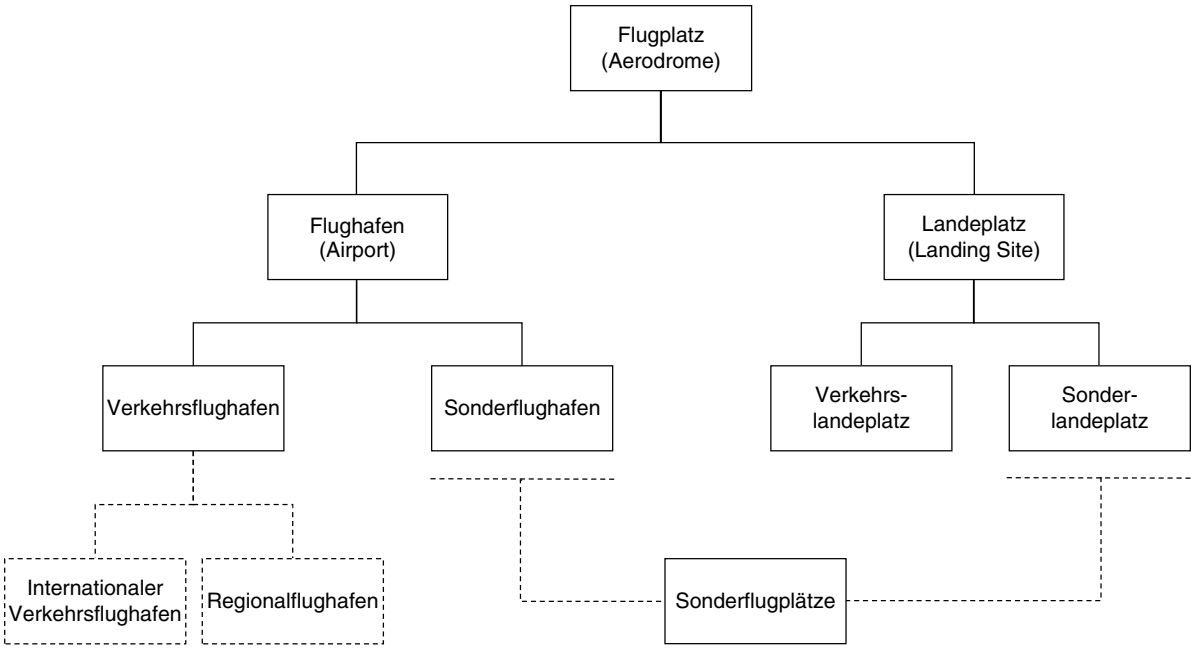
In Deutschland ist Flugmedizin dreigliedrig aufgestellt:
- Dezentrale → *Fliegerärzte* in der Fläche (AME, Authorized Aeromedical Examiner).
- Einige wenige, zentralisierte Flugmedizinische Zentren (AMC, Aeromedical Center) an → *Flugplätzen* oder bei der → *DLR*.
- Zentralisierte flugmedizinische Abteilung (AMS, Aeromedical Section) beim Luftfahrtbundesamt (→ *LBA*).

Der Interessenverband der Luft- und Raumfahrtmedizin ist die → *DGLRM*.

Links
→ *http://www.teamflugmedizin.de/*
→ *http://www.flugmedizin.org/*
→ *http://www.aeromed-info.de/*

Flugmedizinisches Zentrum
→ *Flugmedizin*.

Flugnummer
International Flight Number genannt, obwohl der offizielle Begriff Flight Code ist. Bezeichnung für einen eindeutigen Identifikationscode für eine kommerzielle Flugverbindung.
Die Flugnummer setzt sich immer aus zwei Buchstaben und drei oder vier Zahlen zusammen.
Die Buchstaben identifizieren dabei die → *Luftverkehrsgesellschaft* (Two-Letter-Code) und die Ziffern die Flugverbindung. Dabei hat jede Luftverkehrsgesellschaft ihr eigenes Schema für die Zuordnung der Flugverbindungen. Mögliche Grundlagen für die Verteilung von Flugnummern kann eine Unterscheidung zwischen nationalen und internationalen oder zwischen ins Drehkreuz einfliegenden und vom Drehkreuz herausfliegen-



Systematik der Flugplätze

den Flügen sein, denen dann z. B. dreistellige oder vierstellige bzw. gerade und ungerade Flugnummern zugeteilt werden. Für Verbindungen die mehrmals täglich zwischen Zielen angeboten werden hat es sich bewährt die Flugnummer numerisch über den Tag ansteigen zu lassen.
Einstellige Flugnummern werden selten vergeben und beziehen sich auf besondere Flüge, seinerzeit etwa die Concorde-Verbindungen oder historische Verbindungen.
Flugnummern über 9.000 werden international üblich für Überführungsflüge verwendet.
Flugnummern eines verunglückten Fluges werden in der Regel aus dem Bestand genommen und nicht wieder verwendet.

Flugphase
→ *Flugabschnitt*.

Flugphysiologie
→ *Flugmedizin*.

Flugplan
1. Ein Hilfsmittel für die → *Flugsicherung* zur Überwachung und Koordinierung des → *Luftraums*.
   Jeder von der Flugsicherung kontrollierte Flug muss vorab mit einem Flugplan angemeldet und dokumentiert werden. Darin finden sich Informationen über das Flugzeug (z. B. Typ, → *Rufzeichen*, Gewicht), die geplante Route (z. B. Start- und Zielort, geplante Startzeit, gewünschte → *Flughöhe* und → *Fluggeschwindigkeit*, geplante Wegpunkte) sowie über die Ladung und Passagiere an Bord.
   Die Angaben des Flugplans sind Grundlage für die → *Kontrollstreifen*, mit denen die → *Flugverkehrskontrolle* im → *Kontrollzentrum* über benachbarte → *Kontrollbezirke* bzw. über benachbarte Sektoren eines Kontrollbezirks hinweg koordiniert wird.
   Prinzipiell müssen Flugpläne für alle → *Instrumentenflüge* aufgegeben werden. Für → *Sichtflüge* ist die Abgabe nur in besonderen Fällen vorgeschrieben, z. B. bei Flügen ins Ausland, in bestimmte → *Flugbeschränkungsgebiete*, und bei Nacht. In den meisten anderen Fällen ist die Abgabe optional, aber mit Vorteilen verbunden. So überwacht z. B. die Luftverkehrskontrolle die Ankunftszeit von Flügen mit einem Flugplan. Ist das Flugzeug vermisst helfen die Angaben des Flugplans (z. B. Typ und Farbe des Flugzeugs, geplante Flugzeit und verfügbarer → *Kraftstoff* an Bord) bei der Suche. Flugpläne werden vom → *Flugberatungsdienst* entgegengenommen. Für → *Luftverkehrsgesellschaften* sind besondere Systeme installiert, die die Abgabe großer Mengen von Flugplänen automatisch erlauben.
   Die Vorlage für einen solchen Flugplan kann auf der Website der Deutschen Flugsicherung heruntergeladen werden.
2. Bezeichnung für Veröffentlichungen in Form von Broschüren, CDE-ROMs oder im Internet, die von Luftverkehrsgesellschaften (und teilweise auch von Flugplätzen) herausgegeben werden, mit dem Ziel, Kunden über das Flugangebot (z. B. Flugnummern, Flugzeiten, Abflug- und Ankunftsorte) der Gesellschaft bzw. des Flugplatzes zu informieren.

Flugplanung
→ *Flugvorbereitung*.

Flugplatz
Engl.: Aerodrome. Im Deutschen der Oberbegriff für alle Gelände, deren Zweck die Durchführung sicherer → *Starts* und → *Landungen* von Flugzeugen ist. Unterteilung der Flugplätze nach LuftVG
Nach dem Luftfahrtverkehrsgesetz (→ *LuftVG*) unterscheidet man innerhalb der Flugplätze zwischen einem → *Flughafen*

(engl.: Airport), einem Landeplatz (engl.: Landing Site) und einem Segelflugplatz bzw. Segelfluggelände (engl.: Glider Site). Das wichtigste Merkmal eines Flughafens gegenüber den anderen Flugplatz-Kategorien ist sein Bauschutzbereich. Dieser stellt im Wesentlichen ein definiertes Gelände dar, in dem die → *Hindernisfreiheit* (die z. B. zur Durchführung von → *Instrumenten-Anflügen* benötigt wird) gewährleistet ist.
Demgegenüber verfügen Landeplätze maximal über einen beschränkten Bauschutzbereich, der einen sicheren Betrieb für → *Sichtflüge* erlaubt. Während Flughäfen primär dem Linien- und → *Charterflugverkehr* (→ *Verkehrsfliegerei*) dienen, bilden die Landeplätze eine zusätzliche Infrastruktur für die allgemeine Luftfahrt (→ *Luftverkehr*).
Der Segelflugplatz dient ausschließlich dem → *Segelflug* sowie gegebenenfalls Sportflügen von → *Hängegleitern*, → *Paragliedern* oder → *Ultraleichtflugzeugen*.
Darüber hinaus unterschiedet das LuftVG für Flughäfen und Landeplätze zwischen Verkehrsflughäfen und Sonderflughäfen, bzw. Verkehrslandeplätzen und Sonderlandeplätzen. Verkehrsflughäfen und Verkehrslandeplätze sind Teil der öffentlichen Infrastruktur, d. h. sie dienen dem allgemeinen Luftverkehr und sind von „jedermann“ nutzbar. Außerdem unterliegen sie der sogenannten Betriebspflicht, d. h. sie müssen zu den veröffentlichen Öffnungszeiten für startende und landende Flugzeuge zur Verfügung stehen. Dagegen sind Sonderflughäfen und Sonderlandeplätze nicht für die allgemeine Luftfahrt offen, und unterliegen auch nicht der Betriebspflicht. Sonderflughäfen und Sonderlandeplätze werden zusammengefasst auch als Sonderflugplätze bezeichnet.
Darüber hinaus ist im deutschen Sprachgebrauch der Begriff des Regionalflughafens geläufig. Er wird zur Abgrenzung gegenüber einem der 17 internationalen Verkehrsflughäfen in Deutschland verwendet, und bezeichnet meist kleinere Verkehrsflughäfen mit einem hohen Anteil an Zubringerverkehr zu größeren Flughäfen (z. B. Flughafen Paderborn-Lippstadt) oder zu einem → *Hub*.
Hubschrauberlandeplätze dienen – wie der Name schon vermuten lässt – ausschließlich dem Start und der Landung von → *Hubschraubern* und fallen überwiegend in die Kategorie der Sonderlandeplätze. Sie findet man z. B. bei Krankenhäusern und Polizeiwachen. Militärflugplätze – die oft auch als → *Fliegerhorst* bezeichnet werden – unterliegen besonderen Sicherheits- und Geheimhaltungsvorschriften und werden vom Militär betrieben. Sie stehen der Verkehrsfliegerei oder der allgemeinen Luftfahrt in der Regel nicht zur Verfügung. Eine Ausnahme hier bildet Rostock-Laage als kombinierter Fliegerhorst und Verkehrsflughafen.

ICAO-Ortskennung

Flugplätze verfügen über eine Ortskennung, die international von der → *ICAO* standardisiert ist. Diese Ortskennung besteht aus vier Zeichen, wobei die ICAO für Deutschland folgende Kennungen reserviert hat:

- EDDx = Internationaler Verkehrsflughafen, z. B. Frankfurt (Main): EDDF.
- EDxx = Ziviler Verkehrsflughafen oder Verkehrslandeplatz, z. B. Flughafen Dortmund: EDLW.
- ETxx = Militärflugplatz, z. B. Gütersloh: ETUO.

In Deutschland sind zur Zeit die Flughäfen Berlin-Schönefeld, Berlin-Tempelhof, Berlin-Tegel, Bremen, Dresden, Düsseldorf, Erfurt, Frankfurt (Main), Hamburg, Hannover, Köln-Bonn, Leipzig-Halle, München, Münster-Osnabrück, Nürnberg, Saarbrücken und Stuttgart als internationale Verkehrsflughäfen ausgewiesen.

Flugplatzkontrolle

→ *Platzkontrolle*.

Flugprofil

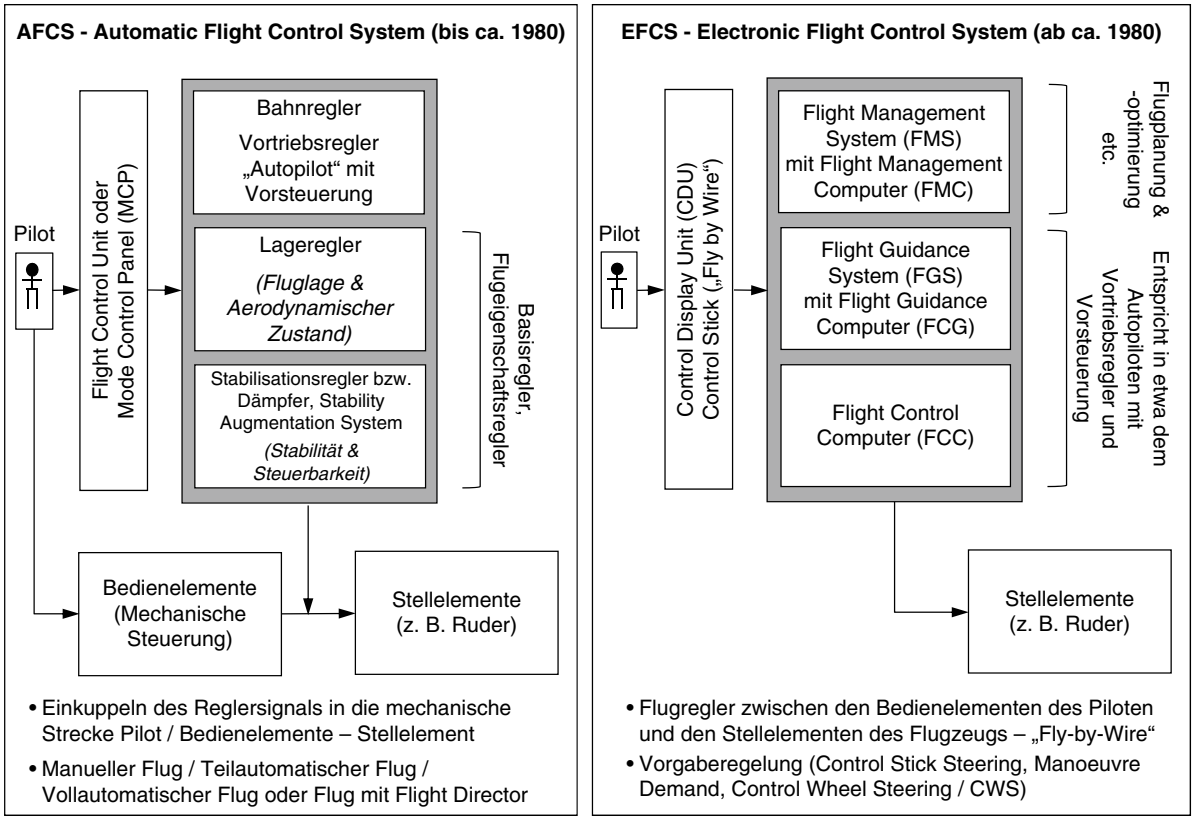
Bezeichnung für eine Beschreibung der unterschiedlichen → *Flugabschnitte* eines Fluges, und der dabei auftretenden Flughöhen. Flugprofile werden z. B. → *STARs* und → *SIDs* hinterlegt.

Flugregler

Engl.: Flight Control System, FCS. Übergreifende Bezeichnung für Systeme, die mit Sensoren → *Zustandsgrößen* des Flugzeugs erfassen, sie mit Sollwerten vergleichen, und Abweichungen mit Hilfe der Stellelemente des Flugzeugs (z. B. → *Ruder*, → *Triebwerksschub*) ausgleichen.
Unter den Begriff Flugregler verbergen sich zahlreiche Systeme, die sich in ihrer Aufgabe (Ebene) und ihrer Funktionsweise (Zusammenspiel zwischen Pilot und Flugregler) unterscheiden. Im folgenden soll ein kurzer Überblick über die wichtigsten Systeme gegeben werden.

Ebenen und Aufgaben von Flugreglern bis ca. 1980

Rudimentäre Formen des Flugreglers gibt es fast so lange wie Flugzeuge selber. Bis ca. 1980 hatten sie sich zu komplexen Systemen entwickelt, die auch als Automatic Flight Control Systems (→ *AFCS*) bezeichnet werden. Typischerweise bestehen sie aus drei hierarchisch abgeordneten Ebenen die unterschiedliche Aufgaben wahrnehmen.
Der → *Stabilisationsregler* (auch Dämpfer oder Stability Augmentation System, SAS) bildet die unterste Ebene des Flugreglers. Seine wichtigste Aufgabe ist die Verbesserung der Flugeigenschaften des Flugzeugs, insbesondere die Erhöhung von → *Stabilität* und → *Steuerbarkeit*. Dies wird durch die Regelung der unterschiedlichen Drehraten (→ *Nickrate*, → *Rollrate* und → *Gierrate*) erreicht.
Der → *Lageregler* stellt die nächst höhere Ebene eines Flugreglers dar. Seine Aufgabe ist die Stabilisierung der Fluglage (also des → *Nickwinkels*, des → *Rollwinkels* und des → *Gierwinkels*) und des aerodynamischen Zustands (→ *Anstellwinkel* und → *Schiebewinkel*). Der Lageregler setzt in seiner Funktionsweise auf dem Stabilisationsregler auf; beide zusammen werden auch als Basisregler oder Flugeigenschaftsregler bezeichnet.
Kommt es (z. B. durch eine Windböe) zu einer ungewollten Veränderung der Fluglage des Flugzeugs, so wird diese zwar vom Lageregler automatisch ausgeglichen, nicht aber die inzwischen entstandene Abweichung des Flugzeugs von seiner Flugbahn. Dies ist Aufgabe der dritten Ebene des Flugreglers, des sogenannten → *Bahnreglers*.
Der Bahnregler wird meist als → *Autopilot* (einfache Formen in den 50er Jahren, ab den 60er Jahren verbesserte Versionen mit → *Vortriebsregler*) bezeichnet und verfügt über verschiedene Betriebsarten mit denen Bahnparameter wie Kurs, Höhe, und Geschwindigkeit gehalten oder mit einfachen Hilfstrajektorien angeflogen werden. Die Sollwerte für den Autopiloten werden vom Piloten über ein Eingabegerät (Flight Control Unit, abgekürzt FCU, oder Mode Control Panel, abgekürzt MCP) eingegeben.
Der Übergang zu digitalen Reglern führte in den 70er Jahren zur Entwicklung von integrierten Bahnreglern, die statt einzelner Bahnparameter alle Zustandsgrößen parallel regeln. Gleichzeitig wird durch die Einführung einer → *Vorsteuerung* die Führungsgenauigkeit dieser Bahnregler stark verbessert.



Flugregler (Flight Control System, FCS)

Betriebsarten des AFCS

Bis in die 80er Jahre war die direkte mechanische Verbindung zwischen den Bedienelementen des Piloten (z. B. Steuerknüppel, Pedale) und den Stellelementen des Flugzeugs (z. B. Ruder) durch metallische Seilzüge ein Grundprinzip ziviler Flugzeuge. Signale des Flugreglers müssen mechanisch in diese Verbindung eingekuppelt werden; dabei kann es zu Konflikten zwischen den Eingaben des Piloten und den Reglersignalen kommen. Diese Anordnung erlaubt den manuellen Flug, den manuellen Flug mit Unterstützung durch den → *Flight Director* und den vollautomatischen Flug.

Der rein manuelle Flug, bei dem der Pilot sowohl die Stabilisierung des Flugzeugs als auch die Lage- und Bahnregelung übernimmt, ist bei Flugzeugen mit Flugreglern selten. Meist bleibt zumindest der Stabilisationsregler aktiv und entlastet den Piloten von permanenten Steuereingaben die z. B. zum Ausgleich von Windböen nötig sind (manueller Flug mit Reglerunterstützung).

Das Gegenteil vom manuellen Flug ist der vollautomatische Flug (auch Flug mit Autopilot oder Autopilot-Betriebsart genannt) bei dem der Pilot Sollwerte für Höhe, Geschwindigkeit und Kurs über ein Reglerbediengerät eingibt. Oft findet auch eine Arbeitsteilung statt, bei der der Pilot z. B. die Steuerung der Längs- und Vertikalbewegung übernimmt, die Regelung der Seitenbewegung aber dem Flugregler überlässt. Die Signale des Autopiloten sind am Steuerknüppel und Schubhebel sichtbar und können vom Piloten überwacht werden. Der Pilot kann jederzeit eingreifen und den Autopiloten (z. B. bei Versagen oder Ausfall) mit seinen Eingaben sozusagen überstimmen. Beim Flug mit Unterstützung durch den Flight Director berechnet der Flugregler die zum Erfliegen einer Trajektorie erforderlichen Zustandsgrößen (z. B. Roll-, Nick- und Gierwinkel) und gibt sie dem Piloten über ein Head-up Display (→ *HUD*) und/oder den → *ADI* als Soll-Werte vor. Der Pilot führt die Vorgaben des Reglers dann meist mit Hilfe des untergeordneten Stabilisationsreglers aus. Diese Betriebsart ist z. B. zum Einfliegen auf einen Leitstrahl geeignet.

Flugregler ab ca. 1980

Ab ca. 1980 erfolgte im zivilen Flugzeugbau der Übergang von der mechanischen zu einer elektronischen Verbindung zwischen Pilot und Stellgliedern. Diese auch als → *Fly-by-Wire* bezeichnete Steuerung wurde erstmals beim Airbus A320 (Erstflug 22. Februar 1987) serienmäßig eingesetzt.

Der Flugregler tritt nun zwischen den Piloten und die Stellglieder des Flugzeugs. Dadurch wird eine neue Betriebsart, die sogenannte → *Vorgaberegelung* (engl.: Control Stick Steering oder Manoeuvre Demand, früher auch Control Wheel Steering, → *CWS*) möglich: Der Pilot gibt seine Kommandos zunächst über einen → *Side Stick* an den Flugregler; dieser interpretiert die Signale und steuert die Stellelemente des Flugzeugs entsprechend an.

Moderne Flugregler mit Fly-by-Wire Steuerung werden auch als Electronic Flight Control System (→ *EFCS*) bezeichnet. Sie verfügen über einen Flight Control Computer (→ *FCC*) mit einem übergeordneten Flight Guidance System (→ *FGS*), dessen Kern der Flight Guidance Computer (FGC) ist. Diese Systeme übernehmen die Aufgaben der traditionellen Systeme

Stabilisationsregler, Lageregler, Bahnregler bzw. Autopilot mit Vortriebsregler und Flight Director.
Die oberste Ebene des EFCS stellt das Flight Management System (→ *FMS*) mit dem Flight Management Computer (FMC) dar. Dieses erweitert den Aufgabenbereich des Flugreglers um Aufgaben der Flugplanung und Flugoptimierung, der Einhaltung von Flugbereichsgrenzen (Flugenveloppe, Flight Envelope) und der Überwachung des Flugablaufs. Die Schnittstelle des FMS zum Piloten ist die Control and Display Unit (→ *CDU*).
Gelegentlich werden das FMS auch mit dem FGS zum sogenannten Flight Management and Guidance System (FMGS) zusammengefasst.

Active Control und Control Configured Vehicle

Besonders bei Militärflugzeugen reduziert man die Stabilität des ungeregelten Flugzeugs, um so den → *Widerstand* zu verringern und die Manövrierfähigkeit zu erhöhen. In diesem Fall ist ein Flugregler unbedingt zur künstlichen Erzeugung der Stabilität im Flug erforderlich. Dieses Prinzip wird auch als → *Active Control* bezeichnet. Unter einem → *Control Configured Vehicle* versteht man ein Flugzeug, dessen Flugverhalten völlig vom Flugregler abhängig ist.

Flugreisetauglichkeit

Ein Begriff aus dem Bereich der → *Flugmedizin*. Bezeichnung für einen Zustand, in dem eine Flugreise als Passagier zulässig ist. Ein Reihe von Erkrankungen und eventuell kurz vorher durchgeführte Operationen bergen ein erhöhtes gesundheitliches Risiko für den Flugreisenden und können die Flugreisetauglichkeit herabsetzen. Ein zugelassener → *Fliegerarzt* kann vor einer Flugreise eine Untersuchung vornehmen und die Flugreisetauglichkeit bestimmen.

Flugschau

Bezeichnung für jede Zurschaustellung fliegenden Gerätes im Rahmen einer Veranstaltung oder Messe. Die Fluggeräte können statisch am Boden ausgestellt sein („on Display“) oder auch fliegend vorgeführt werden („Inflight“) oder – falls z. B. der → *Flugplatz* nicht groß genug für die → *Landung* ist – in niedriger Höhe und Geschwindigkeit einmal oder mehrfach vorbeifliegen, ohne zu landen („fly by“).

Flugschein

→ *Ticket*.

Flugsicherung

Abgekürzt mit FS; auch Flugverkehrsdienst oder international Air Traffic Service (*ATS*) genannt.
Die Flugsicherung ist eine wesentliche Komponente des Air Traffic Managements (→ *ATM*). Zu ihren Hauptaufgaben gehören der → *Flugverkehrskontrolldienst* (ATC), der → *Fluginformationsdienst* (FIS), der → *Flugberatungsdienst* (AIS), der → *Flugfernmeldedienst* (AFS) und der → *Alarmdienst*. Darüber hinaus betreibt und wartet sie die technischen Anlagen für der Flugsicherung (z. B. → *VOR* und → *NDB* Stationen, → *Radar*, → *Instrumenten-Landesystem*) und veröffentlicht Informationen und Anweisungen für den Flugverkehr z. B. in → *Luftfahrthandbüchern* (AIP), → *AIC* und → *NOTAM*s.
Die Flugsicherung ist eng verknüpft mit der → *Lufthoheit* eines Landes; daher wird sie meist durch staatliche Agenturen oder durch Unternehmen die unter strenger Kontrolle des Staates sind (z. B. die → *DFS* in Deutschland) durchgeführt.
Es gibt auch privatwirtschaftliche Organisationen, die mit Aufgaben der Flugsicherung betraut sind; ein Beispiel ist die International Aeradio Ltd (IAL), die in Staaten des Mittleren Ostens tätig ist. Auch in diesem Fall behalten sich die Staaten jedoch zur Wahrung ihrer Lufthoheit einen ultimativen Einfluss auf Richtlinien und Arbeitsweisen der Flugsicherung vor.
In Deutschland werden die Aufgaben der Flugsicherung von der → *DFS* wahrgenommen, in der Schweiz von der → *Skyguide*, in England von der → *CAA* und in den USA von der → *FAA*. Durch die Gründung von → *Eurocontrol* wurde eine Instanz zu Koordinierung der Flugsicherung auf europäischer Ebene geschaffen.

Flugsimulator

→ *Simulator*.

Flugstabilität

→ *Stabilität.*

Flugsteig

Engl.: Gate. Ein Begriff aus der Verkehrsfliegerei und dort aus dem Bereich der → *Fluggastabfertigung*.
Bezeichnet einen Warte- und Sammelbereich auf der → *Luftseite* des → *Terminals*, in dem die → *Passagiere* auf ihren Flug warten, und nach dem Aufruf des Fluges den Einsteigevorgang (→ *Boarding*) beginnen. Das Gate besteht aus dem Wartebereich und allen technischen Einrichtungen (Ticketleser, Drehkreuze, PCs, Tresen, Anzeigetafeln etc.), welche es dem Bodenpersonal einer → *Luftverkehrsgesellschaft* oder von ihm beauftragten Drittfirmen erlaubt, das Boarding vorzunehmen.
Flugsteige können mit einer → *Fluggastbrücke*, einer Rampe für Busse, die Passagiere zum Flugzeug befördern, oder mit einer einfachen Tür, durch die die Passagiere über das → *Vorfeld* zum Flugzeug gelangen, ausgestattet sein.
Darüber hinaus können sich Schalter der → *Luftverkehrsgesellschaften* am Flugsteig befinden, an denen Passagiere ohne Gepäck den → *Check-in* durchführen können (sog. Gate Check-in).

Flugtauglichkeitsklasse

Ein Begriff aus der → *Flugmedizin*. Aus Gründen des Schutzes der Allgemeinheit verlangt der Gesetzgeber eine ausreichende körperlichen Eignung zum Führen eines Luftfahrzeugs. Die Eignung wird von einem dafür ausgebildeten → *Fliegerarzt* nach eingehender fliegerärztlicher Untersuchung unter Berücksichtigung von Erkenntnissen der → *Flugmedizin* festgestellt. Der Fliegerarzt muss dabei für die Untersuchung und Feststellung einer bestimmten Flugtauglichkeitsklasse explizit die Berechtigung für diese Klasse haben. Die Erstuntersuchung wird an einem Flugmedizinischen Zentrum (Aeromedical Center, AMC) durchgeführt, von dem es mehrere in Deutschland gibt.
Nach erfolgter und erfolgreicher Untersuchung kann der Fliegerarzt ein entsprechendes Flugtauglichkeitszeugnis ausstellen, das international verkürzt als Medical bezeichnet wird.
Generelle Fluguntauglichkeit liegt vor, wenn der Proband eine oder mehrere der folgenden Indikationen aufweist:

- Angina pectoris, Herzinfarkt, Herztransplantation
- Hypertonie über 160/95
- Extreme Fettsucht
- Epilepsie
- Unklare Anfälle von Bewusstseinsverlust
- Psychotische Erkrankungen wie Schizophrenie oder schwere Depression
- Schwere Persönlichkeitsstörungen, Selbstmordversuch
- Insulinpflichtiger Diabetes Mellitus (Zuckerkrankheit)
- Alkoholismus
- Suchterkrankungen
- Blutgerinnungsstörungen (angeboren oder medikamentös)

Inhaber eines Flugtauglichkeitszeugnisses dürfen die Rechte nicht ausüben, wenn sie in ihrer körperlichen oder geistigen Leistungsfähigkeit temporär eingeschränkt sind, beispielsweise als Folge einer Operation, der Einnahme von Medikamenten oder bei Schwangerschaft. Vielmehr müssen sie sich dann erneut fliegerärztlich untersuchen lassen.
Je nach Umfang der → *Pilotenlizenz* unterscheidet man verschiedene Klassen der Flugtauglichkeit, die im Laufe der Zeit modernen Gegebenheiten angepasst wurden. Nach der alten Richtlinie, die bis zum 30. April 2003 gültig war, gab es drei verschiedene Tauglichkeitsklassen:

- Klasse 1: Für Verkehrspiloten mit einer → *ATPL* und auch für Führer von Luftschiffen, Flugnavigatoren, → *Fluging-enieure* oder Bordwarte bei staatlichen Stellen wie BGS oder der Polizei.
- Klasse 2: Für Berufspiloten mit einer → *CPL*
- Klasse 3: Für Privatpiloten mit einer → *PPL*, z. B. für Motorflugzeug, Motorsegler, Segelflug, Hubschrauber, Freiballone (→ *Ballon*) und Ultraleichtflugzeuge.

Nach den neuen Richtlinien (→ *JAR*), die seit dem 1. Mai 2003 gelten, gibt es nur noch zwei Tauglichkeitsklassen. Sie ergeben sich aus den alten Klassen 1, 2 und 3, indem die alten Klassen 1 und 2 zur neuen Klasse 1 zusammengelegt wurden. Entsprechend unterscheidet man jetzt:

- Klasse 1: Für Verkehrspiloten (mit ATPL) und Berufspiloten (mit CPL). Klasse 1 schließt Klasse 2 mit ein.
  Die Gültigkeit eines Tauglichkeitszeugnisses der Klasse 1 beträgt 12 Monate bis zum vollendeten 40 Lebensjahr, danach 6 Monate.
- Klasse 2: Für alle Privatpiloten mit PPL (inklusive Ultraleichtpiloten).
  Die Gültigkeit eines Tauglichkeitszeugnisses der Klasse 2 beträgt bis zum 30. Lebensjahr 60 Monate, bis zum 50. Lebensjahr 24 Monate und ab dem 50. Lebensjahr 12 Monate.

Es gilt, dass die Untersuchungen insgesamt aufwändiger und umfangreicher geworden sind. Die Anforderungen an Klasse 1 ergeben sich aus folgender Übersicht:

	EKG	Lunge	Hämoglobin	Harn	Augen	HNO
Erstuntersuchung	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Bis 30 Jahren	Alle 5 Jahre	entfällt	Ja	Ja	entfällt (neu)	Alle 5 Jahre
Bis 40 Jahren	Alle 2 Jahre	Alle 5 Jahre	Ja	Ja	entfällt (neu)	Alle 5 Jahre
Bis 50 Jahren	Jährlich	Alle 2 Jahre	Ja	Ja	Alle 2 Jahre	Alle 2 Jahre
Über 50 Jahren	Alle 6 Monate.	Alle 2 Jahre	Ja	Ja	Alle 2 Jahre	Alle 2 Jahre

Zusätzlich wird bei der Erstuntersuchung ein EEG (Hirnstrommessung) angefertigt.
Eine Untersuchung für die Verlängerung eines Tauglichkeitszeugnisses kann frühestens 45 Tage vor Ablauf eines Zeugnisses erfolgen. Liegt kein Flugtauglichkeitszeugnis aus der Vergangenheit vor ist eine aufwändige Erstuntersuchung durchzuführen.
Für Fallschirmspringer ist eine fliegerärztliche Untersuchung nicht nötig. Für sie ist ein Gesundheitsattest des Hausarztes ausreichend.

Flugtest
→ *Flugerprobung*.

Flugticket
→ *Ticket*.

Flugüberwachungszone
→ *Identifizierungszone*.

Flugunfallmedizin
→ *Flugmedizin*.

Flugunfall-Untersuchungsgesetz
→ *FlUUG*.

Fluguntauglichkeit
→ *Flugtauglichkeitsklasse*.

Flugverkehrsberatungsdienst
Ein Dienst der → *Flugsicherung*, der angewendet wird wenn aufgrund mangelnder Informationen die → *Flugverkehrskontrolle* für den → *IFR*-Flugverkehr nicht durchgeführt werden kann. Die Flugsicherung führt dann eine Staffelung der bekannten Flugzeuge im Luftraum durch; der Flugberatungsdienst entspricht damit quasi einem erweiterten → *Fluginformationsdienst*.

Flugverkehrsdienst
→ *Flugsicherung*.

Flugverkehrskontrolldienst
Engl.: Air Traffic Control (ATC); in der Schweiz auch Flugverkehrsleitdienst. Ein Teil der → *Flugsicherung*, der den Flugverkehr im → *Luftraum* und am Boden überwacht und leitet.
Ziel des Flugverkehrskontrolldienstes ist die Vermeidung von Zusammenstößen und kritischen Situationen sowohl in der Luft als auch am Boden. Hierbei müssen sowohl Kollisionen zwischen Flugzeugen, als auch zwischen Flugzeugen und ruhenden oder bewegten Objekten allgemein (z. B. Gebäude und Bodenfahrzeuge am → *Flugplatz*) vermieden werden. Gleichzeitig soll der Flugverkehr möglichst reibungslos und zügig abgewickelt werden, damit die vorhandenen Kapazitäten z. B. des Luftraums oder der → *Start- und Landebahnen* möglichst wirtschaftlich genutzt werden.
Diese Aufgabe erfordert im Wesentlichen die → *Staffelung* der Flugzeuge, die Überwachung der Einhaltung von horizontalen und vertikalen → *Mindestabständen*, und die Überwachung der → *Sicherheitshöhen*. Hauptfokus ist dabei der → *Instrumentenflug*; teilweise werden aber auch Dienste für den → *Sichtflug* angeboten.
Stehen nicht ausreichend Informationen über den zu kontrollierenden Flugverkehr zur Verfügung, so wird statt des Flugverkehrskontrolldienstes nur ein → *Flugverkehrsberatungsdienst* durchgeführt.

Gliederung des Flugverkehrkontrolldienstes
Der Flugkontrolldienst unterteilt sich in die → *Bezirkskontrolle* (auch Streckenkontrolle, En Route Kontrolle oder Area Control genannt), die → *Anflugkontrolle* (auch Approach Control oder TRACON genannt) und die → *Platzkontrolle* (auch Flugplatzkontrolle, Airport Control, Aerodrome Control, ADC, oder Local Control genannt).

Die Bezirkskontrolle überwacht Flugzeuge im → *Streckenflug* und erteilt Flugzeugen, die auf einem umliegenden Flugplatz landen wollen, die Erlaubnis zum → *Sinkflug*.
Die Anflugkontrolle übernimmt das sinkende Flugzeug sobald es den → *Nahverkehrsbereich* (→ *TMA*) des Flugplatzes erreicht hat, und führt es, meist auf standardisierten Anflugrouten (→ *STAR*s), bis in die unmittelbare Nähe des Flugplatzes. Dort übernimmt die Platzkontrolle das Flugzeug; sie erteilt auch die Landeerlaubnis und führt das Flugzeug, oftmals mit Hilfe eines → *Instrumentenlandesystems*, bis an den Boden. Nach dem Verlassen der → *Landebahn* übernimmt die → *Bodenkontrolle* (Ground Control) das Flugzeug und führt es bis zu seiner → *Parkposition*. Bei großen → *Flughäfen* kann die Bodenkontrolle in eine → *Rollkontrolle* und eine Vorfeldkontrolle (Apron Control) unterteilt sein.
Startenden Flugzeugen erteilt die Bodenkontrolle die Erlaubnis zum Anlassen der → *Triebwerke* und führt sie bis an die → *Startbahn*. Die Platzkontrolle erteilt die Starterlaubnis; oftmals weist sie dem Flugzeug auch ein standardisiertes Abflugverfahren (→ *SID*) zu. Kurz nach dem Start übernimmt die Anflugkontrolle das Flugzeug und führt es bis zu äußeren Grenze des TMA (ca. 30 bis 50 km vom Startpunkt entfernt); dort übernimmt die Bezirkskontrolle das Flugzeug und reiht es in den Streckenverkehr ein.

Kontrollzentren, Tower und Lotsen

Die Bezirkskontrolle erfolgt durch → *Kontrollzentren*, die auch als Streckenkontrollzentren bezeichnet werden. Jedes Kontrollzentrum überwacht einen → *Kontrollbezirk*; dieser ist meist in mehrere Arbeitssektoren (Kontrollsektoren) aufgeteilt und kann eine oder mehrere → *Kontrollzonen* enthalten. Für die Flugsicherung im → *oberen Luftraum* (Upper Area Control, UAC) können besondere Kontrollzentren eingerichtet sein, die als Upper Airspace Control Center bezeichnet werden.
Die Überwachung im Kontrollzentrum wird von den → *Center-Lotsen* durchgeführt, die als → *Planungslotsen* (Coordinator) und → *Radarlotsen* (Executive-Lotse) arbeiten.
Die Anflugkontrolle befindet sich entweder zusammen mit der Bezirkskontrolle im Kontrollzentrum, oder im → *Tower* (*Kontrollturm*) des Flugplatzes. Sie wird ebenfalls von Center-Lotsen durchgeführt, die spezifisch als → *Anfluglotsen* bezeichnet werden.
Die Platzkontrolle (inklusive der Bodenkontrolle) erfolgt durch die → *Platzlotsen* (Towerlotsen) im Tower des Flugplatzes.

Flugverkehrsleitdienst
Bezeichnung für die → *Flugsicherung* in der Schweiz, die von der → *Skyguide* durchgeführt wird.

Flugverkehrsleiter
Bezeichnung für einen → *Fluglotsen* in der Schweiz.

Flugversuch
→ *Flugerprobung*.

Flugversuchsingenieur
Ein Berufsbild aus dem Bereich der Fliegerei. Es bezeichnet eine technisch ausgebildete Fachkraft (üblicherweise durch ein Studium der → *Luft- und Raumfahrttechnik*, der Physik oder des Maschinenbaus), die Programme zur Erprobung von Fluggerät oder Teilen davon oder (Flug-) Verfahren zusammenstellt, die im Flug auf ihre Funktion getestet werden müssen. Dem Flugversuchsingenieur obliegt dabei die Definition der Zielgrößen, der Messverfahren, der Auswertung sowie Dokumentation und in Zusammenarbeit mit einem → *Testpiloten* auch die Planung des eigentlichen Testfluges und seiner Parameter (Dauer, Verlauf, Flugmanöver etc.). Der Flugversuchsingenieur ist bei dem Testflug nicht notwendigerweise selber mit an Bord des Luftfahrzeuges.

Flugvorbereitung
Zusammenfassende Bezeichnung für Aktivitäten zur Planung eines Fluges und Vorbereitung des → *Starts*.
Die Flugvorbereitung beginnt mit der Flugplanung, in der Informationen zur Flugstrecke eingeholt, und Flugleistungen des Flugzeugs berechnet werden. Dabei werden unter anderem die folgenden Aktivitäten durchgeführt:

- Einholen von Wetterinformationen (z. B. → *METAR*, → *TAF*, → *GAFOR*) und der Flugwetterberatung.
- Einholen und Sichten der → *Luftfahrtkarten*, dabei Identifikation von Orientierungsmöglichkeiten entlang der Flugstrecke, Ausweichflugplätze, Abflug- und Anflugverfahren, Frequenzen des → *Fluginformationsdienstes* und der → *Flugverkehrskontrolle*, → *Sicherheitsmindesthöhen*, → *RDP-Gebiete*, → *kontrollierte Lufträume*. Insbesondere diese Daten legen ein → *Flugprofil* fest.
- Durchsicht der relevanten → *NOTAM*s und Einholen der Flugberatung (→ *Flugberatungsdienst*).
- Gegebenenfalls Aufgabe des → *Flugplans*, Fluganmeldung zur Grenzkontrolle bei Auslandsflügen.

Die Berechnung der Flugleistungen umfasst unter anderem:

- Die Durchsicht des → *Flugzeughandbuchs* (*AFM*) z. B. auf Betriebsgrenzen (→ *Flugenveloppe*), kritische → *Fluggeschwindigkeiten*, Fluggeschwindigkeiten bei Start und → *Landung*, Leistungseinstellungen, Prozeduren in außergewöhnlichen Flugsituationen, → *Start-* und → *Landestrecken*.
- Die Berechnung des → *Fluggewichts* und der Lage des → *Schwerpunkts*; dabei Überprüfung, ob die jeweiligen Werte innerhalb der Betriebsgrenzen des Flugzeugs liegt.
- Berechnung des benötigten → *Kraftstoffs* und der → *Reichweite*; dabei Berücksichtigung der Flugstrecke (→ *Flughöhen*, Wetterbedingungen etc.).

Im Rahmen der anschließenden Vorflugkontrolle werden unter anderem die folgenden Aktivitäten durchgeführt:

- Außencheck bzw. Sichtprüfung, z. B. Überprüfung der → *Ruder* und des → *Fahrwerks*, Sichtung von Kraftstoff- oder Öllecks, → *Fuel Draining*.
- Innencheck bzw. Cockpit-Check, dabei z. B. Überprüfung der Instrumente inklusive Navigations- und Funkgeräte, Überprüfung der Unterlagen an Bord des Flugzeugs (Luftfahrtkarten, Flugzeughandbuch, Check-Listen, → *Flugbuch* etc.).

Sofern nötig wird vor dem Anlassen der → *Triebwerke* die entsprechende Genehmigung bei der → *Platzkontrolle* eingeholt. Bei laufenden Triebwerken wird dann der → *Run-up Check* durchgeführt.
Nach dem Einholen der Rollfreigabe (sofern nötig) erfolgen weitere Checks anhand einer Check-Liste, z. B. zur Überprüfung der Ruder. Nach dem Rollen an die Startbahn erfolgt unmittelbar vor dem Start ein letzter sogenannter Pre-Take-off-Check, z. B. ob die Klappen auf den richtigen Wert für den Start gesetzt sind, alle Anzeigeinstrumente funktionieren und alle Kontrollinstrumente volle Funktionsfähigkeit z. B. der Hydraulik anzeigt. Schließlich erfolgen das Einholen der Startfreigabe und der Start.

Flugwettervorhersage
Bezeichnung für bestimmte Wetterberichte (→ *Wetter*), die von verschiedenen Stellen (→ *LBZ*) für verschiedene Zielgruppen der Fliegerei mit unterschiedlichen Informationen und Gültigkeitsdauern herausgegeben werden. Wie diese Parameter gesetzt werden kann regional unterschiedlich sein. Die wichtigsten Flugwettervorhersagen sind: → *AIRMET*, → *GAFOR*, → *GAMET*, → *METAR*, → *SIGMET*, → *SYNOP* und → *TAF*.
Das Produktangebot des Deutschen Wetterdienstes (→ *DWD*) für die Flugwettervorhersage wird als → *INFOMET* bezeichnet.

Flugwetterwarte
Abgekürzt mit FWW.
Eine Flugwetterwarte ist die meteorologische Station an einem → *Flugplatz*, die lokale meteorologische Daten sammelt, aufbereitet und weiterleitet.

Flugwindazimut
Zusammen mit dem Flugwindneigungswinkel und dem Flugwindhängewinkel beschreibt der Flugwindazimut die Richtung der → *Anströmgeschwindigkeit* gegenüber der horizontalen Ebene.
Flugwindazimut, Flugwindneigungswinkel und Flugwindhängewinkel beschreiben damit zusammen die Drehung des → *aerodynamischen Koordinatensystems* gegenüber dem → *geodätischen Koordinatensystem*.

Flugwindfestes Koordinatensystem
→ *Aerodynamisches Koordinatensystem*.

Flugwindhängewinkel
→ *Flugwindazimut.*

Flugwindneigungswinkel
→ *Flugwindazimut.*

Flugzeit
→ *Blockzeit*

Flugzeugabfertigung
Engl.: Ramp Services. Zusammenfassender Begriff für die luftseitigen → *Bodenabfertigungsdienste*, die an einem Flugzeug am Boden auf der → *Ramp* durchgeführt werden. Dazu zählen:
- → *Vorfelddienste*.
- → *Reinigungs- und Servicedienste* am Flugzeug.
- Betankungsdienste für das Flugzeug.
- Überwachung und die Verwaltung dieser Dienste (Supervision und Administration).

Wirtschaftliche Bedeutung der Abfertigungszeit
Die Flugzeugabfertigung beginnt – vom vorgelagerten → *Marshaling* einmal abgesehen – mit dem Setzen der Bremsklötze am → *Fahrwerk* des Flugzeugs (on-block) und endet mit dem Abziehen der Bremsklötze (off-block). Die Zeit, die zwischen on-block und off-block liegt wird auch als Wendezeit bezeichnet und ist von großer wirtschaftlicher Bedeutung für die Betreiber des → *Flugplatzes* und die → *Luftverkehrsgesellschaften*. Eine schnellere Abfertigung erhöht die Zeit, in der das Flugzeug Passagiere befördern kann – entsprechend der alten Regel, dass ein Flugzeug nur in der Luft Geld verdient. Für den Betreiber des Flugplatzes bedeuten schnellere Abfertigungszeiten, dass die → *Parkpositionen* schneller wieder frei werden; sie können damit häufiger genutzt oder ihre Zahl entsprechend reduziert werden.

Konzepte für die Flugzeugabfertigung
Die Flugzeugabfertigung erfordert die Koordinierung zahlreicher Arbeiten am Flugzeug, die möglichst schnell (zur Minimierung der Wendezeit), konfliktfrei, sicher (für das Personal, aber auch für die Passagiere, die → *Crew* und das Flugzeug), und umweltfreundlich (Abgase, Lärm, Müll) auf engstem Raum durchgeführt werden müssen. Prinzipiell stehen drei Konzepte zur Durchführung der Dienste zur Verfügung, die für eine optimale Flugzeugabfertigung meist zu hybriden Lösungen kombiniert werden:
- Verwendung von flugzeugeigenen Systemen
- Einsatz von mobilem Gerät auf dem Vorfeld
- Verwendung fest installierter Anlagen, sog. Fixed Distribution Networks, auf dem → *Vorfeld*.

Flugzeugeigene Systeme wie die → *APU* können z. B. zur Stromversorgung und zur Kühlung bzw. Heizung von → *Kabine* und → *Cockpit* am Boden herangezogen werden. Dadurch entfallen einige Fahrzeuge und Anlagen auf dem Vorfeld, und es steht mehr Platz zur Durchführung anderer Dienste bereit. Von Nachteil ist jedoch die hohe Lärm- und Abgasbelastung durch die Flugzeugsysteme, die typischerweise einen sehr niedrigen Wirkungsgrad am Boden haben. Laufende Flugzeugsysteme stellen auch eine zusätzliche Gefahr für das Personal auf dem Vorfeld dar; bei ungünstiger Ausrichtung der → *Parkpositionen* am → *Terminal* können auch das Terminalgebäude oder andere parkende Flugzeuge beeinträchtigt werden. Auf vielen Flugplätzen ist daher der Einsatz dieser Systeme zeitlich stark beschränkt.
Die Verwendung von fest installierten Anlagen am und im Vorfeld löst viele dieser Probleme. Gegenüber der Verwendung von Flugzeugsystemen verringern sie die Gefahr von Unfällen und reduzieren Lärm- und Abgasbelastung auf dem Vorfeld. Gleichzeitig entlasten sie das Vorfeld von Fahrzeugen und Bewegungen, und verringern den Personalbedarf und damit die Personalkosten bei der Flugzeugabfertigung. Anlagen können unter dem Vorfeld installiert sein (z. B. unterirdische Versorgung der Flugzeuge mit → *Kraftstoff*, Absaugeinrichtungen für Schmutzwasser, Versorgung des Flugzeugs mit Trinkwasser) oder an den → *Fluggastbrücken* angebracht sein (z. B. Stromversorgung, Pressluft zum Anlassen der → *Triebwerke*, Versorgung der Klimaanlage, Daten- und Kommunikationsverbindungen). Diese auch als Vehicle Free Apron bezeichneten Konzepte reduzieren die operativen Kosten der Flugzeugabfertigung, erfordern allerdings hohe initiale Investitionen in die Infrastruktur des Flugplatzes. Diese Anlagen werden daher meist nur in einfacher Ausführung installiert und allen Betreibern von Bodenabfertigungsdiensten als gemeinsame Infrastruktur-Einrichtung zentral zur Verfügung gestellt. Ihre Installation rechnet sich vor allem für Flugplätze, die eine hohe Auslastung der Parkpositionen, und damit eine häufige Nutzung der Anlagen realisieren können.
Mobile Anlagen und Fahrzeuge – z. B. Tankfahrzeuge, Wasserfahrzeuge, Fahrzeuge und Anlagen die Strom und Pressluft bereitstellen – erfordern geringere Investitionskosten und können auf wechselnden Parkpositionen eingesetzt werden. Sie sind daher besonders für Flugplätze mit einer geringeren Auslastung geeignet. Von Nachteil sind die große Ansammlung und die Vielzahl von Bewegungen von Fahrzeugen auf dem Vorfeld, die schnell zu Konflikten und Unfällen führen kann.

Betreiber der Flugzeugabfertigung

Die Flugzeugabfertigung kann zentral durch den Flugplatz selber, durch die Luftverkehrsgesellschaft die das Flugzeug betreibt, durch eine andere Luftverkehrsgesellschaft (die z. B. Dienste zentral für mehrere – oftmals kleine – oder alle Luftverkehrsgesellschaften anbietet), oder durch eine unabhängige Betreibergesellschaft (Handling Agency) durchgeführt werden. Die Kosten für Personal und Einrichtungen sind allerdings so hoch, dass sich oftmals nur geringe Gewinne realisieren lassen. Tritt der Flugplatz selbst als Betreiber auf kommt es daher häufig zu Quersubventionierungen der Flugzeugabfertigung durch Start- und → *Landegebühren*.

Flugzeugabstellposition

→ *Abstellflächen*.

Flugzeugbetankung

→ *Betankung*.

Flugzeugenteisung

→ *Enteisung*.

Flugzeugfestes Koordinatensystem

Auch körperfestes Koordinatensystem genannt. Bezeichnung für ein rechtshändiges, orthogonales → *Koordinatensystem*, das seinen Ursprung im → *Schwerpunkt* des Flugzeugs hat. Die x-Achse liegt in Richtung der Flugzeuglängsachse, die y-Achse zeigt nach Steuerbord, die z-Achse zeigt in der Symmetrieebene des Flugzeugs zum Erdboden.

Das flugzeugfeste KS gewinnt seine große Bedeutung dadurch, dass seine Achsen mit der → *Längs- (Roll)-*, → *Quer- (Nick-)* und → *Hochachse* (Gierachse) des Flugzeugs zusammenfallen. Somit lassen sich die wichtigen Flugzeugdrehungen → *Rollen*, → *Nicken* und → *Gieren* und ihre Zustandsgrößen (z. B. → *Roll-*, → *Nick-* und → *Gierwinkel*) besonders einfach beschreiben. Gleiches gilt auch für die Stellausschläge der → *Klappen* und → *Ruder* am Flugzeug.

Analog sind die Achsen des Flugzeugfesten KS gegenüber dem → *geodätischen KS* um den → *Roll,-* → *Nick-* und → *Gierwinkel* verdreht.

Die Ausrichtung der Flugzeugachsen entspricht aber nicht unbedingt der momentanen Flugbahn; beispielsweise kann ein Seitenwind zum → *Schieben* des Flugzeugs führen. Der → *Bahnschiebewinkel*, der → *Bahnanstellwinkel* und → *Bahnhängewinkel* geben dann an, wie die Achsen des Flugzeugs gegenüber seiner Flugbahn ausgelenkt sind. (vgl. auch → *flugbahnfestes KS*)

Das flugzeugfeste KS und die darin beschriebenen → *Zustandsgrößen* werden meist ohne Index oder mit dem Index [f] versehen.

Flugzeuggewicht

Typischerweise werden die folgenden Flugzeuggewichte unterschieden, die jeweils vom Hersteller im → *Flugzeughandbuch* dokumentiert, und von den → *Luftfahrtbehörden* genehmigt werden müssen:

- Das Manufacturing Weight Empty (MWE) enthält das Gewicht der Struktur und der Systeme des Flugzeugs sowie der → *Triebwerke*. Die genaue Definition des MWE hängt vom jeweiligen Flugzeughersteller ab.
- Das Operating Weight Empty (OWE), manchmal auch als Basic Operating Weight (BOW) bezeichnet, umfasst das MWE, ergänzt um das Gewicht der Kabinenausstattung (inklusive Sitze, → *Galleys*, Ausrüstung für das → *Catering*), des nicht-nutzbaren → *Kraftstoffs* in den Tanks, den zum Betrieb des Flugzeugs benötigten Fluiden (Öl, Hydraulikflüssigkeit etc.), Wasser und Chemikalien für die Toilette, Rettungssysteme, Handbücher sowie der Besatzung (→ *Crew*) und deren Gepäck. Das genaue OWE hängt also davon ab, wie der Betreiber das Flugzeug ausstattet.
- Das Maximum Zero Fuel Weight (MZFW, max. Leertankmasse) stellt das maximale Gewicht des Flugzeugs ohne Kraftstoff dar. Das MZFW ist das OWE, ergänzt um die Nutzlast (engl.: Payload) des Flugzeugs, also das Gewicht der Passagiere und ihres Gepäcks sowie der mitgeführten → *Luftfracht*.
- Das Maximum Take-Off Weight (MTOW) ist das maximale Gewicht, mit dem das Flugzeug abheben darf. Es ist beschränkt durch die Belastbarkeit der Flugzeugstruktur, die → *Stabilität* und → *Steuerbarkeit* des Flugzeugs, und Anforderungen der → *Luftfahrtbehörden*. → *Starts* mit einem höheren Gewicht als das MTOW, z. B. im Rahmen eines → *Überführungsflugs*, müssen von der → *Flugsicherung* genehmigt werden.
- Beim Anlassen der Triebwerke und beim → *Rollen* zur → *Startbahn* verbraucht das Flugzeug einen Teil seines Kraftstoffs. Daher darf das Gewicht des Flugzeugs auf der → *Parkposition* um das Gewicht dieses verbrauchten Kraftstoffs höher sein als das MTOW. Dieses Gewicht wird dann als Maximum Ramp Weight (MRW) oder Maximum Taxi Weight (MTW) bezeichnet. MTOW, MRW und MTW werden im Deutschen auch als Maximales Abfluggewicht bzw. Maximales Startgewicht bezeichnet, und sind eng mit dem → *ACN*-Wert des Flugzeugs verbunden.
- Das Maximum Fuel Weight (MFW) ist durch die Größe der → *Kraftstofftanks* im Flugzeug beschränkt und errechnet sich aus dem maximal aufnehmbaren Kraftstoffvolumen, multipliziert mit der Dichte des → *Kraftstoffs*.
- Bei der → *Landung* ist das Gewicht des Flugzeugs durch die Belastbarkeit der Struktur und der → *Fahrwerke* begrenzt. Das maximal erlaubte Gewicht bei der Landung wird als Maximum Landing Weight (MLW), bzw. im Deutschen als Maximales Landegewicht bezeichnet. Bei großen Verkehrsflugzeugen kann das MLW deutlich unter dem MTOW liegen, daher kann bei einer → *Notlandung* kurz nach dem Start ein → *Treibstoffablassen* erforderlich sein.

Flugzeughandbuch

Engl.: Aircraft Flight Manual, abgekürzt AFM. Ein Dokument, das Bestandteil des Flugzeugs ist, und Informationen und Anweisungen zum (sicheren) Betrieb des Flugzeugs enthält.

Das Flugzeughandbuch enthält im Wesentlichen Angaben zu drei Aspekten des Flugzeugs:

- Operative Beschränkungen und → *Flugenveloppen* des Flugzeugs, z. B. das → *Flugzeuggewicht*, die → *Dienstgipfelhöhe*, Leistungsbeschränkungen der → *Triebwerke*, oder Grenzbereiche für die Lage des → *Schwerpunkts* zur Wahrung von → *Stabilität* und → *Steuerbarkeit*.
- Anweisungen und Instruktionen für den operativen Betrieb, z. B. zur Durchführung von → *Start* und → *Landung*.
- Angaben zur Leistung und zum maximalen Startgewicht (→ *Flugzeuggewicht*) des Flugzeugs bei unterschiedlichen Bedingungen (Luftdruck, Temperatur etc.), z. B. → *Startstrecken*, → *Landestrecken*, maximale → *Steigraten*.

Flugzeugschleppstart
Ein Begriff aus dem → *Segelflug*. Abgekürzt mit F-Schlepp. Er bezeichnet eine Startmethode, bei der ein Segelflugzeug von einem leistungsstarken, aber auch zum Langsamflug fähigen Motorflugzeug mit einem rund 50 m langen Seil durch Zug gestartet, und mit → *Fluggeschwindigkeiten* zwischen 80 und 120 km/h beliebig weit und hoch geschleppt wird, bis der Segelflugpilot das Seil ausklinkt.
Das Verfahren ist von allen Startverfahren das bequemste (da man sich auf eine gewünschte Höhe oder an einen gewünschten Ort – z. B. eine → *Thermik* – schleppen lassen kann), aber auch das teuerste. Es wird auch verwendet, um ein Segelflugzeug von einem entfernten Landeplatz wieder zurück zum Heimatflughafen zu schleppen.

Flugzeugtankwart
→ *Betankung*.

Flugzeugtoilette
→ *Toilette*.

Flugzustand
In der → *Flugmechanik* der zusammenfassende Begriff für die aktuelle Lage und Bewegung eines Flugzeugs.
Der Flugzustand eines Flugzeugs wird durch → *Zustandsgrößen* beschrieben. Er hängt von der Größe und Richtung der am Flugzeug wirkenden → *Kräfte* und → *Momente* ab. Je nachdem, ob sich die äußeren Kräfte und Momente im Gleichgewicht befinden oder nicht, unterscheidet man zwischen dem → *stationären Flugzustand*, dem → *quasistationären Flugzustand* und dem → *instationären Flugzustand*.
Eng verbunden mit dem Flugzustand sind drei Aktivitäten des → *Piloten*: Steuern, Trimmen und Stabilisieren.
Beim Steuern führt der Pilot das Flugzeug durch Ausschlag der → *Steuerflächen* aus einem stationären Flugzustand in einen instationären Flugzustand mit dem Ziel, später einen neuen stationären Flugzustand einzunehmen. Ein Beispiel hierfür ist die Durchführung eines → *Steigflugs* auf eine neue → *Flughöhe*. Voraussetzung für das Steuern ist die → *Steuerbarkeit* des Flugzeugs.
Als → *Trimmung* bezeichnet man den Vorgang, die Steuerflächen so einzustellen, dass sich ein stationärer Flugzustand einstellt.
Beim Stabilisieren betätigt der Pilot die Steuerflächen kurzfristig, um kleine Störungen im Flug (z. B. durch eine → *Böe*) auszugleichen. Voraussetzung dafür ist die → *Stabilität* des Flugzeugs.

FlUUG
Abk. für Flugunfall-Untersuchungsgesetz.
Vollständige Bezeichnung ist Gesetz über die Untersuchung von Unfällen und Störungen bei dem Betrieb ziviler Luftfahrtzeuge. Ein Begriff aus dem nationalen → *Luftrecht*. Er bezeichnet dort die Grundlage für die Untersuchung von Unfällen und anderen Störungen durch die Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (→ *BFU*).
Das FlUUG definiert die Organisation, Aufgaben und Befugnisse der BFU, inklusive:
- Ziele bei der Untersuchung von Unfällen und Störungen
- Definition von Unfällen und Störungen, bei denen die BFU untersuchen muss
- Definition von Unfällen und Störungen, bei denen die BFU untersuchen kann, wenn hiervon neue Erkenntnisse für die Sicherheit in der Luftfahrt erwartet werden
- Untersuchungsverfahren und Berichtswesen
- Zusammenarbeit mit anderen inländischen Behörden und anderen Staaten

→ *http://www.ajs-luftrecht.de/FlUUG.html/*

Fluxvalve
→ *Induktionskompass*.

Fly-by-Wire
Abgekürzt mit FBW. Ein Steuerungsprinzip bei der die traditionelle mechanische Verbindung zwischen dem → *Cockpit* und den → *Rudern* (bis auf eine Notsteuerung) durch eine elektrische Verbindung ersetzt wird.
Der Pilot gibt damit nicht mehr Ruderausschläge vor, die mechanisch direkt an die Ruder übertragen werden. Stattdessen erzeugt der Pilot über einen Joystick-artigen → *Side-Stick* elektrische Signale, die von einem → *EFCS* interpretiert und als Stellsignale an die Stellmotoren der Ruder weitergegeben werden.

Nachteile mechanischer Steuerungen
Bei einer mechanischen Verbindung zwischen Cockpit und Ruder werden nur die Steuersignale des → *Stabilisationsreglers* mechanisch mit den Steuereingaben des Piloten überlagert. Dadurch kann der Pilot auch im manuellen Flug von permanenten stabilisierenden Steuereingaben (z. B. zum Ausgleich von Windböen) entlastet werden. Gleichzeitig kommt es aber zu Konflikten in der Flugzeugführung, da der Stabilisationsregler alle Bewegungen des Flugzeugs dämpft – also auch vom Piloten kommandierte Bewegungen, z. B. zum Einleiten eines → *Kurvenflugs*. Aus diesem Grund muss die Verstärkung des Stabilisationsreglers gering gehalten werden.
Zur Vermeidung von Konflikten muss der Pilot für jede Bewegungsrichtung des Flugzeugs (horizontal und vertikal) einzeln entscheiden, ob er selber oder der → *Autopilot* Signale an die Ruder gibt. Der Pilot kann also die höheren Funktionen des Flugreglers (→ *Lageregler* und → *Bahnregler*) im → *manuellen Flug* nicht zu seiner Unterstützung, sondern nur als seinen Ersatz verwenden.

Vorteile der Fly-by-Wire Steuerung
Bei der Fly-by-Wire Steuerung liegen die Signale des Piloten in elektronischer Form vor; gleichzeitig entfällt die mechanische Verbindung zwischen Cockpit und Ruder. Damit sind folgende Effekte möglich:
- Die Kommandos des Piloten werden als Führungssignal an den Flugregler gegeben
- Kommandos des Piloten und Signale von Stabilisations-, Lage- und Bahnregler im Flugregler können konfliktfrei überlagert werden
- Der Flugregler kann zwischen dem Piloten und dem Ruder platziert werden

Die Fly-by-Wire-Steuerung erlaubt es somit, im Flugzeug das Prinzip einer → *Vorgaberegelung* zu verwirklichen. Dies hat gegenüber der traditionellen Flugregelung zahlreiche Vorteile:
- Dem Piloten stehen auch die höheren Funktionen des Flugreglers im manuellen Flug zur Verfügung
- Der Pilot kommandiert nicht mehr Ruderausschläge, sondern direkt → *Zustandsgrößen* des Flugzeugs (z. B. → *Drehraten*).
- Beliebige Wahl der Steuerkräfte, z. B. Reduzierung gegenüber der mechanischen Steuerung oder Simulation unterschiedlicher Flugzeuge.

- Vereinfachung des Regelsystems durch Zusammenfassung der Stellantriebe für Ruder, Stabilisationsregler und Autopilot.

Entwicklung

Fly-by-Wire-Systeme wurden zuerst im militärischen Bereich entwickelt und eingesetzt. Aufgrund von Sicherheitsbedenken wurde erst Ende der 80er Jahre mit dem → *Airbus* A320 (Erstflug 22. Februar 1987) ein ziviles Flugzeug serienmäßig mit Fly-by-Wire ausgestattet. Die mechanische Verbindung zwischen Cockpit und Rudern wurde bis auf eine Notsteuerung (bestehend aus einer Seitenruder-Ansteuerung und dem Trimmsystem) eliminiert. Mit der B777 (Erstflug 12. Juni 1994) führte auch → *Boeing* das FBW in seine Zivilflugzeuge ein.

Flyout

Ein Begriff aus der militärischen Luftfahrt. Er bezeichnet das letztmalige Starten der Flugzeuge eines aufgelösten Verbandes vom heimischen → *Fliegerhorst* aus in Richtung Museum, Depot oder Abwrackwerft.

FM

Abk. für Fan Marker.
→ *Einflugzeichen*.

FMC

Abk. für Flight Management Computer.
Der FMC ist Teil des Flugmanagement-Systems (→ *FMS*), das die übergeordnete Komponente eines modernen → *Flugreglers* darstellt.
Der FMC ist in der Lage optimale Flugabläufe zu planen, nachzufliegen und zu überwachen. Dazu verknüpft es gespeicherte Daten (z. B. technische Parameter des Flugzeugs, geographische und meteorologische Daten, Informationen zur Flugroute) mit aktuellen Messwerten (z. B. Navigationsinformationen, Wetter, Verkehrsinformationen) und leitet daraus Informationen für die untergeordneten Flugregelsysteme (Flight Guidance System, → *FGS* und Flight Control Computer, → *FCC*) sowie die Besatzung ab.

FMEA

Abk. für Failure Mode and Effect Analysis.
→ *Musterzulassung*.

FMGS

Abk. für Flight-Management and Guidance System.
Bei einem modernen → *Flugregler* ein übergreifendes System, das die Komponenten Flugmanagement System (→ *FMS*) und Flight Guidance System (→ *FGS*) zusammenfasst.

FMS

Abk. für Flight Management System oder Flugmanagement-System.
Ein übergeordnetes System eines modernen → *Flugreglers*, das den Piloten in übergeordneten Aufgaben der Flugführung unterstützt, z. B.

- Planung von einzelnen Trajektorien oder ganzen → *Flugabschnitten* vom → *Start* bis zur → *Landung*
- Optimierung der Flugwegführung (z. B. minimaler Kraftstoffverbrauch, Einhaltung von Zeitvorgaben) unter Beachtung aller Randbedingungen (z. B. Leistungsgrenze des → *Triebwerks*, → *Aerodynamik*, Komfort-Anforderungen)
- Automatische Führung des Flugzeugs mit Hilfe der untergeordneten Systeme Flight Guidance System (→ *FGS*) und Flight Control Computer (→ *FCC*)
- Überwachung des Flugzustands, z. B. Einhaltung der Flugenveloppe
- Verwaltung des Treibstoffhaushalts
- Navigationsaufgaben

Zur Wahrung dieser Aufgaben verknüpft das FMS in seinem Flight Management Computer (→ *FMC*) eine große Zahl von Informationen aus Bord- und Bodensystemen, z. B.

- Navigations- und Flugweginformationen (Streckenpunkte, → *VOR*-Stationen, An- und Abflugrouten etc.)
- Geographische und meteorologische Daten
- Informationen zum → *Luftraum* und zur Verkehrssituation
- Daten zum Flugzustand und zu technischen Parametern des Flugzeugs

Das FMS ist in der Lage Trajektorien so auszuwählen oder zu modifizieren, dass ein vorgewählter Punkt innerhalb eines sehr engen Zeitfensters erreicht wird. Dies erlaubt eine enge Staffelung des Flugverkehrs und ist insbesondere beim Landeanflug zur Maximierung der Start- und Landekapazität eines Flughafens von großer Bedeutung. Die Anpassung der Trajektorie (Verlängerung oder Verkürzung) ist dabei wesentlich effektiver als eine Veränderung der → *Fluggeschwindigkeit*.
Dem Piloten kommt beim vollständigen Einsatz des FMS nur noch eine Überwachungsfunktion zu. Wichtigste Schnittstellen zwischen dem Piloten und dem FMS sind das Control and Display Unit (→ *CDU*) und das → *EFIS*.

FO

Abk. für First Officer
→ *Pilot*.

FOCA

Abk. für Federal Office of Civil Aviation.
→ *Luftfahrtbehörde*.

Föhn

Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet einen warmen, trockenen und meist heftigen → *Abwind*, der auf der Alpennordseite auftritt. Er tritt auch an der Alpensüdseite (sog. Nordföhn) auf, wenn von Norden oder Nordwesten her Kaltluftmassen die Alpen überqueren.
Die hohe Temperatur und die Trockenheit des Föhns entstehen dadurch, dass warme, feuchte Luft an der Alpensüdseite zum Aufsteigen gezwungen wird und dabei ein Teil des Wassers ausregnet (Stauniederschläge), so dass beim anschließenden Absteigen die Luft in gleicher Höhe wärmer und trockener ankommt.
Föhnlagen treten häufig im Winterhalbjahr auf. Bezeichnend dabei ist die außergewöhnlich gute → *Fernsicht* in der extrem trockenen Luft.
Der Föhn deutet auf aufziehendes Schlechtwetter hin (Südwestströmung vor Annäherung einer Front aus Westen). Die Staubewölkung an der Luvseite (→ *Luv*) greift als mächtige Wolkenwand etwas über den Gebirgskamm und kann als Föhnmauer von der Leeseite aus beobachtet werden. Der wolkenfreie Raum im Lee ist im Satellitenbild deutlich als sog. Föhnfenster erkennbar, lediglich linsenförmige Wolken (Leewellen) treten auf.
Föhnwinde treten auch bei anderen Gebirgen auf, z. B. als Chinook in den Rocky Mountains.

Föhn-Rotor (-Wolke)

→ *Rotorwolke.*

FOID

Abk. für Form of Identity.
Ein Begriff aus der→ *Verkehrsfliegerei*. Er bezeichnet ein Kürzel das angibt, wie sich ein Fluggast gegenüber der Fluglinie

beim Ausdruck eines elektronisches → *Tickets* identifiziert hat, z. B. über die Kreditkarte (CC, Credit Card) oder die Mitgliedskarte eines anerkannten → *Vielfliegerprogramms* (FF, Frequent Flyer). Bei Ausstellung des elektronischen Tickets verlangen manche Fluglinien einen solchen FOID-Eintrag ausdrücklich. Dieser dient zur sicheren Identifizierung des Fluggastes beim → *Check-in*.

Follow-Me Fahrzeug
Auch Follow-Me Wagen genannt. Bezeichnung für ein auffällig gelb-schwarz gecheckt lackiertes Fahrzeug auf einem → *Flugplatz*, das von einem Marshaler (→ *Marshaling*) gefahren wird und den → *Piloten* darin unterstützt, seine → *Parkposition* oder → *Flugzeugabstellposition* zu finden.
Das Follow-Me Fahrzeug verfügt über eine beleuchtete Anzeige mit der Aufschrift „Follow Me“, die dem Fahrzeug auch seinen Namen gibt. Mit Hilfe dieses Signals sowie akustischer Signale kann der Marshaler dem Piloten signalisieren, dass er dem Follow-Me Fahrzeug folgen soll. Gleichzeitig steht der Marshaler über Funk mit der → *Platzkontrolle* in Kontakt und erhält z. B. Informationen über die Parkposition die dem Flugzeug zugewiesen wurde.

Formwiderstand
→ *Profilwiderstand*.

Forward-Slip
Absichtliches Erzeugen eines → *Schiebeflugs* zum Ausgleich von Versetzungen beim → *Landeanflug* unter Seitenwind.

Fowler-Klappe
Engl.: Fowler Flap. Bezeichnung für eine spezifische Ausführung der → *Spaltklappe.* Ähnlich wie bei der → *Doppelspaltklappe* wird die Fowler-Klappe bei ihrem Einsatz nicht nur geschwenkt sondern auch ausgefahren. Hinsichtlich der Reihenfolge wird sie zuerst ausgefahren und dann nach unten geschwenkt. Die dadurch vergrößerte Flügelfläche führt zu einem zusätzlichen Anstieg des → *Auftriebs* gegenüber der einfachen Spaltklappe.

FPL
Abk. für Flight Plan.
→ *Flugplan*.

Fracht
→ *Cargo*.

Frachtcontainer
→ *Unit Load Device*.

Frachter
→ *Cargo*.

Frachtnutzladefaktor
Ein im Gegensatz zum → *Nutzladefaktor* frachtbezogenes Maß für die Auslastung von Flugzeugen. Es ergibt sich aus dem Verhältnis von tatsächlich genutzten und bezahlten Fracht-Tonnenkilometern (→ *Tonnenkilometern*) zu den real verfügbaren und am Markt angebotenen Fracht-Tonnenkilometern. Ausgedrückt wird der Frachtnutzladefaktor als Prozentsatz.

Frachtraum
Bezeichnet den Teil des → *Rumpfes*, der für Nutzlast verwendet werden kann. Dabei wird der Begriff Frachtraum üblicherweise im Umfeld von Luftfracht (→ *Cargo*) verwendet. Beim Passagiertransport wird von → *Kabine* gesprochen, obwohl ein zusätzlicher Frachtraum für Gepäck und sonstige kommerzielle Fracht im Heck oder Unterdeck (Belly Hold) der Passagiermaschine befindlich ist.
Der Frachtraum wird üblicherweise durch bestimmte Parameter wie Nutzraumvolumen (in Kubikmeter), Nutzlast (in Tonnen), Frachtraumlänge (in Metern), Frachtraumbreite (in Metern) und Frachtraumhöhe (in Metern) beschrieben. Ferner ist noch erwähnenswert, welche Beladeмöglichkeiten bestehen, z. B. durch eine Front- oder → *Heckklappe* oder eine seitliche große Ladeluke (Cargo Door bzw. Bulk Cargo Door).
In reinen Frachtflugzeugen ist der Boden des Frachtraums oft mit Laufrollen für den leichten Transport standardisierter Frachtbehälter (Container) innerhalb des Frachtraums ausgestattet. Militärische Frachtmaschinen verfügen zudem oft noch über einen Kran an der Decke („Katze“), der über weite Strecken des Frachtraums der Länge nach bewegt werden kann.

Fracht-Tonnenkilometer
→ *Tonnenkilometer*.

Fraktus
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet eine auseinander gezogene → *Wolke* in der Form unregelmäßiger Fetzen, und ist ein bestimmter Typ der übergeordneten Wolkengattungen → *Stratus* und → *Kumulus*, also Fraktokumulus und Fraktostratus.

Frankfurter Anflugverfahren
Auch als Frankfurt Approach Procedure oder Low Drag- Low Power Anflug bzw. Low Drag-Low Power Approach Procedure bezeichnet.
Ziel dieses → *Anflugverfahrens* ist die Verminderung der Lärmbelastung am Boden durch landende Flugzeuge. Grundprinzip des Frankfurter Anflugverfahrens ist ein möglichst spätes Ausfahren der → *Klappen* und des → *Fahrwerks* bei der → *Landung*. Dadurch werden zum einen die erhöhten Windgeräusche an Klappen und Fahrwerk vermieden. Zum anderen verringert sich der → *Widerstand* des Flugzeugs, so dass die → *Triebwerke* mit entsprechend geringerem → *Schub*, und damit auch geringerer Geräuschentwicklung, betrieben werden können. Das Frankfurter Anflugverfahren verringert sowohl die Abmessungen des → *Lärmteppichs*, als auch seine zeitliche Dauer und Einwirkung auf die Personen am Boden.

Frankfurter Methode
Auch Methode Frankfurt genannt. Bezeichnung für ein am Flughafen Frankfurt (FRA) entwickeltes Verfahren zur schrittweisen Sanierung einer Start- und Landebahn während des laufenden Betriebs. Voraussetzung dafür ist jedoch ein tägliches, mehrstündiges Zeitfenster (etwa in der Nacht), in dem an jedem Tag ungestört ein Abschnitt. (etwa 10 bis 25 m) über die volle Breite der Bahn erneuert werden kann. Um ein erfolgreiches Arbeiten nach dieser Methode zu gewährleisten sind folgende Punkte zu ermöglichen:

- Ausgefeilte Baustellenlogistik zum verzögerungsfreien An- und Abtransport von Baumaschinen, Personal, Schutt und Baumaterial
- Verwendung spezieller Baustoffe, wie etwa Niedertemperaturasphalt, der durch den Zusatz eines speziellen Wachses die Viskosität des Asphaltmischgutes herabsetzt, so dass er nicht bei üblichen 170°C, sondern bei 125 bis 135°C verarbeitet werden kann. Diese Temperatur ist nach dem Verbauen und Verdichten auf ca. 100°C gesunken. In ca. zwei

Stunden ist der Asphalt auf eine Temperatur von 70°C weiter abgekühlt und kann für die Benutzung freigegeben werden.
- Tägliche Entscheidung, ob in Abhängigkeit von externen Umständen (insbesondere dem Wetter) der nächste Schritt durchgeführt und abgeschlossen werden kann.

Das Verfahren kann in Varianten angewendet werden. Bestimmend für die Gesamtdauer (bzw. die tägliche Flächenbauleistung) ist z. B. die Frage, ob die Bahn komplett in der Tiefe saniert werden muss oder ob nur eine Oberflächensanierung des Oberbaus notwendig ist.

Entwicklung

Die Nordbahn des Frankfurter Flughafens wurde wegen ihres schlechten Zustands von den Piloten schon länger scherzhaft als „Acker" bezeichnet, so dass der Flughafen im April 2002 entschied, die Nordbahn unter laufendem Betrieb – d. h. bei 200.000 Flugbewegungen pro Jahr – zu sanieren. Danach wurde das Verfahren vom Frankfurter Flughafen gemeinsam mit Baufirmen entwickelt Bei der Entwicklung des Verfahrens konnte auf erste Erfahrungen mit nächtlicher Sanierung und Reparatur von Teilbereichen zurückgegriffen werden.

Andere Möglichkeiten für die Nordbahnsanierung wie z. B. der Aufbau einer temporären Parallelbahn (wie in Stuttgart durchgeführt) oder einer temporären Verlängerung in Längsrichtung kamen wegen der Platzprobleme ebensowenig in Frage wie eine Vollsperrung für einige Monate. Über die verbliebene Südbahn konnte der in der Nacht zugelassene Frachtverkehr problemlos abgewickelt werden.

Jede Nacht zwischen 22.30 und 6 Uhr wurden ab April 2003 die Nordbahn auf einer Länge von 15 m komplett in ihrer Tiefe und über die volle Breite von 60 m saniert. Die Bauarbeiten verliefen von Ost nach West über 1.500 m. Im Jahr 2004 wurden ab 1. März die restlichen Bereiche der Norbahn saniert. Komplett abgeschlossen waren die Arbeiten im Juni 2005. Die Planungen sehen vor, dass die neue Norbahn 20 Jahre ohne weitere Sanierung genutzt werden kann.

Bei der Durchführung wurde zwischen „Abbruchnächten", in denen ca. 1.500 t Asphaltmischgut ausgebaut wurden, und „Deckennächten", in denen ca. 610 t Asphalt in einem bestimmten Zeitlimit eingebaut wurden, unterschieden.

Bei den Abbrucharbeiten wurden Meißelbagger eingesetzt. Der aufgerissene und zerkleinerte Betonbelag wurde mit Baggern auf Lastwagen verladen und abtransportiert. Als erste Schicht wurden 24 cm Asphalt aufgetragen, die von Baggern verteilt und von Planierraupen verdichtet wurden. Der Einsatz von aus dem Straßenbau bekannten Teermaschinen („Fertiger") kam nicht in Betracht, da in dieser ersten Tragschicht die Leerrohre für die Befeuerung der Start-/Landebahn liegen. Erst beim Einbau der zweiten, ebenfalls 24 cm hohen Schicht kamen zwei Fertiger zum Einsatz. Diese bauen in Arbeitsbreiten von 7,5 bis 8 m den Asphalt ein. Abschließend erfolgt der Einbau der 12 cm hohen Bindeschicht.

In allen Asphaltschichten kam Niedrigtemperaturasphalt zum Einsatz.

Sobald eine ausreichend große Fläche fertiggestellt ist, folgen die „Deckennächte". In dieser fünf Nächte dauernden Phase werden mit Hilfe von Fräsen auf einer Länge von 100 m 4 cm der zuletzt aufgetragenen Binderschicht profilgerecht abgetragen und durch eine 4 cm hohe Deckschicht aus Splittasphaltmastix ersetzt.

Free Sale Codeshare Flug

→ *Codeshare*.

Freiballon

→ *Ballon*.

Freier Kreisel

→ *Lagerkreisel*.

Freier Wirbel

→ *Wirbel.*

Freifläche

Engl.: Clearway, abgekürzt CWY. Die Freifläche stellt ein rechteckiges Gebiet im Anschluss an das Ende einer → *Startbahn* dar. Die Freifläche sichert die → *Hindernisfreiheit* für Flugzeuge, die am äußersten Ende der → *Startbahn* abheben und anschließend mit mindestens 1,25 % steigen.

Durch Einrichten einer Freifläche erhöht sich die → *TODA*, während die → *TORA* gleich bleibt. Damit ist es möglich, entweder die Leistung des → *Triebwerks* beim → *Start* zu verringern (und damit seine Lebensdauer zu erhöhen), oder die → *Entscheidungsgeschwindigkeit* V1 (und damit die Gefahr eines → *Startabbruchs*) zu verringern.

Freigepäck

→ *Übergepäck*.

Freiheiten des Luftverkehrs

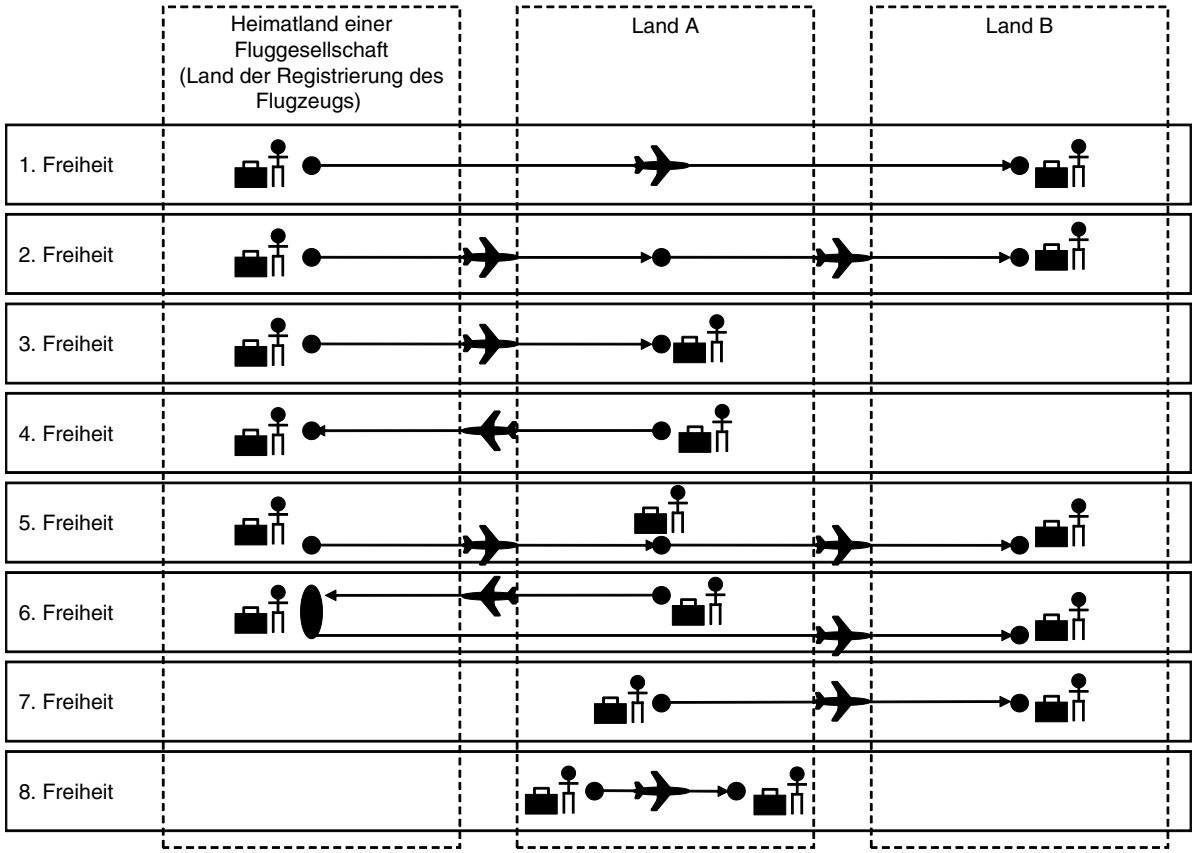
Ein Begriff aus dem internationalen → *Luftrecht*. Er bezeichnet die in einem zwischenstaatlichen Abkommen definierten Rechte im Luftverkehrswesen, die in einem Land einem ausländischen Luftfahrzeug eingeräumt werden. Da der → *Luftraum* eines Landes nur von diesem Land verwaltet wird, liegt es im Zuständigkeitsbereich dieses Landes, ausländischen → *Luftverkehrsgesellschaften* Rechte für → *Start* und → *Landung* zu gewähren bzw. eine Überquerung des Landes zu erlauben. Um Flugverkehr zwischen zwei Ländern zu ermöglichen, schließen die Länder miteinander ein sog. bilaterales Luftverkehrsabkommen ab. Darin legen sie fest welche Luftverkehrsgesellschaften welche Lande-, Start- oder → *Überflugrechte* erhalten, welche Ziele angeflogen werden, und mit welcher Größe von Flugzeuge zu welchen Tarifen und wie häufig verkehrt wird.

Welche Rechte in den Verträgen definiert werden kann variieren, doch hat sich im Laufe der Zeit ein Katalog von möglichen Rechten herausgebildet. Die einzelnen Rechte dieses Kataloges werden in ihrer Summe als die Freiheiten des Luftverkehrs bezeichnet:

- Erste Freiheit: Das Recht, das Hoheitsgebiet der Unterzeichnerstaaten ohne Landung zu überfliegen (→ *Überflugrecht)*.
- Zweite Freiheit: Das Recht, auf dem Gebiet der Unterzeichnerstaaten zu nichtgewerblichen Zwecken zu landen, beispielsweise um aufzutanken.

Diese beiden Freiheiten sind in der Vereinbarung über den Durchflug im internationalen Fluglinienverkehr festgelegt (Chicago, 7. Dezember 1944, → *Chicago Convention*), und wurden im internationalen Transitabkommen von 1971 (Guatemala City, 8. März 1971; → *Guatemala Abkommen*) neu geregelt.

- Dritte Freiheit (Outbound-Recht): Das Recht, Fluggäste, Post und Fracht abzusetzen, die auf dem Gebiet des Staates, in dem das Flugzeug zugelassen ist, an Bord genommen wurden (Transport vom Heimatland ins Ausland).
- Vierte Freiheit (Inbound-Recht): Das Recht, Passagiere, Post und Fracht mit Bestimmungsort auf dem Gebiet des Staates, in dem das Flugzeug zugelassen ist, an Bord zu nehmen (Transport aus dem Ausland ins Heimatland).
- Fünfte Freiheit (Verbindungsrecht): Das Recht, Passagiere, Post und Fracht mit Bestimmungsort auf dem Gebiet jedes anderen Vertragsstaates an Bord zu nehmen, und das Recht, Passagiere, Post und Fracht mit Herkunft aus dem Gebiet jedes anderen Vertragsstaates von Bord zu lassen (Flug zwi-



Die Freiheiten des Luftverkehrs

Schematische Darstellung der zugrundeliegenden Prinzipien

schen zwei Ländern, wobei die Flugstrecke im Heimatland beginnt oder endet).

Diese drei Freiheiten werden gewerbliche oder kommerzielle Freiheiten genannt. Sie sind in einem Entwurf eines weiteren internationalen Luftverkehrsabkommens von 1944 vorgesehen (Transport Agreement, Chicago, 7. Dezember 1944), das wegen der geringen Anzahl von Unterzeichnerstaaten aber nie in Kraft getreten ist. Sie werden trotzdem von vielen Staaten gewährt. Die gewerblichen Freiheiten werden im Rahmen des internationalen Rechts in bilateralen Vereinbarungen und innerhalb der EU durch das Gemeinschaftsrecht anerkannt.

- Sechste Freiheit (Zwischenlanderecht): Das Recht, eine Beförderung zwischen zwei Ländern, in denen das Flugzeug nicht registriert ist, durch das Gebiet des Landes vorzunehmen, in dem das Flugzeug registriert ist (Flug zwischen zwei Ländern, wobei eine Zwischenlandung im Heimatland stattfindet).
- Siebte Freiheit (Remote-Recht): Das Recht, außerhalb des Territoriums des Registrierungsstaates tätig zu werden und Passagiere, Post oder Fracht mit Herkunfts- oder Zielflugplatz in einem Drittstaat, der nicht der Registrierungsstaat ist, von Bord zu lassen oder an Bord zu nehmen (Flug zwischen zwei Ländern, ohne das Heimatland zu berücksichtigen; dies wird Kabotage genannt).
- Achte Freiheit (Anschluss-Kabotage-Recht): Das Recht auf Beförderung von Passagieren, Post oder Fracht zwischen zwei → *Flugplätzen* des gleichen Staates, der nicht der Staat der Registrierung des Flugzeugs ist, d. h. ein Flug innerhalb eines fremden Landes, ohne dass es zu einem Überflug des oder einer Zwischenlandung im Heimatland kommt. Diese Freiheit kommt praktisch nie zur Anwendung, da die ausführende Fluggesellschaft nationalem Recht unterliegen würde und danach zertifiziert sein müsste. Ferner schützt es den Binnenmarkt und die nationale Fluggesellschaft eines Landes, wenn ausländische Fluggesellschaften keine Inlandsflüge anbieten dürfen.

Der Umfang, in dem alle acht Freiheiten umgesetzt sind, variiert von Land zu Land bzw. zwischen den Wirtschaftsräumen. Beispielsweise sind auch die Freiheiten sechs bis acht in der EU schon Realität, in anderen Ländern jedoch undenkbar.

Freitragender Flügel

Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. International auch Cantilever Wing genannt. Der Begriff bezeichnet einen konstruktiv dergestalt aufgebauten → *Tragflügel*, dass er ohne äußere Spannseile oder Streben am → *Rumpf* des Flugzeugs befestigt ist. Moderne Verkehrsflugzeuge und auch die meisten Sport- oder Segelflugzeuge haben heute alle einen solchen freitragenden Flügel. Dies ist für → *Doppeldecker* oder → *Dreifachdecker* und selbst für frühe → *Eindecker* nicht selbstverständlich.

Fremdortung

Engl. Ground Position Finding.
→ *Ortung*.

Fremdpeilung
Engl. Ground Direction Finding. Bezeichnung für Verfahren und Systeme in der → *Funknavigation*, bei denen die Bestimmung von Position und → *Steuerkurs* am Boden vorgenommen wird. Beispiele für Fremdpeilung sind das → *VDF* und das → *Radar*. Das Gegenstück zur Fremdpeilung ist die → *Eigenpeilung*.
→ *Ortung*.

Frequent Traveler/Flyer
→ *Vielflieger*.

Freund-Feind-Erkennung
→ *IFF*.

Front
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet eine Grenze zwischen zwei unterschiedlichen Luftmassen, die sich dort nicht sofort beim Aufeinandertreffen vermischen, sondern zunächst eine deutliche Grenzschicht oder Übergangszone zwischen zwei benachbarten Luftmassen verschiedener Dichte bilden.
Man unterscheidet zwischen Kaltfront und Warmfront:

- Kaltfront: Als Kaltfront bezeichnet man die Grenzfläche zwischen einer warmen und einer kalten Luftmasse, wenn die kältere Luft die wärmere Luft am Boden verdrängt. Beim Durchzug einer Kaltfront in mitteleuropäischen Breiten dreht der Wind unter Auffrischen nach rechts (meistens von SW auf NW), die Lufttemperatur sinkt plötzlich erheblich (Temperatursturz) und der → *Luftdruck* beginnt zu steigen. Das Wetter nach dem Frontdurchgang: ist windig, kühl und führt häufig zu Regenschauern. Eine derartige Lage wird auch Rückseitenwetter genannt. Unmittelbar nach Durchzug einer Kaltfront ist es für einige Stunden wolkenlos infolge einer abwärts gerichteten Kompensationsbewegung in der → *Atmosphäre*. Dies wird als postfrontale Aufheiterung bezeichnet und ist im Satellitenbild oft deutlich erkennbar.
- Warmfront: Als Warmfront bezeichnet man die schwach geneigte Grenzfläche, auf der an der Vorderseite eines → *Tiefs* Warmluft auf die sich zurückziehende Kaltluft aufgleitet. Daher bildet sich vor der Warmfront ein mehrere hundert Kilometer breiter Wolkenschirm mit den Wolkengattungen → *Zirrostratus*, → *Altostratus* und → *Nimbostratus*, aus dem lang anhaltende Niederschläge fallen. Im nördlichen Alpenvorland werden solche Aufgleitniederschläge oft durch den → *Föhn* unterdrückt.
  Der Warmfront folgt ein mehr oder minder ausgeprägter Sektor mit Warmluft und Aufheiterung (Warmsektor), bevor die zum Tiefdrucksystem gehörende Kaltfront zum Wettersturz (Kaltlufteinbruch) führt.

Frontengewitter
→ *Gewitter*.

Frontklappe
→ *Heckklappe*.

Frontogenesis
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet den Prozess der Bildung einer → *Front*.

Frontolysis
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet den Prozess der Auflösung einer → *Front*.

Frontzone
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet einen Wetterbereich mit einer ausgeprägter Zunahme des Dichtegradienten. In einer Frontzone erfolgt ein schneller Übergang meteorologischer Zustandsgrößen wie z. B. → *Luftfeuchtigkeit*, Dichte, Temperatur etc.

FS
1. Abk. für → *Flugsicherung*.
2. Abk. für → *Flugsimulator*.

FSAV
Abk. für Verordnung über Flugsicherungsausrüstung des Luftfahrzeugs.
Ein Begriff aus dem nationalen → *Luftrecht*. Die FSAV ist Teil des Luftverkehrsgesetzes (→ *LuftVG*). Sie regelt, welche technischen Anlagen (Sprechfunkgeräte, Transponder etc.) ein Fluggerät an Bord haben muss, um an bestimmten Verfahren der → *Flugsicherung* teilnehmen zu können, und die grundlegenden technischen Einzelheiten dieser Geräte (z. B. Frequenzbereiche).

FSBetrV
Abk. für Verordnung über die Betriebsdienste der Flugsicherung. Ein Begriff aus dem nationalen → *Luftrecht*. Die FSBetrV ist Teil des Luftverkehrsgesetzes (→ *LuftVG*). Sie ergänzt die allgemeinen Angaben im LuftVG zu den Aufgaben der → *Flugsicherung* durch eine detaillierte Beschreibung der Flugsicherungsprozesse. So beschreibt die FSBetrV z. B. in welcher Form der → *Flugverkehrskontrolldienst* (ATC) durchzuführen ist, welchen Umfang der → *Fluginformationsdienst* (FIS) hat, welche Alarmstufen im Rahmen des → *Alarmdienstes* einzuhalten sind und welche Dienstleistungen der → *Flugberatungsdienst* (AIS) bereitstellt.

F-Schlepp
→ *Flugzeugschleppstart*.

FSS
Abk. für Flight Service Station.
In den USA die Bezeichnung für ein → *Fluginformationszentrum*, das Wetterdaten und Freigaben der → *Flugverkehrskontrolle* übermittelt, orientierungslose Flugzeuge und Flugzeuge in Not unterstützt, → *Flugpläne* entgegennimmt und bearbeitet sowie den → *Alarmdienst* durchführt.

FTK
Abk. für Freight Tonne Kilometers.
→ *Tonnenkilometer*.

FTKT
Abk. für Fracht-Tonnenkilometer.
→ *Tonnenkilometer*.

Fuel Draining
Vereinfacht auch Draining genannt. Bezeichnung für Kontrolle im Rahmen der Vorflugkontrolle (→ *Flugvorbereitung*), bei der Wasser im → *Tank* erkannt und beseitigt wird. Kommt es am Boden während der → *Liegezeit* des Flugzeugs zur Abkühlung des → *Kraftstoffs*, so nimmt auch dessen Kapazität zur Aufnahme von Wasser ab. Das Wasser scheidet sich dann aus und setzt sich, da es eine höhere Dichte als der Kraftstoff hat, unten im Tank ab. Dort befindet sich in der Regel auch die Kraftstoffentnahme, so dass es beim → *Start* des Flugzeugs früher oder später zum Ansaugen von Wasser durch die → *Triebwerke* kommt. Dies ist insbesondere dann gefährlich, wenn der in den Leitungen und Systemen verbliebene Restkraftstoff ausreichend ist, um das Flugzeug auf der → *Startbahn* zu beschleunigen und

in die Luft zu heben, kurz darauf jedoch Wasser angesaugt wird und der → *Vortrieb* zusammenbricht.
Aus diesem Grund wird vor dem Start das Fuel Draining durchgeführt. Dabei wird eine geringe Menge Kraftstoff aus dem Tank entnommen und entweder direkt entsorgt oder auf Wasserhaltigkeit geprüft.

Fuel Dumping
→ *Treibstoffablassen*.

Fuel Hedging
Bei kommerziellen Fluglinien die Bezeichnung für ein vertragliches Verfahren zur langfristigen und damit betriebswirtschaftlich sicher kalkulierbaren Versorgung mit → *Kraftstoff*. Dabei geht die Fluglinie einen Vertrag mit einem Lieferanten zur Lieferung von Kraftstoff zu einem weit in der Zukunft liegenden Zeitpunkt ein, üblicherweise zwei Jahre. Dabei prognostiziert die Fluglinie einen Bedarf und die Entwicklung des Kraftstoffpreises. Dabei helfen die Beobachtung des aktuellen Preisniveaus, entsprechender Raffineriekapazitäten und auch von Wechselkursen. Prognostiziert die Fluglinie ein Ansteigen des Treibstoffpreises, so versucht sie, sich einen niedrigeren Preis vertraglich zu sichern, z. B. auch weil der Verkäufer einen weit vorgreifenden Vertragsabschluss als sicheres Geschäft mit einem Preisabschlag honoriert. Steigt der Preis tatsächlich, dann spart die Fluglinie deutlich Geld, da sie dann den Treibstoff zu einem niedrigeren Preis beziehen kann. Es kann aber auch vorkommen, dass der Preis sinkt und die Fluglinie dann zwangsweise Treibstoff zu einem höheren Preis abnehmen muss.
Die Bedeutung von Fuel Hedging ist in den letzten Jahren gestiegen, da Treibstoffkosten, die lange Jahre nur 10 bis 15 % der Kosten einer Fluglinie ausmachen, mittlerweile ein Hauptkostenblock mit 20 bis 40 % Anteil an allen Kosten geworden sind. Dennoch nutzt nicht jede Fluglinie Fuel Hedging. Voraussetzung ist ein genügend großer Treibstoffbedarf und die Fähigkeit zur langfristigen, korrekten Vorhersage des Treibstoffbedarfes auf Basis der eigenen Flotten- und Routenentwicklung sowie die Fähigkeit zur Prognose des zukünftigen Preisniveaus auf Basis verschiedenster Indikatoren.
Lufthansa in Deutschland nutzt Fuel Hedging seit 1990.

Führerkanzel
→ *Cockpit*.

Führerraum
→ *Cockpit*.

Functional Hazard Analysis
→ *Musterzulassung*.

Funkfeuer
Engl.: Beacon. Allgemeine Bezeichnung für unbemannte Bodenstationen, die in der → *Funknavigation* im Rahmen von → *Richtungsmessverfahren* eingesetzt werden.
Die Standorte und Signal-Frequenzen der Funkfeuer sind in den → *Luftfahrtkarten* verzeichnet; an Bord des Flugzeugs können die entsprechenden Frequenzen eingestellt und die Signale der Funkfeuer ausgewertet werden. Dabei unterscheidet man zwischen Funkfeuern, die in alle Richtungen ein einheitliches Signal aussenden (z. B. → *Ungerichtete Funkfeuer* bzw. → *NDB* und → *Markierungsfunkfeuer*), und Funkfeuer, die zusätzlich eine Richtungsinformation senden (z. B. → *UKW-Drehfunkfeuer* bzw. → *VOR*, → *Doppler-VOR*, → *TVOR*).

Funkgruppe
Ein Begriff aus der → *Instrumentenkunde*. Bezeichnet den Platz am Instrumentenbrett im → *Cockpit*, an dem die Funkgeräte (COM, NAV, → *Transponder*) zusammen und meist übereinander angebracht sind.

Funknavigation
Auch als Radionavigation, engl. Radio Navigation bezeichnet. Wichtiges Navigationsverfahren (→ *Navigation*), das auf der Aussendung und dem Empfang elektromagnetischer Wellen beruht.
Aufgrund ihrer Sicherheit und ihrer Zuverlässigkeit gehört die Funknavigation zu den am häufigsten angewendeten Navigationsverfahren in der Luftfahrt. Sie kann auch bei schlechten Witterungsbedingungen und bei schlechter oder fehlender Sicht eingesetzt werden. Zur Steigerung der Genauigkeit wird die Funknavigation meist mit anderen Navigationssystemen (z. B. → *Inertialnavigation*, → *Satellitennavigation*) zu → *hybriden Navigationssystemen* kombiniert, oder zur Absicherung bei Flügen mit → *Sichtnavigation* oder → *Koppelnavigation* eingesetzt.

Eigenschaften elektromagnetischer Wellen
Die Funknavigation basieren auf der Messung der physikalischen Eigenschaften ausgesendeter und empfangener elektromagnetischer Wellen. Dazu zählen insbesondere:
- Amplitude: Minimum oder Maximum der Amplitude oder Feldstärke eines Senders können als Richtungssignal ausgewertet werden.
- Phase: Phasenverschiebungen sind ein Maß für Laufzeitdifferenzen zwischen Signalen und damit für Entfernungen. Alternativ kann die Phasenverschiebung zweier Sender eine Richtungsinformation enthalten.
- Laufzeitdauer: Die Zeit, die zwischen Abstrahlung, Reflexion und Empfang eines Signals vergeht ist ein Maß für Entfernungen. Laufzeitdifferenzen zwischen Signalen können in relative Entfernungen zu den Sendern umgerechnet werden.
- Frequenz: Frequenzverschiebungen zwischen einer abgestrahlten, reflektierten und wieder empfangenen Welle können in Geschwindigkeitsinformationen umgerechnet werden (→ *Dopplereffekt*).

Die Frequenz bestimmt auch das Ausbreitungsverhalten (z. B. Reflexion, Beugung oder Absorption durch Erdboden, Wasser, Wolken etc.) der Signale. Dementsprechend werden für Lang-, Mittel- und Kurzstreckennavigation unterschiedliche Frequenzen eingesetzt.

Einteilung der Funknavigationssysteme
Die Funknavigation beruht auf der Bestimmung von so genannten → *Standlinien*, also von Richtungen und Abständen des Flugzeugs zu bekannten Punkten. Dementsprechend unterschiedet man:
- → *Richtungsmessverfahren* (auch Azimut- oder Theta-Verfahren), z. B. das → *NDB* System, das → *VOR* und das → *Doppler-VOR* sowie die → *Landesysteme* des → *Instrumenten-Landesystems* (ILS) und → *MLS*
- → *Entfernungsmessverfahren* (auch *Rho-Verfahren*), z. B. das → *DME* System
- → *Richtungs- und Entfernungsmessverfahren* (auch *Rho-Theta-Verfahren*), z. B. das → *TACAN* System
- → *Hyperbelverfahren*, z. B. → *OMEGA*, → *LORAN*, → *DECCA* und → *DECTRA*

Leitverfahren bzw. Radarverfahren erlauben die gleichzeitige Messung von Abständen, Richtungen, Flughöhen, Geschwindigkeiten etc.
Eine Sonderstellung nehmen die Dopplerverfahren (→ *Dopplernavigation*) ein. Physikalisch gesehen basieren sie auf einer Messung von Frequenzverschiebungen elektromagnetischer Signale; sie werden daher oft der Funknavigation zugeordnet. Vom Navigationsverfahren her handelt es sich jedoch um ein Verfahren der → *Koppelnavigation*.

Sende- und Empfangsverfahren

Eine andere Möglichkeit zur Einteilung der Funknavigationssysteme ist in Sende- und Empfangsverfahren. Bei den Sendeverfahren wird ein Signal von einer Bodenstation allen Teilnehmern in Luftraum zur Verfügung gestellt. Die Auswertung der Signale und ihre Bereitstellung als Navigationsinformationen erfolgt an Bord des Flugzeugs. Die Systeme können somit von beliebig vielen Teilnehmern zeitgleich genutzt werden. Zu diesen Verfahren zählen z. B. das NDB-, VOR- und Doppler-VOR Verfahren, und die Hyperbelverfahren. Bei den Empfangsverfahren wird ein Signal vom Flugzeug an eine Bodenstation gegeben, dort zu ausgewertet, und als Navigationsinformationen an das Flugzeug übermittelt. Bei diesen Systemen (z. B. DME) ist die Zahl der parallel verarbeitbaren Teilnehmer beschränkt.

Eigen- und Fremdpeilung

Eine weitere Klassifizierung der Funknavigationsverfahren ist in → *Eigenpeilung* und → *Fremdpeilung*.

Lang-, Mittel- und Kurzstreckennavigation

Funknavigationssysteme können auch in Langstreckensysteme, Kurz- und Mittelstreckensysteme, und Landesysteme unterschieden werden. Aufgrund des frequenzabhängigen Ausbreitungsverhaltens elektromagnetischer Signale besteht dabei eine Relation zwischen der Reichweite eines Systems und seiner Frequenz.
Langstreckensysteme wie OMEGA und LORAN haben Reichweiten von 1.000 nm bis über 10.000 nm und arbeiten im VLF, LF und MF Bereich. Kurz- und Mittelstreckensysteme wie das NDB, das VOR, das Doppler-VOR, das DME und das TACAN System sowie Radarsysteme wie Überwachungsradare, Bordradare und Wetterradare arbeiten im VHF- und UHF-Bereich. Auch das ILS System arbeitet mit diesem Frequenzbereich.

Funkpeilstandlinie
→ *Standlinie*.

FUS
Abk. für Flugunfalluntersuchungsstelle.
Sie ist beim Luftfahrtbundesamt (→ *LBA*) angesiedelt.

Fuselage
→ *Rumpf*.

Fuß
Engl.: Foot, Plural Feet (abgekürzt ft). Einheit zur Angabe von Flughöhen in der Luftfahrt. Obwohl es nicht Bestandteil des internationalen, metrischen Einheitensystems ist, ist das Fuß in der Luftfahrt weiterhin gebräuchlich. Für die Umrechnung gilt 1 m = 3,28 Fuß.

FVW
Abk. für → *Faserverbundwerkstoff*.

FWW
Abk. für → *Flugwetterwarte*.

G

g
Kurzzeichen für das Maß der Erdbeschleunigung von 9,81 m/s². Dieser Wert ist dabei nur ein Mittelwert, der in Meereshöhe gültig ist. Die tatsächliche Erdbeschleunigung nimmt mit zunehmender Flughöhe ab, und variiert auch – bedingt durch die von einer exakten Kugel abweichende Form und Masseverteilung der Erde – von Ort zu Ort.
Mit einem positiven oder negativen Faktor versehen gibt das g eine Beschleunigung in Vielfachen der Erdbeschleunigung an (→ *Lastvielfaches*). Ein positiver Wert bedeutet, dass z. B. Passagiere und Besatzung in den Sitz gedrückt werden wird. Dies ist z. B. im → *Steigflug* oder im → *Kurvenflug* der Fall. Ein negativer Wert führt dazu, dass sich der Passagier aus dem Sitz herausgehoben fühlt, etwa beim → *Durchsacken* oder bei einem → *Sinkflug*.

GA
Abk. für Go-Around.
→ *Durchstarten*.

Gabelflug
Bezeichnung für solche Hin- und Rückflugkombinationen, bei denen der Rückflug von einem anderen → *Flugplatz* beginnt als es der Zielflugplatz des Hinflugs war, oder bei denen die Start- und Zielflugplätze von Hin- und Rückflug völlig verschieden sind.

GAFOR
Abk. für General Aviation Forecast.
Ein Begriff aus dem Umfeld der → *Flugwettervorhersage*. Es handelt sich um einen Wetterschlüssel, d. h. einen Zahlencode, der für → *Sichtflüge*, also vor allem für den gesamten privaten und zivilen Luftverkehr, eine Vorhersage der → *Sichtflugbedingungen* für die nächsten sechs Stunden enthält. Der Vorhersagezeitraum von sechs Stunden wird in drei Zeitabschnitte von jeweils zwei Stunden unterteilt. Nach dem GAFOR-Code gelten folgende Sichtflugkriterien:
- Offen (=*open*, abgekürzt mit Oskar): Die Flugsicht liegt bei mindestens 8 km und die Untergrenze der Hauptwolkenart liegt über 2.000 Fuß über Grund.
- Schwierig (=difficult, abgekürzt mit Delta): Die Flugsicht beträgt zwischen 3 und 8 km und/oder die Untergrenze der Hauptwolkenart liegt unter 2.000 Fuß über Grund, jedoch nicht unter 1.000 Fuß über Grund.
- Kritisch (=marginal, abgekürzt mit Mike): Die Flugsicht beträgt zwischen 1,5 und 3 km und/oder die Untergrenze der Hauptwolkenart liegt unter 1.000 Fuß über Grund, jedoch nicht unter 500 Fuß über Grund.
- Geschlossen (=closed, abgekürzt mit X-Ray): Die Flugsicht beträgt weniger als 1,5 km und/oder die Untergrenze der Hauptwolkenart liegt unter 500 Fuß über Grund.

Beim GAFOR-Code verwendet man Gebietskennzahlen für bestimmte Areale oder Flugrouten.
GAFOR-Daten gibt es ausgedruckt als Formblatt, per Computer abrufbar oder als automatische Telefonansage mit folgenden Inhalten:
- Gültigkeitsdauer
- Kurzbeschreibung der Wetterlage
- Höhenwinde nach Richtung und Stärke
- Nullgradgrenze
- Vorhersage der Sichtflugbedingungen (gestaffelt bis 2 h, bis 4 h, bis 6 h je Gebiet)
- Uhrzeit der nächsten Ansage

Galileo
1. Bezeichnung eines im Entstehen begriffenen Systems für die → *Satellitennavigation* (→ *GNSS*), das in Europa erdacht und entwickelt wird. Die Gesamtkosten sind mit 3,6 Mrd. Euro veranschlagt, womit es das bis dahin größte Projekt der EU ist. Die EU erhofft sich davon die Schaffung oder Sicherung von 100.000 bis 140.000 Arbeitsplätzen bis 2008, volkswirtschaftliche Erträge in Höhe von 74 Mrd. Euro bis 2025 und zusätzliche Steuereinnahme bis 2025 in Höhe von 45 Mrd. Euro. Ein weiteres, strategisches Ziel der EU ist es, unabhängiger vom US-amerikanischen → *GPS* System zu werden.
   Galileo wird die Positionsbestimmung mit einer Genauigkeit von maximal 1 m ermöglichen. Ferner werden Rettungssignale (SAR, Search and Rescue) unterstützt.
   Das Bodensegment besteht aus zwei Bodenkontrollstationen (Ground Control Center, GCC). Ferner wird es 15 weitere Funkstationen auf der Erde geben. Diese werden über Frequenzen im sogenannten S-Bd. (1.550 bis 3.900 MHz; fünf Stationen) und im C-Bd. (3 bis 8 GHz: 10 Stationen) mit den Satelliten in Verbindung stehen.
   Das Raumsegment von Galileo besteht aus 30 Satelliten auf drei Umlaufbahnen mit einer Inklination von 56 Grad in einer Höhe von 23.616 km, von denen drei Reservesatelliten sind. Diese Konstellation hat den Effekt, dass die Abdeckung der Erde größer als die des amerikanischen GPS ist und noch über das Nordkap bis in Breiten um die 75 Grad hinaus reicht. Ferner führt selbst der Ausfall eines Satelliten nicht zu einer Beeinträchtigung der Navigationsgenauigkeit. Zur exakten Positionsbestimmung ist der Empfang der Signale von mindestens vier Satelliten des Systems notwendig. Aus den Laufzeitunterschieden und den mitgelieferten Positionen der Satelliten kann der Empfänger auf der Erde mit Hilfe von mathematischen Standardverfahren (Trigonometrie) seine eigene Position (Geokoordinaten und Höhe) bestimmen.
   Die Finanzierung von Galileo soll durch die Lizenzierung der Technologie an Hersteller von Navigationssystemen bzw. Durch den Verkauf spezieller Mikrochips erfolgen, welche die Positionsbestimmung durchführen.
   Im Vergleich zum GPS nimmt Galileo für sich in Anspruch, aufgrund der moderneren Technik genauer zu sein, und aufgrund der größeren Satellitenzahl eine höhere Ausfallsicherheit zu gewährleisten.
2. Markenname eines globalen, computergestützten Reservierungssystems (→ *CRS*) amerikanischen Ursprungs. Wie die anderen großen CRS auch erlaubt Galileo nicht nur die Buchung von Flügen, sondern vielen verschiedenen touristischen Dienstleistungen.
   Das Rechenzentrum von Galileo befindet sich in Englewood, einem Vorort von Denver/USA.
   Weltweit arbeiten 43.500 Reisebüros mit dem Galileo Reservierungssystem und können hierüber auf Tarife und Verfügbarkeiten von über 460 Fluggesellschaften, 23 Autovermietern, 58.000 Hotels und 430 Reiseveranstaltern zugreifen.

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_7, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

Galileo führt den IATA-Airline-Code 1G, das weiterhin parallel betriebene Apollo-System 1 V.

Entwicklung

Galileo ging aus dem 1971 von der United Airlines gegründetem Vorgänger „Apollo“ hervor, welches eine computergestützte Buchung von Flügen und Sitzplatzreservierungen zunächst für die eigenen Verkaufsbüros ermöglichte. Ab 1976 wurde dieses System unter dem Namen Apollo Travel Services (ATS) auch an Reisebüros in Nordamerika und Japan vertrieben.
1987 wurde im Wettlauf mit der seinerzeit in Gründung befindlichen europäischen Amadeus in Swindon/UK die Galileo Company Ltd. von den europäischen Fluglinien British Airways, Swissair, KLM Royal Dutch Airlines, Alitalia und Covia (vormals Apollo Travel Services) gegründet, wodurch das System nach Europa ausgeweitet wurde.
1997 fand der Börsengang der Galileo International Corp. an der New Yorker Börse statt.
Von Oktober 2001 bis September 2006 war die Cendant Corporation alleiniger Anteilseigner. Nach der Aufspaltung der Cendant Corporation in vier eigenständige Unternehmen im Jahre 2006 wurde der Bereich zu dem Galileo gehörte an den Finanzinvestor Blackstone Group verkauft und firmiert seitdem unter dem Namen Travelport. Nach Freigabe durch die Kartellaufsichtsbehörden in den USA und der EU hat Travelport am 21. August 2007 den Galileo-Mitbewerber Worldspan übernommen und mit der Zusammenführung der beiden Reservierungssysteme begonnen.

Galley

Bezeichnung für die Bordküche eines Flugzeugs, die von den → *Flugbegleitern* zur Lagerung und Zubereitung von Speisen und Getränken bedient wird. Je nach Größe verfügt ein Flugzeug über eine oder mehrere Galleys.
→ *Catering.*

GAMET

Abk. für General Aviation Meteorological (Informations).
Ein Begriff aus dem Umfeld der → *Flugwettervorhersage*. Es handelt sich um Flugwettervorhersage für Flüge im tiefen Flugniveau unterhalb FL100 (FL150 im Alpengebiet, → *FL*). Die GAMETs werden viermal täglich aktualisiert, jeweils 20 min vor Gültigkeit, und gelten für einen Zeitraum von jeweils sechs Stunden (3 bis 9 UTC, 9 bis 15 UTC, 15 bis 21 UTC und 21 bis 3 UTC).

Gashebel

→ *Steuerung*.

GAT

Abk. für General Aviation Terminal.
Bezeichnung für ein → *Terminal* an einem → *Flugplatz*, das der Abfertigung von Flugzeugen, Passagieren und Besatzungsmitgliedern der allgemeinen Luftfahrt (General Aviation, → *Luftverkehr*) dient.
Ein GAT verfügt in der Regel über Warteräume und Räume für die → *Flugvorbereitung*, für Einrichtungen des → *Flugberatungsdienstes* und der Wetterberatung, und für Zoll-, Pass- und Sicherheitskontrollen.

Gate

1. Abk. für German Airport Technology & Equipment e. V.
   → *http://www.gate-alliance.com/*
2. Internationale Bezeichnung für → *Flugsteig*.

Gateguard

Ein Begriff aus der militärischen Luftfahrt. In Deutschland scherzhaft auch als Sockelflieger bezeichnet. Er bezeichnet diejenigen üblicherweisen alten Flugzeuge eines Verbandes, die nach der Außerdienststellung nicht verkauft, eingelagert oder abgewrackt werden, sondern die zur Traditionspflege im Eingangsbereich des → *Fliegerhorstes* als Blickfang ausgestellt werden.

Gateservice

Ein Begriff aus der Verkehrsfliegerei und dort aus dem Bereich der → *Fluggastabfertigung*. Es bezeichnet das Angebot von Mahlzeiten und Erfrischungen sowie Lesestoff für wartende Fluggäste vor dem Einsteigen am → *Gate*.

Gauntlet-Testing

Von engl. Gauntlet = der Spießrutenlauf als Synonym für eine besonders gründliche Untersuchung. Ein Begriff aus dem Flugzeugbau und dort aus dem Bereich der → *Musterzulassung* im Rahmen von → *Bodentests.* Als Gauntlet-Testing bezeichnet man den Test aller technischer Systeme zusammen am Boden in einem Prototypen vor dem Erstflug unter allen erdenklichen Bedingunen. Ziel des Gauntlet-Testing ist der Test des Zusammenspiels aller Teilsysteme unter möglichst realistischen Bedingungen, sofern sie am Boden nachgestellt werden können.
Das Gauntlet-Testing zerfällt in mehrere Phasen – oft wird zwischen Factory-Gauntlet-Testing und Intermediate-Gauntlet-Testing gesprochen.
Beim Factory-Gauntlet-Testing werden alle Systeme zusammen in einem Prototypen getestet, der sich dabei jedoch nicht bewegt („Trockenflug“). Hierbei wird ein erster Flug am Boden simuliert. Dadurch soll nachgewiesen werden, dass alle Systeme korrekt zusammenwirken und einen Flug grundsätzlich ermöglichen.
Beim Intermediate-Gauntlet-Testing erfolgt die Simulation verschiedener kompletter Flüge am Boden mit Hilfe des Prototypen. Hierfür wird das Flugzeug vollausgestattet, vollbetankt und mit einer Besatzung versehen im Rahmen von mehreren Testreihen einem fiktiven Flugprogramm unterzogen. Im Rahmen mehrere solcher „Flüge“ werden die verschiedensten realen Situationen (manuelle und automatische Landungen, Durchstarten, Langstreckenflüge, Kurzstreckenflüge, Ausfall von Teilsystemen, Notverfahren) nachgestellt.
Als Final Gauntlet Test bezeichnet man den letzten dieser Tests, der üblicherweise über ein oder zwei Tage geht und nochmal einen kompletten → *Umlauf* simuliert.

Gebirgswelle

Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet eine stationäre Welle an der Leeseite (→ *Lee*) eines Gebirges. Die sog. Leewellen entstehen, wenn große Luftmassen über Gebirgskämme streichen, und sich im Lee eine stationäre Zone von → *Auf-* und → *Abwinden* bis in große Höhen bildet. Diese Zone kann sich manchmal bis weit in die → *Stratosphäre* erstrecken.
Um solche Gebirgswellen zu erzeugen muss eine stabile Schichtung in Gipfelhöhe vorliegen, darüber ist eine weniger stabile Schichtung vorteilhaft; der Wind muss mindestens 30° quer zur Bergkette gerichtet sein und die → *Windgeschwindigkeit* in Kammhöhe muss mindestens 30 Knoten (bei höheren Bergen) betragen und in größere Höhen ohne Winddrehung zunehmen.

Die Wellenlänge muss in Phase mit dem Relief sein, d. h. die Niederung bis zum nächsten Bergkamm muss ein vielfaches der Wellenlänge der Lee-Welle sein, weil sonst die Wellenentwicklung abgebrochen wird, während sie im günstigen Fall in Resonanz ist und dann aufgeschaukelt wird. Die Strömung in der Welle ist zwar meist laminar und ruhig, → *Turbulenz* tritt aber an den Rändern auf, wo die Welle mit der allgemeinen Strömung in Berührung kommt. Die Turbulenz kann besonders stark sein im Zeitpunkt des Zusammenbruchs der Welle. Diese stationären Wellen treten meist südlich von → *Zyklonen* bzw. im Warmsektor auf, weil dort günstige Stabilitätsverhältnisse und Windprofile erwartet werden können. In den unteren Schichten auf der Leeseite entstehen ein oder mehrere Rotoren (jeweils unter den Wellenbergen), die parallel zur Gebirgskette verlaufen und am Auftreten ortsfester Quellwolken (Fraktokumulus; → *Fraktus*) erkennbar sind. Im Bereich dieser Rotorwolken treten die stärksten Turbulenzen auf, so dass ein Flugzeug manövrierunfähig werden kann oder erheblichen Schaden nimmt.
Segelflieger benutzen diese Wellen um große Höhen zu erreichen.

Gebundener Wirbel
→ *Wirbel*.

Gefahrengebiet
Engl.: Dangerous Area. Besonderer Teil des → *Luftraums*, für den zwar kein generelles Durchflugverbot herrscht, dessen Durchflug aber auf eigenes Risiko erfolgt. In der Regel sollten diese Gebiete vermieden werden. Gefahrengebiete werden zum Schutz des Flugverkehrs vor militärischen Übungen, besonderen Industrieanlagen etc. errichtet.
In den → *Luftfahrtkarten* für Deutschland sind diese Gebiete blau umrandet und mit dem Vermerk ED-Dx (für Europa Deutschland – Danger Area) gekennzeichnet; x steht dabei für eine angehängte Zahl, die der Nummerierung der ED-D Gebiete dient. Gefahrengebiete werden z. B. über der Nord- und Ostsee aufgrund der dort stattfindenden Schießübungen ausgewiesen. Ihre Wirksamkeit ist meist auf den Zeitraum von Montag bis Freitag begrenzt.

Gegenanflug
→ *Platzrunde*.

Gemessene Wolkenuntergrenze
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet die untere Grenze einer Wolkendecke. Die → *Wolkenuntergrenze* wird mit Instrumenten gemessen oder an Hand der bekannten Höhe von nicht natürlichen Objekten bestimmt.

Gemischtbauweise
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Man spricht von einer Gemischtbauweise, wenn das Flugzeug nicht nur aus Werkstoffen einer Art (z. B. Holz oder Aluminium oder einem → *Faserverbundwerkstoff*) gefertigt, sondern wenn die wesentlichen Teile wie → *Rumpf* oder → *Tragflügel* aus verschiedenen Werkstoffen gebaut sind.

Gemischverstellung
Vorrichtung im → *Cockpit* von Flugzeugen mit einem → *Kolbenmotor*, mit deren Hilfe ein optimales Verhältnis zwischen Luft und → *Kraftstoff* eingestellt werden kann.
Mit steigender → *Flughöhe* nimmt die Luftdichte, und damit die pro Zeiteinheit vom Kolbenmotor angesaugte Masse an Umgebungsluft ab. Die Gemischverstellung erlaubt eine Anpassung der Kraftstoffzufuhr, so dass das optimale Kraftstoff-Luftverhältnis (z. B. von 1:15) beibehalten wird.

General Aviation Terminal
→ *GAT*.

Generalüberholung
→ *Überholung*.

Geodätisches Koordinatensystem
Auch erdlotfestes Koordinatensystem genannt. Bezeichnung für ein rechtshändiges, orthogonales → *Koordinatensystem*, das seinen Ursprung im → *Schwerpunkt* des Flugzeugs hat. Die x- und y-Achsen liegen in der Horizontalebene des Flugzeugs parallel zur ebenen Erde (z. B. x-Achse nach Norden), die z-Achse zeigt in Richtung der Schwerkraft. Mit Hilfe des geodätischen KS kann also die Lage des Flugzeugs gegenüber der ebenen Erde bestimmt werden.
Die Winkel zwischen den x-, y-, und z-Achsen des geodätischen und des → *körperfesten Koordinatensystems* sind der → *Gierwinkel* (Azimut), der → *Nickwinkel* (Längsneigungswinkel) und der → *Rollwinkel* (Hängewinkel).
Das geodätische Koordinatensystem und die darin beschriebenen → *Zustandsgrößen* werden meist mit dem Index [g] versehen.

Geostrophischer Wind
→ *Hauptwindrichtungen*.

Gepäckabfertigung
Engl.: Baggage Handling. Teil der → *Bodenabfertigungsdienste* an einem → *Flughafen*.
Die Gepäckabfertigung beginnt mit der Übernahme des beim → *Check-in* aufgegebenen Gepäcks. Mit Hilfe der Gepäckanlage wird das Gepäck automatisch auf Basis des angehängten → *Gepäckabschnitts* sortiert und entweder direkt zum → *Flugsteig* des Flugzeugs befördert, oder zunächst gelagert. Der Transport des Gepäcks vom → *Terminal* zum Flugzeug sowie das Einladen in das Flugzeug gehören nicht mehr zur Gepäckabfertigung, sondern sind Teil der → *Vorfelddienste*. Ebenso ist bei ankommenden Flügen das Entladen des Gepäcks und sein Transport zum Terminal Bestandteil der Vorfelddienste. Der Transport innerhalb des Terminals gehört wiederum zur Gepäckabfertigung; das Gepäck wird dabei entweder zu einer Ausgabestation befördert und dort vom Passagier aufgenommen (Baggage Claim), oder – bei umsteigenden Passagieren – zu einem anderen Flugsteig transportiert.
Prinzipiell folgen die Gepäckstücke im Flughafen den gleichen Verkehrsflüssen wie die Passagiere. Aus Gründen des Komforts und der Sicherheit sind die Flüsse jedoch ab dem Check-in und bis zur Gepäckausgabe getrennt, was die Komplexität eines Flughafens erheblich vergrößert. Bei großen Flughäfen kann eine konflikt- und kreuzungsfreie Trennung zwischen Passagier- und Gepäckfluss meist nur realisiert werden, indem der Gepäckfluss in eine separate Ebene des Terminals verlegt wird. Alternativ können die beiden Flüsse nebeneinander angeordnet werden; dies führt allerdings – wie am Flughafen München – zu sehr langen Terminals.
Gleichzeitig ist die Effizienz und Zuverlässigkeit des Gepäckflusses durch das Terminal von großer Wichtigkeit – für den Passagier, den es erfahrungsgemäß sehr verärgert wenn sein Gepäckstück beim Weg durch das Terminal verloren geht; für

die → *Luftverkehrsgesellschaft*, die Verspätungen aufgrund von zu spät am Flugzeug eintreffendem Gepäck vermeiden will.
Die hohe Komplexität der Gepäckanlagen, verbunden mit den Anforderungen an Effizienz und Zuverlässigkeit führt dazu, dass die Gepäckanlage einen erheblichen Teil der Investitionskosten eines Terminals ausmacht. Moderne Anlagen arbeiten mit Lasergeräten zum Abtasten der beim Check-in an den Gepäckstücken angebrachten → *Gepäckabschnitte*; die dabei erfassten Informationen über → *Flugnummer*, Ziel- und Umsteigeort werden dann zur automatischen Steuerung der Gepäckanlage verwendet. Wie wichtig die Gepäckanlage für die Funktion eines Flughafens ist zeigt das Beispiel des Flughafens Denver. Dort begann die Planung der Gepäckförderanlage erst zwei Jahre nach dem Baubeginn für den Flughafen, was zahlreiche Probleme nach sich zog. 80 Mio. $ wurden zur Reparatur ausgegeben. Die für den 31. Oktober 1993 geplante Eröffnung wurde wegen der Probleme mit dem Gepäcksystem viermal auf den 28. Februar 1995 verschoben. Nur ein Concourse von dreien ist seitdem mit einem vollelektronischen Gepäckfördersystem ausgestattet, während zwei anderen mit einem manuellen Gepäcktransportsystem, basierend auf Elektrokarren und Handwagen arbeiten.

Gepäckabschnitt
International Baggage Tag genannt. Hilfsmittel beim → *Check-in* und bei der → *Gepäckabfertigung*, das eine eindeutige Beziehung zwischen Passagier, Gepäckstück, und Flugroute herstellt. Früher wurden Karten aus Kartonage mit einem Faden am Gepäckstück befestigt. Heute ist der Gepäckabschnitt ein rund 20 Zoll langer Streifen aus Verbundmaterial (Kunststoff, Papier), der als Schlinge um den Griff des Gepäckstücks geklebt wird. Dieses Verfahren wurde in Deutschland von der Adolf Sonntag Druck- und Papierverarbeitung GmbH & Co. KG aus Nieder-Olm entwickelt und ist mittlerweile weltweit verbreitet.
Die Oberfläche des Gepäckabschnitts besteht aus thermointensivem Papier, d. h. es verfärbt sich dort schwarz, wo es erhitzt wird. Dadurch ist schnelles Drucken ohne Tinte möglich, was ein nahtloses Arbeiten am Checkin ohne Kartuschenwechsel erlaubt. Der Kunststoff ist Trägermaterial und sorgt für die Reißfestigkeit.
Format und Eigenschaften wie Schrift- und Barcodegröße, Klebekraft und erlaubte Temperaturbereiche werden durch die → *IATA* festgelegt.
Die Gepäckabschnitte kommen auf Rollen unbedruckt aus darauf spezialisierten Druckereien. Nur der Name der Fluggesellschaft oder des Abfertigungsdienstleisters befindet sich dann schon auf dem Material.
Auf dem Gepäckabschnitt sind – sowohl als Klartext als auch in Form eines Strichcodes – eine Identifikations-Nummer, der Name des Reisenden und sein Geschlecht, das Gewicht (z. B. in Form von 2/13, d. h. zwei Gepäckstücke mit zusammen 13 kg) sowie Ziel- und Umsteigeorte vermerkt. Zusätzlich können auf der Rückseite des Gepäckabschnitts Beschädigungen des aufgegeben Gepäcks vermerkt werden.
Ein Teil des Gepäckabschnitts wird am Gepäck angebracht (Gepäckbanderole); die im Strichcode abgelegten Informationen werden von der Gepäckanlage, die Klartext-Informationen von den Mitarbeitern der → *Bodenabfertigungsdienste* zur Steuerung der Gepäckstücke verwendet.
Das kleinere Gegenstück (Baggage Tag) verbleibt beim Passagier und dient bei Verlust des Gepäcks gegenüber dem Personal des → *Baggage Tracing* als Nachweis. Außerdem erlaubt die Identifikations-Nummer eine Verfolgung des Gepäcks und hilft bei der Suche nach verlorenen Gepäckstücken.

Gepäckanhänger
→ *Gepäckabschnitt*.

Gepäckanlage
→ *Gepäckabfertigung*.

Gepäckcontainer
→ *Unit Load Device*.

Gepäckverlust
→ *Baggage Tracing*.

Gerüstbauweise
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Auch Fachwerkbauweise genannt. Er bezeichnet neben der → *Schalenbauweise* und der → *Spantenbauweise* eine weitere grundsätzliche Möglichkeit des konstruktiven Aufbaus eines → *Rumpfes*.
Der Rumpf besteht in der Gerüstbauweise aus einem fachwerkartig montierten Gerüst von z. B. miteinander verschweißten Stahlrohren oder Streben aus Holz oder Metall, eventuell ergänzt um Querverbindungen aus Drähten. Dieses Gestellt nimmt sämtliche Biege- und Torsionskräfte auf.
Entlang der → *Längsachse* des Rumpfes geben dabei → *Längsholme* die Form vor, die mit senkrecht stehenden Streben und schräg stehenden Diagonalen miteinander an Knotenpunkten verbunden sind. Der Querschnitt des Rahmens ist entweder rechteckig (Rechteckgerüst) oder dreieckig (Dreiecksgerüst). Andere Materialien für den Gerüstbau waren auch einmal → *Bambus* und Holz (Fichte und Esche).
Eine auf diesem Gestell montierte Beplankung oder Bespannung dient lediglich der Formgebung und Optimierung der → *Aerodynamik*, hat aber keine mechanisch tragende Funktion.
Der Nachteil der Gerüstbauweise ist, dass auch Verstrebungen im Innenraum notwendig sind, welche den zu nutzenden Stauraum in einer → *Kabine* beeinträchtigen. Ferner ist eine Umsetzung von → *Fail Safe* nicht möglich.
Die Gerüstbauweise war zwischen den 20er und 40er Jahren bei vielen Flugzeugen weit verbreitet und hat von einigen Sport- und → *Segelflugzeugen* abgesehen heute keine Bedeutung mehr.

Gesamtdruck
Summe aus → *Staudruck* und → *statischem Druck* einer Strömungen. Dabei ist der statische Druck ein Maß für die potenzielle, der Staudruck für die kinetische Energie der Strömung.
Nach der Bernoullischen Gleichung ist der Gesamtdruck entlang der Strömung konstant, lediglich die Aufteilung in Staudruck und statischen Druck variiert.
Der Gesamtdruck kann mit Hilfe des → *Pitot-Rohres* gemessen werden.

Gesamtgeschwindigkeit über Grund
→ *Bahngeschwindigkeit*.

Geschränktes Rotorblatt
→ *Rotorblatt*.

Geschwindigkeit über Grund
Auch als Bodengeschwindigkeit, engl.: Ground Speed (abgekürzt GS) bezeichnet. Die Geschwindigkeit über Grund ist die horizontale Komponente der → *Bahngeschwindigkeit*, und gibt

die waagerechte Geschwindigkeit des Flugzeugs relativ zum Erdboden an.

Geschwindigkeitsdruck
→ *Staudruck*.

Gesundheitszeugnis
→ *Flugtauglichkeitsklasse*.

Gewichtskraft
Auch als Schwerkraft bezeichnet. Zusammen mit dem → *Auftrieb*, dem → *Widerstand* und der → *Schubkraft* ist die Gewichtskraft eine der vier wichtigsten äußeren Kräfte, die im Flug auf ein Luftfahrzeug einwirken.
Die Gewichtskraft greift im → *Schwerpunkt* des Flugzeugs an und wirkt in Richtung des Erdmittelpunkts. Ein Flugzeug kann nur fliegen, wenn die Schwerkraft durch eine entsprechend große Auftriebskraft ausgeglichen wird.

Gewitter
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet eine Wettererscheinung, bei welcher meist heftige Niederschläge, → *Turbulenzen* und elektrostatische Entladungen zwischen Wolken sowie Wolken und Erde auftreten (→ *Blitz*). Ein Gewitter wird ausnahmslos von einer Wolke vom Typ → *Kumulonimbus* begleitet. Da die Entstehung dieser großen und hohen Wolke sehr gut beobachtet werden kann kommen Gewitter eher selten überraschend. Werden Gewitter aus entsprechender Entfernung an diesem Wolkenaufbau erkannt, dann können diese Wolken umflogen werden, sofern die Verkehrssituation dies zulässt. Dies erspart unkomfortable oder sogar gefährliche Turbulenzen.
Gewitter entstehen mit lokalen Schwerpunkten innerhalb des Kumulonimbus. Man spricht auch von Gewitterzelle oder nur Zelle. Eine solche Zelle hat einen Durchmesser von bis zu 2 km und eine Lebensdauer von 45 bis 60 min. Längere Gewitter können nur dann anhalten, wenn die meteorologischen Voraussetzungen für die Neubildung einer solchen Zelle gegeben sind.
Gewitter entstehen hauptsächlich in zwei Fällen, weshalb man ihnen auch verschiedene Namen gegeben hat. Von einem Frontengewitter spricht man in mitteleuropäischen Breiten, wenn in Folge einer Westwetterlage eine Kaltfront auf das Festland vorstößt und dort auf Warmluft trifft. Diese Warmluft wurde während einer Hochdrucklage stark erwärmt und verfügt daher über eine hohe Feuchtigkeit. Schließlich schiebt sich die bodennahe Kaltfront unter die Warmluft, was zu einer labilen Wetterlage und starken vertikalen Luftströmungen mit dem Aufbau von Wolken vom Typ Kumulonimbus führt, die schließlich in Gewittern abregnen. Noch stärker ist dieser Effekt, wenn sich die Kaltfront in der Höhe schneller bewegt als am Boden und die Warmfront zunächst in einer großen Höhe deckelt und förmlich in sie hineinfällt. Die Turbulenzen in solchen Gewittern sind erheblich. Eine solche Gewitterfront kann eine Länge von mehreren hundert Kilometern erreichen und von West nach Ost über Europa hinweg ziehen. Sie deutet auf einen generellen Wetterwechsel hin, da die Kaltfront auf das Einströmen kalter Luft nach Europa hindeutet. Frontengewitter treten häufiger an den Küsten als im Binnenland auf und sind nicht nur auf die Sommermonate beschränkt.
Von einem Wärmegewitter (auch Schönwettergewitter oder Luftmassengewitter genannt) spricht man, wenn als Folge einer sehr starken Sonneneinstrahlung die Luft erwärmt worden ist und aufsteigt, was am Rand von Gebirgen oft noch durch einen → *Aufwind* unterstützt wird. Da diese Luft im Sommer durch Verdunstung eine hohe Feuchtigkeit aufweist bilden sich bei derart aufsteigender Luft durch Kondensation Wolken vom Typ Kumolonimbus. Dies ist über gewässerreichen Gegenden besonders ausgeprägt (z. B. Seenplatte in Mecklenburg).
Wärmegewitter sind lokal und auch zeitlich (30 min bis zwei Stunden) stark begrenzte Erscheinungen, die im Sommer vergleichsweise häufig auftreten, aber nur sehr schwer vorherzusagen sind. Ihnen folgt häufig wieder strahlender Sonnenschein.
Von diesen beiden Fällen abgesehen entstehen Gewitter auch durch eine Verschärfung der vertikalen Temperaturunterschiede infolge von → *Advektion* oder Ausstrahlung kühlerer Luft in höheren Schichten oder Konvergenz der Luft in tieferen Schichten.
Wenn feuchtwarme Luftmassen an topographischen Hindernissen gehoben werden, können an dieser Windseite ebenfalls Gewitter entstehen. Man spricht dann von einem orographischen Gewitter. Dazu reichen bei labiler Wetterlage schon einfache Hügel aus, wohingegen bei stabilen Wetterlagen der Prozess durch Mittel- oder Hochgebirge in Gang kommt.
Aus fliegerischer Sicht bringen Gewitter insbesondere Gefahren durch starke → *Böen* oder anhaltende → *Turbulenzen*. Andere Begleiterscheinungen wie z. B. heftige Niederschläge bis hin zu Hagel (der auch eine Gefahr für Flugzeuge am Boden ist), Vereisung (→ *Eisbildung*) und Blitzschlag sind weniger große Risiken.

Gewitterzelle
→ *Gewitter*.

GFK
Abk. für glasfaserverstärkter Kunststoff.
→ *Faserverbundwerkstoff*.

Gierachse
→ *Hochachse*.

Gierbewegung
→ *Taumelschwingung*.

Gieren
Engl.: Yaw. Bewegung des Flugzeugs im Flug um seine vertikale → *Hochachse.*
Das Gieren wird über die → *Seitenruder* gesteuert. Ein Ruderausschlag erzeugt dabei ein → *Giermoment* und somit eine Gierbeschleunigung. Diese verändert zunächst die → *Gierrate* und darüber wiederum den → *Gierwinkel*.

Giermoment
Ein → *Moment*, das um die Hochachse (→ *Gierachse*) des Flugzeugs wirkt und zum → *Gieren* des Flugzeugs führt.

Gierrate
Bezeichnung für die zeitliche Veränderung des → *Gierwinkels* beim → *Gieren*.

Gierwinkel
→ *Steuerkurs*.

Gipfelhöhe
→ *Dienstgipfelhöhe*.

Glare
Abk. für Glassfiber Reinforced Aluminium.
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Er bezeichnet einen → *Verbundwerkstoff*, der aus mehreren Schichten Aluminium und

glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK, → *Faserverbundwerkstoff*) aufgebaut ist. Diese werden geschichtet und im Autoklav bei 120 Grad Celsius verklebt. In einer solchen geschichteten Konstruktion übernimmt das Aluminium die Aufgabe, das in den GFK-Matten vorkommende Risswachstum zu begrenzen.
Typischerweise ist Glare 3 bis 7 mm dick, andere Dicken sind jedoch auch möglich. Jede Aluminium-Schicht ist 0,3 bis 0,5 mm dick und jede GFK-Schicht 0,2 mm. Die GFK-Schichten sind meist abwechselnd in ihrer Vorzugsrichtung gegeneinander verdreht (0° und 90°) enthalten.
Glare ist stabiler, aber 15 bis 30 % leichter als eine vergleichbare reine Aluminiumkonstruktion. Es zeigt im Vergleich zum alleinigen Einsatz von Aluminium oder GFK insbesondere ein geringeres Ermüdungsverhalten bei Zugbelastung und verträgt höhere Dauerlasten. Ferner erlaubt Glare eine bessere Handhabung bei Reparaturen. Defekte Stellen können herausgeschnitten und durch ein Ersatzstück (Patch) aus Glare oder Alu ersetzt werden.
Einzelne Glare-Matten werden mit Hilfe von Epoxidharz miteinander verklebt.
Nachteilig ist, dass Glare nicht so stark wie Aluminium gebogen werden kann.
Glare kann in Abhängigkeit vom Einsatzzweck unterschiedlich dick hergestellt werden. Im Flugzeugbau sind die Türrahmen des Flugzeugrumpfes, wo Steifigkeit besonders gefragt ist, über 10 mm dick. Die Dicke der Rumpfschale liegt hingegen bei nur 5 mm.
Entwickelt wurde Glare von der niederländischen Universität Delft. Erste Komponenten wurden bei Fokker Aerostructures gebaut. In der Vergangenheit wurde Glare in der Sekundärstruktur von Flugzeugen verwendet. Beim Bau des Airbus A380 (Erstflug 27. April 2005) wird es erstmals in der Primärstruktur eingesetzt Dort besteht die obere Hälfte der → *Beplankung* des über 70 m lange Rumpfes aus diesem Material. Dies entspricht ungefähr 500 Quadratmetern. Von der Verwendung verspricht man sich eine Gewichtseinsparung von 15 bis 20 %.
Die Eignung von Glare wurde ab Oktober 1999 an einem A310 der Bundesluftwaffe getestet.

Glas-Cockpit
→ *Cockpit*.

Gleichdruckturbine
→ *Turbine*.

Gleitflug
Bezeichnung für einen Flug ohne → *Vortrieb*, bei dem der durch den → *Widerstand* bedingte Energieverlust durch einen Verlust an → *Flughöhe* ausgeglichen wird.
Da der Widerstandskraft in diesem Flugzustand keine Schubkraft entgegenwirkt, beginnt das Flugzeug unter einem → *Gleitwinkel* zu sinken. Im unbeschleunigten Gleitflug stellt sich der Gleitwinkel dabei so ein, dass die horizontale Komponente des → *Auftriebs* gerade den Widerstand ausgleicht. Der Gleitwinkel ist also vom Verhältnis zwischen Auftrieb und Widerstand des Flugzeugs abhängig; siehe auch → *Widerstandspolare*, → *Gleitzahl* und → *aerodynamische Güte*.
Während bei → *Segelflugzeugen* der Gleitflug der normale → *Flugzustand* ist, kann es bei Flugzeugen mit Antrieb zum Gleitflug kommen, wenn alle → *Triebwerke* im Flug ausgefallen sind oder abgestellt wurden.

Gleitpfad
Auch Gleitweg oder international Glide Slope genannt. Bezeichnung für den vertikalen Weg, den das Flugzeugs beim → *Landeanflug* bis zum → *Aufsetzen* auf der → *Landebahn* fliegt. Der Gleitpfad ist gegenüber der Ebene der Landebahn um den → *Gleitwegwinkel* ausgelenkt; die Einhaltung von Gleitpfad und Gleitwegwinkel wird dem → *Piloten* durch die → *Gleitwegwinkelbefeuerung* angezeigt. Beim → *ILS* wird der Gleitpfad zusätzlich durch den → *Gleitwegsender* beschrieben.

Gleitschirm
→ *Paraglider*.

Gleitweg
→ *Gleitpfad*.

Gleitwegsender
Engl.: Glide Slope Transmitter, abgekürzt GS. Sender zur Markierung des → *Gleitpfads* bei einem → *Instrumenten-Landesystem* (*ILS*).
Der Gleitwegsender sendet ein elektromagnetisches Signal in Form einer Ebene aus, die bei der → *Landeschwelle* oder dem → *Aufsetzpunkt* der → *Landebahn* beginnt, und im Winkel des Gleitpfads – in der Regel zwischen 2.5° und 4° – ansteigt. Die Schnittlinie zwischen der Ebene des Gleitwegsenders und der Ebene des → *Landekurssenders* beschreibt den Anflugweg für die Landebahn.
Der Gleitwegsender besteht aus einer Richtantenne mit zwei Dipolen, die sich entweder auf Höhe der Schwelle oder des Aufsetzpunktes befindet. Die Antenne hat eine Bauhöhe von ca. 15 bis 20 m, und muss daher in einem seitlichen Abstand von ca. 120 bis 180 m neben der Landebahn installiert werden. Um dennoch ein symmetrisches Signal zu erreichen wird dieser bauliche Versatz durch eine Korrekturantenne ausgeglichen.
Der Gleitwegsender strahlt sein Signal nicht direkt in die Luft ab, sondern indirekt durch Reflektion am Boden; auf diese Art verbessert sich die Signalqualität.
Das Signal des Gleitwegsenders hat eine Grundfrequenz zwischen 328 MHz und 336 MHz und – aufgrund der beiden Dipole – die Form von zwei aufeinander liegenden Keulen, eine oberhalb und eine unterhalb des gewünschten Gleitpfads. Die obere Keule wird mit einer Frequenz von 90 Hz, die untere mit einer Frequenz von 150 Hz moduliert. An Bord des Flugzeugs werden beide Signale empfangen und miteinander verglichen; die Differenz der Signale wird dann dem → *Piloten* als Abweichung nach oben oder unten vom Gleitpfad dargestellt.

Gleitwegwinkel
Vereinfacht auch Gleitwinkel genannt. Bezeichnung für den Winkel, den der → *Gleitpfad* gegenüber der Ebene der → *Landebahn* einnimmt. Er liegt meist im Bereich zwischen 2,5° und 6°; bei → *Instrumenten-Landesystemen* wird meist ein Winkel von 3° gewählt.

Gleitwinkel
1. Bezeichnung für den → *Bahnwinkel*, mit dem das Flugzeug im → *Gleitflug*, also ohne → *Schubkraft*, fliegt. Der Gleitwinkel ist in diesem Fall durch die → *Gleitzahl* bzw. die → *aerodynamische Qualität* des Flugzeugs bestimmt.
2. Verkürzte Bezeichnung für den → *Gleitwegwinkel*, d. h. den Bahnwinkel, der beim → *Landeanflug* gewählt wird. Durch → *Slippen* kann der Gleitwinkel erhöht werden.

Gleitwinkelbefeuerung
Engl.: Approach Slope Indicator Systems oder auch Visual Approach Slope Lights. Die Gleitwinkelbefeuerung ist Teil der → *Befeuerung* eines → *Flugplatzes*, und ergänzt die → *Anflugbefeuerung* als Hilfsmittel für den → *Piloten* im → *Endanflug*. Während die Anflugbefeuerung dem Piloten eine Orientierung für den korrekten → *Steuerkurs* und → *Rollwinkel* im Endanflug gibt, zeigt die Gleitwinkelbefeuerung dem Piloten durch optische Signale an, ob er über, auf oder unterhalb des vorgegebenen → *Gleitpfades* (der in der Regel 3° beträgt) fliegt.
Die Einhaltung des Gleitpfades garantiert dem Piloten, dass er einen hindernisfreien Endanflug durchführt, d. h. dass das → *Fahrwerk* stets im sicheren Abstand über eventuellen Hindernissen bleibt. Gleitwegbefeuerungen sind insbesondere dann wichtig, wenn:

- Die Umgebung des Flugplatzes dem Piloten keine ausreichenden Anhaltspunkte für den momentanen Gleitpfad gibt, z. B. bei fehlenden Lichtern bei Nacht oder bei Anflügen über Wasser.
- Die Umgebung oder die Neigung der → *Landebahn* einen falschen Eindruck vom momentanen Gleitpfad geben. So haben Piloten z. B. bei ansteigenden → *Landebahnen* die Tendenz, einen zu geringen, bei ansteigenden Landebahnen einen zu steilen Gleitpfad zu wählen.
- Sich gefährliche Objekte unterhalb des vorgeschriebenen Gleitpfads befinden.
- Die Bereiche vor und/oder hinter der Landebahn eine Gefahr für Flugzeuge darstellen. Die Einhaltung des Gleitpfades garantiert dann, dass das Flugzeug weder vor der Landebahn aufsetzt, noch so spät aufsetzt, dass die Landebahn zum Abbremsen nicht mehr ausreicht.
- Das Flugzeug beim Landeanflug starken Winden ausgesetzt ist, die die Einhaltung des Gleitpfades erschweren.

Die bekanntesten heute eingesetzten Systeme sind das → *VASI* und das → *PAPI* System.

Gleitzahl
Engl.: Lift-Drag Ratio. Eine besonders für → *Segelflugzeuge* wichtige Kennzahl, die eine Aussage über die → *aerodynamische Güte* eines Flugzeugs macht. Die Gleitzahl kann sowohl für reine Segelflugzeuge als auch für motorgetriebene Flugzeuge (mit ausgeschaltetem bzw. leerlaufendem Antrieb) angegeben werden.
Die Gleitzahl gibt an, welche horizontale Strecke ein Flugzeug im unbeschleunigten → *Gleitflug* zurücklegt, bis ein gewisser Verlust an → *Flughöhe* (meist ein Meter) eingetreten ist. Ein Segelflugzeug mit einer Gleitzahl von 35 legt also eine Flugstrecke von 35 Metern zurück, bis es einen Meter an Höhe verloren hat. Aus der Gleitzahl ergibt sich auch direkt der → *Gleitwinkel* des Flugzeugs.
Die Gleitzahl eines Flugzeugs hängt unter anderem von seinem → *Tragflügel* und → *Profil*, seinem Gewicht und seiner → *Fluggeschwindigkeit* ab. Moderne Segelflugzeuge erreichen bei Fluggeschwindigkeiten um 100 km/h Gleitzahlen bis zu 50, d. h. pro 1.000 Meter Höhenverlust legen sie eine Strecke von 50 km zurück. Verkehrsflugzeuge erreichen Gleitzahlen von 15 bis 20, Kampfflugzeuge von 10 bis 15, und → *Hubschrauber* von 2 bis 4.

GLONASS
Abk. für Global Navigation Satellite System bzw. Global'naya Navigasionnay Sputnikovaya Sistema.
Bezeichnung für ein ursprünglich rein militärisch genutztes System der → *Satellitennavigation* (→ *GNSS*), das vom Militär der Nachfolgestaaten der Sowjetunion betrieben wird.
Wie bei dem → *GPS* der USA existieren zwei Ortsbestimmungssysteme für zivile und militärische Nutzer. Das zivile System arbeitet, im Gegensatz zu GPS, ohne künstlichen Fehler und erlaubt daher zivilen Nutzern eine höhere Genauigkeit bei der Ortsbestimmung.
GLONASS verfügt wie GPS über 21 Betriebssatelliten und drei Reservesatelliten in drei schwachelliptischen Umlaufbahnen (Exzentrizität von 0,01) in einer Höhe von 19.100 km bei einer Umlaufdauer von 11 Std. 16 Min. mit einer Inklination von 64,8°. Es existieren fünf Kontrollstationen auf russischem Gebiet.

GMT
Abk. für Greenwich Mean Time.
Ein universeller Zeitstandard der in der Luftfahrt u. a. in der → *Navigation* verwendet wird.
→ *UTC*.

GND
Abk. für Ground.
Bezeichnung für den Erdboden, z. B. als untere Grenze für den → *unteren Luftraum* oder für → *Kontrollzonen*.

GNSS
Abk. für Global Navigation Satellite System.
Ein Oberbegriff für Systeme der → *Satellitennavigation*. Derartige Systeme basieren darauf, dass mehrere Satelliten auf festgelegten Bahnen die Erde umkreisen. An Bord der Satelliten befindet sich eine Atomuhr. Die Satelliten senden ihre eigene Position und die aktuelle Uhrzeit aus. Ein Empfänger, der dieses Signal von mehreren Satelliten empfängt kann mit Hilfe von Signallaufzeiten, Zeitvergleich und einfacher trigonometrischer Berechnungen seinen eigenen Standort (Geokoordinaten und Höhe) sehr präzise bestimmen. Derartige satellitenbasierte Navigationssysteme wurden ursprünglich vom amerikanischen und sowjetischen Militär zur Steuerung radarloser Tarnkappenbomber, von → *Marschflugkörpern* oder zur schnellen Vermessung bei der Artillerie entwickelt. Kaum eine militärische Innovation ist derart schnell in das zivile Leben eingedrungen und wurde so schnell für verschiedene zivile Zwecke adaptiert wie die Satellitennavigation. Zivile Einsatzfelder sind z. B.:

- Navigationshilfe im Kraftfahrzeugverkehr
- Navigationshilfen in der Luftfahrt
- Navigationshilfe für die Schifffahrt: Militär, Küstenwache/ Seerettung und Handelsschifffahrt, Segler, motorisierte Sportboote
- Navigationshilfe für Wanderer, Camper, Mountain Biker, Bergsteiger, Angler, Ralley Fahrer
- Diebstahlschutz bei Automobilen
- Flottensteuerung von LKWs oder im öffentlichen Nahverkehr
- Logistik bei führerlosen, automatischen Zügen und Transportbehältern (Container)

Technisch gesehen besteht ein GNSS aus drei großen Subsystemen:

- Das Raumsegment: Die Satelliten auf ihren Umlaufbahnen im Weltall.

- Das Bodensegment: Alle Kontroll- und Steuereinrichtungen auf der Erde, die zum sicheren und zuverlässigen Betrieb des gesamten Systems notwendig sind.
- Das Nutzersegment: Mobile Empfangsanlagen, fest montiert an Bord von Flugzeugen oder Schiffen, oder in Form von Handgeräten (für Wanderer, Bergsteiger, Angler etc.).

Man unterscheidet oft verschiedene Generationen von GNSS, etwa GNSS 1 und GNSS 2. Zur ersten Generation gehören Systeme wie das amerikanische → *GPS* und das russische → *GLONASS*, die beiden ihren Ursprung im militärischen Bereich haben und ihren Weg in die zivile Welt zunächst nur bei eingeschränkter Präzision hatten bzw. dafür Zusatzgeräte erforderlich machten.
Zu GNSS 2 gehören Systeme wie das europäische → *Galileo*, das von Anfang an als ziviles Navigationssystem konzipiert wurde.

Go-Around
→ *Durchstarten*.

Göttinger Profile
→ *Profilsystematik*.

Goshow
Ein Branchenjargon aus der kommerziellen Verkehrsfliegerei. Er bezeichnet einen Passagier ohne Vorreservierung, der schnellstmöglich einen gewünschten Flug zu nehmen gedenkt.

GPL
Abk. für Glider Pilot Licence.
Die internationale Bezeichnung für den → *Segelflugschein*.

GPS
Abk. für Global Positioning System.
Bezeichnung für ein US-amerikanisches System der → *Satellitennavigation* (→ *GNSS*), das ursprünglich auch NAVSTAR-GPS (für Navigational Satellite Timing and Ranging) genannt wurde, und das seit Anfang Mai 2000 auch zivilen Nutzern ohne Einschränkung zur Nutzung offen steht.
Das amerikanische GPS-System wurde auch NAVSTAR-GPS genannt (für Navigational Satellite Timing and Ranging). Es besteht technisch gesehen aus drei Komponenten:

- Einem Raum-Segment im Weltraum mit den Satelliten
- Einem Boden-Segment mit einem Management-Center (Kontrollstation)
- Einem Nutzersegment mit GPS-Empfänger und einfacher Bedieneinheit. Das US-Verteidigungsministerium hat Mindestanforderungen für derartige Geräte definiert.

Das Raum-Segment besteht aus 24 GPS-Satelliten (21 permanent in Betrieb und drei in Reserve; hergestellt von Rockwell) des US-amerikanischen Verteidigungsministeriums, die auf sechs elliptischen Bahnen (Exzentrizität von 0,1) in einer Höhe von 20.183 km mit einer Umlaufzeit von 11 Std. 58 Min. und einer Inklination von 55° die Erde umrunden. Jederzeit sind mindestens vier Satelliten von jedem Punkt der Erde aus mit einer Elevation von mindestens 5° sichtbar, häufig auch bis zu acht.
In jedem Satelliten befinden sich zwei Caesium-Atomuhren; diese werden bei jedem Umlauf (also zweimal täglich) mit einer Referenzuhr im US Naval Observatory mit der → *UTC* verglichen und notfalls korrigiert.
Der Satellit sendet die genaue, aktuelle Zeit und seine eigene Position auf der Umlaufbahn auf 1575,42 MHz und 1227,6 MHz (L-Band, Frequenzen L1 und L2) zu dem mobilen Empfänger auf der Erdoberfläche. Dieser verfügt über eine Quarzuhr und kann aus den Laufzeiten der Signale und den Satellitenpositionen durch trigonometrische Berechnungen die eigene Position durch Berechnung dreidimensionaler Koordinaten bestimmen.
Da die Quarzuhr der Empfänger nicht so präzise wie die Atomuhren der Satelliten ist, werden, sofern möglich, weitere Satelliten zu einer Vergleichs- und Korrekturmessung mit herangezogen. Der GPS-Empfänger kann aus den empfangenen Signalen der verschiedenen Satelliten (mindestens drei, maximal sechs) im Idealfall seine Position bis auf Zentimeter genau bestimmen.
Die Datenübertragung vom Satelliten zum Empfänger erfolgt mit 50 bit/s.
Die Satellitensignale auf den L1- und L2-Frequenzen sind mit zwei Codes verschlüsselt: dem P- (Precision-) Code und dem C/A- (Coarse Acquisition-) Code, die mit einer Bandbreite von 2 bzw. 20 MHz übertragen werden. Der P-Code für sehr genaue Messungen ist besonders verschlüsselt und wird auf der L1- sowie der L2-Frequenz übertragen. Er steht exklusiv dem US-Militär und seinen Verbündeten zur Verfügung (PPS, Precision Positioning Service), um eine dreidimensionale Positionsbestimmung bis auf 10 m genau zu ermöglichen. Die Geschwindigkeitsbestimmung des Senders ist mit einer Genauigkeit von 0,2 m/s möglich. Das P-Signal ist dabei besonders verschlüsselt.
Das C/A-Signal ist 1.023 Bit lang, dient der schnellen Erstsynchronisation und erlaubt eine erste, ungenauere Messung. Jeder Satellit sendet dabei in diesem Signal eine individuelle Kennung, seine Position, den Zeitpunkt der Absendung und einige andere Details.
Normale zivile Nutzer erhielten lange Zeit nur einen SPS-Zugang (Standard Positioning Service), der für die horizontale Position eine Genauigkeit von 100 m bis 300 m und für die vertikale Position von 170 m bei 95 % Wahrscheinlichkeit sowie eine Geschwindigkeitsmessung mit einer Genauigkeit von 0,3 m/s erlaubt. Dies wird durch einen bewusst eingebauten, sich permanent ändernden Fehler (Selective Availability, SA) bei der Zeitangabe erreicht (Interferenz, Jitter). Dieser Fehler konnte bei Bedarf aber auch ausgeschaltet werden. Dies geschah z. B. während des Golfkrieges, um befreundeten Truppen, die nicht über militärische GPS-Empfänger verfügten, dennoch die genaue Positionsbestimmung zu ermöglichen. Mittlerweile ist dieser systemseitige Fehler jedoch permanent ausgeschaltet.
Das Boden-Segment des GPS ist das Kontrollzentrum. Es wird vom 2nd Satellite Control Squadron der US-Luftwaffe mit Sitz auf der Falcon Station/Colorado verwaltet und wird mit Consolidated Space Operations Center bezeichnet. Ferner existieren Bodenstationen in Hawaii, Ascension Islands (Südatlantik), Diego Garcia (Indischer Ozean) und Kwajalein (Nordpazifik).

Links
→ *http://www.geometh.ethz.ch/gps/*
→ *http://www.jhuapl.edu/transportation/aviation/gps/*
→ *http://www.nasm.edu/galleries/gps/*
→ *http://www.mitre.org/technology/gps/*

GPU
Abk. für Ground Power Unit.
Auch Bodenstromaggregat genannt. Bezeichnung für eine funktional der → *APU* gleichgestellten technischen Gerätschaft, die an Flughäfen als Dienstleistung dort landenden Flugzeugen zur Verfügung gestellt wird und die Flugzeuge am Boden mit Strom und → *Pressluft* versorgen.
GPU sind üblicherweise kleine, zweiachsige Anhänger oder Fahrzeuge vom Format eines Lieferwagens, die mit einem Treib-

stofftank und einem schallisolierten Generator sowie diversen Anschlüssen für Strom und Pressluft ausgestattet sind. Es liefert Wechselstrom mit 115 V und 400 Hz, für kleinere Flugzeuge auch 28 V Gleichstrom.
GPUs werden üblicherweise nach der Landung an ein Flugzeug angeschlossen, damit dieses seine eigene → *APU* schonen kann. Auch im Falle eines Ausfalls einer APU wird eine GPU verwendet. Erst zum → *Push-back* wird die GPU vom Flugzeug getrennt und abgeschaltet. Das Flugzeug versorgt sich dann über die eigene APU.

GPWS
Abk. für Ground Proximity Warning System.
Bodenabstands-Warnsystem an Bord des Flugzeugs, das den Piloten bei Annäherung an den Erdboden durch ein akustisches Signal warnt.
Das GWPS basiert auf einem → *Radiohöhenmesser* der den aktuellen Abstand des Flugzeugs zum Erdboden misst. Erkennt das System einen unzureichenden Abstand zwischen dem Flugzeug und dem Erdoberfläche erfolgt der Alarm.
Gleichzeitig vergleicht das System die Ergebnisse zeitlich aufeinander folgender Messungen und bildet daraus einen Trend, der z. B. in den folgenden Fällen ebenfalls zu einem Alarm führt:
- Der → *Gleitwinkel* beim → *Instrumenten-Anflug* wird um einen spezifischen Wert unterschritten.
- Unbeabsichtigtes → *Sinken* direkt nach dem → *Start*.
- Die → *Sinkrate* überschreitet einen vorgegebenen Maximalwert.
- Zu hohe Annäherungsrate an den Erdboden, entweder weil das Flugzeug zu schnell sinkt, oder in ein ansteigendes Terrain fliegt.

GPWS wurde 1974 in den USA auf Anordnung der → *FAA* eingeführt, und hat seitdem zu einer starken Verringerung der → *CFIT* Unfälle geführt. GPWS hat jedoch den Nachteil, dass es nicht „nach vorne“ sehen kann, sondern lediglich die aktuelle → *Höhe über Grund* misst. Die Vorwarnzeit des Systems ist daher vom Gelände- und Flugverlauf abhängig, und beträgt im Durchschnitt ca. 10 bis 15 Sekunden, in günstigeren Fällen 30 Sekunden. Bei einem plötzlich stark ansteigenden Terrain kann die Warnung des GPWS aber so spät kommen, dass dem → *Piloten* nicht mehr genug Zeit zum Ausweichen bleibt. Das GPWS zeigt auch Schwächen wenn das Flugzeug bei der → *Landung* zu stark sinkt und vor Erreichen der → *Landebahn* den Erdboden berührt. Beide Schwächen treten beim moderneren → *EGPWS* nicht mehr auf.

Grandfathering
Im Deutschen manchmal auch Großvaterrecht genannt. Zum einen der Begriff für die Möglichkeit, bei der → *Musterzulassung* von → *Derivaten* teilweise auf Bestimmungen zurück zu greifen, die bei der Zulassung des ursprünglichen Flugzeugtyps gegolten haben, und die in der Regel weniger streng sind als die aktuellen Regelungen. Dies erlaubt eine schnellere Entwicklung von Flugzeugen, sofern sie nur von bestehenden Typen abgeleitet sind, etwa durch die Verlängerung des Rumpfes oder den Einbau eines anderen Cockpits.
Zum anderen die Bezeichnung für ein wichtiges Kriterium bei der Vergabe von → *Slots* an die → *Luftverkehrsgesellschaften* durch den → *Flughafenkoordinator*.
Unter Grandfathering versteht man das Prinzip, dass einer Luftverkehrsgesellschaft auf Antrag, sofern es die Kapazität des → *Flughafens* erlaubt, die gleichen Slots zugeordnet werden, über die sie bereits in der vorangegangen Periode verfügt hat. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass die Slots in der vorangegangenen Periode auch hinreichend genutzt wurden; im Linienflugverkehr z. B. liegt die Mindestnutzung bei 80 %.
Der Grund für das Grandfathering liegt darin, dass eine Kontinuität von → *Flugplänen* ermöglicht werden soll, damit sich Passagiere (insbesondere → *Vielflieger*) nicht jedes Jahr auf neue Zeiten und Verbindungen einstellen müssen.
Für bestimmte regionale Flugdienste können allerdings keine Grandfathering-Rechte erworben werden.

Graupel
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für einen besonderen → *Niederschlag* in Form von Eiskörnern mit einem Durchmesser von 1 bis 5 mm. Bei größeren Durchmessern spricht man von → *Hagel*.
Graupel entsteht, wenn unterkühlte Wassertröpfchen mit einem Schnee- oder Eiskristall zusammenstoßen und sofort gefrieren. Ihr Gewicht nimmt dadurch zu, so dass sie zu Boden fallen.
Graupel fällt meist aus hochreichenden Wolken der Gattung → *Kumulonimbus* und ist in europäischen Breiten typisch für Aprilwetter.

Graveyard Spiral, Graveyard Spin
→ *Trudeln*.

Grenzschicht
Auch Reibungsschicht oder engl. Boundary Layer genannt. Die Grenzschicht ist ein zentraler Begriff der → *Aerodynamik.* Sie ist eine Folge der Zähigkeit der Luft und der durch sie bedingten Reibung in Luftströmungen.
Während z. B. bei Rohrströmungen der Reibungseinfluss über den gesamten Querschnitt der Strömung zu beobachten ist, beschränkt er sich bei der Umströmung eines Körpers von Luft auf eine vergleichsweise dünne Schicht entlang der Oberfläche dieses Körpers, eben der Grenzschicht. Die Lehre vom Verhalten und Beeinflussen der Grenzschicht bezeichnet man als Grenzschichttheorie. Sie hat Ludwig Prandtl begründet.

Geschwindigkeitsverteilung in der Grenzschicht
Außerhalb der Grenzschicht ist die Geschwindigkeit der Strömung gegenüber dem Körper konstant und entspricht der ungestörten → *Anströmgeschwindigkeit*. Innerhalb der Grenzschicht wird sie dagegen durch die zähigkeitsbedingten Reibungskräfte verringert. Direkt an der Oberfläche des Körpers haftet die Strömung am Körper, und die Anströmgeschwindigkeit wird zu Null. Entlang der Dicke der Grenzschicht nimmt die Geschwindigkeit zu; sobald sie den Wert der ungestörten Anströmgeschwindigkeit erreicht hat endet per Definition die Grenzschicht.

Dicke der Grenzschicht und Reibungskraft
An der Spitze des umströmten Körpers ist die Dicke der Grenzschicht Null und nimmt dann über die Länge des umströmten Körpers kontinuierlich zu.
Bei Strömungsmedien mit geringer Zähigkeit (z. B. Luft) ist die Grenzschicht sehr dünn. Die Anströmgeschwindigkeit steigt also innerhalb einer sehr kurzen Höhe von Null auf den Wert der ungestörten Anströmgeschwindigkeit an. Dies weist auf sehr starke Reibungskräfte hin, die in der Grenzschicht wirken, und die einen entsprechenden Widerstand erzeugen. Dagegen können die Reibungskräfte außerhalb der Grenzschicht oft vernachlässigt werden.

Für eine ebene Platte, die mit Luft mit einer Geschwindigkeit von 15 m/s angeströmt wird erreicht die Grenzschicht nach einem Meter eine Dicke von etwa 5 Millimetern.

Grenzschicht, Widerstand und Auftrieb

Der → *Widerstand* eines umströmten Körpers ändert sich erheblich in Abhängigkeit davon, ob in der Grenzschicht eine → *laminare* oder → *turbulente Strömung* herrscht, oder ob es sogar zu einer → *abgelösten Strömung* kommt.

Dabei ist der Widerstand einer turbulenten Strömung zwar höher als der einer laminaren Strömung, aber immer noch geringer als der einer abgerissenen Strömung. Bei einer abgerissenen Strömung bricht zusätzlich der Auftrieb zusammen. Für einen → *Tragflügel* ergeben sich daraus eine Vielzahl von Strategien zur Verringerung des Widerstandes:

- Bei → *Laminarprofilen* wird durch eine schlanke Geometrie der Umschlag der laminaren in eine turbulente Strömung zu größeren → *Profiltiefen* verschoben.
- Durch Absaugen der Grenzschicht verringert sich die Gefahr der Ablösung; gleichzeitig wird der Bereich der laminaren Strömung gegenüber der turbulenten Strömung am Tragflügel erweitert.
- Beim Ausblasen führt ein waagerechter Luftstrahl der Grenzschicht Energie zu und verhindert so eine Ablösung.
- Analog zum Ausblasen kann durch einen Spalt Energie von der Unterseite des Tragflügels in die Grenzschicht an der Oberseite zugeführt werden. Mit → *Vorflügeln* kann so die Ablösung zu höheren → *Anstellwinkeln* verschoben und der maximale Auftrieb gesteigert werden.
- Mit Hilfe von → *Wirbelblechen* wird ein Umschlagen der laminaren in eine turbulente Strömung erreicht, und so eine Ablösung verzögert.

Entwicklung

„Flüssigkeitsbewegung bei sehr kleiner Reibung“ ist der Titel eines Vortrags, den Ludwig Prandtl 1904 auf dem Heidelberger Mathematiker-Kongress gehalten hat. Er teilte die Strömung in der Umgebung eines Körpers in zwei Gebiete auf: In eine Außenströmung, in der man die Reibung vernachlässigen kann und in eine dünne Schicht in der Nähe des Körpers, die er „Grenzschicht“ nannte, in der die Reibung eine wesentliche Rolle spielt. Dieser revolutionäre Gedanke von Prandtl, der zunächst in Mathematikerkreisen noch sehr umstritten war, führte seinerzeit zu neuen Impulsen in der gesamten Strömungsmechanik und insbesondere in der Aerodynamik.

Grenzschichtzaun

Auch Vortillon, engl.: Stall Fence. Der Grenzschichtzaun wird eingesetzt, um die Strömung bei → *Tragflügeln* mit → *Pfeilung* – seltener auch bei ungepfeilten Tragflügeln – zu beeinflussen.

Bei gepfeilten Flügeln – aber auch beim → *Schiebeflug* mit ungepfeilten Flügeln – kann es an der Oberseite des Tragflügels zu einer Querströmung kommen, bei der Luft vom Innen- zum Außenflügel strömt. Dadurch wächst die Dicke der → *Grenzschicht* am zurückliegenden Flügelende und es kann zum → *Strömungsabriss* mit Erhöhung des → *Widerstands* und Verlust des → *Auftriebs* am Außenflügel kommen. Dies ist besonders kritisch, da am Außenflügel die → *Querruder* liegen; diese verlieren bei abgerissener Strömung ihre Wirksamkeit, und es droht ein → *Abkippen* des Flugzeugs.

Ein Grenzschichtzaun kann die unerwünschte Querströmung unterdrücken. Er besteht aus einem langen, dünnen Blech, das auf der Oberseite des Tragflügels parallel zur → *Profilsehne* montiert ist. Der Grenzschichtzaun kann entlang eines kurzen Stücks im vorderen Flügelteil, über die gesamte Profiltiefe, oder sogar bis auf die Unterseite des Tragflügels angebracht werden. Ihre genaue Lage wird meist experimentell im → *Windkanal* bestimmt. Ihre Höhe beträgt etwa 5 % bis 10 % der → *Profildicke*. Auf einer → *Tragfläche* können auch mehrere Grenzschichtzäune aufgebracht werden.

Grenzschichtzäune wurden z. B. bei Flugzeugen des sowjetischen Konstruktionsbüros MiG (Mig-15, Mig-17, Mig-19, Mig-21), aber auch bei der Grumman A-6 („Intruder“), der Fiat G-91 („Gina“) oder die Suchoi Su-22 eingesetzt.

Großkreis

Ein Begriff aus der → *Navigation*. Der Großkreis ist die Schnittlinie einer Fläche, die durch den Erdmittelpunkt geht, mit der Erdoberfläche. Der Großkreis hat eine Länge von ca. 42.000 km; da die Erde keine exakte Kugel ist hängt der genaue Wert aber von der Wahl der Schnittebene ab.

Der Äquator ist ein Sonderfall des Großkreises bei dem die Schnittebene senkrecht auf der Rotationsachse der Erde steht.

Der Großkreis ist relevant für die Ermittlung der kürzesten Flugstrecke zwischen zwei Punkten auf der Erdoberfläche.

Großraumflugzeug

→ *Wide Body*.

Großvaterrecht

→ *Grandfathering*.

Ground Control

→ *Bodenkontrolle*.

Grounded

→ *Aircraft on Ground*.

Ground Vibration Test

→ *GVT*.

GS

1. Abk. für Glide Slope (Transmitter).
   → *Gleitwegsender*.
2. Abk. für Ground Speed.
   → *Geschwindigkeit über Grund*.
3. Abk. für Gleitschirm.
   → *Paraglider*.

Guadalajara Zusatzabkommen

Ein Begriff aus dem internationalen → *Luftrecht*. Bezeichnung für das 4. Zusatzabkommen zum → *Warschauer Abkommen* vom 18. September 1961. Ziel des Abkommens ist die Vereinheitlichung von Regeln für internationale Beförderungen, die von einem anderen als dem vertraglichen Luftfrachtführer ausgeführt werden. Kern der Vereinbarung ist die besondere Stellung derjenigen Person, die ein Luftfahrzeug chartert, den Flug aber nicht selber durchführt sowie die Stellung dieser Person gegenüber den Fluggästen. Hierbei geht es auch darum, wer gegenüber den Fluggästen als Luftfrachtführer auftritt. Die hierbei zu lösenden Probleme liegen in der Hauptsache in der unterschiedlichen Auslegungen des Charterbegriffes.

Guatemala Abkommen

Auch als internationales Transitabkommen bezeichnet. Ein Begriff aus dem internationalen →*Luftrecht*. Bezeichnung für

eine Fortschreibung und Ergänzung des internationales Haftrechts des → *Warschauer Abkommens* und des → *Haager Protokolls* aus dem Jahre 1971.
Im Guatemala Abkommen sind die Haftungsregeln des Luftfrachtführers neu gestaltet und die Haftungssummen den seinerzeitigen neuen Bedürfnissen angepasst worden. Eine der Änderungen beruht auf dem Grundsatz der Erfolgshaftung des Luftfrachtführers im Falle des Todes, der Körperverletzung usw. des Fluggastes, sofern der den Schaden verursachende Unfall während einer internationalen Luftbeförderung eingetreten ist, und sofern der Geschädigte den Schaden nicht vorsätzlich selbst herbeigeführt hat. Diese, nunmehr absolute Haftung, ist jedoch beschränkt auf die z. Zt. hier in Deutschland bekannten Summen zur Passagierhaftpflicht, nämlich ca. 165.000 Euro bei Personenschäden oder ca. 1.700 Euro bei Schäden von sog. Obhutsgegenständen.
Eine Unterteilung zwischen Hand- und aufgegebenen Gepäck (wie sie gemäß Warschauer Abkommen üblich war) fällt weg und wird ungeachtet der tatsächlichen oder angegebenen Werte durch eine beide Arten abdeckende Gemeinschaftssumme ersetzt. Ferner gibt es eine Klausel, die es erlaubt, die Haftungssummen nach fünf bis zehn Jahren automatisch um ca. 21.000 Euro zu erhöhen.

Gummihund
→ *Gummiseilstart*.

Gummiseilstart
Ein Begriff aus dem → *Segelflug*. Auch Katapultstart genannt. Er bezeichnet eine Startmethode, bei der ein Segelflugzeug von einem abschüssigen Hang gegen den Wind gestartet wird, wozu ein dafür geeignetes Gummiseil die nötige Beschleunigung liefert.
In der beschriebenen Konstellation wird nur vergleichsweise wenig Energie für den Start eines Segelflugzeugs benötigt, so dass ein ca. 50 m langes Gummiseil quer zur Abflugrichtung gespannt wird. In der Mitte wird ein kurzes Seil mit einem Stahlring befestigt, der vorne am Flugzeug in einen nach unten offenen Haken eingehängt wird. Das Flugzeug wird auf geeignete Weise festgehalten (z. B. mit einem Seil an einen fest in den Boden geschlagenen Pflock gebunden). An beiden Enden des Gummiseils ist jeweils ein griffiges Seil befestigt, an dem jeweils fünf bis zehn Personen („Gummihunde“) das Gummiseil nach vorne wegziehen, bis es ganz gedehnt ist. Auf Kommando wird das Segelflugzeug losgelassen (Verbindung zum Pflock wird gelöst), woraufhin es durch den Zug des Gummiseils zwischen den beiden Zugmannschaften hindurch startet. Ist das Gummiseil entspannt, so fällt der Ring aus dem Haken und das Flugzeug kann frei weiterfliegen.
Der Gummiseilstart wurde 1920 erfunden und war bis in die fünfziger Jahre die verbreitetste Methode für Segelflugzeugstarts, weil sie am billigsten war.
Heute ist sie weitgehend von anderen Startmethoden abgelöst worden und wird nur noch gelegentlich zum Spaß und auch aus nostalgischen Gründen der Traditionspflege praktiziert.

GVT
Abk. für Ground Vibration Test.
Deutsche Bezeichnung ist Standschwingungsversuch. Diese praktischen Testreihen mit einem realen Flugzeug im Rahmen der → *Musterzulassung* dienen in der Regel der Validierung vorausgegangener, umfangreicher Computersimulationen. Dabei wird das zu untersuchende Flugzeug komplett oder in Teilen einer Schwingungsbelastung ausgesetzt, etwa auf einem dafür geeigneten Prüfstand. Ein solcher Prüfstand erzeugt an mehrere Stellen des Flugzeugs über elektrodynamischer Schwingungserzeuger die für einen Test erwünschten Vibrationen. Über das Flugzeug verteilte Sensoren in dreistelliger Anzahl messen an bestimmten Punkten die Belastung, z. B. die Schwingungsfrequenz, die Dämpfung und die Auslenkung. Aus der Verknüpfung der Messungen aller Sensoren können dann Schlüsse für Schwingungsformen eines ganzen Teils wie z. B. eines Flügels gezogen werden (Biegung, Torsion, Frequenz, Resonanz, Dämpfung). Im Falle des Airbus A380 (Erstflug 27. April 2005) hat der GVT sechs Wochen in Anspruch genommen.
Da dieser Test mit zunehmender Flugzeuggröße aufgrund dafür benötigter größerer Prüfstände schwieriger wird gibt es Überlegungen, einen das bisherige Vorgehen für einen GVT zu modifizieren.
Eine Weiterentwicklung des GVT ist der dynamische Taxi Vibration Test (TVT). Dabei wird ein Flugzeug am Boden mit verschiedenen Geschwindigkeiten über eine präparierte Piste bewegt und an der Maschine angebrachte Sensoren registrieren die dabei auftretenden Schwingungen.

Gyrocopter
→ *Tragschrauber*.

Gyroplane
→ *Tragschrauber*.

H

Haager Protokoll
Ein Begriff aus dem internationalen → *Luftrecht*. Es handelt sich um eine Ergänzung zum → *Warschauer Abkommen* aus dem Jahr 1963. Eine der wichtigsten Änderungen war die Erhöhung der Höchsthaftungssumme des Luftfrachtführers bei Personenschäden auf ca. 26.000 Euro, was einer Verdoppelung des zuvor gültigen Betrags entspricht.

Hängegleiter
Bezeichnung für ein nicht mit einem Motor angetriebenes steuerbares Fluggerät, das im Sinne des → *Luftrechts* kein Flugzeug, sondern ein Luftsportgerät ist. Im Gegensatz zum → *Ultraleichtflugzeug* gibt es keinen Antrieb, und im Gegensatz zum → *Paraglider* sind die Steuermöglichkeiten erheblich besser, so dass der Hängegleiter besser zu manövrieren ist und längere Strecken zurücklegen kann. Im Gegensatz zu einem → *Segelflugzeug* gibt es keinen festen Rumpf, sondern nur einen → *Tragflügel*, der jedoch verschieden aufgebaut sein kann. Man unterscheidet zwei Konstruktionsformen:

- Klassischer Drachen: Sie bestehen aus hochfesten Aluminiumrohren (spezielle Legierung), Edelstahlseilen und Kunststoffsegeln zwischen den Rohren. Die Segelfläche liegt zwischen 13 und 17 qm, die Spannweite bei gut 10 m und einem Gewicht zwischen 25 und 35 kg. Neugeräte kosten zwischen 3.000 und 5.000 Euro.
- Starrflügler (seit 1999): Der Pilot hängt unter einem Gestell, das aus einem starren Flügel und einer Heckflosse besteht. Die Kosten liegen bei ca. 9.000 Euro. Hinsichtlich der Flugeigenschaften (Manövrierbarkeit etc.) sind die Starrflügler den klassischen Drachen überlegen, weshalb sie bei Wettkämpfen in einer eigenen Klasse antreten.

Gesteuert wird der Hängegleiter durch die Schwerpunktverlagerung des Piloten mit Hilfe eines Steuerbügels. Der Pilot ist unter der Segelfläche im sog. Gurtzeug liegend aufgehängt. In dieser strömungsgünstigen Position haben Hängegleiter eine → *Gleitzahl* von 12.
Es gibt drei verschiedene Starttechniken, für die man jeweils eine eigene Lizenz erwerben muss:

- Geländestart: Der Pilot läuft an einem Hang hinunter, bis er die Geschwindigkeit erreicht, mit der sein Hängegleiter abhebt. Ist das Gelände felsig oder anders ungeeignet wird häufig eine geeignete aufgebaute Rampe benutzt.
- → *Windenstart* wie bei einem Segelflugzeug
- Flugzeugschleppstart wie bei einem Segelflugzeug: Oft wird hierfür ein geeignetes → *Ultraleichtflugzeug* verwendet.

Die Interessen der Piloten von Hängegleitern werde in Deutschland vom → *DHV* vertreten.

Hängewinkel
→ *Querneigung*.

Hagel
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für einen besonderen → *Niederschlag* in Form von gefrorenen Wassertröpfchen mit einem Durchmesser von 5 bis 50 mm (in sehr seltenen Ausnahmesituationen auch mehr). Bei geringeren Größen spricht man von → *Graupel*.
Hagel entsteht in rasch aufsteigenden, feuchten Luftströmen durch in der Höhe gefrorene Wassertröpfchen, an die sich in einer Wolke weitere anhängen. Bei geeigneter Wetterlage werden Hagelkörner durch → *Aufwind* erneut in höhere Luftschichten getragen, so dass beim erneuten Fallen sich wiederum weitere Tröpfchen anlagern, und so größere Hagelkörner mit einem schichtförmigen Aufbau bilden können, die zu Boden fallen. Dies erfolgt in einer Wolke vom Typ → *Kumulonimbus*. Wenn Hagel beim Fallen wärmere Luftschichten durchquert, schmelzen die Körner und gehen als Regen auf den Boden nieder. Hagel geht oft mit → *Gewitter* einher und kann auch trotz Regen in größeren Höhen auftreten.
Hagel kann dem Flugzeugführer am Boden die Sicht nehmen und ist meistens mit → *Turbulenzen* verbunden. In seltenen Einzelfällen kommt es bei sehr großen Hagelkörnern zu Deformation der Außenhülle des Flugzeugs.

HAI
Abk. für Helicopter Association International.
Bezeichnung für einen 1948 in den USA gegründeten Interessenverband, der mittlerweile weltweit tätig ist und die Interessen von Herstellern und Betreibern von zivilen Helikoptern vertritt.
→ *http://www.rotor.com/*

Halbbahnmarke
Bezeichnung für eine Markierung in Form eines X auf der Mitte der → *Start- und Landebahn*, welche diese in zwei Hälften teilt.

Halbschalenbauweise
→ *Schalenbauweise*.

Halbstarres Rotorsystem
→ *Rotor*.

Halon
Bezeichnung für chemische Verbindungen, die im Frachtraum und in den → *Triebwerken* zur Erstickung von Bränden eingesetzt werden.
Die Bezeichnung Halon leitet sich aus der englischen Bezeichnung Halogenated Hydrocarbon ab. Die erste und letzte Silbe dieser Wörter wurde zum Kunstwort Halon zusammengesetzt. Halone löschen durch einen direkten chemischen Eingriff in die chemische Verbrennungsreaktion, wobei die Brandstoffradikale blockiert und dadurch die weitere Verbrennung verhindert werden.

HALS/DTOP
Abk. für High Approach Landing System/Dual Threshold Operation.
Bezeichnung für ein Konzept für → *Parallelbahnsysteme*, das eine engere → *Staffelung* der Flugzeuge bei der → *Landung* erlaubt.
HALS/DTOP wird am Frankfurter Flughafen eingesetzt um den Nachteil der in den 40er Jahren errichteten und nur 500 m auseinander liegenden → *Start- und Landebahnen* auszugleichen. Dieser Abstand ist so gering, dass sich die → *Randwirbel* eines landenden Flugzeugs auch auf die zweite Landebahn auswirken. Die Bahnen können damit nicht parallel betrieben werden, was eine Einschränkung der Start- und Landekapazität zur Folge hat. Im Rahmen von HALS/DTOP werden die bislang auf annähernd gleicher Höhe liegenden → *Landeschwellen* versetzt, indem die Landeschwelle der Südbahn um 1.500 m nach hinten verschoben wird. Dadurch verschieben sich auch die → *Aufsetzpunkte* der Bahnen gegeneinander, so dass man einen Höhenunterschied der beiden → *Gleitwege* von etwa 80 m erreicht. Ziel ist es, den Einfluss der Randwirbel so weit auszuschalten, dass statt der

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_8, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

größeren → *Wirbelschleppenstaffelung* die engere → *Radarstaffelung* angewendet werden kann.
Dabei ist jedoch zu beachten, dass sich durch die Versetzung der Landeschwelle auch die → *Verfügbare Landestrecke* (LDA) auf der Südbahn verringert; das HALS/DTOP System kann daher nur bei trockener Bahn verwendet werden. Außerdem ist ein zweiter Satz von → *Markierungen* und → *Befeuerungen* notwendig, um die versetzte Landeschwelle zu kennzeichnen. Schließlich müssen die → *Piloten* den → *Landeanflug* so präzise ausführen, dass die Gleitwege tatsächlich separiert bleiben und es nicht zu einer gegenseitigen Beeinflussung durch Randwirbel kommt.

Hammerhead
→ *Hammerkopf*.

Hammerkopf
Auch Turn oder Hammerhead genannt. Bezeichnung für ein Manöver aus dem Bereich des → *Kunstflugs*, das einer scharf geflogenen Wende mit Höhengewinn entspricht. Das Flugzeug geht dabei aus dem → *Horizontalflug* in einen senkrechten → *Steigflug* über und hält diesen Kurs bis zum höchsten Punkt der Flugfigur. Durch einen dann erfolgenden Vollausschlag des → *Seitenruders* in die eine und des → *Querruders* in die andere Richtung (damit die schnelle → *Tragfläche* nicht zum → *Rollen* des Flugzeugs führt) wird der Strahl des → *Propellers* voll auf das Seitenruder gelenkt und zieht das Flugzeug nach links oder rechts um die Hochachsen um 180° herum. Es stürzt im → *Sturzflug* hinab, wird abgefangen und fliegt weiter in einen waagerechten Geradeausflug entgegen der Einflugrichtung in die Figur.
Die Güte dieser Flugfigur kann anhand der folgenden Punkte festgestellt werden:
- Ein- und Ausflug erfolgen nicht in gleicher → *Flughöhe.*
- Ein- und Ausflug erfolgen nicht innerhalb maximal einer halben → *Spannweite*.
- Steig- und Sturzflug erfolgen nicht fast senkrecht.
- Es gibt nur einen ungenügenden Höhengewinn.
- Das Flugzeug kommt am Ende der Steigphase nicht zum Stillstand.

Handgepäck
Engl. Hand Baggage. Ein Begriff aus der Verkehrsfliegerei. Auch Bordgepäck genannt. Es bezeichnet solch normalformatiges Gepäck, das der Flugpassagier kostenlos mit sich führen kann und mit in die → *Kabine* nehmen kann. Es braucht nicht aufgegeben werden.
Was ein normalformatiges Stück Handgepäck ist kann je nach → *Luftverkehrsgesellschaft* unterschiedlich definiert sein. Oft gelten solche Gepäckstücke als Handgepäck, deren Maße maximal 55 × 40 × 20 cm (Pilotenkoffer) und deren Gewicht bis max. 6 kg (bei einigen Fluglinien auch nur 5 kg, bei anderen bis zu 8 kg) beträgt.
Andere Gesellschaften definieren alles als Handgepäck, was hinsichtlich der Summe von Länge, Breite und Höhe max. 115 cm entspricht.

Hangar
Engl.: Hangar. Bezeichnung für Gebäude an einem → *Flugplatz* oder in einer Werft, die ausreichend Raum und die benötigten Einrichtungen (z. B. Dock-, Gerüst- und Prüfanlagen) zur → *Wartung*, → *Überholung*, Reparatur oder Montage von Flugzeugen bereitstellen.
Ein Hangar, der aufgrund seiner Architektur und Größe Bekanntheit erlangt hat, ist der Hangar V auf dem Flughafen Frankfurt (FRA). Der Bau aus Stahlbeton hat eine Länge von 320 m, eine Breite von 100 m und eine Höhe von 34 m, und bietet gleichzeitig sechs Boeing B747 Platz. Die besondere Schwalbenform des Gebäudes wird durch eine Hängedach-Konstruktion erreicht, die sich in zwei Abschnitten über jeweils 130 m frei spannt.
Im militärischen Bereich sind Hangars zu Wartungszwecken einfach aufgebaut, wohingegen solche zum dauerhaften Abstellen von → *Militärflugzeugen* in Europa verbunkert sind, das ist in den USA unüblich. Sie können üblicherweise zwei Kampfflugzeuge aufnehmen.

Hangauftrieb, Hangaufwind
→ *Hangwind*.

Hangnebel
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet solchen → *Nebel*, der sich bildet, wenn Luft über ansteigendes Gelände streicht und auf bzw. unter seinen Anfangstaupunkt abgekühlt wird. Sobald der Hangaufwind aufhört, löst sich der Nebel auf. Anders als Bodennebel kann sich Hangnebel unter bewölktem Himmel bilden. Er ist oft sehr dicht und reicht bis in große Höhen.

Hangwind
Auch Hangauftrieb oder Hangaufwind genannt. Bezeichnung für eine aerodynamische Erscheinung an topografischen Erhebungen (z. B. einer Gebirgskette), die quer zu einer Luftströmung verlaufen. Der Hangwind ist eine Form des → *Aufwind*.
Eine Luftmasse, die eine Erhebung anströmt, wird diese nicht umströmen, wenn sie weniger hoch als breit ist. Die strömende Luftmasse wird dann die Erhebung überströmen. Bei sehr starken anströmenden Windgeschwindigkeiten kann dieser Hangwind bis zur fünffachen Höhe der Erhebung wirksam sein. Dies führt dazu, dass in einem räumlich begrenzten Gebiet vor der Erhebung (→ *Luv*) ein Aufwind festzustellen ist.
Der Hangwind wurde in den frühen Tagen des → *Segelflugs* ca. 1920 als erste meteorologische Erscheinung für die Zwecke des Segelflugs genutzt. Segelflieger folgen dabei dem Verlauf der Erhebung in einigem Abstand und können dadurch den Hangwind nutzen um die Höhe zu halten oder sogar Höhe zu gewinnen.

Haube
Ein die Sicht einschränkendes Hilfsmittel für Piloten, welche den → *Instrumentenflug* lernen bzw. üben. Die Haube bedeckt den oberen Teil des Blickfeldes.

Haupteinflugzeichen
Engl.: Middle Marker, abgekürzt MM. Bezeichnung für eines der → *Einflugzeichen* eines → *Instrumenten-Landesystems* (ILS).
Das Haupteinflugzeichen ist ca. 3.000 → *Fuß* bis 6.000 Fuß (meist ca. 3.500 Fuß) vor der → *Landebahn* installiert und markiert den Punkt, an dem das Flugzeuge auf seinem → *Gleitpfad* die → *Entscheidungshöhe* (in der Regel ca. 200 Fuß) bzw. Missed Approach Point (→ *MAP*) erreicht.
Die Markierung erfolgt durch ein elektromagnetisches Signal mit einer Grundfrequenz von 75 MHz und einer Modulation von 1.300 Hz; diese erlaubt die Unterscheidung von anderen Einflugsignalen. Das Signal wird von einer Richtantenne senkrecht nach oben abgestrahlt und vom Flugzeug beim Überflug

empfangen. Im → *Cockpit* ertönt dabei ein akustisches Signal in Form von abwechselnden Morse-Strichen und -Punkten, und ein gelbes Licht blinkt auf.
Ist das Haupteinflugzeichen mit einem → *NDB* kombiniert, so spricht man auch von einem Localizer/Middle Marker, abgekürzt LMM.

Hauptfahrwerk
→ *Fahrwerk*.

Hauptfluginstrumente
Ein Begriff aus der → *Instrumentenkunde*. Zusammenfassende Bezeichnung für die wichtigsten Instrumente im Cockpit. Dazu gehören der → *Fahrtmesser*, der → *Fluglageanzeiger*, der → *Höhenmesser*, der → *Wendeanzeiger*, der → *Kursanzeiger* und das → *Variometer*.
Für die Anordnung dieser Instrumente wird in der Regel die → *Einheitsinstrumentenanordnung* gewählt. Die integrierten Anzeigeinstrumente → *ADI* und → *HSI* sowie deren Weiterentwicklung → *EFIS* mit dem → *PFD* und dem → *ND* stellen eine Zusammenfassung und Vereinfachung der Einzelinstrumente dar.

Hauptrotor
→ *Rotor*.

Hauptwindrichtungen
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Der Begriff bezeichnet für eine gegebene geografische Breite die aufgrund geophysikalischer Gegebenheiten (Entfernung vom Äquator und zu den Polen) bevorzugte Windrichtung. Sie werden auch als geostrophische Winde bezeichnet, die von lokalen Gegebenheiten (Bergketten etc.) oder auch von der → *Corioliskraft* unabhängig betrachtet werden.

Breite	Hauptwindrichtung
90 bis 60° Nord	Nordost (NO)
60 bis 30° Nord	Südwest (SW)
30 bis 0° Nord	Nordost (NO)
0 bis 30° Süd	Südost (SO)
30 bis 60° Süd	Nordwest (NW)
60 bis 90° Süd	Südost (SO)

HDD
Abk. für Head Down Display.
→ *HUD*.

HDG
Abk. für Heading.
→ *Steuerkurs*.

Heading
→ *Steuerkurs*.

Head-up Display
→ *HUD*.

Hebung
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Unter Hebung versteht man die Bewegung von Luftmassen in eine größere Höhe und die damit verbundene Ausdehnung durch den dort geringeren → *Luftdruck*. Verursacht wird die Hebung durch drei Gründe:

- Thermische Hebung: Sie erfolgt durch die Sonneneinstrahlung. Die Sonne erwärmt die Erdoberfläche, diese wiederum erwärmt durch Abstrahlung die bodennahe Luft. Da warme Luft wegen ihrer geringeren Dichte leichter ist als kalte Luft, steigt die so erwärmte Luft als sog. Thermikblase (→ *Thermik*) auf.
- Hebung an Fronten: In den meisten Fällen aber erfolgt die Hebung von Luftmassen an Fronten zwischen Hoch- und Tiefdruckgebieten. Eine solche Hebung ist räumlich sehr ausgedehnt.
- Hebung an Geländehindernissen: Auch an Gebirgszügen kann eine Luftmasse zur Hebung gezwungen werden, z. B. wenn sich eine Luftmasse am Gebirge auf der Luvseite staut.

Infolge der Abkühlung bei der Hebung in der Höhe steigt die relative Feuchtigkeit bis 100 % (kalte Luft kann weniger Feuchtigkeit aufnehmen als warme Luft) und der in der gehobenen Luft enthaltene Wasserdampf kondensiert. Dies ist an der Wolkenbildung erkennbar. Voraussetzung dafür ist die Existenz von Kondensationskeimen (z. B. Aerosole). Diese Voraussetzung ist aber in der Praxis immer erfüllt, selbst in einer sehr reinen Polarluft. In weiterer Folge kann es durch die Wolke zu Niederschlägen kommen.
Die Hebung kann durch den Segelflieger als Aufwind genutzt werden, er muss jedoch die Umgebungsbedingungen wie etwa die Wolkenbildung und etwaige Gewitterbildung berücksichtigen.

Heck
Bezeichnung für den hinteren Teil eines Flugzeugrumpfes (→ *Rumpf*). Auf dem Heck ist zumeist das → *Leitwerk* angebracht.
Innerhalb des Rumpfes kann bei Verkehrsflugzeugen das letzte Stück des Rumpfes selten zum Passagiertransport genutzt werden, weshalb sich dort bei kleinen Verkehrsflugzeugen oft ein Gepäckraum befindet. Ferner wird der Stauraum für Steuerleitungen, Hydraulik und andere Anlagen genutzt.
Bei kleineren Flugzeugen mit einem Dreibeinfahrwerk (→ *Fahrwerk*) ist ferner auf der unteren Seite des Hecks oft ein einzelnes Rad (= Spornrad) oder eine Kufe montiert.

Heckklappe
Bei → *Transportflugzeugen* eine üblicherweise hydraulisch bewegte Öffnung am Heck, damit Fracht (→ *Cargo*) bequem ein- und ausgeladen werden kann. Üblicherweise ist die Heckklappe derart ausgeführt, dass der gesamte Rumpfquerschnitt frei liegt. Dies ist überwiegend bei militärischen Transportflugzeugen der Fall (z. B. Lockheed C-5 „Galaxy“, C-160 Transall). Ähnliches gilt für eine Frontklappe, die bei zivilen Transportflugzeugen zu finden ist (z. B. B747 Frachter).
Eine große Heck- oder Frontklappe kann bei Transportflugzeugen den → *Turn-around* beschleunigen.

Heckleitwerk
→ *Leitwerk*.

Heckrad
→ *Fahrwerk*.

Heckrotor
→ *Rotor*.

Height
→ *Höhe über Grund*.

Heiter
→ *Bedeckungsgrad*.

Hektopascal
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet dort die Einheit für den → *Luftdruck* mit der Abkürzung hPa. 1 hPa = 100 Pascal (Pa); 1 Pa = 1 Newton/Quadratmeter. Die Einheit Hektopascal ist zu Ehren des Franzosen Blaise Pascal (* 1623, † 1662) benannt und löste zum 1. Januar 1984 das Millibar ab. Es gilt, dass ein Hektopascal (hPa) einem Millibar (mb) und 0,75 Torr (= mm Hg oder Millimeter Quecksilbersäule) entspricht.

Helikopter
→ *Hubschrauber.*

Herstellungsbetrieb
Bezeichnung für einen → *Luftfahrtbetrieb*, der für die Fertigung und Montage von Luftfahrzeugen, → *Triebwerken* und → *Propellern* oder Bau- und Ausrüstungsteilen zertifiziert ist. Siehe auch → *Zertifizierung*.

HF
Abk. für High Frequency.
Bezeichnung für das Frequenzband von 3 MHz bis 30 MHz, das in Deutschland auch als Kurzwelle, Dekameter-Wellenbereich oder Hochfrequenzbereich bezeichnet wird. Mit der Bodenwelle der HF-Verbindungen lassen sich kurze Entfernungen relativ problemlos überbrücken. Zusätzlich können durch Reflexion (manchmal auch Mehrfachreflexion) der Raumwelle an der → *Ionosphäre* auch sehr große Reichweiten erreicht werden. Die Reflexionen sind jedoch nicht homogen, sondern verändern sich ständig, und führen so zu Schwankungen und Unzuverlässigkeiten. Diesen kann mit dem sog. Diversity-Empfang (Mehrfachempfang) oder mit besonderen Übertragungscodes begegnet werden.
Die Nachbarbereiche des HF sind → *MF* (nach unten) und → *VHF* (nach oben).

HG
Abk. für → *Hängegleiter*.

High Speed Taxi
→ *Low Speed Taxi*.

Hilfsgasturbine
→ *APU*.

Hindernis-Befeuerung
Engl. Obstacle Lights.
→ *Befeuerung*.

Hindernisbegrenzungsflächen
Bezeichnung für Flächen in der Umgebung eines → *Flugplatzes*, für die bauliche Begrenzungen gelten mit dem Ziel, die → *Hindernisfreiheit* für Flugzeuge bei → *Start* und → *Landung* sicherzustellen.
Zu den Hindernisbegrenzungsflächen für → *Instrumentenanflug-* und → *Präzisionsanflug-Landebahnen* zählen zunächst der → *Streifen* und die → *Sicherheits-Endfläche* der → *Start- und Landebahn*. Mit Ausnahme von Einrichtungen, die für den Flugbetrieb erforderlich sind (z. B. → *Befeuerung*, Anlagen des → *Instrumenten-Landesystems*) sind in diesem Bereich weder Vertiefungen noch Bauwerke zulässig. Darüber hinaus zählen zu den Hindernisbegrenzungsflächen eine Horizontalfläche, eine obere und eine seitliche Übergangsfläche, und eine Anflugfläche (für → *Landebahnen*) bzw. eine Abflugfläche (für → *Startbahnen*). Bei einer Start- und Landebahn müssen die Flächen entsprechend kombiniert werden. So weit möglich dürfen Hindernisse diese Flächen nicht durchstoßen; sofern dies nicht vermieden werden kann, sind die Hindernisse mit einer besonderen Befeuerung zu versehen.

Hindernisfreiheit
Bezeichnung für bauliche Einschränkungen in der Umgebung eines → *Flugplatzes*, die die Sicherheit für Flugzeuge bei → *Start* und → *Landung* erhöhen. Die Hindernisfreiheit bezieht sich auf die → *Hindernisbegrenzungsflächen* eines Flugplatzes.

Hinterholm
→ *Holm*.

Hinterkantenklappe
Engl. Trailing Edge Flaps. Allgemeine Bezeichnung für → *Klappen*, die sich an der Hinterkante des → *Tragflügels* befinden. Zu ihnen gehören z. B. die → *Wölbungsklappe*, die → *Spaltklappe*, die → *Wölbungsspaltklappe*, die → *Doppelspaltklappe*, der → *Doppelflügel* und die → *Fowler-Klappe*.

Hinterkantenwinkel
Bezeichnung für den halben Winkel zwischen Ober- und Unterseite eines → *Profils* an der Hinterkante.

Hinterlegung
Ein Begriff aus der Verkehrsfliegerei und dort aus dem Bereich der → *Fluggastabfertigung*. Es bezeichnet ganz allgemein das Deponieren eines ausgestellten → *Tickets* am → *Flugplatz* des Abflugortes, so dass der Fluggast das Ticket nicht an einem Reisebüro abzuholen braucht bzw. es ihm nicht zugeschickt wird. Man spricht auch von TOD (Ticket on Departure).
Linienflugscheine können an den meisten Flugplätzen der Welt zur Abholung durch den Fluggast am Ticketschalter der jeweiligen → *Luftverkehrsgesellschaft* (manuelles Papierticket) oder einem Automaten (elektronisches Tickert, Etix) hinterlegt werden. Sobald sich der Abholer entsprechend, z. B. durch seinen Reisepass oder Personalausweis, identifiziert wird ihm das Ticket ausgehändigt.
Chartertickets können inklusive sonstiger Reiseunterlagen bei kurzfristiger Buchung, die kein Zuschicken per Post mehr erlauben, am Schalter des jeweiligen Reiseveranstalters (oder einer von ihm eingeschalteten Drittfirma) hinterlegt werden.
Eine oft praktizierte Sonderform der Hinterlegung ist PTA (Prepaid Ticket Advice). Dies ist die Möglichkeit, ein → *Ticket* an einem ersten Ort zu bezahlen, und an einem zweiten Ort abzuholen, dies möglicherweise auch noch durch unterschiedliche Personen. Dies ist z. B. dann nützlich, wenn der Fluggast selber keine Möglichkeit, hat, ein Ticket zu erwerben (z. B. Erwerb eines Rückflugtickets nach Verlust einer Brieftasche durch Konsularbeamte, verschenkte Tickets oder Flugtickets für die Anreise zu einem Vorstellungstermin).

HIRL
Abk. für High Intensity Runway Lighting.
Zusammenfassende Bezeichnung für die → *Schwellenbefeuerung*, → *Bahnendbefeuerung* und → *Randbefeuerung* einer → *Landebahn*, auf der → *Präzisionsanflüge* stattfinden.

Im Gegensatz dazu werden MIRL-Systeme (Medium Intensity Runway Lighting) für (nicht-präzisions-) → *Instrumentenanflug-Landebahnen*, und *LIRL*-Systeme (Low Intensity Runway Lightning) für → *Sichtanflug-Landebahnen* eingesetzt. HIRL-, MIRL- und LIRL Systeme unterscheiden sich z. B. in der Zahl und Intensität der verwendeten Befeuerungslampen, und in der Fülle der übermittelten Informationen. So ist die Randbefeuerung eines LIRL-Systems z. B. durchgängig mit weißen Feuern bestückt; dagegen werden bei MIRL- und HIRL Systemen die letzten 2.000 → *Fuß* (bzw. die zweite Bahnhälfte, falls diese kürzer als 2.000 Fuß ist) durch gelbe Feuer gekennzeichnet.
Siehe auch → *Befeuerung*.

Hoch
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Auch Hochdrucksystem oder Hochdruckgebiet genannt. Er bezeichnet ein Gebiet mit hohem → *Luftdruck* von im Mittel 1.025 bis 1.030 Hektopascal. Ein Hoch entsteht dadurch, dass sich kalte Luft zusammenzieht, schwerer wird und dadurch einen hohen Druck auf die Erdoberfläche erzeugt. Ein Hoch bildet sich über Räumen, die stärker abgekühlt sind als die umliegenden Gebiete. Nur im Kern und auf der Rückseite ist gutes Wetter zu erwarten.
Entsprechend zum Hoch gibt es auch ein → *Tief*.

Hochachse
Auch Gierachse oder Vertikalachse (engl.: Normal Axis) genannt. Bezeichnung für eine der drei flugzeugfesten Achsen im dreidimensionalen Raum; die beiden anderen Achsen sind die → *Querachse* und die → *Längsachse*.
Die Hochachse verläuft als gedachte vertikale Linie durch den → *Rumpf,* genauer gesagt den → *Schwerpunkt* des Flugzeugs. Gleichzeitig ist die Hochachse eine der drei Achsen des → *flugzeugfesten Koordinatensystems*.
Drehbewegungen um die Hochachse werden als → *Gieren* bezeichnet; sie verändern den → *Steuerkurs* und werden über die → *Seitenruder* kontrolliert.

Hochauftriebsvorrichtung
Bezeichnung für solche Bauelemente oder Konstruktionen am → *Tragflügel*, die zur Erhöhung des maximalen → *Auftriebs* eingesetzt werden.
Beispiele für Hochauftriebsvorrichtungen sind der → *Nasenschlitz*, der → *Vorflügel* und Nasenleisten. Ihre Wirkungsweise beruht auf einer Beeinflussung der → *Grenzschicht* am Tragflügel mit dem Ziel, eine → *abgelöste Strömung* erst bei höheren → *Anstellwinkeln* auftreten zu lassen. Dadurch kann der maximale → *Anstellwinkel*, und damit auch der maximale Auftrieb, des Tragflügels erhöht werden.

Hochdecker
Auch Schulterdecker genannt. Bezeichnung für einen → *Eindecker*, bei dem der → *Tragflügel* mit seinem → *Flügelkasten* auf der Rumpfoberseite oberhalb des → *Rumpfes* montiert ist. Bei einem Hochdecker beeinflusst der Rumpf die Strömung derart, dass der → *Kurvenflug* bei Seitenwind stabilisiert wird. Deshalb wird beim Hochdecker in der Regel auf eine → *V-Stellung* der → *Tragflächen*, die eine ähnliche aerodynamische Wirkung hat, verzichtet. In manchen Fällen wird sogar eine negative V-Stellung gewählt, d. h. die Flügelspitzen liegen tiefer als die Flügelmitte. Diese Anordnung ist häufig bei militärischen Frachtflugzeugen wie der Lockheed C-5 „Galaxy“ (Erstflug 30. Juni 1968) oder der Lockheed C-17 „Globemaster III“ (Erstflug 15. September 1991) zu sehen.

Hochdruckgebiet
→ *Hoch*.

Hochdruckrücken
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet einen lang gestreckten Bereich mit hohem → *Luftdruck* (→ *Hoch*).

Hochnebel
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet einen speziellen Typ des → *Nebels* aus der Klasse der Verdunstungsnebel. Mit Hochnebel bezeichnet man eine tief liegende Wolke der Gattung → *Stratus*. Eine solche Wolke bildet sich in einer tiefen Lage vor allem bei winterlichen Hochdruckwetterlagen unterhalb einer → *Inversion*. Im Niveau der Inversionsschicht wird der vertikale Luftmassenaustausch stark unterdrückt, so dass sich die Luftschicht unterhalb der Inversion im Laufe der Zeit mehr und mehr mit Feuchtigkeit anreichern kann. Dabei wird der Taupunkt zunächst direkt unterhalb der Inversionsschicht erreicht, im weiteren Verlauf kann die Wolke der Gattung Stratus bei sehr beständigen Inversionswetterlagen bis zum Boden herunter wachsen. Ab einer ausreichenden Mächtigkeit kommt es auch zu → *Nieselregen* oder bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt zu Schneegriesel aus der Stratuswolke.

Hochgeschwindigkeitsflugtest
Im Rahmen der → *Flugerprobung* die Bezeichnung für diejenigen Testflüge, die das Verhalten des neuen Flugzeugs bei besonders hohen Geschwindigkeiten unter verschiedenen Bedingungen (Höhen, Beladungen, Trimmung) testet. Das Ziel ist es, daraus Vorschriften für einen sicheren, vorhersagbaren Betrieb des Flugzeugs abzuleiten.

Hochwertteilegewinnung
Etwas abfälliger auch Ausschlachten genannt. Bezeichnung für die Beschaffung von Ersatzteilen für Flugzeuge aus anderen Flugzeugen gleichen Typs, die dafür gezielt und dauerhaft stillgelegt werden.

Höhe über Grund
Engl.: Height, auch Above Ground Level (abgekürzt AGL). Angabe der Flughöhe im Bezug auf den Erdboden.
Die Höhe über Grund gibt den momentanen vertikalen Abstand des Flugzeugs gegenüber dem Erdboden an. Im Gegensatz dazu bezeichnet die → *Höhe über Normalnull* (engl.: Altitude) den vertikalen Abstand zum mittleren Meeresspiegel.
Die Höhe über Grund kann ermittelt werden, indem von der Höhe über Normalnull die Höhe des gerade überflogenen Gebiets abgezogen wird.
Für den Sonderfall, dass die Flughöhe über dem Flugplatz, von dem gestartet wurde, angezeigt werden soll, kann am → *Höhenmesser* die → *QFE*-Einstellung gewählt werden. Dabei ist zu beachten, dass der Höhenmesser – wie auch bei der Höhe über Normalnull – die Flughöhe nur indirekt über den gemessenen → *Staudruck* berechnet. Bei Abweichungen der wahren Atmosphäre von der → *Standardatmosphäre* kann es daher wiederum zu einem Umrechnungsfehler kommen.

Höhe über Normalnull
Engl.: Altitude (abgekürzt ALT), oder auch Above Medium Sea Level (AMSL). Angabe der Flughöhe im Bezug auf das → *Normalnull* (NN).

Die Höhe über Normalnull gibt den vertikalen Abstand des Flugzeugs zum mittleren Meeresspiegel an. Im Gegensatz dazu bezeichnet die → *Höhe über Grund* (engl.: Height) den momentanen Abstand des Flugzeugs vom unter ihm liegenden Erdboden.
Der im Flugzeug eingebaute → *barometrische Höhenmesser* ermittelt die Höhe über Normalnull indirekt durch Umrechnung des gemessenen statischen Drucks. Zur Umrechnung wird dabei die Standardatmosphäre verwendet, die nicht unbedingt der wahren Atmosphäre entsprechen muss. Deshalb kann es zu einer Abweichung zwischen dieser angezeigten Höhe und der → *wahren Höhe* über Normalnull kommen.
Am → *Höhenmesser* des Flugzeugs wird die Höhe über Normalnull bei Wahl der → *QNE-Einstellung* und der → *QNH-Einstellung* angezeigt.

Höhenflosse
Engl.: Tailplane oder Horizontal Stabilizer. Die Höhenflosse erzeugt die → *Stabilität* des Flugzeugs um die → *Querachse*; gleichzeitig dient sie als Halterung für das → *Höhenruder*. Darüber hinaus wird sie oft zur → *Trimmung* des Flugzeugs um seine Querachse eingesetzt. Höhenflosse und Höhenruder werden zusammenfassend auch als → *Höhenleitwerk* bezeichnet.
Die Höhenflosse ist in vielen Fällen als waagerechte Fläche am → *Heck* angebracht. Sie ist mit einem aerodynamischen → *Profil* versehen, das (in den meisten Fällen) einen → *Abtrieb* erzeugt, und so das Flugzeug um die Querachse stabilisiert. Dieser Abtrieb muss am → *Tragflügel* durch einen zusätzlichen → *Auftrieb* – und damit einen zusätzlichen → *Widerstand* – kompensiert werden.
Alternativ kann die Höhenflosse vor dem Tragflügel als → *Kopfsteuerfläche* angeordnet werden. Dies hat den Vorteil, dass die Höhenflosse statt eines Abtriebs einen Auftrieb zur Wahrung der Stabilität erzeugen muss. Gleichzeitig wird am Höhenruder ein → *Strömungsabriss* provoziert, der für den dahinter liegenden Tragflügel das Ablösen der Strömung verzögert.
Das Höhenleitwerk kann auch ohne Höhenruder ausgeführt sein; in diesem Fall wird die Funktion des Höhenruders durch Drehung der gesamten Höhenflosse erfüllt.

Höhenleitwerk
Engl.: Horizontal Tail Plane. Zusammenfassende Bezeichnung für die → *Höhenflosse* und das in sie integrierte → *Höhenruder*. Das Höhenleitwerk erfüllt drei wichtige Funktionen: Es ermöglicht die → *Steuerung* des Flugzeugs um die → *Querachse*, und erzeugt seine → *Stabilität* in Längsrichtung. Die Steuerung erfolgt dabei über das Höhenruder; die Stabilisierung mit Hilfe der Höhenflosse. Zusätzlich erfolgt über das Höhenleitwerk die → *Trimmung* des Flugzeugs um seine Querachse.
Bei den meisten modernen Verkehrsflugzeugen befindet sich das Höhenleitwerk am → *Heck* des Flugzeugs und ist dort mit dem → *Seitenleitwerk* zum → *Leitwerk* integriert.
Eine besondere Ausführung des Höhenleitwerks ist die → *Kopfsteuerfläche*, die besonders in der Pionierzeit des Flugzeugbaus, und heute in kleinerer Ausführung bei → *Militärflugzeugen* mit → *Deltaflügeln* eingesetzt wird. Hierbei wird das Höhenleitwerk vor dem Tragflügel am → *Rumpf* angebracht. In einer anderen Variante des Deltaflüglers entfällt das Höhenleitwerk komplett, und die Funktion des Höhenruders wird mit der des → *Querruders* kombiniert (→ *Elevon*). Beim → *V-Leitwerk* sind Seitenleitwerk und → *Höhenleitwerk* in einer V-förmigen Anordnung zusammengefasst.

Höhenmesser
Engl. Altimeter. Instrument zur Anzeige der Flughöhe eines Flugzeugs, z. B. als → *Höhe über Normalnull* oder als → *Höhe über Grund*. Der Höhenmesser ist eines der → *Hauptfluginstrumente* und Bestandteil der → *Einheitsinstrumentenanordnung*.
In seiner klassischen Form ist der Höhenmesser als → *barometrischer Höhenmesser* ausgeführt, d. h. er beruht auf dem Prinzip der → *barometrischen Höhenmessung*. Dies hat zur Folge, dass die Höhe des Flugzeugs indirekt über die Messung des Drucks bzw. von Druckdifferenzen bestimmt wird. Zur Umrechnung von Druck in Höhenangaben wird die → *Standardatmosphäre* verwendet. Da in den meisten Fällen die wahre Atmosphäre nicht der Standardatmosphäre entspricht, verfügt der Höhenmesser über verschiedene → *Höhenmessereinstellungen*, mit denen die Umrechnung kalibriert werden kann. Dazu gehören z. B. die → *QNH-Einstellung*, die → *QNE-Einstellung* (*Standardeinstellung*) und die → *QFE-Einstellung*.
Trotz dieser Kalibrierung kann es beim barometrischen Höhenmesser zu Abweichungen zwischen der angezeigten und der → *wahren Höhe* kommen. In Bodennähe können diese Abweichungen bis zu 25 m betragen. Der barometrische Höhenmesser ist damit z. B. den Anforderungen von Verkehrsflugzeugen im Landeanflug, insbesondere bei schlechtem Wetter, nicht mehr gewachsen. In diesem Fall kann auf die wesentlich genaueren → *Radio-*, → *Radar-,* oder → *Laserhöhenmesser* ausgewichen werden. Diese Höhenmesser geben die Höhe über Grund an, also den tatsächlichen Abstand des Flugzeugs vom Boden, während barometrische Höhenmesser stets eine Höhe über Normalnull anzeigen.

Höhenmessereinstellung
Eine Betriebsart, die beim → *barometrischen Höhenmesser* eingestellt wird und bestimmt, auf welche Art der gemessene Luftdruck in eine → *Höhe über Normalnull* umgerechnet wird.
Der Höhenmesser am Flugzeug ermittelt die Flughöhe indirekt über zwei Schritte: Messung des → *statischen Drucks* und Umrechnung des Ergebnisses über die → *Standardatmosphäre* in eine Höhe. Die Höhenmessereinstellung erlaubt es, die Art der Umrechnung zu beeinflussen.
Bei der → *QNH*-Einstellung wird z. B. der aktuell am Flugplatz herrschende Druck bei der Umrechnung zugrunde gelegt. Bei der → *QNE*- oder → *Standard-Einstellung* dagegen wird für das → *Normalnull* der Standarddruck von 1.013,25 mb angenommen. Sowohl QNH- als auch QNE-Einstellung liefern im Flug die → *Höhe über Normalnull*.
Im Gegensatz dazu wird bei der → *QFE-Einstellung* der Höhenmesser am Flugplatz auf Null abgeglichen. Im Flug wird dann am Höhenmesser die → *Höhe über Grund* angezeigt.

Höhenruder
Engl.: Elevators. Bezeichnung für die → *Ruder*, mit denen das → *Nicken* des Flugzeugs, also seine Bewegung um die → *Querachse*, gesteuert wird.
In vielen Fällen ist das Höhenruder in eine → *Höhenflosse* integriert, und am → *Heck* des Flugzeugs mit dem → *Seitenleitwerk* verbunden. Beim Ausschlag nach oben oder unten erzeugt das Höhenruder einen zusätzlichen → *Auftrieb* bzw. → *Abtrieb*, der das Flugzeug zum Nicken bringt. Höhenruder und Höhenflosse werden zusammenfassend auch als → *Höhenleitwerk* bezeichnet.
Einen Sonderfall dieser Anordnung stellt das → *V-Leitwerk* da, bei dem die Funktionen von Seitenflosse, Seitenruder,

→ *Höhenflosse* und → *Höhenruder* in zwei Steuerflächen zusammengefasst sind.
Alternativ kann das Höhenruder als → *Kopfsteuerfläche* vor dem → *Tragflügel* am → *Rumpf* angebracht werden. Diese Anordnung wird häufig bei → *Militärflugzeugen* mit → *Deltaflügel* gewählt. Eine weitere Möglichkeit beim Deltaflügler ist der Verzicht auf die Kopfsteuerfläche; die Funktion des Höhenruders wird dann mit der des → *Querruders* im Tragflügel integriert (→ *Elevon*).
Umgekehrt kann das Höhenruder durch gegensinnigen Ausschlag das Querruder in seiner Funktion unterstützen; in diesem Fall spricht man von einem → *Taileron*. Dieses Prinzip wird besonders bei Flugzeugen im → *Überschallflug* angewendet.
Das Höhenruder wird vom → *Piloten* über den → *Steuerknüppel* angesteuert. Ein Drücken des Steuerknüppels führt dabei zum Ausschlag des Höhenruders (sofern es sich am Heck befindet) nach unten. Dadurch vergrößert sich die → *Wölbung* der Höhenflosse, der Auftrieb am Heck steigt, und die → *Längsneigung* verringert sich. Analog führt ein Ziehen des Steuerknüppels zur Erhöhung der Längsneigung.

Höhenschreiber
Bezeichnung für die Kombination eines → *Höhenmessers* mit einem mechanischen Aufzeichnungsgerät. Der Höhenschreiber ermöglicht die Aufzeichnung der geflogenen Höhen entlang des gesamten Fluges. Dies ist für die Anerkennung von Leistungsflügen, Leistungsabzeichen und Rekorden bei Wettbewerben notwendig. Der Höhenschreiber muss dabei vor dem Flug von einem sogenannten Sportzeugen plombiert werden, um Manipulationen zu verhindern.

Holding Area
Bezeichnung für spezielle Flächen in der Nähe von → *Start- und Landebahnen*. Sie erlauben es den → *Piloten*, kurz vor dem → *Start* letzte Kontrollen durchzuführen. Gleichzeitig ermöglichen sie es der → *Anflugkontrolle*, die Reihenfolge der Flugzeuge durch Nutzung von Ausweichflächen hinsichtlich ihrer Abflugrouten und Flugeigenschaften zu optimieren, und so die Kapazität eines Start- und Landebahnsystems zu erhöhen.

Holding Bay
Bezeichnung für spezielle Flächen auf dem → *Vorfeld* und → *Rollfeld* eines → *Flugplatzes*, auf denen Flugzeuge kurzzeitig anhalten und z. B. auf eine freie → *Parkposition* warten können. Mit Hilfe von Holding Bays können Spitzenlasten, die die Kapazität eines → *Flugplatzes* kurzfristig überschreiten, abgefangen werden, ohne dass es zu negativen Auswirkungen auf den Verkehr auf den Rollwegen und auf dem Vorfeld kommt.

Holding Fix
Ein besonderes → *Markierungsfunkfeuer* zur Markierung einer → *Warteschleife*.

Holding Fuel
→ *Kraftstoff*.

Holding Pattern
→ *Warteschleife*.

Holdover Time
→ *Enteisung*.

Holm
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Er bezeichnet das Hauptbauelement des → *Tragflügels*, welches die Hauptlast eines Tragflügels zu tragen und ihm hinsichtlich der → *Spannweite* und → *Pfeilung* seine Form zu geben hat. Ein Flügel besteht je nach Flugzeuggröße aus ein bis drei Holmen, die dann entsprechend bezeichnet werden, beispielsweise bei einer dreiholmigen Konstruktion mit Vorder-, Mittel- und Hinterholm. Es sind jedoch auch Bauweisen mit noch mehr Holmen bekannt, man spricht dann von einer mehrholmigen Konstruktion des Tragflügels.
Die Holme beeinflussen zusammen mit den in Flugrichtung liegenden → *Rippen* die Geometrie des Tragflügels.
Physikalische Aufgabe der Holme ist die Aufnahme der von den Rippen herangeführten Luftkräfte und deren Weitergabe auf die Flügelanschlüsse im → *Flügelkasten* an den → *Rumpf*.
Ein Holm wird überwiegend auf Biegung und Verdrehung beansprucht und ist dementsprechend geformt. Er wird selten noch bei Sportflugzeugen aus Holz als einfaches Brett (Brettholm), als torsionssteifer hohler Kasten mit einem Rechteckquerschnitt (Kastenholm) oder als Doppel-T-Holm bzw. aus Metall als zusammengesetzter Holm (Kastenholm, Fachwerkholm oder auch als Doppel-T-Holm) oder als aus dem Vollen gefräster Holm ausgeführt.

Holzklasse
→ *Economy Class*.

Home Carrier
Aus Sicht eines → *Flughafens* eine oder mehrere → *Luftverkehrsgesellschaften*, die an genau diesem Flughafen ihre Basis haben.
Für München ist die Deutsche BA der Home Carrier, für Düsseldorf ist es die Air Berlin, für Frankfurt sind es die Lufthansa, die Condor und die Aero Lloyd.

Homing
→ *Hundekurve*.

Horizontal Situation Indicator/Display
→ *HSI*.

Horizontalflug
Bezeichnung für einen Flug in der Horizontalebene, d. h. → *Bahnwinkel* und → *Steig-* bzw. → *Sinkrate* werden zu Null.
Im Horizontalflug ist der → *Auftrieb* gleich der → *Schwerkraft*. Im stationären, also unbeschleunigten Horizontalflug ist zusätzlich der → *Schub* gleich dem → *Widerstand*. Der stationäre Horizontalflug ist das einfachste Beispiel für einen → *stationären Flugzustand*.

HOT
Abk. für Holdover Time.
→ *Enteisung*.

House-and-Drogue System
→ *Tankflugzeug*.

HSI
Abk. für Horizontal Situation Indicator.
Zusammen mit dem → *ADI* (Attitude Director Indicator) dient der HSI der Zusammenfassung und Vereinfachung der großen Zahl von Einzelinstrumenten im → *Cockpit* eines Flugzeugs.
Der HSI stellt eine Weiterentwicklung des → *Radiokompasses* dar und zeigt den momentanen und den gewählten → *Steuerkurs* an. Zusätzlich sind mit der Ablage vom → *Gleitpfad* und der Ablage vom → *Landekurs* auch Anzeigen des → *Instrumenten-Landesystems* in den HSI integriert.

HSI und ADI werden auch als Zentralinstrumente bezeichnet, da weitere wichtige Instrumente wie der → *Fahrtmesser*, das → *Variometer* und der → *Höhenmesser* kreisförmig um sie herum angeordnet werden.
Eine Weiterentwicklung der HSI und ADI Instrumente stellt das → *EFIS* mit seinen Anzeigeinstrumenten → *PFD* und → *ND* dar.

Hub/Hub-and-Spoke System
Von engl. Hub = Nabe. In Deutschland auch Drehkreuz, Drehscheibe, Luftkreuz oder Knoten (-punkt) genannt. Bezeichnung für einen bedeutenden → *Flughafen* an dem eine → *Luftverkehrsgesellschaft* ihr Hauptdrehkreuz aufgebaut hat, und der in der Regel auch die Heimatbasis der Gesellschaft ist. Vom Hub aus starten die meisten Langstreckenflüge. Zum Hub werden die Passagiere aus anderen nationalen → *Flugplätzen* mit Zubringerflügen über eine kurze oder mittlere Distanz zusammengezogen. Diese Zubringerflüge werden oft auch als Spoke (= Speiche) bezeichnet. Das gesamte System trägt daher auch die Bezeichnung Hub-and-Spoke.
Beispielsweise ist der Hub für die meisten Interkontinentalflüge der Lufthansa der Flughafen Frankfurt (FRA), wenn gleich auch München (MUC) mittlerweile eine ähnliche Funktion für bestimmte Fernziele hat und seit dem Zusammengehen mit der Swiss auch Zürich (ZRH) eine Hubfunktion hat. Man spricht daher gelegentlich auch von einer Multi-Hub-Strategie. Für die British Airways hat London-Heathrow (LHR) die Funktion eines Hubs.
Die wichtigsten Kennzeichen eines Flughafens mit Hub-Funktion sind:

- Heimatflughafen mindestens einer großen Luftverkehrsgesellschaft mit Langstreckenflügen.
- Große Anzahl von direkten Non-Stop-Verbindungen (kontinental und interkontinental).
- Größere Frequenz der Flüge (national und international).
- Hoher Anteil an Umsteigern.
- Kurze Umsteigezeiten (inkl. gesichertem Gepäcktransfer).
- Hoher Anteil an Großraumflugzeugen.
- Redundant ausgelegtes → *Start- und Landebahnsystem*

Aus Sicht der Luftverkehrsgesellschaften hat ein Hub den Vorteil, dass viele Ressourcen nur an einem Standort vorgehalten werden müssen, und die Auslastung von Langstreckenflügen durch den Bündelungsgewinn steigt. Dies ist jedoch nur möglich, wenn der Hub eine genügend große Kapazität hat.
Das Hub-and-Spoke-System ist nicht unumstritten, da es – konsequent implementiert – eine Reduzierung von Interkontinentalflügen von anderen Standorten aus zur Folge hat. Dies führt für den Fluggast zu Flugverbindungen mit mehrmaligem Umsteigen, was für Fluggäste allgemein nicht als komfortsteigernd empfunden wird, zumal auch das Risiko des Gepäckverlusts steigt. Ferner führt es zu sehr großen, unübersichtlichen Flughäfen und einer starken Umweltbelastung (Lärm, Abgase, Verkehr) in der Nähe der Hubs.
Die Alternative zum Hub-and-Spoke-System ist ein Liniennetz mit mehr → *Point-to-Point*-Verbindungen.
Es gibt auch Hybridsysteme, bei denen eine Fluggesellschaft mehrere Hubs unterhält. Dies erfordert – um einen wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen – eine sehr genaue Planung der Kapazitäten und sorgfältig aufeinander abgestimmte Zubringerflüge. Als ein Beispiel, wo dies nicht optimal gelang, gilt die Alitalia mit den zwei Drehkreuzen Rom und Mailand. Als Beispiele wo dies besser gelang gelten die Air-France-KLM mit Paris (CDG) und Amsterdam Schiphol (AMS) sowie die Lufthansa/Swiss, die mit Frankfurt (FRA), München (MUC) und Zürich (ZRH) sogar drei Drehkreuze betreibt.

Hubschrauber
Bezeichnung für einen Typen des → *Drehflüglers*, jedoch mit Abstand den bedeutenderen, weshalb der Begriff Hubschrauber in Deutschland und insbesondere im technisch-wissenschaftlichen Bereich oft auch als Synonym für Drehflügler genommen wird. International auch Helicopter (von griech. Helix für Spirale und Pteron für Flügel) und in den USA umgangssprachlich wegen des charakteristischen Rotorgeräuschs auch Chopper genannt.
Ein Hubschrauber ist ein Luftfahrzeug, das durch einen oder zwei annähernd waagerecht rotierende und den → *Auftrieb* erzeugende → *Rotoren* angetrieben wird. Die Rotoren bestehen aus einzelnen Rotorblättern, die sich durch ihre Drehung relativ zur Umgebungsluft bewegen und durch ihr → *Profil* den Auftrieb erzeugen. Die Rotorblätter wirken aus aerodynamischer Sicht damit wie die → *Tragflächen* eines herkömmlichen Flugzeugs.
Hubschrauber zeichnen sich durch eine hohe Wendigkeit und die Fähigkeit zum senkrechten → *Start* (→ *Senkrechtstarter*) und zur senkrechten → *Landung* aus, weshalb sie nahezu überall starten und landen können. Sie können in der Luft stehen bleiben und sich mit nur sehr geringen Geschwindigkeiten vorwärts, rückwärts und seitwärts bewegen. Ihre Reisegeschwindigkeit ist herkömmlichen Flugzeugen deutlich unterlegen und liegt bei den meisten Modellen zwischen 200 und 250 km/h. Die Höchstgeschwindigkeit liegt bei 300 km/h, bei einigen Kampfhubschraubern im Bereich von 350 km/h. Der Geschwindigkeitsrekord wurde mit 400,87 km/h am 11. August 1986 mit einer Westland Lynx (Erstflug 21. März 1971) aufgestellt. Die Begrenzung der Höchstgeschwindigkeit wird durch den sich drehenden Rotor erzwungen, dessen Blattspitzen auf einer Seite relativ zur Umgebungsluft die Reisegeschwindigkeit des Hubschraubers plus die Bahngeschwindigkeit der Blattspitze, und damit bei hohen Reisegeschwindigkeiten fast Überschallgeschwindigkeit erreicht. Dies resultiert in den Flugkomfort und die Steuerung beeinträchtigenden Schlägen gegen das Rotorblatt und Vibrationen des gesamten Rotors (→ *Wellenwiderstand*).
Ferner ist ihre Reichweite begrenzt (einige 100 km; bei militärischen Transporthubschraubern mit Zusatztanks bis zu 1.200 km), genauso wie ihre Zuladung und die → *Flughöhe*, die sich im Bereich von einigen 100 m bis hin zu wenigen 1.000 m befindet. Der Höhenrekord wurde mit 12.442 m am 25. März 2002 mit einer AS 350 B2 Ecureuil aus dem Hause Eurocopter (Erstflug 27. Juni 1974) aufgestellt.

Links
→ *http://www.hubschraubermuseum.de/*
→ *http://www.german-helicopter.com/*
→ *http://www.rotorblatt.de/*

Hubschrauberlandeplatz
→ *Flugplatz*.

HUD
Abk. für Head-up Display.
Bezeichnet in der → *Instrumentenkunde* ein Anzeigesystem, bei dem wichtige Informationen direkt in das Blickfeld des Piloten projiziert werden.

Die klassischen Anzeigeinstrumente im → *Cockpit* haben den Nachteil, dass der Pilot seinen Blick permanent zwischen Instrument und Außenansicht wechseln muss (Head Down Display, HDD). Dies geht einher mit einem entsprechenden ständigen Fokuswechsel im Auge, der bei hellen Lichtverhältnissen in der Außenansicht zusätzlich erschwert wird.
Das HUD löst diese Probleme indem es dem Piloten die wichtigsten Informationen direkt in seine Außenansicht (z. B. auf eine halbdurchlässige Glasplatte vor der Cockpitscheibe) projiziert. Die Projektion erfolgt dabei ins Unendliche, so dass ein Fokuswechsel für die Augen vermieden wird.
Zu den Informationen auf dem HUD gehören in der Regel die Anzeige der Fluglage, also der → *Längs-* und → *Querneigung* des Flugzeugs sowie Soll- und Istwerte der → *Fluggeschwindigkeit*, der → *Steig-* bzw. → *Sinkrate*, und des → *Steuerkurses*. Außerdem werden – analog zum → *PFD* – Informationen des → *Instrumenten-Landesystems* wie Ablage vom → *Gleitpfad* und → *Landekurs* angezeigt.
HUD Systeme wurden in den 60er Jahren zunächst für → *Militärflugzeuge* entwickelt, sind seit den 70er Jahren aber auch im zivilen Flugverkehr im Einsatz.

Hufeisenwirbel
→ *Wirbel.*

Hundekurve
Engl.: Homing. Steht in der Navigation nur eine Richtungsinformation zur Verfügung, z. B. ein → *VOR*-oder → *NDB*-Signal, so kann dieses Signal prinzipiell auf gerader Linie angeflogen werden.
Als Folge von Störeinflüssen (z. B. Seitenwind) weicht das Flugzeug jedoch schnell von der direkten Geraden zum Sender ab; das Ziel muss neu erfasst und der Steuerkurs des Flugzeugs entsprechend angepasst werden.
Die ständige Abweichung und Neuausrichtung des Flugzeugs führt dann dazu, dass das Flugzeug den Sender auf einer gekrümmten Bahn, der sog. Hundekurve, erreicht, und nicht auf der schnellsten geraden Verbindung.

Hush Kit
Vorrichtungen zur Lärmdämpfung, die insbesondere bei → *Turbinenluftstrahltriebwerken* (TL-Triebwerken) mit einem geringen → *Nebenstromverhältnis* eingesetzt werden. Bei diesen → *Triebwerken* trifft der heiße und schnelle Abgasstrahl unter großer Lärmentwicklung auf die Umgebungsluft. Das Hush-Kit bildet am Ende des Triebwerks einen kurzen Mantel um den Abgasstrahl, in dem der Abgasstrahl vor dem finalen Verlassen des Triebwerks mit der Umgebungsluft vermischt wird. Dadurch wird seine Geschwindigkeit reduziert, und die Lärmbildung verringert.
Hush-Kits wurden ursprünglich für ältere Triebwerke in Passagierflugzeugen entwickelt, deren Lärmbelastung die Vorgaben und Grenzwerte auf → *Flugplätzen* übersteigt, so dass das Flugzeug in ein günstigeres Kapitel gemäß → *Anhang 16* eingestuft werden kann. Dies resultiert in weniger strengen Auflagen hinsichtlich der Nachtflugverbote und der Landegebühren. Tatsächlich sind Hush-Kits heute nicht sehr verbreitet, zum einen weil ältere Triebwerke auch mit Hush-Kits Probleme haben, die Lärm- Grenzwerte einzuhalten, zum anderen weil diese Triebwerke so geringe → *Vortriebswirkungsgrade* haben, dass ihr Einsatz heute nicht mehr wirtschaftlich ist.

Hybride Navigation
→ *Integrierte Navigation*.

Hyperbelverfahren
Auch Hyperbelschnittverfahren genannt. Bezeichnung für Systeme und Verfahren in der → *Funknavigation*, die der Positionsbestimmung von Flugzeugen dienen.
Beim Hyperbelverfahren wird im Flugzeug die Laufzeit- oder Phasenverschiebung zweier Sender ermittelt, und damit der relative Abstand des Flugzeugs zu den beiden Sendern. Daraus kann eine Fläche im Raum bestimmt werden, auf der die Position des Flugzeugs liegt. Diese Fläche ist gekrümmt und hat die Form eines Hyperboloiden.
Ist der Abstand des Flugzeugs zu den Sendern groß im Vergleich zur Flughöhe, so kann diese als Dimension vernachlässigt werden. Der räumliche Hyperboloid vereinfacht sich dann zu einer ebenen Hyperbel – daher die Bezeichnung Hyperbelverfahren.
Trotz dieser Vereinfachung ist damit zunächst nur bekannt, dass sich das Flugzeug momentan auf irgendeinem Punkt dieser Hyperbel befindet. Zur Bestimmung der genauen Position wird beim Hyperbelverfahren der relative Abstand zu einem dritten Sender hinzugezogen. Damit kann eine zweite Hyperbel bestimmt werden; der Schnittpunkt beider Hyperbeln gibt dann die momentane Flugzeugposition an.
Hyperbelverfahren werden in der Langstrecken-Navigation eingesetzt. Die wichtigsten in der Luftfahrt verwendeten Systeme sind das → *OMEGA*-System und die → *LORAN*-Systeme. Das → *DECCA*-System wird heute nicht mehr in der Luftfahrt eingesetzt; das → *DECTRA*-System ist eine Weiterentwicklung des DECCA-Systems.

Hyperschallflug
Bezeichnung für einen Flug mit einer → *Fluggeschwindigkeit* von → *Mach* 5 oder höher.

Hyperventilation
Ein Begriff aus dem Bereich der → *Flugmedizin.* Hyperventilation ist das verstärkte, teilweise schnelle und tiefe Ein- und Ausatmen, z. B. unter Stress. Im Bereich des Luftverkehrs kann dieser Stress z. B. durch die ungewohnte Reiseumgebung oder Panikattacken bei → *Flugangst* entstehen.
Beim gesunden Menschen ist das den Sauerstofftransport vornehmende Hämoglobin im arteriellen Blut bereits zu 97 % mit Sauerstoff gesättigt. Eine Hyperventilation führt daher kaum zu einer erhöhten Anreicherung von Sauerstoff im Blut, sondern hauptsächlich zu einer herabgesetzten Kohlendioxidspannung im Blut (sogenannter Hypokapnie). Dies kann im schlimmsten Fall bedeuten, dass der durch die Kohlendioxidkonzentration gesteuerte Atemreflex zu spät einsetzt und eine plötzliche Bewusstlosigkeit aufgrund Sauerstoffmangels auftritt.

Hypoxie
Ein Begriff aus der → *Flugmedizin*. Bezeichnung für einen Zustand, bei dem Sauerstoffmangel in den Körpergeweben herrscht. In der Luftfahrt ist die Hypoxie relevant für → *Flughöhen* ab ca. 10.000 Fuß oder 3.000 Meter. In Abhängigkeit von der Luftdichte kann die Hypoxie beim Menschen zum schleichenden Verlust der Kontrolle, oder innerhalb weniger Sekunden zur Ohnmacht führen. Daher sind Flugzeuge, die diese Flughöhen erreichen, mit einer → *Druckkabine* versehen. Wird diese beschädigt, so muss ein → *Notsinkflug* eingeleitet werden; für die Übergangszeit stehen → *Sauerstoffmasken* zur Verfügung.

I

IAAE
Abk. für International Association of Airport Executives.
Bezeichnung für einen 1990 gegründeten internationalen Interessenverband von Managern von Verkehrsflughäfen. Sitz ist Alexandria in Virginia.
Der IAAE wurde aus der → *AAAE* heraus für Mitglieder von außerhalb der USA gegründet.
→ *http://www.iaae.org/*

IACA
Abk. für International Air Carriers Organisation.
→ *http://www.iaca.org/*

IAF
Abk. für Initial Approach Fix.
Bezeichnung für ein → *Markierungsfunkfeuer*, das den Beginn des Anfangsanflugs (→ *Landeanflug*) kennzeichnet.

IAOPA
Abk. für International Aircraft Owners and Pilots Association.
→ *http://www.iaopa-eur.org/*

IAPA
Abk. für International Airline Passengers Association.
Bezeichnung für eine 1960 noch als Airline Passenger Association gegründete Interessenvereinigung von → *Vielfliegern*, die sich 1982 nach der zwischenzeitlich erfolgten Eröffnung von Vertretungen in London und Asien in IAPA umbenannte. Heute verbirgt sich dahinter eine Unternehmung, die es ihren Mitgliedern gegen eine Jahresgebühr ermöglicht, verschiedene Annehmlichkeiten auf Flughäfen unabhängig von der gebuchten Airline oder → *Buchungsklasse* zu nutzen (etwa Zugang zu → *Lounges*).
→ *http://www.iapa.com/*

IAS
Abk. für Indicated Air Speed.
Im Deutschen manchmal auch als angezeigte Fahrt bezeichnet. Bezeichnet die → *Fluggeschwindigkeit*, die von einem → *Fahrtmesser* angezeigt wird.
Die Fluggeschwindigkeit wird vom Fahrtmesser indirekt über die Messung des → *Staudrucks* ermittelt. Zur Umrechnung muss auch der Luftdruck herangezogen werden; der Fahrtmesser legt dabei jedoch die Luftdichte in Meereshöhe, nicht die wahre Luftdichte zugrunde. Auch die Kompressibilität der Luft, die bei Annäherung an Mach 1 relevant ist, wird nicht berücksichtigt.
Daraus ergibt sich eine Abweichung zur wahren Fluggeschwindigkeit (True Air Speed, abgekürzt → *TAS*), wobei die IAS stets geringer als die TAS ist. Als Faustregel kann man pro 1.000 → *Fuß* Flughöhe etwa 2 % zur IAS addieren, um zur TAS zu gelangen.

IATA
Abk. für International Air Transport Association.
Internationaler Dachverband der → *Luftfahrtgesellschaften* mit Sitz in Genf. Sein Ziel ist die Förderung des sicheren, planmäßigen und wirtschaftlichen Lufttransports. Dafür beschäftigt sich der Verband unter anderem mit der Regelung der Flugpreise und Gebühren.
Die IATA wurde ursprünglich 1919 als International Air Traffic Association in Den Haag gegründet; die Neugründung erfolgte 1945 in Havanna.
→ *http://www.iata.org*

IBSC
Abk. für International Bird Strike Committee.
→ *Vogelschlag*.

ICAO
Abk. für International Civil Aviation Organisation.
Bezeichnung für die internationale Zivilluftfahrt-Organisation. Sie ist eine Sonderorganisation der Vereinten Nationen und hat die Aufgabe, einheitliche Regelungen für die Sicherheit, Regelmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit des internationalen Luftverkehrs zu erarbeiten und weiter zu entwickeln.
Die ICAO wurde 1944 gegründet und nahm im April 1947 ihre offizielle Arbeit auf. Seit Oktober 1947 ist der Sitz in Montreal.
→ *http://www.icao.int/*

ICAO-Abkommen
→ *Chicago Convention*.

Identifizierungszone
Auch genannt ID-Zone oder Flugüberwachungszone. International auch ADIZ (Air Defense and Identification Zone) genannt.
Ganz allgemein die Bezeichnung für einen Abschnitt des → *Luftraums* eines souveränen Staats an der Grenze zum Luftraum aller oder einiger seiner Nachbarstaaten in dem Flugbewegungen besonders überwacht werden und unter Umständen besonderer Zulassung bedürfen. Liegen diese Zulassungen nicht vor muss mit einem Abfang durch die Luftwaffe des betreffenden Staates gerechnet werden, die dafür in der Regel eine jederzeit einsatzbereite QRA-Rotte (Quick Reaction Alert) unterhält.
In Deutschland zieht sich die Identifizierungszone entlang der polnischen und der tschechischen Grenze, in der Flüge nur nach Abgabe eines → *Flugplans* bei der → *AIS* durchgeführt werden dürfen. Ausgenommen von dieser Regelung sind Flugzeuge mit einem → *Transponder* sowie Flugzeuge mit einer geringen → *Fluggeschwindigkeit*.
Die Identifizierungszone ist permanent aktiv; sie beginnt am Erdboden und hat keine obere Begrenzung.

IF
Abk. für Intermediate Fix.
Bezeichnung für ein → *Markierungsfunkfeuer*, das den Beginn des Zwischenanflugs (→ *Landeanflug*) kennzeichnet.

IFALPA
Abk. für International Federation of Air Line Pilots' Associations.
Bezeichnet den weltweiten Verband der Verkehrsflugzeugführer und Flugingenieure. Aus Deutschland ist die Vereinigung Cockpit (→ *VC*) Mitglied.
Ferner gibt es noch die europäische → *ECA* als einen relevanten Verband.
→ *http://www.ifalpa.org*

IFATCA
Abk. für International Federation of Air Traffic Controllers.
→ *http://www.ifatca.org*

IFCA
Abk. für International Flight Catering Association.
→ *http://www.ifcanet.com/*

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_9, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

IFE
Abk. für In-Flight Entertainment.
Zusammenfassende Bezeichnung für Systeme an Bord eines Flugzeugs, die der Unterhaltung und Information der Passagiere dienen, ihnen Kommunikationsmöglichkeiten zum Boden bieten, und sie bei der Arbeit unterstützen.
IFE Einrichtungen nehmen heute einen hohen Stellenwert im Wettbewerb der → *Luftfahrtgesellschaften* um Passagiere ein. Die Ausgaben aller Luftverkehrsgesellschaften für IFE sind von ca. 500 Mio. $ Anfang der 90er Jahre auf ca. 1,5 Mrd. $ in den Jahren 2001 bis 2003 angestiegen.
Filme an Bord des Flugzeugs zählen zu den ältesten IFE Ideen und wurden in ersten Versuchen schon um 1925 verwirklicht. Lange Zeit war das IFE Angebot auf das Film- und Audioprogramm (bis in die 80er Jahre übertragen mit Hilfe von sehr einfachen, unkomfortablen aber preiswerten pneumatischen Kopfhörern) beschränkt. Gegen Ende der 80er Jahre begannen die Luftverkehrsgesellschaften damit, ihre IFE Angebot in allen Klassen sprunghaft auszubauen. Heute zählen zum IFE-Angebot an Bord eines Flugzeugs unter anderem Video- und Audio-on-Demand, Zugang zu Telefon, Fax, E-Mail und Internet, individuelle Bildschirme, Anschlüsse zur Stromversorgung von Computern und anderen Geräten, interaktive Computerspiele, Übertragung von Fernsehprogrammen, Anzeige von Streckenkarten und der Flugroute sowie aktive Headsets zur Abminderung der Umgebungsgeräusche in der → *Kabine*.
IFE-Systeme stellen aufgrund ihrer Komplexität und Individualität eine erhebliche Herausforderung für die Flugzeughersteller dar. Das dazugehörige Gerät (Speichermedien, Abspielgeräte, Verkabelung, Buchsen, Stecker, Monitore) kann ein erhebliches Zusatzgewicht bedeuten (z. B. 1,6 t beim Airbus A340-300; 2 t bei der Boeing B747-400 und 1,7 t bei der Boeing B777-200).

IFF
Abk. für Identification Friend or Foe.
Bezeichnung für ein Freund-Feind-Erkennungssystem, das auf den Signalen des → *Transponders* eines Flugzeugs basiert.
Von den verfügbaren → *Modes* des Transponders werden Mode 1, Mode 2 und Mode 4 für IFF verwendet. So kann z. B. bei einer militärischen Einsatzbesprechung vereinbart werden, dass alle Flugzeuge einer Einheit auf Mode 1 den Code „1.200" senden. Die Bodenstation kann dann über einen → *Sekundärradar* alle Flugzeuge im → *Luftraum* abfragen und jene erkennen, die den Code 1.200 senden, bzw. nicht senden. Analoge Abfragen können auch von Schiffen oder anderen Flugzeugen kommen. Im Gegensatz zu Mode 1 und Mode 2 dient der Mode 4 der Aussendung eines verschlüsselten Sicherheitscodes.

IFHA
Abk. für Internat. Federation of Helicopter Associations.
Bezeichnung für einen 1997 von der europäischen → *EHA* und der internationalen → *HAI* gegründeten Interessenverband ziviler Betreiber und Hersteller von Hubschraubern. Sitz ist Alexandria/Virginia in den USA. Ziel des Verbandes ist neben einer allgemeinen Interessenvertretung insbesondere die Vertretung der Verbandsinteressen bei der → *ICAO*.
→ *http://www.rotor.com/*

IFR
Abk. für Instrument Flight Rules.
→ *Instrumentenflug.*

IFSD
Abk. für In-flight Shut Down.
Bezeichnung für den Ausfall eines → *Triebwerks* im Reiseflug. In der heutigen → *Verkehrsfliegerei* liegt die Wahrscheinlichkeit dafür bei 1 zu 1.000.

Ikarus
Ein Begriff aus der griechischen Sagenwelt, und darin der Sohn des Daedalus. Die Geschichte von Ikarus und Daedalus wurde vom römischen Dichter Ovid (* 43 v. Chr., † 18 n. Chr.) überliefert. Der Legende nach versuchten Daedalus und Ikarus aus ihrem Labyrinth-Gefängnis zu fliehen. Dazu baute Daedalus aus Vogelfedern und Wachs Flügel für sich und seinen Sohn. Als er fertig war, warnte er seinen Sohn davor, beim Flug der Sonne zu nah zu kommen. Ikarus jedoch hörte nicht auf die Ratschläge seines Vaters; einmal in der Luft wollte er nicht nur die Mauern des Labyrinths überwinden, sondern in seinem jugendlichen Übermut immer höher und höher hinaus. Schließlich kam er der Sonne zu nah; das Wachs zwischen den Federn begann zu schmelzen, die Federn lösten sich und Ikarus stürzte nahe der nach ihm benannten griechischen Insel Ikaria ins Meer und ertrank. Daedalus dagegen flog der römischen Sage nach flach über das Meer und gelangte sicher nach Sizilien.

ILA
Abk. für Internationale Luftfahrtausstellung.
→ *Luftfahrtausstellung*.
→ *http://www.ila-berlin.de*

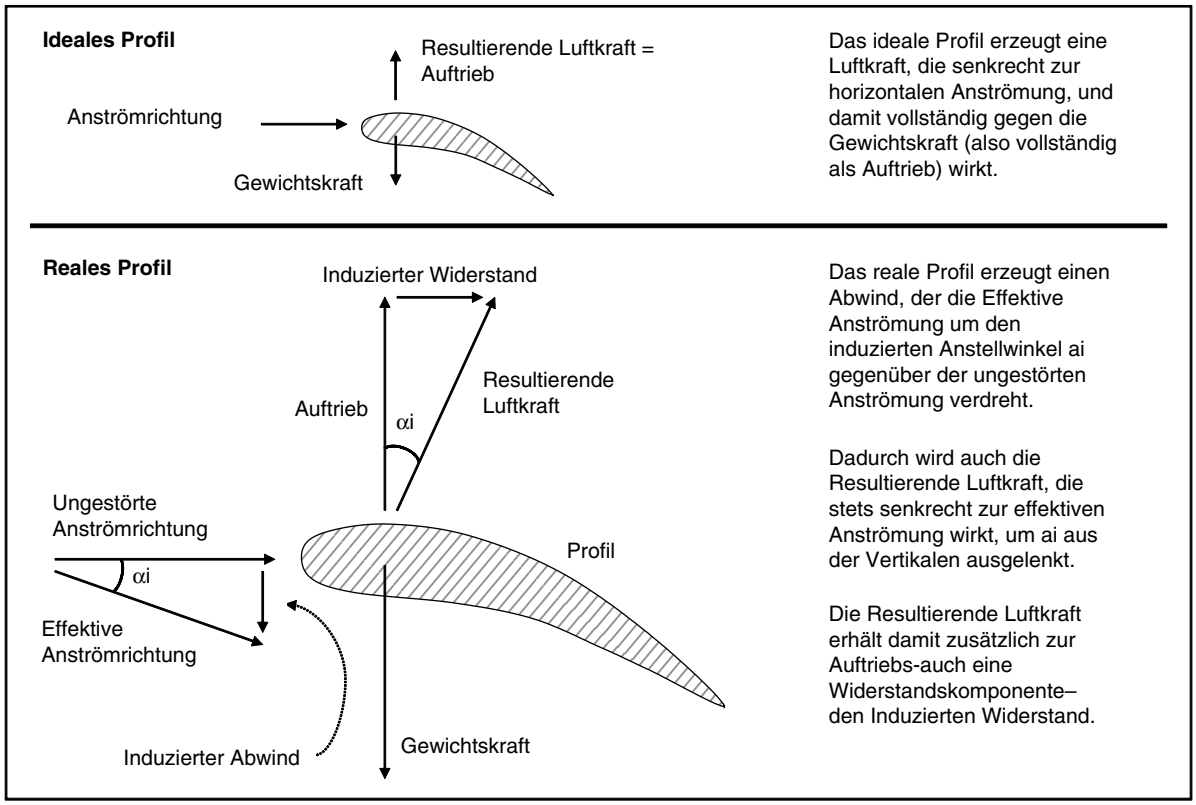
IL-Check
Abk. für Intermediate Layover Check.
→ *Überholung*.

ILS
Abk. für Instrument Landing System.
→ *Instrumenten-Landesystem*.

IM
Abk. für Inner Marker.
→ *Platzeinflugzeichen*.

IMC
Abk. für Instrument Meteorological Conditions.
→ *Instrumentenflugbedingungen.*

Immelmann
Bezeichnung für ein Manöver aus dem Bereich des → *Kunstflugs*, welches aus einem halben → *Looping* mit anschließender halben → *Rolle* besteht. Der Pilot zieht hierbei das Flugzug kreisförmig nach oben in die Rückenlage und dreht es anschließend mit der halben Rolle in die normale Fluglage zurück, so dass er entgegengesetzt seiner ursprünglichen Flugrichtung in größerer Höhe weiterfliegt. Das Manöver soll von Max Immelmann, einem → *Fliegerass* im ersten Weltkrieg, erfunden worden sein.
In modernen Kunstflugwettbewerben wird der Immelmann Halblooping mit Halbrolle genannt.
Die Güte dieser Flugfigur kann anhand der folgenden Punkte festgestellt werden:
- Der halbe Looping wird nicht senkrecht geflogen.
- Der halbe Looping ist nicht ausreichend halbrund.
- Die Rolle wird zu früh oder zu spät geflogen.
- Die Rolle wird nur unter starkem Höhenverlust geflogen.
- Es kommt zu einer Kursänderung in der Rolle.



Induzierter Widerstand

- Es erfolgt kein waagerechter Geradeausflug beim Ausflug entgegen der Einflugrichtung.

Eine Variante dieser Flugfigur ist der doppelte Immelmann. Dabei handelt es sich um die oben beschriebene Flugfigur, der ein halber Außenlooping mit anschließender Rolle folgt, so dass der Flug wieder in der ursprünglichen Flugrichtung in ursprünglicher Flughöhe fortgesetzt wird.

INCERFA

Bezeichnung für die Ungewissheitsstufe, welche die erste der drei Alarmstufen des → *Alarmdienstes* ist.

Induktionskompass

Auch Fluxvalve genannt. Bezeichnung für eine Weiterentwicklung des → *Magnetkompass* zur Richtungsbestimmung im Flug. Beim Induktionskompass erzeugt das Erdmagnetfeld einen magnetischen Fluss in einem Eisenkern, der gemessen und in eine Richtungsinformation umgewandelt wird. Der Induktionskompass ist dabei – analog zum Magnetkompass – als Pendel horizontal ausgerichtet. Entsprechend kommt es im Kurvenflug zur Ausrichtung des Kompass entlang der Fliehkraft, und damit zu einem Messfehler. Der Induktionskompass wird zum Nachstellen des magnetfeldgestützten → *Kursanzeigers* eingesetzt.

Induzierter Anstellwinkel

Bezeichnung für die Verringerung des → *Anstellwinkels* am → *Tragflügel* oder am → *Leitwerk* in Folge des → *Randwirbels*.

Induzierter Widerstand

Engl.: Induced Drag. Der induzierte Widerstand ist eine wichtige Komponente des → *Widerstands*. Bei einem → *Tragflügel* mit endlicher → *Spannweite* kommt es an den beiden Flügelspitzen zum Druckausgleich zwischen Ober- und Unterseite des → *Profils*, d. h. Luft strömt von der Unterseite über die Flügelspitze zur Oberseite. Diese Strömung entspricht einem nach innen gerichteten → *Wirbel*, dem sog. Randwirbel, der parallel zur → *Längsachse* des Flugzeugs verläuft und kinetische Energie vom Flugzeug abführt.

Die beiden Randwirbel induzieren eine zusätzliche, nach unten gerichtete → *Anströmgeschwindigkeit*, und damit einen → *induzierten Anstellwinkel* der den → *Anstellwinkel* des Tragflügels verringert. Da im Unterschallbereich der → *Auftrieb* senkrecht zur Anströmrichtung wirkt, wird der Auftrieb entsprechend nach hinten, also in Richtung → *Heck*, gekippt. Es entsteht eine Komponente des Auftriebs, die in Richtung der Anströmgeschwindigkeit – und damit als Widerstand – wirkt. Diese Komponente stellt den induzierten Widerstand dar.

Der Einfluss der Randwirbel auf Auftrieb und Widerstand kann z. B. durch → *Verwindung* des Tragflügels, die Flügelgeometrie, → *Winglets* oder einen → *Randbogen* reduziert werden.

Inertiales Koordinatensystem

Bezeichnung für ein rechtshändiges, orthogonales → *Koordinatensystem*, das seinen Ursprung in einem erdfesten Anfangspunkt (z. B. Ausgangspunkt des Fluges) hat. Die x- und y-Achse liegen in der Horizontalebene (z. B. x-Achse nach Norden), die z-Achse zeigt in Richtung der Schwerkraft.

Inertialnavigation

Auch als Trägheitsnavigation bekannt. Bezeichnung für ein Verfahren der → *Koppelnavigation*, das auf der Messung von

Beschleunigungen und Drehbewegungen durch → *Beschleunigungsmesser* und → *Kreisel* basiert.
Wie bei allen Koppelnavigationsverfahren werden auch bei der Inertialnavigation Größe, Richtung und Dauer der im Flug auftretenden Beschleunigungen erfasst und in zurückgelegte Strecken umgerechnet.
Dazu benötigen die Inertialnavigationssysteme (engl: Inertial Navigation System, INS) drei Beschleunigungsmesser zur Messung von Beschleunigungen in den drei Raumrichtungen sowie entweder zwei → *Lagekreisel* (mit jeweils zwei Freiheitsgraden) oder drei → *Wendekreisel* (mit jeweils einem Freiheitsgrad) zur Messung der Verdrehung der Beschleunigungsmesser gegenüber der Ausgangslage.
Beschleunigungsmesser und Kreisel werden auf sogenannten Plattformen montiert; dabei unterscheidet man zwei Systemtypen:

- Bei der kardanisch aufgehängten Trägheitsplattform wird die Plattform mit den Beschleunigungsmessern mit Hilfe der Kreisel ständig stabilisiert und in der Horizontalebene nach Norden ausgerichtet.
- Beim Strap-down System wird die Plattform fest im Flugzeug fixiert. Dementsprechend liegen die Signale der Beschleunigungsmesser in Koordinaten des → *flugzeugfesten Koordinatensystems* vor. Die Kreisel registrieren die Verdrehung der Plattform gegenüber ihrer ursprünglichen Ausrichtung, so dass eine rechnergestützte Umrechnung der Messsignale in ein unabhängiges Navigations-Koordinatensystem möglich ist. Gegenüber der Trägheitsplattform sind die Strap-down Systeme preisgünstiger; gleichzeitig können ihre Messwerte – da sie in körperfesten Koordinaten vorliegen – direkt für den → *Flugregler* verwendet werden. In diesem Fall spricht man auch von IRU- (Inertial Reference Unit) oder IMU-Systemen (Inertial Measurement Unit).

Wie alle Verfahren der Koppelnavigation hat auch die Inertialnavigation die Eigenschaft, dass bereits kleine Messfehler durch die doppelte Integration von Beschleunigungen in Geschwindigkeiten und Wegstrecken zu großen Abweichungen führen können.
So muss z. B. der Einfluss der → *Erdbeschleunigung* auf die Messergebnisse streng beachtet werden: Horizontale Beschleunigungsmesser müssen sehr genau ausgerichtet werden, damit das Messergebnis nicht durch eine Komponente der Erdbeschleunigung verfälscht wird. Bei vertikaler Ausrichtung muss der Wert der Erdbeschleunigung vom Messergebnis abgezogen werden; dabei ist zu beachten, dass die Erdbeschleunigung sowohl mit der Flughöhe als auch mit den Ort variiert.
Inertialsysteme werden zur Kompensation von Fehlern daher immer mit anderen Systemen zu sogenannten → *integrierten Navigationssystemen* verbunden.

INF
Abk. für Infant.
Bezeichnung für Kleinkinder bis zwei Jahren, die in der Regel ohne Sitzplatzanspruch und bei Inlandsflügen kostenlos bzw. bei Langstreckenflügen mit einer erheblichen Ermäßigung (z. B. 90 %) mitreisen. Sie müssen angemeldet werden. Es kann dann auch Sonderausrüstung (→ *Babywiege*, Wickeltisch) auf besonderen Plätzen bereitgestellt bzw. reserviert werden.

INFOMET
Bezeichnung für eine telefonische Flugwetterdienstleistung des Deutschen Wetterdienstes (→ *DWD*). An den INFOMET-Telefonen erhalten Piloten mündliche Informationen über:

- Aktuelle Flugplatzwettermeldungen (→ *METAR*).
- Aktuelle Flugplatzwettervorhersagen für 9 und 18 Stunden (→ *TAF*).
- Aktuelle Bodenwettermeldungen (→ *SYNOP*).
- Gültige → *SIGMETs*.
- Gültige → *AIRMETs* für die → *allgemeine Luftfahrt.*

Infrarot
Bezeichnung für elektromagnetische Wellen mit Wellenlängen von 800 nm bis 1 mm, d. h. geringer als das rote Ende des sichtbaren Farbspektrums des Lichtes. Infrarote Strahlung ist eine Wärmestrahlung und wird durch Staub, → *Nebel* und andere atmosphärische Trübungen nicht so stark gestreut wie das sichtbare Licht. Die Luftüberwachung kann mit Hilfe der Infrarotphotographie selbst bei schlechten Wetterverhältnissen klare Bilder erzeugen.

Initial Airworthiness Certificate
→ *Flugerprobung*.

Innenlooping
→ *Looping*.

INS
Abk. für Inertial Navigation System.
Bezeichnung für ein Navigationssystem (→ *Navigation*), das typischerweise aus → *Kreiseln*, Beschleunigungsmessern und einem Navigationscomputer besteht.
→ *Inertialnavigation*.

Instandhaltungsbetrieb
Bezeichnung für einen → *Luftfahrtbetrieb*, der für die → *Wartung* von Luftfahrzeugen, → *Triebwerken* und → *Propellern* oder Bau- und Ausrüstungsteilen zertifiziert (→ *Zertifizierung*) ist.

Instrumentenanflug
Engl.: Instrument Approach. Bezeichnung für ein → *Anflugverfahren*, bei dem der → *Pilot* Einrichtungen der → *Funknavigation* am Boden und an Bord des Flugzeugs heranzieht. Instrumentenanflüge erfordern eine entsprechend ausgerüstete → *Instrumentenanflug-Landebahn* und werden z. B. dann durchgeführt, wenn die Wetterbedingungen einen → *Sichtanflug* nicht erlauben.
Instrumentenanflüge sind dadurch gekennzeichnet, dass dem Piloten mindestens eine Richtungsinformation, z. B. durch → *VOR*, → *NDB* oder einen → *Landekurssender*, zur Verfügung gestellt werden. Man spricht dann von einem Leitstrahlanflug. Werden dem Piloten zusätzlich Informationen zum → *Gleitweg* bereitgestellt so spricht man von einem → *Präzisionsanflug*.

Instrumentenanflug-Landebahn
Auch Instrumenten-Landebahn; Engl.: Instrument Approach Runway oder Nonprecision Instrument Runway. Bezeichnung für eine → *Start- und Landebahn*, die für → *Instrumentenanflüge*, nicht aber für → *Präzisionsanflüge* ausgerüstet ist. Landebahnen dieser Kategorie verfügen über → *Funknavigations*-Systeme, die dem → *Piloten* mindestens eine Richtungsinformation im → *Landeanflug* zur Verfügung stellen. Zusätzlich sind sie mit einer → *Befeuerung* und umfangreicheren → *Markierungen* ausgestattet.

Instrumentenflug
Bezeichnet einen Flug, der unter → *Instrumentenflugregeln* stattfindet. Solche Instrumentenflüge können sowohl bei

→ *Sichtflugbedingungen* als auch bei → *Instrumentenflugbedingungen* stattfinden, vorausgesetzt, dass der → *Pilot* die entsprechende Zulassung für Instrumentenflüge hat (das sog. Instrument Rating, → *Rating*), und dass das Flugzeug mit der für einen Instrumentenflug vorgeschriebenen Ausrüstung ausgestattet ist (z. B. Systeme der → *Funknavigation*).

Instrumentenflugbedingungen
Engl. Instrument Meteorological Conditions, abgekürzt IMC. Bezeichnet alle Wetterverhältnisse, die schlechter als die definierten → *Sichtflugbedingungen* sind. Bei Instrumentenflugbedingungen dürfen – Sondergenehmigungen ausgenommen – nur → *Instrumentenflüge* durchgeführt werden.

Instrumentenflugberechtigung
International auch Instrument Rating (IR, → *Rating*). Bezeichnung für die Berechtigung, ein Luftfahrzeug nur unter Zuhilfenahme von Fluginstrumenten zu führen. Eine Instrumentenflugberechtigung ist eine Erweiterung des → *Pilotenscheines* und wird benötigt, wenn ein Flug nach Sichtflugbedingungen (→ *VFR*) nicht möglich ist. Beispiele für solche Situationen sind das Fliegen in Wolken, wenn die Wolkenuntergrenze die für den Sichtflug erforderlichen Werte nicht erreicht oder der Nachtflug. Wer eine Instrumentenflugberechtigung erwirbt, erhält daher gleichzeitig auch die → *Nachtflugberechtigung*.

Instrumentenflugregeln
Engl. Instrument Flight Rules (IFR). Zusammenfassende Bezeichnung für die Regeln, die bei einem → *Instrumentenflug* gelten. Die Instrumentenflugregeln sind in Abschnitt Vier der Luftverkehrsordnung (→ *LuftVO*) dokumentiert. Darin sind u.a. Sicherheitsmindesthöhen festgelegt, die zu verwendenden → *Höhenmessereinstellungen* und die einzuhaltenden Reiseflughöhen, der Abbruch von → *Landeanflügen* und das Einleiten eines → *Fehlanflugs* sowie die Bedingungen für einen Übergang vom Instrumentenflug zum → *Sichtflug*.

Instrumentenflugzeit
Bezeichnet die Zeit, in der ein → *Pilot* das Flugzeug ausschließlich nach Instrumenten fliegt. Diese Zeit ist oftmals kürzer als die Zeit, in der der Pilot nach → *Instrumentenflugregeln* fliegt. Die Instrumentenflugzeit ist relevant zur Erlangung und Aufrechterhaltung der Instrumentenflugberechtigung (→ *Rating*).

Instrumentenkunde
Zusammenfassender Begriff für die Lehre vom Aufbau, von der Arbeitsweise und der Anordnung der für das sichere Führen eines Luftfahrzeugs notwendigen Instrumente. Dazu gehören insbesondere:

- → *Doseninstrumente* wie die Messinstrumente → *Pitot-Rohr*, → *Druckmesssonde*, und → *Prandtl-Staurohr* und die Anzeigeinstrumente → *Höhenmesser*, → *Fahrtmesser* und → *Variometer*. Dabei werden die Ergebnisse der Messinstrumente oftmals in einem → *Luftwerterechner* verarbeitet und von diesem an die Anzeigeinstrumente ausgegeben.
- → *Kreiselinstrumente* wie der → *Wendeanzeiger*, der → *Fluglageanzeiger* (künstlicher Horizont) und der → *Kursanzeiger* (Kurskreisel).
- Instrumente zur Überwachung der → *Triebwerke* und anderer Systeme, wie der → *Drehzahlmesser*, der → *Drehmoment-* und → *Ladedruckmesser*, und Messgeräte zur Erfassung von Vorrat und Verbrauch von → *Kraftstoff*.
- Instrumente für die → *Funknavigation* (→ *Avionik*).
- Weitere Instrumente wie der → *Magnetkompass* und der → *Induktionskompass*, → *Flugdaten-Aufzeichnungsgeräte*, → *Flugregler* etc.

Die wichtigsten Instrumente sind häufig in der sog. → *Einheitsinstrumentenanordnung* angeordnet. Die integrierten Anzeigeinstrumente → *ADI* und → *HSI* sowie deren Weiterentwicklung → *EFIS* mit dem → *PFD* und dem → *ND* erstellen eine Zusammenfassung und Vereinfachung der zahlreichen Einzelinstrumente dar.

Instrumenten-Landesystem
Engl.: Instrument Landing System, abgekürzt mit ILS. Ein System der → *Funknavigation*, das → *Piloten* insbesondere bei schlechten Sichtverhältnissen während der → *Landung* bis zum → *Aufsetzen* auf der → *Landebahn* unterstützt.
Mit Hilfe eines Instrumenten-Landesystems ist es möglich, auch bei schlechten Sichtverhältnissen einen sicheren Flugbetrieb durchzuführen, und damit Verfügbarkeit und Kapazität eines → *Flugplatzes* zu erhöhen. Die genauen Parameter eines Instrumenten-Landesystems (z. B. die Frequenzen und Standorte der Bodeneinrichtungen) sind auf besonderen ILS-Anflugkarten verzeichnet.
Obwohl das ILS bereits 1947 als internationaler Standard eingeführt wurde, hat es bis heute seine führende Rolle für → *Instrumentenanflüge* beibehalten.

Komponenten des Instrumenten-Landesystems
Instrumenten-Landesysteme bestehen sowohl aus Komponenten, die am Flugplatz installiert sind, als auch aus Systemen an Bord des Flugzeugs.
Die wichtigsten Bodeneinrichtungen sind der → *Landekurssender*, der → *Gleitwegsender*, die → *Einflugzeichen* sowie die → *Befeuerung* der Landebahn und die → *Anflugbefeuerung*.
Der Landekurssender strahlt entlang einer Ebene, die senkrecht auf der Mittellinie der Landebahn steht und den Landekurs anzeigt. Der Gleitpfadsender dagegen strahlt entlang einer Ebene, deren Steigung gerade dem optimalen → *Gleitwegwinkel* entspricht, in der Regel sind das 2,5° oder 3°. Die Schnittlinie aus Landekurs- und Gleitpfadebene gibt den optimalen Anflugweg des Flugzeugs an. Die Signale der beiden Sender werden an Bord des Flugzeugs empfangen, ausgewertet, und dem Piloten als Abweichungen im → *Steuerkurs* bzw. in der → *Gleitebene* dargestellt. Die Darstellung kann über den → *Horizontal Situation Indicator* (HSI), den → *Altitude Direction Indicator* (ADI), das → *Primary Flight Display* (PFD), das → *Navigational Display* (ND), oder ein kombiniertes → *VOR*/*ILS*-Anzeigegerät erfolgen.
Die Einflugzeichen geben dem Piloten zusätzliche Informationen zum momentanen Abstand des Flugzeugs von der Landebahn. Das → *Voreinflugzeichen* liegt in der Regel 4 bis 7 → *nm* vor der Landebahn und kennzeichnet den Punkt, an dem die Flugzeuge auf den Landekurs einschwenken. Beim Überfliegen des Voreinflugzeichens blinkt im → *Cockpit* eine blaue Lampe auf, zusätzlich ertönt ein akustisches Signal. Das → *Haupteinflugzeichen* befindet sich ca. 3.500 → *Fuß* vor der Landebahn und kennzeichnet den Punkt, an dem das Flugzeuge auf dem Gleitpfad die → *Entscheidungshöhe* erreicht hat. Beim Überfliegen ertönt wiederum ein akustisches Signal, und ein gelbes Licht blinkt auf. Bei Instrumenten-Landesysteme der Kategorie → *CAT* II ist ein drittes Einflugzeichen installiert, der sog. → *Inner Marker*, der die Entscheidungshöhe bei Landungen der Kategorie CAT II anzeigt. Dieses Einflugzeichen befindet sich

ca. 75 m vor der Landebahn; sein Überfliegen wird wiederum durch ein akustisches Signal sowie eine weiße Lampe gekennzeichnet. In manchen Fällen werden Instrumenten-Landesysteme zusätzlich mit → *DME*-Systemen versehen, so dass dem Piloten eine permanente statt nur einer punktuellen Entfernungsangabe zur Verfügung steht.

Auslegung von Instrumenten-Landesystemen

Je nach ihrer Präzision erlauben Instrumenten-Landesysteme Landungen bei unterschiedlich schlechten Sichtbedingungen; in der höchsten Kategorie, CAT III-C, können (entsprechende Systeme an Bord des Flugzeugs vorausgesetzt) Landungen sogar blind, also ohne jede Außensicht und ohne Einwirken des Piloten, durchgeführt werden.

Nachteile des Instrumenten-Landesystems

Das Instrumenten-Landesystem verwendet Signale im MHz-Bereich, die zum einen große Antennen benötigen, um die benötigte Bündelung und Fokussierung der Signale zu erreichen, zum anderen anfällig gegen Reflektionen und Störungen durch Gebäude, Flugzeuge, Bodenfahrzeuge und das umgebende Gelände sind.

Gleichzeitig erlaubt das Instrumenten-Landesystem nur Anflüge aus einer Richtung, und ist unflexibel gegenüber Flugzeugen mit unterschiedlichen → *Fluggeschwindigkeiten* und Flugeigenschaften. Bei Systemen ohne DME werden zudem nur punktuelle Informationen zur Entfernung von der Landebahn angeboten, und bei einem → *Fehlanflug* steht dem Piloten im Bereich hinter der Landebahn nur das Signal des Landekurssenders, nicht aber des Gleitwegsenders zur Verfügung.

Aufgrund dieser Nachteile wurde das sog. Mikrowellen-Landesystem (Microwave Landing System, → *MLS* entwickelt, das mit höheren Frequenzen arbeitet und damit nicht mehr die Nachteile des Instrumenten-Landesystems aufweist.

Integralbeplankung

→ *Beplankung*.

Integrierte Navigation

Auch als hybride Navigation bekannt. Eine Form der → *Navigation*, bei der unterschiedliche Navigationssysteme miteinander kombiniert werden. Die Kombination mehrerer Systeme ermöglicht eine Erhöhung der Genauigkeit, insbesondere wenn die Systeme ein komplementäres Fehlerverhalten aufweisen (siehe z. B. den magnetfeldgestützten → *Kursanzeiger*, bei dem durch Kombination eines → *Magnetkompasses* mit einem → *Kreisel* die Abweichungen jedes Systems durch entsprechend positive Eigenschaften des anderen Systems ausgeglichen werden).

Ein Beispiel für ein integriertes Navigationssystem ist die Verbindung von → *Inertialnavigation*, → *Dopplernavigation* und → *Funknavigation*. Durch Einsatz eines Rechners können die eingehenden Messgrößen der Systeme zusammengefasst, ausgewertet und auf den Instrumenten des Flugzeugs angezeigt werden.

Interferenzwiderstand

Bezeichnung für eine Komponente des → *Widerstands*. Zwei Bauteile eines Flugzeugs, die unabhängig voneinander angeströmt werden, haben in Summe einen kleineren Widerstand, als wenn sie miteinander verbunden und gemeinsam angeströmt werden. Diesen Zuwachs an Widerstand bezeichnet man als Interferenzwiderstand. Dies gilt sowohl im großen (z. B. bei der Verbindung zwischen → *Tragflügel* und → *Rumpf*) als auch im kleinen (z. B. Ausbildung einer Kante beim Aufnieten eines Bleches).

Internationaler Verkehrsflughafen

→ *Flugplatz*.

Internationales Transitabkommen

→ *Guatemala Abkommen*.

Inversion, Inversionsschicht

Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. → *Inversion* ist in der Meteorologie die Bezeichnung für eine Temperaturumkehr. Eine Inversionsschicht bezeichnet eine Luftschicht, in der es eine Inversion gibt, d. h. die Temperatur nimmt in dieser Schicht mit der Höhe zu statt ab. Besonders stark ist die Temperaturzunahme an der Obergrenze der Inversion, dort wo kalte, feuchte und schwere Luft an warme, trockene und leichte Luft grenzt. In diesem Bereich spricht man von einer Oberflächeninversion. Mit der Temperaturumkehr ist auch eine Abnahme der → *Luftfeuchtigkeit* verbunden. Im Winter ist die Inversion meist Ursache für die Bildung von Nebel oder Hochnebel und kann auf diese Art die Sicht behindern. An der Inversion werden Vertikalbewegungen gebremst, so dass der Austausch der Luft der unteren Schichten mit der Höhenluft verhindert wird. Sie entsteht dadurch, dass die Temperatur in einer mehr oder weniger dicken Schicht infolge absteigender Luftbewegung und dynamischer Erwärmung zunimmt, meist in Hochdruckgebieten. Da die Inversion als Sperrschicht wirkt, sammeln sich unter ihr Staub- und Dunstteilchen, aber auch Abgase.

Ionosphäre

Bezeichnung für den äußersten Teil der → *Atmosphäre* der Erde, in dem Ionen und Elektronen die Ausbreitung von elektromagnetischen Wellen durch Reflexion und Dämpfung messbar beeinflussen. Dies ist oberhalb der → *Stratosphäre* ab einer Höhe von 50 km bis kurz vor der Grenze der Lufthülle in 500 km Höhe der Fall. Die in diesen Höhen vorhandenen Gase werden durch den Einfluss des ultravioletten Anteils der Sonnenstrahlung ionisiert, d. h. die Elektronen der Gasatome werden von den Atomen getrennt, so dass die Ionosphäre elektrische Eigenschaften erhält.

Detaillierter Aufbau

Als Folge unterschiedlicher Sonneneinstrahlung unterscheidet man auch verschiedene Effekte und Konzentrationen von Elektronen und Ionen, die sich in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (z. B. Tageszeit, aber auch Jahreszeit) verändern, was wiederum Rückwirkungen auf die reflektierten elektromagnetischen Wellen hat. In der Nacht kommt es zur Rekombination, d. h. die ionisierten Atome fangen freie Elektronen wieder ein, wodurch sich die Eigenschaft der Beeinflussung zurückbildet (Rekombinationseffekt).

Wesentliche Einflussfaktoren sind die von der Sonne ausgestrahlte Röntgenstrahlung, die ultraviolette Strahlung sowie der ca. 11-jährige Sonnenfleckenzyklus der Sonne. Alle Faktoren beeinflussen die Atmosphäre unterschiedlich stark und in unterschiedlichen Höhen. Die Stärke der Ionisierung wird durch die Elektronendichte Ne beschrieben. Sie gibt die Anzahl der Elektronen in einem Kubikmeter an. Die Ionosphäre wird daher in weitere Schichten aufgeteilt:

- D-Schicht: Sie liegt in der Höhe von 50 bis 90 km und entsteht durch den Einfluss der von der Sonne ausgestrahlten Röntgenstrahlung. Diese Schicht existiert nur bei direkter Sonneneinstrahlung (tagsüber) und wirkt auf Wellen im einstelligen MHz-Bereich stark dämpfend. Die Dämpfung geht jedoch mit dem Quadrat der Frequenz zurück. Die D-Schicht kann bei starker Sonnenaktivität extrem ionisiert sein,

wodurch es kurzzeitig zum Totalausfall der Übertragung von → *Kurzwellen* kommen kann (sog. Mögel-Dellinger-Effekt).
- E-Schicht (früher Kenelly-Heaviside-Schicht genannt): Sie liegt in der Höhe von 90 bis 130 km und entsteht ebenfalls durch den Einfluss der von der Sonne ausgestrahlten Röntgenstrahlung. Bei starker Sonneneinstrahlung bildet sich u. U. ein stark ionisierter Bereich in der E-Schicht, der als ES-Schicht bezeichnet wird. Dieser Effekt kann dann zur Verlängerung der UKW-Reichweite (→ *VHF*) bis hin zu einigen 1.000 km genutzt werden.
- FI-Schicht (früher zusammen mit der FII-Schicht auch als Appleton-Schicht bezeichnet): Sie liegt in einer Höhe von 140 bis 250 km und existiert ebenfalls nur tagsüber.
- FII-Schicht: Sie liegt in einer Höhe von 250 bis 500 km und ist die durch ultraviolette Sonneneinstrahlung am stärksten ionisierte Schicht. Sie bildet sich daher auch über Nacht nur sehr langsam zurück.

E-, FI- und insbesondere die FII-Schicht sind für die Entstehung von Raumwellen verantwortlich. Von einem Sender abgestrahlte elektromagnetische Wellen werden an der FII-Schicht in Richtung Erdoberfläche reflektiert und von dieser gegebenenfalls erneut zur FII-Schicht reflektiert. Bereits durch einmalige Reflexion an der FII-Schicht kann eine Distanz von 2.000 bis 3.000 km auf der Erdoberfläche überbrückt werden. Die Schichten und deren nicht konstante Eigenschaften führen zu einer Inhomogenität, die beachtet werden muss, wenn man Funkverbindungen durch Reflexion an ihnen verlängern möchte. Während in einem Bereich von 3 bis 30 MHz nahezu keine Probleme auftreten, kommt es in anderen Frequenzbereichen zu Schwankungen und Unzuverlässigkeiten. Dem kann mit dem sog. Diversity-Empfang oder besonderen Übertragungscodes begegnet werden.

Eine Kenngröße zur Ermittlung der Reflexionseigenschaften ist die Senkrechtgrenzfrequenz. Sie ist die Frequenz an einem Ort oberhalb derer eine senkrecht nach oben ausgesendete elektromagnetische Welle (Einfallswinkel = 0) die FII-Schicht durchdringt und somit nicht reflektiert wird.

Entwicklung

Ein genaues Entdeckungsdatum für die Ionosphäre ist nicht zu ermitteln. 1839 spekulierte der deutsche Mathematiker Carl Friedrich Gauß über eine elektrisch leitende Schicht in der Atmosphäre, um die von ihm beobachteten Unregelmäßigkeiten des Magnetfeldes der Erde erklären zu können.

Verschiedene Personen entdeckten im Zusammenhang mit der Untersuchung verschiedener Phänomene bei der Funkübertragung unabhängig voneinander und fast gleichzeitig die Einflüsse der Ionosphäre, so schon 1902 der Amerikaner Arthur Edwin Kenelly (* 1861, † 1939) oder der britische Physiker Oliver Heaviside (* 1850, † 1925), was 1924 vom britischen Physiker Edward Victor Appleton (* 1892, † 1965) nochmals bestätigt wurde. Ihm ist auch die Entdeckung der verschiedenen Schichten der Ionosphäre und der Tageszeitabhängigkeit zu verdanken. Für seine Arbeiten erhielt Appleton 1947 den Nobelpreis für Physik. 1926 bezeichnete der britische Physiker Sir Robert Alexander Watson-Watt (* 1892, † 1937) die entsprechenden Schichten als Ionosphäre und schuf damit den heute gültigen Begriff.

IR

Abk. für Instrument Rating.
→ *Instrumentenflugberechtigung*.

Iron Bird

Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Bezeichnet in der Flugzeugentwicklung die Anlagen zum Test der Systeme eines neuen Flugzeugs.
In der Regel handelt es sich dabei um ein Gebäude, in dem die Flugzeugsysteme so eingebaut werden, wie sie später auch im Flugzeug angeordnet sein werden. Somit lassen sich die Funktion der Einzelsysteme und ihr Zusammenspiel überprüfen.
Siehe auch → *Bodentest*.

ISASI

Abk. für International Society of Air Safety Investigators.
→ *http://www.isasi.org/*

Isobare

→ *Luftdruck*.

Isohypse

→ *Luftdruck*.

J

JAA
Abk. für Joint Aviation Authority.
Bezeichnung für ein 1970 gegründetes Gremium der → *ECAC*, das mit dem Ziel gebildet wurde, die Zulassungsbestimmungen und -prozesse für Fluggerät in Europa zu harmonisieren, die → *Lufttüchtigkeitsanforderungen* (sog. → *JAR*.) herauszugeben, und die europäischen Bestimmungen mit denen der → *FAA* in den USA zu harmonisieren. Wesentliche Aufgaben der JAA gehen zur Zeit auf die → *EASA* über.
→ *http://www.jaa.nl/*

Jabo
Abk. für Jagdbomber.
→ *Militärflugzeug*.

Jagdbomber
→ *Militärflugzeug*.

Jäger
→ *Militärflugzeug*.

Jagdflugzeug
→ *Militärflugzeug*.

JAR
Abk. für Joint Aviation (Authority) Requirements.
Bezeichnung für die → *Lufttüchtigkeitsanforderungen*, die bislang von der → *JAA* und zukünftig von der → *EASA* als europäische → *Luftfahrtbehörde* herausgegeben werden.
→ *http://www.jaa.nl/jar/jars_toc.html/*

Jet
Oberbegriff für alle Flugzeuge mit einem → *Strahlantrieb*.

Jet A-1
→ *Kraftstoff*.

Jet Fuel Hedging
→ *Fuel Hedging*.

Jet Lag
Ein Begriff aus dem Bereich der → *Flugmedizin*. Er bezeichnet einen manchmal mehrere Tage andauernde Müdigkeit und Schlaffheit, verbunden mit Konzentrationsschwächen und manchmal dem Gefühl von Benommenheit. Ein Jet Lag tritt nach einem langen bis sehr langen Flug über mehrere Zeitzonen hinweg auf. Durch die Zeitverschiebung wird die innere biologische Uhr des Körpers, die an einen bestimmten Rhythmus von Schlafen (Dunkelzeit) und Essen bzw. Wachperioden (Hellzeit) gewöhnt ist, durcheinander gebracht. Dies erfolgt üblicherweise dann mit merklichen Folgen, wenn mehr als zwei oder drei Zeitzonen überbrückt werden. Bei nur ein oder zwei Zeitzonen kann sich noch eine schleichende Anpassung einstellen.
Jet Lag wird von Flugpassagieren unterschiedlich empfunden. Die meisten Passagiere aus Europa empfinden lange Flugreisen in östliche Richtung (z. B. von Europa nach Asien oder von den USA nach Europa) als unangenehmer als Flüge in westliche Richtung. Da sich der Tag extrem verlängert oder aber die Nacht extrem verkürzt, und so einem sehr frühen Aufstehen nach dem Eintreffen am Zielort entspricht.
Jet Lag kann grundsätzlich nicht verhindert werden, denn der Körper braucht zum Anpassen an eine andere Zeitzone etwa drei Tage. Eine Faustformel besagt, dass pro Tag etwa 50 % Anpassung erzielt werden.
Zwar schwört ein jeder Vielflieger auf seine ganz persönliche Rezeptur von Flüssigkeiteneinnahme und Schlafen, doch gibt die Flugmedizin einige generelle Empfehlungen von Verhaltensweisen, die Jet Lag nachgewiesenermaßen zumindest mildern:

- Vermeidung von Alkoholkonsum und übermäßigen Anstrengungen vor der Abreise.
- Schnellstmögliches Anpassen an die Zeitzone des Zielortes, idealer weise schon am Abflugort und einen Tag vorher durch Anpassen der Schlafens- und Aufstehzeiten, gegebenenfalls Schlafen im Flugzeug oder Durchwachen. Dazu gehört, aus psychologischen Gründen, auch das frühzeitige Umstellen der Armbanduhr auf die neue Zeitzone.
- Viel Wasser während des Fluges trinken (besser als Kaffee, Saft oder Limonaden).

Jetstream
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet einen starken, schlauchförmigen Höhenwind, der in Höhen von 8 bis 12 km (→ *Tropopause*) über dem Atlantik und Europa von West nach Ost weht. In seinem Inneren können Windgeschwindigkeiten von bis zu 600 km/h erreicht werden. Typisch sind ca. 250 bis 360 km/h. Damit sind sie die schnellsten, natürlichen Luftbewegungen.
Er entsteht durch den Druckausgleich zwischen unterschiedlichen Flächen verschiedener Temperaturbereiche in der Tropopause. Die → *Corioliskraft* lenkt die polwärts strebenden Winde in den Jetstream um, wodurch ein fast geschlossenes Windkanalsystem entlang der Breitengrade entsteht. Man unterscheidet den Subtropenjet (STJ, ca. 12 km Höhe), den Polarfrontenjet (PFJ, ca. 10 km Höhe) und den Arktisfrontenjet (AFJ, ca. 8 km Höhe). Diese Jetstreams existieren jeweils auf der Nord- und auf der Südhalbkugel. Global gibt es also sechs Jetstreams.
Die genaue Lage des Jetstream verändert sich als Folge verschiedener meteorologischer Vorgänge, kann jedoch ab Ende Juni/Anfang Juli für das folgende Halbjahr vorhergesagt werden. Wenn der Polarfrontenjetstream beispielsweise weit im Norden liegt, werden die vom Atlantik kommenden Tiefdruckgebiete überwiegend nach Nordeuropa abgelenkt. Jetstreams sind für Wettervorhersagen und für die Berechnung von des Treibstoffverbrauchs und der Flugzeit von großer Bedeutung.
Ein Jetstream, der als Rückenwind wirkt, kann z. B. die Flugzeit über den Atlantik um 10 % verkürzen.

Entwicklung
Die Existenz starker Höhenwinde wurde bereits durch die Beobachtung von Wolken im späten 19. Jahrhundert vermutet, allerdings waren solche Beobachtungen eher zufällig und führten nicht zu einer schlüssigen Analyse ihres Entstehens.
Die genauere Beobachtung und Analyse der Jetstreams und deren Bedeutung für die Luftfahrt erfolgte ab November 1944 bei Bombereinsätzen der US-Luftwaffe von Guam oder Saipan aus nach Japan, die in sehr großen Höhen durchgeführt wurden.

Jettisoning
→ *Treibstoffablassen*.

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_10, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

K

Kabine
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Er bezeichnet den ausgestatteten Innenraum des → *Rumpfes*, der zum Transport von Passagieren zur Verfügung steht. Dies ist nicht notwendigerweise das gesamte Innere des Rumpfes, der z. B. auch noch verschiedene andere Dinge (Tank, Hydrauliksysteme, → *Fahrgestell*, → *APU* etc.) aufnehmen muss.
Die konkrete innere Ausgestaltung der Kabine wird durch das Layout festgelegt, das u. a. die → *Bestuhlung* definiert.

Kabinenabnahme
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Er bezeichnet einen der letzten Schritte im Produktionsprozess, bei dem ein Team von Qualitätsprüfern des → *Herstellungsbetriebs* die vollständig ausgerüstete → *Kabine* (inkl. Beleuchtung, → *Monumente*, Gepäckfächer, Lüftung) in ihrer Verarbeitungsqualität und Funktion überprüft. Dieser Vorgang dauert mehrere Stunden und zieht Ausbesserungsarbeiten nach sich.

Kabinenbesatzung
→ *Crew*.

Kabinenlayout
→ *Bestuhlung*.

Kabotage
→ *Freiheiten des Luftverkehrs*.

Kaltfront
→ *Front*.

Kaltluftadvektion
→ *Advektion*.

Kanzel
→ *Cockpit*.

Kapitel-2/3-Flugzeug
→ *Anhang 16*.

Kastenholm
→ *Holm*.

Katapultsitz
→ *Schleudersitz*.

Katapultstart
→ *Gummiseilstart*.

Kerosin
→ *Kraftstoff*.

Kimmruder
→ *Canard*.

Kippkreisel
Bezeichnung für einen → *Kreisel*, dessen Drallachse gegenüber der → *Längsachse* des Flugzeugs gekippt bzw. geneigt ist. Dadurch kann der Kippkreisel Drehbewegungen in der → *Quer-* und der → *Hochachse* (→ *Nicken* und → *Gieren*) anzeigen. Kippkreisel werden z. B. in → *Wendeanzeigern* eingesetzt.

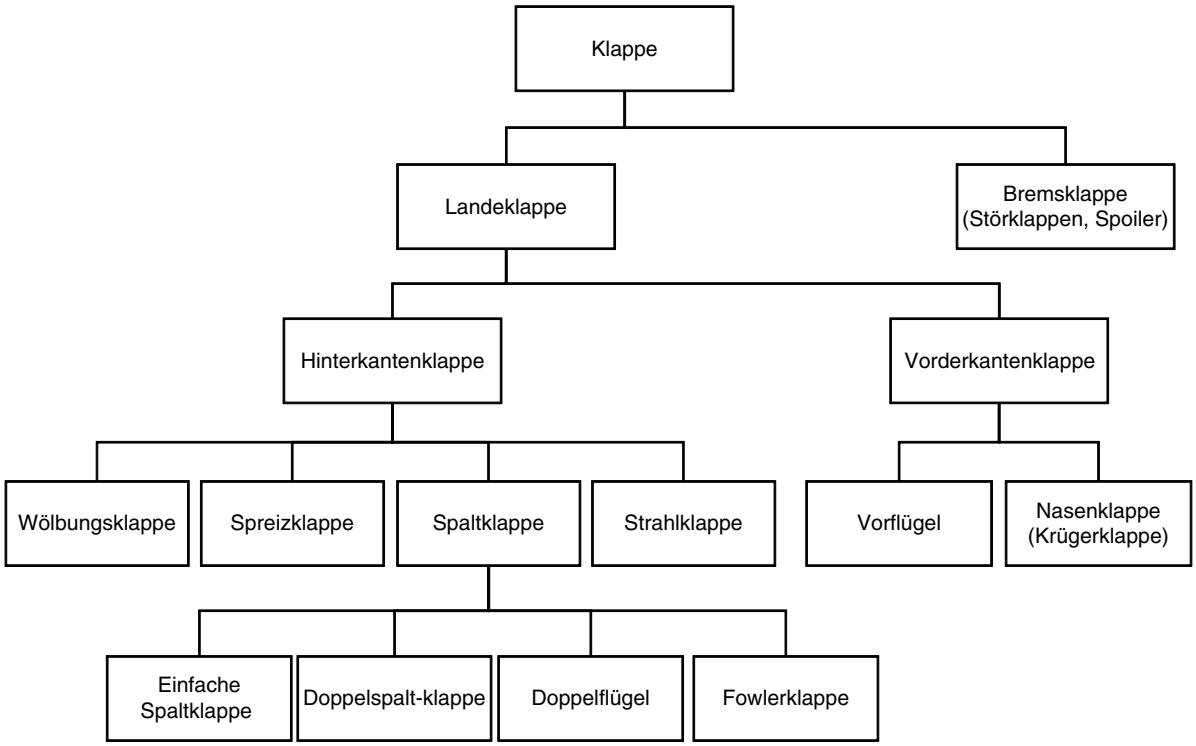
Kipprotor (-Flugzeug)
→ *Tilt-Rotor*.

Kiss'n Fly
Insbesondere in den USA die Bezeichnung für Vorfahrten am → *Terminal*, die nur ein kurzes Anhalten vor dem Gebäude erlauben. Diese Vorfahrten sind insbesondere geeignet für → *Passagiere*, die von einer Begleitperson zum Flughafen gebracht und dort mit ihrem Gepäck abgesetzt und herzlich verabschiedet werden.

Klappen
Engl.: Flaps (für → *Hinterkantenklappen*) bzw. Slats (für → *Flügelvorderkantenklappen*).
Klappen werden an den Vorder- und Hinterkanten eines → *Tragflügel* angebracht und dienen der Beeinflussung von → *Auftrieb* und → *Widerstand*. Sie erlauben den Ausgleich unterschiedlicher Anforderungen an einen Tragflügel bei → *Start* und → *Landung* sowie im → *Reiseflug*.
Start und Landung erfordern einen Tragflügel mit einem → *Profil*, das auch bei geringer → *Fluggeschwindigkeit* ausreichend Auftrieb erzeugt um der → *Gewichtskraft* des Flugzeugs entgegenzuwirken. Für den Reiseflug ist der Widerstand eines solchen Profils aber zu hoch; aufgrund der hohen Fluggeschwindigkeit ist hier ein Profil mit geringerem Auftrieb und damit auch geringerem Widerstand vorteilhafter.
Klappen lösen dieses Problem. Indem sie bei Start und Landung ausgefahren oder geschwenkt werden erzeugen sie bedarfsgerecht den zusätzlich benötigten Auftrieb. Im Reiseflug dagegen werden sie eingefahren, um eine unnötige Erhöhung des Widerstands zu vermeiden.
Je nach ihrer Ausführung beeinflussen Klappen Auftrieb und Widerstand in unterschiedlicher Weise, z. B. durch Veränderung von Wölbung und Fläche des Tragflügels, oder durch Beeinflussung der Grenzschicht an der Klappe und an der Flügelnase.

Bauformen von Klappen
→ *Landeklappen* erhöhen Auftrieb und Widerstand bei der Landung und zum Teil auch beim Start.
Die → *Wölbungsklappe* erhöht die → *Wölbung* des Profils und damit den Auftrieb bei konstantem → *Anstellwinkel*. Bei der → *Spreizklappe* wird der Auftrieb zusätzlich durch einen Druckabfall auf der Oberseite des Tragflügels erhöht. Die Auftriebswirkung dieser Klappen ist allerdings durch das rasche Ablösen der Strömung (→ *abgelöste Strömung*) an der Oberseite der Klappe kurz hinter der Klappennase beschränkt. Daher wird bei der → *Spaltklappe* (auch Wölbungsspaltklappe), der → *Doppelspaltklappe* und dem → *Doppelflügel* der → *Grenzschicht* auf der Oberseite Energie durch einen Spalt von der Unterseite zugeführt. Das Ablösen wird dadurch verzögert oder vermieden, und der Auftrieb der Klappe erhöht. Die → *Fowlerklappe* erhöht zusätzlich die Fläche des Tragflügels und erreicht dadurch eine weitere Auftriebserhöhung.
Wölb-, Spreiz- und Spaltklappen erhöhen den maximalen → *Auftriebsbeiwert* gängiger Profile um ca. 0,8; Fowlerklappen sogar um ca. 1,2.
Die bisher genannten Klappen liegen alle an der Hinterkante des Tragflügels (→ *Hinterkantenklappe*) und erhöhen den Auftrieb bei gleichem Anstellwinkel, nicht aber den max. Anstellwinkel selber. Dieser wird bestimmt durch das Ablösen der Strömung kurz hinter der Vorderkante des Tragflügels. Klappen an der Vorderkante erlauben eine Erhöhung des max. Anstellwinkels und damit eine weitere Steigerung des Auftriebs.
Bei Verwendung eines → *Vorflügels* z. B. wird der Grenzschicht am Tragflügel durch einen Spalt Energie zugeführt; das Ablösen

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_11, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012



Systematik der Klappen

der Strömung am Tragflügel wird verzögert und somit der maximale Anstellwinkel erhöht. Die Wölbung des Profils bleibt dabei konstant, d. h. der Auftrieb erhöht sich bei konstantem Anstellwinkel nicht. Die → *Nasenklappe* (auch Krügerklappe genannt) verzögert die Ablösung durch Veränderung der Form der Profilnase. Ein Vorflügel erhöht den maximalen Anstellwinkel eines Profils um ca. 10°; zusammen mit einer Fowlerklappe erhöht sie den maximalen Auftriebsbeiwert um ca. 1,8.
Eine besondere Form der Klappe stellt die → *Strahlklappe* dar. Der Auftrieb wird dabei durch einen Luftstrahl erzeugt, der mit hoher Geschwindigkeit in der Nähe der Flügelhinterkante schräg nach unten ausgestoßen wird.
→ *Bremsklappen* (auch Spoiler oder Störklappen genannt) führen beim Ausfahren zu einer massiven Erhöhung des Widerstands, der dem Abbremsen des Flugzeugs in der Luft und am Boden dient. Gleichzeitig bricht der Auftrieb an der Bremsklappe lokal zusammen.

Klareis
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet dort vergleichsweise homogenes und daher durchsichtiges Eis mit wenigen kleinen Lufteinschlüssen.
Klareis bildet sich meist aus großen, unterkühlten Wassertropfen, die im Allgemeinen in kumulusförmigen Wolken auftreten (→ *Kumulus*). Klareis entsteht auch, wenn der Tropfen über die Außenhaut eines Luftfahrzeugs fließt, um dann einem glatten Film massiven Eises zu bilden.
Klareis ist hart, schwer und nur mit viel Aufwand zu entfernen.

Klassenmix
Bezeichnung für einen Flugtarif, der sich aus zwei → *Buchungsklassen* errechnet.

Knickstrebe
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Ganz allgemein eine kraftaufnehmende Verstrebung, die aber dank eines Gelenks (genannt Kniepunkt) dennoch so konstruiert ist, dass sie geknickt werden kann und dann bei Belastung über die exakt gerade Position hinaus arretiert und nicht zurückklappt (Kniehebelprinzip).
Eine solche Knickstrebe wird z. B. beim → *Fahrwerk* verwendet, um es ausfahren zu lassen und bei Belastung an die Arretierung am Kniepunkt anschlagen zu lassen, d. h. das Fahrwerk klappt bei Belastung nicht in die andere Richtung wieder ein.
An der Knickstrebe ist ein Sensor angebracht, der die Annäherung beider Strebeteile an der Arretierung misst und so dem Piloten anzeigt, ob das Fahrwerk korrekt ausgefahren ist.

Knoten
Abgekürzt Kn; international auch Knots (abgekürzt kt, kts oder KTS) genannt. Einheit für Geschwindigkeiten (Fluggeschwindigkeit, Windgeschwindigkeit etc.) in der Luft- und Seefahrt.
Ein Knoten entspricht dabei einer Geschwindigkeit von einer Seemeile (=nautischer Meile) pro Stunde; wobei eine Seemeile 1852 Meter hat.

Koaxialrotor
→ *Rotor*.

Kolbenmotor
Engl.: Piston Engine. Der Kolbenmotor, der über eine Welle einen → *Propeller* antreibt, ist das älteste in der Luftfahrt eingesetzte Antriebssystem.

Entwicklungsgeschichte der Kolbenmotoren
Die zu Beginn des 20. Jahrhunderts für Automobile erhältlichen Kolbenmotoren erwiesen sich für die Luftfahrt als zu schwer. Folglich entwickelten die Brüder Wright für ihren Flyer einen eigenen Vier-Zylinder Reihenmotor, der bei einem Gewicht von etwa 90 kg eine Leistung von knapp 9 kW (ca. 12 PS) erreichte. Der zu Beginn des motorisierten Flugs eingesetzte Reihenmotor hatte den Vorteil einer geringen Stirnfläche, und damit eines geringen → *Widerstands*. Im Gegenzug bedeutete dies aber, dass der vorderste Kolben den hinteren Kolben die Kühlluft entzog, so dass die Motoren zur Überhitzung neigten und meist mit einer Wasserkühlung ausgestattet werden mussten.
Als Alternative wurde der Sternmotor entwickelt, bei dem die Kolben sternförmig um die Welle angeordnet sind. Diese Anordnung führte zu einer guten Kühlung der Kolben durch den → *Fahrtwind*, so dass auf die Wasserkühlung (unter entsprechender Gewichtseinsparung) verzichtet werden konnte. Eine weitere Gewichtseinsparung ergab sich durch die kürzere Kurbelwelle, die dadurch gleichzeitig stabiler wurde. Allerdings wiesen die Sternmotoren eine große Stirnfläche und damit einen hohen Widerstand auf.
Ab 1910 wurde, zunächst in Frankreich durch die Brüder Seguin, der sog. Umlaufmotor entwickelt. Im Gegensatz zum Reihen- und Sternmotor drehten sich die Zylinder und der Propeller des Motors um eine ruhende Welle. Dadurch wurde eine sehr gute Kühlung der Kolben erreicht; gleichzeitig konnten Gewicht und Kraftstoffverbrauch gegenüber dem Reihen- und Sternmotor gesenkt, und die Leistungsfähigkeit gesteigert werden. Von Nachteil erwies sich jedoch, gerade im ersten Weltkrieg, die eingeschränkte Manövrierbarkeit des Flugzeugs infolge der großen umlaufenden Kolbenmassen.
Die Weiterentwicklung des Reihenmotors führte zu den V-Motoren, bei denen die Kolben in zwei Reihen um 60° oder 90° gegeneinander versetzt sind. Neben der gegenüber den Reihenmotoren verbesserten Kühlung verkürzte diese Anordnung wiederum die Kurbelwelle, was zu einer größeren Laufruhe und einer längeren Lebensdauer der Motoren führte.
In den 50er Jahren wurden die Kolbenmotoren zunehmend durch → *Strahltriebwerke* ersetzt, zunächst im militärischen und dann im zivilen Bereich. Der kontinuierliche, ausschließlich auf Rotation beruhende Prozess der Strahltriebwerke war dem intermittierendem Kolbenmotor mit seinen lateralen Kolbenbewegungen hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit überlegen. Zu den letzten großen, mit Kolbenmotoren ausgerüsteten Passagierflugzeugen zählte die Lockheed L-1649 „Starliner“ (Erstflug 11. Oktober 1956) mit vier Wright R-3350-EA2 Turbo Compound Triebwerken mit jeweils 2.530 kW (3.440 PS) Leistung. Heute kommen Kolbenmotoren nur noch bei kleinen Flugzeugen der allgemeinen Luftfahrt, bei Sportflugzeugen und bei kleinen → *Hubschraubern* zum Einsatz. Typischerweise werden dabei Reihen- oder Boxermotoren mit 4 oder 6 Zylindern (oftmals mit → *Aufladung*) und Leistungen bis 500 kW eingesetzt.

Kollektive Blattverstellung
Engl. Collective Blade Control.
→ *Rotorblattverstellung*.

Kollektivsteuerhebel
→ *Taumelscheibe*.

Kollisions-Warnlichter
→ *Positionslichter*.

Kollisions-Warnsystem
→ *CAS*.

Komfortklasse
Ein Begriff aus der→ *Verkehrsfliegerei*. Auch Serviceklasse oder Beförderungsklasse genannt. Zusammen mit einem Tarif und anderen Parametern ergibt sich aus der Komfortklasse die → *Buchungsklasse*.
Eine Komfortklasse kennzeichnet den von einem Fluggast gebuchten Komfortlevel. Üblich sind die Stufen First Class, Business Class und Economy Class. Einige → *Luftverkehrsgesellschaften* haben zusätzlich auf Langstreckenflügen noch eine vierte Abstufung, die zwischen der Economy- und der Business Class liegt. Auch die Bezeichnungen entsprechen nicht immer der Staffelung Economy, Business und First. Gängig sind auch Bezeichnungen wie Traveller oder Tourist Class für Economy oder Premier Class für die First Class.
Die Komfortklassen unterscheiden sich an Bord eines Verkehrsflugzeugs primär in der Auswahl einer geeigneten → *Bestuhlung* sowie hinsichtlich verschiedener Parameter, die auch der Differenzierung der Fluggesellschaft gegenüber dem Wettbewerb dienen, z. B.:
- Bodenservice: Eigene Schalter für → *Check-In*, Möglichkeiten des Pre-Boardings und → *Boardings*.
- Sitzkomfort: Sitzbreite, Sitztiefe, Sitzabstand, Lehnenneigung, Kopfstützen.
- Sitzausstattung: Elektrische Anschlüsse, elektrische Verstellmöglichkeiten, Ablagen und Staufächer.
- Platzausstattung: Kissen, Decke, Schuhbeutel, Schlafbrille, Socken, Hygieneartikel (Zahnbürste, Zahnpasta, Ohrenstöpsel, Rasierer, Deodorant etc.)
- → *Catering*: Umfang der Speisen und Getränkeauswahl.
- Bordservice: Anzahl Passagiere pro Mitglied der Kabinencrew (→ *Crew*).
- Bordunterhaltung (→ *IFE*): Zeitschriften- und Filmauswahl.
- → *Vielfliegerprogramm*: Unterschiedliche Gutschriften von Punkten oder Flugmeilen.
- Gepäck: Verschiedene Freigepäckgrenzen und Handgepäckmengen.

Kompass
→ *Magnetkompass.*

Kompositwerkstoff
→ *Verbundwerkstoff.*

Kompressionsauftrieb
Bezeichnung für eine besondere Form des → *Auftriebs*, der in der Luft bei einem → *Verdichtungsstoß*, oder im Wasser bei Tragflügelbooten auftreten kann.
Kommt es bei der Umströmung des Flugzeugs zu einem Verdichtungsstoß, so bildet sich eine lokale Zone erhöhten Druckes aus. Bei günstiger Lage zum → *Rumpf* oder → *Tragflügel* kann dieser Druckanstieg zu einer Erhöhung des Auftriebs führen. Dies erlaubt eine Reduzierung des → *Anstellwinkels*, und damit auch des → *induzierten Widerstands*.

Kontrollstreifen

Kompressor
→ *Aufladung*.

Kondensstreifen
Bezeichnung für wolkenähnliche Streifen, die sich häufig hinter Flugzeugen mit → *Strahltriebwerken* bilden, die in klarer, kalter, feuchter Luft fliegen. Die Flugzeugabgase enthalten heißen Wasserdampf und Kondensationskeime (Verbrennungsprodukte wie z. B. Rußpartikel). Dieses Gemisch dehnt sich unmittelbar nach dem Verlassen der Triebwerke wegen des geringen → *Luftdrucks* in großer Höhe schnell aus und kühlt – nicht zuletzt auch wegen der niedrigen Temperaturen von rund −40 bis −50°C in 8 bis 10 km Höhe – schnell ab. Dies führt dazu, dass der in den Abgasen enthaltene Wasserdampf kondensiert und schnell zu Eiskristallen gefriert. Diese Eiskristalle haben bei relativ feuchter Höhenluft große Verweildauern in der oberen Atmosphäre (mehrere Stunden). Gerade erst erzeugte Kondensstreifen erscheinen dem Betrachter von der Erdoberfläche wie scharfe Streifen. Durch Diffusions- und turbulente Austauschprozesse werden sie jedoch immer mehr ausgedehnt und zergliedern sich soweit, dass sie schließlich stellenweise oder komplett verweht und/oder aufgelöst und nicht mehr erkennbar sind.

Kleinere Kondensstreifen entstehen auch bei schnellen Flugmanövern. Hierbei wird durch die Geschwindigkeit an bestimmten Stellen des → *Tragflügels* – z. B. den Spitzen – ein so starker Überdruck erzeugt, dass die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit kondensiert und sich in Form eines streifenförmigen Nebels entlang der Bewegungsbahn der Stellen niederschlägt.

Kontrollbezirk
Engl. Control Area, abgekürzt CTA. Kontrollbezirke stellen eine laterale Einteilung des → *Luftraums* zum Zweck der → *Flugsicherung* dar. Kontrollbezirke und → *Kontrollzonen* bilden zusammen den → *kontrollierten Luftraum*.
Kontrollbezirke können so definiert sein, dass sie mit den → *Fluginformationsgebieten* (FIR) eines Landes zusammenfallen. Ihre untere Grenze ist stets oberhalb des Erdbodens; nach oben können sie eine definierte Obergrenze aufweisen oder unbegrenzt (→ *UNL*) sein.
Kontrollbezirke werden von den → *Kontrollzentren* der Flugsicherung überwacht. Meist sind sie in kleinere Bereiche (Arbeitssektoren, Kontrollsektoren) unterteilt, die jeweils von einem → *Lotsen*-Team bestehend aus → *Radarlotsen* und → *Planungslotsen* überwacht werden. Für den → *oberen Luft-*

raum können besondere Upper Area Control Center (→ *UACC*) eingerichtet sein.
In Deutschland sind den Kontrollbezirken die → *Luftraumklassen* C und E zugewiesen. Klasse C beginnt bei → *FL* 100 (Im Alpenvorraum bei FL 130) und hat keine obere Begrenzung. In der Umgebung von Flughäfen gibt es zusätzliche Lufträume der Klasse C; ihre Untergrenze ist oftmals die Obergrenze der darunter liegenden Kontrollzone (Luftraumklasse D); die Obergrenze beträgt maximal FL 100. Klasse E beginnt bei 2.500 → *ft* und endet bei FL 100 (im Alpenvorraum bei FL 130); im Nahverkehrsbereich von → *Flughäfen* ist die Untergrenze auf 1.000 ft (TMA Sektor A) bzw. 1.700 ft abgesenkt (TMA Sektor B).

Kontrollierter Luftraum
Engl.: Controlled Airspace. Bezeichnung für die Teile des → *Luftraums*, die im Verantwortungsbereich der → *Flugsicherung* liegen. In diesen Teilen übernimmt die Flugsicherung die Führung und → *Staffelung* der → *Instrumentenflüge* und überwacht die Einhaltung der → *Mindestabstände*. Teilweise werden diese Dienstleistungen auch für → *Sichtflüge* angeboten.
Der kontrollierte Luftraum ist in → *Kontrollbezirke* eingeteilt, die jeweils von einem → *Kontrollzentrum* der → *Bezirkskontrolle* überwacht werden. Oftmals sind diese Kontrollbezirke in kleinere Gebiete (Arbeitssektoren, Kontrollsektoren) unterteilt. Für den → *oberen Luftraum* können besondere Kontrollzentren, die sog. Upper Area Control Center (→ *UACC*) eingerichtet sein.
Im Bereich großer → *Flugplätze* werden zusätzlich → *Kontrollzonen* eingerichtet, die sich – im Gegensatz zu den Kontrollbezirken – bis hinab zum Erdboden erstrecken. Zusammen mit den → *Nahverkehrsbereichen* (TMA) dienen sie der Überwachung des an- und abfliegenden Verkehrs durch die → *Anflugkontrolle*.
In Deutschland ist der kontrollierte Luftraum als → *Luftraumklasse* C, D oder E ausgewiesen. Luftraum der Klasse D bildet die Kontrollzonen. Klasse C beginnt bei → *FL* 100 (Im Alpenvorraum bei FL 130) und hat keine obere Begrenzung. In der Umgebung von Flugplätzen gibt es zusätzliche Lufträume der Klasse C mit einer variablen Untergrenze und einer Obergrenze von maximal FL 100. Klasse E beginnt bei 2.500 ft und endet bei FL 100 (im Alpenvorraum bei FL 130); im Nahverkehrsbereich von Flughäfen ist die Untergrenze auf 1.000 ft (TMA Sektor A) bzw. 1.700 ft abgesenkt (TMA Sektor B).

Kontrollstreifen
Engl.: Progress Strip oder nur kurz Strip. Ein Hilfsmittel für → *Planungslotsen* im → *Kontrollzentrum* zur Koordinierung des → *Luftraums* über → *Kontrollbezirke* (oder benachbarte Sektoren innerhalb eines Kontrollbezirks) hinweg. Bei Kontrollstreifen handelt es sich um Papierstreifen, die in einen geeigneten Halter (Kontrollstreifenhalter) eingeschoben werden können, was die Handhabung erleichtert. Für die Kontrollstreifenhalter wiederum befinden sich spezielle Halterungssysteme an den Fluglotsenarbeitsplätzen. Die dort sortiert eingeschobenen Kontrollstreifen ergeben das sogenannte Streifenbild. Jeder von der → *Flugsicherung* kontrollierte Flug muss vorab angemeldet und mit einem → *Flugplan* dokumentiert werden. Ein Teil der Angaben des Flugplans sind wiederum Grundlage für die Informationen auf den Kontrollstreifen.
Kontrollstreifen werden im Kontrollzentrum von einem Computer ausgedruckt oder direkt am Bildschirm angezeigt. Sie enthalten neben Informationen wie dem → *Rufzeichen* des Flugzeugs vor allem Informationen über → *Fluggeschwindigkeit*, → *Flughöhe*, Kurs, Wegpunkte und Überflugzeiten. Somit kündigen die Kontrollstreifen dem Planungslotsen eines Sektors an, welche Flugzeuge demnächst aus welcher Richtung und mit welcher Geschwindigkeit und Flughöhe in seinem Sektor ankommen werden.
Erkennt der Planungslotse auf Basis des Streifenbildes einen Konflikt mit einem anderen (angekündigten) Flugzeug in seinem Sektor, so spricht er sich mit dem Planungslotsen des benachbarten Sektors ab und vereinbart z. B. eine andere Flughöhe oder vorübergehend eine andere Geschwindigkeit für das Flugzeug. Diese wird dem Piloten dann vom → *Radarlotsen* des benachbarten Sektors mitgeteilt; gleichzeitig wird der Kontrollstreifen mit der neuen Flughöhe aktualisiert. Der Streifen dient damit auch der Dokumentation von Anweisungen und Freigaben.

Kontrollturm
→ *Tower*.

Kontrollzentrum
Auch Streckenkontrollzentrum, in der Schweiz Bezirksleitstelle; engl.: Center, Area Control Center (ACC), Air Route Traffic Control Center (ATCC, z. B. in den USA) oder Air Route Traffic Control Center (ARTCC, z. B. in England).
Das Kontrollzentrum ist Sitz der → *Bezirkskontrolle* der → *Flugverkehrskontrolle*, teilweise auch der → *Anflugkontrolle*, sofern diese nicht an einem → *Flugplatz* untergebracht ist. Jedes Kontrollzentrum ist für einen → *Kontrollbezirk* zuständig. Der Kontrollbezirk kann dabei – wie z. B. in Deutschland – mit den → *FIR* eines Landes zusammenfallen, und ist oftmals in kleinere Sektoren (Arbeitssektoren, Kontrollsektoren) aufgeteilt. Jeder Sektor wird dann von zwei → *Center-Lotsen* überwacht, einem → *Planungslotsen* (Coordinator) und einem → *Radarlotsen* (Executive-Lotse). Bei sehr hohem Verkehrsaufkommen können auch drei Lotsen für einen Sektor verantwortlich sein. Der Verantwortungsbereich eines Kontrollzentrums kann sowohl den unteren und → *oberen Luftraum*, als auch nur den → *unteren Luftraum* umfassen. Im letzteren Fall werden besondere Kontrollzentren für den Oberen Luftraum eingerichtet, die man als Upper Airspace Control Center (→ *UACC*) bezeichnet.
Die → *DFS* in Deutschland verfügt über Kontrollzentren für den unteren Luftraum in Bremen, Berlin, Düsseldorf, München und Langen sowie über UACC in Karlsruhe, München und Berlin. Zusätzlich wird ein kleinerer Teil des deutschen Luftraums von → *Eurocontrol* in Maastricht und von der schweizerischen → *Skyguide* kontrolliert.

Kontrollzone
Engl. Control Zone, abgekürzt CTR oder CTZ. Besonderer Teil des → *Luftraums* der über → *Flugplätzen* errichtet wird um den an- und abfliegenden Verkehr zu überwachen. Kontrollzonen und → *Konrollbezirke* bilden zusammen den → *kontrollierten Luftraum*.
Im Gegensatz zu Kontrollbezirken beginnen Kontrollzonen stets am Erdboden (→ *GND*) und erstrecken sich bis zu einer definierten Höhe. Kontrollzonen können sich über das Gebiet eines oder mehrerer benachbarter → *Flugplätze* erstrecken, und werden typischerweise von der → *Anflugkontrolle* überwacht.
In Deutschland sind Kontrollzonen als → *Luftraumklasse* D ausgewiesen. Ihre Untergrenze ist der Erdboden, die Obergrenze variiert zwischen den Kontrollzonen. In vertikaler Richtung kann sich ein Luftraum der Klasse C oben an die Kontrollzone

System	Index	Ursprung	Darstellung von…	Auslenkung gegenüber… Geodätisch	Flugzeugfest
Geodätisch (Erdlotfest)	[g]	Flugzeug-schwerpunkt	Längengrad Breitengrad Schwerkraft		
Flugzeugfest (Körperfest)	[f], [-]	Flugzeug-schwerpunkt	Rollen, Nicken, Gieren Klappenausschläge Ruderausschläge	Rollwinkel Nickwinkel Gierwinkel	
Flugbahnfest	[k]	Flugzeug-schwerpunkt	Flugbahngeschwindigkeit	Bahnazimut Bahnneigunswinkel	Bahnschiebewinkel Bahnanstellwinkel Bahnhängewinkel
Aerodynamisch (Flugwindfest)	[a]	Flugzeug-schwerpunkt	Anströmgeschwindigkeit Auftrieb Widerstand Querkraft	Flugwindazimut Flugwindneigungswinkel Flugwindhängewinkel	Anstellwinkel Schiebewinkel
Schubvektor	[s]	Flugzeug-schwerpunkt	Schubkraft		
Intertial	[i]	Erdfester Ausgangspunkt	Schwerkraft Längengrad Breitengrad		

Dargestellt sind die gängigsten Koordinatensysteme, die in der Luftfahrt Verwendung finden, und die wichtigsten Größen, die sich besonders einfach in diesen Systemen darstellen lassen.

Bei den Auslenkungen der Kooordinatensysteme gilt nur die Lesrichtung Zeile → Spalte. So ist z. B. das flugzeugfeste KS gegenüber dem geodätischen KS um den Rollwinkel, den Nickwinkel und den Gierwinkel (in genau dieser Reihenfolge der Drehungen) ausgelenkt.

Gängige Koordinatensysteme in der Luftfahrt

anschließen. In horizontaler Richtung können → *Nahverkehrsbereiche* des umgebenden Luftraums E die Kontrollzone umringen. Kontrollzonen sind in den → *ICAO-Karten* als rotes Band mit blauer Strichelung am Rand gekennzeichnet, und tragen den Namen des Flugplatzes.
Die Zuordnung zwischen Kontrollzone und Luftraumklasse erfolgt international nicht einheitlich. So sind z. B. die Kontrollzonen großer Verkehrsflughäfen in den USA als Luftraumklasse B ausgewiesen; für weniger verkehrsreiche Flughäfen wird die Luftraumklasse C gewählt. In Großbritannien sind den Kontrollzonen der Flughäfen London-Heathrow und Manchester die Luftraumklasse A zugewiesen.

Konuswinkel
Ein Begriff aus der Flugphysik des → *Hubschraubers*. Der Konuswinkel ist ein Maß dafür, wie weit sich die Blätter eines → *Rotors* als Folge des → *Auftriebs*, der auf die Rotorblätter bei der Rotation wirkt, aus der Horizontalen heben und dadurch eine Art Kegel bilden.
Je größer der Effekt der Kegelbildung, desto geringer ist die wirksame horizontale Projektionsfläche des Rotors (Rotorscheibenfläche), welche den Auftrieb mit bestimmt. Daher verringert sich auch der Auftrieb selbst. Die wirksame Rotorscheibenfläche ist die horizontale Fläche, die von einem Rotorblatt während einer Rotation überstrichen wird. Wenn die Blätter in Kegelstellung sind, verkürzt sich der wirksame horizontale Durchmesser der Rotorscheibe und mit ihm die Wirkungsfläche für den Auftrieb. Der Rotor erzeugt damit für den Hubschraubern weniger Auftrieb, was die → *Flughöhe* limitiert.

Konvektion
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet im Gegensatz zur → *Advektion* die Bewegungen in der → *Atmosphäre*, die vorwiegend vertikal verlaufen und zu einem vertikalen Transport, und dadurch zur Mischung atmosphärischer Eigenschaften führen.

Konvektionswolken
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet dort alle solche → *Wolken*, welche eine vertikale Entwicklung zeigen, z. B. kumulusförmige Wolken.
Konvektionswolken bilden sich in Luft, die sich hauptsächlich aufwärts (→ *Konvektion*) statt horizontal (→ *Advektion*) bewegt.

Koordinatensystem
Das Koordinatensystem (KS) ist ein wichtiges Hilfsmittel der → *Flugmechanik* zur Beschreibung von → *Kräften*, → *Momenten* und → *Zustandsgrößen*.
In der Luftfahrt verwendete KS sind international und national standardisiert nach ISO 1151 und DIN LN 9300.
Wichtige KS sind z. B. das → *geodätische KS* (erdlotfestes KS), das → *flugzeugfeste KS* (körperfestes KS), das → *flugbahnfeste KS,* das → *aerodynamische KS* (flugwindfestes KS), das → *Schubvektor-KS* und das → *inertiale KS.*

Nicht-orthogonale KS
Die oben genannten KS sind rechtshändig und orthogonal. Im Fall des geodätischen (erdlotfesten) KS bedeutet dies eine vereinfachte Darstellung der Erde als ebene Horizontalfläche. Diese Annahme ist hinreichend genau für die → *Navigation* auf Kurzstrecken bis ca. 100 → *Seemeilen*.

Für die Langstreckennavigation (Großkreisnavigation) ist eine exaktere Darstellung der Erde als gekrümmte Oberfläche erforderlich, z. B. mit Hilfe eines geozentrischen KS mit Polarkoordinaten.

Wahl der KS

Koordinatensysteme werden so definiert, dass die Darstellung bestimmter physikalische Größen besonders einfach wird. Das aerodynamische KS ist z. B. besonders gut zur Beschreibung der aerodynamischen Kräfte → *Auftrieb*, → *Widerstand* und → *Querkraft* geeignet. Drehbewegungen des Flugzeugs um seine Achsen dagegen können im körperfesten KS sehr einfach dargestellt werden.

Transformationen zwischen KS

In der Bewegungsgleichung eines Flugzeuges müssen alle Kräfte, Momente und Zustandsgrößen in einem einheitlichen (beliebig wählbaren) KS beschrieben werden. Es ist daher erforderlich, einzelne Größen von einem in ein anderes KS zu transformieren. Dies erfolgt über die Winkel und Winkelgeschwindigkeiten zwischen den Achsen der KS. Diese Winkel und Winkelgeschwindigkeiten sind dabei selber wiederum Zustandsgrößen.

Koordinierter Kurvenflug

Bezeichnung für einen → *Kurvenflug*, bei dem die → *Querruder* und das → *Seitenruder* so ausgeschlagen werden, dass der → *Schiebewinkel* verschwindet. Dadurch wird auch die vom Passagier an Bord gespürte und als unangenehm empfundene → *Querkraft* minimiert und ein → *Rutschen* vermieden.
Der → *Wendeanzeiger* im → *Cockpit* zeigt mit Hilfe einer Libelle an, ob sich das Flugzeug in einem Koordinierten Kurvenflug befindet, oder ob es zum → *Rutschen*, also zu einer → *Schmier-* oder → *Schiebekurve*, kommt. Bei einem → *Flugregler* kann die Koordinierung von Seiten- und Höhenruder automatisch von der sog. → *Kurvenkoordinierung* übernommen werden.

Koordinierungseckwert

Zahl der maximalen → *Flugbewegungen* eines → *Flugplatzes* pro Stunde. Dieser Wert dient als Grundlage für den → *Flughafenkoordinator* bei der Zuteilung von Start- und Landzeiten an die → *Luftverkehrsgesellschaften*, z. B. im Rahmen der zweimal jährlich stattfindenden Flugplankonferenz.
Für den Flughafen Frankfurt/Main (FRA) beträgt der Koordinierungseckwert zurzeit 80 Gesamtbewegungen Diese Summe ist nicht ausreichend, den zukünftigen Bedarf an Flugbewegungen zu decken. Es ist daher angestrebt, den Koordinierungseckwert in Frankfurt durch den Bau einer zusätzlichen → *Landebahn* zu erhöhen, wie er gerade erfolgt.

Kopfsteuerfläche

Bezeichnung für ein → *Höhenruder*, das vor dem eigentlichen → *Tragflügel* am → *Rumpf* angebracht ist. Flugzeuge mit Kopfsteuerflächen werden auch Entenflugzeug oder Canard genannt. Kopfsteuerflächen haben den Vorteil, dass sie einen positiven Beitrag zum → *Auftrieb* leisten. Ein am Heck liegendes Höhenruder muss dagegen aus Gründen der → *Stabilität* einen → *Abtrieb* erzeugen. Dieser Abtrieb muss am Tragflügel durch einen entsprechend höheren Auftrieb ausgeglichen werden, was auch zu einem höheren → *Widerstand* führt.
In den Pioniertagen der Luftfahrt wurden häufig Kopfsteuerflächen eingesetzt, so zum Beispiel beim „Flyer“ der Brüder Wright. Heute werden sie – in kleinerer Ausführung – oftmals bei → *Militärflugzeugen* eingesetzt. Ihre Aufgabe ist es dabei, eine → *abgelöste Strömung* zu erzeugen, die den → *Anstellwinkel* am Hauptflügel verringert und ihn so vor einem Strömungsabriss schützt.

Koppelnavigation

Engl.: Dead-Reckoning (ursprünglich: Deduced Reckoning). Ein wichtiges Navigationsverfahren (→ *Navigation*) in der Luft- und Seefahrt, das auf der Ermittlung zurückgelegter Strecken von einem Startpunkt basiert.
Zur Berechnung der zurückgelegten Strecken müssen Betrag, Richtung und Zeitdauer der im Flug aufgetretenen Beschleunigungen, Eigengeschwindigkeiten und Windgeschwindigkeiten gemessen oder geschätzt werden. Durch Anlegen (= Koppeln) dieser Strecken an einen bekannten Ausgangspunkt kann dann die momentane Position ermittelt werden.
Damit unterscheidet sich die Koppelnavigation prinzipiell von anderen Navigationsverfahren wie der → *Funknavigation*, der → *Satellitennavigation*, der → *Astronavigation* und der → *Sichtnavigation*, die auf die Existenz externer (künstlicher oder natürlicher) Markierungen angewiesen sind.
Abhängig von der Art der Erfassung der Beschleunigungen und Geschwindigkeiten unterscheidet man folgende Verfahren der Koppelnavigation:

- → *Inertialnavigation* (Trägheitsnavigation): Messung mit Hilfe von → *Kreiseln* und Beschleunigungsmessern
- → *Dopplernavigation*: Messung durch Aussenden und Empfangen elektromagnetischer Wellen
- Schätzverfahren (z. B. früher in der Seefahrt)

Theoretisch erlaubt die Koppelnavigation eine präzise Bestimmung der momentanen Position. In der Praxis kommt es aber zu Messfehlern und Abweichungen; dabei können bereits kleine Fehler in Folge der doppelten Integration (Beschleunigungen in Geschwindigkeiten, und Geschwindigkeiten zu Wegstrecken) zu großen Abweichungen führen. Daher wird die Koppelnavigation heute in der Luftfahrt nur in Verbindung mit anderen Navigationsverfahren eingesetzt (→ *integrierte Navigation*). Gleichzeitig dient sie als Ausgangsbasis für andere Navigationsarten; z. B. erlaubt sie eine Grobortung, die für manche, nichteindeutige Verfahren der Funknavigation benötigt werden.

Körperfestes Koordinatensystem

→ *Flugzeugfestes Koordinatensystem*.

Kraft

Ein Begriff aus der Physik und eine wichtige Größe in der → *Flugmechanik*. Eine auf einen freien Körper wirkende Kraft ist die alleinige Ursache für eine Veränderung seines Bewegungszustandes, seiner äußeren Form oder seiner inneren Struktur.
Im Rahmen der Flugmechanik sind vor allem der → *Auftrieb*, der → *Widerstand*, die → *Querkraft*, die → *resultierende aerodynamische Kraft*, die → *Gewichtskraft* und die → *Schubkraft* von Bedeutung.
Abhängig davon, ob sich die Kräfte und → *Momente* am Flugzeug im Gleichgewicht befinden, liegt ein → *stationärer*, ein → *quasistationärer* oder ein → *nichtstationärer Flugzustand* vor.

Kraftstoff

Allgemein die Bezeichnung für Treibstoffe für → *Strahltriebwerke* und → *Kolbenmotoren* in Flugzeugen. Weltweit werden von Flugzeugen pro Jahr knapp 200 Mio. t Kerosin verbraucht,

was ca. 5 bis 6 % der Welterdölproduktion entspricht. Militärische Luftfahrt hat daran wiederum einen Anteil von 10 bis 20 %.

Kraftstoffarten

Man unterscheidet grob zwei dominierende Kraftstoffklassen:

- Für Ottomotoren: Flugbenzin, üblicherweise AvGas (für Aviation Gasoline) genannt
- Für Dieselmotoren und Strahltriebwerke: Kerosin (engl. Kerosene)

Vom AvGas gab es noch vor wenigen Jahren unterschiedliche Sorten, die sich in ihrer Oktanzahl unterschieden, inzwischen wird weltweit nur noch AvGas 100 LL (=Low Lead) angeboten. Dabei handelt es sich um gewöhnliches, leicht verbleites Benzin mit einer relativ hohen Oktanzahl von 100.

Kerosin ist dem Petroleum sehr ähnlich. Petroleum (von griech. Petro=Stein, Fels und griech. oleum=Öl) ist ursprünglich der historische Name für Erdöl und wird in den USA oft immer noch als Synonym dafür verwendet (Petrol), bezeichnet jedoch streng genommen nur einen ganz bestimmten Teil der Rohöldestillation.

Kerosin wird, wie Diesel oder Benzin auch, durch Destillation von Mineralöl gewonnen, kommt anders als diese aber ohne halogenierte Zusätze und Benzol aus. Der Begriff leitet sich vom kanadischen Physiker, Arzt und Geologen Abraham Gesner (* 2. Mai 1797, † 29. April 1864) ab, der 1854 in Neuschottland (Kanada) aus Kohle eine leicht entflammbare Flüssigkeit gewann. Ein dabei entstehendes wachsartiges Zwischenprodukt nannte er Kerosin (von griech. keros=Wachs).

Es gibt verschiedene Qualitäten von Kerosin. Die seit Anfang der 70er Jahre in der globalen Zivilluftfahrt fast ausschließlich eingesetzte Qualität ist Jet A-1 (auch JP-1 A oder TS-1 genannt). Diese Sorte ist vergleichsweise schwer entflammbar, da der Flammpunkt bei 38°C liegt, und hat einen Gefrierpunkt von −50°C. Dieser Treibstoff wurde 1944 erstmals in seinen Eigenschaften von der US-Luftwaffe noch unter der Bezeichnung Jet Propellant-1 beschrieben (Dokument AN-F-32), hatte seinerzeit allerdings noch einen Gefrierpunkt von −40°C. Früher wurde diese Art von Kerosin in Deutschland auch Düsentreibstoff (Nr.) 1 genannt.

Eine andere Qualität von Kerosin ist das nur in den USA verwendete Jet-A, das sich von A-1 durch den Gefrierpunkt von −40°C unterscheidet. Jet-A ist in den USA der dort verwendete Standardkraftstoff für Jets.

Beim Kraftstoff Jet-B spricht man von einem „widecut gasoline“, dem etwa 30 Volumenprozent Jet-A-1 beigemischt sind. Der Dampfdruck und damit die Verdampfbarkeit sind aufgrund des Benzinanteils höher als bei Jet-A-1. Bei Raumtemperatur besteht Entzündungsgefahr. Jet-B ist daher in der Gefahrenklasse zwischen Jet-A-1 und herkömmlichem Flugbenzin einzustufen. Sein Vorteil ist, dass der Gefrierpunkt bei −60°C liegt, weshalb es in besonders kalten Regionen eingesetzt wird.

Das Militär hat seine eigene Art die Kerosine zu klassifizieren, man spricht dort von JP-Numbers. JP4 entspricht Jet-B und JP8 entspricht Jet-A1. Bei JP5 und JP6 handelt es sich um Kerosine, die als sogenannte Sicherheitskraftstoffe auf spezielle Anforderungen der Militärluftfahrt zugeschnitten wurden (JP5 wird z. B. auf Flugzeugträgern benutzt). Im Vergleich zu Jet-A-1 ist der Gefrierpunkt der gleiche, aber der Flammpunkt liegt höher.

Berechnung von Kraftstoffmenge und -gewicht

Die für einen bestimmten Flug mindestens mitzuführende Kraftstoffmenge (sog. Mindesttreibstoffmenge) setzt sich aus folgenden Anteilen zusammen:

- Trip Fuel: Dies ist die Kraftstoffmenge, die das Flugzeug bei bekanntem Abfluggewicht, bekannter Flugstrecke (Distanz, → *Flughöhe*), → *Fluggeschwindigkeit* und Wetterbedingungen (z. B. → *Wind*) zwischen → *Start* und → *Landung* benötigt.
- Contigency Fuel: Dies ist eine zusätzliche Treibstoffmenge, die entweder einer zusätzlichen Flugzeit von fünf Minuten oder 5 % des Trip Fuels – je nachdem welche Menge höher ist – entspricht.
- Alternate Fuel: Dies ist eine zusätzliche Treibstoffmenge die mitgeführt wird, um im Notfall den Ausweichflughafen anzufliegen.
- Holding Fuel: Dies ist die zusätzliche Treibstoffmenge, mit der das Flugzeug einen Flug von 30 min in einer → *Warteschleife* durchführen kann. Nach Abschluss eines regulären Fluges sollte diese Treibstoffmenge immer noch im Flugzeug verfügbar sein, d. h. wenn bereits vor dem Start abzusehen ist, dass Warteschleifen geflogen werden müssen, ist die Mindesttreibstoffmenge weiter zu erhöhen.
- Taxi Fuel: Dies ist die zusätzliche Treibstoffmenge, die das Flugzeug beim → *Rollen* am Boden verbraucht.

Durch diese Vorgaben ergibt sich, dass auf einem typischen innerdeutschen Flug nach der Landung noch über ein Drittel des ursprünglich aufgenommen Treibstoffs noch im Tank ist.

Kreisel

Engl.: Gyro. In der Luftfahrt werden Kreisel für eine Vielzahl von Anwendungen eingesetzt, z. B. zur Orientierung im Raum, zur Messung von Beschleunigungen und Drehbewegungen, oder zur Stabilisierung der Lage des Flugzeugs.

Traditionelle Kreisel werden als mechanische Systeme ausgeführt, in denen eine Drallachse mit einem schnell rotierenden, relativ schweren Rotor in einem Rahmen aufgehängt ist. Der Antrieb kann elektrisch oder pneumatisch über eine Vakuumpumpe erfolgen.

Neuere Entwicklungen sind der → *Laserkreisel* und der → *elektrostatische Kreisel* (Electrostatic Suspension Gyro, ESG).

Freiheitsgrade von Kreiseln

Wie jeder mechanische Körper hat auch der Kreisel zunächst sechs Freiheitsgrade: Drei Freiheitsgrade zur Bewegung entlang der drei Raumachsen, und drei weitere für Drehungen um diese Achsen.

Die in Flugzeugen eingesetzten Kreisel sind alle über ein Gehäuse fest mit dem Flugzeug verbunden., so dass der Kreisel den Bewegungen des Flugzeugs im Raum folgt. Damit sind die drei Bewegungen des Kreisels entlang der Raumachsen vorgegeben.

Die drei Drehbewegungen des Kreisels um seine Achsen werden dagegen durch die Form seiner Lagerung bestimmt. Sie sind entscheidend für das Verhalten des Kreisels.

Entlang seiner Drallachse ist der Kreisel stets so gelagert, dass (bis auf Reibungseffekte) keine → *Momente* übertragen werden können. Dies hat zur Folge, dass der Kreisel seine ihm mitgegebene Rotationsgeschwindigkeit beibehält.

Für die beiden anderen Achsen kann ausgewählt werden, ob Momente übertragen werden sollen oder nicht:

Kreisel, bei denen entlang beider Achsen keine Momente übertragen werden können, sind kardanisch aufgehängt. Sie werden auch als Kreisel mit zwei Freiheitsgraden bezeichnet. → *Lagekreisel* wie der → *Lotkreisel* (Kreiselhorizont), der → *Kurskreisel* und der → *freie Kreisel* gehören zu dieser Gruppe von Kreiseln.
Kreisel, bei denen über eine Achse keine, über die andere Achse aber Momente auf den Kreisel übertragen werden können, bezeichnet man als Kreisel mit einem Freiheitsgrad. Dazu zählen z. B. die → *Wendekreisel*.
In einigen Fällen wird die Drallachse ebenfalls als Freiheitsgrad gezählt. Lagekreisel werden dann als Kreisel mit drei Freiheitsgraden, Wendekreisel als Kreisel mit zwei Freiheitsgraden bezeichnet.

Eigenschaften von Kreiseln mit zwei Freiheitsgraden

Kreisel, die so gelagert sind, dass keine Momente auf ihn übertragen werden können, behalten ihre Drallachse stets raumfest bei.
Somit kann an einem Lagekreisel die Drehbewegung eines Flugzeugs an der Verdrehung des Kreiselgehäuses (das die Drehbewegung des Flugzeugs mitmacht) gegenüber dem Kreisel selber (dessen Ausrichtung in allen Fluglagen gleich bleibt) abgelesen werden.
Die raumfeste Ausrichtung des Kreisels führt allerdings zu einer scheinbaren Drift: Die Drallachse eines ortsfesten Kreisels, die zu einer bestimmten Uhrzeit z. B. in Mitteleuropa in der Tangentialebene der Erde nach Norden ausgerichtet ist, folgt eben nicht der Erdrotation. Stattdessen wandert sie mit der Zeit sowohl aus der Tangentialebene, als auch aus ihrer Ausrichtung gegen Norden heraus.
Die Bezeichnung scheinbare Drift rührt daher, dass sie für einen Beobachter auf der rotierenden Erde auftritt und für diesen wie eine Drift des Kreisels aussieht. Ein ruhender Beobachter außerhalb der Erde würde aber erkennen, dass der momentenfreie Kreisel seine Ausrichtung unverändert beibehält, und es tatsächlich der Beobachter auf der Erde ist, der seine Position gegenüber dem Kreisel verändert.
Bewegt sich der Kreisel zusätzlich entlang der Erdoberfläche (wie in jedem Flug), so kommt es in Folge der Eigenbewegung zu einer weiteren Drift. Zusätzlich entstehen Abweichungen durch Störmomente, die trotz kardanischer Lagerung auf den Kreisel übertragen werden.
Bei momentenfreien Kreiseln, die als Kursanzeiger verwendet werden (Kurskreisel), müssen Drift und Abweichungen ausgeglichen werden. Dies kann durch Abgleich mit anderen Messsystemen (z. B. → *Magnetkompass*) erfolgen.
Praktisch ist eine vollkommen momentenfreie Lagerung nicht zu realisieren, so dass es immer zur Übertragung von Störmomenten auf den Kreisel kommt. Allerdings kann durch eine hohe Rotationsgeschwindigkeit und eine hohe Masse des Kreisels sein raumfestes Beharrungsvermögen durch einen großen Drehimpuls erhöht und der Einfluss der Störmomente verringert werden.

Eigenschaften von Kreiseln mit einem Freiheitsgrad

Ist der Kreisel so gelagert, dass über eine Achse Momente auf ihn übertragen werden können, so kommt es zur → *Präzession* des Kreisels um seine zweite, momentenfrei gelagerte Achse. Die Präzessionsbewegung wird dabei meist durch eine Feder gefesselt und pneumatisch, hydraulisch oder elektrisch gedämpft.
Im Gegensatz zu den Kreiseln mit zwei Freiheitsgraden wird hier also eine Bewegung des Kreisels erzwungen, die direkt in ein Mess- oder Anzeigesignal umgesetzt werden kann. Kreisel mit einem Freiheitsgrad wie der Wendekreisel können nur jeweils in einer Achse Momente aufnehmen bzw. präzedieren, und damit auch nur Drehbewegungen um eine Achse erfassen. Zur vollständigen Beschreibung der Flugzeugdrehung im Raum sind also drei Wendekreisel erforderlich.

Gestützte und geführte Kreisel

Von einem gestützten Kreisel spricht man, wenn die ursprüngliche geographische Ausrichtung eines Kreisels im Flug beibehalten wird. Lagekreisel, bei denen die Scheinbare Drift durch Stellmotoren bzw. durch Abgleich mit einem Magnetkompass ausgeglichen wird, gehören zu den gestützten Kreiseln.
Geführte Kreisel ändern dagegen ihre ursprüngliche geographische Ausrichtung im Flug in definierter Weise.

Kreiselhorizont
Engl. Gyro Horizon.
→ *Fluglageanzeiger*.

Kreiselinstrumente
Zusammenfassende Bezeichnung für alle Instrumente im Flugzeug, die zur Messung und Anzeige von Größen auf → *Kreisel* und deren physikalische Eigenschaften zurückgreifen. Beispiele für Kreiselinstrumente sind der → *Wendeanzeiger*, der → *Fluglageanzeiger* (künstlicher Horizont) und der → *Kursanzeiger*.

Kreiselpräzession
→ *Präzession*.

Kreuzbuchung, Kreuzflug
→ *APEX*.

Kritischer Anstellwinkel
Bezeichnung für den → *Anstellwinkel,* bei dem es an einem → *Profil* zu einer → *abgelösten Strömung* und damit zum Verlust des → *Auftriebs* kommt.

Krügerklappe
→ *Nasenklappe*.

Kubanische Acht
Bezeichnung für ein Manöver aus dem Bereich des → *Kunstflugs*, bei dem zwei halbe → *Loopings* in Form einer auf der Seite liegenden Acht geflogen werden.
Dabei zieht das Flugzeug zu einem runden Innenlooping hoch, bis die Rumpfspitze 45° nach unten zeigt, was nach ca. 5/8 der Loopingstrecke der Fall ist. Der Bahnneigungsflug auf dem Rücken mit 45° wird mit einer halben Rolle bis zur Normalfluglage fortgesetzt. Der Bahnneigungsflug in 45° in Normalfluglage wird bis zum Erreichen der Einflughöhe beibehalten, wo ein gleicher runder Innenlooping geflogen wird, der die Figur in entgegen gesetzter Richtung wiederholt.
Die Güte dieser Flugfigur kann anhand der folgenden Punkte festgestellt werden:

- Die Figur wird nicht auf einer senkrechten Ebene geflogen.
- Die Loopings sind nicht gleich groß.
- Die halben Rollen werden nicht an der richtigen Stelle, also zu früh oder zu spät, geflogen.
- Die Loopings sind nicht rund.
- Die Bahnneigungsflüge erfolgen nicht in einer Schräglage von 45°.

- Der Flug erfolgt nicht auf dem selben Kurs wie beim Einflug waagerecht und geradeaus aus der Figur.

Küchemann-Karotten
→ *Verdrängungskörper*.

Kufe
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Er bezeichnet ein mechanisches Landegestell für Fluggeräte ohne rollende Teile (Räder). Es wird insbesondere bei leichten → *Hubschraubern* genutzt. Eine Kufe als Landegestell wiegt weniger und ist kostengünstiger als ein gefedertes → *Fahrwerk*, das u. U. noch mit einer Hydraulik zum Ein- und Ausfahren ausgestattet sein muss. Ein solches Fahrwerk mit Hydraulik verringert auch den für die → *Kabine* zur Verfügung stehenden Raum innerhalb des → *Rumpfes*. Ferner hat die Kufe im Flug eine vergleichsweise geringen → *Widerstand* und kann mechanisch durchaus derart konstruiert werden, dass das Aufsetzen abgefedert wird.
Das Kufengestell ist manchmal mit einem Paar Räder am hinteren Ende ausgestattet, so dass der Hubschrauber bei einem geringen Kippwinkel manuell am Boden leicht manövriert werden kann.
Ferner bezeichnet man als Kufe ein Landegestell, das es Flugzeugen erlaubt, auf vereistem oder eingeschneitem Untergrund zu landen. Bekannt ist etwa ein entsprechendes Landegestell für das → *Transportflugzeug* Lockheed C-130 „Hercules“ (Erstflug 23. August 1954), mit dem Versorgungsflüge für Forschungsstationen in Polarregionen durchgeführt werden.
Die Verwendung von Kufen nur für → *Landungen* ist ferner von verschiedenen Versuchsflugzeugen bekannt, bei denen Gewicht gespart werden musste. Sie wurden entweder fliegend von einem Mutterflugzeug aus gestartet oder starteten aus eigener Kraft mit Hilfe eines abwerfbaren Fahrgestells. Bekannt ist die Messerschmitt Me 163 „Komet“, ein Raketenjäger (Erstflug August 1943), die auf einer Kufe auf Grasfeldern landen konnte. In der Frühzeit des Flugzeugbaus war die Kufe ein durchaus weit verbreitetes Landegestell für Flugzeuge, die damit auf Gras landeten.

Kumulonimbus (-wolke)
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Von lat. Cumulus = Haufen und Nimbus = Regenwolke. Abgekürzt in Wettermeldungen mit Cb. Auch Ambosswolke genannt. Es handelt sich um eine bestimmte Gattung von → *Wolke*. Meteorologisch auch zu den Quellwolken gezählt und als Schlechtwetterkumulus bezeichnet. Sie ist eine dichte, vertikale Wolkenformation von niedriger bis zu sehr großer Höhe, die meist schwere Regenfälle, → *Gewitter* oder Hagelstürme bringt. Sie kann bis weit in die → *Stratosphäre* reichen. Wie alle kumulusförmigen Wolken bilden sich Kumulonimbuswolken in unstabiler Luft. Eine Kumulonimbuswolke ist tiefhängend und dicht, von unten gesehen her dunkelgrau, und verfügt in ihrem Inneren über die größte Dynamik aller Wolken. Sie kann hohe Türme haben, oft mit Gipfeln in Amboss- oder Federform, da die aufströmenden Wassertröpfchen in großer Höhe gegen die Tropopause stoßen (→ *Atmosphäre*) und dort horizontal auseinander fließen. In tieferen Schichten besteht ein Kumulonimbus aus Wassertröpfchen, wohingegen sie in großer Höhe aus Eiskristallen besteht. Dies führt zu klaren Konturen in tieferen Schichten und zu verwaschenen Konturen in größeren Höhen.
Kumulonimbuswolken gehen oft einher mit → *Fallstreifen*, Niederschlag und tiefen, abgerissenen Wolken (Wolkenfetzen), Blitz und Donner, und manchmal Hagel. Mitunter erzeugen sie einen Tornado oder eine Wasserhose.
Beim Durchfliegen einer solchen Wolke muss mit starken → *Turbulenzen*, Regen, Hagel und Blitzen gerechnet werden. Es kann auch zur Vereisung von Tragflächen kommen. Es ist mehr als ratsam, sie zu umfliegen oder – falls sie über einen Flugplatz zieht – nicht in ihr zu starten.

Kumulus (-wolke)
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Von lat. Cumulus = Haufen. Im Volksmund auch scherzhaft Blumenkohlwolke genannt. Es handelt sich um eine bestimmte Gattung von tief hängender → *Wolke*, die sich dadurch auszeichnet, dass sie sich durch von unten und den Seiten zuströmende Luft zu einer massiven und großen Wolke entwickelt, quasi aufquillt. Daher wird auch von einer Quellwolke gesprochen.
Ein Kumulus ist eine meist sehr dichte, vertikale Wolkenformation mit einer flachen Unterseite, die durch hochsteigende, instabile Luft gebildet wird. Sie entwickeln sich vertikal in der Form steigender Hügel; der sich bauschende obere Teil ähnelt oft einem Blumenkohl. Sonnenbeschienene Teile dieser Wolken sind meist leuchtend weiß; ihre Unterseiten sind relativ dunkel und fast waagerecht.
Die Wolke besteht überwiegend aus Wassertröpfchen; dies gilt auch in ihren obersten Bereichen. Ihre Ränder sind daher überall scharf begrenzt.
Die Klasse der Kumuluswolken kann noch in drei Subklassen differenziert werden. Man unterscheidet:

- Cumulus humulis (von lat. humilis = flach, niedrig): Hierbei handelt es sich um eine Quellwolke mit noch geringer vertikaler Ausdehnung.
- Cumulus mediocris (von lat. mediocris = gemäßigt, mittelmäßig): Hierbei handelt es sich um eine Quellwolke mit mittlerer vertikaler Ausdehnung.
- Cumulus congestus (von lat. congestus = massig, kräftig, abgekürzt mit Cu con oder nur mit con): Hierbei handelt es sich um eine Quellwolke mit erheblicher vertikaler Ausdehnung, die mit ihrer Obergrenze bis weit in den Bereich der mittelhohen Wolken hineinragt. Sie sind oft die Vorstufe zum → *Kumulonimbus*.

Beim Durchfliegen einer solchen Wolke muss mit starken → *Aufwinden* bis hin zu → *Turbulenzen* und einer Verschlechterung des lokalen Wetters gerechnet werden, was z. B. nach einer Landung einen Start verzögert oder verhindert.

Kunstflug
Auch Luftakrobatik genannt. Oberbegriff für den Flug einzelner oder in schneller Folge miteinander kombinierter Präzisionsflugmanöver, die im herkömmlichen Flugverkehr nicht vorkommen. Diese setzen sich aus Grundflugmanövern und davon abgeleiteten weiteren Manövern ab. Beispiele dafür sind → *Chandelle*, → *Fassrolle*, → *Lomcovàk*, → *Looping*, → *Hammerkopf*, → *Trudeln*, → *Turn*, → *Immelmann*, → *Kubanische Acht* → *Lazy Eight*, → *Messerflug*, → *Rolle*, → *Rückenflug*, → *Slip*, → *Sturzflug*, → *Trudeln*, → *Wingover* oder → *Zeitenrolle*. Diese Flugmanöver sind für Motor- und Segelflugzeuge sowie für Modellflugzeuge weitgehend standardisiert, um ihre Durchführung im Rahmen von Wettbewerben vergleichbar zu machen. Derzeit gibt es ungefähr 550 derartige Figuren.
Figuren, Figurenfolgen und Formationen des Kunstfluges können durch die → *Aresti-Schreibweise* schriftlich dokumentiert werden.

Kunstflug ist auch in der Luftfahrtvorschrift 91.303 definiert, die die Beschränkungen für Kunstflug beschreibt. In dieser Vorschrift wird der Begriff Kunstflug als ein absichtlich durchgeführtes Manöver definiert, das eine abrupte Änderung der Fluglage eines Luftfahrzeugs, eine atypische Fluglage oder Beschleunigung bedingt, die für einen normalen Flug nicht notwendig sind.
Viele dieser Flugmanöver, die oft bei → *Flugschauen* und Wettbewerben vorgeführt werden, sind Bestandteil der Militärpilotenausbildung und können im Luftkampf genutzt werden. Tatsächlich stammen viele grundlegende Kunstflugmanöver aus bereits im ersten Weltkrieg entwickelten Luftkampftaktiken.
Um den Kunstflug ausführen zu dürfen bedarf es in Deutschland nach § 81 der → *LuftPersV* einer Kunstflugberechtigung (→ *Rating*), die eine entsprechende Lizenz als Flugzeugführer und eine Kunstflugausbildung mit Abschlussprüfung voraussetzt.

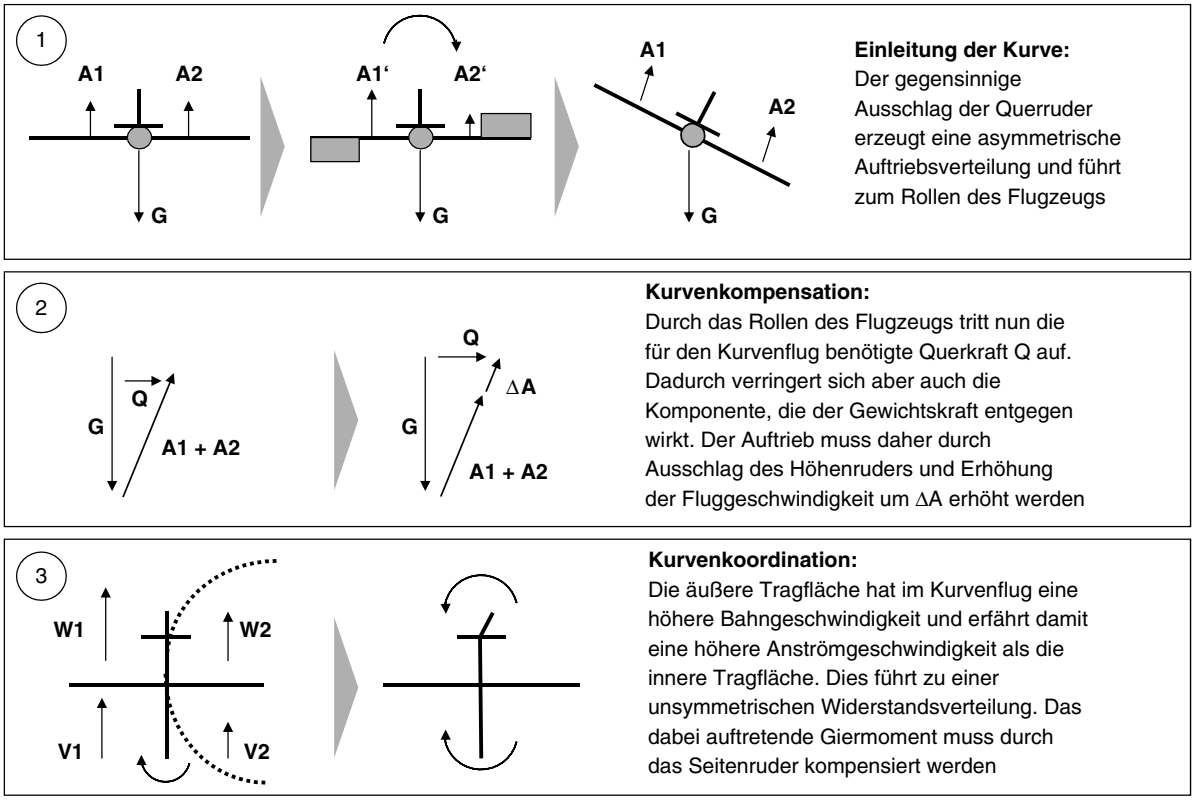
Künstlicher Horizont
→ *Fluglageanzeiger.*

Kursanzeiger
Bezeichnung für ein Instrument (→ *Instrumentenkunde*) zur Anzeige des → *Steuerkurses*. Der Kursanzeiger ist eines der → *Hauptfluginstrumente* und Bestandteil der → *Einheitsinstrumentenanordnung*.
Die einfachste Ausführung des Kursanzeiger ist der → *Magnetkompass*, der allerdings der magnetischen Missweisung unterliegt, ein Nachlaufen bei Richtungsänderungen aufweist, und im → *Kurvenflug* einem systematischen Messfehler unterliegt.
In vielen Fällen wird daher der Kursanzeiger als → *Kreiselinstrument*, genauer gesagt als → *Kurskreisel* ausgeführt. Prinzipiell erlaubt der Kurskreisel die schnelle und genaue Messung des Steuerkurses. Aufgrund seiner konstruktiven Auslegung kommt es im Verlauf des Fluges jedoch zu einer Drift und damit zu Fehlanzeigen des Gerätes.
In diesem Fall kann der Kursanzeiger mit dem Magnetkompass abgeglichen und gegebenenfalls nachgestellt werden. Der Vorteil dieses Verfahrens ist, dass die kurzfristigen Messfehler des Magnetkompasses (Schwankungen und Nachlaufen bei Beschleunigungen, Messfehler im Kurvenflug) durch den Kreisel, die langfristigen Messfehler des Kreisels (Drift) wiederum durch den Magnetkompass kompensiert werden können. Beim magnetfeldgestützten Kursanzeiger wird der Kurskreisel (automatisch) mit Hilfe eines → *Induktionskompasses* nachgestellt. Heute sind die Angaben des Kursanzeigers oftmals in ein → *ND* (oder dessen ältere Ausführung → *HSI*) integriert.

Kurskreisel
Eine spezifische Ausführung des → *Lagekreisels* bei der die Drallachse des Kreisels ursprünglich in eine horizontale Bezugsrichtung (z. B. Magnetisch Nord oder Geographisch Nord) ausgerichtet wird.
Der Kurskreisel erlaubt die Messung des → *Steuerkurses* gegenüber einer ursprünglich gewählten Bezugsrichtung. Da er wie alle Lagekreisel einer scheinbaren Drift durch die Erddrehung und die Eigenbewegung des Flugzeugs sowie weiteren Abweichungen infolge von Störmomenten unterliegt, muss der Kurskreisel nachgestellt (=gestützt) werden. Dies kann z. B. über einen → *Magnetkompass* erfolgen, oder automatisch über den Magnetfeldsensor eines → *Induktionskompasses* (magnetfeldgestützter Kurskreisel).

Kurvenflug
Bezeichnung für ein Flugmanöver zur Änderung des → *Steuerkurses*. Der Kurvenflug wird durch gemeinsames Ausschlagen der → *Quer-* und → *Seitenruder* ein- und ausgeleitet, d. h. das Flugzeug liegt – ähnlich wie ein Motorrad – schräg in der Kurve. Dies hat zwei Vorteile: Zum einen wird durch die Schräglage die für die Richtungsänderung benötigte → *Querkraft* sehr einfach, effizient und mit geringer Steuerkraft erzeugt; das Seitenruder muss dann nur noch zur Korrektur des → *Schiebens* eingesetzt werden. Gleichzeitig wird durch die Querlage vermieden, dass der Passagier diese für ihn unangenehme Querkraft tatsächlich spürt.
Der Querruderausschlag leitet ein → *Rollen* des Flugzeugs ein, bis die für den Kurvenflug gewünschte → *Querneigung* erreicht ist. Der Auftriebsvektor ist nun in gekippt, und erhält eine Komponente (Querkraft) in Richtung der zu fliegenden Kurve. Aufgrund dieser Querkraft beginnt das Flugzeug zu → *schieben*, d. h. der Flugzeugbug zeigt weiterhin in Richtung der ursprünglichen Flugrichtung, während das Flugzeug in Richtung der zu fliegenden Kurve driftet. Dieses Schieben ist für Pilot und Passagiere sehr unangenehm. Deshalb erzeugt man mit Hilfe des Seitenruders ein → *Gieren*, das den Flugzeugbug in Richtung der Kurvenbewegung dreht.
Werden Quer- und Seitenruder so koordiniert zueinander ausgeschlagen, dass kein → *Schiebewinkel* auftritt, so spricht man vom → *koordinierten Kurvenflug*. Ein → *Rutschen* wird dann vermieden und die für Passagier und Besatzung unangenehme → *Querkraft* tritt nicht auf. Beim Flugregler wird diese Funktion von der sog. → *Kurvenkoordinierung* übernommen.
Die → *Normalkurve* ist eine Kurve, die mit einer Drehgeschwindigkeit von 3°/s geflogen wird. Kurven mit einer Schräglage von mehr als 45° werden als → *Steilkurve* bezeichnet. Bei Verkehrsflugzeugen wird allerdings die Schräglage meist auf 25° begrenzt, um das im Kurvenflug auftretende → *Lastvielfache* auf das 1,1-fache der Erdbeschleunigung zu begrenzen.
Im Kurvenflug wirkt nur noch eine Teilkomponente des Auftriebs gegen die Schwerkraft. Soll das Flugzeug nicht an Höhe verlieren, muss der Auftrieb in der Kurve also erhöht werden; dies kann z. B. durch einen Ausschlag des → *Höhenruders* erfolgen. Dieser Ausschlag erhöht wiederum den → *Widerstand* des Flugzeugs; soll die → *Fluggeschwindigkeit* konstant bleiben muss also zusätzlich der Triebwerksschub etwas erhöht werden. Beim → *Flugregler* wird diese Funktion von der sog. → *Kurvenkompensation* übernommen.

Kurvenkompensation
Allgemein die Bezeichnung für einen Ausschlag des → *Höhenruders* zur Haltung der Höhe im → *Kurvenflug*.
Im Kurvenflug kommt es in Folge des → *Rollwinkels* zu einer Neigung des → *Tragflügels*, und damit auch des → *Auftriebs*. Dies hat zur Folge, dass nur noch ein Teil des Auftriebs gegen die → *Schwerkraft* wirkt, und das Flugzeug zu sinken beginnt. Soll die Flughöhe im Kurvenflug beibehalten werden, muss also das Höhenruder entsprechend ausgeschlagen werden.
Analog dazu versteht man bei einem → *Flugregler* unter der Kurvenkompensation die Komponente bzw. Funktion, die im Kurvenflug automatisch das Höhenruder in Abhängigkeit des Rollwinkels ausschlägt. Sie ist meist in den → *Lageregler* integriert.
Der Ausschlag des Höhenruders erhöht allerdings auch den → *Widerstand* des Flugzeugs. Soll neben der Höhe also auch



Kurvenflug, Kurvenkompensation, Kurvenkoordination

die → *Fluggeschwindigkeit* im Kurvenflug beibehalten werden, muss zusätzlich der → *Triebwerksschub* erhöht werden. Diese Aufgabe wird beim Flugregler vom sogenannten → *Vortriebsregler* übernommen.

Kurvenkoordinierung

Allgemein die Bezeichnung für eine Koordinierung der Ausschläge von → *Seiten-* und → *Querruder* im → *Kurvenflug*, so dass der → *Schiebewinkel* zu Null wird (→ *koordinierter Kurvenflug*, → *Rutschen*). Dadurch werden die für Passagiere und Besatzung unangenehmen → *Querkräfte* minimiert.

Beim → *Flugregler* wird unter der Kurvenkoordinierung die Funktion bzw. Komponente verstanden, die das Seitenruder im Kurvenflug so nachstellt, dass automatisch eine koordinierter Kurvenflug erfolgt. Sie ist meist Teil des → *Stabilisationsreglers*. Das Seitenruder kann dabei in Abhängigkeit vom Schiebewinkel, von der Querbeschleunigung, oder vom Querruder-Ausschlag, angesteuert werden. Moderne Systeme gehen dazu über, zur Kurvenkoordinierung die → *Gierrate* in Abhängigkeit vom → *Rollwinkel* zu steuern.

Küstennebel

→ *Nebel*.

L

Ladedruckmesser
Ein Begriff aus der → *Instrumentenkunde*. Der Ladedruckmesser dient der Erfassung und Überwachung der Motorleitung bei Kolbenflugzeugen.
In seiner Funktion entspricht der Ladedruckmesser einem → *Barometer*, das den Druck im Ansaugsystem des Motors misst. Bei stehendem Motor entspricht dabei der angezeigte Wert gerade dem Umgebungsdruck.
Bei größeren Flugzeugen (insbesondere mit Verstell-Propellern) wird der Ladedruckmesser zusammen mit dem → *Drehzahlmesser* zur Einstellung der Motorleistung verwendet. Dabei wird zuerst der Ladedruck eingestellt, danach die Drehzahl und schließlich die Gemischeinstellung (→ *Gemischverstellung*).

Lademeister
Ein Begriff aus dem militärischen Frachtflugwesen (→ *Cargo*). Ein Lademeister ist dort in der Regel Bestandteil der → *Crew*. Seine Aufgabe ist nicht nur das ordnungsgemäße Ent- und Beladen sowie Verzurren oder Befestigen der Maschine mit Frachtgut, sondern auch die entsprechende Verteilung der Fracht innerhalb der Frachtmaschine, um den Schwerpunkt der Maschine entsprechend zu steuern. Er ist zudem für das korrekte Schließen der Frachtraumtür (z. B. die → *Heckklappe*) verantwortlich.

Ladeplan
Engl.: Loadsheet. Bezeichnung für einen Plan, der für einen bestimmten Flug festlegt, wie das Gewicht der → *Luftfracht*, der → *Luftpost*, der Passagiere, der → *Crew* und des Gepäcks im Flugzeug verteilt ist. Diese Verteilung muss zu einem → *Schwerpunkt* des Flugzeugs führen, der → *Stabilität* und → *Steuerbarkeit* des Flugzeugs sicherstellt.
Der Ladeplan liefert damit Daten für die benötigte Treibstoffmenge und die → *Trimmung*.
Der Ladeplan wird zunächst aufgrund allgemeiner Annahmen über die Passagiere und ihr vermutliches Gepäck in Abhängigkeit vom Flugzeugtyp durch den → *Duty Officer* erstellt. Der → *Ramp Agent* erhält den Ladeplan und überwacht das Verladen des Gepäcks. Er teilt Änderungen – etwa durch unerwartetes Sperrgepäck – der zuständigen Stelle mit und modifiziert den Ladeplan.

Längsachse
Auch Rollachse (engl.: Longitudinal Axis) genannt. Bezeichnung für eine der drei flugzeugfesten Achsen im dreidimensionalen Raum; die beiden anderen Achsen sind die → *Hochachse* und die → *Querachse*.
Die Längsachse verläuft als gedachte gerade Linie vom → *Bug* durch den → *Rumpf* (genauer gesagt durch den → *Schwerpunkt* des Flugzeugs) zum → *Heck*. Gleichzeitig ist die Längsachse eine der drei Achsen des → *flugzeugfesten Koordinatensystems*. Drehbewegungen um die Längsachse werden als → *Rollen* bezeichnet; sie verändern die → *Querneigung* und werden über die → *Querruder* kontrolliert.

Längsholm
→ *Gerüstbauweise*.

Längsneigung
Auch als Nickwinkel (engl.: Pitch Angle) bezeichnet. Die Längsneigung ist der Winkel zwischen der → *Längsachse* und der Horizontalebene des Flugzeugs. Vereinfacht gesagt beschreibt die Längsneigung also die Auslenkung des Flugzeugbugs nach oben oder unten gegenüber der Horizontalebene.
Die Längsneigung wird mit Hilfe der → *Höhenruder* gesteuert. Eine Veränderung der Längsneigung entspricht einer Bewegung des Flugzeugs um die → *Querachse* und damit einem → *Nicken*. Die Längsneigung entspricht in der Regel nicht dem Steigwinkel oder dem Sinkwinkel eines Flugzeugs, zum einen weil das Flugzeug mit einem Anstellwinkel fliegt, zum anderen, weil das Flugzeug Windböen (→ *Böe*) ausgesetzt sein kann, die das Flugzeug in seiner Flugbahn anheben oder niederdrücken.
→ *Flugzeugfestes Koordinatensystem*, → *flugbahnfestes Koordinatensystem*.

Längsstabilität
Bezeichnung für die → *Stabilität* des Flugzeugs um seine → *Querachse*.
Damit ein → *stationärer Flug* möglich ist, müssen zwei Bedingungen für die statische Stabilität in der Längsbewegung erfüllt sein:

- Das Flugzeug sollte bei fehlendem → *Auftrieb* selbstständig den → *Anstellwinkel* erhöhen, um so zusätzlichen Auftrieb zu erzeugen.
- Kommt es zu einer Störung des aktuellen Anstellwinkels (z. B. durch eine Windböe; → *Böe*), so sollte das Flugzeug eine Gegenreaktion erzeugen, die versucht den ursprünglichen Anstellwinkel wieder herzustellen.

Aus der ersten Bedingung folgt, dass der → *Druckpunkt* für den Fall, dass der Anstellwinkel Null ist, vor dem → *Schwerpunkt* liegen muss. Der Auftrieb erzeugt dann ein Moment um den Schwerpunkt, das den Flugzeugbug nach oben dreht, und den Anstellwinkel – und damit den Auftrieb – erhöht.
Aus der zweiten Bedingung folgt, dass der → *Neutralpunkt* hinter dem Schwerpunkt liegen muss. Erhöht sich z. B. der Anstellwinkel kurzfristig, so wächst auch der Auftrieb und erzeugt ein zusätzliches Moment um den Schwerpunkt, dass den Flugzeugbug nach unten drückt und so den Anstellwinkel wieder verkleinert.
Die praktische Auswirkung dieser Regel kann besonders gut bei der McDonell Douglas DC-9 (Erstflug 25. Februar 1965) und der Boeing B727 (Erstflug 9. Februar 1963) beobachtet werden. Die Anordnung der Triebwerke am Heck führte zu einer Verlagerung des Flugzeugschwerpunktes nach hinten. Um den Neutralpunkt dennoch hinter dem Schwerpunkt anzuordnen, mussten auch die Tragflügel weit nach hinten verlegt werden.
In der Praxis ist es sehr schwer, ein Flugzeug so zu konstruieren, dass Neutral- und Druckpunkt so um den Schwerpunkt angeordnet sind, dass beide oben genannten Bedingungen erfüllt werden. Daher verwendet man ein → *Höhenleitwerk*, das einen zusätzlichen → *Abtrieb* entlang der → *Längsachse* erzeugt, und so die Momente am Flugzeug ausgleicht.
Bei Nurflügel-Flugzeugen kann die statische Stabilität durch → *Verwindung* und → *Pfeilung* des Profils erreicht werden.

Lärm
→ *Fluglärm*.

Lärmschutzbereich
Ein Begriff aus dem nationalen → *Luftrecht* und dort aus dem Bereich des Schutzes vor → *Fluglärm*. Der Lärmschutzbereich ist gemäß dem Fluglärmgesetz (→ *FlugLärmG*) ein besonderer Bereich, der sich durch eine erhöhte Lärmbelastung auszeichnet. Ein Lärmschutzbereich gliedert sich in zwei Schutzzonen.

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_12, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

Die innere Lärmschutzzone 1 umfasst das Gebiet, in dem der durch Fluglärm hervorgerufene äquivalente Dauerschallpegel (→ *Fluglärmmessung*) 75 dB(A) (→ *Dezibel*) übersteigt. In der äußeren Lärmschutzzone 2 übersteigt er einen Wert von 67 dB(A).
Im gesamten Lärmschutzbereich dürfen Krankenhäuser, Seniorenwohnanlagen, Schulen und ähnlich schutzbedürftige Einrichtungen nicht errichtet werden. In Schutzzone 1 dürfen darüber hinaus keine Wohnungen errichtet werden, in Schutzzone 2 nur unter Auflagen.

Lärmschutzkommission
Ein Begriff aus dem nationalen → *Luftrecht*, und dort aus dem Bereich um die Regelung des → *Fluglärms*. Nach § 32b des Luftverkehrsgesetzes (→ *LuftVG*) muss für jeden Verkehrsflughafen eine Lärmschutzkommission gebildet werden. Vertreter in diesem Gremium sind z. B. Repräsentanten der umliegenden Gebietskörperschaften, des jeweiligen Bundeslandes, der Handelskammer, der Luftfahrtunternehmen, der → *Flugsicherung* und von Bürgerinitiativen. Die Zusammensetzung kann von Ort zu Ort variieren. Das Gremium tagt alle paar Monate und hat rein beratende Funktion. Es ist berechtigt, der Genehmigungsbehörde des → *Flugplatzes* Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Fluglärm oder die Position von Fluglärmmessgeräten vorzuschlagen.

Lärmteppich
Engl.: Noise Footprint. Bezeichnet in der Luftfahrt eine Fläche, z. B. um einen → *Flugplatz*, in der der → *Fluglärm* einen gewissen Pegel erreicht oder überschreitet. Der Fluglärm kann z. B. als Äquivalenten Dauerschallpegel (Equivalent Continuous Sound Level), abgekürzt L_{EQ}, angegeben sein (→ *Fluglärmmessung*).
Gegenüber den 60er Jahren konnte der Lärmteppich bei vielen Flugplätzen verkleinert werden, z. B. durch den Einsatz modernerer → *Strahltriebwerke* oder durch geänderte Verfahren für → *Anflug* und → *Abflug*.

Lagekreisel
Eine besondere Form des → *Kreisels*, der in der Luftfahrt als Instrument zur Messung von Flugzeugdrehungen eingesetzt wird.
Lagekreisel sind in einem doppelten kardanischen Rahmen gelagert, so dass keine → *Momente* auf ihn übertragen werden können. Dementsprechend behalten sie die ursprüngliche Richtung ihrer Drallachse raumfest bei. Drehbewegungen des Flugzeugs können dann zwischen dem Rahmen des Kreisels (der den Flugzeugdrehungen folgt) und dem Rotor des Kreisels (der seine raumfeste Ausrichtung in allen Fluglagen beibehält) abgelesen werden.
Je nach ursprünglicher Ausrichtung der Drallachse unterscheidet man zwischen dem → *Lotkreisel* bzw. Kreiselhorizont (Ausrichtung entlang der Erdbeschleunigung), dem → *Kurskreisel* (Ausrichtung entlang einer horizontalen Bezugsrichtung, z. B. Magnetisch Nord oder Geographisch Nord) und freien Kreiseln (beliebige Ausrichtung).
Dabei ist zu beachten, dass die Drallachse raumfest ist, der Erdrotation also nicht folgt. Dadurch -und zusätzlich durch die Eigenbewegung des Flugzeugs- kommt es zu einer scheinbaren Drift des Kreisels. Störmomente führen zusätzlich zu Abweichungen. Daher müssen Lagekreisel nachgestellt (=gestützt) werden; dazu kann z. B. ein → *Magnetkompass* (beim Kurskreisel) oder eine Quecksilberlibelle (bei Lotkreiseln) herangezogen werden.

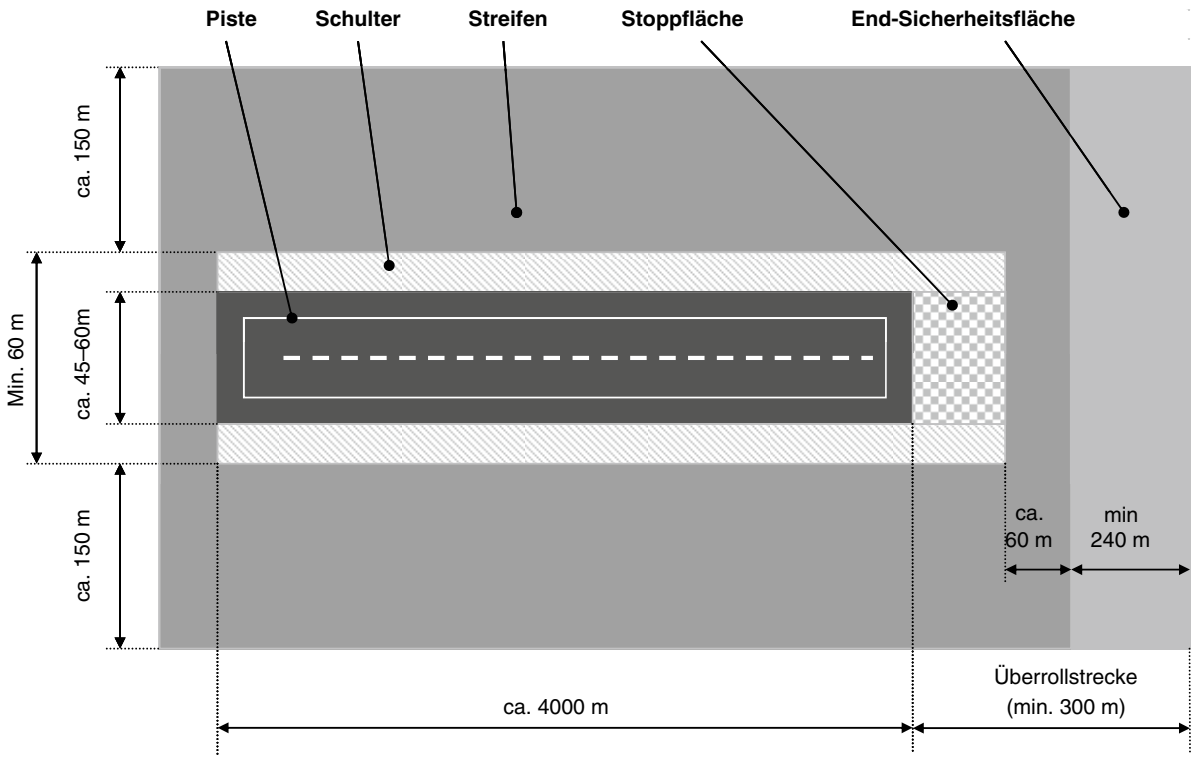
Lageregler
Komponente des → *Flugreglers*, die der Stabilisierung der Fluglage (also des → *Roll-*, → *Gier-* und → *Nickwinkels*) und des aerodynamischen Zustands (bestimmt durch → *Anstellwinkel* und → *Schiebewinkel*) dient.
Der Lageregler setzt in seiner Funktion auf dem → *Stabilisationsregler* auf. Seine wichtigsten Komponenten sind:
- Der Nick-Lageregler zur Stabilisierung des Nickwinkels. Zu dieser Komponente gehört auch die → *Kurvenkompensation*, d. h. der automatische Ausschlag des → *Höhenruders* im → *Kurvenflug* zur Haltung der Flughöhe
- Die Roll-Lagehaltung zur Stabilisierung des Rollwinkels und der → *Spiralwurzel*

Stabilisations- und Lageregler zusammen werden auch als Basisregler oder Flugeigenschaftsregler bezeichnet. In modernen Flugreglern wird ihre Aufgabe vom Flight Control Computer (→ *FCC*) übernommen.

Laminare Strömung
Engl.: Laminar Air Flow. Bezeichnung in der → *Aerodynamik* für eine Strömung, deren einzelne Schichten parallel zueinander strömen. Im Gegensatz zur → *turbulenten Strömung* bewegen sich die Strömungsteilchen der laminaren Strömung also nur in Strömungsrichtung, nicht aber senkrecht dazu. Die Geschwindigkeitsvektoren verlaufen parallel.
Am → *Tragflügel* ist eine laminare Strömung vorteilhaft, da sie gegenüber einer turbulenten Strömung einen geringeren → *Widerstand* aufweist. Durch Beeinflussung der → *Grenzschicht* am Tragflügel oder durch Verwendung von → *Laminarprofilen* versucht man daher, ein Umschlagen der laminaren in eine turbulente zu verhindern oder zu verzögern
Allerdings neigt die Grenzschicht der laminaren Strömung bei einem Anstieg des → *statischen Drucks* schneller zum Ablösen als die turbulente Strömung; die dabei entstehende → *abgelöste Strömung* führt dann zu sehr hohen Widerständen und zum Einbruch des Auftriebs. Es ist daher manchmal vorteilhaft, einen künstlichen Umschlag der laminaren in die turbulente Strömung zu provozieren, um ein Ablösen der Strömung zu vermeiden oder zu verzögern.

Laminarprofil
Engl.: Laminar Profile. Laminarprofile sind → *Profile*, die aufgrund ihrer Geometrie einen besonders geringen → *Profilwiderstand* aufweisen.
Ein Laminarprofil erhält seine günstige Eigenschaft dadurch, dass es den Umschlagpunkt in der → *Grenzschicht* von einer → *laminaren Strömung* mit geringer Reibung in eine → *turbulente Strömung* mit höherer Reibung zu größeren → *Profiltiefen* verschiebt.
Im Allgemeinen schlägt eine Strömung von laminar in turbulent um, wenn sie gegen einen ansteigenden → *statischen Druck* anströmen muss. Dies ist an der Oberseite von → *Tragflügeln* ab Erreichen des Druckminimums der Fall (sieh auch Ausführungen zur → *abgelösten Strömung*). Durch ihre große → *Dickenrücklage* verschieben Laminarprofile dieses Druckminimum, und damit auch den Umschlagpunkt, nach hinten.
Der Nachteil des Laminarprofils ist seine hohe Anforderungen an die Güte (Rauigkeit) der Oberfläche, die zur Erhaltung der laminaren Strömung erforderlich ist.

Landeanflug
Vereinfacht auch Anflug, Engl.: Approach, abgekürzt APP. Bezeichnung für den → *Flugabschnitt*, der zwischen dem



Beispiel für eine Start- und Landebahn auf einem großen Verkehrsflughafen

→ *Reiseflug* und der → *Landung* liegt. In vielen Fällen wird der Landeanflug über standardisierte Flugrouten und → *Flugprofile*, die sog. → *STAR*s, durchgeführt.

Bei großen Verkehrsflugzeugen beginnt der Landeanflug mit der sog. Einflugstrecke (Arrival Route), die das Flugzeug im → *Sinkflug* von der → *Luftstraße* zu einem ersten → *Markierungsfunkfeuer*, dem Initial Approach Fix (IAF) führt. Das IAF kennzeichnet den Punkt, an dem das Flugzeug auf den Landekurs, d. h. auf die → *Anfluggrundlinie*, einschwenkt, und liegt ca. 15 bis 20 → *nm* vor der Landeschwelle.

Im folgenden Anfangsanflug (Initial Approach, vom IAF bis zum Intermediate Fix, IF) und Zwischenanflug (Intermediate Approach, vom Intermediate Fix bis zum Final Approach Fix, FAF) werden → *Fluggeschwindigkeit* und → *Flughöhe* weiter reduziert, und die → *Klappen* teilweise ausgefahren.

Der → *Endanflug* beginnt mit dem Überfliegen des Final Approach Fix, einem Markierungsfunkfeuer, das in etwa 3 bis 7 nm vor der Landeschwelle liegt, und das mit dem → *Voreinflugzeichen* des → *Instrumenten-Landesystems* zusammen fallen kann. Fluggeschwindigkeit und Flughöhe werden weiter reduziert, das → *Fahrwerk* ausgefahren, und die Klappen voll gesetzt. Bei Erreichen der → *Entscheidungshöhe* bzw. beim Überfliegen des Missed Approach Points (→ *MAP*, bei einem Instrumenten-Landesystem durch das → *Haupteinflug*- oder Platzeinflugzeichen gekennzeichnet) muss der → *Pilot* entscheiden, ob er den Landeanflug abbricht, d. h. ein → *Fehlanflug* vorliegt, oder ob er die Landung durchführt.

Landebahn

Engl. Runway, abgekürzt RWY. Während im Englischen der Begriff Runway sowohl für Landebahn als auch für → *Startbahn* verwendet wird, erfolgt im Deutschen eine Unterscheidung der beiden Begriffe. So spricht man spezifisch von einer Landebahn, wenn:

- Eine Bahn tatsächlich nur für → *Landungen* vorgesehen ist.
- Die Bahn zwar generell für → *Starts* und Landungen verwendet wird, der spezifische Kontext aber die Landung eines Flugzeugs ist – z. B. „Das Flugzeug ist schon im Anflug auf die Landebahn".

→ *Start- und Landebahn*.

Landebahn-Befeuerung

Engl. Runway Lighting.
→ *Befeuerung*.

Landebahn-Mittellinienmarkierung

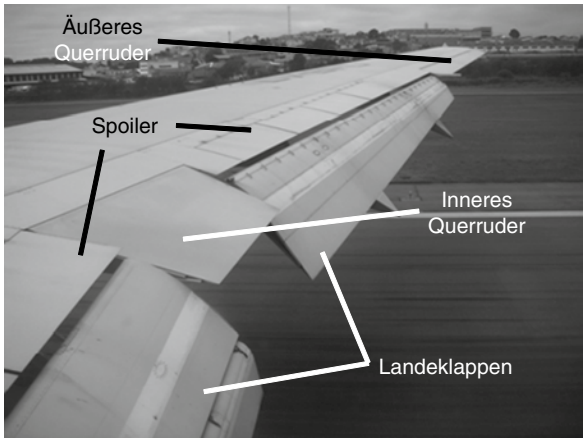
Engl. Runway Centre Line Marking.
→ *Markierung*.

Landebahn-Randmarkierung

Engl. Runway Edge Marking.
→ *Markierung*.

Landegebühr

Bezeichnung für eine Gebühr, die ein Flugzeugführer einem → *Flugplatz* für die Inanspruchnahme der Infrastruktur (→ *Start- und Landebahn*, → *Rollbahnen*, → *Abstellflächen* etc.) zahlen muss und worüber sich ein Flugplatz, neben weiteren in der jeweiligen Gebührenordnung des Flugplatzes definier-



Tragflügel mit weit ausgefahrenen Landeklappen kurz vor dem Aufsetzen auf der Landebahn.

Die Bremsklappen (Spoiler) werden erst nach dem Aufsetzen zur Erhöhung des Luftwiderstands zum Abbremsen aufgestellt.

Landeklappe

ten Gebühren sowie anderen Einnahmen z. B. aus Konzessionen von Läden, finanziert.
Die Landegebühr wird üblicherweise nach dem Landegewicht (→ *Flugzeuggewicht*), dem Emissionswert und Lärmpegel (→ *Fluglärm*) des landenden Flugzeugs bemessen.
Sie ist auch bei einer Bodenberührung und anschließendem → *Durchstarten* zu entrichten.

Landegestell
→ *Fahrwerk*.

Landeklappe
Engl.: Flaps bzw. Slats für Landeklappen an der Vorder- bzw. Hinterkante des → *Tragflügels*. Zusammenfassende Bezeichnung für solche → *Klappen*, die bei der → *Landung*, und zum Teil auch beim → *Start*, den → *Auftrieb* des Tragflügels erhöhen. Beim → *Landeanflug* werden die Landeklappen schrittweise ausgefahren; ihr zusätzlicher Auftrieb kompensiert die abnehmende Auftriebsleistung des Tragflügels in Folge der sinkenden → *Fluggeschwindigkeit*. Gleichzeitig erhöhen sie den → *Widerstand* des Flugzeugs und erlauben so einen steileren → *Gleitwinkel* ohne übermäßigen Zuwachs der Fluggeschwindigkeit.
Beim Start werden die Landeklappen nur mäßig ausgefahren. Die Erhöhung des Auftriebs durch die Landeklappen verringert die für das Abheben nötige Geschwindigkeit und damit auch die benötigte → *Startrollstrecke*.
Soll allerdings mit einem kleinen Sportflugzeug kurz nach dem Start ein Hindernis (z. B. eine Baumreihe) hinter der Landebahn überflogen werden, so sollte der Einsatz von Landeklappen überdacht werden. Einerseits kann dadurch, wie oben beschrieben, die Startrollstrecke verkürzt werden. Andererseits erhöht die Klappe den Widerstand und verringert damit die Steigleistung des Flugzeugs nach dem Abheben, d. h. der Flugweg verläuft flacher. Es kann daher günstiger sein, auf die Landeklappen

Landekurssender eines ILS

zu verzichten; die Startrollstrecke erhöht sich dann zwar, doch kann dies durch den höheren → *Steigwinkel* ausgeglichen werden.
Landeklappen kommen in vielfältigen Ausführungen vor; z. B. an der Hinterkante des Tragflügels als → *Wölbungsklappe,* → *Spreizklappe,* → *Spaltklappe*, → *Doppelspaltklappe,* → *Doppelflügel,* → *Fowlerklappe* oder → *Düsenklappe*; an der Vorderkante als → *Vorflügel* oder → *Nasenklappe* (auch Krügerklappe genannt).

Landekufe
→ *Kufe*.

Landekurssender
Engl.: Localizer, abgekürzt LOC. Ein Sender zur Kennung des Landekurses bei einem → *Instrumenten-Landesystem* (*ILS*).
Der Landekurssender sendet ein elektromagnetisches Signal in Form einer Ebene aus, die senkrecht auf der Mittellinie der → *Landebahn* steht und sich sowohl in Anflug- als auch in Abflugrichtung erstreckt. Auf diese Weise kann das Signal des Landekurssenders nicht nur von anfliegenden Flugzeugen empfangen werden, sondern auch von Flugzeugen, die sich nach einem → *Fehlanflug* hinter der Landebahn befinden. Die Schnittlinie zwischen der Ebene des Landekurssenders und der Ebene des → *Gleitwegsenders* beschreibt den idealen Anflugweg für die Landebahn.
Der Landekurssender besteht aus zwei Reihen von Antennen, die symmetrisch zur Mittellinie der Landebahn und etwa 300 bis 900 m (meist ca. 350 m) hinter ihrem Ende angeordnet sind. Die vordere Antennenreihe ist ca. 2 m hoch und erzeugt das eigentliche Signal zur Kennzeichnung des Landekurses, das auf einer Frequenz zwischen 108 MHz und 112 MHz und einer Leistung von 10 bis 20 Watt abgestrahlt wird. Das Signal hat die Form von zwei nebeneinander liegenden Keulen; die in Anflugrichtung gesehen rechte Keule ist mit 150 Hz, die linke Keule mit 90 Hz moduliert. An Bord des Flugzeugs wird das Signal empfangen und die Anteile der beiden Modulationen miteinander verglichen. Differenzen werden dem → *Piloten* als Abweichung nach rechts oder links vom Landekurs angezeigt.
Die hintere Antennenreihe erreicht eine Bauhöhe von ca. 3 bis 4 m und sendet das sog. Clearance Signal aus. Während das Signal der vorderen Antennenreihe stark gebündelt und mit einer relativ hohen Reichweite (ca. 25 → *nm*) versehen ist, hat das

Clearance Signal einen breiten Bedeckungsbereich und verbessert die Qualität des Landekurssignals im Nahbereich der Landebahn.

Landeplatz
→ *Flugplatz*.

Landerecht
Ein Begriff aus dem → *Luftrecht*, der in verschiedenen Kontexten verwendet wird.
1. Im internationalen Luftrecht die Bezeichnung für eine der → *Freiheiten des Luftverkehrs*. Er bezeichnet im internationalen Kontext das einem anderen Land in einem bilateralen Abkommen zugebilligte Recht, im eigenen Land zu landen. Implizit damit verbunden ist auch das Startrecht, da beides getrennt keinen Sinn ergeben würde (Flugzeuge dürfen nur landen, aber nicht wieder starten).
2. Im herkömmlichen Luftrecht ist dies nicht das grundsätzliche Recht zur Landung (oder zum Start), sondern an den Begriff des → *Slots* geknüpft und bezeichnet das Recht der zeitlichen Nutzung einer luftfahrttechnischen Ressource wie etwa einer Luftstraße bzw. einer Land- oder Startbahn. In der Branche wird dann hier auch von Lande- oder Startrechten gesprochen.

Landerollstrecke
→ *Landestrecke*.

Landeschwelle
Auch Schwelle oder Pistenschwelle; engl.: Treshold. Die Landeschwelle ist der Anfangspunkt jenes Teiles einer → *Landebahn*, der für die → *Landung* verwendet werden kann. Bei einer regulären Landung ist die Landeschwelle also der früheste Punkt des → *Aufsetzens* eines Flugzeugs.
Die Landeschwelle kann mit dem physischen Anfang der Landebahn zusammenfallen. Alternativ kann eine versetzte Landeschwelle vorliegen; in diesem Fall bleibt ein vorderer Teil der Landebahn dauerhaft ungenutzt. Eine Versetzung kann aus unterschiedlichen Gründen erfolgen, z. B.:
- Weil der vordere Teil der Landebahn aufgrund von Schäden oder Verschmutzungen nicht verwendet werden kann.
- Um Wartungs- oder Reparaturarbeiten im vorderen Teil der Landebahn führen zu können.
- Zur Verringerung des gegenseitigen Einflusses von → *Randwirbeln* bei → *Parallelbahnsystemen*. Dieses Verfahren wird z. B. bei → *HALS/DTOP* eingesetzt.

Landeschwellen sind mit einer besonderen → *Markierung*, bei größeren → *Flugplätzen* zusätzlich auch mit einer → *Schwellenbefeuerung* gekennzeichnet.

Landeschwellenmarkierung
Engl. Treshold Marking.
→ *Markierung*.

Landestrecke
Bezeichnet bei der → *Landung* die Strecke, die ein Flugzeug ab einer → *Flughöhe* von 15 m bis zum Stillstand auf der → *Landebahn* benötigt. Die Landestrecke ist unterteilt in die Aufsetzstrecke und die Landerollstrecke.
Die Aufsetzstrecke bezeichnet den Abschnitt ab einer → *Flughöhe* von 15 m bis zum → *Aufsetzen* des Hauptfahrwerks (→ *Fahrwerk*) auf der Landebahn. In der Regel stellt dieser Abschnitt einen → *Sinkflug* mit → *Abfangen* und → *Ausschweben* dar.
Die Landerollstrecke beginnt mit dem Aufsetzen des Hauptfahrwerks und endet, wenn das Flugzeug auf der Landebahn vollständig zum Stillstand gekommen ist. Wesentlichen Einfluss auf die Landerollstrecke haben das Flugzeuggewicht, die Wirksamkeit der vorhandenen Bremssysteme (Bremsen am Fahrwerk, Spoiler, → *Schubumkehr*, Bremsfallschirm) sowie die Witterungsbedingungen und der Zustand der Landebahn (z. B. nasse oder schneebedeckte Landebahn). In der Praxis wird die Landerollstrecke vom Flugzeug meist nicht voll in Anspruch genommen, da das Flugzeug nicht bis zum Stillstand auf der Landebahn abbremst. Vielmehr wird (insbesondere bei → *Schnellabrollbahnen*) die Geschwindigkeit nur so weit verringert, dass ein sicheres Verlassen der Landebahn über eine → *Rollbahn* möglich ist. Dennoch muss aus Sicherheitsgründen die verfügbare Landestrecke (→ *LDA*) einer Landebahn mindestens das 1,667-fache der Landestrecke eines Flugzeugs betragen.

Landmeile
Einheit zur Angabe von Längen und Entfernungen. Eine Landmeile entspricht dabei 1609 Metern und darf nicht mit der → *Seemeile* verwechselt werden.

Landseite
Engl.: Landside. Bezeichnung für den Teil eines → *Flugplatzes*, der – im Gegensatz zur → *Luftseite* – der Anbindung des Flugplatzes an Einrichtungen und Verkehrsmittel am Boden dienen. Zu den landseitigen Einrichtungen zählen die An- und Abfahrten für PKW, Busse, Taxen und Mietwagen, Bahnanlagen für den Schienennah- und Fernverkehr sowie Hotels und Kongresszentren. Ein wesentliches Kriterium zur Auslegung der Landseite ist der → *Modal-Split*.
Ein wichtiges Element der Landseite sind die Parkhäuser und Parkflächen. Sie werden oftmals in Flächen für Kurz-, Mittel- und Langzeitparker unterteilt. Flächen für Kurzzeitparker (z. B. Geschäftsreisende) sind in der Regel näher am → *Terminal* und teurer als die weiter entfernten Langzeit-Parkflächen (z. B. für Urlauber). Letztere können bei großen → *Flughäfen* so weit vom Terminal entfernt sein, dass die Passagiere mit Bussen oder einem → *People Mover* transportiert werden müssen.
Die Landseite ist in der Regel nicht nur für Passagiere und Personal, sondern auch für Begleitpersonen, Gäste und Besucher zugänglich (→ *Meeters-Greeters-Area*). Die Schnittstelle zwischen Land- und Luftseite kann z. B. durch die Sicherheitskontrollen im → *Terminal* definiert sein.

Landung
Bezeichnung für den → *Flugabschnitt* nach dem → *Landeanflug* (bzw. nach dem → *Endanflug*) bis zum Stillstand des Flugzeugs. Die Landung beinhaltet das → *Abfangen* aus dem → *Sinkflug*, das → *Ausschweben*, das → *Aufsetzten* und das → *Ausrollen*. Die Strecke ab einer → *Flughöhe* von 15 m bis zum Stillstand auf der → *Landebahn* bezeichnet man als die → *Landestrecke*.
Das maximale Landegewicht (→ *Fluggewicht*) ist für jedes Flugzeug beschränkt und wird vom Hersteller veröffentlicht.
Ob ein Flugzeug grundsätzlich auf einer gegebenen Landebahn landen kann ist dann von einer Reihe von Faktoren abhängig, unter anderem von:
- Dem tatsächlichen Landegewicht des Flugzeugs.
- Der Tragfähigkeit (→ *ACN*) und der → *verfügbaren Landestrecke* (LDA) der Landebahn.
- Den Witterungsbedingungen – so führt zum Beispiel eine nasse oder vereiste Landebahn zu einer größeren Landestrecke.

Bei großen Langstreckenflugzeugen wie der Airbus A340 oder der Boeing B777 ist das maximale Startgewicht deutlich höher als das maximale Landegewicht. Ist eine unvorhergesehene Landung kurz nach dem Start erforderlich, so muss das Gewicht des Flugzeugs durch → *Treibstoffablassen* reduziert werden.
Analog zum → *Start* erfolgt die Landung stets gegen den → *Wind*. Dadurch erhöht sich die → *Anströmgeschwindigkeit* um den Betrag der → *Windgeschwindigkeit*, und die → *Fluggeschwindigkeit* kann entsprechend kleiner gewählt werden.

Langsamflugtest
Im Rahmen der → *Flugerprobung* die Bezeichnung für diejenigen Testflüge, die das Verhalten des neuen Flugzeugs bei besonders niedrigen Geschwindigkeiten unter verschiedenen Bedingungen (Höhen, Beladungen, Trimmung, Klappenstellungen) testet und sich dabei auch der → *Überziehgeschwindigkeit* nähert. Das Ziel ist es, daraus Vorschriften für einen sicheren, vorhersagbaren Betrieb des Flugzeugs in klar durch Parameter wie Geschwindigkeit, Höhe, Ladung, Klappenstellungen etc. definierten Flugbereichen abzuleiten.
Je nach Bauart und erwartetem Flugverhalten müssen für diesen Test Sicherheitsraketen an dem Testflugzeug montiert werden, um bei einem unsicheren Verhalten beim Stall (z. B. beim → *Deep Stall*) Maßnahmen ergreifen zu können, das Flugzeug wieder in einen kontrollierbaren Flugbereich zu bringen.

LARS
Abk. für Load Alleviation and Ride Smoothening.
Bezeichnung für ein vom → *DLR* entwickeltes System zur Abminderung von Böenlasten.
→ *Load Alleviation System.*

LAS
Abk. für → *Load Alleviation System*.

Laserhöhenmesser
Engl. Laser Altimeter. Eine besondere Form des → *Höhenmessers*, die entgegen den anderen Formen zur Vermessung der Geländehöhe (Topologie) vom Flugzeug aus, und nicht zur Messung der → *Flughöhe* eingesetzt wird.
Ein wichtiger Grund hierfür ist, dass das Prinzip auf der Laufzeitmessung eines vom Flugzeug ausgesendeten und am Boden reflektierten Laserstrahls beruht, und damit eine optisch freie Sicht zwischen Flugzeug und Boden erfordert. Dies ist insbesondere bei schlechten Wetterbedingungen und bei Flügen in/über → *Wolken* nicht gegeben.
Aus diesem Grund werden die Flüge zur Geländemessung in geringen Flughöhen (z. B. 100 bis 200 Meter) durchgeführt. Laserhöhenmesser erreichen bei diesen Flughöhen Messgenauigkeiten von wenigen Zentimetern. Voraussetzung ist eine Kopplung der Höhenmessung mit einer entsprechend präzisen Positionsbestimmung des Flugzeugs, und einer Messung und Korrektur der aktuellen Fluglage.

Laserkreisel
Eine besondere Ausführung des → *Kreisels*, der auf Lichtstrahlen statt auf einem mechanischen Rotor basiert.
Beim Laserkreisel werden zwei Laserstrahlen gegenläufig durch ein ring- oder dreieckförmiges Spiegelsystem in einem Gehäuse geleitet. Kommt es zu einer Flugzeugdrehung in der Ebene des Gehäuses, so hat (aufgrund der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit) der in Drehrichtung laufende Laserstrahl einen etwas kürzeren Weg zurückzulegen als der gegenläufige Strahl. Dieser Unterschied kann als Laufzeit- oder Frequenzdifferenz der beiden Strahlen gemessen und in eine Information über die Drehbewegung des Flugzeugs umgerechnet werden.
Laserkreisel werden häufig in Strap-down Systemen der → *Inertialnavigation* eingesetzt.

Lastensegler
Bezeichnung für antriebslose und sehr einfach konstruierte militärische → *Transportflugzeuge* (→ *Militärflugzeug*), die zum Truppentransport in großer Zahl gebaut werden konnten. Dabei kommen sie in der Regel nur einmalig und über vergleichsweise kurze Distanzen z. B. bei Luftlandeoperationen zu Invasionszwecken zum Einsatz. Lastensegler wurden von schwereren Maschinen geschleppt und auf einer bestimmten Höhe ausgeklinkt, so dass sie von dort aus lautlos zum Zielort segeln konnten. Die → *Landung* erfolge über eine sehr einfache Steuerung und ein einfaches Fahrgestell auf Wiesen, Äckern und Feldern.
Im 2. Weltkrieg wurden Lastensegler zu Hunderten bei der Landung der Alliierten in der Normandie eingesetzt. Heute sind Lastensegler bedeutungslos.

Lastvielfache
Das Lastvielfache gibt an, um welchen Faktor die auf das Flugzeug und die Besatzung wirkende → *Gewichtskraft* infolge von Beschleunigung oder Richtungsänderung zunimmt. Das Lastvielfache gibt also an, um welchen Faktor das scheinbare Gewicht des Flugzeugs in einem → *Flugmanöver* zunimmt.
Das Lastvielfache wird in Einheiten der Erdbeschleunigung → *g* angegeben. Im unbeschleunigten → *Horizontalflug* wird gerade ein Lastvielfaches von 1 erreicht. Erhöhungen der → *Fluggeschwindigkeit* und Richtungsänderungen des Flugzeugs, z. B. im → *Kurvenflug*, führen zu höheren Lastvielfachen. Bei einer mit 3°/s geflogenen → *Normalkurve* beträgt das Lastvielfache gerade 1,1, d. h. auf das Flugzeug und seine Besatzung wirkt eine um 10 % erhöhte Gewichtskraft. Bei einer → *Steilkurve* mit einer → *Querneigung* von 60° erhöht sich das Lastvielfache bereits auf den Wert 2.
Kunstflugzeuge müssen Lastvielfache von mindestens 6,5 und −4,5 sicher aushalten. Passagierflugzeuge werden für Lastvielfache von 2,5 und −1 ausgelegt. Diese erhöhte Gewichtskraft wirkt auch als reale Kraft auf die Struktur des Flugzeugs, und muss von dieser aufgenommen werden.

LAT
Abk. für Latitude, der Längengrad.

Launching Customer
Bezeichnung für die ersten Kunden (in der Regel → *Luftverkehrsgesellschaften* oder Leasing-Unternehmen), die ein neues, geplantes Flugzeug bestellen, und durch ihre Bestellung die Initialzündung für die Entwicklung geben.
Aufgrund der hohen Kosten einer Flugzeugentwicklung können es sich Flugzeughersteller kaum leisten, ein Flugzeug zu entwickeln, das anschließend im Markt keine Akzeptanz findet. Launching Customer erhöhen durch ihre Bestellung die wirtschaftliche Sicherheit für den Hersteller. Gleichzeitig geben sie durch ihre Bestellung dem Markt ein Signal, dass das Flugzeug erfolgreich sein könnte und erhöhen damit die Chance, dass sich weitere Kunden für das Flugzeug entscheiden. Für den Hersteller ist es daher besonders wichtig, möglichst renommierte Luftverkehrsgesellschaften als Launching Customer zu gewinnen. Launching Customer für die Boeing B737 (Erstflug 9. April 1967) in den 60er Jahren war die z. B. die Deutsche Lufthansa. Für die Saab 2.000 (Erstflug 26. März 1992) in den späten 80er Jahren war es die schweizerische Crossair.

Umgekehrt werden Launching Customer für ihr Risiko und für ihre Unterstützung des Herstellers neben finanziellen Anreizen auch mit einer engen Zusammenarbeit in der Entwicklung belohnt. Sie erhalten so die Möglichkeit, die Entwicklung in Richtung ihrer eigenen Bedürfnisse zu beeinflussen.

Laval-Düse
Benannt nach dem schwedischen Ingenieur Karl Gustaf Patrik de Laval (* 9. Mai 1845, † 2. Februar 1913).
Allgemein die Bezeichnung für eine Düse, die aufgrund ihrer besonderen Form für den Übergang von Unterschall- zu Überschall-Strömungen geeignet ist.
In der Luftfahrt werden Laval-Düsen z. B. als → *Schubdüsen* im Überschallflug eingesetzt. Aufgabe dieser Schubdüse ist es, den Abgasstrahl eines → *Strahltriebwerks* über die → *Fluggeschwindigkeit* hinaus zu beschleunigen. Da die Strömungsgeschwindigkeit in der Brennkammer eines Strahltriebwerks (mit Ausnahme der Scram-Jets, die eine besondere Form der → *Staustrahltriebwerke* darstellen) unterhalb der Schallgeschwindigkeit liegt, muss der Abgasstrahl in der Düse von Unterschall- auf Überschallgeschwindigkeit beschleunigt werden.
Die Beschleunigung des Abgasstrahls beruht auf der Massenerhaltung. Diese besagt, dass durch alle Querschnitte entlang der Düse stets die gleiche Gasmasse pro Zeiteinheit strömen muss. Diese Gasmasse ist das Produkt aus der Dichte des Abgasstrahls, der Strömungsgeschwindigkeit, und der Querschnittsfläche der Düse. Bei Unterschallgeschwindigkeit führt eine Verjüngung des Querschnitts zu einer nur geringen Erhöhung der Dichte; die Strömungsgeschwindigkeit muss also an-steigen, damit der Massenfluss konstant bleibt.
Bei Überschallgeschwindigkeit dagegen kehren sich die Verhältnisse um. Die Dichte nimmt bei einer Verjüngung des Querschnitts so stark zu, dass die Geschwindigkeit abnimmt. Erhöht man dagegen den Querschnitt, so nimmt die Dichte des Gases so stark ab, dass sich die Geschwindigkeit des Gases erhöht.
Aus diesem Grund verjüngt sich eine Laval-Düse zunächst und beschleunigt dabei die Unterschallströmung, bis im engsten Querschnitt gerade die → *Schallgeschwindigkeit* erreicht wird. Danach weitet sich die Laval-Düse wieder auf und beschleunigt die Überschallströmung weiter bis zum Austritt des Gases.

Layout
→ *Bestuhlung*.

Lazy Eight
Bezeichnung für ein Manöver aus dem Bereich des → *Kunstflugs*, bei dem ein Flugzeug im horizontalen Geradeausflug anfliegt und dann eine gleichmäßige Kurve im → *Steigflug* beginnt. Im Scheitelpunkt der Kurve soll die → *Querneigung* wenigstens 60° betragen. Das Flugzeug senkt dann den → *Bug*, und die Querneigung verringert sich in dem Maße wie sie zuvor zugenommen hat. Die Kurve wird über 180° hinaus fortgesetzt und die → *Tragflächen* werden waagerecht gestellt, bevor gegengesteuert wird und das Flugzeug mit entgegen gesetztem Kurs auf den ursprünglichen Anflugweg zurückkehrt. Damit ist die erste Hälfte der Flugfigur abgeschlossen, die dann entgegengesetzt wiederholt wird. Das Einsteuern auf den ursprünglichen Anflugkurs beendet die Flugfigur.
Die Güte dieser Flugfigur kann anhand der folgenden Punkte festgestellt werden:
- Es gibt nur einen unzureichenden Höhengewinn.
- Es gibt nur eine unzureichende Querneigung.
- Die Winkel der Steig- und → *Sinkflüge* sind nicht in der ganzen Flugfigur gleich.
- Die Form der Bögen ist falsch.
- Flugweg durch die Figur ist insgesamt nicht stetig.

LBA
Abk. für Luftfahrtbundesamt.
Das LBA ist die deutsche → *Luftfahrtbehörde* und damit die oberste Aufsichtsbehörde für das zivile Flugwesen in Deutschland. Das LBA ist dem Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (→ *BMVBW*) nachgeordnet und hat seinen Sitz in Braunschweig.
Teil des LBA ist die → *FUS*, die für die Untersuchung von Flugunfällen verantwortlich ist.
→ *http://www.lba.de/*

LBZ
Abk. für Luftfahrtberatungszentrale.
Bezeichnung für eine vom → *DWD* unterhaltene Stelle, die an bestimmten Standorten einen Beratungsdienst für die allgemeine Luftfahrt bereit hält.

LCC
Abk. für Low Cost Carrier.
→ *Billigflieger*.

LCN
Abk. für Load Classification Number.
Wurde ersetzt durch → *PCN*.

LDA
Abk. für Landing Distance Available.
Im Deutschen auch als verfügbare Landestrecke bezeichnet.
Der LDA-Wert einer → *Landebahn* gibt die maximale Länge an, die dem Flugzeug bei der → *Landung* zum → *Aufsetzen* und → *Abbremsen* zur Verfügung steht. Bei einer Landebahn, deren → *Landeschwelle* am Anfang der Piste liegt, entspricht LDA gerade der baulichen Länge der Landebahn; bei einer versetzten Schwelle verringert sich LDA dagegen um den entsprechenden Versatz.
Aus Sicherheitsgründen muss die verfügbare LDA bei einer Landung mindestens das 1,667-fache der → *Landestrecke* eines Flugzeugs betragen.

LDG
Abk. für Landing.
→ *Landung*.

LDI
Abk. für Landing Direction Indicator, der Landerichtungsanzeiger.
Bezeichnung für eine → *Markierung* neben einer → *Landebahn* in Form eines lang gestreckten, stilisierten vierseitigen Prismas, dessen lange, spitze Seite die Landerichtung anzeigt.

Lead-in / Lead-out Linie
→ *Markierung*.

Le Bourget
→ *Luftfahrtausstellung*.

Lebensdauer
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau und aus dem Qualitätswesen allgemein. Die Lebensdauer ist der (theoretische) Zeitraum, dem ein Bauteil, ein System oder ein ganzes Flugzeug eine vorgege-

bene Belastung bis zum Versagen (z. B. Bruch, Ausfall) widerstehen kann. Die Lebensdauer hängt u. a. ab von:

- Der Beanspruchungsart (z. B. Zug-, Druck- oder Scherspannung, statische oder dynamische Last, Frequenz- und Amplitudenverteilung der Last,…).
- Den Randbedingungen, unter denen die Last aufgebracht wird (z. B. Temperatur, Luftfeuchtigkeit – beide sind insbesondere bei → *Verbundwerkstoffen* von Bedeutung.
- Vom → *Werkstoff* und von der Geometrie des Bauteils.

Aus Sicht der Sicherheit muss gewährleistet sein, dass im Betrieb die Lebensdauer nicht überschritten wird (z. B. weil die Last entsprechend gering ist, oder weil eine Vorschädigung rechtzeitig im Rahmen der → *Wartung* erkannt wird), oder dass das Überschreiten der Lebensdauer und der damit drohende Ausfall einer Komponente keine fatalen Auswirkungen hat. Dies sicherzustellen ist u. a. Aufgabe der → *Fehlertoleranzprinzipien.*

Lebensdauertest

Bezeichnung für einen wichtigen → *Bodentest*, der im Rahmen der → *Musterzulassung* von Flugzeugen durchgeführt wird. Ziel ist der Nachweis, dass die Konstruktion eines Fluggeräts der über die → *Lebensdauer* zu erwartenden Belastungen hinsichtlich der Materialermüdung stand halten kann. Geprüft wird insbesondere das Auftreten von Rissen und Schädigungen in der Flugzeugstruktur und das schadenstolerante Verhalten (→ *Damage Tolerance*) der Komponenten.

Beim Lebensdauertest werden an einem auf dem Boden fest montierten → *Prototypen* in wenigen Monaten zeitgerafft die Belastungen simuliert, die im späteren Einsatz über die gesamte Lebensdauer auf ein Flugzeug einwirken. Die Versuchsdurchführung erfolgt im Dreischichtbetrieb rund um die Uhr mit dem Ziel, mehrere zehntausend Flüge zu simulieren.

Lee

Lee ist – im Gegensatz zu → *Luv* – die dem → *Wind* abgewandte Seite von Objekten. Für Segelflieger und Sportflieger ist es an Gebirgszügen wichtig zu wissen, ob sie auf der Luv- oder Leeseite des Gebirgszuges entlangfliegen.

Lee-Rotor (-Wolke)

→ *Rotorwolke*.

Leerflug

In der Verkehrsfliegerei die Bezeichnung für einen unvermeidbaren Flug, aber ohne zahlende Passagiere. Die Gründe sind meist technischer Natur, z. B. weil ein anderes Flugzeug bei einem → *Umlauf* auf halber Strecke wegen eines technischen Defekts ausgefallen ist, die Reparatur dauert und die Passagiere abgeholt werden müssen. Seltener kommt es aus organisatorischen Gründen dazu, etwa wenn eine Fluggesellschaft die Disposition von Fluggerät und Crew nicht ordnungsgemäß vornimmt und einzelne Flüge wegen fehlenden Kabinenpersonals nur zur Beförderung von schon gebuchter Fracht im Gepäckraum fliegen müssen. Häufen sich die Leerflüge aus diesen Gründen ist es ein Zeichen für schlechte IT-Programme für die Personaldisposition oder schlichtweg deren Unfähigkeit.

Leergewicht

→ *Flugzeuggewicht*.

Leichtbau

Bezeichnung für eine interdisziplinäre Fachrichtung des Maschinenbaus, welche die Disziplinen technische Mechanik, Werkstoffwissenschaft, Konstruktionslehre und Produktionstechnik in sich vereinigt.

Wesentliche Ziele des Leichtbaus bei konstant gehaltener Belastbarkeit, Zuverlässigkeit und unter Umständen vergleichbaren weiteren Eigenschaften (Wartungsfreundlichkeit, reparierfähig, schwer entflammbar, umweltfreundlich) sind:

- Reduzierung des Bauteilvolumens
- Reduzierung der Bauteilmasse

Leichtbau wird dementsprechend überall dort eingesetzt, wo die Masse eines Objektes gering gehalten werden muss, sei es aus Komfortgründen (beispielsweise bei einem Mobiltelefon) oder aus ökonomisch-ökologischen Gründen (Senkung des Energieverbrauchs in der Verkehrstechnik durch Verminderung der zu bewegenden Massen).

Die Prinzipien des Leichtbaus werden daher in zahlreichen Gebiete des Maschinenbaus, insbesondere im Fahrzeug- und Anlagenbau angewendet. Der Flugzeugbau war historisch gesehen die erste Anwendung, bei der Erkenntnisse des Leichtbaus umgesetzt wurden.

Leichte Eisbildung

Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet jede Art von Eis, das sich langsam ansammelt. Leichte Eisbildung kann für Luftfahrzeuge ohne Enteisungsanlage gefährlich werden, wenn die Bedingungen zur → *Eisbildung* eine Stunde oder länger anhalten.

Leichte Turbulenz

Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet in Flugwetter- und Pilotenberichten solche → *Turbulenzen*, die temporär leichte, sprunghafte und nur kurzzeitig anhaltende Veränderungen in der → *Flughöhe* und / oder in der Fluglage hervorrufen.

In leichten Turbulenzen spüren Insassen eventuell leichten Druck gegen Sicherheitsgurte oder Schultergurte. Ungesicherte Objekte können leicht verrutschen. In großen Flugzeugen kann der Essensservice durchgeführt werden, und Gehen ist mit leichten oder gar keinen Schwierigkeiten möglich.

Leichter als Luft (-Flugzeug)

Ein Oberbegriff, der alle solche Fluggeräte klassifiziert, deren → *Auftrieb* das Prinzip des aerostatischen Auftriebs nutzt, d. h. sie fliegen bereits in der Ruhe, weil ihre durchschnittliche Dichte geringer als die der Umgebungsluft ist. Die → *Gipfelhöhe* dieser Fahrzeuge ist dadurch beschränkt, dass die Dichte der Luft mit wachsender → *Flughöhe* abnimmt. Im Gegensatz dazu erzeugen Fluggeräte nach dem Prinzip „schwerer als Luft" ihren Auftrieb auf aerodynamische Weise, d. h. durch geeignete → *Tragflügel* wird erst bei entsprechend schneller Bewegung Auftrieb erzeugt.

Beispiele für Fluggeräte nach dem Prinzip „leichter als Luft" sind der → *Ballon* und der → *Zeppelin* (→ *Luftschiff*).

Leistungssegelflug

Bezeichnung für eine sportliche Variante des → *Segelflugs*. Ziel eines Leistungssegelfluges ist es, eine Strecke in möglichst kurzer Zeit zurückzulegen, oder in einem vorgegebenen Zeitraum eine möglichst weite Strecke zu fliegen. Dazu müssen verschiedene vorgegebene Wendepunkte überflogen werden. Ein Satellitenempfänger an Bord des Segelflugzeuges zeigt dem Piloten den Weg und zeichnet die geflogene Route auf, die dann bei der

Wettkampfauswertung überprüft wird. Leistungsflüge werden außer für den Landeswettbewerb, bei dem jeder Teilnehmer zu einer beliebigen Zeit von einem beliebigen Flugplatz aus starten kann, auch in direkten Leistungsvergleichen (z. B. Bayerische Meisterschaft, Europameisterschaft, Weltmeisterschaft) durchgeführt. In diesem Fall werden alle Teilnehmer nacheinander von Motorflugzeugen in die Luft geschleppt; der Start erfolgt erst, wenn alle Segelflugzeuge in der Luft sind. Die Leistungen werden durch Messung der Abflug- und Ankunftszeit sowie der Durchschnittsgeschwindigkeit (bezogen auf den direkten Weg) ermittelt. Dabei können Durchschnittsgeschwindigkeiten zwischen 100 und 150 km/h erreicht werden.

Leitwerk

1. Engl.: Empennage. Bezeichnung für die Heckbaugruppe eines Flugzeugs, die gewöhnlich aus dem → *Seitenleitwerk* mit → *Seitenflosse* und → *Seitenruder*, und dem → *Höhenleitwerk* mit → *Höhenflosse* und → *Höhenruder* besteht. Das Leitwerk dient der → *Stabilität* und der → *Steuerbarkeit* des Flugzeugs um die → *Querachse* (→ *Nicken*) und um die → *Hochachse* (→ *Gieren*). Außerdem wird das Leitwerk zur → *Trimmung* des Flugzeugs eingesetzt.
   In vielen Fällen befindet sich das Leitwerk am → *Heck* des Flugzeugs (Heckleitwerk). Seiten- und Höhenleitwerk können dabei auf unterschiedliche Weise angeordnet sein. In vielen Fällen ist das Höhenleitwerk an der Unterkante des Seitenleitwerks befestigt. Beim → *T-Leitwerk* sitzt das Höhenleitwerk dagegen auf der Spitze des Seitenleitwerks. Bei vielen Flugzeugen der 40er, 50er und 60er Jahre schneidet das Höhenleitwerk das Seitenleitwerk etwa auf mittlerer Höhe der Seitenflosse.
   Generell ist bei der Wahl des Leitwerks darauf zu achten, dass das Seitenruder beim → *Trudeln* nicht vom Höhenleitwerk abgeschattet wird.
   Auch die Zahl der Seitenleitwerke kann variieren. Während gängige Flugzeuge nur ein Seitenleitwerk aufweisen, werden → *Militärflugzeuge* gelegentlich mit einem doppelten Seitenleitwerk ausgestattet. Bei älteren Flugzeugen findet sich das Doppelkiel-Leitwerk (auch Doppelleitwerk oder Scheibenleitwerk), bei dem jeweils ein Seitenleitwerk am linken und rechten Rand des Höhenleitwerks angebracht ist. In einer anderen, heute ebenfalls nicht mehr gängigen Variante werden zwei Rümpfe, jeder mit einem eigenen Seitenleitwerk, an ihrem Heck durch ein Höhenleitwerk verbunden. In der Vergangenheit wurde es vor allem bei schweren Maschinen wie Transportflugzeugen oder Bombern verwendet. um den Kurvenradius zu verringern und die Wendigkeit zu erhöhen.
   Die Lockheed Constellation (Erstflug 9. Januar 1943) und die spätere L-1049 Super Constellation (Erstflug 13. Oktober 1950) verfügten sogar über ein Dreifach-Seitenleitwerk.
   Ein weiterer Sonderfall ist das → *V-Leitwerk*, bei dem Seiten- und Höhenleitwerk zu Flächen, die in V-Stellung zueinander stehen, zusammengefasst sind. Beim → *Pendelleitwerk* entfällt das Ruder, so dass sowohl Steuerung als auch → *Trimmung* durch Verdrehen der Höhenflosse erfolgen.
2. Engl.: Control Surfaces. Meist wird unter dem Leitwerk wie unter 1. beschrieben nur die Heckbaugruppe mit Höhen- und Seitenleitwerk verstanden. Streng genommen umfasst das Leitwerk jedoch alle Flächen zur Steuerung und Stabilisierung des Flugzeugs, also z. B. auch → *Kopfsteuerflächen* oder die → *Querruder* in den → *Tragflügeln*.

LF

Abk für Low Frequency.
Bezeichnung für das Frequenzband von 30 bis 300 kHz. In Deutschland auch Langwellenbereich (LW) oder Kilometerwellenbereich genannt.
Wellen im LF-Bereich breiten sich entlang der Erdoberfläche aus und überbrücken stabil Distanzen bis zu 1.500 km. Langwellensender sind geeignet, mit einem einzigen Sender größere Gebiete wie z. B. das gesamte Gebiet von Deutschland und das unmittelbar angrenzende Ausland zu versorgen.
Die Nachbarbereiche des LF sind → *VLF* (nach unten) und → *MF* (nach oben).

Lichtsignale

Engl.: Aerodrome Control Light Signals. Bezeichnung für optische Signale an einem → *Flugplatz*, die Aufgaben der → *Platzkontrolle* übernehmen und der Steuerung des Flugverkehrs am Boden und in der Luft dienen.
Für Flugzeuge am Boden werden die folgenden Signale verwendet:

- Grünes Blinksignal: Erlaubnis zum Rollen.
- Grünes Dauersignal: Start frei.
- Rotes Blinksignal: Landefläche freimachen.
- Rotes Dauersignal: Halt!
- Weißes Blinksignal: Zum Ausgangspunkt auf dem Flugplatz zurückkehren.

Für Flugzeuge in der Luft gilt:

- Grünes Blinksignal: Zwecks Landung zurückkehren bzw. Landeanflug fortsetzen – Freigabe zum Landen und Rollen abwarten.
- Grünes Dauersignal: Landung frei.
- Rotes Blinksignal: Nicht landen, Flugplatz ist unbenutzbar.
- Rotes Dauersignal: Platzrunde fortsetzen – anderes Luftfahrzeug hat Vorrang.
- Weißes Blinksignal: Auf diesem Flugplatz landen – Freigabe zum Landen und Rollen abwarten.
- Rote Leuchtkugeln: Ungeachtet aller früheren Anweisungen und Freigaben nicht landen.

Prinzipiell haben Anweisungen über Sprechfunk höhere Priorität als Lichtsignale. Ausgenommen davon sind die roten Leuchtkugeln, die auch Anweisungen über Funk außer Kraft setzen.

LIDAR

Abk. für Light Detection and Ranging.
Neben dem Radar und dem Sonar eine weitere Methode zur Entfernungs- und Geschwindigkeitsmessung entfernter Objekte, die zusätzlich auch zur Messung atmosphärischer Parameter verwendet werden kann. Statt elektromagnetischer Wellen (wie beim Radar) oder Schallwellen (wie beim Sonar) werden beim Lidar Laserstrahlen verwendet.
Eine bekannte Anwendungen sind mobile Geschwindigkeitsmesspistolen der Verkehrspolizei, mit der Geschwindigkeitsübertretungen detektiert werden. In der Luftfahrt werden Lidar z. B. bei → *Wirbelschleppentests* verwendet.

Liegezeit

Als Liegezeit werden alle Zeiträume bezeichnet, in denen ein Flugzeug unproduktiv am Boden steht. Dies betrifft insbesondere Zeitträume für die → *Wartung* und die → *Überholung* eines Flugzeugs sowie Zeiten zwischen zwei Flügen (→ *Blockzeit*).

Lifting Canard

→ *Canard*.

Lilienthal, Otto
Ein Pionier der Luftfahrt, dem 1891 die ersten sicheren Gleitflüge der Geschichte gelangen. Seine Methode „vom Sprung zum Flug“ wurde von Flugpionieren in aller Welt übernommen und ist der Beginn des Zeitalters des Fluges von Menschen.
Am 9. August 1896 stürzte Otto Lilienthal mit seinem Segelapparat ab; einen Tag später erlag er seinen schweren Verletzungen an der Wirbelsäule.

Links
→ *http://home.t-online.de/home/LilienthalMuseum/*

Lilienthal'sche Widerstandspolare
→ *Widerstandspolare*.

Linear-Konzept
Engl.: Linear Concept. Bezeichnung für eine besondere Bauform von → *Terminals*, bei dem sich die → *Flugsteige* direkt am Zentralgebäude des Terminals befinden. Dies steht im Gegensatz zu anderen Konzepten, bei denen sich die Flugsteige an → *Satelliten*, → *Fingern* oder auf dem offenen → *Vorfeld* (→ *offenes Konzept*) befinden.
Die einfachste Form des Linear-Konzeptes ist das rechteckige Terminal, an dessen Vorderseite die Vorfahrten für PKW, Busse, Taxis etc. sind, und an dessen Rückseite die Flugzeuge tangential oder senkrecht an den Flugsteigen stehen. Das Terminal kann auch zu einer oder mehreren Kurven gekrümmt sein, wie zum Beispiel in Paris-Charles de Gaulle (CDG, Terminal 2). Besonders für kleine → *Flugplätze* erlaubt diese einfache Form eine kompakte Bauweise mit kurzen und transparenten Wegen für die → *Passagiere*.
Aufgrund der großen → *Spannweite* bzw. Länge der Flugzeuge kann die → *Landseite* eines → *Flughafens* deutlich kürzer als seine → *Luftseite* ausgeführt werden. Dementsprechend besteht eine einfache Erweiterung des Linearkonzepts darin, die Luftseite des Terminals rechts und links vom Zentralgebäude zu verlängern und mit zusätzlichen Flugsteigen zu versehen. Der Nachteil dabei ist, dass die Wege für Passagiere zu den äußeren Flugsteigen sehr lang werden können.
Eine Erweiterung des Konzepts besteht darin, mehrere Linearterminals modular aneinander zu reihen, wobei jedes Terminal mit allen Funktionen ausgestattet wird. Diese Konzept verfolgt z. B. der Flughafen München. (MUC). Die Wege zwischen Vorfahrt und Flugsteig können so extrem kurz gehalten werden; jedoch vervielfachen sich mit den Einrichtungen auch die Investitionskosten, und für Umsteiger können die Wege wiederum sehr lang werden. Diese modularen Konzepte eignen sich daher für Flughäfen mit vielen Punkt-zu-Punkt Verbindungen und einem geringen Anteil an umsteigenden Passagieren. Das Angebot an Einzelhandel und Dienstleistungen ist dann allerdings für die einzelnen Flugsteige eher gering, bzw. in einem zentralen Bereich gesammelt und entsprechend schwächer besucht.

Lineup
Bezeichnung für den Prozess des Einsortierens eines Flugzeugs zwischen andere auf dem Taxiway vor dem Start, damit die Flugzeuge in der von der Flugsicherung gewünschten Reihenfolge starten. Auch die dabei auf den Taxiways entstehende oft beeindruckend aussehende Reihe von Flugzeugen selbst wird als Lineup bezeichnet.

Linienflug
→ *Verkehrsfliegerei*.

Linienverkehr
→ *Luftverkehr*.

Linsenförmige Wolke
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet eine → *Wolke*, welche die Form mehr oder weniger vereinzelter, glatter Linsen oder Mandeln hat. Diese Wolken treten oft in Formationen orographischen Ursprungs (→ *Gewitter*) auf, dem Resultat von Wellen an der Windschattenseite. In einem solchen Fall bleiben sie relativ stationär an ihrem Ausgangspunkt (sogenannte stehende Wolke). Linsenförmige Wolken gibt es jedoch auch in Regionen ohne ausgeprägte Reliefbildung der Erdoberfläche.

LIRL
Abk. für Low Intensity Runway Lighting.
→ *HIRL*.

Livery
Auch Paintscheme genannt. Ein Begriff aus der → *Verkehrsfliegerei*. Von engl. Livery = Uniform. International gängige Bezeichnung für die standardisierte Lackierung eines Flugzeugs einer → *Luftverkehrsgesellschaft* unter dem Gesichtspunkt der Außenwirkung. Bestandteile der Livery sind die oft von der Corporate Identity des Unternehmens abgeleiteten verwendeten Farben und grafischen Elemente, wie etwa das Unternehmenslogo (Größe und Platzierung, typischerweise am → *Leitwerk*), der Unternehmensname (Größe und Platzierung) und zusätzliche, meist kleinformatige und teilweise vom → *Luftrecht* vorgeschriebene Informationen wie etwa das → *Eintragungszeichen* oder der Name des Flugzeugs.
Als Retro-Look bezeichnet man eine Livery die nicht aktuell ist, sondern in denen aus nostalgischen Gründen ausgewählte, einzelne Flugzeuge lackiert sind. Dies erfolgt oft aus Anlass eines Jubiläums. Bekannte Flugzeuge im Retro-Look waren ein Airbus A321 der Lufthansa (D-AIRX), der vom 1. April 2005 an anlässlich des 50. Geburtstags der (neuen) Lufthansa mehrere Jahre lang in der Livery der 50er Jahre flog. Auch die SAS lackierte ihren ersten erhaltenen Airbus A319 im September 2006 anlässlich ihres 60jährigen Bestehens in einem Retro-Look, in dem die Flugzeuge von den 40er Jahren bis weit in die 80er Jahre mit nur kleinen Änderungen unterwegs waren.

LMM
Abk. Localizer/Middle Marker.
→ *Haupteinflugzeichen*.

LMT
Abk. für Local Mean Time.

Load Allevation System
Abgekürzt mit LAS. Bezeichnung für eine Komponente des → *Flugreglers*, die durch gezieltes Ansteuern der → *Querruder* die Spitzenbelastung des → *Tragflügels* infolge von Windböen reduziert. Dies erlaubt es, Tragflügel auf geringere Lasten auszulegen und somit Gewicht und → *Kraftstoff* im Flug zu sparen. Load Alleviation Systeme sind ein Beispiel für die erweiterten Aufgaben moderner Flugregler, die in dem übergreifenden Begriff → *Active Control* zusammengefasst sind.

LOC
Abk. für Localizer.
→ *Landekurssender*.

Local Control
→ *Platzkontrolle*.

Logbuch
→ *Flugbuch*.

LOM
Abk. für Localizer/Outer Marker.
→ *Voreinflugzeichen*.

Lomcovàk
Bezeichnung für ein Manöver aus dem Bereich des → *Kunstflugs*. Dabei wird das Flugzeug bewusst ins → *Taumeln* gebracht. Das Manöver, das erstmals von dem früheren Kunstflugweltmeister Ladislav Bezàk (aktiv in den frühen 60er Jahren) erfunden wurde, hat mindestens fünf Variationen, die alle bei einer nahezu vertikalen Fluglage beginnen und unter negativen G-Kräften geflogen werden.

LONG
Abk. für Longitude, der Längengrad.

LongTAF
→ *TAF*.

Loop, Looping
Früher auch Überschlag genannt, heute auch nur kurz als Loop (Schleife) bezeichnet. Bezeichnung für ein Manöver aus dem Bereich des → *Kunstflugs*, bei dem ein Flugzeug einen ganzen senkrechten Kreis fliegt.
Man unterscheidet dabei einen Innen- und einen Außenlooping. Ein Außenlooping, oben am Kreis begonnen, ist bedeutend schwieriger zu fliegen als ein Innenlooping, da der Pilot während des ganzen Manövers negativen G-Kräften ausgesetzt ist.
Ferner kann ein Spirallooping entstehen, bei dem dann die Querlage am Fußpunkt (unmittelbar vor dem Hochziehen) und im Scheitelpunkt des Loopings in Rückenlage nicht optimal ist, d. h. der → *Tragflügel* befindet sich dabei nicht exakt in einer horizontalen Lage.
Ein Looping wird gegen den Wind angeflogen. Die Güte dieser Flugfigur kann anhand der folgenden Punkte festgestellt werden:
- Der Looping wird nicht senkrecht geflogen.
- Der Looping ist nicht ausreichend rund.
- Es erfolgt kein waagerechter Geradeausflug in gleicher Richtung und gleicher Höhe wie beim Einflug.

LORAN
Abk. für Long Range Navigation (System).
Bezeichnung für ein → *Hyperbelverfahren* in der → *Funknavigation*, das besonders in der Langstrecken-Navigation zur Ortsbestimmung von Flugzeugen eingesetzt wird.
Die Entwicklung von LORAN begann während des 2. Weltkrieges in den frühen 40er Jahren. Erste Systeme gingen 1944 in Betrieb. Sie basieren auf der Messung und Auswertung von Laufzeit- und/oder Phasendifferenzen zwischen mehreren gleichzeitig empfangenen Signalen durch den mobilen Empfänger. Zur Bestimmung der Position des Flugzeugs ist der gleichzeitige Empfang von mindestens drei Sendern erforderlich. Dabei ist zu beachten, dass die LORAN-Systeme (im Gegensatz z. B. zum OMEGA-System) keine weltweite Abdeckung haben, sondern im Wesentlichen auf den Nordatlantik, die USA und den Nordpazifik, später auch Europa und Russland beschränkt sind.
Man unterscheidet verschiedene LORAN-Systeme, die den jeweiligen Stand der Technik reflektieren:
- LORAN-A (auch: Standard-LORAN): LORAN-A wurde während des zweiten Weltkriegs entwickelt und besteht aus einer Reihe von Hauptsendern (Master Stations), an die jeweils einige Nebensender (Slave Stations) synchronisiert angekoppelt sind. Der Abstand zwischen Haupt- und Nebensender wird als Basis des Systems bezeichnet und kann mehrere hundert Kilometer betragen. LORAN-A arbeitet im 2 MHz Bereich (1.750 kHz bis 1.950 kHz) und hat eine Reichweite von ca. 1.000 km bis 2.000 km, abhängig von der Tageszeit. Der Hauptsender sendet ein Signal aus, das von den Nebenstationen empfangen wird, und dort mit definierter Verzögerung ein weiteres Signal auslöst. Alle Haupt- und Nebensignale unterscheiden sich in ihrer Impulsfolgefrequenz und können so identifiziert werden. An Bord des Flugzeugs werden die Signale des Haupt- und der Nebensender empfangen; dabei können sowohl Raum- als auch Bodenwelle erfasst werden. Mit Hilfe von Spezialkarten kann aus der Laufzeitdifferenz der Signale die Position des Flugzeugs ermittelt werden. Dazu sind mindestens zwei Signalpaare nötig, die jedoch beide den gleichen Hauptsender haben können. Die maximale Genauigkeit beträgt etwa 2 km bis 10 km unter normalen, und etwa 500 m bei günstigen Bedingungen. Das LORAN-A System ist inzwischen stillgelegt.
- LORAN-B: LORAN-B ist eine Weiterentwicklung von LORAN-A, das in den 50er Jahren von der Schifffahrt genutzt wurde. Gegenüber LORAN-A weist es einige technische Verbesserungen auf, die insbesondere die Genauigkeit des Systems erhöhen. Auch LORAN-B ist inzwischen abgeschaltet.
- LORAN-C: Es unterscheidet sich von LORAN-A zum einen in der verringerten Senderfrequenz von ca. 100 kHz, und in der Kombination von Laufzeit- und Phasenmessung zur Bestimmung der Position. Dadurch kann die Genauigkeit des Systems deutlich auf ca. 100 bis 1.500 m gesteigert werden; die Reichweite beträgt dabei etwa 2.000 km.
- LORAN-D: Dies ist eine militärische Variante des LORAN-C Systems mit tragbaren und dadurch mobilen Sendern. Sendeleistung und Reichweite sind gegenüber LORAN-C stark verringert. Die Impulsgruppen sind verschlüsselt und bestehen aus 16 Impulsen.

Lorenzbake
Die Lorenzbake war ein funktechnisches Instrument zur Navigation. Es unterstützte einen Piloten beim Landeanflug unter schlechter Sicht (etwa bei Regen) und kann als Vorläufer heutiger Instrumentenlandesysteme angesehen werden.
Es besteht aus einem gerichteten Leitstrahl, der dem Piloten über ein akustisches Signal im Cockpit die Richtung zur Landebahn weist.
Die Lorenzbake wurde von dem Unternehmen Lorenz, aus dem später die Standard Elektrik Lorenz (SEL) in Stuttgart hervorgehen sollte, entwickelt und z. B. am Flughafen Bremen und auch in der Schweiz installiert. Während des 2. Weltkriegs wurde das Verfahren zum sogenannten Radar-Leitstrahl-System weiterentwickelt, das Kampfflugzeugen ein präzises Anfliegen eines Ziels erlaubte. Die Lorenzbake wurde vor allem in den 1930er Jahren benutzt und ist heute für die praktische Fliegerei bedeutungslos.

Lotkreisel
Eine spezifische Ausführung des → *Lagekreisels* bei der die Drallachse des Kreisels ursprünglich in Richtung der Erdbeschleunigung ausgerichtet wird.

Der Lotkreisel erlaubt die Messung der → *Querneigung* und der → *Längsneigung* des Flugzeugs. Da er wie alle Lagekreisel einer scheinbaren Drift durch die Erddrehung und die Eigenbewegung des Flugzeugs sowie weiteren Abweichungen infolge von Störmomenten unterliegt, muss der Lotkreisel nachgestellt (=gestützt) werden. Dazu kann z. B. mit Hilfe einer Quecksilberlibelle eine Abweichung von der Lotausrichtung erkennt und über Stellmotoren entsprechend ausgeglichen werden. Dabei ist zu beachten, dass die Quecksilberlibelle im Kurvenflug dem Scheinlot folgt, und nicht der Richtung der Erdbeschleunigung.

Lotse
→ *Fluglotse*.

Lounge
Besondere Warteräume auf → *Flughäfen*, die → *Luftverkehrsgesellschaften* ihren → *Passagieren* – bzw. in den meisten Fällen nur ihren → *Vielfliegern* – als besonderen Service zur Verfügung stellen.
Lounges können mit den unterschiedlichsten Einrichtungen ausgestattet sein; neben Sitzplätzen und Tischen z. B. mit Toiletten, Duschen, Telefon- und Faxgeräten, Arbeitsplätzen und Computern, Theken mit Speisen und Getränken, Radio- und Fernsehgeräten, und mit einem Sortiment an Zeitungen und Zeitschriften.
Oftmals werden Lounges von mehreren Luftverkehrsgesellschaften gemeinsam betrieben, insbesondere von Gesellschaften die der gleichen → *Luftfahrt-Allianz* angehören. Alternativ können Unternehmen ihren Passagieren den Zugang zu einer Lounge gewährleisten, die von einem neutralen Unternehmen (z. B. der Flughafengesellschaft) betrieben wird.

Low Cost Carrier
Abgek. Mit LLC. Eine andere Bezeichnung für
→ *Billigflieger*.

Low Drag – Low Power Anflugverfahren
→ *Frankfurter Anflugverfahren*.

Low Speed Taxi
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Er bezeichnet einen der Schritte der Flugzeugerprobung für ein neu gebautes Flugzeug nach dem → *Roll Out* im Rahmen der → *Bodentests* nach dem → *Gauntlet-Testing*. Dabei werden Fahrversuche (→ *Rollen*) mit niedriger Geschwindigkeit (bis zu 60 km/h) auf Rollwegen eines → *Flugplatzes* unternommen. Das Flugzeug bewegt sich dabei erstmals aus eigener Kraft, d. h. durch den Einsatz der eigenen → *Triebwerke*.
Während des Low Speed Taxi werden verschiedene Systeme getestet,u. a. die Triebwerke, die Lenkung und die Bremsen am → *Fahrwerk*.
Dem Low Speed Taxi folgt der High Speed Taxi. Dabei werden Fahrversuche mit hoher Geschwindigkeit (bis zur Geschwindigkeit des Abhebens) auf einer → *Startbahn* unternommen, ohne dass das Flugzeug jedoch abhebt. Auch während des High Speed Taxi werden verschiedene Systeme getestet, u. a. die Triebwerke, die Lenkung und die Bremsen am Fahrwerk, → *Bremsklappen* sowie bei Flugzeugen mit → *Strahlantrieb* die → *Schubumkehr*.

LPC
Abk. für Luftfahrtpresse-Club.
Bezeichnung für einen 1955 gegründeten, politisch neutralen und wirtschaftlich unabhängigen Zusammenschluss von Journalisten, Pressesprechern, Autoren und Publizisten in Deutschland, die über alle technischen und wirtschaftlichen Aspekte der Luft- und Raumfahrtbranche berichten. Er trägt dazu bei, dass über Luft- und Raumfahrtthemen in der Öffentlichkeit fachlich kompetent berichtet wird. Sein Ziel ist es, das Verständnis für Luft- und Raumfahrtthemen in der Öffentlichkeit zu erhöhen
→ *http://www.luftfahrt-presse-club.de/*

LRNZ
Abk. für Luftraumnutzungszentrale.

LROPS
Abk. für Long Range Operations.
Seit dem 25. Juni 2003 als Entwurf von der → *JAA* veröffentlichte Regeln für den Betrieb von drei- und vierstrahligen Maschinen auf extremen Langstrecken, die die Regeln für → *ETOPS* ergänzen.

LSL
Abk. für Lärmschutzanforderungen für Luftfahrzeuge.
Ein Begriff aus dem nationalen → *Luftrecht* und dort aus dem Bereich des Schutzes vor → *Fluglärm*.
Bei den LSL handelt es sich um Regularien, die vom Luftfahrtbundesamt (→ *LBA*) herausgegeben sind und durch in Deutschland zugelassene Luftfahrtzeuge eingehalten werden müssen.
Mit den LSL wurden Bestimmungen, Hinweise und Verfahren des → *Anhang 16* der → *ICAO* in nationales deutsches Recht überführt. Die Gliederung der LSL entspricht der des Anhangs 16, jedoch gehen die Forderungen der LSL in einigen Punkten über die des Anhangs 16 hinaus. Um eine Verwechslung der beiden Regelwerke zu vermeiden wurden zur Nummerierung der einzelnen Kapitel der LSL römische Ziffern gewählt.
Die wichtigste Verschärfung der LSL gegenüber Anhang 16 betrifft Propellerflugzeuge unter einem maximalen → *MTOW* von 9.000 kg. Nach Kapitel VI der LSL zertifizierte Flugzeuge müssen einen gegenüber Kapitel 6, Anhang 16, um vier dB (→ *Dezibel*) reduzierten Lärmgrenzwert einhalten. Bei den nach Kap. X zertifizierten Flugzeugen liegt der Grenzwert masseabhängig um drei bis acht dB unter der Vorgabe des Anhangs 16.

LTA
Abk. für → *Lufttüchtigkeitsanweisung*.

LTB
Abk. für luftfahrttechnischer Betrieb.
→ *Luftfahrtbetrieb*.

Luftakrobatik
→ *Kunstflug*.

Luftamt
→ *Luftfahrtbehörde*.

Luftatmendes Triebwerk
Bezeichnung für → *Triebwerke* die darauf basieren, dass sie die Umgebungsluft (die auch als Stützmasse des Triebwerks bezeichnet wird) entgegen der Flugrichtung beschleunigen und so einen Impuls auf das Flugzeug in Flugrichtung erzeugen. Da die Dichte der Luft mit der Höhe abnimmt verlieren Luftatmende Triebwerke mit zunehmender → *Flughöhe* an Leistung. Im Weltraum können diese Triebwerke nicht eingesetzt werden. Zu den luftatmenden Triebwerken zählen zum Beispiel die → *Kolbenmotoren* und die → *Strahltriebwerke*. Dem stehen die → *Raketentriebwerke* gegenüber, die nicht auf die Umgebungsluft angewiesen sind. Vielmehr tragen sie die Stützmasse selber mit, zum Beispiel in der Form von flüssigem Sauerstoff oder geeigneten Feststoffen.

LuftBauO
Abk. für Bauordnung für Luftfahrgerät.
Ein Begriff aus dem nationalen → *Luftrecht*. Die LuftBauO ist Teil des Luftverkehrsgesetzes (→ *LuftVG*). Sie regelt die besonderen Bauvorschriften, nach denen Luftfahrtgeräte hergestellt werden müssen, um den Anforderungen an die Sicherheit im Betrieb zu erfüllen und den Anforderungen an die → *Lufttüchtigkeit* zu genügen. Die Bauordnung gibt dafür aber nur einen Rahmen vor, da die Fülle der Luftfahrtgeräte sowie deren Bestandteile und Ausrüstungsgegenstände zu umfangreich sind. Konkrete Einzelheiten werden in Durchführungsverordnungen und Bekanntmachungen über Lufttüchtigkeitsanforderungen festgelegt.

Luftbetankung
→ *Tankflugzeug*.

LuftBO
Abk. für Betriebsordnung für Luftfahrtgerät.
Ein Begriff aus dem nationalen → *Luftrecht*. Die LuftBO ist Teil des Luftverkehrsgesetzes (→ *LuftVG*). Sie regelt, welche Bestimmungen beim Betrieb von den verschiedenen Luftfahrzeugen (Flugzeugen, Hubschrauber, Ballon usw.) einzuhalten sind, beispielsweise das Durchgehen von Checklisten, Mindesttreibstoffvorschriften, Vorschriften für den Nachtflug etc.

Luftdichtenhöhe
Bezeichnung für eine Höhenangabe, die zur Bestimmung des Leistungsvermögens von → *Triebwerken*, insbesondere bei hoch gelegenen → *Flugplätzen*, verwendet wird.
Die Luftdichtenhöhe gibt an, in welcher Höhe man sich befände, wenn die Dichteverteilung der Umgebung jener der Standardatmosphäre entspräche. Im Gegensatz zur → *barometrischen Höhe* wird bei der Luftdichtenhöhe also die tatsächliche Dichte der Luft zu Grunde gelegt. Diese wiederum hat einen großen Einfluss auf die Leistung der Triebwerke und den am → *Tragflügel* wirkenden → *Auftrieb*. Eine geringere Dichte verringert z. B. sowohl die Triebwerksleistung als auch den Auftrieb. Dies kann dazu führen, dass beim → *Start* eine längere → *Startbahn* erforderlich ist, oder dass das Flugzeug nicht mit → *MTOW* starten kann.

Luftdruck
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet den Druck, den die Luft infolge der Schwerkraft auf eine Fläche ausübt, und wird in der Einheit → *Hektopascal* (hPa) gemessen. Der Luftdruck ist eine zentrale, das Wettergeschehen beschreibende physikalische Größe.
Druck ist in der Physik als Kraft pro Fläche definiert. Der Luftdruck auf der Erdoberfläche ergibt sich dementsprechend aus einer gedachten vertikalen Luftsäule, die von der Erdoberfläche bis an den Rand der → *Atmosphäre* reicht. Eine solche Säule übt auf eine Einheitsfläche in Meereshöhe im Durchschnitt das Gewicht von 1013,2 Hektopascal (hPa) aus. Diese Größe wird oft als Referenz herangezogen, was seinen Ausdruck auch in der alten Einheit Atmosphäre (atm) findet. Es galt, dass 1 atm = 1013,2 hPa.
Der Luftdruck wird meistens mit dem → *Barometer* gemessen.
Der Luftdruck schwankt überwiegend zwischen 985 und 1.035 hPa, wobei die absoluten Extremwerte etwa 880 und 1.080 hPa sind. Er nimmt exponentiell mit der Höhe alle 5 km auf etwa die Hälfte ab; er beträgt in 32 km Höhe nur noch 1 % und in 50 km lediglich 1 Promille (= 1 hPa) des Luftdrucks auf Meereshöhe. Je niedriger die Temperatur, desto stärker fällt dieser Effekt aus. Der mathematische Zusammenhang zwischen der Höhe und dem Luftdruck wird durch die barometrischen Höhenformel beschrieben, woraus sich auch eine → *Barometrische Höhenstufe* als Beschreibung der Höhe ergibt. Der Effekt der Luftdruckabnahme mit der Höhe kann zur Höhenmessung durch barometrische Instrumente verwendet werden.
Damit in einer Wetterkarte die wetterbedingten Unterschiede, und nicht die Unterschiede infolge der unterschiedlichen Höhenlage der Messstationen zum Ausdruck kommen, muss der an der Station gemessene Luftdruckwert auf das Meeresniveau und eine normierte Standardtemperatur von 0° umgerechnet (reduziert) werden. Ferner ist noch eine Umrechnung auf die Normalschwere (45°Breite) erforderlich.
Für den Luftverkehr ist neben dem auf Meeresniveau reduzierten Luftdruck (→ *QNH*) auch die Angabe des Luftdruckes in der Höhe des → *Flugplatzes* (→ *QFE*) zur Messung der relativen Höhe über der → *Landebahn* wichtig.
Die räumliche Verteilung des Luftdrucks in einem größeren Gebiet kann dargestellt werden durch Linien gleichen Luftdrucks in der Bodenwetterkarte. Diese Linien werden als Isobare bezeichnet.
Als Isohypsen bezeichnet man in der Höhenwetterkarte berechnete Höhenwerte einer bestimmten Druckfläche.

LuftEBV
Abk. für Luftfahrzeug-Elektronik-Betriebsverordnung.
Ein Begriff aus dem → *Luftrecht*. Der vollständige Name dieser Verordnung ist Verordnung zur Regelung des Betriebs von nicht als Luftfahrtgerät zugelassenen elektronischen Geräten in Luftfahrzeugen. Diese Verordnung regelt nach Maßgabe des Luftfahrtbundesamtes (→ *LBa*) auf der Grundlage des Luftverkehrsgesetzes (→ *LuftVG*) den Betrieb von Mobiltelefonen und anderen nicht als Luftfahrtgerät zugelassenen elektronischen Geräten wie z. B. tragbaren DVD-Playern oder Videospielkonsolen in einem Luftfahrzeug. Diese Verordnung trat am 1. März 1999 in Kraft (BGBl. I S. 239). Eine neuere Ausführung ist vom 22. Februar 2008 (BGBl. Nr. 7 vom 6. März 2008, S. 266)
Die in der LuftEBV festgelegten Regeln sollen eine Beeinflussung der Bordelektronik von Luftfahrzeugen durch elektromagnetische Einstrahlung elektronischer Geräte vermeiden. Während des Starts und der Landung dürfen nur medizinisch lebensnotwendige oder ausschließlich mit Knopfzellen betriebene Geräte (z. B. Hörgeräte) genutzt werden.
Die Benutzung von Geräten mit expliziter Sendefunktion, zum Beispiel Mobiltelefone, kann der Halter des Luftfahrzeugs seit 2008 unter bestimmten Umständen zulassen, wenn die elektromagnetische Verträglichkeit mit der Bordelektronik nachgewiesen ist. Die neue LuftEBV erlaubt erstmals auch den Betrieb von Laptops mit WLAN-Internetverbindung während des Fluges. Diese Geräte haben eine Sendeleistung von unter 100 mW.

Lufteinlauf
→ *Einlauf*.

Luftfahrtantriebe
Zusammenfassende Bezeichnung für → *Triebwerke*, die in der Luftfahrt zur Erzeugung von → *Vortrieb* eingesetzt werden.

Luftfahrtausstellung
Bezeichnung für Ausstellungen, in denen primär die zivile und meist auch militärische Luft- und Raumfahrtindustrie ihre Produkte den Fachleuten aus der Branche oder angrenzenden

Branchen (Ausrüstungs- oder Zulieferindustrie) und interessierten Laien vorstellt. Neben Fachtagungen und Flugshows sind Luftfahrtausstellungen für die Hersteller von Flugzeugen auch ein willkommener Anlass zum Abschluss und zur öffentlichen Ankündigung neuer Aufträge, z. B. Flugzeugverkäufe an eine → *Luftverkehrsgesellschaft*.

Die bedeutendsten Luftfahrtausstellungen in Europa sind:

- Die ILA (Internationale Luftfahrtausstellung, seit 1992 in Schönefeld, davor in Hannover)
- Der Aerosalon in Le Bourget/Paris, heute eher Paris Air Show genannt
- Die Ausstellung im britischen Farnborough (Farnborough International Airshow)
- Die Messe MAKS im Russischen Schukowski

Die Ausstellungen finden zur Zeit im Zweijahresrhythmus statt, wobei die ILA und Farnborough sowie Le Bourget und MAKS jeweils auf das gleichen Jahr fallen.

Da Luftfahrtausstellungen mit hohen Kosten verbunden sind, ist eine Konsolidierung oder Fokussierung (z. B. Militär- vs. Zivilluftfahrt) der Veranstaltungen in naher Zukunft abzusehen.

Links

→ *http://www.aviasalon.com/*
→ *http://www.farnborough.com/*
→ *http://www.ila-berlin.de/*
→ *http://www.salon-du-bourget.fr/*

Luftfahrtbehörde

Genereller Begriff für die oberste Verwaltungsbehörde in einem Land, die das nationale → *Luftrecht* gestaltet und umsetzt. In der Regel ist sie direkt einem Ministerium unterstellt.

Ziel einer Luftfahrtbehörde ist die Gewährleistung der Sicherheit des Flugverkehrs und der öffentlichen Ordnung. Zu ihren Aufgaben zählt u. a.:

- Die Veröffentlichung von → *Lufttüchtigkeitsanforderungen* und die Durchführung von → *Musterzulassungen* für Fluggerät.
- Die Durchführung der → *Verkehrszulassung* und der Registrierung (→ *Eintragungszeichen*) für ein Flugzeug, sowie die Veröffentlichung von → *Lufttüchtigkeitsanweisungen* und die Überwachung der → *Lufttüchtigkeit*.
- Die → *Zertifizierung* von → *Luftfahrtpersonal*, → *Flugplätzen*, → *Luftverkehrsgesellschaften* und → *Luftfahrtbetrieben*.
- Die Leitung von Flugunfalluntersuchungen.

In Deutschland ist die Luftfahrtbehörde das Luftfahrtbundesamt (→ *LBA*), das dem Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen untersteht. Daneben gibt es noch Luftfahrtbehörden in den Ländern (z. B. Luftämter, Referate, Dezernate), die z. B. den → *Flugleiter* für die Luftaufsicht stellen, → *Flugplätze* genehmigen, den → *Start* nach einer → *Notlandung* genehmigen oder → *Pilotenlizenzen* erteilen.

Die Luftfahrtbehörde der Schweiz ist das → *BAZL*, in Frankreich ist es die → *DGAC*, in Großbritannien die → *CAA* und in den USA die → *FAA*.

Die FAA hat weltweit einen großen Einfluss auf Standards und Richtlinien. Von großer Bedeutung sind z. B. die von der FAA herausgegebenen Lufttüchtigkeitsanforderungen → *FAR*. In Europa hat sich länderübergreifend die → *JAA* etabliert, die ebenfalls Regularien, die → *JAR*, herausgibt. Die Aufgaben der JAA gehen derzeit auf die → *EASA* über.

Luftfahrtberatungszentrale

→ *LBZ*.

Luftfahrtbetrieb

Auch luftfahrttechnischer Betrieb (LTB) genannt. Zusammenfassende Bezeichnung für Unternehmen, die sich mit der Entwicklung, Herstellung und → *Wartung* von Luftfahrzeugen, → *Triebwerken* und → *Propellern* sowie Bau- und Ausrüstungsteilen beschäftigen. Luftfahrtbetriebe benötigen gemäß dem Luftverkehrsgesetz (→ *LuftVG*) eine → *Zertifizierung* als → *Entwicklungsbetrieb*, → *Herstellungsbetrieb* oder → *Instandhaltungsbetrieb*. Ein Unternehmen kann dabei auch mehrere Zertifizierungen zugleich halten.

Für den Lebenszyklus eines Flugzeugs ergibt sich damit folgendes Zusammenspiel:

- Der Entwicklungsbetrieb entwickelt ein neues Flugzeug und führt mit der → *Luftfahrtbehörde* die → *Musterzulassung* durch.
- Der Herstellungsbetrieb baut, basierend auf den Konstruktionsunterlagen des Entwicklungsbetriebs, die einzelnen → *Serienflugzeuge* und beantragt für jede Ausführung die → *Verkehrszulassung*, die erste Registrierung (→ *Eintragungszeichen*) und das Lufttüchtigkeitszeugnis (→ *Lufttüchtigkeit)*.
- Nach dem Verkauf des Flugzeugs registriert der neue Halter das Flugzeug auf seinen Namen und übernimmt das Lufttüchtigkeitszeugnis. Unterstützt vom Entwicklungsbetrieb erhält er die Lufttüchtigkeit, z. B. dadurch, dass er den Wartungsplan, der Teil der Musterzulassung ist, befolgt.
- Die → *Wartung* darf wiederum nur von einem zertifizierten Instandhaltungsbetrieb durchgeführt werden, der die benötigten Informationen zum Wartungsplan vom Entwicklungsbetrieb erhält.

Luftfahrtbundesamt

→ *LBA*.

Luftfahrthandbuch

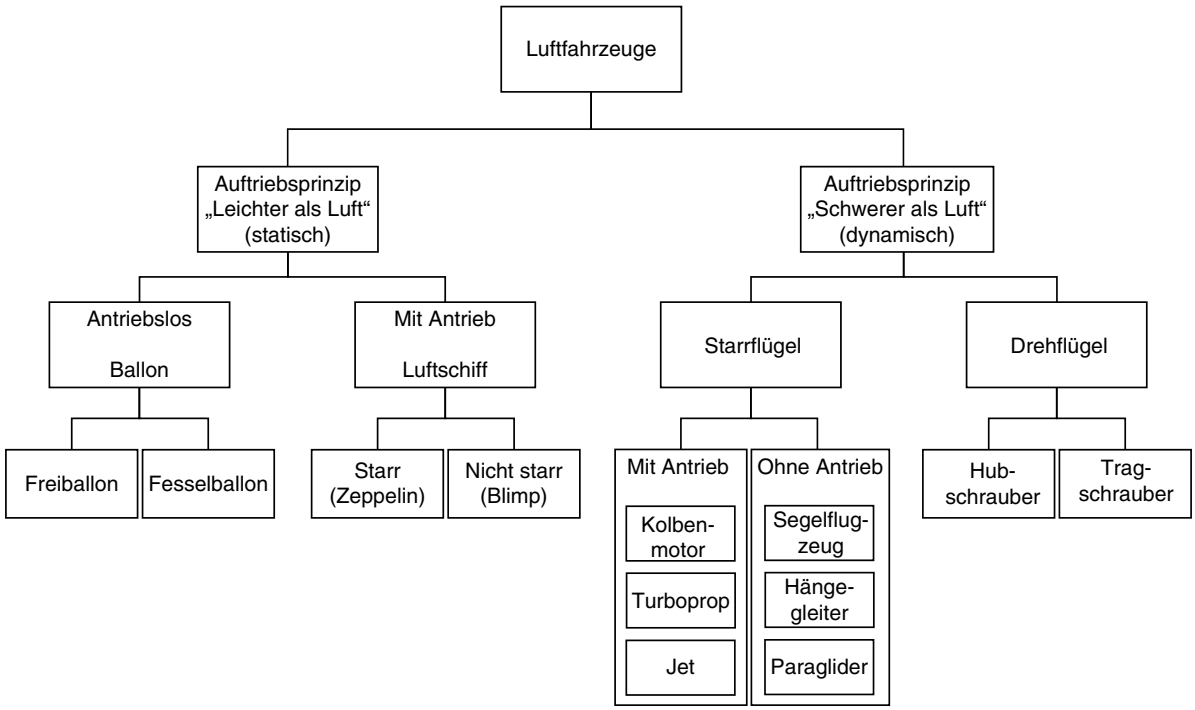
Engl.: Aeronautical Information Publication (AIP). Das Luftfahrthandbuch wird nach → *ICAO*-Regeln für jedes Land erstellt und enthält Anordnungen, Informationen und Hinweise für die Luftfahrt die langfristig gültig sind. Ergänzungen zum Luftfahrthandbuch erfolgen durch Amendments (AIP-AMD); Einträge mit befristeter Gültigkeit sind als Supplements (AIP-SUP) gekennzeichnet.

Informationen, die noch nicht im Luftfahrthandbuch veröffentlicht sind, bzw. die nur für eine kurze Zeit Gültigkeit haben, werden durch → *NOTAM*s, → *NfL* und → *AIC*s veröffentlicht.

In Deutschland wird das Luftfahrthandbuch durch den → *Flugberatungsdienst* der → *DFS* erstellt und veröffentlicht. Es ist in drei Teile gegliedert:

Der erste Teil enthält allgemeine Informationen, Regeln und Vorschriften z. B. zu:

- Veröffentlichungen, Diensten und Kontaktinformationen der Flugsicherung und der → *Luftfahrtbehörden* (AIP-GEN).
- → *Flugplätzen* und ihren technischen Einrichtungen (AIP-AGA).
- Funk- und Navigationsverfahren (AIP-COM).
- Dienstleistungen des Wetterdienstes (AIP-MET).
- Der Luftverkehrsordnung und zum → *Luftraum* und seiner Gliederung (AIP-RAC).
- Grenzüberschreitendem Verkehr und Gebühren (AIP-FAL).
- Such- und Rettungsdiensten (AIP-SAR).
- → *Luftfahrtkarten* (AIP-MAP)



Systematik der Luftfahrzeuge

Der zweite Teil enthält Karten für die → *Funknavigation* und Informationen zu Verfahren für den → *Instrumentenanflug*.
Der dritte Teil enthält Auszüge aus dem ersten Teil sowie Informationen zu → *VFR* An- und Abflugverfahren.

Luftfahrtinformationsblätter
In der Schweiz die Bezeichnung für Aeronautical Information Circular (→ *AIC*).

Luftfahrtinformationsrundschreiben
→ *AIC*.

Luftfahrtkarte
Engl.: *Aeronautical Charts*. Zusammenfassende Bezeichnung für Karten die zur → *Navigation* im Luftverkehr eingesetzt werden. In Abhängigkeit von der Anwendung sind Karten mit unterschiedlichen Maßstäben und Informationen verfügbar.

- Die Luftfahrtkarte 1 : 1.000.000 (World Aeronautical Charts) stellen eine standardisierte Serie von Übersichtskarten dar, die für alle → *ICAO*-Mitgliedstaaten verfügbar sind. Sie enthalten mindestens die für → *Sichtflüge* benötigten Informationen, in der Regel aber auch Angaben für → *Instrumentenflüge*. Neben den geographischen Angaben zu allen → *Flugplätzen* finden sich Informationen zur → *Flugsicherung* und zum → *Luftraum* (inklusive. → *Flugbeschränkung*, → *Gefahren-* und → *Luftsperrgebiete*) und Angaben zur → *Funknavigation*.
- Die Luftfahrtkarte 1 : 500.000 (Aeronautical Chart) ist für Sichtflüge mit geringer → *Fluggeschwindigkeit* im Kurz- und Mittelstreckenbereich gedacht. Streckenkarten (En-route Charts) enthalten ähnliche Informationen wie die World Aeronautical Charts und unterstützt die Navigation bei Instrumentenflügen entlang der → *Luftstraßen* im → *unteren* und → *oberen Luftraum*.
- Die Flugplatzkarte (Aerodrome Chart) enthält Informationen zur Anordnung, Bezeichnung und → *Befeuerung* der → *Start- und Landebahnen*, zum → *Flugverkehrskontrolldienst*, zeigt die Lage der → *Rollwege*, der → *Abstellflächen* und der → *Terminals*, und informiert über den Flugplatzbetrieb. Der Maßstab dieser Karten liegt typischerweise zwischen 1 : 5.000 und 1 : 50.000. Bei komplexen → *Flughäfen* können darüber hinaus besondere Karten für den Rollverkehr (Aerodrome Ground Movement Charts) und zu den → *Parkpositionen* (Aerodrome Parking/Docking Charts) erhältlich sein.
- Übersichtskarten (Area Charts) stellen besonders komplexe Strukturen im Luftraum, typischerweise für → *Kontrollzonen* über Flugplätzen, dar. Sie werden z. B. bei Instrumentenflügen für den Übergang vom → *Reise-* bzw. → *Sinkflug* zum → *Landeanflug*, und nach → *Start* für den Übergang in den Reiseflug verwendet. Neben Informationen zum Luftraum und zur → *Flugsicherung* enthalten sie die → *STAR*s und → *SID*s der Flughäfen in der Kontrollzone, → *Mindestflughöhen*, Meldepunkte etc.; ihr Maßstab liegt typischerweise bei 1 : 1.000.000. Zusätzlich werden oftmals Einzelkarten im Maßstab von 1 : 500.000 oder 1 : 250.000 für jede STAR und jede SID in der Kontrollzone herausgegeben. Für den → *Sichtanflug* gibt es besondere Sichtanflugkarten (Visual Approach Charts) im Maßstab von ca. 1 : 250.000.

Darüber hinaus gibt es eine große Anzahl weitere Luftfahrtkarten die jeweils spezifische Informationen für die Luftfahrt enthalten, z. B. Karten zur Beschreibung von Hindernissen in der → *Startflugbahn* (Aerodrome Obstacle Charts), Karten mit den Flugrouten von Vögeln (Bird Migration Routes Chart), oder Karten die sensitive Naturgebiete kennzeichnen (Sensitive Fauna and Flora Area Charts).

Luftfahrtmedizin
→ *Flugmedizin*.

Luftfahrtmesse
→ *Luftfahrtausstellung*.

Luftfahrtpersonal
Engl. Aviation Personnel oder Airmen. Zusammenfassende Bezeichnung für Personen, die privat oder beruflich im Luftverkehr tätig sind, und deren Qualifikation einer → *Zertifizierung* durch die → *Luftfahrtbehörde* bedarf. In Deutschland ist die Ausbildung und Zertifizierung von Luftfahrtpersonal durch die → *LuftPersV* geregelt.
Zum Luftfahrtpersonal gehören z. B. das fliegende Personal (→ *Crew*), Bodenpersonal (Fluggerätemechaniker für Bau, Wartung und Reparatur von Fluggerät, Prüfer für Luftfahrttechnisches Gerät, → *Flugdienstberater*) oder → *Fluglehrer*.

Luftfahrttechnischer Betrieb
→ *Luftfahrtbetrieb*.

Luftfahrzeugführer
Allgemein die Bezeichnung für eine Person, die gemäß → *LuftPersV* dazu berechtigt ist, ein Fluggerät zu fliegen. Der Luftfahrzeugführer gehört zum → *Luftfahrtpersonal*; siehe auch → *Pilot* bzw. → *Pilotenlizenz*.

Luftfahrzeugregister
→ *Eintragungszeichen*.

Luftfahrzeugrolle
→ *Eintragungszeichen*.

Luftfeuchte, Luftfeuchtigkeit
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Auch nur Luftfeuchte oder Feuchte genannt. Er bezeichnet den Anteil an in der Umgebungsluft enthaltenen Wasserdampf. Warmluft kann mehr Wasserdampf aufnehmen als Kaltluft.
Die Luftfeuchtigkeit schwankt zeitlich und räumlich zwischen 0 und 4 % des Volumens (Volumenprozent). Gemessen wird die Feuchtigkeit mit einem Hygrometer oder einem Psychrometer. Sie kann in drei Varianten angegeben werden:
- Absolute Luftfeuchtigkeit: Diese Größe gibt den Wasserdampf in Gramm je Kubikmeter Luft an.
- Spezifische Luftfeuchtigkeit: Sie gibt den Wasserdampf in Gramm je Kilogramm Luft an.
- Relative Luftfeuchtigkeit: Sie bezeichnet als dimensionslose Größe das in Prozent angegebene Verhältnis zwischen der in der Luft vorhandenen Wasserdampfmenge und der maximal möglichen Wasserdampfmenge, die bei einer bestimmten Lufttemperatur in der Luft enthalten sein könnte (Sättigung). Wenn die Temperatur ansteigt und die Wasserdampfmenge in der Luft konstant bleibt, dann sinkt die relative Luftfeuchtigkeit. Sinkt die Temperatur bei konstanter Wasserdampfmenge in der Luft, steigt die relative Luftfeuchtigkeit. Luft mit 100 % relativer Luftfeuchtigkeit ist gesättigt. Die Temperatur, bei der die Luft 100 % relative Luftfeuchtigkeit erreicht, heißt Taupunkt. Wird versucht, den Wasserdampfanteil weiter zu erhöhen dann kondensiert der Wasserdampf zu Wassertröpfchen und es bildet sich sichtbarer Wasserdampf in Form von → *Nebel* oder einer → *Wolke*, was die Sicht beim Fliegen beeinträchtigt oder zu → *Niederschlägen* führen kann.

Luftfracht
Engl.: Air Freight. Bezeichnung für Frachtsendungen, die mit dem Flugzeug transportiert werden. Dazu zählen auch eigene dienstliche Frachtsendungen der transportierenden → *Luftverkehrsgesellschaft*, Frachtsendungen von Diplomaten sowie Übergepäck von Passagieren, für das eine Gebühr entrichtet wurde. Nicht zur Luftfracht dagegen zählt das Gepäck, das die Passagiere bei einer Flugreise kostenfrei aufgeben können, und das Gepäck der Besatzung.
Luftfracht und → *Luftpost* werden international auch zusammenfassend als → *Cargo* bezeichnet.
Luftfracht wird nach Gewicht, und ab einer bestimmten Größe auch nach Volumen berechnet. Entgegen weitläufiger Vermutungen werden Güter nicht nur dann als Luftfracht transportiert, wenn sie besonders eilig (Terminfracht) oder zeitlich nur begrenzt haltbar oder transportierbar sind (Blumen, Lebensmittel, Zeitungen/Zeitschriften, lebende Tiere, Organe). Vielmehr ist es bei einer ganzen Reihe von Produkten heute wirtschaftlicher, eine Versendung per Flugzeug statt per Schiff durchzuführen, z. B. beim Versand von schweren Maschinen oder bestimmten Chemikalien. Dies liegt unter anderem daran, dass der Luftweg erheblich schneller ist (und damit zu Einsparungen im gebundenen Kapital führt) und oftmals eine einfachere Verpackung erlaubt als der Seetransport. Außerdem ist die Zahl der verfügbaren → *Flugplätze* größer als die der Seehäfen, so dass bei der Luftfracht in der Regel geringere Anfahr- und Abholwege für den Landtransport anfallen. Daneben spielen auch noch Gründe wie besserer Diebstahlschutz oder die Erzielung von bestimmten Transportbedingungen für empfindliche Waren (Temperatur, Luftfeuchtigkeit etc.) eine Rolle.
Große → *Flughäfen* verfügen oftmals neben Passagierterminals auch über spezifische → *Terminals* zur Abfertigung von Luftfracht; diese werden dann als Luftfrachtterminal oder vereinfacht als Frachtterminal bezeichnet. Luftfracht kann in reinen Frachtflügen oder in Passagierflugzeugen als Teil der Nutzlast im Unterflur transportiert werden.

Luftfrachtbrief
Engl. Airwaybill (AWB). Der Luftfrachtbrief (Airwaybill, AWB) ist die vom Absender oder in seinem Namen ausgefertigte Urkunde, die den Beweis für den zwischen dem Absender und dem → *Luftfrachtführer* geschlossenen Vertrag erbringt. Er dient gleichzeitig als Beweis für den Empfang der Güter, als Versandliste, Frachtrechnung, Versicherungsbescheinigung, Dokument zur Erfüllung der zollbehördlichen Verpflichtungen sowie als Auslieferungsbestätigung.
Grundsätzlich besteht der Luftfrachtbrief aus vier gleichen Durchdrucken des Formularsatzes, wobei die ersten drei als Originale zu betrachten sind:
- Original 1 (grün) für den Luftfrachtführer
- Original 2 (rot) für den Empfänger der Waren
- Original 3 (blau) für den Absender
- Original 4 (gelb) ist eine Auslieferungsbestätigung

Der Absender haftet für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Eintragungen. Entsprechende Bestimmungen finden sich im → *Warschauer Abkommen* und den Beförderungsbedingungen des Frachtführers.

Luftfrachtführer
Engl. Air Freight Forwarder. Ein Begriff aus dem → *Luftrecht*, der lediglich juristisch durch internationale Vereinbarungen wie etwa das → *Warschauer Abkommen*, das → *Guadalajara*

Zusatzabkommen oder durch nationale Gesetze wie das Luftverfassungsgesetz (→ *LuftVG*) definiert ist.
Demnach ist ein Luftfrachtführer jemand der sich durch Vertrag im eigenen Namen verpflichtet, Personen, Gepäck oder Güter auf dem Luftwege zu befördern. Dies setzt nicht voraus, dass die Beförderungen zu kommerziellen Zwecken betrieben wird, da das LuftVG den Begriff Luftfrachtführer auch für eine nicht gewerbsmäßige Beförderung verwendet, soweit diese aufgrund eines Vertrages geschieht.
Luftfrachtführer ist damit jeder Besitzer oder Halter eines Luftfahrzeuges, der nur gelegentlich gegen Entgelt oder unentgeltlich vertragliche Beförderungen auf dem Luftwege vornimmt, dies gilt sowohl für Privat- und Sportflieger als auch für Firmen, die Reiseflugzeuge halten, und für Luftsportvereine.
Der Luftfrachtführer braucht dabei die Beförderung nicht selbst durchführen (z. B. eine Spedition), sondern kann sie von einem Dritten (z. B. einer Frachtfluglinie wie LufthansaCargo) ausführen lassen. Dann spricht man von einem vertraglichen (vertragsschließenden) und einem ausführenden Luftfrachtführer. Beide haften gemäß § 49 LuftVG für einen eingetretenen Schaden gesamtschuldnerisch.

Luftfrachtterminal
Vereinfacht auch Frachtterminal; Bezeichnung für ein spezielles → *Terminal* auf einem Flughafen zur Abfertigung von Luftfracht (→ *Cargo*). Es ist dafür mit den entsprechenden Infrastrukturen wie z. B. Autobahnanbindung, Laderampe, Kühlräume unterschiedlicher Temperaturen, Zollbereichen, Verwaltungsräumen für Speditionen und Gerät wie z. B. Gabelstaplern, Hubfahrzeugen oder Transportbändern und Flächen zum Abstellen und Beladen von Containern (→ *Unit Load Device*) zu verschiedenen Zwecken ausgestattet.

Luftfreiheit
Ein Begriff aus dem internationalen → *Luftrecht*. Der Begriff der Luftfreiheit steht dabei im Gegensatz zum Begriff der → *Lufthoheit*.
Unter Luftfreiheit versteht man die uneingeschränkte Nutzung des → *Luftraums* durch jedermann, d. h. ein Staat hat nicht die uneingeschränkte Souveränität in seinem Luftraum. Vielmehr wird das Medium der Luft ähnlich wie das Medium der Hochsee als allgemeines und besitzloses Gut interpretiert, das jedem zur Verfügung steht. Es kann argumentiert werden, dass Hoheit auch eine andauernde Gewaltausübung, sozusagen eine „Besetzung" bedeutet, die in Höhen jenseits der Baugrenze nicht ausübbar ist. Eine Variante dieser Ansicht stellt die Luftzonentheorie dar. Sie geht davon aus, dass Luftfreiheit nur in einer bestimmten Zone oberhalb einer großen Höhe oder innerhalb eines bestimmten Korridors besteht.

LuftGerPO
Abk. für Prüfordnung für Luftfahrtgerät.
Ein Begriff aus dem nationalen → *Luftrecht*. Die LuftGerPO ist Teil des Luftverkehrsgesetzes (→ *LuftVG*). Die LuftGerPO legt fest, dass die Verkehrssicherheit des Luftfahrzeugs (→ *Lufttüchtigkeit*) durch verschiedene Prüfungen (Musterprüfung, Stückprüfung, Nachprüfung) festzustellen ist. Geprüft werden muss das in der Luftverkehrszulassungsordnung (→ *LuftVZO*) aufgeführte Luftfahrtgerät, für das einzelne Bauvorschriften erlassen sind, oder das als Ausrüstungs- oder Zubehörteil – etwa Navigationsanlagen – eines Flugzeugs besonderen Anforderungen genügen muss.

Lufthoheit
Ein Begriff aus dem internationalen → *Luftrecht*. Der Begriff der Luftfreiheit steht dabei im Gegensatz zum Begriff der → *Luftfreiheit*.
Die Lufthoheit ist die uneingeschränkte Souveränität eines Staates in seinem → *Luftraum*. Es gibt verschiedene Sichtweisen darauf, ob beispielsweise der Luftraum in einer bestimmten Höhe endet.
Die Lufthoheit wurde erstmals 1919 im → *Pariser Luftverkehrsabkommen* definiert und 1944 in der → *Chicago Convention* erneut festgeschrieben.

LuftKostV
Abk. für Kostenverordnung der Luftfahrtverwaltung.
Ein Begriff aus dem nationalen → *Luftrecht*. Die LuftKostV ist Teil des Luftverkehrsgesetzes (→ *LuftVG*) und definiert verschiedene Gebühren wie z. B. für die Zulassung eines Flugzeugs oder die Prüfungsgebühren zum Erwerb einer → *Pilotenlizenz*.

Luftkrankheitstasche
→ *Spucktüte*.

Luftkreuz
→ *Hub*.

Luftloch
→ *Abwind*.

Luftmasse
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für jeden erkennbaren, großräumig ausgedehnten und homogenen Luftkörper. Dies bedeutet, dass z. B. → *Luftdruck* und → *Luftfeuchtigkeit*, der Aerosolgehalt in einer horizontalen Ebene und die Schichtung derartiger Ebenen, und damit die gesamte Stabilität einer solchen Luftmasse, über große Strecken konstant sind.
Luftmassen bilden sich, wenn Luft während eines Zeitraums von drei bis fünf Tagen mit einer nur geringen Bewegung über einem Teil der Erdoberfläche liegt und Eigenschaften annimmt, die für diesen Teil der Erde charakteristisch ist. Man spricht dann von einer Quellregion, die einer Luftmasse auch einen Namen geben kann (z. B. polare Luftmasse, tropische Luftmasse).

Luftmassengewitter
→ *Gewitter*.

LuftPersV
Abk. für Verordnung über die Ausbildung und Prüfung von Luftfahrtpersonal.
Ein Begriff aus dem nationalen → *Luftrecht*. Im einzelnen regelt die LuftPersV die Lizenzen und Berechtigungen für Luftfahrer (→ *Pilotenlizenzen*, → *Rating*) und die Genehmigungen, Lizenzen und Berechtigungen für sonstiges Luftfahrtpersonal, z. B. → *Fluglehrer*, Prüfer von Luftfahrtgerät oder Flugdienstberater.

Luftpost
Engl.: Air Mail. Bezeichnung für auf dem herkömmlichen Landweg aufgegebene und zuzustellende Postsendungen, die streckenweise mit dem Flugzeug transportiert werden.
Der Einsatz von Flugzeugen ist heute unabdingbar um die gängigen Zustellzeiten (ein bis zwei Tage) innerhalb Deutschlands einzuhalten. In Deutschland erfolgt die Abwicklung heute im Wesentlichen über den Luftpost-Stern und den → *Nacht-Luftpoststern* am → *Flughafen* Frankfurt. Auch im europäischen Postverkehr ist die Beförderung per Flugzeug heute Standard

und erfolgt ohne Aufpreis. Für Postsendungen in andere Kontinente stellt die Luftpost eine deutlich schnellere Option als der Transport zur See dar, ist dann aber in der Regel zuschlagpflichtig.
Der Transport von Luftpost zählt zu den wichtigsten Ursprüngen der Luftfahrt und genießt auch heute noch eine hohe Priorität bei den → *Luftverkehrsgesellschaften*. Die Abfertigung der Luftpost an Flughäfen kann über die → *Terminals* der → *Luftfracht* erfolgen, es können aber auch spezielle Luftpost-Terminals zur Verfügung stehen.
Luftpost und Luftfracht werden international auch zusammenfassend als → *Cargo* bezeichnet.

Luftraum
Allgemeine Bezeichnung für den dreidimensionalen Raum in der → *Atmosphäre*, in dem der Flugverkehr stattfindet. Rechtlich ist der Luftraum eng mit der → *Lufthoheit* verknüpft und unterliegt der Zuständigkeit eines Landes oder einer Aufsichtsbehörde.
Der Luftraum ist in unterschiedliche Klassen eingeteilt, die sich nach der Art (→ *Sichtflüge*, → *Instrumentenflüge*, → *Starts* und → *Landungen*) und Dichte des vorherrschenden Luftverkehrs richten. Die Klasse bestimmt welche Dienstleistungen für den Flugverkehr zur Verfügung stehen. Im einfachsten Fall sind dies lediglich Informationen und Hinweise bzw. ein → *Alarmdienst*; im Extremfall wird jedes Flugzeug von der → *Flugsicherung* überwacht und geführt.

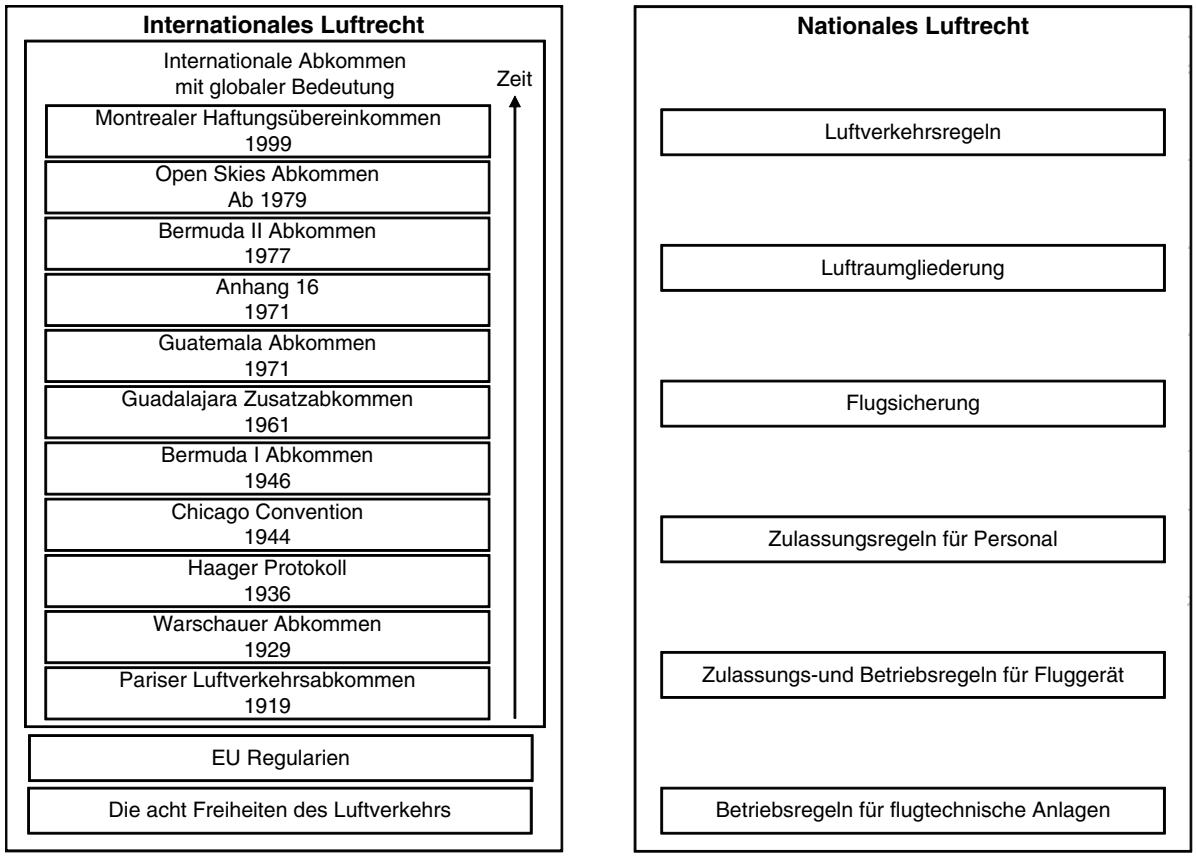
Vertikale und laterale Aufteilung des Luftraums
Vertikal unterteilt man den Luftraum in einen → *unteren Luftraum* (Lower Air Space) und einen → *oberen Luftraum* (Upper Air Space, UAC). Die Grenze kann dabei von Land zu Land variieren; einige Länder verzichten auch ganz auf die Unterscheidung.
Lateral erfolgt die Einteilung des Luftraums in → *Fluginformationsgebiete* (FIR). Sie sind oftmals entlang geographischer bzw. nationaler Grenzen definiert und bezeichnen ein Gebiet, in dem ein → *Fluginformationszentrum* (FIC) einen → *Fluginformationsservice* (FIS) bereitstellt. Für den oberen Luftraum können besondere FIR definiert sein, die als Upper Flight Information Regions (UIR) bezeichnet werden.

Einteilung des Luftraums für die Flugsicherung
Aus Sicht der Flugsicherung unterscheidet man prinzipiell zwischen dem → *unkontrollierten Luftraum* (Uncontrolled Airspace) und dem → *kontrollierten Luftraum* (Controlled Airspace). Während für den unkontrollierten Luftraum lediglich Informationsdienste zur Verfügung stehen, unterliegt der kontrollierte Luftraum der Flugsicherung.
Lateral ist der kontrollierte Luftraum in → *Kontrollbezirke* (Control Area, CTA) aufgeteilt; oftmals entspricht ein Kontrollbezirk dabei einem FIR. Jeder Kontrollbezirk hat eine definierte untere Grenze; nach oben kann der Kontrollbezirk unbeschränkt sein, oder wiederum eine definierte Obergrenze haben. Jeder Kontrollbezirk wird von einem → *Kontrollzentrum* überwacht; dabei wird ein Bezirk meist in mehrere kleinere Sektoren eingeteilt. Für den UAC können separate Kontrollzentren (→ *UACC*) eingerichtet sein.
Zur Überwachung des an- und abfliegenden Flugverkehrs and → *Flugplätzen* werden sog. → *Kontrollzonen* (Control Zones, CTR) eingerichtet. Im Gegensatz zu den Kontrollbezirken ist ihre untere Grenze der Erdboden; nach oben sind sie durch eine definierte Obergrenze beschränkt. Welche Regelungen in einem Abschnitt des → *Luftraums* gelten und welche Dienstleistungen der → *Flugsicherung* angeboten werden ist durch international standardisierte → *Luftraumklassen* definiert

Luftraumklasse
Engl.: Airspace Class. International standardisierte Klassifizierung die festlegt welche Regelungen in einem Abschnitt des → *Luftraums* gelten, und welche Dienstleistungen der → *Flugsicherung* angeboten werden.
Die Luftraumklassen sind international von der → *ICAO* sowohl für den → *unkontrollierten Luftraum* als auch den → *kontrollierten Luftraum* definiert worden. Ziel dieser international einheitlichen Festlegung ist es, dass Piloten aus allen Teilen der Welt anhand der Luftraumklasse sofort erkennen können, welche Dienste und Bedingungen im Luftraum gelten. Allerdings wurden die Luftraumklassen in den einzelnen Ländern leicht unterschiedlich umgesetzt.
Die Wahl der Luftraumklasse für einen Luftraum richtet sich nach Art und Dichte des vorhanden Luftverkehrs und bestimmt:
- Das Angebot an → *Fluginformationsservice* (FIS) und an Diensten der Flugsicherung.
- Ob → *Sichtflüge* erlaubt sind, und welche Regelungen und Mindestbedingungen dafür gelten.
- Geschwindigkeitsbeschränkungen.
- Ob Sprechfunkverkehr erforderlich ist
- Ob Freigaben der Flugsicherung erforderlich sind.

Insgesamt wurden fünf Klassen für den kontrollierten Luftraum (A, B, C, D, E) und zwei Klassen für den Unkontrollierten Luftraum (F, G) definiert. Ziel der international einheitlichen Festlegung ist es, dass Piloten aus allen Teilen der Welt anhand der Luftraumklasse sofort erkennen können, welche Dienste und Bedingungen sie im Luftraum zu erwarten haben. Allerdings wurden die Luftraumklassen in den einzelnen Ländern leicht unterschiedlich umgesetzt Während z. B. in Deutschland die Luftraumklassen A und B zur Zeit nicht eingeführt sind, verwenden die USA die Klasse A für den oberen Luftraum, in dem ausschließlich → *Instrumentenflüge* zulässig sind. In England wird Klasse A zusätzlich für den Bereich um die → *Flugplätze* Manchester und London Heathrow angewendet, während die Klasse C keine Anwendung findet. Auch die genauen Regelungen und Bedingungen für die einzelnen Luftraumklassen variieren von Land zu Land.
Außerhalb der Luftraumklassen gibt es Lufträume mit besonderen Regelungen und Einschränkungen. Dazu gehören die → *Flugbeschränkungsgebiete*, → *Gefahrengebiete*, → *Luftsperrgebiete* und → *Segelflugbeschränkungsgebiete*, die zum Teil jeweils nur temporäre Gültigkeit haben.

Definition der Luftraumklassen in Deutschland
In Deutschland sind die Klassen D, C und E für den kontrollierten, und die Klassen F und G für den unkontrollierten Luftraum definiert. Die Klassen A und B finden zur Zeit keine Anwendung in Deutschland.
Der Luftraum der Klasse C beginnt bei → *FL* 100 (im Voralpengebiet bei FL 130) und hat keine obere Begrenzung; lateral erstreckt er sich über das gesamte Gebiet der Bundesrepublik. Sowohl Instrumenten- als auch Sichtflüge sind zugelassen; die Flugsicherung wird typischerweise von der → *Bezirkskontrolle* durchgeführt.
Im Bereich großer Flugplätze sind zusätzliche Lufträume der Klasse C eingerichtet, deren Obergrenze maximal FL 100 beträgt. Die Untergrenze ist typischerweise so definiert, dass



Luftrecht

Schematische Darstellung der zugrundeliegenden Prinzipien

sie mit der Obergrenze der darunter liegenden → *Kontrollzone* zusammenfällt.

Die Lufträume der Klasse D entsprechen den Kontrollzonen. Sie sind über Flugplätzen eingerichtet und dienen der Überwachung und Sicherung des an- und abfliegenden Flugverkehrs. Zugelassen sind wiederum Instrumenten- und Sichtflüge, wobei letztere einer Freigabe durch die Flugsicherung bedürfen. In vertikaler Richtung erstrecken sie sich vom Erdboden (→ *GND*) bis zu einer definierten Höhe, die etwa 1.000 → *ft* bis 2.500 ft beträgt. Lateral können sie das Gebiet eines oder mehrerer benachbarter Flugplätze umfassen. Kontrollzonen werden typischerweise von der → *Anflugkontrolle* überwacht und tragen den Namen des Flugplatzes.

Der Luftraum der Klasse E hat eine Untergrenze von 2.500 ft und reicht bis zum Luftraum der Klasse C, d. h. bis Fl 100 bzw. Fl 130 im Voralpengebiet. Er ist wiederum für Sicht- und Instrumentenflüge zugelassen. Im → *Nahverkehrsbereich* von Flughäfen ist die untere Grenze des Luftraums E auf 1.000 ft (→ *TMA* Sektor A) oder 1.700 ft (TMA Sektor B) abgesenkt. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass → *IFR* An- und Abflüge zu jedem Zeitpunkt im kontrollierten Luftraum stattfinden.

Der Luftraum der Klasse G ist unkontrolliert und Sichtflügen vorbehalten. Er erstreckt sich vom Erdboden (GND) bis zum Luftraum E, d. h. bis 2.500 ft abseits von Flughäfen, und bis 1.000 ft bzw. 1.700 ft im Nahverkehrsbereich eines Flugplatzes. Lateral erstreckt sich der Luftraum G über das gesamte Bundesgebiet, mit Ausnahme der Kontrollzonen und der (temporär gültigen) Lufträume F.

Der Luftraum der Klasse F ist für Flugplätze eingerichtet, an denen nur gelegentlich IFR An- und Abflüge stattfinden. Im Prinzip handelt es sich um unkontrollierte Lufträume, in denen aber Sonderregelungen (z. B. verschärfte Mindestbedingungen für Sichtflüge) gelten. Er ist nur in den Zeiten aktiv, in denen IFR An- und Abflüge stattfinden. Lufträume der Klasse F bestehen aus zwei Teilen. Der erste Teil beginnt am Erdboden (GND) und reicht bis zu einer definierten Höhe, z. B. 1.500 ft. Seine laterale Ausdehnung entspricht der einer Kontrollzone. Der zweite Teil setzt auf dem ersten Teil auf, hat aber eine größere laterale Ausdehnung als der untere Teil. Seine Obergrenze ist bei maximal 2.500 ft. In den Luftfahrtkarten wird die temporäre Wirksamkeit des Luftraums F durch ein angefügtes (HX) gekennzeichnet.

Luftrecht

Streng genommen ist Luftverkehrsrecht die genaue Bezeichnung. Es umfasst das für die Fliegerei relevante Teilgebiet der Jurisprudenz, das sich in Abhängigkeit vom technischen Fortschritt und der Kommerzialisierung des Luftverkehrs seit den 20er Jahren systematisch entwickelt hat. Luftrecht ist auch Bestandteil der Ausbildung zum Piloten.

Man kann zwischen dem nationalem und internationalem Luftrecht unterscheiden. Nationales Luftrecht umfasst die Bereiche Luftverkehrsregeln, Luftraumgliederung, Pilotenausbildung, Haftungsfragen sowie Vorschriften für → *Flugplätze* und die → *Flugsicherung*.

Das nationale Luftrecht besteht im wesentlichen aus Gesetzen wie dem Luftverkehrsgesetz (→ *LuftVG*) und den die Gesetze ergänzenden, sie konkretisierenden und sie detaillierter definierenden Verordnungen. Der Grund für diesen zweistufigen Aufbau liegt darin, dass Gesetze durch ein langwieriges parlamentarisches Verfahren erarbeitet und verabschiedet werden müssen, wohingegen Verordnungen zügiger im Rahmen eines ministeriellen Prozesses erarbeitet und erlassen werden können.

Wichtige nationale Gesetze sind das:

- Luftverkehrsgesetz (→ *LuftVG*)
- Fluglärmgesetz (→ *FlugLärmG*)
- Gesetz über das Luftfahrt-Bundesamt
- Gesetz über die Luftfahrtstatistik
- Gesetz über die Bundesanstalt für Flugsicherung

Wichtige ergänzende Verordnungen, die teilweise Teil der gesetzlichen Grundlagen sind, sind die:

- Bodenabfertigungsdienst-Verordnung (→ *BADV*)
- Luftverkehrsordnung (→ *LuftVO*)
- Luftverkehrs-Zulassungordnung (→ *LuftVZO*)
- Prüfordnung für Luftfahrtgerät (→ *LuftGerPO*)
- Verordnung über die Flugsicherungsausrüstung der Luftfahrzeuge (→ *FSAV*)
- Betriebsordnung für Luftfahrtgerät (→ *LuftBO*)
- Bauordnung für Luftfahrtgerät (→ *LuftBauO*)
- Verordnung über die Ausbildung und Prüfung von Luftfahrtpersonal (→ *LuftPersV*)
- Verordnung über → *Flugfunkzeugnisse* (→ *FlugfunkV*)
- Kostenverordnung der Luftfahrtverwaltung (→ *LuftKostV*)
- Flugsicherungs-Strecken-Gebühren-Verordnung
- Flugsicherungs-, An- und Abflug-Gebühren-Verordnung
- Verordnung zur Beauftragung eines Flugsicherungsunternehmens
- Verordnung über die Betriebsdienste der Flugsicherung (→ *FSBetrV*)
- Verordnung zur Beauftragung des Flugplankoordinators
- Verordnung über das erlaubnispflichtige Personal für die Flugsicherung und seine Ausbildung
- Verordnung zur Beauftragung von Luftsportverbänden
- Luftfahrzeug-Elektronik-Betriebsverordnung (→ *LuftEBV*)
- Luftverkehrs-Zuverlässigkeitsüberprüfungsverordnung (LuftVZÜV)
- Flugsicherungssystembeschaffungsverordnung

Diese Gesetze und Verordnungen werden komplettiert durch zahlreiche weitere Verordnungen, Änderungsverordnungen und korrigierende Verordnungen, die in ihrer Gesamtheit das nationale Luftrecht bilden.

Das internationale Luftrecht beschäftigt sich mit der sicheren und zuverlässigen Abwicklung des internationalen Luftverkehrs und grundsätzlichen Fragen der Nutzung des Luftverkehrs. In diesem Kontext sind beispielsweise die → *Freiheiten des Luftverkehrs* oder verschiedene Theorien zur → *Luftfreiheit* bzw. → *Lufthoheit* definiert worden. Als wichtige Grundlagen des internationalen Luftrechts sind hier folgende Abkommen zu nennen:

- → *Bermuda Abkommen* (1946 und 1977)
- → *Chicago Convention* (1944)
- → *Guadalajara Zusatzabkommen* (1961)
- → *Guatemala Abkommen* (1971)
- → *Haager Protokoll* (1963)
- → *Montrealer Haftungsübereinkommen* (1999)
- → *Open Skies Abkommen*
- → *Pariser Luftverkehrsabkommen* (1919)
- → *Warschauer Abkommen* (1929)
- → *Anhang 16* (1971)
- → *Freiheiten des Luftverkehrs*

Entwicklung

Obwohl es bereits vorher einzelne Aktivitäten gab entwickelte sich das Luftrecht systematisch erst ab den 20er Jahren. So wurde Ende 1909 das „Comité International Juridique de l'Aviation" in Paris gegründet. Diese internationale rechtswissenschaftliche Vereinigung hatte sich die Aufgabe gestellt, den Entwurf eines umfassenden völkerrechtlichen Regelungswerks für das Luftrecht unter dem Namen „Code International de l'Air" zu erstellen. 1911 wurde hierzu der erste internationale Luftrechtskongress veranstaltet.

Links

→ *http://www.luftrecht-online.de*
→ *http://www.eep-law.de/*

Luftschiff

Bezeichnung für eine Klasse von Fluggeräten, das nach dem Prinzip → *Leichter als Luft* mit einem eigenen → *Triebwerk* fliegt und steuerbar ist. Sie umfasst folgende drei Unterklassen:

- Starrluftschiff (→ *Zeppelin*): Sie verfügen über ein tragendes und formgebendes Gerippe aus leichten Metallträgern. Das den Auftrieb erzeugende Gas ist in diesem Skelett in mehreren separaten Gaszellen enthalten. Rund um das Metallskelett und die Gaszellen spannt sich eine Außenhaut.
- Halbstarres Luftschiff (auch Kielluftschiff genannt): Formgebend ist im wesentlichen der Zuschnitt der Kunststoffhülle, die zusätzlich zur besseren Kräfteverteilung in ihrem Inneren mit einem starren Kiel und eventuell einer Struktur aus einigen wenigen leichten Metallträgern, ausgestattet ist.
- Seit den frühen 90er Jahren des letzten Jahrhunderts gewann das Konzept des Luftschiffes in dieser Form durch die beiden Projekte „Cargolifter" und „Zeppelin NT" wieder an Bedeutung. Während das Cargolifter-Projekt wegen mangelnder Anschlussfinanzierung und Zweifeln an der technischen Realisierbarkeit eines 160 Tonnen hebenden Frachtzeppelins noch im Entwicklungsstadium eingestellt wurde, absolvierte das weniger ambitionierte Projekt des Zeppelin NT (=New Technology) am 18. Oktober 1997 seinen Erstflug.
- Prallluftschiff (→ *Blimp)*: Formgebend ist ausschließlich der Zuschnitt der Kunststoffhülle, die auch tragende Funktion hat.

Moderne Hüllen bestehen aus mehreren Schichten verschiedener Kunststoffe, die sandwichartig zusammengenäht und geklebt sind. Zum Einsatz kommen synthetische Fasern, meist Dacron, Polyester oder Tedlar.

Links

→ *http://www.modern-airships.info/*
→ *http://www.luftschiffseiten.de/*
→ *http://www.airships.net/*

Luftschraube

→ *Propeller*.

Luftseite
Engl.: Airside. Bezeichnung für den Teil eines → *Flugplatzes*, der – im Gegensatz zur → *Landseite* – unmittelbar den Flugzeugen, ihrer Abfertigung und ihren Bewegungen dient, im Wesentlichen also:
- → *Flugbetriebsflächen*, bestehend aus den → *Bewegungsflächen* (→ *Start- und Landebahnen*, → *Rollwege*, → *Vorfeld*) und den → *Abstellflächen* (→ *Parkpositionen*, → *Flugzeugabstellpositionen*).
- Einrichtungen zur Reparatur, → *Wartung* und → *Betankung* von Flugzeugen (z. B. → *Hangars*)
- Einrichtungen der → *Flugsicherung* (insbesondere der → *Tower* und seine Anlagen), und Systeme für die → Navigation (z. B. → *Befeuerungen*, → *Instrumenten-Anflugsystem*).

Die Luftseite eines Flugplatzes unterliegt oftmals einer besonderen Aufsicht bzw. besonderen Regelungen, und ist in den meisten Fällen nur für Passagiere und Personal, nicht aber für Gäste, Besucher und Familienangehörige zugänglich. Die Schnittstelle zwischen Land- und Luftseite kann z. B. durch die Sicherheitskontrollen im → *Terminal* definiert sein.

Luftsperrgebiet
Engl.: Prohibited Area. Besonderer Teil des → *Luftraums*, für den ein generelles Durchflugverbot herrscht. In Deutschland sind zur Zeit keine Luftsperrgebiete (→ *ED-P*) ausgewiesen.

Luftsportgerät
Ein Begriff aus dem → *Luftrecht*. Er bezeichnet solche Fluggeräte wie z. B. → *Fallschirme*, → *Paraglider*, → *Hängegleiter* und → *Ultraleichtflugzeuge*, die zum persönlichen sportlichen und überwiegend stationären Gebrauch verwendet werden.
→ *Kunstflug*, Nachtflug und kontrollierter → *Sichtflug* sind mit Luftsportgeräten in Deutschland allgemein verboten, daher können dafür auch keine → *Ratings* erworben werden.

Luftsportgeräteverzeichnis
→ *Eintragungszeichen*.

Luftstraße
Engl.: Airway, abgekürzt AWY oder Air Traffic System Routes, abgekürzt ATS Routes.
Standard-Flugrouten für Flugzeuge, die in → *Luftfahrtkarten* eingetragen und international einheitlich mit einem Buchstaben (der für eine Farbe steht) und einer Zahl gekennzeichnet sind (z. B. Red 4). Luftstraßen haben die Form von Streckenzügen, deren Weg- und Abknickpunkte (Waypoints) durch → *VOR* und → *NDB* Funkfeuer markiert sind.
Luftstraßen werden im Rahmen des Airspace Management (→ *ASM*) entwickelt. In Deutschland wurden die traditionellen Luftstraßen aufgrund der hohen Verkehrsdichte im Luftraum durch → *IFR*-Streckenführungen bzw. Standardflugstrecken ersetzt. Analog zu den Luftstraßen sind sie durch Farben und Ziffern gekennzeichnet
Ein System aus mehreren Luftstraßen wird auch als Air Route Network (ARN) bezeichnet. So wurde z. B. von den Mitgliedsländern der → *Eurocontrol* das ARN für Europa festgelegt. In den USA wird das System der Luftstraßen auch als National Route System (NRS) bezeichnet.

Lufttüchtigkeit, Lufttüchtigkeitszeugnis
Engl. Airworthiness bzw. Airworthiness Certificate. Ein Begriff aus dem nationalen → *Luftrecht* der aussagt, dass ein Luftfahrtgerät vorgegebene (technische) Anforderungen erfüllt und sich in einem Zustand befindet, der einen sicheren Betrieb erlaubt. Die Lufttüchtigkeit ist in verschiedenen Verordnungen geregelt, u. a. in der Bauordnung für Luftfahrgerät (→ *LuftBauO*) und in der Prüfordnung für Luftfahrtgerät (→ *LuftGerPO*), und wird durch das Lufttüchtigkeitszeugnis (Airworthiness Certificate) dokumentiert.

Erwerb der Lufttüchtigkeit
Ausgangspunkt ist, dass ein → *Luftfahrtbetrieb* (z. B. → *Airbus* oder → *Boeing*) ein Flugzeug baut, für dessen Konstruktion er der Halter der → *Musterzulassung* ist. In der Regel wird dieser → *Luftfahrtbetrieb* zur Durchführung von Test- und Übergabeflügen das Flugzeug bei der → *Luftfahrtbehörde* die → *Verkehrszulassung* beantragen, das Flugzeug registrieren lassen (→ *Eintragungszeichen*) und das Lufttüchtigkeitszeugnis beantragen. Im Gegensatz zur Musterzulassung, die für einen generischen Flugzeugtyp bzw. für eine generische Konstruktion, und damit für alle baugleichen physischen Ausführungen (→ *Serienflugzeuge*) gilt, erstrecken sich Verkehrszulassung, Registrierung und Lufttüchtigkeitszeugnis jeweils nur auf ein einzelnes Serienexemplar mit einer spezifischen Seriennummer (→ *MSN*).
Verkauft der Luftfahrtbetrieb das spezifische Exemplar an einen anderen Halter, so ist dieser aufgefordert, das Flugzeug neu zu registrieren. Sofern die Lufttüchtigkeit weiterhin gegeben ist, geht das Lufttüchtigkeitszeugnis nach der Neuregistrierung auf den neuen Halter (z. B. eine → *Luftverkehrsgesellschaft*) über. Dies gilt auch für alle weiteren Besitzerwechsel, die gegebenenfalls über den Lebenslauf des Flugzeugs erfolgen.

Aufrechterhaltung und Verlust der Lufttüchtigkeit
Der Halter des Flugzeugs ist im folgenden – zusammen mit dem Halter der Musterzulassung – für die Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit (Continued Airworthiness) verantwortlich. Dies erfordert vom Halter die folgenden Maßnahmen:
- Das Flugzeug muss entsprechend der Vorgaben des Wartungsplans (der Teil der Musterzulassung ist) gewartet werden. Der Wartungsplan gibt z. B. vor, zu welchen Zeitpunkten welche Arbeiten (z. B. Kontrollen, Test, Austausch von Teilen) in welcher Form durchzuführen sind. Die im Wartungsplan festgelegten Aufgaben müssen dabei von einem zertifizierten Luftfahrtbetrieb durchgeführt werden.
- Unterstützt vom Halter der Musterzulassung muss der Flugzeughalter alle → *Lufttüchtigkeitsanweisungen* fristgerecht umsetzen.
- außerhalb der Lufttüchtigkeitsanweisungen dürfen nur Veränderungen am Flugzeug vorgenommen werden, die erlaubt sind, also z. B. Veränderungen, die über ein → *Service Bulletin* vom Hersteller kommuniziert werden, oder für die ein → *Supplemental Type Certificate* vorliegt, oder für die der Hersteller eine Erweiterung der Musterzulassung durchgeführt hat.
- Das Flugzeug muss sich in einem sicheren Betriebszustand befinden.

Umgekehrt erlischt die Lufttüchtigkeit sofort, wenn die oben genannten Punkte nicht befolgt werden. Beispiele für andere Fälle, in denen ein Flugzeug nicht mehr betrieben werden darf:
- Sind bei einem oder mehreren anderen Flugzeug dieses Types Sicherheitsmängel aufgetreten, die auch bei anderen Flugzeugen dieses Types vorhanden sein könnten, so kann die Luftfahrtbehörde veranlassen, dass bis zur Klärung alle Flugzeuge dieses Typs am Boden bleiben („grounded“).

- Gibt der Halter der Musterzulassung diese an die Luftfahrtbehörde zurück, so müssen ab diesem Augenblick alle Flugzeuge diesen Typs am Boden bleiben.

Arten von Lufttüchtigkeitszeugnissen

Die Luftfahrtbehörden vergeben, je nach Verwendungszweck des Flugzeugs, unterschiedliche Arten von Lufttüchtigkeitszeugnissen; die → *FAA* unterscheidet z. B. zwischen dem sog. Standard Airworthiness Certificate und dem sog. Special Airworthiness Certificate. Letzteres ist in weitere Unterkategorien aufgeteilt und gilt u. a. für Privatflugzeuge, Flugzeuge im Einsatz für Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wetterbeobachtung, Werbung etc., für Flugzeuge mit mehreren Verwendungszwecken, Flugzeuge mit eingeschränkter oder vorläufiger Musterzulassung und Experimentalflugzeuge.

Lufttüchtigkeitsanforderung

Engl. Airworthiness Requirements. Bezeichnung für technische Vorschriften, die von → *Luftfahrtbehörden* herausgegeben werden, und die bei der Entwicklung, dem Bau, dem Betrieb und der → *Wartung* von Fluggerät, → *Triebwerken* und Ausrüstungen beachtet werden müssen. Die Erfüllung der Lufttüchtigkeitsanforderungen ist notwendig zur Erlangung einer → *Musterzulassung* und zur Aufrechterhaltung der → *Lufttüchtigkeit*. Die wichtigsten Lufttüchtigkeitsanforderungen im internationalen Flugverkehr sind die von der → *FAA* publizierten → *FAR* und die von der → *JAA* bzw. → *EASA* herausgegebenen → *JAR*.
So ist z. B. die FAR 25 – spezifisch FAR 25 Sec. 25.1309 – relevant für die Entwicklung und Produktion von Flugzeugen. Sie enthält Anforderungen an das → *Fail Safe* Design von Systemen, Ausrüstungen und Installationen im Flugzeug und regelt z. B.:

- Diese Systeme müssen unter verschiedenen, denkbaren (auch kritischen) Betriebsbedingungen funktionieren.
- Einzelereignisse wie der Ausfall oder die Störung eines Elements, einer Baugruppe oder einer Verbindung müssen unabhängig von der Wahrscheinlichkeit betrachtet werden. Dabei ist nachzuweisen, dass das Auftreten einer Störung, die einen sicheren Weiterflug und eine → *Landung* verhindert extrem unwahrscheinlich ist. Ferner ist zu zeigen, dass das Auftreten einer Störung, die die Möglichkeiten und Leistung des Flugzeugs einschränkt, oder die Möglichkeiten der → *Crew*, mit der Störung umzugehen, verringert, unwahrscheinlich ist.
- Folgefehler im gleichen Flug – entdeckt oder nicht entdeckt – und ihre Kombinationen müssen ebenfalls betrachtet werden, es sei denn, ihr Auftreten ist extrem unwahrscheinlich.

Des Weiteren wird eine kurze Beschreibung des Fail Safe Designprinzips gegeben.

Lufttüchtigkeitsanweisung

Abgekürzt LTA; engl. Airworthiness Directive (AD). Ein Begriff aus dem nationalen → *Luftrecht*. Lufttüchtigkeitsanweisung werden von den → *Luftfahrtbehörden* (in Deutschland also dem → *LBA* gemäß § 14 der → *LuftBO*) veröffentlicht, wenn bei einem Luftfahrzeug (bzw. → *Triebwerk* oder → *Propeller*), das eine → *Musterzulassung* besitzt, sicherheitsrelevante Probleme auftauchen. LTAs werden auch herausgegeben, wenn sich die → *Lufttüchtigkeitsanforderungen* seit der Musterzulassung so weit verändert haben, dass die ursprünglich zertifizierte Konstruktion diese nicht mehr erfüllt. Ein Beispiel hierfür ist die Einführung schusssicherer Cockpittüren nach den Anschlägen vom 11. September 2001.
Die LTA wird sowohl an den Halter der Musterzulassung als auch an alle Halter der einzelnen Flugzeuge verteilt. Sie enthält Anweisungen zu bestimmten Funktionsprüfungen, zu konstruktiven Veränderungen oder zu Veränderungen des Wartungsplans. Ihre Umsetzung ist, innerhalb der in der LTA spezifizierten Frist, für alle Halter verbindlich; bei Nichtbeachtung erlischt die → *Lufttüchtigkeit*.

Lufttüchtigkeitszeugnis

→ *Lufttüchtigkeit*.

Luft- und Raumfahrttechnik

Bezeichnung für das wissenschaftlich-technische Fachgebiet und den akademischen Ausbildungsweg der Konstruktion, Fertigung und des Betriebs von Flugkörpern. Ingenieure der Luft- und Raumfahrttechnik arbeiten in verschiedenen Aufgaben- und Tätigkeitsbereichen. In der Luftfahrtindustrie befasst die Ingenieurin/der Ingenieur sich mit der Entwicklung, dem Bau und der Ausrüstung von Luftfahrzeugen, insbesondere Flugzeugen und Hubschraubern und ihrer Komponenten (Triebwerke, Avionik etc.).
In der Raumfahrtindustrie beschäftigt man sich mit der Entwicklung, dem Bau und dem Betrieb von Raumtransportgeräten (z. B. Raketen) sowie mit Flugkörpern (z. B. Satelliten), die extremsten Belastungen standhalten müssen.
Ingenieure der Luft- und Raumfahrttechnik setzen naturwissenschaftliche und technische Erkenntnisse in neue oder verbesserte Anwendungen und Fahrzeuge der Luft- und Raumfahrt um. Neben Tätigkeiten in der Industrie, wie z. B. bei Fluggesellschaften, werden sie sowohl im Flugbetrieb für planerische Tätigkeiten als auch in der Technik für Wartungs- und Instandsetzungsaufgaben eingesetzt. Des Weiteren führen sie bei Behörden die Erarbeitung von Vorschriften und Richtlinien für den Einsatz, den Betrieb und die Überwachung von Fluggeräten sowie Flughäfen und Luftverkehrskontrollen aus.
Den überwiegenden Teil der Arbeitsplätze findet man in Betrieben des Luftfahrzeug- und Triebwerksbaus, außerdem in deren Zulieferbetrieben, bei Fluggesellschaften, an Flughäfen, an Hochschulen und anderen Forschungseinrichtungen, aber auch im öffentlichen Dienst, beispielsweise beim Luftfahrtbundesamt (→ *LBA*).

Entwicklung

Als Begründer der modernen Luft- und Raumfahrttechnik gilt der Brite Sir George Cayley, der sechste Baronet (*27. Dezember 1773 in Scarborough/Yorkshire, †15. Dezember 1857 in Brompton). Er baute 1852 das erste Segelflugzeug der Welt.

Luftverkehr

Der Luftverkehr unterteilt sich in den gewerblichen Verkehr, und den nichtgewerblichen Verkehr.
Zum gewerblichen Verkehr zählen:

- Der Linienverkehr: Er umfasst alle öffentlichen, regelmäßig eingerichteten Flugverbindungen zwischen → *Flugplätzen*. Für diese Flüge herrscht eine Beförderungspflicht, die sowohl Passagiere, als auch → *Luftfracht* und → *Luftpost* einschließt. Die Beförderungspflicht gilt für die jeweilige → *Luftverkehrsgesellschaft*, die die Genehmigung für den Linienflug hat. Innerhalb des Linienverkehrs unterscheidet man zwischen dem Planmäßigen Flug und dem Extraflug, der z. B. bei großen Verkehrsaufkommen während einer Messe zusätzlich zum → *Flugplan* stattfindet.
- Der Nicht-Linienverkehr: Er umfasst den Charterverkehr (→ *Charter*), bestehend aus dem Pauschalflugreiseverkehr und dem Tramp- und Anforderungsverkehr. Zum Nicht-Li-

	Europa	Nord - & Südamerika	Asien & Ozeanien	Afrika; Naher & Mittlerer Osten
Star Alliance (gegründet 1997)	• Lufthansa, Swiss, Austrian Airlines, brussels airlines, bmi • SAS Scandinavian Airl. • Turkish Airlines • TAP Air Portugal • LOT	• United Airlines, US Airways • Continental • Air Canada • TAM	• Singapore Airlines • Thai Airways Internat'l • All Nippon Airways • Air China • Asiana Airlines • Air New Zealand	• Egypt Air • South African Airways
Sky Team (gegründet 2000)	• Air France, KLM • Aeroflot • Alitalia • Czech Airlines • TAROM • Air Europa	• Delta Air Lines • AeroMexico	• Korean Air • China Southern • Vietnam Airlines	• Kenya Airways
Oneworld Alliance (gegründet 1999)	• British Airways, Iberia • Finnair • Malev • S7	• American Airlines • Mexicana de Aviacion • Lan Chile	• Japan Airlines • Cathay Pacific • Qantas	• Royal Jordanian

Ausgewählte Mitglieder der drei wichtigsten Luftfahrtallianzen; Stand: Ende 2010

Luftverkehrsallianz

nienverkehr zählen auch der Taxiverkehr und weiter Flüge wie z. B. Rundflüge, Bildflüge, Reklameflüge, Regierungsflüge, Flüge für die Land- und Forstwirtschaft oder gewerbliche Schulflüge.

- → *Überführungsflüge*.

Zum nichtgewerblichen Verkehr zählen der Werksverkehr (Geschäftsflüge) sowie alle Flüge, die nicht im Auftrag Dritter gegen Bezahlung durchgeführt werden, also z. B. Sportflüge, private Reiseflüge, Segelflüge, Militärflüge, Flüge mit → *Ultraleichtflugzeugen*.

Die allgemeine Luftfahrt (engl.: General Aviation, abgekürzt GA) beinhaltet alle zuvor aufgezählten Verkehrsarten, außer dem Linienverkehr und dem Charterverkehr.

Luftverkehrsallianz

Ein Begriff aus der Verkehrsfliegerei. Bezeichnung für eine enge und formalisierte Zusammenarbeit mehrerer → *Luftverkehrsgesellschaften*. Sie umfasst unter anderem die Durchführung von → *Code-Share Flügen*, die Abstimmung des → *Streckennetzes* und der → *Flugpläne*, den Aufbau gemeinsamer → *Vielflieger-Programme*, die gemeinsame Nutzung von → *Hubs*, Infrastruktureinrichtungen und Back-Office Prozessen, und den Aufbau einer „Corporate Identity" für die Allianz. Neuere Ansätze gehen dahin, auch die Einkaufsmacht zu bündeln, bis hin zum gemeinsamen Kauf von Flugzeugen.

Die Keimzelle einer Luftfahrtallianz ist in der Regel die Kooperation einer europäischen mit einer amerikanischen Luftverkehrsgesellschaft. Das Streckennetz der europäischen Gesellschaft ist meist stark in Europa und auf anderen internationalen Linien, das Netz der US-Gesellschaft ist meist ein starkes inneramerikanisches Streckennetz. Diese beiden Unternehmen führen die Allianz schon aufgrund ihrer Größe an. Im Fall der „Star Alliance" sind dies die Lufthansa und United Airlines, im Fall der „Oneworld" British Airways und American Airlines und bei „Skyteam" Air France und Delta. Meist gruppieren sich mittelgroße Unternehmen dazu, die Lücken im Streckennetz füllen; bei der Star Alliance sind dies z. B. die Varig zur Abdeckung des südamerikanischen Marktes, Singapore Airlines für den asiatischen Markt, und die SAS für Nordeuropa. In der dritten Reihe werden zahlreiche kleine, stark regionale Unternehmen aufgenommen, die das Streckennetz lokal verdichten.

Insbesondere die Zusammenarbeit der größten Gesellschaften einer Allianz bedarf einer kartellrechtlichen Genehmigung. Oftmals müssen die Allianzen → *Slots* an ihren Hubs an andere Gesellschaften abgeben, da sie sonst auf vielen Strecken zu dominant wären.

Luftverkehrsgesellschaft

Ein Begriff aus der Verkehrsfliegerei. Vereinfacht auch Fluggesellschaft. Oberbegriff für Unternehmen, deren Geschäftszweck die kommerzielle Erbringung einer Transportdienstleistung

für Fracht (→ *Cargo*) und/oder Passagiere (→ *Luftverkehr*, → *Charter*) ist.
In Deutschland sind als große Beispiele die Lufthansa, die Air Berlin oder Air Berlin zu nennen. Die Leistungsfähigkeit von Luftverkehrsgesellschaften wird z. B. anhand ihres Umsatzes und Gewinns, der jährlich beförderten Passagiere und → *Luftfracht*, des → *Streckennetzes*, oder der angebotenen und verkauften → *Passagierkilometer* gemessen. Laut Angaben der → *IATA* waren 2009 die größten Mitglieder nach Zahl der beförderten Passagiere:

Gesellschaft (Land)	Passagiere 2009
Southwest Airlines (USA)	101,3 Mio
American Airlines (USA)	85,7 Mio
Delta Air Lines (USA)	67,9 Mio
China Southern Airlines (VR China)	66,0 Mio
Ryanair (Irland)	65,3 Mio
United Airlines (USA)	56,0 Mio
Lufthansa (Deutschland)	53,2 Mio
US Airways (USA)	51,0 Mio
Air France (Frankreich)	48,0 Mio
Continental Airlines (USA)	44,0 Mio

Nach Passagierkilometern (PKT) ergibt sich folgende Reihenfolge:

Gesellschaft (Land)	PKT 2009
American Airlines (USA)	196,9 Mrd
Delta Air Lines (USA)	161,9 Mrd
United Airlines (USA)	161,4 Mrd
Air France (Frankreich)	126,4 Mrd
Continental Airlines (USA)	125,0 Mrd
Lufthansa (Deutschland)	123,1 Mrd
Emirates (VAE)	118,3 Mrd
British Airways (GB)	112,0 Mrd
Northwest Airlines (USA)	100,2 Mrd
Qantas Airways (Australien)	97,5 Mrd

Im Frachtbereich (Luftfracht und Luftpost, gemessen in Frachttonnenkilometern, FTKT) ergibt sich folgende Reihenfolge:

Gesellschaft (Land)	FTKT 2009
FedEx (USA)	13,8 Mrd
UPS Airlines (USA)	9,2 Mrd
Korean Air Lines (Süd-Korea)	8,3 Mrd
Cathay Pacific Airways (Hong Kong)	7,7 Mrd
Lufthansa (Deutschland)	6,7 Mrd
Singapore Airlines (Singapur)	6,5 Mrd
Emirates (VAE)	6,4 Mrd
China Airlines (VR China)	4,9 Mrd
Air France (Frankreich)	4,7 Mrd
Cargolux (Luxemburg)	4,7 Mrd

Dabei ist zu beachten, dass die IATA diejenigen Luftverkehrsgesellschaften, die zu einem Konzern gehören, aber getrennt operieren (z. B. eigene IATA-Kürzel und Flugnummern verwenden) auch getrennt ausweist. So sind z. B. die Zahlen für United Airlines ohne Continental ausgewiesen, für Lufthansa ohne Swiss, Austrian Airlines und bmi, und für Air France ohne KLM.
Laut IATA wiesen die Mitglieder zwischen 2003 und 2009 in Summe die folgenden Gewinne und Verluste aus:

Jahr	Gewinn/Verlust
2003	– 7,5 Mrd US-$ (Verlust)
2004	– 5,6 Mrd US-$ (Verlust)
2005	– 4,1 Mrd US-$ (Verlust)
2006	– 0,1 Mrd US-$ (Verlust)
2007	12,9 Mrd US-$ (Gewinn)
2008	– 15,9 Mrd US-$ (Verlust)
2009	– 9,9 Mrd US-$ (Verlust)

Die Zahlen scheinen eine Reihe überlieferter Daumenregeln zu bestätigen – z. B. dass Luftverkehrsgesellschaften von allen Teilnehmern am Luftverkehr die größten Schwierigkeiten haben, dauerhaft profitabel zu arbeiten (siehe auch Erläuterungen zu → *Flagcarrier*), und dass der Luftverkehr überproportional von wirtschaftlichen Aufschwüngen profitiert aber auch überproportional unter wirtschaftlichen Einbrüchen leidet. Nachdem 2007 die Folgen des Krisenjahres 2001 bewältigt werden konnten kam es 2008 zu einem Einbruch der Weltwirtschaft und damit verbundenen hohen Verlusten. Zwei direkte Folgen waren starke wirtschaftliche Probleme einiger Gesellschaften (z. B. Insolvenz der JAL Japan Air Lines) und eine weitere Konsolidierung der Branche (z. B. Zusammenschluss von United und Continental in den USA oder British Airways und Iberia in Europa). Für 2010 rechnet die IATA bereits wieder mit einem positiven Ergebnis für ihre Mitglieder.

Luftverkehrsgesetz
→ *LuftVG*.

Luftverkehrskaufleute/-mann/-frau
Ein Begriff aus der → *Verkehrsfliegerei* und dort aus dem Bereich des → *Luftfahrtpersonals*. Es handelt sich um einen in Deutschland anerkannten Ausbildungsberuf mit einer Ausbildungszeit von drei Jahren. Ausbildende sind Luftverkehrsunternehmen und Betreiber von → *Flughäfen*.
Luftverkehrskaufleute sind verantwortlich für die Organisation, Planung und Kontrolle bei der Beförderung von Passagieren und → *Luftfracht*. Sie können im technischen, fliegerischen, administrativen oder Verkaufs- und Verkehrsbereich eingesetzt werden. Sie arbeiten im Schalter- und Stationsdienst (→ *Station*) und beraten dabei Fluggäste über Flugverbindungen und Tarife, berechnen Flugpreise und reservieren Plätze. Sie verkaufen → *Tickets* oder Frachtraum und fertigen Fluggäste und deren Gepäck oder Fracht ab.
Bei Frachtsendungen planen sie die Frachtkapazitäten, erstellen Frachtpapiere wie den → *Luftfrachtbrief* und erledigen zollamtliche Formalitäten. Sie beschaffen auch Betriebsmittel wie z. B. → *Kraftstoff* und Ersatzteile, planen den Einsatz der → *Crew*, stellen für die Luftfahrzeugführer Streckenunterlagen zusam-

men und übernehmen organisatorische Aufgaben in der Flugzeugabfertigung. Zu ihrem Aufgabenbereich gehören darüber hinaus Tätigkeiten im Finanz- und Rechnungswesen.

Luftverkehrsordnung
→ *LuftVO*.

Luftverkehrsrecht
→ *Luftrecht*.

LuftVG
Abk. für Luftverkehrsgesetz.
Ein Begriff aus dem nationalen → *Luftrecht*. Das LuftVG bildet in Deutschland zusammen mit der Luftverkehrsordnung (→ *LuftVO*) die Grundlage für das nationale Luftrecht.
Das Luftverkehrsgesetz enthält die wichtigsten grundlegenden Vorschriften für den Luftverkehr und teilt sich in drei Abschnitte auf:
- Luftverkehr
  - Luftfahrzeuge und Luftfahrtpersonal
  - → *Flugplätze*
  - Luftfahrtunternehmen und -veranstaltungen
  - Verkehrsvorschriften
  - Flugplankoordinierung und → *Flugsicherung*
  - Enteignung
  - Gemeinsame Vorschriften
- Haftpflicht
  - Haftung für Personen und Sachen
  - Haftung aus einem Beförderungsvertrag
  - Haftung für militärische Luftfahrzeuge
  - Gemeinsame Vorschriften für die Haftpflicht
- Straf- und Bußgeldvorschriften

Das LuftVG wird durch verschiedene Verordnungen ergänzt und zum Teil erheblich konkretisiert und detailliert:
- Luftverkehrsordnung (→ *LuftVO*)
- Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung (→ *LuftVZO*)
- Betriebsordnung für Luftfahrtgerät (→ *LuftBO)*
- Prüfordnung für Luftfahrtgerät (→ *LuftGerPO*)
- Verordnung über Flugsicherungsausrüstung des Luftfahrzeugs (→ *FSAV*)
- Verordnung über Flugfunkzeugnisse (→ *FlugfunkV*)
- Verordnung über die Betriebsdienste der Flugsicherung (→ *FSBetrV*)
- Kostenverordnung der Luftfahrtverwaltung (→ *LuftKostVO*)

LuftVO
Abk. für Luftverkehrsordnung.
Ein Begriff aus dem nationalen → *Luftrecht*. Die LuftVO bildet in Deutschland zusammen mit dem Luftverkehrsgesetz (→ *LuftVG*) die Hauptgrundlage für das nationale Luftrecht. Die LuftVO ist Teil des Luftverkehrsgesetzes. Analog zur Straßenverkehrsordnung gibt die LuftVO die Grundregeln für den Verkehr im Luftraum vor. Die LuftVO ist in fünf Abschnitte untergliedert:
- Abschnitt I: Pflichten der Teilnehmer am Luftverkehr. Hierin sind unter anderem Grundregeln des Luftverkehrs, die → *Flugvorbereitung*, und die im Flug mitzuführenden Ausweise und Dokumente festgelegt.
- Abschnitt II: Allgemeine Regeln. Sie beziehen sich z. B. auf → *Sicherheitsmindesthöhen*, die Ordnung des → *Luftraums*, Ausweichregeln, Signale und Zeichen, den Funkverkehr, den Verkehr am → *Flugplatz*, die → *Positionslichter* am Flugzeug, und den → *Kunstflug*.
- Abschnitt III: → *Sichtflugregeln*.
- Abschnitt IV: → *Instrumentenflugregeln*.
- Abschnitt V: u. a. die Bußgeldvorschriften.

Darüber hinaus sind in Anhang 1 Lichter am Flugzeug näher beschrieben, in Anhang 2 Signale und Zeichen, in Anhang 3 Halbkreisflughöhen zur Vermeidung von Kollisionen, und in Anhang 4 die Struktur des Luftraums. Anhang 5 enthält unter anderem die → *Sichtflugbedingungen*. Die LuftVO berücksichtigt neben den nationalen Verfahren insbesondere auch internationale Vorschriften und Verfahren (Anhang 2 des Abkommens der → *ICAO* „Rules of the Air“). Mit der Übernahme solcher internationaler Gepflogenheiten in das nationale Recht wird gewährleistet, dass der internationale Luftverkehr zwischen den Mitgliedstaaten des ICAO-Abkommens (→ *Chicago Convention*) auf einer weitestgehend harmonisierten Grundlage erfolgt.

LuftVZO
Abk. für Luftverkehrs-Zulassungsordnung.
Ein Begriff aus dem → *Luftrecht*. Die LuftVZO ist Teil des Luftverkehrsgesetzes (→ *LuftVG*). Sie legt fest, unter welchen Voraussetzungen Flugzeuge, Luftfahrtgerät, Personal und → *Flugplätze* für die Teilnahme am Luftverkehr zugelassen werden. Beispielsweise regelt sie den Erwerb von → *Pilotenlizenzen* oder unter welchen Bedingungen ein Flugplatz als → *Flughafen*, Landeplatz oder Segelfluggelände zugelassen wird.

Luftwerterechner
Ein elektronisches System zur Verknüpfung der Messwerte → *statischer Druck*, → *Staudruck* und statische Lufttemperatur zu Angaben für die Höhe, → *IAS*, → *TAS*, → *Machzahl* und → *Steig-* bzw. → *Sinkrate* des Flugzeugs. Der Luftwerterechner zentralisiert Berechnung und Korrektur (z. B. Einbaukorrekturen) der Messwerte für → *Höhenmesser*, → *Fahrtmesser* und → *Variometer*. Gleichzeitig können diese Größen – in manchen Fällen auch → *Anstell-* und → *Schiebewinkel* – einem → *Flugregler* zur Verfügung gestellt werden.

Luftwiderstand
→ *Widerstand*.

Luftwirbel
→ *Wirbel*.

Luftzonentheorie
→ *Luftfreiheit*.

Luv
Luv ist – im Gegensatz zu → *Lee* – die dem → *Wind* zugewandte Seite von Objekten (Flugzeuge, Schiffe, Hochhäuser).

M

MA
Abk. für Missed Approach.
→ *Fehlanflug*.

Mach
Einheit der → *Machzahl*; diese gibt die → *Fluggeschwindigkeit* in Vielfachen der momentanen → *Schallgeschwindigkeit* an. Das Mach beschreibt also ein Verhältnis zweier Geschwindigkeiten und ist somit eine dimensionslose Einheit.
Das Mach, wie auch die Machzahl und der Machscher Kegel (→ *Schallmauer*), sind nach dem österreichischen Physiker und Philosophen Ernst Mach (* 18. Februar 1838, † 19. Februar 1916) benannt, der sich insbesondere mit den Phänomenen beim Durchbrechen der → *Schallmauer* und mit der Messung der Schallgeschwindigkeit beschäftigte.

Machscher Kegel
→ *Schallmauer*.

Machzahl
Angabe der → *Fluggeschwindigkeit* in Vielfachen der momentanen → *Schallgeschwindigkeit*. Die momentane Schallgeschwindigkeit ändert sich dabei unter anderem in Abhängigkeit von der Dichte und der Temperatur der Luft.
In Abhängigkeit von der Machzahl werden folgende → *Flugzustände* unterschieden:
- Machzahl (deutlich) unter 1: → *Unterschallflug.*
- Machzahl nahe, aber noch unter 1: → *Subsonischer Flug.*
- Machzahl 1 bzw. etwas darüber: → *Transsonischer Flug.*
- Machzahl (deutlich) über 1: → *Überschallflug.*
- Machzahl über 5: → *Hyperschallflug*.

Die Einheit der Machzahl ist das → *Mach*.

Magnetic Bearing
→ *Seitenpeilung*.

Magnetic Heading
→ *Missweisender Steuerkurs*.

Magnetische Missweisung
Bezeichnet für einen Punkt auf der Erdoberfläche den Winkel zwischen dem Längengrad durch diesen Punkt (also der Richtung zum geographischen Nordpol) und der Richtung zum magnetischen Nordpol.
Dabei ist zu beachten, dass sich die magnetische Missweisung nicht nur von Punkt zu Punkt der Erdoberfläche verändert, sondern auch an einem bestimmten Punkt zeitlich ändern kann.

Bestimmung des einzuschlagenden Kurses mit Hilfe der magnetischen Missweisung
Ein → *Magnetkompass* richtet sich nach dem Magnetfeld der Erde aus, und zeigt daher nicht zum geographischen, sondern zum magnetischen Nordpol. Der einzuschlagende Kurs eines Flugzeugs muss also um diese Abweichung – die gerade der Magnetischen Missweisung entspricht – korrigiert werden.
Das Vorgehen erfolgt dabei in zwei Schritten. Zunächst bestimmt der Pilot den → *rechtweisenden Kurs* – das ist der Winkel zwischen dem gewünschten Kurs des Flugzeugs und der aktuellen Längengradlinie. Danach addiert oder subtrahiert er die magnetische Missweisung, die für den Schnittpunkt zwischen Kurs und Längengradlinie gilt. Das Ergebnis ist der gesuchte Kurs, der auch als → *missweisender Kurs* bezeichnet wird.
Korrigiert man den missweisenden Kurs noch um den Windeinfluss, so erhält man den einzuschlagenden → *missweisenden Steuerkurs*. Wenn der Wind genau in Richtung des beabsichtigten Kurses weht, entspricht der missweisende Steuerkurs gerade dem missweisenden Kurs. Bei Seitenwind muss der Pilot jedoch das Flugzeug zum Ausgleich leicht in den Wind drehen (→ *Schiebeflug*).

Magnetkompass
Ein Begriff aus der → *Instrumentenkunde*. Ein Instrument zur Bestimmung des → *Steuerkurs*. Gleichzeitig wird der Magnetkompass zum Nachstellen des → *Kursanzeigers* verwendet.
Das Prinzip des Magnetkompass beruht darauf, dass sich seine Nadel nach dem magnetischen Feld der Erde ausrichtet, und so die Richtung zum magnetischen Nordpol und zum magnetischen Südpol angibt. Da magnetischer Nord- oder Südpol und geographischer Nord- oder Südpol nicht exakt zusammenfallen, kommt es zur → *magnetischen Missweisung*.
Nachteile des Magnetkompass sind das Auftreten von Schwankungen bei Beschleunigungen des Flugzeugs, und das Nachdrehen bei Kursänderungen infolge von Reibung. Zur Vermeidung von Anzeigefehlern sollte der Magnetkompass daher nur im unbeschleunigten → *Horizontalflug* abgelesen werden.
Darüber hinaus ist der Magnetkompass horizontal ausgerichtet (z. B. durch Aufhängung als Pendel) um den Einfluss der Krümmung der Feldlinien des Erdmagnetfelds (Inklination) auszugleichen. Im Kurvenflug führt dies jedoch zu einer Ausrichtung des Kompass entlang der Fliehkraft, und damit zu einem Messfehler.
Schließlich muss beachtet werden, dass auch Systeme und Instrumente an Bord des Flugzeugs (z. B. Funkgeräte) Magnetfelder erzeugen können. Diese Felder überlagern das Magnetfeld der Erde und lenken so die Kompassnadel ab.
Eine Weiterentwicklung des Magnetkompass ist der → *Induktionskompass*.

Magnetzünder
Bezeichnet bei → *Kolbenmotoren* ein System zur Zündung des → *Kraftstoff*-Luft-Gemischs in den Zylindern. Der Magnetzünder verfügt über eine Magneten, der über die Kurbelwelle des Motors in Rotation versetzt wird. Die dabei einsetzende Induktion liefert die zum Zünden benötigte elektrische Energie. Kolbenmotoren für Flugzeuge verfügen in der Regel über zwei Zündsysteme mit getrennten Magnetzündern; dies erhöht die Sicherheit im Flug, und ermöglicht es beim → *Run-up* einen defekten Zündkreislauf zu entdecken.

Maintenance Review Board
→ *Musterzulassung*.

Major Check
→ *Wartung*.

MALSF
Abk. für Medium Intensity Approach Light System with Sequenced Flashing Lights.
Bezeichnung für eine → *Anflugbefeuerung*, die im Aufbau im Wesentlichen dem → *SSALF* System entspricht.

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_13, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

MALSR
Abk. für Medium Intensity Approach Light System with Runway Alignment Indicator Lights.
Bezeichnung für eine → *Anflugbefeuerung*, die im Aufbau im Wesentlichen dem → *SSALR* System entspricht.

Mammatokumulus
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet dort eine spezielle Art der Wolke der Gattung → *Kumulonimbus* mit hängenden Ausstülpungen wie z. B. sog. Beutel, Gehänge oder Euter an der Wolkenunterseite. Sie deutet im Allgemeinen auf schwere → *Turbulenzen* hin, die einen Flug hindurch unkomfortabel oder im schlimmsten Fall gefährlich machen können.

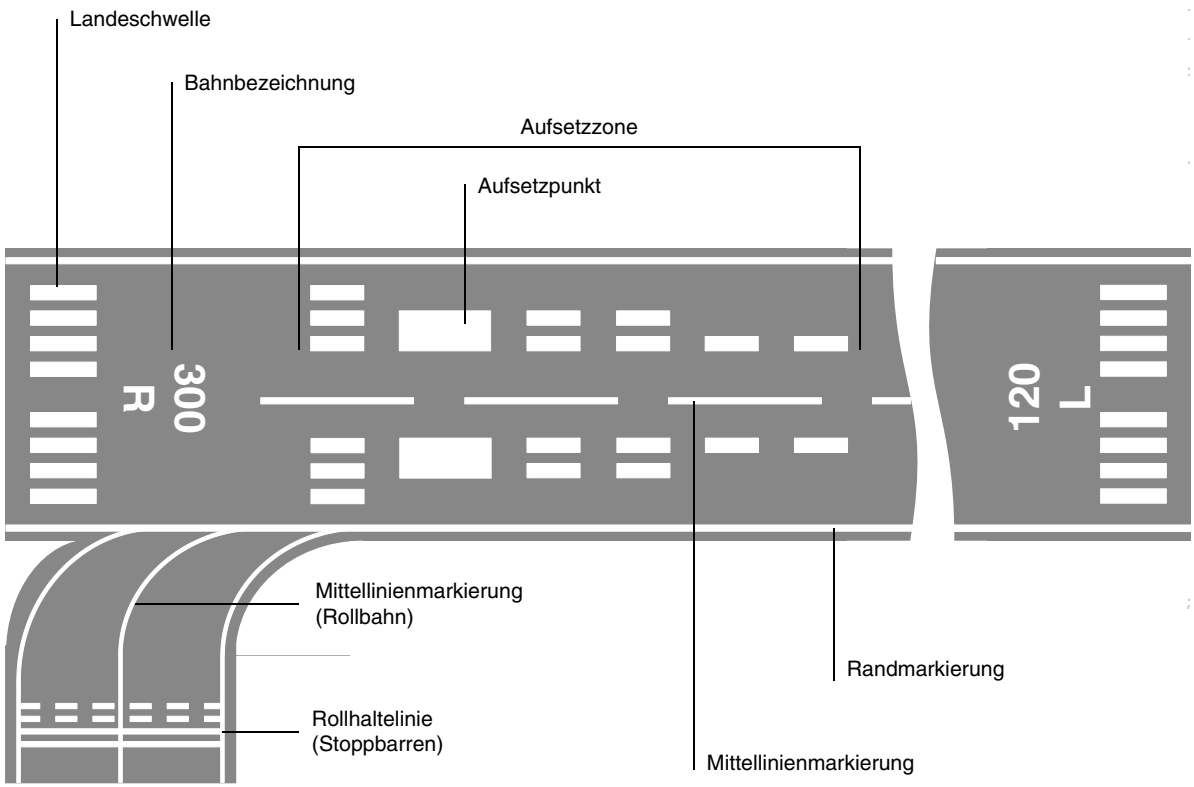
Manövriergeschwindigkeit
Höchste → *Fluggeschwindigkeit*, bei der starke Ausschläge der → *Ruder* oder plötzlich auftretende → *Turbulenzen* gerade noch nicht zu einem → *Strömungsabriss* führen. Dementsprechend darf die Manövriergeschwindigkeit bei Turbulenzen nicht überschritten werden. Die Manövriergeschwindigkeit wird mit Va abgekürzt, ist auf dem → *Fahrtmesser* in der Regel aber nicht markiert.

Mantelstrom-Triebwerk
→ *Zweikreis-Turbinenluftstrahltriebwerk*.

Manueller Flug
Bezeichnung für eine Betriebsart, bei der das Flugzeug durch den Piloten (und nicht z. B. durch den → *Autopilot*) geflogen wird.
Bei Flugzeugen ohne → *Flugregler* ist der manuelle Flug die einzig mögliche Betriebsart. Dagegen ist bei Flugzeugen mit Flugregler (z. B. bei Verkehrsflugzeugen) der rein manuelle Flug eine Ausnahme; in den meisten Fällen wird sich der Pilot zur Steuerung des Flugzeugs zumindest der Hilfe des → *Stabilisationsreglers* bedienen. Bei diesem sogenannten manuellen Flug mit Reglerunterstützung entlastet der Flugregler den Piloten von permanenten Steuereingaben zum Ausgleichen von Störungen wie Windböen. Manche → *Militärflugzeuge* sind so konstruiert, dass sie im ungeregelten Zustand instabil sind (→ *Stabilität*), so dass der Pilot sogar zwingend auf die Unterstützung des Stabilisationsreglers angewiesen ist.
Umgekehrt kann es auch beim Flug mit Autopiloten oftmals zu einer Aufgabenteilung zwischen Flugregler und Pilot, z. B. übernimmt der Pilot die Steuerung der Längs- und Vertikalbewegung, überlässt die Seitenbewegung aber dem Flugregler.
Weitere Mischformen zwischen manuellem und automatischem Flug sind das → *Flight Director* Prinzip, die → *Fly-by-Wire* Steuerung, und das Control Wheel Steering (→ *CWS*).
Beim Flight Director Prinzip erhält der Pilot Anweisungen zur Steuerung des Flugzeugs vom Flugregler, und setzt diese wiederum mit Unterstützung des Flugreglers um.
Bei der Fly-by-Wire Steuerung kommandiert der Pilot nicht wie früher Ausschläge der → *Ruder*, sondern Zustandsgrößen (z. B. → *Rollrate*). Seine Eingaben durch den → *Side-Stick* werden in elektronische Signale umgesetzt, vom Flugregler interpretiert und in Kommandos für Ruder und → *Triebwerk* übersetzt.
Beim Control Wheel Steering gibt der Pilot seine Befehle manuell ein, die Ansteuerung der Ruder erfolgt aber über die Stellmotoren des Flugreglers.

MAP
Abk. für Missed Approach Point.
Bezeichnet den Punkt, an dem das Flugzeug im → *Landeanflug* die → *Entscheidungshöhe* erreicht, und bei der der → *Pilot* entscheiden muss, ob er die → *Landung* durchführt, oder ob ein → *Fehlanflug* vorliegt. Der MAP liegt zwischen ca. 75 m (→ *CAT*-II Landungen) bis einige hundert Meter vor der → *Landeschwelle*. Beim → *Instrumenten-Landesystem* wird der MAP durch das → *Haupteinflug*- oder das → *Platzeinflugzeichen* markiert.

Maritime Patrol Aircraft
Abgekürzt mit MPA. Deutsche Bezeichnung etwa Langstreckenseeaufklärer. Ein Begriff aus der militärischen Luftfahrt. Das MPA ist ein Sonderfall eines → *Militärflugzeugs* und dort des Aufklärers. Es handelt sich um ein Aufklärungsflugzeug, das primär im Langstreckeneinsatz über der Hochsee zur Entdeckung, Verfolgung, Überwachung und ggfs. auch Bekämpfung von Über- und Unterwasserfahrzeugen eingesetzt wird (ASW, Anti Submarine Warfare; ASuW, Anti Surface Warfare). Zusätzlich kommen derartige Flugzeuge für Rettungseinsätze (SAR, Search and Rescue) zum Einsatz.
Zur Entdeckung und Verfolgung kann ein MPA aktive und passive Sonarbojen abwerfen. Es ist mit zahlreichen am Rumpf angebauten und daher gut erkennbaren Radaranlagen sowie abwerfbaren Markierungsmitteln (Rauch- und Farbmarkierungen) ausgestattet. Insbesondere ein passiver Magnetfeldsensor am Heck ist als deutlich ausgeprägte und scherzhaft „Stachel“ genannte Antenne zu erkennen.
Zur Bekämpfung verfügen sie in der Regel über Torpedos, Wasserbomben, Minen oder auch Raketen, die selten in einem internen Waffenschacht, hingegen öfter an Unterflügelstationen aufgehängt sind. Charakteristisch für ein MPA ist, dass es langsam und sehr lange fliegen kann, weshalb es üblicherweise über → *Propeller-Turbinenluftstrahltriebwerken* und große → *Spannweiten* verfügt. Ferner haben sie eine große → *Kabine* zur Aufnahme der Elektronik und des Bedienpersonals (üblicherweise 10 bis 20 Personen).
Die Bedeutung dieses militärischen Flugzeugtyps schwand mit dem Ende des kalten Krieges sehr stark, zumal seinerzeitige Baumuster oft durch Nachrüstungen an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit gekommen waren, was die Reichweite bzw. maximale Einsatzdauer anging. Erst ab der Jahrtausendwende gewann dieser Flugzeugtyp und seine Weiterentwicklung wieder an Bedeutung, als erkannt wurde, dass im Rahmen der internationalen Verantwortung gemeinsame, friedensschaffende und -sichernde Operationen (wie etwa die Bekämpfung der Piraterie oder des Schmuggels, die Überwachung von Seeblockaden oder Embargos) derartige Plattformen benötigen. Dies führte nochmal zu einem Entwicklungsschub, der z. B. in der Boeing P-8 „Poseidon“ (Erstflug 25. April 2009) mündete.. Es kann jedoch erwartet werden, dass dies die letzte, bemannte Generation von MPAs sein wird und dass zukünftige MPAs eher als unbemannte → *Drohnen* operieren werden.
Typische MPAs sind die vom zivilen Muster L-188 „Electra“ abgeleitete viermotorige Lockheed P-3 „Orion“ (Erstflug 19. August 1958; USA), von der die Bundesmarine ab 2006 insgesamt acht Exemplare von den Niederländern übernommen hat, oder die zweimotorige Breguet 1150 „Atlantique“ (Erstflug 21. Oktober 1961), welche zuvor mit insgesamt 20 Stück das MPA-Rückgrat der Marineflieger der Bundeswehr war. Andere Beispiele sind die CASA CN 235 „Persuader“ (Erstflug 11. November 1983), die CASA CN 295 „Persuader“ (Erstflug



Markierungen bei einer Instrumenten Start- und Landebahn

22. Dezember 1998), die britische Hawker-Siddeley „Nimrod" (Erstflug Mai 1967), die von der zivilen „Comet 4" abgeleitet war oder die vom Langstreckenbomber Tu-95 (Erstflug 12. November 1952) abgeleitete Tu-142 (Erstflug 18. Juni 1968).

Markierung

Zusammenfassender Begriff für Zeichen und Linien auf dem → *Vorfeld*, auf den → *Rollwegen*, und auf den → *und Landebahnen* eines → *Flugplatzes*.

Markierungen dienen primär der Kennzeichnung von Vorfeld, Rollwegen und Landebahnen. Darüber hinaus helfen sie Piloten im → *Endanflug* dabei, Breite und Länge der → *Landebahn* sowie die Länge der Landebahn nach dem Überflug der → *Landeschwelle* zu bestimmen. Bei → *Start* und → *Landung* geben sie Informationen zu Abweichungen von der Mittellinie sowie Geschwindigkeit und relative Entfernung zum Ende der Start- bzw. Landebahn. Markierungen können bei Tageslicht bei guten und eingeschränkten Sichtbedingungen, und in der Nacht bei guten Wetterbedingungen eingesetzt werden. Erst bei schlechteren Bedingungen ist der Einsatz von → *Befeuerungen* nötig.

Markierungen bei befestigten und unbefestigten Flächen

Bei unbefestigten Flächen kommen lediglich rot-weiße Pyramiden, Kegel oder Dachreiter zur Kennzeichnung von Landebahnen und Rollwegen zum Einsatz. Zusätzlich wird auf halber Länge die Mitte der Start- bzw. Landebahn durch eine Markierung gekennzeichnet.

Befestigte Rollwege und Start- und Landebahnen verfügen über einen umlaufenden weißen Strich an ihrem Rand; zusätzlich erfolgt eine Markierung der Mittellinie durch eine weiße Strichelung.

Markierungen bei größeren Flugplätzen

Auf größeren Flugplätzen erfolgt die Markierung von Start- und Landebahnen durch:

- Eine weiße Randmarkierung (engl.: Runway Edge Marking) zur Kennzeichnung der seitlichen Grenzen der Bahn.
- Eine weiße, gestrichelte Mittellinienmarkierung (engl.: Runway Centre Line Marking).
- Eine weiße Schwellenmarkierung (engl.: Treshold Marking) zur Identifikation der Landeschwelle. Für → *Sichtanflug-Landebahnen* besteht die Markierung lediglich aus einer einzelnen weißen Linie; bei → *Instrumentenanflug-* und → *Präzisionsanflug-Landebahnen* dagegen aus jeweils vier parallelen, weißen Linien links und rechts von der Mittellinie. Die → *Bahnbezeichnung* (engl.: Runway Designation Marking), die mit Hilfe von weißen Buchstaben und Zahlen angezeigt wird.

Zusätzlich können weiße Markierungen für den → *Aufsetzpunkt* (Aiming Point Marking) und die → *Aufsetzzone* (Touch-down Zone Marking) sowie weiße Abstandsmarkierungen an der Landebahn angebracht sein.

→ *Schnellabrollbahnen* können durch besondere weiße Markierungen (engl.: High Speed Exit Markings) angekündigt werden. Dabei werden – ähnlich wie im Straßenverkehr bei

Autobahnausfahrten – drei weiße Markierungen auf der Landebahn im Abstand von 300 m zur Schnellabrollbahn aufgebracht, zwei Markierungen im Abstand von 200 m, und eine Markierung im Abstand von 100 m. Dies erlaubt es dem → *Piloten*, die Geschwindigkeit des Flugzeugs nach der Landung bis zum Erreichen der Markierungen höher zu wählen, und die Landebahn entsprechend schneller zu verlassen. Die Gesamtzeit für eine Landung kann so verringert, und die Kapazität der Landebahn entsprechend erhöht werden.
Rollwege werden durch gelbe Mittellinienmarkierungen (Taxiway Centre Line Marking) gekennzeichnet. An den Einmündungen der Rollbahn in die Startbahn wird der sog. Rollhalteort durch eine vierfache gelbe Rollhaltelinie (auch → *Stoppbarren*, engl.: Taxi-Holding Position Marking) markiert; sie besteht aus zwei durchgezogenen und zwei gestrichelten Linien, die quer zur Rollrichtung verlaufen. Für Schlechtwetterlandungen kann ein zusätzlicher Rollhalteort durch ein Muster aus gelben Rechtecken markiert sein, der einen größeren Abstand zur Start- und Landebahn hat. Ebenfalls in gelb werden Kreuzungen zwischen Rollwegen markiert (engl.: Taxiway Intersection Marking).
Die ebenfalls gelben Rollleitlinien auf dem Vorfeld unterstützen den Piloten beim Ansteuern und Verlassen der → *Parkposition*. Die von den Rollleitlinien abzweigenden, bogenförmigen Lead-in und Lead-out Linien helfen dem Piloten, die jeweilige Parkposition so anzusteuern, dass er weder mit Gebäuden des Flugplatzes noch mit anderen parkenden Flugzeugen kollidiert. Die Parkpositionen selber sind durch Linien am Boden (Stopp-Balken) markiert (engl.: Aircraft Stand Marking), und durch Ziffern und/oder Buchstaben benannt (engl.: Stand Identification). Die Stopp-Balken helfen auch den Marshalern (→ *Marshaling*) den Haltepunkt des Flugzeugs zu bestimmen. In vielen Fällen gibt es unterschiedliche Stopp-Balken für verschiedene Flugzeugtypen; auf diese Art wird gewährleistet, dass die → *Fluggastbrücke* unabhängig vom Flugzeugtyp die Tür des Flugzeugs erreicht.

Markierungsfunkfeuer
Engl.: Marker Beacon. Bezeichnung für ein → *Funkfeuer*, das zur Kennzeichnung von bestimmten Ortspunkten verwendet wird. Bekannte Beispiele sind die → *Einflugzeichen* des → *Instrumenten-Landesystems* (ILS), das Holding Fix zur Markierung einer → *Warteschleife*, oder beim → *Landeanflug* das Initial Approach Fix (IAF), das Intermediate Fix (IF) und das Final Approach Fix (FAF).

Marschflugkörper
International auch Cruise Missile genannt. Bezeichnung für einen unbemannten militärischen Flugkörper (→ *Militärflugzeug*), dessen Zweck der Transport und die Zündung eines Explosivstoffs (= Sprengkopf) im → *Tiefflug* in ein vorbestimmtes Ziel ist. Der Totalverlust des Marschflugkörpers selbst wird dabei billigend in Kauf genommen.
Marschflugkörper werden von Flugzeugen, Schiffen, U-Booten oder Spezialfahrzeugen mit Hilfe von Raketentreibsätzen gestartet und können anschließend im aerodynamischen Flug dank eines permanenten Antriebs durch ein → *Strahltriebwerk* Strecken von mehreren 100 km mit Geschwindigkeiten um die 1.000 km/h zurücklegen.

Marshaling
Sammelbegriff für Tätigkeiten, die von einem Marshaller auf dem → *Vorfeld* eines → *Flugplatzes* durchgeführt werden. Das Marshaling ist Teil der → *Vorfelddienste* und damit auch der → *Flugzeugabfertigung*.
Zu den wichtigsten Aufgaben des Marshaling gehört die Unterstützung des → *Piloten* beim Manövrieren des Flugzeugs in unmittelbarer Nähe der → *Parkposition*.
In manchen Fällen holt der Marshaller das Flugzeug bereits am Ende der → *Rollwege* ab und führt es über das Vorfeld in die Nähe seiner Parkposition. Dazu fährt der Marshaller meist in einem → *Follow-Me-Fahrzeug* vor dem Flugzeug her. Ist die Parkposition erreicht steigt der Marshaller aus und weist das Flugzeug mit Hilfe von Kellen (bzw. bei schlechter Sicht mit Leuchtstäben) und international standardisierten Gesten ein. An manchen Flugplätzen wird diese Aufgabe auch von automatischen Andocksystemen wie dem Aircraft Parking and Information System (→ *APIS*) oder dem Docking Guidance System (→ *DGS*) übernommen. Umgekehrt kann der Marshaller den Piloten auch beim Verlassen der Parkposition unterstützen. Die Kommunikation zur Besatzung im → *Cockpit* erfolgt über ein Headset, das mit dem Flugzeug verbunden ist.
Zu den weiteren Aufgaben eines Marshallers gehören das Anbringen und Entfernen von Bremsklötzen und Sperren am → *Fahrwerk* (→ *On-Block*, → *Off-Block*) sowie das Anbringen und Entfernen von Triebwerks-Abdeckungen, Heckstützen und Schutzabdeckungen für Sensoren wie z. B. → *Druckmesssonden*.

Massenevakuierung, Massenevakuierungstest
→ *Evakuierungstest*.

Maximales Abfluggewicht
→ *Flugzeuggewicht*.

Maximales Landegewicht
→ *Flugzeuggewicht*.

Maximales Startgewicht
→ *Flugzeuggewicht*.

MB
Abk. für Magnetic Bearing.
→ *Seitenpeilung*.

MCD
Abk. für Movable Cabin Divider.
Auch Movable Class Divider genannt. Bezeichnung für eine – im Gegensatz zum → *Cabin Divider* – mit wenigen Handgriffen durch die Kabinenbesatzung verschiebbare Trennwand in Gestalt eines Vorhangs oder eines Stück Kunststoffs innerhalb der → *Kabine*, die in Abhängigkeit von der Auslastung der → *Komfortklassen* die Kabine in zwei Teile trennt, üblicherweise Business Class und Economy Class.
Der MCD wird von der Kabinencrew vor dem → *Boarding* entsprechend der aktuellen Buchungszahlen verschoben. Je nach Flugzeugtyp gibt es einen maximalen Bereich, innerhalb dessen der MCD innerhalb der Kabine verschoben werden kann.
MCDs werden üblicherweise bei solchen Flugzeugen eingesetzt, die auf Kurz- oder Mittelstrecken mit durchgängig einheitlicher Bestuhlung eingesetzt werden, da auf der Langstrecke sich die Komfortklassen durch eine unterschiedliche und fest montierte Bestuhlung differenzieren.

MCP
Abk. für → *Mode Control Panel*.

Ein Eingabegerät des → *Autopiloten* mit dem der Pilot die Betriebsart des Autopiloten (=Mode), z. B. Altitude Hold oder Vertical Speed Hold eingibt.

MCT
Abk. für Minimum Connecting Time.
Die MCT gibt für einen → Flugplatz die minimale Zeit an, die ein Passagier für das Umsteigen von Flugzeug zu Flugzeug benötigt. Mit der MCT wird gleichzeitig der Transfer des Gepäcks des Passagiers abgedeckt. Je kürzer diese Zeit ist, desto besser der Hub; für den Flughafen Frankfurt/Main (FRA) beträgt sie zur Zeit 45 min.

MDI
Abk. für Moving Dial Indicator.
Ein Instrument in der Funknavigation zur Anzeige eines → *ADF* Signals.

Mechanische Aufladung
→ *Aufladung*.

Medical
→ *Flugtauglichkeitsklasse*.

Meeters-Greeters-Area
Bezeichnet bei → *Flugplätzen* den öffentlich zugänglichen Bereich, in dem Abholer auf einen erwarteten, angekommenen Fluggast warten und ihn begrüßen können. Üblicherweise handelt es sich um einen Bereich, der sich hinter den Gepäckbändern und dem darauf folgenden Zollbereich befindet. Bei der baulichen Gestaltung eines Flugplatzes muss berücksichtigt werden, dass die wartenden Abholer durchaus eine große Zahl annehmen können, für die entsprechend sanitäre Anlagen, Wartezonen mit Sitzgelegenheiten sowie Kommunikations- und Informationsanlagen (z. B. Monitore mit Anzeigen der erwarteten/gelandeten Flüge) vorzusehen sind. Ferner sind in der Meeters-Greeters-Area auch für Fluggäste, die nicht abgeholt werden, verschiedene Serviceeinrichtungen unterzubringen, z. B. Schalter für Mietwagenfirmen oder Reiseveranstalter, Geldautomaten oder eine Bank, Buchhandlungen (Reiseführer, Straßenkarten), Fundbüro oder der Informationsschalter eines Touristikverbandes.

Meeting Point
Bezeichnung für einen besonders gekennzeichneten Ort in einem → *Terminal*, der als Treffpunkt für Personen vereinbart werden kann.
In jedem → *Flughafen* bzw. Terminal wird nur ein Punkt als Meeting Point ausgewiesen; dieser Punkt selber und seine Wege zu ihm sind deutlich ausgeschildert. Auf diese Art können sich Personen im Terminal verabreden ohne das Terminal vorab zu kennen.

Mehrpunktrolle
→ *Zeitenrolle*.

Meldeschluss
→ *Close-out Time*.

Mesopause
→ *Mesosphäre*.

Mesosphäre
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet dort einen Teil der → *Atmosphäre*. Die Mesosphäre ist durch die Stratopause von der → *Stratosphäre* getrennt und reicht von etwa 50 bis 85 km über der Erdoberfläche. Mit zunehmender Höhe fällt die Temperatur von ca. 0°C auf bis zu −110°C im Sommer bzw. −70°C im Winter. Die Mesosphäre wird von der Mesopause abgeschlossen und durch sie von der → *Thermosphäre* getrennt. In der Mesosphäre verglühen die meisten Meteore, wenn sie auf die Erde stürzen. Beobachtet man in der Nacht eine vermeintliche Sternschnuppe, kann man sich fast sicher sein, ihn eben in der Mesosphäre verglühen zu sehen.
In der Mesosphäre gibt es nur noch wenig Ozon, so dass kaum Sonnenenergie absorbiert werden kann. Deswegen, und weil die atmosphärischen Gase in diesem Höhenbereich viel Wärme in den Weltraum abstrahlen, sinkt die Temperatur. Sie erreicht in Mesopausenhöhe (85 bis 90 km) ihren niedrigsten Wert, dort ist die Erdatmosphäre mit bis zu −100°C am kältesten. Im Mesopausenbereich bilden sich im Sommer die leuchtenden Nachtwolken, die höchsten Wolken der Erdatmosphäre. Sie werden zu Beginn und zum Ende der Nacht durch Streuung von Sonnenlicht sichtbar, obwohl die Sonne für den Beobachter bereits untergegangen oder noch nicht aufgegangen ist. Die Mesosphäre ist sehr dynamisch: Winde, atmosphärische Wellen und Turbulenz spielen hier eine große Rolle. Diese Vorgänge beeinflussen auch die darüber- und darunter liegenden Schichten.

Messerflug
Bezeichnung für ein Manöver aus dem Bereich des → *Kunstflugs*. Es handelt sich dabei um Flugmanöver, bei dem die → *Tragflächen* des Flugzeugs temporär nicht horizontal, sondern um 90° verdreht, und damit vertikal ausgerichtet sind. Diese Manöver kann nur im → *Kurvenflug* durchgeführt werden. Richtungskorrekturen werden bei diesem Manöver mit dem → *Höhenruder*, Höhenkorrekturen mit dem → *Seitenruder* ausgeführt.

METAR
Abk. für Meteorological Aviation Routine (Report).
Bezeichnung für eine bestimmte Art der → *Flugwettervorhersage*. Es handelt sich dabei um den Routine-Flugwetterbericht. Dies ist ein Standardbericht über stündliche oder auch halbstündliche Wetterbeobachtungen auf → *Flugplätzen*. Durch diese Gültigkeitsdauer unterscheidet er sich vom → *TAF*. Der METAR wird in einer nach internationalen Richtlinien festgelegten Verschlüsselung, unter Verwendung der gebräuchlichen von der → *ICAO* festgelegten Abkürzungen erstellt und verbreitet.
Von internationalen Verkehrsflughäfen wird der METAR in der Regel rund um die Uhr im halbstündigen Rhythmus erstellt. Kleinere Flugplätze sowie speziell dafür ausgesuchte Wetterbeobachtungsstationen melden nur tagsüber und üblicherweise im Stundenrhythmus. Grundsätzlich gelten die Angaben über beobachtete/gemessene Wetterelemente für den angegebenen Zeitpunkt bzw. für den Beobachtungsstandort und seine unmittelbare Umgebung bis etwa 10 km.
Ein METAR enthält folgende Angaben:
- Art des Berichts
- Stationskennzeichen
- Berichtszeit
- → *Wind*, Sicht, Wetter und Sichthindernisse
- Lage am Himmel, Temperatur und Taupunkt
- → *Höhenmessereinstellung*
- Bemerkungen

Meteorologie
In Deutschland auch Wetterkunde genannt. Bezeichnung für die Wissenschaft von der Physik der → *Atmosphäre*, insbesondere der → *Troposphäre*. Die Meteorologie besteht aus den Teilgebieten Klimatologie (Erforschung normaler Witterungsverhältnisse), → *Aerologie* (Erforschung höherer Luftschichten) und der Synoptik (praktische Meteorologie und Aufstellung von Wettervorhersagen). Die maßgeblich das Wettergeschehen beeinflussenden Faktoren sind die Temperatur, der → *Luftdruck* und die → *Luftfeuchtigkeit*.
→ *Abkühlungsnebel*, → *Advektion*, → *Advektionsnebel*, → *Altokumulus Castellanus*, → *Altokumulus*, → *Altostratus*, → *Ambosswolke*, → *Anemometer*, → *Antizyklone*, → *Atmosphäre*, → *atmosphärische Stabilität*, → *atmosphärischer Niederschlag*, → *Bedeckt*, → *Bernoullische Gleichung*, → *Bodennebel*, → *Böe*, → *Fallstreifen*. → *Fraktus*, → *Front*, → *Frontogenesis*, → *Frontolysis*, → *Frontzone*, → *Gebirgswelle*, → *Gewitter*, → *Gewitterzelle*, → *Graupel*, → *Hagel*, → *Hebung*, → *Hoch*, → *Konvektion*, → *Kumulonimbuswolke*, → *Kumuluswolke*, → *Linsenförmige Wolke*, → *Luftmasse*, → *Mammatokumulus*, → *METAR*, → *Microburst*, → *Nebel,* → *Nieselregen*, → *Nimbostratuswolke*, → *Normalbedingungen*, → *Oberflächeninversion*, → *Okklusion*, → *Passat*, → *Regen*, → *Relative Luftfeuchtigkeit*, → *Rotorwolke*, → *Stationäre Front*, → *Stratokumulus*, → *Stratuswolke*, → *Sturmböe*, → *Tau*, → *Thermik*, → *Tief*, → *Trog*, → *Unterkühltes Wasser*, → *Verdunkelung*, → *Verdunstungsnebel*, → *Wind*, → *Windgeschwindigkeit*, → *Windscherung*, → *Wolke*, → *Wolkenatlas*, → *Wolkenuntergrenze*, → *Zirrusförmige Wolke*, → *Zirruswolke*.

Methode Frankfurt
→ *Frankfurter Methode*.

MF
Abk. für Medium Frequency.
Bezeichnung für das Frequenzband von 300 kHz bis 3 MHz, das insbesondere im Rundfunk verwendet wird. In Deutschland auch Mittelwellenbereich oder Hektometerwellenbereich genannt. Grundsätzlich ist die Reichweite eines Mittelwellensenders von seiner Leistung, der genutzten Frequenz und der Tageszeit abhängig. Die Bodenwelle breitet sich bis zu 150 km weit aus. Die Raumwelle tritt praktisch nur nachts durch Reflexion an der → *Ionosphäre* auf. Die Nachbarbereiche des MF sind → *LF* (nach unten) und → *HF* (nach oben).

MFW
Abk. für Maximum Fuel Weight.
→ *Flugzeuggewicht*.

MH
Abk. für Magnetic Heading.
→ *Missweisender Steuerkurs*.

Microburst
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnet dort oft mit → *Gewittern* einhergehende heftige, punktuell auftretende → *Winde*. Dabei ergießen sich senkrechte → *Fallwinde* aus einem Gewitter und breiten sich dann seitwärts aus, wie aus einem Eimer ausgeschüttetes Wasser. Diese Fallwinde können sehr hohe Geschwindigkeiten von über 180 m/s erreichen, werden durch → *Windscherung* begleitet und erzeugen am Boden starke → *Scherwinde*, an denen sich Windgeschwindigkeit und Windrichtung abrupt ändern. Ein durch einen Microburst und die damit verbundene Windscherung fliegendes Luftfahrzeug ist plötzlichen Geschwindigkeitsschwankungen ausgesetzt. Für Flugzeuge im → *Landeanflug* stellen Microbursts eine große Gefahr dar, da ein von einem Fallwind erfasstes Flugzeug auf den Boden gedrückt und dabei zerstört werden kann. Daher werden → *Flugplätze* mit besonderen Anlagen ausgestattet, die Microbursts erkennen; die → *Platzkontrolle* kann dann eine entsprechende Warnung an die → *Piloten* im Anflug herausgeben.

Midfield Airport
→ *Star- und Landebahn*.

Mikrowellen-Landesystem
→ *MLS*.

Militärflugplatz
→ *Flugplatz*.

Militärflugzeug
Oberbegriff für militärisch genutzte Flugzeuge. Dies können mehr oder weniger stark modifizierte zivile Flugzeuge sein, oder gezielte Entwicklungen, die charakteristische Anforderungen des Militärflugs (z. B. Manövrierbarkeit für den Luftkampf, Aufnahme von internen oder externen Waffenlasten, Vermeidung der Identifizierung durch → *Radar*) erfüllen. Die moderne Technik macht es schwierig, bestimmte Klassen zu identifizieren, da mittlerweile viele militärische Flugzeuge mit aufwändiger → *Avionik* und → *Radar* ausgerüstet sind, so dass sie zwar als allgemeine Kampfflugzeuge identifiziert werden können, aber eher mit modulartigen Einbausätzen und Zusatzbehältern einer nach jeweiligem Einsatzzweck konfigurierbaren, fliegenden Plattform gleichen.
Beispiele für klassische Militärflugzeug-Typen – neben denen es zahlreiche Sondervarianten gibt – sind:

- Bomber: Ein offensiv agierendes Flugzeug zur Bekämpfung von See- oder Bodenzielen dessen Ziel es ist, eine Bombenlast treffsicher über ein Ziel bzw. eine Raketenlast in die Zielnähe zu transportieren. Oft werden Bomber nach der Reichweite oder Zuladung klassifiziert (leichter/mittlerer/schwerer Bomber, Langstreckenbomber). Sie trugen im 2. Weltkrieg und noch kurz danach eine Abwehrbewaffnung (Maschinengewehre, kleinkalibrige Kanonen) mit sich, sind heute aber weitgehend ohne eigene aktive Verteidigungsbewaffnung.
- Jagdflugzeug (Jäger): Ein defensiv agierendes, wendiges und schnelles, bewaffnetes Flugzeug zur Bekämpfung von Luftzielen. Man unterscheidet dabei:
  - Abfangjäger: Ein mit Luft-Luft-Bordwaffen ausgestattetes Flugzeug zur punktuellen Bekämpfung von angreifenden Luftzielen im Zweikampf auf kurze Distanz (→ *Dogfight*). Sie sind für den Luftkampf sehr agil (hohe → *Steigrate*, große Höchstgeschwindigkeit) und wendig ausgelegt, verzichten daher oft aus Gewichtsgründen auf ein zweites → *Triebwerk*, große Tanks und einen zweiten → *Piloten*.
  - Luftüberlegenheitsjäger: Ein mit Luft-Luft-Bordwaffen ausgestattetes Flugzeug zur Bekämpfung von angreifenden Luftzielen, das einen bestimmbaren Luftraum freihalten muss und dafür lange Zeit in der Luft ist und Patrouille fliegt. Prinzipiell mit einem Abfangjäger vergleichbar, doch dank größerer Tanks oder (abwerfbarer) Zusatztanks auch für den Langstreckeneinsatz geeignet.

– Nacht- oder Allwetterjäger: Gelegentlich wird noch zwischen Tag- und Nachtjäger bzw. dem Allwetterjäger unterschieden. Nacht- und Allwetterjäger sind mit besonderen Systemen für die jeweiligen Einsatzbedingungen ausgerüstet. Dank fortgeschrittener → *Avionik* sind diese Kategorien bei modernen Jägern vernachlässigbar.

Neben diesen klassischen Kategorien gibt es auch noch speziellere Varianten, etwa den → *Parasitenjäger*.

Es gibt Anzeichen dafür, dass die derzeit entwickelten Jagdflugzeuge die letzten bemannten Flugzeuge dieses Typs sein werden.

- Jagdbomber (Jabo, engl. Strike Fighter): Ein Flugzeug, das mit einer Waffenlast beladen als Bomber agieren kann, während es von der Bombenlast und ggfs. den dafür notwendigen Aufhängungen befreit – sozusagen auf dem Rückweg – eine Rolle als Jäger einnehmen kann. Früher wurden insbesondere in die Jahre gekommene Jagdflugzeuge derart ausgerüstet, dass sie eine offensive Rolle als Bomber übernehmen konnten und die Rolle als Jäger „zur Not" auch noch wahrnehmen konnten.
- Aufklärer: Ein Flugzeug, das mit optischen oder elektronischen Geräten für die entsprechende Aufklärung ausgestattet ist. Hiervon gibt es unterschiedliche Varianten. Oft wird ein Bomber oder Jagdflugzeug mit geeigneter Zusatzausstattung versehen. Ein hingegen für die Aufklärung über See speziell konstruiertes Flugzeug wird z. B. als → *Maritime Patrol Aircraft* bezeichnet.
- Transportflugzeug: Auf die militärische → *Luftfracht* hin ausgelegte Flugzeuge, die große Mengen an militärischem Gerät und Personal transportieren können. Man unterscheidet strategische Transportflugzeuge für die Langstrecke und taktische Kampfzonentransporter für die Mittel- und Kurzstrecke.

  Strategische Transportflugzeuge sind üblicherweise mit → *Strahltriebwerken* (Lockheed C5 „Galaxy", Erstflug 30. Juni 1968; Lockheed C141 „Starlifter", Erstflug 7. Dezember 1963) ausgestattet. Sie können große Mengen an Last über lange Strecken (= interkontinental) transportieren und üblicherweise nur auf befestigten Pisten und auf Flugplätzen mit speziellem Gerät starten und landen. Ihre Zuladung liegt deutlich über 20 t.

  Taktische Kampfzonentransporter können dagegen auch auf unbefestigten Feldflugplätzen oder auf nur kleinen Flugfeldern – zur Not ein geräumtes Stück Straße – starten und landen (z. B. Lockheed C130 „Hercules", Erstflug 23. August 1954; C160 Transall, Erstflug 25. Februar 1963). Ihre Reichweite ist gering (einige 100 km), kann aber mit Zusatztanks erweitert werden. Oft spricht man vom „in-Theatre Transport". Bei solchen Transportflugzeugen unterscheidet man oft zwischen der kleineren Klasse (bis 10 t Nutzlast) und der mittleren Klasse (bis 20 t Nutzlast).

  Schließlich gibt es für den Transport noch die heute irrelevante Klasse der → *Lastensegler*.
- Tanker: Ein Flugzeug für die → *Betankung* während des Fluges (→ *Tankflugzeug*).
- → *Hubschrauber*: Sie wurden lange Zeit militärisch nur zum taktischen Transport in Kampfzonen und für die Aufklärung eingesetzt und verfügten über eine nur leichte oder gar keine Bewaffnung und Panzerung. Der erste bewaffnete Konflikt, in dem Hubschrauber eine größere Rolle spielten, war der US-Vietnamkrieg in den 60er Jahren. Für ihn wurde mit der Bell „Huey Cobra" (Erstflug 7. September 1965) der erste spezielle Kampfhubschrauber entwickelt. Kampfhubschrauber zeichnen sich durch die Verwendung von mittleren bis schweren Waffen und eine leichte bis mittlere Panzerung aus und entfalten heute ihre Wirkung am besten in Kombination mit anderen Waffengattungen und Truppenteilen.
- Unbemannte Flugkörper: Diese werden auch → *Drohne* oder → *Marschflugkörper* genannt. Der Unterschied zwischen beiden Flugkörpern ist, dass die eher langsam und über eine längere Zeit fliegende Drohne zu Beobachtungszwecken verwendet wird, in der Regel unbewaffnet ist und mehrfach eingesetzt wird, wohingegen ein Marschflugkörper mit Explosivstoffen bestückt mit hoher Geschwindigkeit in ein vorbestimmtes Ziel fliegt und dort seine Ladung zur Detonation bringt, wodurch es naturgemäß zu einem Totalverlust kommt.

Mindestabstand

Engl.: Separation Standards. Minimaler Abstand zwischen zwei Flugzeugen, dessen Einhaltung im → *Luftraum* vom → *Flugverkehrskontrolldienst* überwacht wird. Mindestabstände sind erforderlich, um einerseits den vorhanden Luftraum möglichst wirtschaftlich zu nutzen, andererseits aber die Gefahr von Kollisionen zu vermeiden. Mindestabstände werden z. B. bei der → *Staffelung* von Flugzeugen durch den Flugverkehrskontrolldienst angewendet.

Für Flugzeuge, die übereinander, hintereinander oder nebeneinander (parallel oder in der Begegnung) fliegen werden unterschiedliche Mindestabstände verwendet. Die Mindestabstände können dabei als Entfernung oder als zeitlicher Abstand definiert sein. Ihre Größe richtet sich nach der Wahrscheinlichkeit, dass der Mindestabstand unterschritten wird und es zu einer Kollision zwischen zwei Flugzeugen kommt. Faktoren dafür sind z. B.

- Die → *Fluggeschwindigkeit*: Sie bestimmt die Reaktionszeit, die → *Piloten* oder → *Lotsen* verbleibt um eine drohende Kollision zu vermeiden.
- Der Verkehrsdichte im Luftraum
- Die Präzision von Anlagen des Flugverkehrskontrolldienstes (z. B. → *Radar*) und von → *Navigations*-Systemen am Boden und an Bord des Flugzeugs.
- Die Dauer, der zwei Flugzeuge einem Kollisionsrisiko ausgesetzt sind. So sind zwei Flugzeuge, die hintereinander fliegen, einer längeren Zeit einem Risiko ausgesetzt als zwei einander entgegenkommende Flugzeuge, die nur zum Zeitpunkt der Begegnung einem Risiko ausgesetzt sind.

Aufgrund der wachsenden Verkehrsdichte im Luftraum ist man bemüht, die Mindestabstände zu verringern, z. B. durch verbesserte Navigations- und Radarsysteme, oder neue Warnsysteme wie → *CAS* oder → *STCA*.

Der typische Mindestabstand für Flugzeuge die hintereinander in einem überwachten Luftraum fliegen ist heute 15 oder 5 nm. Flüge in der → *TMA* unterliegen einer sehr präzisen Überwachung durch Radar, so dass hier die sog. → *Radarstaffelung* mit verringerten Mindestabständen eingesetzt werden kann. Gleiches gilt auch für den → *Landeanflug*; dabei sind aber zusätzlich die Anforderungen der → *Wirbelschleppenstaffelung* zu beachten. Der einzuhaltende Mindestabstand ergibt sich durch Vergleich der von Radarstaffelung und Wirbelschleppenstaffelung geforderten Mindestabstände; der jeweils größere Mindestabstand ist dann bindend.

Flüge über dem Atlantik und dem Pazifik dagegen unterliegen einer geringeren Überwachung und müssen über längere Zeiträume mit den unpräziseren Systemen der → *Funknavigation*

auskommen. Bislang unterlagen daher Flugzeuge auf diesen Flugrouten, die hintereinander fliegen, einer zeitlichen Staffelung von 15 min. Durch → *RHSM* wird diese zeitliche Staffelung in einigen Bereichen durch einen Mindestabstand von 50 nm ersetzt. Für nebeneinander fliegende Flugzeuge gilt weiterhin ein Mindestabstand von 50 nm.
Für die vertikale Staffelung gelten Mindestabstände von 2.000 → *ft* im → *oberen Luftraum* ab → *FL* 290 und von 1.000 ft im unteren Luftraum. Durch → *RVSM* wird die Staffelung für den Oberen Luftraum in einigen Bereichen auf 1.000 ft verringert.

Mindesttreibstoffmenge
→ *Kraftstoff*.

Minimale Abhebegeschwindigkeit
Engl. Minimum Unstick Speed.
→ *Rotation*.

Minimalwiderstand
→ *Parasitärer Widerstand*.

Minimum Connecting Time
→ *MCT*.

Minor Check
→ *Wartung*.

MIRL
Abk. für Medium Intensity Runway Lighting.
→ *HIRL*.

Mischeis
Eine Kombination von → *Klareis* und → *Raueis*. Mischeis bildet sich, wenn Wassertropfen in der Größe variieren, oder wenn Flüssigkeitstropfen sich mit Schnee- oder Eispartikeln vermischen. Mischeis kann sich rasch bilden; dabei werden Eispartikel in Klareis eingebettet und bilden so eine unebene Ansammlung, manchmal in Pilzform, an den Vorderkanten der Flächen eines Flugzeugs.

Mischungsnebel
→ *Nebel*.

Mishandled Load Office
→ *Baggage Tracing*.

Missweisende Peilung
→ *Seitenpeilung*.

Missweisender Kurs
Der missweisende Kurs bezeichnet für einen Punkt auf der Erdoberfläche den Winkel zwischen einer beliebigen Linie und der Richtung des magnetischen Nordpols.
Unter dem missweisenden Steuerkurs versteht man den Sonderfall, dass der (aktuelle oder einzustellende) Winkel zwischen der → *Längsachse* des Flugzeugs und der Richtung des magnetischen Nordpols angegeben wird.
→ *Magnetische Missweisung*.

Missweisender Steuerkurs
Engl. Magnetig Heading, abgekürzt MH.
1. Kurs der am → *Magnetkompass* einzustellen ist, damit das Flugzeug unter Berücksichtigung der → *magnetischen Missweisung* und des Windeinflusses den gewünschten → *Steuerkurs* einnimmt.
   → *Magnetische Missweisung*.
2. Aktueller Winkel zwischen der → *Längsachse* des Flugzeugs und der Richtung des magnetischen Nordpols.

Mittelbereich-Rundsichtradar
Engl.: Air-Route Surveillance Radar (ARSR). Bezeichnung für ein → *Rundsichtradar* der → *Bezirkskontrolle* zur Überwachung des Flugverkehrs im → *Streckenflug*.
In der Streckenkontrolle kommen → *Radar*-Systeme mit einer Reichweite bis ca. 200 → *nm* zum Einsatz, die Flugzeuge bis zu einer → *Flughöhe* von ca. 20.000 m erfassen können. Das Radarbild wird typischerweise alle 12 s aktualisiert (fünf Umdrehungen der Antenne pro Minute); bei zwei Antennen die Rücken an Rücken montiert sind verringert sich diese Zeit auf 6 s.

Mitteldecker
Bezeichnung für ein Flugzeug, bei dem der → *Tragflügel* durch den → *Rumpf* verläuft, rechte und linke Flügelhälfte also vom Rumpf durchbrochen werden.

Mittelholm
→ *Holm*.

Mittellinienbefeuerung
Engl.: Runway Centre Lights (-System, RCLS) bzw. Taxiway Centre Lights. Eine → *Befeuerung* zur Kennzeichnung der Mittellinien von → *Start- und Landebahnen* durch weiße Lichter bzw. von → *Rollwegen* durch grüne Lichter.
Eine Mittelinienbefeuerung wird in der Regel nur bei → *Präzisionsanflug-Landebahnen* und → *Instrumenten-Landebahnen* sowie den dazugehörigen Rollwegen installiert. Hintergrund ist, dass bei schlechten Sichtbedingungen die → *Randbefeuerung* für den Piloten zu weit entfernt, und daher nicht oder nur eingeschränkt sichtbar ist. Die Mittellinie ist dabei bis 600 m vor dem Ende der → *Landebahn* durch weiße Lichter gekennzeichnet. Der Bereich von 600 bis 300 m vor dem Ende der Landebahn wird durch abwechselnd rote und weiße Lichter gekennzeichnet; die letzten 300 m sind ausschließlich durch rote Lichter markiert. Auf diese Art wird dem Piloten angezeigt, dass er sich dem Ende der Landebahn nähert. Parallel dazu kann auch die Farbe der Randbefeuerung von Weiß auf Gelb wechseln.

Mittlere Eisbildung
Bezeichnung für Eis jeglicher Art, das sich so schnell bildet, dass die bordeigene Enteisungsanlage eingesetzt werden muss. Luftfahrzeuge ohne eine solche Anlage müssen sofort einen Ausweichflugplatz ansteuern. Siehe auch → *Eisbildung*.

Mittlere Turbulenz
In Flugwetter- und Pilotenberichten eine solche → *Turbulenz*, die Veränderungen der → *Flughöhe* oder Fluglage, und kleine Geschwindigkeitsabweichungen verursacht. Das Luftfahrzeug bleibt jederzeit unter Kontrolle. Insassen spüren eindeutigen Druck gegen Sicherheitsgurte oder Schultergurte. Ungesicherte Objekte verrutschen. In einem großen Verkehrsflugzeug sind Essensservice und Gehen schwierig, aber nicht ausgeschlossen.

MLG
Abk. für Main Landing Gear.
→ *Fahrwerk*.

MLO
Abk. für Mishandled Load Office.
→ *Baggage Tracing*.

MLS
Abk. für Microwave Landing System.
Im Deutschen auch für Mikrowellen-Landesystem. Bezeichnung für ein System für → *Instrumenten-Anflüge*, das eine Weiterentwicklung des → *Instrumenten-Landesystems* (ILS) darstellt.
Gegenüber dem Instrumenten-Landesystem unterscheidet sich das MLS primär in der Verwendung von höheren Frequenzen, und dem Übergang von starren zu beweglichen Leitsignalen.
Das MLS verwendet Frequenzen zwischen 1 und 5 GHz. Dies erlaubt zum Einen die Erzeugung stark gebündelter Signale mit relativ kleinen Antennen; gleichzeitig wird die Empfindlichkeit der Signale gegenüber Reflektionen am umliegenden Gelände und an Einrichtungen, Bodenfahrzeugen und anderen Flugzeugen am → *Flugplatz* stark reduziert.
Im Gegensatz zum Instrumenten-Landesystem verwendet das MLS keine fixen Leitstrahlen zur Kennzeichnung von Landekurs und → *Gleitpfad*. Vielmehr schwenkt der Azimutsender (vergleichbar dem → *Landekurssender* des Instrumenten-Landesystems) in einem Bereich von +40° bis −40° von der Anflugmittellinie; der Elevationssender (vergleichbar dem → *Gleitwegsender* des Instrumenten-Landesystems) in einem Winkel von 1° bis 15°. Statt einer einzelnen Anfluglinie wird so ein dreidimensionales Segment aufgespannt, innerhalb dessen der → *Landeanflug* möglich ist. Über eine weitere Antenne wird ein zweites Segment hinter der Landebahn aufgespannt, das dem Piloten bei → *Fehlanflügen* zu Verfügung steht.
Die Signale der hin- und herschwenkenden Sender für das Azimut- und das Elevationssignal werden auf der gleichen Frequenz (allerdings mit unterschiedlicher Modulation zu ihrer Unterscheidung) in einem definierten Zeitraster abgestrahlt. An Bord des Flugzeugs werden diese Signale als Pulse empfangen und ausgewertet; zusammen mit der Information eines → *DME* kann daraus der Aufenthalt des Flugzeugs in dem Anflugsegment jederzeit errechnet und dargestellt werden. Dadurch werden auch segmentierte und gekrümmte Landeanflüge möglich, die den individuellen Anforderungen der einzelnen Flugzeuge besser gerecht werden als das starre Instrumenten-Landesystem. Zusätzlich können auf der gleichen Signalfrequenz weitere Information, z. B. über die Wetterlage am Flugplatz, an das Flugzeug übermittelt werden.
Trotz seiner höheren Präzision und größeren Flexibilität, die im Endeffekt eine bessere Ausnutzung der vorhandenen Landekapazität eines Flugplatzes erlaubt, hat sich das MLS bislang nicht flächendeckend als Ersatz für das wesentlich ältere Instrumenten-Landesystem durchsetzen können. Ursprüngliche Annahmen waren davon ausgegangen, dass sich MLS bis ca. 1998 oder 2000 in der Breite etabliert haben wird; diese Annahmen sind bis heute nicht eingetroffen. Stattdessen konzentriert man sich z. B. in den USA heute auf die Weiterentwicklung von Satelliten-Landesystemen (→ *SLS*), die den Vorteil haben alle Navigationsphasen vom → *Start* bis zur → *Landung* mit einem einheitlichen Navigationssystem abzudecken. Es ist daher wahrscheinlich, dass die MLS Systeme zumindest in den USA beim Übergang von Instrumenten-Landesystemen zu SLS weitgehend übersprungen werden.

MLW
Abk. für Maximum Landing Weight.
→ *Flugzeuggewicht*.

MM
Abk. für Middle Marker.
→ *Haupteinflugzeichen*.

MMO
Abk. für Maximum Mach Operating Speed.
Im Deutschen auch als max. Mach-Betriebsgeschwindigkeit bezeichnet. Die MMO gibt die höchste → *Fluggeschwindigkeit* in Vielfachen der → *Schallgeschwindigkeit* (also als → *Machzahl*) an, bei der das Flugzeug noch sicher geflogen werden kann. Analog zur Schallgeschwindigkeit ändert sich diese Fluggeschwindigkeit unter anderem. mit dem Luftdruck und der Temperatur.

Mobile Lounge
Bezeichnung für fahrbare Warteräume, mit denen → *Passagiere* vom → *Flugsteig* im → *Terminal* über das → *Vorfeld* zu ihrem Flugzeug gefahren werden. Mobile Lounges kommen beim → *offenen Konzept* zum Einsatz; Beispiele hierfür sind der Flughafen Paris- Charles de Gaulle (CDG) und der Dulles International Airport (IAD) in Washington.
Eine Mobile Lounge besteht im Wesentlichen aus einer Kabine, die auf einem Hubwagen montiert ist. Die Kabine lässt sich an der Vorderseite öffnen um die Passagiere ein-/aussteigen zu lassen. Das Fassungsvermögen liegt bei 50 bis 100 Passagieren. Die Mobile Lounge dockt am Flugsteig des Terminals an; die Tür wird geöffnet, und die Passagiere steigen ein. Nach dem Schließen der Tür fährt die Mobile Lounge zum Flugzeug; mit Hilfe des Hubwagens wird die Höhe der Kabine der Türhöhe des Flugzeugs angepasst, die Tür öffnet sich und die Passagiere steigen in das Flugzeug um.
Mit dem Mobile Lounge Konzept können zusätzliche Parkpositionen an einem Flugplatz angelegt werden, ohne das Terminal wie bei → *Fingern* oder → *Satelliten* übermäßig ausweiten zu müssen. Gegenüber Bussen bieten Mobile Lounges auch beim Ein- und Aussteigen einen Schutz vor schlechten Witterungsbedingungen. Mobile Lounges haben sich dennoch nicht durchgesetzt, unter anderem weil sie zu höheren Ein- und Aussteigezeiten führen und unbeliebt bei Passagieren sind.

Mock-up
Deutsche Bezeichnung, die aber nicht verwendet wird, ist Attrappe. Bezeichnung für ein originalgetreues, flugunfähiges Modell eines Flugzeugs oder eines Teils davon in begehbarer Originalgröße, z. B. eines Teils des Innenraums oder des Cockpits. Mock-ups kommen zu verschiedenen Zwecken zum Einsatz:

- Flugzeughersteller nutzten früher im frühen Entwicklungsprozess ein (nicht immer vollständig begehbares) Mock-up des kompletten Flugzeugs um Kunden zu interessieren und die Ernsthaftigkeit eines Projektes zu unterstreichen.
- Flugzeughersteller nutzen im fortgeschrittenen Entwicklungsprozess ein noch nicht detailgetreues Modell um die Ergonomie im → *Cockpit*, in → *Galleys*, an den Türen oder in der Kabine bei verschiedener Innenausstattung zu studieren.
- Flugzeughersteller oder Flugzeugausrüster (Innenausstattung) verwenden nachgebaute Teile eines Flugzeugs wie das Cockpit oder die Kabine auf Ausstellungen zu Vertriebszwecken
- Fluglinien nutzen Mock-ups der Kabine oder von Galleys um neue Konzepte hinsichtlich ihres Designs und Handlings zu erproben, etwa neue Sitze, neue → *Trolleys*, eine neue Kabinenausstattung oder neue Gepäckfächer.

- Fluglinien nutzen in der Ausbildung von → *Flugbegleitern* nachgebaute Kabinen, Türen und → *Galleys*, um den Bordservice und Sicherheitsabläufe zu trainieren.

Modal-Split

Bezeichnet an einem → *Flugplatz* die Aufschlüsselung des Passagierverkehrs unter verschiedenen Gesichtspunkten. So kann ein Modal-Split definiert werden für die Anteile der unterschiedlichen Verkehrsmittel (z. B. Schienennah- und Fernverkehr, Bus, Taxi, Privat-Kfz, Mietwagen, Fußgänger,…) die auf der → *Landseite* von den Passagieren zur An- und Abreise verwendet werden. Von Interesse ist dabei oftmals das Verhältnis zwischen privaten und öffentlichen Verkehrsmitteln, bzw. zwischen Schiene und Straße.

Eine andere Form des Modal-Splits am Flugplatz ist die Aufteilung der Passagiere in z. B. Umsteiger vs. Ankommende/abfliegende Passagiere, Zahl der Geschäfts- vs. Privatreisende, Langstrecken- vs. Kurzstreckenpassagiere, oder Passagiere im → *Charter*- vs. Linienverkehr. Diese Aufteilungen sind von Interesse, da jede Passagiergruppe unterschiedliche Anforderungen (z. B. verfügbare Zeit beim → *Check-in*, Menge und Gewicht des mitgeführten Gepäcks und Handgepäcks) und Verhaltensweisen (z. B. Nutzung unterschiedlicher Dienstleistungsangebote) aufweist.

Mode

Bezeichnung für die Betriebsart eines → *Transponders*. Der Mode bestimmt, welches Antwortsignal der Transponder auf ein Fragesignal sendet. Insgesamt gibt es heute vier Modes, von denen drei Modes (Mode 1, 2 und 4) für die militärische Luftfahrt verwendet werden.

Mode 1 und Mode 2 werden für die Freund-Feind Erkennung (→ *IFF*) verwendet; der Transponder sendet dabei ein zuvor vom Piloten eingegebenen Code. Mode 4 wird für einen verschlüsselten IFF Sicherheitscode verwendet. Für den zivilen Mode 3 stehen zur Zeit drei Varianten zur Verfügung, die auch als Mode A, Mode C (bzw. kombiniert als Mode A/C oder Mode 3 A/C) und Mode S bezeichnet werden. Mode B und Mode D waren ursprünglich für Weiterentwicklungen des Systems reserviert, die aber durch die Einführung von Mode S überflüssig geworden sind.

Mode A und Mode C

Bei einer Mode-A-Abfrage sendet der Transponder das → *Rufzeichen* des Flugzeugs, das zuvor vom Piloten eingegeben wurde. Bei einer Mode-C-Abfrage sendet der Transponder die aktuelle → *Flughöhe* des Flugzeugs als → *barometrische Flughöhe* in Vielfachen von 100 → *ft*. Der Transponder sendet bei einer einzelnen Abfrage stets nur die Flughöhe oder das Rufzeichen, nicht aber beide Informationen gleichzeitig.

Mode-A- und Mode-C-Abfragen erreichen den Transponder auf einer Frequenz von 1.030 MHz und werden auf 1.090 MHz beantwortet. Die Antwortsignale erfolgen als serielle Impulse, die im Mode A einen Abstand von 8 und im Mode C von 12 ms haben. Aus Sicherheitsgründen werden die Antwortsignale des Transponders so verschlüsselt, dass eine fehlerhafte Übermittlung eines einzelnen Impulses nicht zu einer völligen Fehlinformation über Rufzeichen oder Flughöhe am Boden führt. Jede Mode-A- oder Mode-C-Abfrage wird vom Transponder mit einem 13-Bit-Signal beantwortet. Das dreizehnte Bit wird dabei für das so genante → *Squwak-Ident* verwendet. Somit verbleiben für das Rufzeichen nur noch 12 Bit, die maximal 4.096 verschiedene Kombinationen erlauben. Bei der heutigen Verkehrsdichte im → *Luftraum* ist diese Anzahl nicht immer ausreichend, um alle Flugzeuge, die im Bereich einer Radaranlage sind, eindeutig zu identifizieren. Analog erlauben die 12 Bit auch nur eine grobe Angabe der Flughöhe in Abständen von 100 ft. Aus diesem Grund geht man heute dazu über, die bisherigen Mode A und Mode C durch den verbesserten Mode S zu ersetzten.

Mode S

Der Mode S deckt alle Funktionen von Mode A und Mode C ab. Es ist auch mit den entsprechenden Frage- und Antwortsignalen kompatibel. Darüber hinaus bietet Mode S eine Reihe von Funktionen an mit denen der → *Flugverkehrskontrolldienst* besser als bisher unterstützt wird.

Zum einen ist es mit Mode S möglich, jedem Flugzeug einen 24-Bit- → *ICAO*-Code zuzuweisen, der weltweit eine eindeutige Identifikation erlaubt. Analog dazu kann auch die Flughöhe präziser übermittelt werden. Zum anderen ermöglicht Mode S die selektive Abfrage eines bestimmten Flugzeugs (bzw. Transponders), so dass eine Überlagerung mit Antwortsignalen benachbarter Flugzeuge vermieden wird. Diese selektive Abfragemöglichkeit erklärt auch den Namen: S steht für „selective“. Gleichzeitig werden Richtung und Position des Flugzeugs beim Mode S System genauer dargestellt als bei den älteren Mode A/C-Systemen.

Gegenüber Mode A/C ermöglicht Mode S die Übermittlung zusätzlicher Daten zwischen Flugzeug und Bodenstation, und stärkt so den klassischen Flugverkehrskontrolldienst. Dazu zählen z. B. Informationen über den → *Steuerkurs*, die → *Fluggeschwindigkeit*, die Position (die an Bord mit Hilfe eines → *GPS* ermittelt wird) oder Wetterinformationen, → *NOTAM*s, → *SIGMET*s, → *ATIS*-Texte etc. Diese Informationen können auch – wie im → *ADS*-Konzept vorgesehen – in periodischen Abständen und ohne spezifische Anfrage vom Flugzeug ausgesendet werden. Gleichzeitig erlaubt Mode S einen Informationsaustausch zwischen den Flugzeugen untereinander, was zu einer Ergänzung und Entlastung des klassischen Flugverkehrskontrolldienstes führt. Dieses Konzept wird z. B. von → *TCAS II* / ACAS II ausgenutzt. Es ist daran gedacht diesen Informationsaustausch auf Flugzeuge am Boden auszuweiten und so die → *Vorfeld*- und → *Rollkontrolle* zu entlasten.

Moment

Die physikalisch korrekte Bezeichnung ist Drehmoment. Ein Moment wird stets durch ein Kräftepaar erzeugt; seine Größe ist bestimmt durch den Betrag einer der → *Kräfte* und ihrem senkrechten Abstand („Kraftarm“) zur zweiten Kraft. Im Rahmen der → *Flugmechanik* sind vor allem das → *Rollmoment*, das → *Nickmoment* und das → *Giermoment* von Bedeutung.

Monocoque

Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Als Monocoque bezeichnet man einen einteiligen Rahmen, streng genommen sogar nur ein selbsttragendes Chassis.

Montrealer Haftungsübereinkommen

Ein Begriff aus dem internationalen → *Luftrecht*. International auch Montreal Convention genannt. Es bezeichnet ein am 28. Mai 1999 von 52 Staaten unterzeichnetes Abkommen, das Haftungsfragen für die Haftung des Luftfrachtführers für Personen-, Gepäck- oder Frachtschäden während einer Luftbeförderung in der internationalen Verkehrsfliegerei regelt.

Es ergänzt das → *Warschauer Abkommen* sowie alle seine Änderungen, und bildet eine neue, einheitliche Grundlage. Ferner

enthält das Abkommen Bestimmungen über Beförderungsdokumente (→ *Flugschein*, Fluggepäckschein, Luftfrachtbrief), die den neuen technischen Entwicklungen vor allem im Bereich der elektronischen Buchungs- und Luftfrachtbriefverfahren entsprechen und den wirtschaftlichen Bedürfnissen der Luftfahrtunternehmen (z. B. im Bereich des Code-Sharing) Rechnung tragen.
Das Übereinkommen legt besonderes Gewicht auf die Verbesserung des Verbraucherschutzes. So wurden insbesondere die Haftungstatbestände verschärft und der Haftungsumfang ausgeweitet: Wird bei einem Luftverkehrsunfall ein Passagier getötet oder gesundheitlich geschädigt, haftet das Luftfahrtunternehmen im Wege reiner Gefährdungshaftung bis zu einem Betrag von 100.000 Sonderziehungsrechten (Special Drawing Rights, SDR) des Internationalen Währungsfonds je Anspruchsteller. Darüber hinaus haftet das Luftfahrtunternehmen für vermutetes Verschulden in unbegrenzter Höhe. Einer über 100.000 SDR hinausgehenden Haftung kann das Luftfahrtunternehmen also nur durch den Nachweis fehlenden Verschuldens entgehen.
Mit der neuen Konvention wurde ebenfalls die Möglichkeit geschaffen, Luftfahrtunternehmen aufgrund nationaler Regelung zu schnellen Vorauszahlungen im Schadensfall zu verpflichten. Außerdem wurde ein zusätzlicher Gerichtsstand geschaffen. Der Passagier hat unter bestimmten Voraussetzungen bei Personenschäden die Möglichkeit – insbesondere wenn ihm die möglichen Gerichtsstände als nicht ausreichend oder zweckdienlich erscheinen – das Luftfahrtunternehmen an seinem Wohnort zu verklagen. Für Gepäck-, Fracht- und Verspätungsschäden wurden neue Haftungshöchstgrenzen der Luftfahrtunternehmen vereinbart. Eine Anpassungsklausel im Übereinkommen gewährleistet die Überprüfung dieser Haftungsgrenzen und ihre entsprechende Anpassung in einem Rhythmus von fünf Jahren.
Die Notwendigkeit, das bestehende System der Haftung des → *Warschauer Abkommens* zu überprüfen, gab es im bereits seit Jahrzehnten. Im Rahmen der in Montreal vom 10. bis 28. Mai 1999 durchgeführten diplomatischen Konferenz von rund 120 Staaten konnte ein Konsens erzielt werden, der schließlich zum Abschluss führte.

Monumente
Engl.: Monuments. Zusammenfassende Bezeichnung für modulartige Aufbauten in der Kabine des Flugzeugs, z. B. Toiletten, → *Galleys*, Treppen, Aufzüge, Trennwände, → *Compartments* und die Cockpitwand.

Morsecode
Bezeichnung für einen speziellen und schon im vorletzten Jahrhundert entwickelten Code zur Darstellung alphanumerischer Zeichenfolgen. Dabei werden Buchstaben, Ziffern und Sonderzeichen durch eine Folge (Code) aus kurzen und langen Zeichen abgebildet und können durch einfache, robuste Übertragungssysteme (üblicherweise Funk) auch über sehr lange Distanzen übertragen werden. Häufige Buchstaben verfügen über einen kurzen Code, seltener vorkommende Buchstaben über einen längeren Code.
Vorteil der Morsetelegrafie ist, dass selbst schwache oder stark gestörte Zeichen noch gut und eindeutig erkannt werden können. Ferner sind die erforderlichen technischen Anlagen einfach zu konstruieren und die mit ihnen erzielbare Reichweite ist groß. Nachteilig ist die im Vergleich zu anderen Übertragungsverfahren sehr niedrige Datenübertragungsrate. Erfahrene Morsefunker können bis zu 100 Zeichen/Min. senden („geben“) oder empfangen („aufnehmen“).

Zeichen	Code	Zeichen	Code
A	· –	W	· – –
B	– · · ·	X	–· · –
C	– ·– ·	Y	–·– –
D	– · ·	z	· – – ·
E	·	1	· – – – –
F	· · – ·	2	· · – – –
G	– – ·	3	· · · – –
H	· · · ·	4	· · · · –
I	· ·	5	· · · · ·
J	· – – –	6	–· · · ·
K	– · –	7	—· · ·
L	· – · ·	8	— – · ·
M	– –	9	— – – ·
N	– ·	0	— – – –
O	– – –	Spruchanfang	–· – – ·
P	· – – ·	Spruchende	· – · – ·
Q	– – · –	Verkehrsende	· · · – · –
R	· – ·	Trennzeichen	–· · · –
S	· · ·	?	· · – – · ·
T	–	/	–· · – ·
U	· · –	Punkt	· – · – · –
V	· · · –	Komma	— · · – –
		Irrtum	· · · · · · · ·

Der erste Morsecode wurde 1837 von Samuel Finley Breese Morse (* 27. April 1791, † 2. April 1872) entwickelt

Motorschirm
→ *Ultraleichtflugzeug*.

Motorsegler
Ein Begriff aus dem → *Segelflug*. Ein Motorsegler ist ein Segelflugzeug, das, wie alle Segelflugzeuge, auf langes, antriebsloses → *Gleiten* optimiert ist, zusätzlich aber über einen Motor verfügt. Der Vorteil des Motorseglers ist, dass er auf keine Starthilfe (Winde, Schleppflugzeug) angewiesen ist und bei für den Segelflug ungünstigen Wetterbedingungen (fehlende → *Thermik*) mit Hilfe des Motors einen → *Flugplatz* oder sogar den Startflugplatz sicher wieder erreichen kann. In Flugphasen, in denen der Motorantrieb nicht benötigt wird, kann der Antrieb bei manchen Modellen eingefahren werden, so dass sich dann der → *Widerstand* verringert und dadurch die Segeleigenschaft verbessert.

Movable Cabin (Class) Divider
→ *MCD*.

MPA
Abk. für → *Maritime Patrol Aircraft*.

MRO
Abk. für Maintenance, Repair, Overhaul.
Zusammenfassende Beschreibung für die klassischen Aktivitäten eines flugtechnischen Betriebs wie z. B. der Lufthansa Technik, nämlich die → *Wartung*, Reparatur/Instandsetzung und die → *Überholung* von Flugzeugen.

MRT
Abk. für Multi Radar Tracking.
Bezeichnung für ein Prinzip, bei dem ein Flugzeug von mehreren → *Radar*-Stationen gleichzeitig erfasst wird. Die Signale dieser Radarkette werden gemeinsam ausgewertet und erlauben so die Berechnung und Darstellung der Flugzeugposition mit hoher Präzision.

MRW
Abk. für Maximum Ramp Weight.
→ *Flugzeuggewicht*.

MSA
Abk. für Minimum Sector Altitude.
→ *Sicherheitsmindesthöhe*.

MSAW
Abk. für Minimum Safe Altitude Warning.
Bezeichnung für ein Sicherheitshöhen-Warnsystem, das den → *Fluglotsen* der → *Flugverkehrskontrolle* ein akustisches und/oder optisches Warnsignal gibt sobald eines der Flugzeuge unter ihrer Kontrolle die vorgeschriebene → *Sicherheitshöhe* unterschreitet.
MSAW-Systeme basieren auf einem → *Sekundärradar* (SSR), das Signale im → *Mode* C oder S absendet. Trifft das Signal auf ein Flugzeug so sendet dessen → *Transponder* ein Signal an die Bodenstation, das unter anderem die → *Flughöhe* des Flugzeugs angibt. Anhand dieser Information wird der Flugweg des Flugzeugs abgeschätzt und mit einer Datenbank, die das Höhenprofil der Umgebung enthält, verglichen. Stellt das System fest, dass die Gefahr einer Bodenberührung (→ *CFIT*) besteht, wird der Alarm ausgelöst.

MSL
Abk. für Mean Sea Level.
→ *Normalnull*.

MSN
Abkürzung für Manufacturer Serial Number.
Ein → *Herstellbetrieb* ordnet jedem einzelnen Flugzeugexemplar eines Flugzeugtyps (bei → *Airbus* z. B. A340–500) eine eindeutige MSN Nummer zu.
Die aktuelle MSN Nummer gibt also in etwa an, wie viele Flugzeuge eines Typs bislang gebaut wurden. Dabei ist aber zu beachten, dass die MSN weder der Reihenfolge des Baubeginns, noch der Fertigstellung, noch der Auslieferung der Flugzeuge chronologisch folgen müssen. Dies liegt u. a. daran, dass Herstellbetriebe:

- Einzelne Flugzeuge bauen aber zunächst vor der Auslieferung für zusätzliche Tests einsetzen.
- Einzelne Aufträge aufgrund von vereinbarten – oder auf Kundenwunsch nachträglich geänderten – Auslieferungsterminen im Programmplan verschieben.
- In Abhängigkeit z. B. der Komplexität der Kabinenausstattung sehr unterschiedliche Durchlaufzeiten für die Flugzeuge benötigen, d. h. ein komplex auszustattendes Exemplar kann von einem einfach ausgestatteten Exemplar während des Baus „überholt“ werden.

So war zum Beispiel die erste an einen Kunden ausgelieferte Airbus A380 (Erstflug 27. April 2005) die MSN 3 (Singapore Airlines, 15. Oktober 2007).

MTOW
Abk. für Maximum Take-Off Weight.
→ *Flugzeuggewicht*.

MTW
Abk. für Maximum Taxi Weight.
→ *Flugzeuggewicht*.

Multi Engine Rating
→ *Rating*.

Musterberechtigung
→ *Rating*.

Musterzulassung
Engl. Type Certification (für den Prozess) bzw. Type Certificate (für das Dokument). Bezeichnet die → *Zertifizierung* neu entwickelter Luftfahrzeuge, → *Triebwerke*, → *Propeller,* Geräte und Ausrüstungen mit dem Ziel, die Sicherheit des Luftverkehrs und der öffentlichen Sicherheit zu gewährleisten. Die Musterzulassung berechtigt einen Hersteller oder Importeur (=Verkäufer) zum Inverkehrbringen (=Verkauf) seines Fluggerätes in Deutschland. Es ist zu beachten, dass die Musterzulassung lediglich die grundsätzliche Konformität des Luftfahrtgerätes mit gesetzlichen Anforderungen bestätigt, dass dadurch jedoch noch nicht ein konkretes Exemplar (→ *Serienflugzeug*) eines Betreibers zum Verkehr zugelassen wird. Dies erfolgt erst durch die → *Verkehrszulassung*.
Welches Luftfahrtgerät der Musterzulassung bedarf und wie die Zulassungsvoraussetzungen aussehen ist in Deutschland in der Luftverkehrszulassungsordnung (→ *LuftVZO*) geregelt.
Die Musterzulassung wird von einem zertifizierten → *Luftfahrtbetrieb* (spezifisch: Entwicklungsbetrieb) zusammen mit der → *Luftfahrtbehörde* parallel zum → *Entwicklungsprozess* durchgeführt und basiert auf den jeweils gültigen → *Lufttüchtigkeitsanforderungen*.

Prozess der Musterzulassung für Neuentwicklungen
Die Musterzulassung für komplett neu entwickelte Flugzeuge erstreckt sich oftmals über mehrere Jahre und beruht auf einer großen Zahl ineinandergreifender Qualifikationsschritte.

- Am Anfang stehen erste Treffen zwischen dem Entwicklungsbetrieb und der Luftfahrtbehörde mit dem Ziel, ein gemeinsames Verständnis vom Zulassungsprozess, dem Zeitrahmen und dem Umfang zu erhalten.
- Der formale Antrag auf eine Zulassung wird vom Entwicklungsbetrieb zusammen mit einem Satz technischer Zeichnungen eingereicht.
- Darauf basierend werden, z. B. in einem Preliminary Certification Board, besondere technische Aspekte des Entwurfs sowie Punkte, die einer besonderen Prüfung bedürfen, identifiziert. Das Ergebnis ist der Qualifikations-Programmplan (Certification Program Plan), in dem Schritte, zeitliche Abfolge, Zuständigkeiten, Methoden, Verfahren und Einrichtungen einzelner Qualifikationsschritte festgelegt sind.
- Stand und Ergebnis der einzelnen Qualifizierungsschritte werden in einer Reihe sog. Technical Meetings zwischen Entwicklungsbetrieb und Luftfahrtbehörde besprochen. Dabei werden z. B. Testpläne und Testberichte genehmigt oder Nachweisverfahren und Auslegungen der Lufttüchtigkeitsanforderungen diskutiert. So könnte z. B. → *Airbus* ein neues Nachweisverfahren vorschlagen, dass für den eigenen Entwurf günstiger ist, und die Luftfahrtbehörde von dessen Qualität überzeugen. Allerdings muss dieses Nachweisverfahren dann auch für folgende Entwürfe verwendet werden; ein permanentes Wechseln ist nicht gestattet. Auch für den Fall, dass ein Entwurf einzelne Anforderungen nicht oder nur mit zu hohem wirtschaftlichen oder technischen Aufwand erfüllen kann, können Lösungen diskutiert werden.

- Vor dem → *Erstflug* wird u. a. das Programm der → *Flugerprobung* genehmigt (Pre-Flight Type Certification Board).
- Ein weiterer Qualifizierungsschritt ist die Prüfung von Aspekten zum Betrieb und zur → *Wartung* des Flugzeugs; dabei wird z. B. auch die → *Typzulassung* für → *Piloten* besprochen (Flight Standardization Board und Maintenance Review Board). Prinzipiell wird das Wartungsprogramm, basierend auf Testergebnissen und Anforderungen der → *Luftverkehrsgesellschaften*, parallel zum Flugzeug entwickelt; es muss wie das Flugzeug selber von der Luftfahrtbehörde genehmigt werden und ist Voraussetzung für die Erteilung der Musterzulassung.
- Die Entscheidung über die Ausstellung der Musterzulassung (in Form der Zulassungsdokumentation, engl. Type Certificate) erfolgt dann in Final Type Certification Board, das auch festlegt, welche Punkte noch offen und nachzureichen sind. Der Entwicklungsbetrieb wird damit – eine positive Entscheidung vorausgesetzt – zum Halter der Musterzulassung (Type Certificate Holder).
- Nach Erteilung der Musterzulassung sind sogenannte Post Certification Activities durchzuführen, z. B. der Type Inspection Report und der Certification Summary Report (CSR).

Nachweis der Erfüllung der Lufttüchtigkeitsanforderungen

Der Nachweis, dass der Flugzeugentwurf die Lufttüchtigkeitsanforderungen erfüllt, erfolgt über zahlreiche zerstörende und nicht-zerstörende Tests, Simulationen, Berechnungen und Analysen, Audits, Demonstrationen und Inspektionen, die auf Bauteil-, Komponenten- oder Flugzeugebene durchgeführt werden. Einige Beispiele sind:

- Functional Hazard Analysis (FHA) und Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Mit diesen Verfahren werden Defekte und Fehlfunktionen einzelner Bauteile, Komponenten, Systeme oder Prozesse (z. B. Fertigungs- und Montageprozesse) analysiert; siehe auch Erläuterungen zu Lufttüchtigkeitsanforderung.
- Mit Hilfe von → *Prototypen* werden z. B. → *Bodentests*, die → *Flugerprobung* (incl. dem → *Route Proving*) und der → *Evakuierungstest* durchgeführt.
- Erstmusterprüfungen (First Article Inspection, FAI) stellen physische Inspektionen für erste Teile/Komponenten dar, die ausschließlich mit den Werkzeugen, Prozessen und Randbedingungen der späteren Serienfertigung erstellt werden.

Musterzulassung und Lufttüchtigkeitszeugnis

Mit der Erteilung der Musterzulassung wird der Entwicklungsbetrieb zum sog. Halter der Musterzulassung (Type Certificate Holder), die jedoch nur für das generische Muster des zertifizierten Luftfahrzeugs gilt. Jeder Halter einer spezifischen Serienausführung benötigt darüber hinaus zum Betrieb eine Verkehrszulassung und ein Lufttüchtigkeitszeugnis (Airworthiness Certificate) und ist im folgenden für die Aufrechterhaltung der → *Lufttüchtigkeit* verantwortlich.

Änderungen am Type Design

Die Musterzulassung gilt zunächst nur für die zertifizierte Konstruktion (dem sog. Type Design), d. h. alle folgenden Serienflugzeuge müssten exakt mit diesem Type Design übereinstimmen. Da dies bei jahrelanger Produktion aufgrund des technischen Fortschritts in der Regel nicht der Fall ist, muss die Musterzulassung entsprechend angepasst werden. Dabei unterscheidet man nach dem Grad der Veränderung (Major oder Minor Change) und ob die Veränderung vom Halter der Musterzulassung oder von anderen Parteien durchgeführt wird:

- Das Produkt wird vom Hersteller kontinuierlich verbessert, z. B. um Gewicht, Leistung, Wirtschaftlichkeit, Wartung, Fertigung zu verbessern, oder um es an die spezifischen Wünsche des Kunden anzupassen (sog. → *Customizing*). In der Regel handelt es sich dabei um Veränderungen, die von der Luftfahrtbehörde als „Minor Changes“ eingestuft werden. Die Luftfahrtbehörde prüft diese Veränderungen gegen die ursprüngliche Musterzulassung und genehmigt sie gegebenenfalls als Erweiterung der existenten Musterzulassung.
- Sofern der Hersteller den Betreibern bereits ausgelieferter Produkte kleinere Änderungen empfiehlt (z. B. zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit), so kann er diese über ein → *Service Bulletin* kommunizieren. Die Umsetzung eines Service Bulletins ist optional für den Halter, und führt auch nicht zu einer Änderung der Musterzulassung.
- Werden im Betrieb Mängel oder allgemein sicherheitsrelevante Probleme entdeckt, so wird die Luftfahrtbehörde die entsprechenden konstruktiven Änderungen am Type Design über Lufttüchtigkeitsanweisungen kommunizieren; ihre Umsetzung ist im Gegensatz zu den Service Bulletins verbindlich.
- Größere Veränderungen des Herstellers, die von der Luftfahrtbehörde als „Major Changes“ eingestuft werden, führen dazu, dass der Prozess der Musterzulassung, inklusive Genehmigung des Wartungsprogramms, durchlaufen werden muss. Basis ist dabei wiederum die bestehende Musterzulassung, wobei der Fokus auf Bereichen mit größeren Veränderungen oder technischen Neuerungen liegt. Unveränderte Bereiche müssen nicht erneut zertifiziert werden. Nach dem Abschluss des Zertifizierungsprozesses wird die ursprüngliche Musterzulassung entsprechend erweitert. Major Changes treten typischerweise bei der Entwicklung sog. → *Derivate* auf. Derivate müssen mit ihrer Konstruktion alle Lufttüchtigkeitsanweisungen, die für das ursprüngliche Produkt herausgegeben wurden, erfüllen.
- Konstruktive Änderungen und Änderungen des Verwendungszwecks eines zertifizierten Flugzeugs, die nicht vom Halter der Musterzulassung durchgeführt werden, benötigen ein → *Supplemental Type Certificate*.

Aufrechterhaltung der Musterzulassung

Die Musterzulassung wird – auch über das Ende der Produktion hinaus – dadurch aufrecht erhalten, dass der Halter der Musterzulassung die Umsetzung aller Lufttüchtigkeitsanweisungen sicherstellt und Ersatzteile und technische Unterstützung für das Produkt bereitstellt. Entschließt sich der Halter der Musterzulassung, das Produkt nicht weiter zu unterstützen (z. B. aus wirtschaftlichen Gründen, oder wenn das Unternehmen aufhört zu existieren und nicht in einem anderen Unternehmen aufgeht, welches die Musterzulassung übernimmt), so geht die Musterzulassung automatisch an die Luftfahrtbehörde zurück. Alle noch verbliebenen Flugzeuge im Markt dürfen damit automatisch und ab sofort nicht mehr betrieben werden („grounded“). Ein bekanntes Beispiel aus der jüngeren Vergangenheit ist die Rückgabe der Musterzulassung für die Concorde (Erstflug 2. März 1969) durch → *Airbus*.

MWE

Abk. für Manufacturer Weight Empty.
→ *Flugzeuggewicht*.

MZFW

Abk. für Maximum Zero Fuel Weight.
→ *Flugzeuggewicht*.

N

NACA Profile
Bezeichnung für eine → *Profilsystematik*, die in den 30er Jahren in den USA erstmals entwickelt und anschließend ausgebaut wurde. NACA steht dabei für National Advisory Committee for Aeronautics. Zu den wichtigsten NACA-Profilgruppen zählen die vierziffrigen und fünfziffrigen Profile, und die NACA-6 Profile.
Bei den vierziffrigen NACA-Profilen steht die erste Ziffer für die → *Wölbung* (angegeben in Prozent der → *Profiltiefe*), die zweite für die → *Wölbungsrücklage* (in Zehntel-Prozent der Profiltiefe), und die dritte und vierte Ziffer für die → *Profildicke* (wiederum in Prozenten der Profiltiefe). Die Dickenrücklage beträgt bei allen Profilen drei Zehntel. Vierziffrige NACA-Profile haben eine symmetrische, tropfenförmige Dickenverteilung, der eine gebogene → *Skelettlinie* überlagert wird.
Bei den Fünfziffrigen NACA-Profilen gibt die erste Ziffer die → *Wölbungshöhe*, und die zweite Ziffer die Wölbungsrücklage an. Die dritte Ziffer beschreibt, ob die Skelettlinie eine Wendepunkt hat (Kennziffer 1) oder nicht (Kennziffer 0). Die vierte und fünfte Ziffer beschreiben die Profildicke in Prozenten der Profiltiefe.
Im Gegensatz zu den vier- und fünfziffrigen Profilen sind die NACA-6 Profile nicht nach geometrischen Aspekten klassifiziert, sondern basierend auf der Geschwindigkeitsverteilung auf der Ober- und Unterseite des Profils.

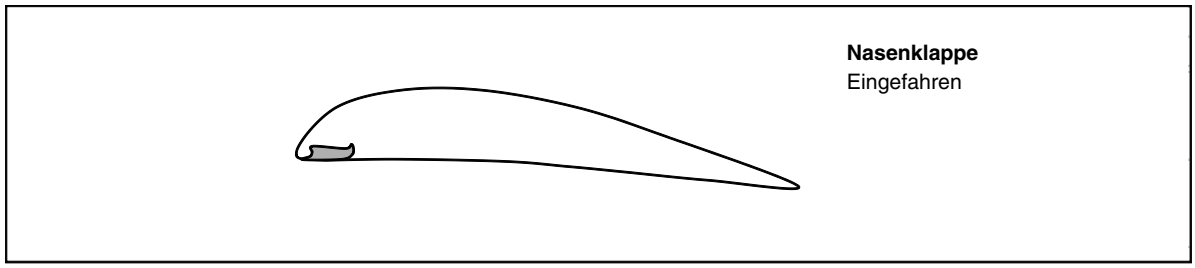
Nachbrenner
Engl.: Afterburner, abgekürzt AB. Bezeichnet einen zusätzlichen Brennraum bei → *Turbinenluftstrahltriebwerken* (TL-Triebwerken), mit dessen Hilfe der → *Vortrieb* des → *Triebwerks* stark erhöht werden kann. Insbesondere bei bestimmten strahlgetriebenen → *Militärflugzeugen* ist es wünschenswert, die Triebwerkleistung in bestimmten Flugsituationen (z. B. im → *Steigflug* oder im Luftkampf) zu erhöhen; angesichts der zeitlich begrenzten Dauer ist man dann auch bereit, eine starke Erhöhung des Treibstoffverbrauchs in Kauf zu nehmen.
Der Abgasstrahl eines TL-Triebwerks enthält noch einen hohen Anteil an Sauerstoff und erlaubt daher eine Nachverbrennung. Diese wird im Nachbrenner hinter der → *Turbine* durch Einspritzung von zusätzlichem → *Kraftstoff* durchgeführt.
Zunächst wird der Abgasstrahl im Nachbrenner durch einen Diffusor verzögert; zusammen mit Flammhaltern, die eine Rückströmung erzeugen, stellt dieser eine stabile Verbrennung sicher. Anschließend wird der Kraftstoff – meist über einen ringförmigen Kranz von Düsen – in den Brennraum eingespritzt. Die Zündung des Gemischs erfolgt entweder direkt durch die Hitze des Abgasstrahls, durch einen Katalysator, oder durch eigene Zünder. Aufgrund der hohen Temperaturen muss der Brennraum zum Beispiel durch Kühlfilme geschützt werden. Über die → *Schubdüse* wird der Abgasstrahl beschleunigt und nach hinten aus dem Triebwerk ausgestoßen.
Mit Hilfe von Nachbrennern kann die Leistung eines TL-Triebwerks um ca. 30 % bis 50 %, manchmal auch bis zu 70 % gesteigert werden, allerdings auf Kosten eines stark erhöhten Kraftstoffverbrauchs, wodurch die Flugdauer sinkt. Zudem erzeugt der Nachbrenner –unabhängig davon ob er betrieben wird – zusätzliches Gewicht, und Druckverluste an seinen Oberflächen und Einbauten.

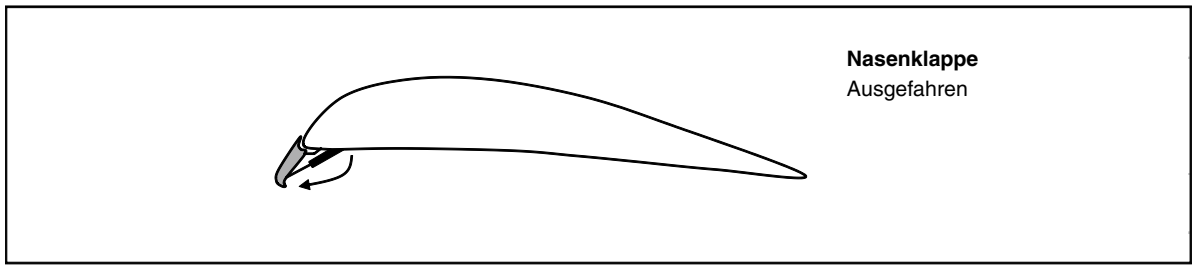
Nachtflugberechtigung
Ein Begriff aus dem → *Luftrecht*. Die Nachtflugberechtigung gehört zu den → *Ratings*, die der Führer eines Privatflugzeugs oder → *Motorseglers* zusätzlich zur → *Pilotenlizenz* erwerben müssen, um einen Nachtflug durchführen zu dürfen, sofern er kein Rating für den → *Instrumentenflug* hat (→ *Instrumentenflugberechtigung*). Voraussetzungen für den Erwerb der Nachtflugberechtigung sind:
- Für Privatflugzeugführer und Motorseglerführer: Besitz der → *CVFR*-Berechtigung
- Flugfunkzeugnis mindestens der Klasse → *BZF* II
- Eine praktische Ausbildung

Nachtflugverbot
Engl.: Night Curfew. Bezeichnung für Einschränkungen des Flugbetriebs an einem → *Flugplatz* in der Nacht, üblicherweise zwischen 22 Uhr und 6 Uhr. Hintergrund ist in aller Regel der Schutz der Anwohner vor → *Fluglärm*, dessen Auftreten in der Nacht erheblich störender als am Tag ist.
Nachtflugverbote können unterschiedlichster Natur sein. Absolute Verbote wie in Sydney, die jeglichen Flugverkehr unterbinden, sind selten. Oftmals wird das Nachtflugverbot eingeschränkt, um z. B. verspätet ankommenden Flugzeuge noch eine Möglichkeit zur → *Landung* einzuräumen. Andere Formen der Einschränkung sind die Zulassung einer gewissen Anzahl von → *Starts* und Landungen pro Nacht, oder die Beschränkung des Nachtflugverbots auf besonders laute Flugzeuge.
In eng besiedelten Regionen wie der Bundesrepublik Deutschland sind Flugplätze ohne Nachtflugverbot selten, und damit entsprechend attraktiv. So profitierte der → *Flughafen* Köln-Bonn (CLG) lange Zeit im Frachtbereich von der Möglichkeit, Nachtflüge durchführen zu können. Zahlreiche auf Luftfracht (→ *Cargo*) spezialisierte Unternehmen siedelten sich am Flugplatz an, und entwickelten Köln-Bonn (CLG), gemessen am Frachtaufkommen, zum zweitgrößten Frachtflughafen in Deutschland.
Umgekehrt wird in Frankfurt (FRA) erwogen, im Gegenzug für eine zusätzliche → *Landebahn* und ein drittes → *Terminal* das Nachtflugverbot auszuweiten, und so den Bedürfnissen der umliegenden Bevölkerung entgegenzukommen. In diesem Fall müsste der → *Nachtflugpoststern* von Frankfurt an einen anderen Flugplatz verlegt werden.

Nacht-Luftpoststern
Vereinfacht auch als Nachtpoststern bezeichnet. Die Abwicklung der → *Luftpost* in Deutschland erfolgt zum einen durch direkte Flugverbindungen zwischen großen Städten, zum anderen über den Luftpoststern am → *Flughafen* Frankfurt/Main (FRA). Der Begriff „Stern“ erklärt sich dabei durch die sternförmigen Verbindungen, die von den anderen Flughäfen zum Flughafen Frankfurt führen. Dort wird die Luftpost ausgeladen und zwischen den Flugzeugen verteilt, bevor die Flugzeuge neu beladen wieder sternförmig von Frankfurt in die anderen Städte abfliegen. Frankfurt bietet sich aufgrund seiner zentralen geografischen Lage für die Funktion des Sterns an.
Eine besondere Bedeutung kommt dem sog. Nacht-Luftpoststern zu, der gemeinsam von der Deutschen Post AG, der Lufthansa, des AirMail Centers Frankfurt (ACF) und der Fraport AG betrieben wird. Dabei mietet die Deutsche Post an fünf Nächten in der Woche Flugzeuge der Lufthansa und anderer → *Luftverkehrsgesellschaften* an, und transportiert von zur Zeit elf Flughäfen in der Bundesrepublik Post zum Flughafen Frankfurt. Die

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_14, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012





Beispiele für Flugzeuge mit Nasenklappen

- Boeing 707 – Verschiedene kurze und lange Nasenklappen (teilweise aus drei Segmenten) je nach Typ
- Boeing 727
- Boeing 747 – Innenflügel (zwischen Rumpf und innerem Triebwerk)
- Airbus A300 und A310 – Kleine Krügerklappen in Rumpfnähe am Übergang zwischen Vorflügel und Rumpf

Nasenklappe

Flugzeuge landen im Zeitraum zwischen 23:50 und 00:35 Uhr; danach erfolgt das Ausladen und Umverteilen der Luftpost bis die neu beladenen Flugzeuge zwischen 1:25 und 1:45 Uhr wieder starten. Pro Nacht werden über den Nachtluftpoststern etwa 250 t Luftpost abgewickelt. Der Nacht-Luftpoststern ermöglicht es, dass auch spät am Abend abgegebene Sendungen noch am nächsten Tag ihren Empfänger erreichen.
Im Rahmen seiner Erweiterung wird es voraussichtlich zu einem → *Nachtflugverbot* für den Flughafen Frankfurt kommen; dieses wird dann dazu führen, dass der Nacht-Luftpoststern an einen anderen Flughafen verlegt werden muss.

Nachtschutzgebiet
Ein Begriff aus dem nationalen → *Luftrecht* und dort aus dem Bereich des Schutzes vor → *Fluglärm*. Das Nachtschutzgebiet definiert einen Bereich rund um einen → *Flughafen*, in dem in einem besonders festgelegten Zeitraum bestimmte Lärmgrenzwerte nicht überschritten werden dürfen bzw. innerhalb dessen der Flughafenbetreiber finanzielle Mittel für bauliche Veränderungen (Schallschutzfenster) bereitstellen muss.
Das Nachtschutzgebiet ist üblicherweise als jener Bereich definiert, innerhalb dessen zwischen 22 und 6 Uhr durchschnittlich mindestens sechsmal der max. Schallpegel von 75 dB (→ *Dezibel*) überschritten oder ein äquivalenter Dauerschallpegel (→ *Fluglärmmessung*) von 55 dB ermittelt wird.

Nahverkehrsbereich
Engl.: Terminal Control Area, abgekürzt TMA. Bezeichnung für den → *Luftraum* in der Umgebung eines → *Flugplatzes*. Zweck des Nahbereiches ist ein sicherer Übergang der Flugzeuge im → *Instrumentenflug* von großen Höhen im → *Streckenflug* zu geringen Flughöhen bei → *Start* bzw. → *Landung*. Typischerweise wird der Nahverkehrsbereich von der → *Anflugkontrolle* überwacht; an seiner äußeren Grenze, die ca. 30 bis 50 km vom Flugplatz entfernt ist, erfolgt die Übergabe an die → *Bezirkskontrolle*.
In Deutschland ist der Nahverkehrsbereich als → *Luftraumklasse* E ausgewiesen, mit einer Untergrenze von 1.000 ft (TMA Sektor A) oder 1.700 ft (TMA Sektor B), und einer Obergrenze von 2.500 ft.

Narrow-Body
→ *Wide Body*.

Nase
→ Bug.

Nasenkerbe
→ *Sägezahn*.

Nasenklappe
Auch Krügerklappe, engl.: Krüger Flap. Bezeichnung für eine → *Klappe* an der Vorderkante des → *Tragflügels*. Die Nasenklappe wird als → *Landeklappe* zur Erzeugung zusätzlichen → *Auftriebs* bei der → *Landung* und zum Teil auch beim → *Start* eingesetzt.
Ähnlich wie der → *Vorflügel* verschiebt die Nasenklappe das Eintreten einer → *abgelösten Strömung* am Tragflügel zu höheren → *Anstellwinkeln*. Durch die Vergrößerung des max. Anstellwinkels wird auch eine Steigerung des max. Auftriebs am Tragflügel erreicht.

Im Gegensatz zum Vorflügel wird die Ablösung der Strömung aber nicht durch Energiezufuhr, sondern durch Veränderung der Form der → *Profilnase* erreicht.
Beim sogenannten Krüger-Slat (z. B. Boeing 747 am Mittel- und Außenflügel) existiert zwischen Klappe und Hauptflügel ein durchströmter Spalt wie beim Slat, während der klassische Krüger (z. B. Boeing 747 am Innenflügel) zum Hauptflügel hin abdichtet.

Entwicklung

Die Krügerklappe wurde im Jahre 1943 vom deutschen Luftfahrtingenieur Werner Krüger (*23. November 1910 in Kolberg; †21. Oktober 2003 in Göttingen) erfunden.

Nasenradius

Bezeichnung für den Radius der Abrundung der Vorderkante eines → *Profils*. Insbesondere bei kleinem → *Seitenverhältnis* kann eine scharfe Vorderkante zu einer lokal → *abgelösten Strömung* führen. Um den damit verbundenen Verlust an → *Auftrieb* zu vermeiden kann man die Vorderkante abrunden, also mit einem Nasenradius versehen.

Nasenschlitz

Bezeichnung für Öffnungen nahe der Vorderkante eines → *Tragflügels* zur Beeinflussung seiner → *Grenzschicht*. Durch die Öffnungen kann Luft von der Unter- zur Oberseite des → *Profils* strömen; dadurch verschiebt sich das Auftreten einer → *abgelösten Strömung* zu höheren → *Anstellwinkeln*. Dies wiederum erhöht den maximal nutzbaren Anstellwinkel, und damit auch den maximalen → *Auftrieb* des Profils. Daher wird der Nasenschlitz auch als → *Hochauftriebsvorrichtung* bezeichnet.

NAT

Abk. für North Atlantic.

NAT OTS

Abk. Für North Atlantic Organized Track System.
Ähnlich dem → *PAC OTS* die Bezeichnung für ein System von horizontal und vertikal gestaffelten Luftstraßen (=Tracks) über dem Nordatlantik, über den der Flugverkehr zwischen Europa und der nordamerikanischen Ostküste abgewickelt wird. Dabei werden mehrere Tracks parallel gestaffelt. Innerhalb eines solchen Tracks beträgt der vertikale Abstand zwischen den einzelnen → *Flugflächen* 1000 Fuß. Ungefähr gehen die sechs Tracks (vom nördlichsten zum südlichsten Track mit A bis F gekennzeichnet) für Ost-West-Flüge von der Schottischen Küste nach Labrador (Kanada) und die fünf Tracks (vom nördlichsten zum südlichsten Track mit V bis Z gekennzeichnet) für die umgekehrte Richtung südlich davon von der kanadischen Insel Neufundland nach Irland.
Die genaue Führung der Tracks wird täglich in Abhängigkeit vom Verkehrsaufkommen (Fluglinien können zuvor ihre Wünsche äußern) und Wetter neu ermittelt. Ziel ist, den Gegenwind durch den → *Jetstream* auf Flügen in Ost-West-Richtung zu minimieren und umgekehrt auf dem Rückflug den Rückenwind zu maximieren. Grundlage bei der Festlegung der Tracks ist die Optimierung der Flugzeit von New York nach London.
Die Tracks werden zweimal täglich von dem OAC (Oceanic Area Control) im kanadischen Gander und irischen Shannon veröffentlicht. Für Tracks in Ost-West-Richtung ist dies üblicherweise um 22 Uhr (UTC) für die Gegenrichtung um 14 Uhr (UTC) der Fall.
Eine sogenannte Trackmessage, die anhand einer Nummer (Track Message Indicator, TMI; entspricht der Nummer des Tages im Jahr) identifiziert werden kann, informiert dann über:

- Die genaue Führung des Tracks anhand von Anfangs- und Endpunkt sowie vier als geographische Koordinaten angegebene Zwischenmarken
- Die freigegebenen Flugflächen
- Die Wegpunkte zum Auffliegen für diesen Track
- Die Luftstraßen, die nach dem Verlassen des Tracks für den Weiterflug bereitstehen

Jeder Flug, der den Nordatlantik durch das NAT OTS überquert, erhält vor Abflug an seinem Startflughafen einen der Tracks und eine Flugfläche sowie Fluggeschwindigkeit in Mach zugewiesen. Diese drei Parameter müssen während der Nutzung der Tracks genau eingehalten werden, um die horizontale, vertikale und longitudinale Staffelung der Flugzeuge auf und zwischen den Tracks sicher zu gewährleisten. Zwar kann es theoretisch zu Änderungen der Flugfläche kommen, doch ist dies in der Regel von Piloten und Flugsicherung unerwünscht, da es wegen der fehlenden Radarüberwachung über dem Nordatlantik ein Risiko darstellt.

NATS

Abk. für National Air Traffic Services.
Bezeichnung für die Organisation in Großbritannien, die dort und über dem nördlichen Atlantik die → *Flugsicherung* sicherstellt. Sie ist in etwa vergleichbar mit der → *DFS* in Deutschland.
→ *http://www.nats.co.uk/*

Nautische Meile

Abgekürzt NM.
→ *Seemeile*.

NAV

Abk. für Navigation.
Die Verwendung der Abkürzung bezieht sich üblicherweise auf ein Navigationsfunkgerät, wie etwa NAV 1 oder NAV 2.

Navigation

In der Luftfahrt die Bezeichnung für die → *Ortung* und Positionierung eines Flugzeugs und dessen Führung von einem Standort zu einem Zielort.
Die Ortung und Positionierung umfasst die Identifikation des aktuellen Standorts, der momentanen Richtung und Ausrichtung (Lage), und der momentanen Geschwindigkeit des Flugzeugs im Raum.
Zur Führung gehören die Angabe der Richtung und Entfernung zum Ziel sowie der benötigten Änderungen in Richtung und Geschwindigkeit um den Zielort zu erreichen.
Neben dem reinen Führen zu einem Zielort hat die Navigation die Aufgabe, die Sicherheit im Luftverkehr zu erhöhen (z. B. Unterstützung des Piloten bei schlechtem Wetter oder im → *Landeanflug*) und die vorhandenen Ressourcen optimal zu nutzen (z. B. optimale Nutzung des → *Luftraums*, Optimierung von Flugrouten zur Einsparung von → *Kraftstoff*).

Einteilung der Navigationsverfahren

Prinzipiell unterschiedet man zwei Arten der Navigation: Die Navigation anhand von externen Punkten, und die Navigation durch Berechnung von Wegstrecken aus Beschleunigungen und Geschwindigkeiten.

Nach Art der externen Punkte, die zur Navigation verwendet werden, unterscheidet man:

- *Funknavigation* (*Radionavigation*): Hierbei dienen Sender (z. B. Funkfeuer), die elektromagnetische Wellen abstrahlen, als externe Punkte
- *Sichtnavigation*: Verwendung von markanten Geländepunkten (z. B. Gebirge, Inseln, Flüsse, Straßen, Bauwerke,….) als externe Punkte
- *Satellitennavigation*: Entfernungsmessung zu Satelliten in der Erdumlaufbahn
- *Astronavigation*: Navigation mit Hilfe von Himmelskörpern; sie findet heute in der Luftfahrt keine Verwendung mehr.

Die Navigation durch Messung von Beschleunigungen und Geschwindigkeiten wird als → *Koppelnavigation* bezeichnet. Dazu gehören die → *Inertialnavigation* (Trägheitsnavigation) und die → *Dopplernavigation* (die physikalisch gesehen zu den Funknavigationsverfahren zählt, jedoch nicht auf externen Punkten basiert).

Unter → *integrierter* oder *hybrider Navigation* versteht man die Kombination von mehreren der oben genannten Navigationsverfahren. Ein Beispiel hiefür ist die Verbindung der Satellitennavigation mit der Inertialnavigation. Die → *terrestrische Navigation* ist ein Oberbegriff für eine Vielzahl von Navigationsarten, die im Wesentlichen auf dem Prinzip natürlicher und künstlicher Landmarken basiert. Sie ist für die Navigation zur See und auf dem Land, nicht aber in der Luftfahrt relevant.

Trotz ihres Namens ist die → *Druckhöhennavigation* (barometrische Navigation) nicht zu den Navigationsverfahren zu zählen, da sie lediglich das Kriterium für die Wahl eines Flugweges bezeichnet, nicht aber Ortung und Führung des Flugzeugs ermöglicht.

Flächen- und Liniennavigation

Eine andere Art der Klassifizierung von Navigationsverfahren ist ihre Einteilung nach Flächen- und Liniennavigation.

Bei der Flächennavigation erlaubt das Navigationssystem die Ortung des Flugzeugs auf jedem Punkt innerhalb der Reichweite des Systems. Bei der Liniennavigation ist dagegen die Ortung nur auf bestimmten Linien bzw. deren Kreuzungspunkten möglich.

Navigational Display

→ *ND*.

NB

Abk. für North Bound.

Insbesondere in Nordamerika die Bezeichnung für Flugrouten in nördlicher Richtung.

NBAA

Abk. für National Business Aviation Association.

Bezeichnung für einen 1947 gegründeten nordamerikanischen Industrieverband mit Sitz in Washington DC, der die Interessen der allgemeinen, nichtkommerziellen Luftfahrt von geschäftlich genutzten Flugzeugbetreibern vertritt. Dies sind Besitzer oder Betreiber derartigen Fluggerätes oder aber die Zulieferindustrie.

→ *http://www.nbaa.org/*

ND

Abk. für Navigational Display.

Bezeichnung für ein zentrales Anzeigeinstrument im Cockpit, das zusammen mit dem Primary Flight Display (→ *PDF*) die Informationen einer Vielzahl von Einzelinstrumenten (→ *Instrumentenkunde*) sehr kompakt zusammenfasst.

Das ND ist ein wichtiger Teil des → *FIS* und stellt eine Weiterentwicklung des älteren → *HSI* dar. Das ND erlaubt u.a. die Anzeige des aktuellen und es gewählten → *Steuerkurses*, der geplanten Flugroute und externer Navigationshilfen (z. B. → *Funkfeuer*). Zusätzlich können Informationen zur → *Fluggeschwindigkeit* (z. B. → *IAS*, → *TAS*, → *Machzahl*), die → *Geschwindigkeit über Grund*, die → *Windgeschwindigkeit* und Wetterinformationen angezeigt werden.

NDB

Abk. für Non Directional Beacon.

Auch ungerichtetes Funkfeuer genannt. Bezeichnung für einen Sender am Erdboden, der ein ungerichtetes (d. h. in allen Richtungen gleich aussehendes) elektromagnetisches Signal abstrahlt. Durch Kombination mit einem Empfangsgerät im Flugzeug (→ *ADF*) kann das NDB als → *Richtungsmessverfahren* der → *Funknavigation* eingesetzt werden.

NDBs werden weltweit eingesetzt und senden Signale zwischen 200 kHz und 1.750 kHz aus, wobei in Deutschland nur Frequenzen bis ca. 550 kHz verwendet werden.

Sie werden im → *Streckenflug*, aber auch bei kleineren Flugplätzen als Anflugfeuer (Locator und Initial Approach Fix) oder zur Markierung von Warteschleifen (Holding Fix) verwendet. NDBs die als Streckenfunkfeuer fungieren haben drei Buchstaben in ihrer Kennung und verfügen über Reichweiten bis ca. 200 nm. NDBs für den Anflug haben nur zwei Buchstaben in ihrer Kennung und sind in ihrer Reichweite auf ca. 20 nm begrenzt.

Heute gibt es weltweit noch etwa 5.000 NDB Bodenstationen Die Bedeutung des Systems hat aber gegenüber moderneren Navigationssystemen, zum Beispiel dem kombinierten → *VOR*- und → *DME*-System, stark abgenommen.

Nebel

Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Ganz allgemein die Bezeichnung für in der bodennahen Umgebungsluft sichtbar kondensierte Feuchtigkeit. Es handelt sich dabei um kleine Wassertröpfchen, die sich schwebend in der Luft halten und die Sicht behindern. Von Nebel spricht man im meteorologischen Sinn ganz allgemein, wenn die Sichtweite unter 1 km sinkt, darüber handelt es sich um → *Dunst*. Der Volksmund nimmt Nebel erst als Nebel wahr, wenn die Sichtweite unter 200 m sinkt.

Nebel beeinflusst die Sicht in Bodennähe und damit den Flughafenbetrieb, so dass er u. U. geschlossen und anfliegende Flugzeuge umgeleitet werden müssen. Bis Selbst wenn nicht nach → *Sichtflug* geflogen werden wird, so sind technische Mittel wie z. B. → *Radar* mittlerweile so weit, dass auch im Nebel nach → *Instrumentenflugregeln* (IFR) geflogen werden kann, doch werden aus Sicherheitsgründen die Abstände zwischen den Flugzeugen erheblich vergrößert. Ab einer bestimmten Sichtweite ist selbst dies nicht mehr sicher möglich und der Flughafen muss geschlossen werden.

Es ist möglich, Nebel anhand verschiedener Parameter zu klassifizieren. Gängig sind die Klassifizierung gemäß ihrer Entstehung und ihrer Verbreitung bzw. Vorkommnisse.

Bei der Entstehung unterscheidet man:

- Abkühlungsnebel: Er entsteht durch die Abkühlung feuchter Luft bis zum Tau- oder Reifpunkt, bevorzugt in Tälern und Mulden. Man unterscheidet den → *Advektionsnebel* und den → *Strahlungsnebel*.
- Mischungsnebel: Mischung von feuchtwarmer und kalter Luft, typisch ist der *Küstennebel*.
- Verdunstungsnebel: Zunahme des Wasserdampfgehalts der Luft auf Grund von Verdunstung (sog. Dampfnebel), z. B.

wenn relativ warmer → *Regen* oder → *Nieselregen* durch kalte Luft fällt. Die Luft kann diesen Wasserdampf bis zur von Temperatur und → *Luftdruck* abhängigen Sättigungsgrenze aufnehmen. Erfolgt die Verdunstung weiterhin, so kondensiert der Wasserdampf als Nebel. Verdunstungsnebel kann sehr dicht und anhaltend werden und sich über große Bereiche erstrecken, der den Flugbetrieb zum Erliegen bringen kann, zumal er häufig zusammen mit Niederschlägen und unter Umständen mit → *Gewittern* auftritt.

Typischerweise entsteht dieser Nebel bei Kaltlufteinbrüchen über Warmwassergebieten wie warmen Meeresströmen (z. B. dem Golfstrom) und vorwiegend im Herbst, wenn die Kaltlufteinbrüche vom Festland über die noch warme See erfolgen. Er reicht meistens nicht sehr hoch. Es gibt aber auch Ausnahmen wie z. B. bei winterlichen Kaltluftausbrüchen über tropischen Seegebieten. Ein Beispiel dafür ist kontinentale Kaltluft aus den USA die über den Golf von Mexiko mit seinem sehr warmen Wasser strömt. Der entstehende Verdunstungsnebel kann sehr dicht werden und mehrere hundert Meter hoch reichen. Beispiele sind der → *Bodennebel* und der → *Hochnebel*.

Ferner kann man den Nebel hinsichtlich seiner Ausdehnung klassifizieren, z. B. eine → *Nebelbank*.

Nebelbank

Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet dort die über einem bestimmten, deutlich abgrenzbaren Gebiet, große und dichte Menge von sehr tiefhängenden Wolken, d. h. ein geographisch klar umrissenen Gebiet mit → *Nebel*.

Nebenstromverhältnis

Engl.: Bypass Ratio. Bezeichnet bei → *Zweistrom-Turbinenluftstrahltriebwerken* (ZTL), → *Propeller-Turbinenluftstrahltriebwerken* (PTL) und → *Propfan-Triebwerken* das Verhältnis zwischen der Luftmasse im Nebenstrom und der Luftmasse im Kernstrom.

NeSS

Abk. für New SIDs and STARs, bzw. oft auch für neues Standard-Instrumenten- An- und Abflugverfahren verwendet.

Ziel von NeSS ist eine genauere Einhaltung der → *STAR*s und → *SID*s durch ankommende und abfliegende Flugzeuge. Zu diesem Zweck werden bei NeSS eine Reihe von zusätzlichen Wegpunkten in den STARs und SIDs eingeführt, die vom Flugmanagement-System (→ *FMS*) des Flugzeugs automatisch angeflogen werden.

Damit entfällt die Abhängigkeit des Flugzeugs von Navigationsanlagen am Boden, wodurch sich auch die Streubreite der Flugrouten verringert. So sind z. B. die STARs durch Wegpunkte und deren Abstände voneinander definiert. Bislang wurden diese Abstände im Flugzeug mit Hilfe des → *DME*-Systems bestimmt; dessen Messfehler führten dann zu Abweichungen von den STARs.

NeSS wird in der Regel gleichzeitig mit veränderten bzw. neuen STARs und SIDs an einem → *Flugplatz* eingeführt, und kann auch zur Verringerung der Lärmbelastung in der Umgebung des Flugplatzes beitragen.

Neutralpunkt

Ein Begriff aus der → *Flugmechanik* und der → *Aerodynamik*. Der Neutralpunkt beschreibt den Punkt, an dem der anstellwinkelabhängige Teil des → *Auftriebs* am → *Tragflügel* angreift. Bei gängigen Profilen liegt der Neutralpunkt etwa auf der Hälfte der → *Profiltiefe* des Tragflügels an. Im Gegensatz dazu beschreibt der → *Druckpunkt* den Angriffspunkt des gesamten Auftriebs.

NfL

Abk. für Nachrichten für Luftfahrer.

Bezeichnung für Anordnungen, Informationen und Hinweise für die Luftfahrt, die vom → *Flugberatungsdienst* (AIS) herausgegeben werden.

Die NfL werden in deutscher Sprache veröffentlicht. Sie werden auf dem Postweg zugestellt und enthalten somit Informationen die weniger dringlich sind als jene in den → *NOTAM*s. Umgekehrt können Informationen aus NOTAMs, die für einen längeren Zeitraum Gültigkeit haben, zusätzlich in den NfL veröffentlicht werden.

Nichtstationärer Flugzustand

Ein Begriff aus der → *Flugmechanik*. Bezeichnet im Unterschied zum → *stationären Flugzustand* und zum → *quasistationären Zustand* einen → *Flugzustand*, bei dem das Flugzeug eine (nicht vernachlässigbare) Beschleunigung erfährt, d. h. die Resultierende aller → *Kräfte* und/oder → *Momente* am Flugzeug ungleich Null ist. Beispiele für nichtstationäre Flugzustände sind → *Start*, → *Landung* oder der → *Notsinkflug*.

Nickachse

→ *Querachse*.

Nicken

Engl.: Pitch. Bezeichnung für die Bewegung des Flugzeugs im Flug um seine horizontale → *Querachse*.

Das Nicken kann über die → *Höhenruder* gesteuert werden. Ein Ausschlag des Höhenruders erzeugt dabei ein → *Nickmoment* und somit eine Nickbeschleunigung. Diese verändert zunächst die → *Nickrate* und darüber wiederum die → *Längsneigung* (Nickwinkel).

Nickmoment

Ein → *Moment* das um die Querachse (→ *Nickachse*) des Flugzeugs wirkt und zum → *Nicken* des Flugzeugs führt. Ein Nickmoment kann z. B. durch einen Ausschlag der → *Höhenruder* erzeugt werden.

Nickrate

Bezeichnung für die zeitliche Veränderung des → *Nickwinkels* beim → *Nicken*.

Nickwinkel

→ *Längsneigung*

Niederschlag

Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Er bezeichnet festen oder flüssigen Ausfall aus einer → *Wolke*, der verschiedene Formen annehmen kann. Beispiele für Niederschlagsarten sind → *Nieselregen*, → *Regen*, → *Wolkenbruch*, → *Schnee*, → *Graupel* oder → *Hagel*.

Niederschlag entsteht durch verschiedene, teilweise noch nicht komplett erforschte Prozesse innerhalb von Wolken, bei denen kleine, schwebende Wolkentröpfchen zu großen Tropfen anwachsen, aus der Wolke ausfallen, und den Erdboden erreichen. In unseren Breiten erfolgt die Bildung meist über die Eisphase in sog. Mischwolken, d. h., wenn Eisnadeln oder Schneekristalle durch eine unterkühlte Wasserwolke fallen, und durch Anfrieren von unterkühlten Wassertröpfchen weiter anwachsen. In reinen Wasserwolken, wie sie in den Tropen existieren, entsteht Niederschlag hingegen dadurch, dass verschieden große Wolkentröpf-

chen zusammenstoßen und sich zu einem größeren Tröpfchen vereinen. Dieser Prozess verläuft so lange bis sich genügend große Tropfen bilden, die durch ihr Eigengewicht nicht mehr in den Luft gehalten werden und zu Boden fallen.

Nieselregen
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Auch Sprühregen genannt. Bezeichnung für eine Art des → *Niederschlags*, der aus sehr kleinen Wassertropfen besteht, die mit den Luftströmungen zu treiben scheinen, während sie auf ungleichmäßigem Wege niedergehen.
Nieseln unterscheidet sich vom → *Regen*, der auf vergleichsweise geradem Wege fällt, und von Nebeltröpfchen, die sich schwebend in der Luft halten (→ *Nebel*).
In Wetterberichten und Wettervorhersagen wird Nieselregen mit der Abkürzung DZ (für den engl. Begriff Dizzle) bezeichnet.

Nimbostratus (-wolke)
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Abgekürzt mit Ns. Bezeichnung für eine tief hängende Hauptwolkenart (→ *Wolke*) von grauer Farbe, die oft auch dunkelgrau sein kann. Ihre Untergrenze ist uneinheitlich. Ihr diffuses Aussehen kommt von lang anhaltendem und gleichmäßig fallendem → *Niederschlag* in Form von Regen oder Schnee, der meistens den Boden erreicht. Eine Nimbostratuswolke ist durchweg dick genug, um das Sonnenlicht ganz zu verschlucken. Unterhalb einer Nimbostratuswolke bilden sich oft kleine, abgetrennte Wolkenteile; diese werden Pannus genannt.

NLG
Abk. für Nose Landing Gear.
→ *Fahrwerk*.

NN
Abk. für → *Normalnull*.

NM
Abk. für nautische Meile.
→ *Seemeile*.

NO RES CHANGE
→ *Ticket*.

No-Frills-Airline
→ *Billigflieger*.

NONEND
→ *Ticket*.

NONREF
→ *Ticket*.

NONRRT
→ *Ticket*.

Nonstop-Flug
Bezeichnung für eine Flugverbindung ohne Zwischenlandung (→ *Stopover*).
→ *Direktflug*.

Normalbedingungen
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für eine willkürlich festgelegte Norm von Wetterbedingungen, die für meteorologische Berechnungen als Basis, d. h. Als Referenz oder Bezugspunkt dient. Für jede Höhe gibt es eine Gruppe von Normalbedingungen. In Meereshöhe sind die Normalbedingungen definiert als 29,92 Zoll Quecksilber (1.013 Millibar) für den → *Luftdruck*, und 15°C für die Temperatur.

Normalkurve
Bezeichnung für einen speziellen → *Kurvenflug*, bei dem sich der → *Steuerkurs* um 3° pro Sekunde, bzw. bei großen, schnellen Flugzeugen um 1,5° pro Sekunde ändert. Dies entspricht einer Flugdauer von 2 bzw. 4 Min. für eine volle 360°-Kurve (= Kreis). Die Normalkurve ist ein standardisiertes Flugmanöver, das z. B. beim Flug nach Instrumentenflugregeln (→ *IFR*) angewendet wird. Sie führt zu einer gleichmäßigen, kalkulierbaren und leicht zu kontrollierenden Kurvendrehgeschwindigkeit.
Dies kann man sich z. B. beim Ausfall des → *Kursanzeigers* zu Nutze machen. Bringt der Pilot des Flugzeug in die Normalschräglage, so kann er durch zeitliche Dosierung des Kurvenflugs einen genauen Steuerkurs anfliegen.

Normalnull
Abgekürzt mit NN. International als Mean Sea Level (MSL) bezeichnet. Der Begriff kennzeichnet die durchschnittliche Höhe der Erdozeane und wird als Bezugsgröße für die geografische Höhe verwendet, also den vertikalen Abstand eines Luftfahrzeugs von der Meereshöhe. Die Erhebungen von → *Flugplätzen*, Gelände und sonstigen Eintragungen auf Navigationskarten werden in geografischer Höhe ausgedrückt.

No-Show
→ *Close-out Time*.

Notabstieg
→ *Notsinkflug*.

NOTAM
Abk. für Notice to Airmen.
Bezeichnung für dringende Anordnungen und Informationen der → *Flugsicherung*, die der → *Flugberatungsdienst* (AIS) fernschriftlich, also z. B. per Fax, verbreitet. NOTAMS enthalten Informationen die aufgrund ihrer Dringlichkeit nicht in postalisch zugestellten Publikationen der Flugberatung wie z. B. den Nachrichten für Luftfahrer, → *NfL*, oder dem → *Luftfahrthandbuch* (AIP) veröffentlicht werden können. NOTAMs informieren z. B. über Schließungen von → *Start-* und → *Landebahnen*, den Ausfall von Navigationssystemen, oder die Wiederinbetriebnahme von → *Start- und Landebahnen* nach Wartungsarbeiten oder Schneeräumung.
NOTAMS werden in Form von Codes übermittelt. Dies hat den Vorteil, dass die Information international standardisiert und sehr komprimiert verbreitet wird. Von Nachteil ist wegen der fehlenden Redundanz jedoch, dass bereits kleine Fehler beim Verfassen, in der Übermittlung oder beim Lesen die Information unbrauchbar machen. Der NOTAM-Code besteht aus fünf Buchstaben. Der erste Buchstabe ist stets ein Q und weist darauf hin, dass es sich um eine NOTAM-Nachricht handelt. Der zweite und dritte Buchstabe beschreiben über welche Anlage/Einrichtung, Gefahr oder Dienstleistung berichtet wird. Dabei kann der zweite Buchstabe nur ein A bzw. E (für Funkanlagen), ein I (für Lichtanlagen) oder ein O bzw. U (für → *Flugplätze*, → *SAR*, Gefahren im Flug) sein. Der vierte und fünfte Buchstabe beschreiben stets einen Betriebsstatus. So bedeutet z. B. der Code QILEO:

- Q=NOTAM
- IL = All landing area lighting facilities
- EO = Obscured by snow

In Deutschland werden NOTAMs vom Flugberatungsdienst → *DFS* verbreitet. Die Veröffentlichung erfolgt in Englisch; sofern die Verbreitung auf Deutschland beschränkt ist kann sie auch auf Deutsch erfolgen. NOTAMs mit einer längeren Gültigkeit können zusätzlich in die NfL und/oder in das Luftfahrthandbuch aufgenommen werden.

Notar
Abk. für No Tail Rotor.
→ *Rotor*.

Notlandung
Eine Notlandung ist erforderlich, wenn aufgrund einer technischen Störung im oder am Flugzeug der (sichere) Weiterflug nicht mehr möglich ist, z. B. nach dem Ausfall eines oder mehrerer → *Triebwerke* oder eines anderen wichtigen Systems wie z. B. des Hydrauliksystems. Eine Notlandung kann auch erfolgen, wenn ein Mitglied der → *Crew* unter körperlichen oder geistigen Störungen leidet. Für eine Notlandung wird bei der → *Flughafenfeuerwehr* ein sogenannter Bereitstellungsalarm ausgelöst, d. h. die Fahrzeuge der Feuerwehr werden bereits nahe der Landebahn positioniert.
Bei Notlandungen mit schwerem Schaden, bzw. mit Toten oder Verletzten ist in Deutschland das → *LBA* umgehend zu informieren; bei allen anderen Notlandungen innerhalb von 72 Stunden. Im Gegensatz zu einer → *Sicherheitslandung* darf nach einer Notlandung das Flugzeug nur mit einer Genehmigung der zuständigen → *Luftfahrtbehörde* wieder gestartet werden. In vielen Fällen verlangt die Luftfahrtbehörde vor dem Wiederstart eine Begutachtung des Flugzeugs durch einen Sachverständigen. Sicherheits- und Notlandungen werden in Deutschland durch die → *LuftVO* geregelt.

Notrutsche
Bezeichnung für ein → *Rettungssystem* an Bord des Flugzeugs, das nach einer → *Notlandung*, einer Bruchlandung oder einer → *Notwasserung* zur Evakuierung der Passagiere verwendet wird. In diesem Fall entfaltet sich die Notrutsche automatisch beim Öffnen der Tür. Die Passagiere verlassen das Flugzeug mit verschränkten Armen und ohne Schuhe. Zuletzt verlässt die Besatzung das Flugzeug.
Der Winkel der Notrutsche ist relativ steil; daher ist ihre Oberfläche aufgeraut und bremst so den Passagier ab. Für die besonders hohen Notrutschen aus dem Oberdeck des Airbus A380 (Erstflug 27. April 2005) wurde erwogen, die Notrutsche nicht gerade sondern gekurvt auszuführen. Dadurch kann der Passagier die Höhe und Schräge nicht erkennen; dies verringert seine Hemmung, die Notrutsche zu verwenden.
Einige Notrutschen können nach der Evakuierung vom Flugzeug getrennt und als Rettungsfloß verwendet werden.

Notsinkflug
Engl.: Emergency Descent. Auch Notabstieg genannt. Bezeichnung für ein Flugmanöver, das der → *Pilot* einleitet, wenn es zu einem Druckabfall in der → *Kabine* oder im → *Cockpit* kommt. Ab einer → *Flughöhe* von ca. 4.000 Meter ist der Sauerstoffanteil in der Luft für den Menschen zu gering; Flugzeuge, die diese Flughöhe erreichen bzw. übertreffen werden daher mit einer → *Druckkabine* ausgestattet. Kommt es in großer Flughöhe zu einem Leck, so strömt die Kabinenluft nach außen und Luftdruck und Sauerstoffanteil fallen ab. Dieser Verlust erfolgt umso schneller je größer das Leck ist.
Bei großen Beschädigungen des → *Rumpfes* entweicht die Luft so schnell, dass dem Piloten nur wenige Sekunden verbleiben, sich über das Sauerstoffsystem im Cockpit zu versorgen und seine eigene Ohnmacht zu vermeiden. Gleichzeitig fallen in der Kabine die → *Sauerstoffmasken* aus der Kabinendecke und versorgen die Passagiere. Kurz darauf leitet der Pilot den Notsinkflug ein, der eine → *Sinkrate* bis ca. 6500 Fuß pro Minute erreichen kann. Der Notsinkflug endet, wenn eine Flughöhe von 4.000 Metern oder weniger erreicht ist. Es folgt eine Phase umfangreicher Systemchecks und das Ansteuern des nächstgelegenen Flughafens. Die Fluggeschwindigkeit nimmt beim Notsinkflug stark zu, muss aber unter der maximal erlaubten Manövergeschwindigkeit gehalten werden, bei der das Flugzeug noch steuerbar bleibt und keine Schäden an den Steuerelementen des Flugzeugs entstehen können. Wird die Grenzgeschwindigkeit erreicht, muss geeignet abgebremst werden, notfalls auch durch das Ausfahren des Fahrwerks, um bei gleichbleibend hoher Sinkrate das Tempo abzubremsen.

Notwasserung
Engl.: Ditching. Im Gegensatz zu einer regulären → *Wasserung* wird eine Notwasserung von Flugzeugen durchgeführt, die für eine Wasserung nicht ausgerüstet sind (also z. B. nicht über → *Schwimmer* oder einen Bootsrumpf verfügen), aufgrund einer Notlage aber zu einer → *Landung* auf einer Wasseroberfläche gezwungen sind. Notwasserungen können im Simulator kaum geprobt werden. Das Abarbeiten der entsprechenden Checkliste zwar schon, das Aufsetzen auf dem Wasser jedoch nicht.
Eine Notwasserung wird stets mit eingefahrenem Fahrwerk und der geringstmöglichen → *Fluggeschwindigkeit* durchgeführt, um die → *Kräfte* auf den Rumpf beim Auftreffen zu minimieren und einer Zerstörung während der Wasserung vorzubeugen. Der → *Landeanflug* sollte bei Wellengang parallel zu den Wellen, also senkrecht zur → *Windrichtung* erfolgen und auch so, dass das Flugzeug genügend Wasserfläche zum ungestörten Aufsetzen hat, d. h. in Flussrichtung bei Notwasserung auf einem Fluss. Die → *Pylonen* sind so ausgelegt, dass sie beim Auftreffen auf das Wasser abscheren und die → *Triebwerke* vom Flugzeug abtrennen.
Bei großen Verkehrsflugzeugen sind die Chancen, eine Notwasserung erfolgreich durchzuführen, gering. Selbst bei ruhiger See ist es fast unmöglich, das Flugzeug so exakt auszurichten, dass die Kräfte beim Auftreffen auf die Wasseroberfläche nicht das Flugzeug zerstören. So führt z. B. ein zeitverzögertes Eintauchen der linken und der rechten → *Tragfläche* zu einem so starken → *Giermoment*, dass das Flugzeug sich dreht und ein Flügel abbricht, was eine derartige Unwucht zur Folge hat, dass das Flugzeug dann schnell sinkt, sobald es zur Ruhe gekommen ist. Die Probleme steigen bei unruhiger See weiter an. Besonders kritisch ist eine Notwasserung bei Dunkelheit, da der → *Pilot* dann weder den Abstand zur Wasseroberfläche, noch die Richtung der Wellen erkennen kann. In der Regel wird ein Pilot daher bemüht sein, eine Notwasserung zu vermeiden, und statt dessen versuchen, den nächsten → *Flugplatz* anzufliegen.
Moderne Flugzeuge haben einen Schalter im Cockpit, der es erlaubt, vor einer Notwasserung bestimmte Ventile im Rumpf zu schließen („Ditch Mode“), was das Einsickern von Wasser und das Durchfluten des Rumpfes unterbindet bzw. zumindest verzögert, so dass nach erfolgreicher Notwasserung die Chancen auf eine erfolgreiche Evakuierung des Flugzeugs steigen.

Ist eine Wasserung erfolgreich, so haben die Flugpassagiere gute Chancen evakuiert zu werden und den Rumpf zu verlassen, da der abgedichtete Rumpf genügend Auftrieb hat um zu schwimmen und die Flügel auf beiden Seiten Stabilität gegen ein Kippen geben. Passagiere können dann die Notrutschen als Flöße oder die Tragflügel als Ponton nutzen.

N-Punkt-Rolle
→ *Zeitenrolle*.

NRS
Abk. für National Route System.
→ *Luftstraße*.

NS
Abk. für No Seat.
→ *Ticket*.

Ns
→ *Nimbostratus*.

NTSB
Abk. für National Transportation Safety Board.
Bezeichnung für die amerikanische Behörde zur Untersuchung von Unfällen im Transportwesen und damit auch in der Luftfahrt. Das Gegenstück in Deutschland für den Luftverkehr ist die Flugunfalluntersuchungsstelle (→ *FUS*) beim Luftfahrtbundesamt (→ *LBA*).
Als unabhängige Bundesbehörde, deren fünf Mitglieder vom amerikanischen Präsidenten ernannt und vom Senat bestätigt werden müssen, ist das NTSB vom US-Kongress damit beauftragt, jeden Zivilluftfahrt-Unfall innerhalb der USA zu untersuchen. Darüber hinaus untersucht das NTSB auch schwerwiegende Zwischenfälle oder Unglücke mit. Auf oder wegen anderer Transportmitteln wie Zug, Autobahn, Schiff oder Pipeline. Bei Unglücken außerhalb der USA, an denen US-registrierte bzw. in den Vereinigten Staaten hergestellte Flugzeuge beteiligt sind, stellt das NTSB ebenfalls Experten zur Unfalluntersuchung zur Verfügung.
Obwohl das NTSB selbst keine für Hersteller oder Fluglinien bindenden Vorschriften erlassen, sondern nur Empfehlungen unterbreiten kann, die dann von der Zulassungsbehörde Federal Aviation Administration (→ *FAA*) in verbindliche Richtlinien umgewandelt werden, geht eine beträchtliche Anzahl von Maßnahmen zur Verbesserung des Luftverkehrs letztlich auf Vorschläge des NTSB zurück.

Entwicklung
Das am 1. April 1967 ins Leben gerufene NTSB war bis 1975 finanziell und infrastrukturell vom Verkehrsministerium abhängig; seitdem ist es als unabhängige Behörde jedoch nur dem Kongress verantwortlich. Seine Mitglieder werden für jeweils fünf Jahre ernannt, der Vorsitzende und der stellvertretende Vorsitzende für einen Zeitraum von jeweils zwei Jahren.

Links
→ *http://www.ntsb.gov/*

Nullgradgrenze
Bezeichnung für die Höhe in der → *Atmosphäre*, in der die Temperatur 0 °C beträgt. Darüber ist es unter 0 °C. In der → *Flugwettervorhersage* wird diese Grenze in Fuß (ft) angegeben oder durch Angabe der → *Flugfläche*.

Nullwiderstand
→ *Parasitärer Widerstand*.

Nurflügelflugzeug
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. International als Flying Wing bezeichnet. Er bezeichnet ein Konstruktionsprinzip bei dem das Flugzeug nicht mehr wie bei einem herkömmlichen → *Schwanzflugzeug* über einen → *Rumpf* verfügt, an den die → *Tragflügel* anschließen, sondern dass das Flugzeug aus so gut wie nur einem einzigen, → *Auftrieb* erzeugenden Korpus besteht, der die Funktionen von Rumpf und Tragflügel in sich vereinigt.
Nurflügelflugzeuge können in rückwärts gepfeilte, ungepfeilte (sogenanntes fliegendes Brett) und vorwärts gepfeilte Flugzeuge unterschieden werden. Die Übergänge sind jedoch oftmals fließend, da es reine Nurflügler, Quasi-Nurflügler wie Lifting Bodies (bei denen der Rumpf einen wesentlichen Beitrag zum Auftrieb erzeugt) und Schwanzflugzeuge mit → *Ogivalflügel* (z. B. die „Concorde“, Erstflug 2. März 1969) gibt.
Nurflügler faszinieren besonders durch die Ästhetik des Designs; dieses erfordert allerdings aufgrund der Komplexität der Strömungsverhältnisse besondere Anstrengungen bei der Optimierung des Tragflügels. Einer der bekanntesten Nurflügler ist der US-amerikanischer Bomber B-2 (Erstflug 17. Juli 1989).

Flugmechanik des Nurflügelflugzeugs
Die Vorteile von Nurflüglern gegenüber Schwanzflugzeugen sind vor allem ihr geringer → *Widerstandsbeiwert*, ihre höhere → *Stabilität* im → *Kurvenflug*, der leichtere Einbau von → *Strahltriebwerken* oder Druckpropellern, ohne dass deren Strahl das → *Leitwerk* trifft, und ihre hohe Sicherheit gegenüber dem → *Spiralsturz*. Problematische Flugeigenschaften, z. B. die Neigung zum → *Trudeln*, können durch einen nach vorn verlagerte → *Schwerpunkt* verbessert werden.
In Bezug auf → *Steuerung*, → *Stabilität* und → *Flugregelung* besteht die Besonderheit einer Nurflügelkonfiguration darin, dass ein konventionelles → *Höhenleitwerk* mit → *Höhenflosse* und → *Höhenruder* nicht zur Verfügung steht. Neben dem Auftrieb muss der Flügel also auch Funktionen des → *Leitwerks* wie die Steuerung des → *Nickens* und die → *Längsstabilität* übernehmen, die sonst dem Höhenleitwerk obliegen. Dies kann über die → *Klappen* im Flügel erfolgen, die allerdings modifiziert werden müssen, siehe auch → *Elevon* und → *Flaperon*.

Nutzladefaktor
Bezeichnung für einen statistischen Verkehrsmesswert, der das Verhältnis zwischen tatsächlich genutzter und bezahlter Kapazität und am Markt angebotener Kapazität als Prozentsatz angibt. Er wird i.d.R. auf Basis eines Jahres für eine → *Luftverkehrsgesellschaft* oder eines Teils von ihr (z. B. Passage oder → *Luftfracht*) angegeben, und kann auf verschiedene Arten interpretiert werden. Einerseits beschreibt er die Fähigkeit der Luftverkehrsgesellschaft, ihre eigenen Produkte erfolgreich am Markt zu platzieren, andererseits beschreibt er die Fähigkeit, die angebotene Kapazität der tatsächlich nachgefragten Kapazität anzupassen.
Der Nutzladefaktor beinhaltet jegliche Art von angebotenen Kapazitäten, also die Summe aus Luftfracht, → *Luftpost* und Passage. Er berechnet sich aus dem Verhältnis von verkauften zu angebotenen → *Tonnenkilometern*.
Dagegen beziehen sich der → *Sitzladefaktor* auf das Verhältnis von verkauften zu angebotenen → *Passagierkilometern* und der

→ *Frachtnutzladefaktor* auf das Verhältnis von verkauften zu angebotenen Fracht-Tonnenkilometern.

Nutzlast
→ *Flugzeuggewicht*.

Nutzlast-Reichweiten-Diagramm
Bezeichnung für ein Diagramm, in dem für einen spezifischen Flugzeugtyp die Nutzlast (→ *Flugzeuggewicht*)über die → *Reichweite* aufgetragen ist.
Auf der X-Achse des Diagramms wird die Reichweite des Flugzeugs, auf der Y-Achse die dazugehörige Nutzlast aufgetragen. In das Diagramm wird eine Kurve eingetragen, die zu jeder Reichweite die maximale Nutzlast, bzw. zu jeder Nutzlast die maximale Reichweite anzeigt. Die Fläche zwischen dieser Kurve und der X- bzw. Y-Achse stellt alle möglichen Kombinationen aus Nutzlast und Reichweite dar. Für einen bestimmten Flugzeugtyp wird die Kurve im Nutzlast-Reichweiten-Diagramm wie folgt bestimmt:

- Zunächst ermittelt man die maximale Reichweite des Flugzeugs. Dieser Punkt stellt einen Flug mit maximalem → *Kraftstoff*, aber ohne jede Nutzlast dar, und ist z. B. für einen → *Überführungsflug* relevant. Auf dem Diagramm liegt dieser Punkt auf der X-Achse.
- Ausgehend von diesem Punkt wird die Nutzlast zunehmend erhöht, während die Treibstoffmenge konstant bleibt. Die Reichweite nimmt dabei ab, da durch die erhöhte → *Gewichtskraft* ein höherer → *Auftrieb* erforderlich ist, der wiederum eine höheren → *induzierten Widerstand*, und damit einen höheren Vortrieb und Kraftstoffverbrauch erfordert.
- An einem bestimmten Punkt ist die Nutzlast soweit erhöht worden, dass das maximale Startgewicht (MTOW, → *Flugzeuggewicht*) des Flugzeugs erreicht ist. Dieser Punkt stellt einen Knickpunkt in der Kurve dar, da mit weiter zunehmender Nutzlast die Kraftstoffmenge verringert werden muss, um das MTOW nicht zu überschreiten. Die Reichweite nimmt mit weiter zunehmender Nutzlast also schneller ab als zuvor.
- Schließlich wird der Punkt maximaler Nutzlast erreicht; ab hier verläuft die Kurve parallel zur X-Achse bis die Y-Achse erreicht ist.

Das Nutzlast-Reichweiten-Diagramm wird unter der Annahme erstellt, dass die Bedingungen der → *Standard-Atmosphäre* gelten; außerdem werden die vorgeschriebenen Reserven (z. B. Kraftstoff für 200 → *nautische Meilen* oder für 45 min Flug in → *Warteschleifen*) berücksichtigt.

O

Oberer Luftraum
Engl. Upper Air Space, abgekürzt UAC. Vertikale Einteilung des → *Luftraums*, die sowohl für → *Fluginformationsdienste* (*FIS*) als auch für die Dienste der → *Flugsicherung* angewendet wird.
Im Rahmen der Fluginformationsdienste unterscheidet man zwischen den → *Fluginformationsregionen* (FIR) im → *unteren Luftraum*, und den Upper Flight Information Regions (→ *UIR*) im oberen Luftraum. In vielen Fällen umfasst dabei eine UIR das Gebiet mehrerer FIRs.
Im Rahmen der Flugsicherung werden häufig besondere → *Kontrollzentren*, die sog. Upper Aera Control Center (→ *UACC*) für den oberen Luftraum eingerichtet. Der untere Luftraum wird dann von Kontrollzentren, die je-weils für einen Kontrollbezirk zuständig sind, kontrolliert. Der Verantwortungsbereich eines UACC umfasst in vielen Fällen wiederum den Verantwortungsbereich mehrere Kontrollzentren.
Die Grenze zwischen oberem und unteren Luftraum variiert von Land zu Land. In Deutschland und Großbritannien liegt sie z. B. bei → *FL 245*, in Frankreich und Belgien dagegen bei FL 195. Nach oben ist der Luft-raum nicht begrenzt (→ *UNL*) Einige Länder wie z. B. die Türkei und Ägypten unterscheiden überhaupt nicht zwischen unterem und oberem Luftraum.
In Deutschland ist der obere Luftraum als → *Luftraumklasse* C ausgewiesen.

Oberflächeninversion
→ *Inversion*.

OBI
Abk. für Omni Bearing Indicator.
Im Deutschen auch als automatischer Azimutanzeiger bezeichnet. Bezeichnung für ein → *VOR*-Instrument (→ *Instrumentenkunde*), das den aktuellen → *Steuerkurs* eines Flugzeugs und dessen Abweichung zu einem vorgewählten Soll-Steuerkurs anzeigt. Zusätzlich können an einem OBI auch Informationen des → *Instrumenten-Landesystems* (Abweichungen vom → *Gleitpfad* und vom → *Landekurs*) dargestellt werden.
Wichtige Bestandteile des OBI sind der Course Deviation Indicator (→ *CDI*), der Omni Bearing Selector (OBI) und der To/From-Anzeiger.
Der OBI erlaubt die Einstellung eines Soll-Steuerkurses als → *missweisender Steuerkurs*, d. h. bezogen auf den magnetischen Nordpol. Der CDI zeigt sowohl den anhand des VOR-Signals ermittelten wirklichen Steuerkurs (ebenfalls bezogen auf den magnetischen Nordpol) als auch die Abweichung dieses Kurses vom Soll-Steuerkurs an (siehe Ausführungen zum CDI).
Der To / From-Anzeiger zeigt an, ob das VOR-Signal die Richtung von der Bodenstation zum Flugzeug (To) oder vom Flugzeug zur Bodenstation (From) darstellt. Dies ist zur Vermeidung von Zweideutigkeiten in der Richtungsinformation erforderlich; beim Überflug über das VOR-Signal muss die Einstellung entsprechend von „To“ in „From“ gewechselt werden.

OBOGS
Abk. für On-Bord Oxygen Generation System.
Bezeichnung für ein System an Bord des Flugzeugs, das der Sauerstofferzeugung dient, und den Passagieren z. B. im Fall eines Lecks in der Kabine über die → *Sauerstoffmasken* Sauerstoff zur Verfügung stellt.

OBS
Abk. für Omni Bearing Selector.
→ *OBI*.

ODALS
Abk. für Omnidirectional Approach Lighting System.
Bezeichnung für eine einfache → *Anflugbefeuerung*, die typischerweise aus einer weißen → *Anflugblitzbefeuerung*, der grünen → *Schwellenbefeuerung*, und zwei Blitzlichtern zur Markierung des Endes der → *Start- und Landebahn* (→ *REIL*) besteht.
Die Besonderheit dieser Anflugbefeuerung ist, dass sie aus → *Rundstrahlfeuern* besteht, und damit aus allen Richtungen zu erkennen ist. Dies unterstützt z. B. Flugzeuge, die über dem → *Flugplatz* kreisen, bei der Orientierung. Im Gegensatz dazu bestehen komplexere Anflugbefeuerungen meist aus → *Richtstrahlfeuern*, die nur in Richtung des → *Endanflugs* erkennbar sind.

OEI
Abk. für One Engine Inactive/One Engine Inoperative.
Manchmal auch als OEO (One Engine Out) bezeichnet. Bezeichnung für einen → *Flugzustand* bei dem ein → *Triebwerk* ausgefallen ist oder abgeschaltet wurde.
Je nach Anordnung der Triebwerke am Flugzeug kann es dabei zu einer Unsymmetrie der → *Schubkraft* rechts und links der → *Längsachse* kommen. Das dabei entstehende → *Giermoment* muss dann durch → *Trimmung* mit dem → *Seitenruder* ausgeglichen werden.
Flugzeuge mit mehr als einem Triebwerk müssen in der Lage sein, einen → *Start* auch bei Ausfall eines Triebwerks noch durchführen zu können (wenn auch mit verringertem → *Steigwinkel*). Flugzeuge mit zwei Triebwerken sind daher stärker überdimensioniert als Flugzeuge mit drei oder vier Triebwerken. Bei ihnen reichen bereits 50 % der normalerweise verfügbaren Triebwerksleistung zum Start, gegenüber 67 % bzw. 75 % bei drei bzw. vier Triebwerken.

OEO
Abk. für One Engine Out
→ *OEI*.

Off-block
Bezeichnet jenen Zeitpunkt, zu dem einem Flugzeug nach der → *Landung* und nach dem → *Rollen* zu seiner → *Parkposition* die Bremsklötze angelegt werden. Mit dem Anlegen der Bremsklötze endet offiziell der Flug; die Zeitspanne zwischen → *Off-block* und On-block wird auch als Flugzeit oder → *Blockzeit* bezeichnet.

Offene Klasse
→ *Segelflug*.

Offenes Konzept
Engl.: Open Concept oder Transporter-Concept. Bezeichnung für eine besondere Bauform von → *Terminals*, bei der die → *Parkpositionen* der Flugzeuge frei auf dem → *Vorfeld* angeordnet sind, d. h. es gibt keine bauliche Verbindung zwischen dem Terminal und den Flugzeugen. Die → *Passagiere* gehen dann entweder zu Fuß vom → *Flugsteig* über das Vorfeld, oder sie werden mit Bussen oder → *Mobile Lounges* zum Flugzeug gefahren. Mailand-Malpensa (MXP) ist ein Beispiel für eine Flughafen, der fast ausschließlich auf den offenen Konzept

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_15, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

beruht, das in der Frühzeit der Verkehrsfliegerei und bis in die 60er Jahre noch sehr weit verbreitet war.
Das offene Konzept reduziert die Investitionskosten eines Flugplatzes, da mit einem relativ kleinen Terminal eine große Zahl von Flugzeugen abgefertigt werden können. Von Nachteil ist der starke Verkehr auf dem Vorfeld durch Busse, Mobile Lounges und unter Umständen Fußgänger sowie die damit verbundenen höheren operativen Kosten sowie Gefahren. Passagiere, die zu Fuß oder mit Bussen zum Flugzeug gelangen, sind schlechtem Wetter weitgehend schutzlos ausgeliefert. Mobile Lounges weisen diesen Nachteil nicht auf, allerdings führen sie erfahrungsgemäß zu längeren Ein- und Aussteigezeiten als Busse.
Bei Flughäfen mit → *Fingern*, → *Satelliten* oder einem → *linearen Konzept* wird das offene Konzept oftmals zusätzlich zum Abfangen von Spitzenbelastungen eingesetzt.

Ogivalflügel
Eine besondere Form des *Deltaflügels* mit geschwungener Vorderkante, der z. B. bei den Überschall-Verkehrsflugzeugen „Concorde“ (Erstflug 2. März 1969) und Tupolew TU-144 (Erstflug 31. Dezember 1968) verwendet wurde.

Okklusion
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für die Vereinigung von zwei Wetterfronten, wenn eine Kaltfront eine Warmfront überholt. Ihr Auftreten ist ein Zeichen für die Reife eines Tiefdruckgebietes, da Kaltfronten sich schneller bewegen als Warmfronten (kalte Luft bewegt sich schneller als warme Luft) und so eine Kaltfront eine Warmfront einholen kann. Je älter ein Tief, desto größer ist die Okklusion. Die zwischen Warm- und Kaltfront liegende Warmluft im sog. Warmsektor wird eingeschnürt und vom Boden abgehoben. Der sog. Okklusionspunkt ist auf einer Wetterkarte die Gabelungsstelle nahe dem Zentrum des Tiefdruckgebiets. Meistens gibt es dort auch den stärksten Druckfall.
Es wird unterschieden zwischen Kaltfront-Okklusionen und Warmfront-Okklusionen. Letztere gleichen in ihren Wettererscheinungen den Warmfronten, wohingegen Kaltfront-Okklusionen den Kaltfronten ähnlich sind.

OM
Abk. für Outer Marker.
→ *Voreinflugzeichen*.

OMEGA
Bezeichnung für ein → *Hyperbelverfahren* in der → *Funknavigation*, das besonders in der Langstrecken-Navigation zur Ortsbestimmung von Flugzeugen dient.
Das OMEGA System ist ein Verfahren zur Langstrecken-Navigation. Es basiert auf acht weltweit verteilten Sendern (Japan, Australien, Hawaii, USA, Trinidad, Argentinien, Norwegen und Madagaskar) die Signale im Längstwellen-Bereich zwischen 10 und 30 kHz aussenden.
An Bord werden gleichzeitig die Signale von drei oder vier Sendern empfangen. Die Auswertung zur Positionsbestimmung erfolgt über die Messung der Phasendifferenzen der mit Hilfe von Atomuhren synchronisiert ausgesendeten Signalen.
Jede Station kann an ihrem charakteristischen Signalmuster erkannt werden. Durch Auswertung von Hauptträger- und Hilfsträgerfrequenzen der Signale kann eine Grobortung innerhalb eines sogenannten Streifens und eine Feinortung (Standlinie innerhalb des Streifens) erfolgen.
Die Ausbreitung der von OMEGA verwendeten Längstwellen variiert mit der Tageszeit und weiteren Faktoren und muss durch Korrekturtabellen korrigiert werden, um erhebliche Fehler in der Positionsbestimmung zu vermeiden. Darüber hinaus werden Bodenstationen eingesetzt, die das Ausbreitungsverhalten beobachten und entsprechende Korrekturwerte für OMEGA-Nutzer ermitteln. Insgesamt kann eine Genauigkeit bis etwa 2 nm erreicht werden.

On-block
→ *Off-block*.

One Way Upgrade
→ *Upgrade*.

Open rt
Abk. für Open Return.
Bezeichnung für eine Flugverbindung mit einem noch unbestimmten Rückflugtermin.

Open Skies Abkommen
Ein Begriff aus dem internationalen → *Luftrecht*. Er bezeichnet allgemein ein bilaterales oder seit 2007 auch multinationales Abkommen zwischen Ländern, den Flugverkehr zwischen ihnen betreffend, das im Gegensatz zu den in den letzten Jahrzehnten getroffenen Vereinbarungen dem jeweils anderen Land sehr weitreichende Rechte im eigenen Land einräumt. Ziel dieser Abkommen ist eine Deregulierung und eine Öffnung der Märkte der Verkehrsfliegerei, mit dem Ziel, Bürokratie und Handelshemmnisse abzubauen sowie Wettbewerb zu fördern, um niedrigere Preise für Flugtickets zu ermöglichen.
Open Skies Abkommen zeichnen sich daher durch freizügige Regelungen für die Zahl der auf den Routen aktiv werdenden Unternehmen, die Anzahl der betroffenen Flugstrecken (ausgedrückt durch Start- und Zielflughäfen), die Anzahl der Flüge auf den jeweiligen Flugstrecken, die eingesetzten Flugzeugtypen oder die angebotenen Tarife aus. Auch Regelungen zur wirtschaftlichen Verflechtung zwischen Unternehmen aus dem Bereich der Verkehrsfliegerei und aus verschiedenen Ländern können Gegenstand eines solchen Abkommens sein.
Ein sehr wichtiges Open Skies Abkommen ist das Abkommen zwischen den USA und der EU vom 30. April 2007, das nach jahrelangen Verhandlungen, die zwischenzeitlich (Juni 2004) auch gescheitert waren, abgeschlossen wurde und am 30. März 2008 in Kraft trat. So dürfen seither alle europäischen Fluggesellschaften alle Ziele in den USA anfliegen und sind dabei nicht mehr auf Abflughäfen im eigenen Land beschränkt. Nach wie vor dürfen sich EU-Firmen allerdings nur mit knapp einem Viertel an amerikanischen Fluggesellschaften beteiligen.
In einer zweiten Phase, für die die Verhandlungen Mitte 2008 begannen, wollten sich USA und EU bis März 2009 auf weitere Punkte einigen, die in einem weiteren Open Skies Abkommen zwischen der EU und den USA festgehalten werden sollen. Dazu zählen einheitliche Sicherheitsregeln für die Luftfahrt, bessere Investitionsbedingungen für EU-Gesellschaften in den USA sowie gemeinsame Vorhaben zum Klimaschutz. Diese Verhandlungen haben bislang nicht zu einem Erfolg geführt.
Zuvor gültige, bilaterale Verträge zwischen den USA und Ländern der EU hatte der Europäische Gerichtshof bereits 2002 als nicht vereinbar mit EU-Recht erklärt.

Orkan
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für länger anhaltende → *Winde* der Windstärke 12 nach der Beaufort-Skala (→ *Windgeschwindigkeit*). Die Windgeschwindigkeit liegt dann über 118 km/h (entsprechend 32,7 m/s bzw. 64 Knoten). Ein Orkan tritt in den gemäßigten Breiten relativ selten, und dann üblicherweise in den Übergangsjahreszeiten auf. Orkane sind über dem Meer häufiger als über dem Festland. Im Südpazifik ist der Begriff die Bezeichnung für den tropischen Wirbelsturm. Der bisher stärkste Orkan soll mit ca. 280 km/h auf der Insel Guam im westlichen Pazifik beobachtet worden sein.
Orkane sorgen in ihrem Inneren für → *Turbulenzen* und sind daher für die Luftfahrt gefährlich. Ferner können sie – falls sie über Flughäfen hinwegziehen – dort abgestellte Flugzeuge beschädigen und zu einer Schließung des Flughafens führen, so dass eintreffende Flüge umgeleitet werden müssen bzw. abgehende Flüge komplett abgesagt werden müssen oder zumindest eine Verspätung haben.

Ortung
Teilaufgabe der → *Navigation*. In der Luftfahrt versteht man unter Ortung die Bestimmung des momentanen Standorts, Ausrichtung (Lage) und Bewegungszustands eines Flugzeugs. Der Bewegungszustand ist dabei beschrieben durch die momentane Geschwindigkeit und Richtung des Flugzeugs; in manchen Fällen kommt noch die Angabe der momentanen Beschleunigung und ihrer Richtung hinzu.
Oftmals wird der Begriff Ortung auf die Bestimmung des Standorts eingeschränkt, die Bestimmung von Lage und Bewegungszustand wird dann teilweise als Positionierung bezeichnet, teilweise auch nur umschrieben.

Eigenortung, Fremdortung und Echtzeitortung
Grundsätzlich kann zwischen der Eigenortung und der Fremdortung unterschieden werden.
Bei der Eigenortung befinden sich alle Systeme, die zur Durchführung der Ortung benötigt werden, an Bord des Flugzeugs, und alle Abläufe zur Ortung werden an Bord durchgeführt. Die Eigenortung kann also autonom im Flugzeug durchgeführt werden. Die Ortung mittels → *Koppelnavigation* ist ein Beispiel für Eigenortung. Bei der Fremdortung befindet sich ein Teil der Systeme und Abläufe zur Ortung außerhalb des Flugzeugs, z. B. am Boden (Ortung durch eine Bodenstation) oder im Weltraum (Ortung im Rahmen der → *Satellitennavigation*).
Wird nur die Richtung des Flugzeugs relativ zu einem bekannten Punkt bestimmt, so spricht man analog auch von → *Eigenpeilung* und → *Fremdpeilung*.
Von einer Echtzeitortung spricht man, wenn das Ergebnis der Ortung so schnell nach ihrem Beginn vorliegt, dass der Zeitverzug durch Messung und Auswertung der Informationen praktisch keinen Fehlereinfluss auf das Ergebnis hat.

OVC
Abk. für Overcast.
→ *Bedeckungsgrad*.

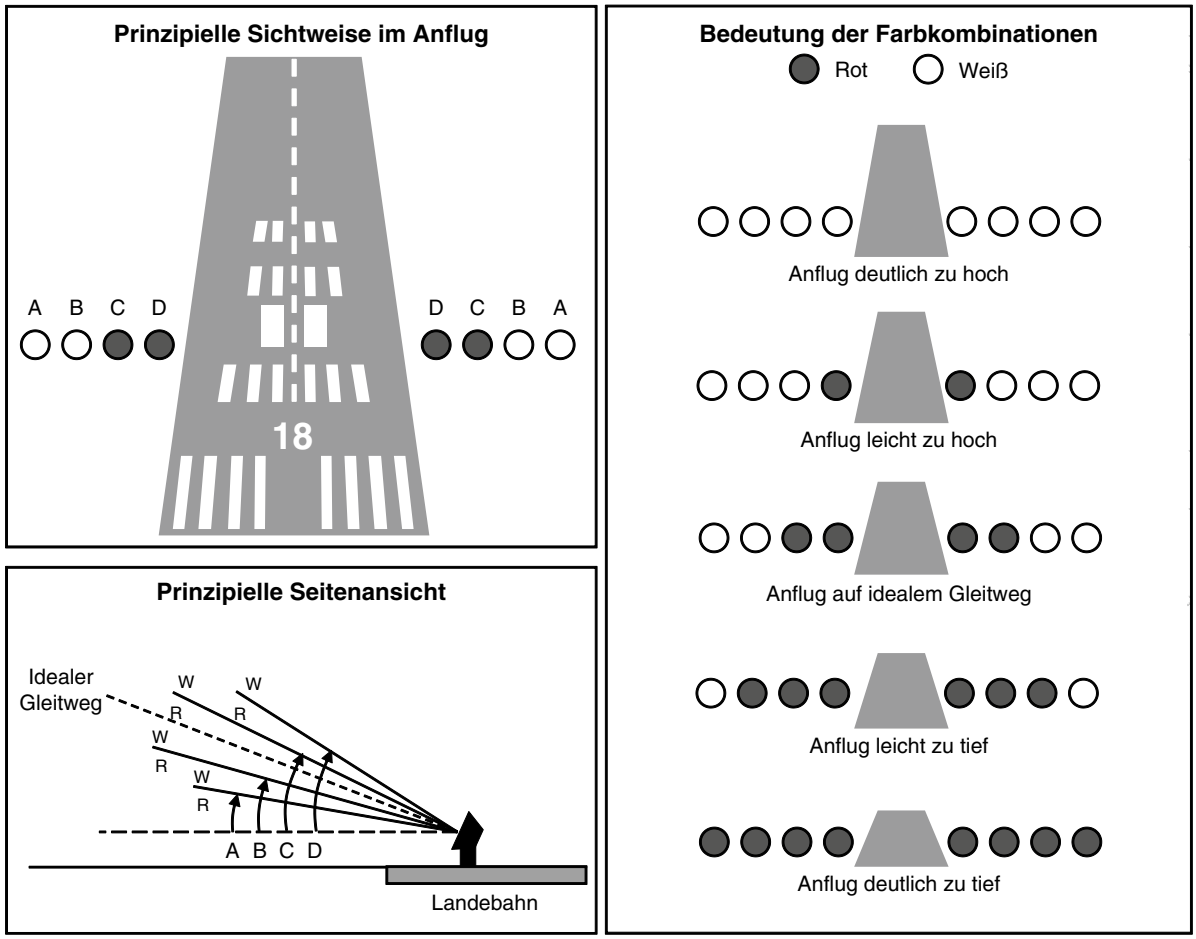
Overnight-Kit
Ein Begriff aus dem Bereich der → *Verkehrsfliegerei* und dort aus der Fluggastabfertigung. Er bezeichnet im Falle eines Gepäckverlusts (→ *Baggage Tracing*) ein von Mitarbeitern der Fluglinie ausgegebenes Set an Gegenständen für die persönliche Hygiene, meistens bestehend aus Zahnbürste und Zahncreme, Shampoo, Nachthemd (= T-Shirt), Kamm und Seife, evtl. noch ergänzt um Rasierschaum, Einwegrasierer und Damenhygieneartikel. Es ist zu beachten, dass dieses Kit eine Kulanzdienstleistung der Luftfahrtgesellschaft darstellt, auf die der Fluggast keinen Rechtsanspruch hat. Dementsprechend wird mittlerweile auch restriktiv bei der Ausgabe verfahren. Zwar kann grundsätzlich davon ausgegangen werden dass ein Overnight-Kit an einer → *Station* vorrätig ist, doch muss der → *Station Manager* dies in der Regel aus seinem eigenen Budget finanzieren, so dass er sehr wirtschaftlich damit umgehen wird. Overnight-Kits werden daher oft nur an Teilnehmer von → *Vielfliegerprogrammen* oder First-Class-Reisende ausgegeben.

Overrun
1. Engl. Bezeichnung für die → *Überrollstrecke* einer → *Start- und Landebahn*.
2. Bezeichnung für einen Vorgang, bei dem ein Flugzeug über das eigentliche Ende der Start- und Landebahn hinaus auf die Überrollstrecke rollt.

OW
Abk. für Oneway.
Bezeichnung für eine Flugverbindung in nur eine Richtung ohne gebuchten Rückflug.

OWE
Abk. für Operating Weight Empty.
→ *Flugzeuggewicht*.

Ozon
Bezeichnung für ein dreiatomiges Sauerstoffmolekül, das in Bodennähe Teil des Sommersmogs ist und die menschlichen Schleimhäute reizt sowie auf bestimmte Metalle korrodierend wirkt. In der → *Stratosphäre* wirkt es als Filter gegen die UV-Strahlung (Ozonschicht).
Der heutige Luftverkehr verursacht durch seine Stickoxidemissionen in Reiseflughöhe eine Erhöhung der Ozonkonzentration, die von Wissenschaftlern für den viel beflogenen Nordatlantik mit 2 bis 4 % im Winter und 4 bis 8 % im Sommer beziffert wird.



PAPI

P

PAC OTS
Abk. Für Pacific Organised Track System.
Ähnlich dem → *NAT OTS* die Bezeichnung für ein System von horizontal und vertikal gestaffelten Luftstraßen (=Tracks) über dem Pazifik, über den der Flugverkehr zwischen der Westküste der USA (insbesondere den Flughäfen in San Francisco (SFO) sowie Los Angeles (LAX)) und Hawaii bis nach Asien abgewickelt wird. Dabei werden mehrere Tracks parallel gestaffelt.
Die genaue Führung der Tracks wird zweimal täglich von der Oakland ARTCC Traffic Management Unit (TMU) und dem Tokyo Area Control Center neu festgelegt, um die vorhergesagte Windsituation optimal nutzen zu können. Die Tracks werden dabei in einer sog. Track Definition Message (TDM) beschrieben.
Die Tracks von West nach ost sind durchnummeriert, die in Gegenrichtung tragen Buchstaben:

- Track 1 von Japan nach Pacific Northwest
- Track 2 von Japan nach San Francisco
- Track 3 von Japan nach Los Angeles
- Track 4 von Japan nach Westküste USA
- Track 8 von Japan nach Dallas
- Track 11, 12 von Japan nach Honolulu
- Track 14, 15 von Taipei/ Hong Kong nach San Francisco und Los Angeles
- Track A, B von Honolulu nach Japan
- Track C, D, E, F, G von der Westküste der USA nach Japan
- Track H, I, J, K von der Westküste der USA nach Taipei/ Hong Kong
- Track L von der Westküste USA nach Manila
- Track M von Dallas nach Japan

PAD
Abk. für Passanger Available for Disembarcation.
Ein Begriff aus der Verkehrsfliegerei. Bezeichnet einen Passagier auf der Warteliste für einen Flug.

Paintscheme
→ *Livery.*

Pannus
→ *Nimbostratus.*

PAPI
Abk. für Precision Approach Path Indicator.

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_16, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

Im Deutschen auch als Präzisionsgleitwinkelbefeuerung bezeichnet. PAPI ist ein System zur → *Gleitwinkelbefeuerung*, das die älteren → *VASI*-Systeme weitgehend abgelöst hat.
PAPI besteht typischerweise aus zwei Zeilen von jeweils vier Lampen (z. B. genannt A, B, C und D), die links und rechts der → *Aufsetzzohne* der → *Landebahn* installiert sind. Jede Lampe sendet in einem steileren Winkel einen weißen, und in einem flacheren Winkel einen roten Lichtstrahl aus. Der Übergangswinkel zwischen diesen beiden Lichtstrahlen unterscheidet sich von Lampe zu Lampe und ist auf den idealen Anflugpfad der Landebahn bzw. des am Flughafen verwendeten Anflugverfahrens eingestellt.
Die Anzeigen der linken und der rechten Zeile sind stets gleich und signalisieren, ob das Flugzeug oberhalb, unterhalb, oder genau entlang des vorgegebenen → *Gleitpfads* fliegt:

- Zwei rote und zwei weiße Lichter signalisieren einen Anflug entlang des vorgegebenen Gleitpfads.
- Ein weißes und drei rote Signale stehen für einen Anflug, der leicht unterhalb des Gleitpfads liegt.
- Vier rote Signale kennzeichnen einen viel zu niedrigen Anflug.
- Ein rotes und drei weiße Signale zeigen einen Anflug an, der leicht oberhalb des Gleitpfads liegt.
  Vier weiße Signale warnen vor einem viel zu hohen Anflug.

Die Mindest-Reichweite der in PAPI-Systemen verwendeten Strahler beträgt ca. 7,5 km bei guten Sichtbedingungen; tatsächlich sind die meisten Strahler auch in einer Entfernung von 12 bis 15 km noch erkennbar. Gegenüber den VASI-Systemen sind die PAPI-Systeme einfacher auf neue Gleitpfade einzustellen und präziser in ihrer Anzeige; darüber hinaus kommen sie mit weniger Lampen aus und sind einfacher zu warten.

PAR

Abk. für Precision Approach Radar.
Ein → *Radar*-System, mit dessen Hilfe ein → *Lotse* ein Flugzeug bei der → *Landung* führen kann.
PAR Systeme finden heute nur noch selten Verwendung, z. B. wenn die Installation eines → *Instrumenten-Landesystems* aufgrund geographischer Verhältnisse nicht möglich ist. Das System besteht aus zwei am Boden stationierten Radargeräten zur Messung von Abstand und → *Flughöhe*, und einem Anzeigesystem für den Lotsen. Anhand der Anzeige verfolgt der Lotse den → *Landeanflug* und erteilt dem → *Piloten* Anweisungen zum → *Kurs* und zur Flughöhe, so dass der → *Aufsetzpunkt* der → *Landebahn* präzise getroffen wird. Die Radarsysteme des PAR müssen hoch auflösend und schnell aktualisierend sein, damit die angezeigten Informationen ausreichend präzise und aktuell sind.

Parabelflug

Engl.: Zero Gravity Flight. Bezeichnung für einen Flug bei dem das Flugzeug eine Parabel fliegt und dabei an Bord Schwerelosigkeit erzeugt.
Das Prinzip des Parabelflugs ist es, die Wurfparabel eines in die Luft geworfenen Gegenstands nach zu fliegen. Dazu muss das Flugzeug zunächst aus dem → *Horizontalflug* mit hohem → *Schub* in einen steilen → *Steigflug* gebracht werden, bis ein → *Bahnwinkel* von ca. 47° erreicht ist (pull-up).
Danach werden die → *Triebwerke* schlagartig gedrosselt. Aufgrund ihrer Trägheit fliegt die Besatzung (wie auch alle losen Gegenstände) „allein“ weiter und beschreibt dabei die Flugbahn einer Wurfparabel. Fliehkraft und Schwerkraft heben sich auf, und es herrscht (fast) Schwerelosigkeit. Das Flugzeug muss in dieser Phase der Besatzung nachgeführt werden.
Nachdem der Scheitelpunkt der Parabel überschritten wurde beginnen Besatzung und Flugzeug einen stetig steiler werdenden → *Sturzflug*. Etwa 20 bis 25 Sekunden nach Beginn der Schwerelosigkeit fängt der Pilot das Flugzeug durch Schuberhöhung ab (pull-out), und der Effekt der Schwerelosigkeit verschwindet wieder.
Der Parabelflug wird zu Forschungszwecken für Experimente unter Schwerelosigkeit oder zum Astronautentraining eingesetzt. Er ersetzt dabei die erheblich teurere und aufwendigere Forschung im Weltraum.

Paraglider

Von der engl. Abkürzung Parachute für Fallschirm und to glide = gleiten. Bezeichnung für ein antriebsloses Fluggerät, das vom → *Fallschirm* abgeleitet ist. In Deutschland auch Gleitschirm (abgekürzt GS) genannt.
Im Gegensatz zum einfachen Fallschirm ist der Schirm eines Paragliders so geformt, das er → *Auftrieb* erzeugt. Es handelt sich um elliptische Profilflächen aus Kunststoff mit einer Größe von 20 bis 30 qm, deren Kammern im Flug durch Staudruckluft gefüllt und versteift werden. Verbunden ist der Pilot mit dem Gleitsegel durch die von der Segelunterseite herablaufenden Fangleinen und das Gurtzeug. Die Kosten liegen zwischen 1.500 und 3.000 Euro.
Die Kammern forcieren die Luftströmung in eine Vorzugsrichtung durch die Kammern, was dazu führt, dass der Pilot mit dem Schirm nicht einfach nur nach unten sinkt, sondern während des Falls eine horizontale Bewegung mit Geschwindigkeiten von 20 bis 40 km/h durchführt. Ferner erlaubt der Paraglider dem Piloten durch zwei Steuerleinen eine begrenzte Veränderung der Aerodynamik des Schirms, da eine Seite des Schirms abgebremst wird, wodurch er um die Hochachse rotiert. Dadurch ist eine Steuerung des Gleitschirms möglich.
Der Paraglider springt in der Regel von Hügeln, Klippen oder Bergspitzen ab und gleitet ins Tal hinab. Im Gegensatz zum → *Hängegleiter* erfolgt die Steuerung des Paragliders nicht durch Gewichtsverlagerung, sondern durch die Veränderung der aerodynamischen Eigenschaften. Ferner ist der Gleitschirm lediglich durch seinen Zuschnitt in eine bestimmte Form gebracht, und nicht durch feste Streben verstärkt.
Man unterscheidet drei Typklassen von Gleitschirmen. Geräte der Klasse 3 sind dabei Hochleistungsgeräte für Wettkämpfe.

Entwicklung

1948 entwickelte der Ingenieur Francis Rogallo in den USA die Grundprinzipien und konstruiert einen Rogallo-Gleiter.
In den 60er Jahren erlangt das Konzept als Hanggleiter eine gewisse Popularität in Luftsportkreisen der USA.
1974 propagierte der Amerikaner Dan Pointer in einem Lehrbuch das damals noch von ihm Parasailing genannte Gleiten mit einem entsprechenden Fallschirm. Durch diese Publikation wird das Paragliding erstmals einem größeren Kreis bekannt.
1978 wurden zwei Franzosen bekannt, als sie mit Flächensprungschirmen Fußstartversuche durchführten.
1987 genehmigte in Deutschland das Bundesministerium für Verkehr offiziell das Paragliding.

Parallel-Bahnsystem

→ *Start- und Landebahn.*

Parasitärer Widerstand

Auch Nullwiderstand, Restwiderstand, Minimalwiderstand oder Schädlicher Widerstand. Bezeichnung für eine Komponente des → *Widerstands*.

Im Rahmen der → *Flugmechanik* ist es oft vorteilhaft den Gesamtwiderstand eines Flugzeugs oder Körpers in verschiedene Anteile aufzuspalten:

- Ein Anteil, der unabhängig vom erzeugten → *Auftrieb* vorhanden ist. Dieser Anteil tritt auch dann auf, wenn kein Auftrieb erzeugt wird, und wird als parasitärer Widerstand bezeichnet.
- Ein Anteil, der nur auftritt wenn Auftrieb oder → *Abtrieb* erzeugt wird, und dessen Größe direkt von der Größe des erzeugten Auftriebs bzw. Abtriebs abhängt. Bei gängigen Profilen kann in guter Näherung angenommen werden, dass dieser Anteil des Widerstands (und damit auch der Gesamtwiderstand) in weiten Teilen etwa quadratisch mit dem Auftrieb wächst.

Der auftriebsabhängige Anteil des Widerstands wird oftmals mit dem → *induzierten Widerstand* und der vom Auftrieb unabhängige Anteil mit dem → *Profilwiderstand* gleichgesetzt. Tatsächlich ist dies nur eine gute Näherung, da auch der Profilwiderstand eine leichte Abhängigkeit vom Auftrieb aufweist.

Parasitenjäger

Ein Begriff aus der militärischen Luftfahrt. Auch Begleitjäger, engl. Parasite Fighter. Heute nicht mehr gebräuchliches → *Militärflugzeug*, dessen Konzept im 2. Weltkrieg erdacht wurde. Prinzipiell handelt es sich um einen in seinen Ausmaßen sehr kleinen Jäger, der in oder an einem Bomber (=dem Mutterflugzeug) zu seinem Schutz mitgeführt wird. Wird der Bomber angegriffen, so trennt er sich von seinem Parasitenjäger, der den Angriff abwehrt. Ist dies erfolgreich, so kehrt er entweder selbständig zu seiner Basis zurück oder nähert sich wieder dem Bomber und klinkt sich bei ihm ein.

Es ist in der Praxis nie zu einer Umsetzung dieses Konzeptes gekommen, da sich insbesondere die Wiedervereinigung beider Flugzeuge während des Fluges als sehr schwer durchführbar herausgestellt hat.

Entwicklung

Schon nach dem 1. Weltkrieg testeten die Luftwaffen von Deutschland, den USA und GB das Mitführen von Jagdflugzeugen an oder sogar in → *Luftschiffen*. Anfang der 30er Jahre testete vermutlich davon inspiriert die UdSSR eine Konfiguration eines schweren Bombers vom Typ TB-1 (Erstflug 26. November 1926) und zwei I-4 Jagdflugzeugen (Erstflug Juli 1927), die unter den Flügeln hingen. Das Projekt wurde Sweno (=Kette) genannt und auf verschiedene andere Konfigurationen mit bis zu fünf Parasitenjägern ausgebaut. Im 2. Weltkrieg bis 1941 kam es auch zu verschiedenen, seltenen Einsätzen, doch war die Wirkung derart gering, dass man das Projekt nicht weiterverfolgte.

In der deutschen Luftwaffe konstruierte man in der Endphase des 2. Weltkriegs eine Kombination einer bemannten Messerschmitt Me 109 (Erstflug September 1935) mit einer unbemannten Ju-88, die über dem Ziel mit einer Bombenladung von mehreren Tonnen ausgeklinkt wurde. Im Rahmen dieses „Mistel“ oder „Mistelflug“ genannten Projektes kam es zu 50 Einsätzen gegen Schiffsziele der Alliierten-Invasion, die jedoch bedeutungslos blieben.

Nach dem 2. Weltkrieg griffen die USA das Konzept wieder auf und entwickelten die McDonnell XF-85 „Goblin“ (Erstflug 23. August 1948), die die Bomberflotte über feindlichem Territorium und damit außerhalb der Reichweite der eigenen Jäger verteidigen sollte. Der Goblin war das kleinste jemals gebaute strahlgetriebene und bewaffnete Jagdflugzeug. Es war mit faltbaren, gepfeilten → *Tragflächen* (→ *Pfeilung* 37°) und mit vier Maschinengewehren ausgestattet. Anstelle eines → *Fahrwerks* verfügte er lediglich über eine → *Kufe* aus Stahl unter dem → *Rumpf*.

Vom Mutterflugzeug, einer Convair B-36 (Erstflug 8. August 1946) sollte es im Rumpf mitgeführt und bei Bedarf zur Verteidigung abgeworfen werden. Unter dem Rumpf konnte es dann mit Hilfe eines vor dem → *Cockpit* ausfahrbaren Fanghakens und eines vom Mutterflugzeug herabgelassenen Trapezes wieder eingeholt werden.

Zwei Goblins wurden gebaut und von einer B-29 (Erstflug 21. September 1942) aus getestet, doch dank der zunehmenden Fähigkeiten der konventionellen Jagdflugzeuge und der → *Luftbetankung* sowie dem komplizierten Einklink-Manöver und der geringen Leistungsfähigkeit des winzigen Flugzeugs überholte sich das Konzept, so dass zum Jahresende 1949 das Programm gestoppt wurde. Eine Goblin kann heute im Air Force Museum auf der Wright-Patterson Air Force Base in Ohio/USA besichtigt werden, die andere im Museum des Strategic Air Command vor den Toren von Omaha/Nebraska.

Pariser Luftverkehrsabkommen

Ein Begriff aus dem internationalen → *Luftrecht*. Vollständig auch Convention Portant Réglementation de la Navigation Aérienne genannt. Es handelt sich um das erste internationale Luftverkehrsabkommen aus dem Jahre 1919 (unterschrieben am 13. Oktober 1919), in dem insbesondere der Grundsatz festgeschrieben wurde, dass jeder Staat die uneingeschränkte Souveränität über seinen → *Luftraum* besitzt (→ *Lufthoheit*) und dementsprechend in multi- oder bilateralen Abkommen Einflug- und Landerechte gewähren und versagen kann.

Die in diesem Abkommen definierten Grundlagen lagen auch der späteren → *Chicago Convention* aus dem Jahr 1944 zugrunde.

Parkposition

Engl.: Parking Position. Bezeichnung für die → *Abstellflächen* eines → *Flugplatzes*, die dem Be- und Entladen von → *Passagieren* und → *Fracht*, also der → *Flugzeugabfertigung*, dienen. Flugzeuge werden von der → *Platzkontrolle*, dem → *Rollführungssystem* sowie mit Hilfe von Marshallern (→ *Marshaling*) und → *Follow-Me* Fahrzeugen von und zu ihren Parkpositionen geführt.

Anordnung von Parkpositionen

Große → *Flugplätze* verfügen über zahlreiche Parkpositionen in unmittelbarer Nähe des → *Terminals*, so dass die Passagiere direkt über → *Fluggastbrücken* ein- und aussteigen können. Die → *Passagiere* sind dann vor widrigen Wetterbedingungen geschützt und müssen nur geringe Höhenunterschiede beim Ein- und Aussteigen bewältigen. Die Verwendung von Fluggastbrücken erfordert jedoch eine sehr präzise Ausrichtung des Flugzeugs auf der Parkposition, so dass die Installation zusätzlicher Hilfsmittel wie → *APIS* oder → *DGS* zur Unterstützung des → *Piloten* erforderlich ist.

Parkpositionen, die in größerer Entfernung zum Terminal liegen, werden auch als Vorfeldpositionen bezeichnet. Sie sind unabhängig von der Länge des Terminals und stehen daher meist in größerer Zahl zur Verfügung. Mit Hilfe von Vorfeldpositionen

kann die beschränkte Kapazität der Parkpositionen am Terminal erweitert werden. Von Nachteil ist jedoch, dass die Passagiere das Flugzeug zu Fuß, über Busse oder mit Hilfe sog. → *Mobile Lounges* erreichen müssen.

Die Anordnung der Parkpositionen ist abhängig von der Struktur der Verkehrsströme eines Flugplatzes. Flugplätze, die primär als Drehkreuz (→ *Hub*) genutzt werden, verfügen oftmals über zahlreiche Parkpositionen am Terminal, die gut geeignet sind um den hohen Anteil von in- und ausländischem Umsteigeverkehr flüssig abzuwickeln. Flugplätze mit einem hohen Anteil von → *Charterflügen* verfügen dagegen über eine größere Zahl von (preisgünstigeren) Vorfeldpositionen, die von den Charterfluggesellschaften bevorzugt werden. Flugplätze, die als Heimatbasis einer Fluggesellschaft verwendet werden, haben oftmals zusätzliche Abstellpositionen in größerer Entfernung vom Terminal, auf denen Flugzeuge bis zum nächsten Flug oder bis zum Beginn von → *Wartungs*- oder Reparaturarbeiten überdauern.

Typen von Parkpositionen

Prinzipiell unterschiedet man Parkpositionen, die das Flugzeug aus eigener Kraft verlassen kann (sog. Taxi-Out oder Self-Manoeuvring Parkpositionen), und Parkpositionen, die das Flugzeug nur mit fremder Hilfe, etwa durch einen Traktor, wieder verlassen kann.

In den meisten Fällen werden Parkpositionen am Terminal so angeordnet, dass die Flugzeuge senkrecht (sog. Nose-in Parkpositionen) oder in einem Winkel von 30° bis 60° (Angled Nose-in) zum Gebäude stehen. Diese Anordnung ermöglicht eine maximale Zahl von Parkpositionen entlang des Terminalgebäudes; die Flugzeuge sind aber in der Regel nicht in der Lage, die Parkposition aus eigener Kraft (= vorwärts) zu verlassen.

Auf kleineren Flugplätzen mit geringerem Verkehrsaufkommen können die Flugzeuge auch parallel zum Terminal ausgerichtet werden, oder sogar mit dem Flugzeugbug vom Gebäude weg (Angled Nose-out oder Nose-out). Diese Anordnung erlaubt es den Flugzeugen, aus eigener Kraft die Parkposition zu verlassen. Zusätzlich können bei der parallelen Anordnung mehrere Fluggastbrücken gleichzeitig verwendet, und so die Ein- und Aussteigevorgänge entsprechend verkürzt werden. Von Nachteil ist jedoch die um 20 bis 25 % verringerte Kapazität der Parkpositionen am Terminal, und der schädliche Einfluss der Triebwerksabgase auf Gebäude und Bodenfahrzeuge, auf andere Flugzeuge, und auf Personen, die auf dem → *Vorfeld* arbeiten.

Partition

→ *Cabin Divider.*

Passagierkilometer

Ein Begriff aus der Verkehrsfliegerei. International auch Passenger Kilometers oder Passenger Miles genannt. Ein Maß für die Beförderungsleistung im Passagierverkehr. Die Größe ergibt sich aus der Zahl der real für Geld transportierten Passagiere multipliziert mit der Entfernung, über die diese Passagiere transportiert wurden. Bei ihrer Ermittlung wird nicht die tatsächlich geflogene Strecke mit flugsicherungsbedingten und anderen Umwegen zugrunde gelegt, sondern die Großkreisentfernung zwischen Start- und Landeort. Man unterscheidet:

- Die angebotene Beförderungsleistung (international PKO, Passenger Kilometers Offered, alternativ auch SKO, Seat Kilometers Offered oder in den USA auch ASM, Available Seat Miles, seltener auch ASK, Available Seat Kilometers).
- Die tatsächlich erbrachte Beförderungsleistung (international PKT, Passenger Kilometer Transported). Sie ist unabhängig davon, ob die Beförderungsleistung gegen Bezahlung oder gratis erfolgte.
- Die tatsächlich gegen Bezahlung erbrachte Beförderungsleistung (international RPK, Revenue Passenger Kilometers, oder RPM, Revenue Passenger Miles, seltener auch RSM, Revenue Seat Miles oder RSK, Revenue Seat Kilometers).

Aus diesen Größen lässt sich der → *Sitzladefaktor* ableiten, der für den wirtschaftlichen Erfolg der → *Luftverkehrsgesellschaften* eine entscheidende Bedeutung hat:

- Sitzladefaktor (international PLF, Passenger Load Factor oder SLF, Seat Load Factor) = Verhältnis von RPK zu PKO = Verhältnis von ASM zu RPM (ausgedrückt als Prozentwert).

Analog zur Unterscheidung zwischen Passage und Fracht (→ *Cargo*) unterscheidet man auch zwischen den Passagierkilometern und den → *Tonnenkilometern* als Maß der Beförderungsleistung.

Passagierterminal

→ *Terminal*.

Passat

Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Auch Passatwind genannt. Bezeichnung für einen beständigen und auf beiden Erdhalbkugeln das ganze Jahr hindurch auftretenden Wind, der vom Hochdruckgürtel der Subtropen zum Äquator weht. Durch die Rotation der Erde und die Reibung des Winds an der Erdoberfläche wird der Wind jedoch abgelenkt, so dass er auf der Nordhalbkugel als Nordostpassat, auf der Südhalbkugel als Südostpassat auftritt. Der Wind reicht bis etwa 2 km Höhe, darüber liegt die Passat-Inversion, an der sich flache → *Kumulus-Wolken* bilden. Der Passat ist ein Teil des allgemeinen globalen Zirkulationssystems, und wegen der fehlenden Reibung an der Erdoberfläche insbesondere über dem Meer ausgeprägt.

Pattern

→ *Platzrunde*.

PCN

Abk. für Pavement Classification Number.

PCN ist eine Code-Nummer die für einen → *Flugplatz* angibt, welcher Gewichtsbelastung die → *Flugbetriebsflächen* standhalten. Die PCN-Nummer eines Flugplatzes wird im → *Luftfahrthandbuch* eines Landes veröffentlicht.

Die PCN-Nummer selber ist eine dimensionslose Größe, die das Gegenstück zur Aircraft Classification Number (→ *ACN*) darstellt. Durch Vergleich der ACN-Nummer mit der PCN-Nummer kann leicht ermittelt werden, ob die Flugbetriebsflächen eines Flugplatzes geeignet sind, das Gewicht eines bestimmten Flugzeugs aufzunehmen.

Dabei ist jedoch zu beachten, dass für jedes Flugzeug unterschiedliche ACN-Nummern bestimmt werden, deren Werte von der Beschaffenheit des Untergrundes abhängen. Um sicherzustellen, dass die richtige ACN-Nummer zum Vergleich mit der PCN-Nummer herangezogen wird, und dass PCN- und ACN Nummer vergleichbar sind, wird die PCN-Nummer mit vier zusätzlichen Angaben versehen. Jede Angabe wird dabei als zusätzlicher Code-Buchstabe an die PCN-Nummer angehängt:

Beispiel für einen People Mover am Flughafen Orlando (MCO in Florida/USA, der einen Satelliten mit dem zentralen Terminalgebäude verbindet.

Das linke Bild zeigt den Blick vom Satelliten auf das Zentralgebäude. Gut zu erkennen ist der geschwungene Schienenweg, der im 90°-Winkel auf das Terminal zuläuft.

Das rechte Bild zeigt den People Mover nach seiner Einfahrt in die Satellitenstation. Die Türen öffnen zunächst auf der vom Betrachter aus gesehenen linken Seite um die Passagiere aussteigen zu lassen.

Anschließend öffnen die Türen auf der rechten Seite um die neuen Passagiere einsteigen zu lassen. Auf diese Weise werden die Ströme der ein- und aussteigenden Passagiere zeitlich und räumlich getrennt, was eine Wegelenkung und Komforterhöhung für die Passagiere bedeutet.

People Mover zwischen Terminal und Satellit

- Erster Code-Buchstabe: Klassifizierung des Bodenbelags als starr (Code-Buchstabe R für Rigid) oder elastisch (Code-Buchstabe F für Flexible).
- Zweiter Code-Buchstabe: Einordnung der Festigkeit des Untergrunds als hoch, mittel, gering, oder sehr gering (Code-Buchstaben A, B, C und D).
- Dritter Code-Buchstabe: Angabe, ob die PCN-Nummer für einen hohen (keine Begrenzung für den Druck), mittleren (bis maximal 1,50 Mpa), geringen (bis maximal 1,00 Mpa) oder sehr geringen (bis maximal 0,50 Mpa) Reifendruck gilt (Code-Buchstaben W, X, Y, und Z).
- Vierter Code-Buchstabe: Methode, nach der die PCN-Nummer bestimmt wurde (Code-Buchstabe T für Technical Evaluation oder U für Using Aircraft Experience).

PCN-Nummern werden für alle Flugbetriebsflächen ermittelt. Dabei müssen nicht die → *Start- und Landebahnen* der größten Belastung standhalten, sondern das → *Rollfeld* mit seinen → *Parkpositionen*. Einerseits hat das Flugzeug auf seiner Parkposition die größte Menge → *Kraftstoff*, und damit das höchste → *Flugzeuggewicht*. Darüber hinaus werden beim engen Manövrieren des Flugzeugs aus seiner Parkposition zusätzliche dynamische Belastungen auf den Boden aufgebracht. Dagegen wird z. B. beim → *Aufsetzen* des Flugzeugs auf der → *Landebahn* noch ca. 70 % des Flugzeuggewichts durch den im Moment des Aufsetzens noch verbliebenen → *Auftrieb* aufgefangen.

Das ACN-PCN System wird nur für Flugzeuge eingesetzt, deren maximales Abfluggewicht mindestens 5.700 kg beträgt. Für Flugzeuge mit einem geringeren Abfluggewicht wird lediglich angegeben, welches maximale Flugzeuggewicht mit welchem maximalen Reifendruck auf dem Flugplatz zulässig ist.

Pedale

→ *Steuerung.*

Peilung

Engl. Direction Finding, Bearing, Sounding.
→ *Ortung*, → *Seitenpeilung.*

Pendelleitwerk

Engl.: All-Moving Tail. Bezeichnung für ein → *Leitwerk* bei dem das → *Ruder* entfällt, d. h. das Leitwerk besteht nur aus einer → *Flosse*. Manche → *Militärflugzeuge* verfügen über ein Pendelleitwerk für das → *Höhenruder*. Sowohl → *Steuerung* als auch → *Trimmung* des Flugzeugs erfolgen dann über das Verdrehen der Höhenflosse.

People Mover

1. Zusammenfassender Begriff für automatische Systeme, mit denen → *Passagiere* innerhalb eines → *Flughafens* transportiert werden, z. B. → *Mobile Lounges*, Shuttles, Schienensysteme und Passagier-Transportbänder (Moving Walkways).
2. Bezeichnung für Schienensysteme, bei denen automatisch gesteuerte Kabinen Passagiere zwischen den unterschiedlichen Bereichen eines Flughafens befördern. Typischerweise werden People Mover als Transportmittel zwischen den → *Fingern* eines → *Terminals* (z. B. Atlanta Harsfield, ATL), zwischen mehreren Terminals eines → *Flugplatzes*

(z. B. Flughafen Frankfurt, FRA), zwischen einem Terminal und einem → *Satelliten* (z. B. London-Gatwick, LGW) oder zwischen einem Terminal und einem Parkplatz (z. B. Chicago O'Hare, CGX) oder anderen Flughafenbereichen wie dem Mietwagenbereich (z. B. San Francisco, SFO) oder Bahnstationen (z. B. Düsseldorf, DUS) eingesetzt. People Mover haben sich in der Praxis als sehr effektiv erwiesen, sie sind jedoch mit einem hohen Bau- und Investitionsaufwand (z. B. für Schienen, Stationen, Kontrollzentren, Wartungsbereiche) verbunden und erfordern einen erheblichen Kontroll- und Wartungsaufwand. Sie werden daher meist nur auf großen Flughäfen zur Bewältigung großer Passagierströme eingesetzt.

Pet Box

Ein Begriff aus der Verkehrsfliegerei. Bezeichnung für einen Tiertransportbehälter. Pet Boxes sind wasserdicht und in den verschiedensten Größen vorhanden, für Hunde genauso wie für Pferde. Sie werden von einigen Fluggesellschaften für die Standardgröße (für Hund oder Katze, nicht aber für die Maus) kostenlos gestellt.

PFD

Abk. für Primary Flight Display.

Bezeichnung für ein zentrales Anzeigeinstrument im Cockpit, das zusammen mit dem Navigational Display (→ *ND*) die Informationen einer Vielzahl von Einzelinstrumenten (→ *Instrumentenkunde*) kompakt zusammenfasst.

Das PFD ist ein wichtiger Teil des → *EFIS* und stellt als elektronisches Anzeigeinstrument die Weiterentwicklung des elektromechanischen → *ADI* dar. In seinem Zentrum befindet sich ein → *Fluglageanzeiger*, der → *Längs-* und → *Querneigung* des Flugzeugs mit Farben und Winkelangaben anzeigt. Am Rand befinden sich typischerweise Anzeigen für Soll- und Istwerte der → *Fluggeschwindigkeit*, der → *Steig-* bzw. → *Sinkrate*, und des → *Steuerkurses*.

Das → *HUD* System erlaubt die direkte Projektion wichtiger PFD-Anzeigen in das Sichtfeld des Piloten.

Pfeilung

Engl.: Sweep. Ein → *Tragflügel* ist gepfeilt, wenn sein → *Profil* entlang der → *Spannweite* in Richtung der → *Längsachse* verschoben ist. Dabei bezeichnet man eine Verschiebung nach hinten als positive, eine Verschiebung nach vorne als negative Pfeilung.

Die Pfeilung kann z. B. durch den Pfeilwinkel (engl.: Sweep Angle) beschrieben werden; dieser kann entlang der Spannweite konstant sein (z. B. → *Dreieckflügel*, → *Deltaflügel*), sich an ausgewählten Punkten verändern, oder stetig variieren.

Einfluss der Pfeilung auf Auftrieb und Widerstand

Ein großer Vorteil der Pfeilung ist, dass sie den Anstieg des → *Profilwiderstandes* in den hohen Unterschallbereich (also zu → *Mach* nahe 1) verschiebt; in Kombination mit einem dünnen Profil kann dieser Wert sogar über Mach 1 hinaus erhöht werden. Damit sind gepfeilte Flügel besonders gut geeignet für den → *subsonischen* und → *transsonischen Flug*. Dieser Effekt wurde zunächst in Deutschland während des zweiten Weltkriegs entdeckt und wurde erst nach Kriegsende auch in anderen Ländern bekannt.

Der gepfeilte Flügel erfährt mit steigendem → *Anstellwinkel* jedoch einen geringeren Auftriebszuwachs als der ungepfeilte Flügel. Der Grund hierfür ist, dass durch die Pfeilung die → *Anströmgeschwindigkeit* in eine Längs- und Querkomponente aufgespaltet wird; für die Auftriebserzeugung aber nur die senkrechte Komponente zum Tragen kommt.

Beim ungepfeilten Flügel kommt es an den Flügelspitzen zum Druckausgleich zwischen Ober- und Unterseite, und damit zu einer Strömung quer zur Anströmrichtung. Bei einem gepfeilten Flügel wirkt die Vorderkante ähnlich wie die Seitenkante des ungepfeilten Flügels, und es kann zu einer unerwünschten Querströmung am Tragflügel kommen. Dadurch droht die Ablösung der Strömung an den Flügelspitzen, und damit auch der Verlust der Wirkung der dort vorhandenen → *Querruder*. Bereits kleine Störungen um die → *Längsachse* können dann nicht mehr ausgeglichen werden, und es kommt zum Abkippen des Flugzeugs. Mit Hilfe von → *Grenzschichtzäunen* kann diese Querströmung unterbunden werden.

Eine Besonderheit ist der Tragflügel mit negativer Pfeilung, der z. B. bei der HFB Hansa (Erstflug 21. April 1964) in den 60er Jahren in Deutschland verwirklicht wurde. Vorteilhaft bei diesem Konzept ist die Vermeidung der Querströmung am Tragflügel; dies wird allerdings durch eine verringerte → *Stabilität* erkauft.

Entwicklung

Der 1935 von Prof. Adolf Busemann vorgeschlagene Pfeilflügel wurde nach langjährigen Versuchen im → *Windkanal* 1944 in der Ju 287 (Erstflug 16. August 1944) erstmals, und bereits mit negativer Pfeilung, realisiert. Die nach dem Krieg erbeuteten → *Prototypen* wurden in die Sowjetunion geschafft und dort weiter getestet.

Die Ergebnisse der → *Flugerprobung* dieses vierstrahligen Flugzeuges wurden nach dem Zweiten Weltkrieg auch in den USA ausgewertet. Aufgrund dieser Erkenntnisse entstand der Bomber Boeing B-47 (Erstflug 17. Dezember 1947), gefolgt von der B-52 (Erstflug 15. April 1952) und der zivilen Boeing 707 (Erstflug 21. Dezember 1957), die zum Ausgangsmuster anderer Typen der erfolgreichen Boeing-Flugzeugfamilie wurde.

Phraseologie

Bezeichnung für spezielle Formulierungen, die → *Piloten* und → *Lotsen* zum Austausch von Informationen und Anweisungen im → *Flugverkehrskontrolldienst* verwenden. Die Phraseologie ist international standardisiert, d. h. in allen Ländern wird in einem bestimmten Kontext stets die gleiche Anweisung mit den gleichen Worten erteilt. Auf diese Weise wird eine effiziente und konfliktfreie Verständigung selbst unter schwierigen Bedingungen (gestörter Funkkanal) erreicht.

Phygoidschwingung

Bezeichnung für eine Schwingung des Flugzeug in seiner Längsbewegung. Die Phygoidschwingung ist neben der → *Anstellwinkelschwingung* eine der beiden vertikalen Grundschwingungen, die bei gängigen Flugzeugen zu beobachten ist. Das Dämpfungsverhalten der Phygoidschwingung ist eine wichtige Größe für → *dynamische Stabilität* des Flugzeugs in der Längsbewegung.

Die Phygoidschwingung entsteht durch einen wechselseitigen Austausch zwischen potenzieller Energie (in Form des → *Bahnwinkels*) und kinetischer Energie (in Form der → *Bahngeschwindigkeit*). Im → *Horizontalflug* kann eine Phygoidschwingung durch ruckartiges Ziehen des → *Höhenruders* eingeleitet werden. Lässt man danach den → *Steuerknüppel* los, so kann das

Dämpfungsverhalten der Schwingung z. B. durch Zählen der Schwingungen bis zum Abklingen beobachtet werden. In der Regel ist die Phygoidschwingung schlechter gedämpft als die Anstellwinkelschwingung, klingt also langsamer ab.

PIC
Abk. für Pilot in Command.
Im Deutschen auch als verantwortlicher Flugzeugführer bezeichnet.
→ *Pilot.*

Pier
→ *Finger.*

Piercing
Auch Snozzle-Technik genannt. Ein Begriff aus dem Bereich des Rettungswesens der → *Flughafenfeuerwehr*. Er bezeichnet bei der Brandbekämpfung in Flugzeugen das Eindringen eines Dorns durch den → *Rumpf* oberhalb der Fenster in die → *Kabine*, und das anschließende Versprühen feiner Wassertropfen in der Kabine durch eine in der Dornspitze vorhandene Düse. Der Dorn selber ist über einen Teleskoparm an einem → *Flugfeldlöschfahrzeug* montiert.
Feuer an Bord des Flugzeugs stellt eine der größten Gefahren für Besatzung und Passagiere dar. Der beim Piercing in die Kabine eingebrachte Wassernebel senkt die Temperatur im Innenraum, löscht offenes Feuer, verhindert die Ausbreitung des Brandes und bindet den giftigen Brandrauch und die Rußpartikel. Gleichzeitig bewirkt das zusätzliche Volumen des Wassernebels eine Luftströmung, die den Rauch verdrängt und ihn aus der Kabine entweichen lässt.
Das Verfahren wurde ursprünglich in den USA entwickelt; dort wurden auch die ersten → *Flugplätze* mit Piercing-Systemen ausgerüstet. In Europa erfolgt die Einführung schrittweise im Rahmen der Modernisierung der Fahrzeugflotten der Flughafenfeuerwehr.

Pilot
Ein Teil der → *Crew* an Bord eines Flugzeuges. Es handelt sich um den Flugzeugführer, der durch eine entsprechende Ausbildung in der Lage ist, das Flugzeug vom → *Cockpit* aus zu steuern.
Aus Sicherheitsgründen ist in Verkehrsflugzeugen mit einem Gesamtgewicht über 5,7 Tonnen und mehr als 19 Passagieren eine Besatzung mit zwei Piloten vorgesehen, von denen der eine der Flugkapitän (kurz nur Kapitän genannt) und der andere der Co-Pilot bzw. Erste Offizier (First Officer, FO) ist. Jeweils nur einer von ihnen hat zu einem Zeitpunkt die Kommandogewalt über das Flugzeug und ist damit aus Sicht des → *Luftrechts* der verantwortliche Flugzeugführer.
Der Abschluss einer für einen bestimmte Flugzeugklasse vorgesehenen Ausbildung wird durch eine → *Pilotenlizenz* nachgewiesen, etwa die Sportpilotenlizenz (→ *SPL*), die Privatpilotenlizenz (→ *PPL*), die Berufspilotenlizenz (→ *CPL*) oder die Verkehrsflugzeugführerlizenz (→ *ATPL*). Diese Lizenzen werden noch durch verschiedene Berechtigungen (→ *Rating*) ergänzt, die es einem Piloten gestatten, sein Flugzeug unter bestimmten Bedingungen zu führen.
Um als Flugkapitän eingesetzt werden zu können muss ein Pilot zuvor nach der Ausbildung (die zur ATPL geführt hat) eine bestimmte Flugerfahrung als Pilot nachweisen, die in § 14 Abs. 2 → *LuftPersV* als „die praktische Tätigkeit als Flugzeugführer“ bezeichnet wird. Wer die ATPL als verantwortlicher Flugzeugführer ohne Begrenzung der Höchstflugmasse nutzen will, muss in den letzten 12 Jahren vor Stellung des Antrages auf Erteilung der ATPL wenigstens 2.200 Flugstunden als verantwortlicher Flugzeugführer oder zweiter Flugzeugführer nachweisen können. Wer weniger als 2.200 Stunden, aber mehr als 900 Stunden Flugerfahrung hat, ist auf Flugzeuge mit nicht mehr als 20 t limitiert.

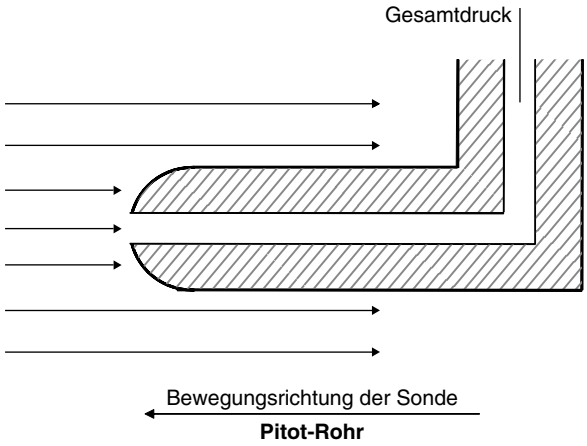
Pilotenkanzel
→ *Cockpit.*

Pilotenkoffer
International auch Aero Case genannt. Bezeichnung für ein klassisches Accessoire, das zur Ausrüstung von Piloten gehört. Seine Form und Ausstattung ist von den Notwendigkeiten des Pilotenlebens abgeleitet. Es hat als praktisches, robustes Gepäckstück mittlerweile auch außerhalb der Flugbranche viele Liebhaber gefunden und ist von diversen Herstellern in verschiedenen Materialien (Kunststoff, Leder, Aluminium) und Qualitäten erhältlich.
Der Pilotenkoffer zeichnet sich durch einen rechteckigen Querschnitt und die ungefähren Maße 440 × 360 × 210 mm aus. Ferner hat er einen Griff auf der Mitte der Oberseite und ist mit verschiedenen kleineren Staufächern an den Längsseiten (für Mobiltelefon und Reisedokumente) ausgestattet. Üblicherweise sind seine zwei Schnappschlösser durch ein dreigliedriges Zahlenschloss gesichert. Der klassische Pilotenkoffer ist aus schwarzem Leder.

Pilotenlizenz/Pilotenschein
Ein Begriff aus dem → *Luftrecht*. Manchmal auch Pilotenschein genannt. Ganz allgemein muss ein → *Pilot* gemäß der Verordnung über die Ausbildung und Prüfung von Luftfahrtpersonal (→ *LuftPersV*) seine Eignung und Kenntnisse, die ihn zum Führen eines bestimmten Fluggerätetyps unter bestimmten Bedingungen befähigen, durch eine Lizenz nachweisen. Man unterscheidet die:
- Sportpilotenlizenz (→ *SPL*)
- Privatpilotenlizenz (→ *PPL*)
- Berufspilotenlizenz (→ *CPL*)
- Verkehrsflugzeugführerlizenz (→ *ATPL*)

Zusätzlich zu einer Pilotenlizenz benötigt der Pilot noch Berechtigungen, die es ihm erlauben, den entsprechenden Fluggerätetyp unter bestimmten Bedingungen zu führen (→ *Rating*).

PIR
Abk. für Property Irregularity Report.
Ein Begriff aus dem Bereich der → *Verkehrsfliegerei* und dort aus der Fluggast- bzw. der Gepäckabfertigung, im Dt. etwa Verlustmeldung. Formular, das bei (kurzfristigem) Verlust, Diebstahl oder Beschädigung von Gepäck und Gepäckinhalten von einem Mitarbeiter der → *Luftverkehrsgesellschaft* oder eines beauftragten Dienstleisters auszufüllen ist.
Ein einzelner PIR für einen Schaden wird identifiziert durch den Airlinecode, einen Code für die „Irregularity“ (z. B. DAH für Gepäckverspätung oder DDP für Beschädigung) und eine (beliebige) fünfstellige Zahlenkombination.
Der PIR leitet das → *Baggage Tracing* ein und erlaubt es dem Fluggast, den Verbleib seines Gepäckstücks über → *Worldtracer* im Internet zu verfolgen. Er ist gleichzeitig die Anspruchsgrundlage für Ersatzansprüche des Fluggastes gegenüber der



Fluggesellschaft bzw. deren Versicherung gemäß dem → *Montrealer Haftungsübereinkommen*. Ohne PIR verliert der Fluggast seine Ersatzansprüche bzw. kehrt sich die Beweislast um. Bei Beanstandung am Ankunftsflughafen ist klar, dass der → *Luftfrachtführer* Verursacher des Schadens ist, denn er übernimmt nach Auslieferung des aufzugebenden Gepäcks dieses in seine Obhut. Nimmt der Fluggast das Gepäck ohne schriftliche Beanstandung entgegen oder reklamiert er erst nach Verlassen des → *Flughafens*, so wird bis zum Beweis des Gegenteils vermutet, dass das Gepäck in gutem Zustand ausgeliefert wurde.

Piste
Umgangssprachlich die Bezeichnung für eine → *Start-* bzw. → *Landebahn*, insbesondere für jenen Abschnitt aus Asphalt, Beton oder Gras, der dem Beschleunigen bzw. Abbremsen → *Start* bzw. → *Landung* dient (im Gegensatz z. B. zur → *End-Sicherheitsfläche* oder zum → *Streifen*).

Pistenschwelle
→ *Landeschwelle.*

Pistensichtweite
→ *RVR.*

Pit
→ *Betankung.*

Pitchhebel
→ *Taumelscheibe.*

Pitot-Rohr
Auch Staudrucksonde oder engl. Pitot Tube genannt. Ein Gerät zur Messung des → *Gesamtdrucks* einer Strömung, das nach Henri Pitot benannt ist. Das Pitot-Rohr kann als einfaches, um 90° gebogenes Rohr ausgeführt werden, dessen Öffnung in Strömungsrichtung zeigt. Durch den Knick wird die Strömung vollständig abgebremst, so dass sich der komplette → *Staudruck* im Rohr ausbildet. Im Pitot-Rohr wirkt dann die Summe aus → *statischem Druck* und → *Staudruck*, die nach der → *Bernoullischen Gleichung* gleich dem Gesamtdruck ist.

PKO
Abk. für Passenger Kilometers Offered.
→ *Passagierkilometer.*

PKT
Abk. für → *Passagierkilometer.*

Planespotter
Vereinfacht auch Spotter. Bezeichnung für enthusiastische Personen, die sich in ihrer Freizeit intensiv mit der Luftfahrt beschäftigen. Ausgerüstet mit Kameras fotografieren sie von den Ein- und Abflugschneisen oder von den → *Besucherterrassen* eines → *Flugplatzes* aus die Flugzeuge auf dem → *Vorfeld* oder beim → *Landeanflug*, bei der → *Landung* und beim → *Start*.
Von Interesse sind entweder die Dokumentation von spezifischen Flugbewegungen (inklusive Registriernummer und Ankunfts- bzw. Abflugzeit des Flugzeugs) oder das Ablichten von seltenen Flugzeugen bzw. Flugzeugen in seltenen Bemalungen (z. B. Bemalungen der → *Luftverkehrsgesellschaften* anlässlich von Großereignissen oder Jubiläen, Werbung auf Flugzeugen, Bemalungen von sehr kleinen Luftverkehrsgesellschaften). Eine dritte Klasse der Planespotter hat den Ehrgeiz, möglichst viele unterschiedliche Flugzeugtypen zu fotografieren. Eine vierte Klasse sind die fotografisch interessierten Spotter, die sich am Motiv des Flugzeugs orientieren und fotografisch besonders anspruchsvolle Aufnahmen unter besonderen Bedingungen (z. B. Anflug im Abendrot) machen wollen. Planespotter sind oft jahrelang auf verschiedenen Flughäfen zu Gast und reisen dafür um die ganze Welt.

Links
→ *http://www.aircraftpictures.de/*
→ *http://www.jetphotos.net/*
→ *http://www.airliners.net/*

Planungslotse
Engl.: Coordinator.
→ *Center-Lotse.*

PLASI
Abk. für Precision Light Approach Slope Indicator.
Eine besondere Ausführung des → *VASI.*

Platzeinflugzeichen
Engl.: Inner Marker, abgekürzt IM. Bezeichnung für eines der → *Einflugzeichen* eines → *Instrumenten-Landesystems* (ILS).
Das Platzeinflugzeichen wird nur bei Systemen eingesetzt, die für → *Landungen* der Kategorie → *CAT* II und darüber ausgelegt sind. Es ist ca. 75 m vor der → *Landebahn* installiert und markiert den Punkt, an dem das Flugzeug auf seinem → *Gleitpfad* die → *Entscheidungshöhe* bzw. den Missed Approach Point (→ *MAP*) für CAT II Anflüge, also etwa 100 Fuß, erreicht hat.
Die Markierung erfolgt durch ein elektromagnetisches Signal mit einer Grundfrequenz von 75 MHz und einer Modulation von 3.000 Hz; diese erlaubt die Unterscheidung von den anderen Einflugsignalen. Das Signal wird von einer Richtantenne senkrecht nach oben abgestrahlt und vom Flugzeug beim Überflug empfangen. Im → *Cockpit* ertönt dabei ein akustisches Signal in Form von Morse-Punkten; zusätzlich leuchtet ein weißes Licht auf.

Platzkontrolle
Auch Flugplatzkontrolle, Platzverkehrsleitdienst (in der Schweiz), engl.: Local Control, Airport Control oder Aerodrome Control, abgekürzt ADC.
Die Platzkontrolle ist neben der → *Streckenkontrolle* und der → *Anflugkontrolle* ein wesentlicher Teil des → *Flugverkehrskontrolldienstes*. Sie ist für den reibungslosen Verkehr am → *Flugplatz* verantwortlich und wird von den → *Platzlotsen*

Platzkontrolle am Flughafen Atlanta Hartsfield (ATL) in den USA

Das linke Bild zeigt den Tower, von dem aus die Platzkontrolle die drei Start- und Landebahnen des gesamten Flughafens überblicken kann.

Aufgrund der Größe des Flughafens und der Komplexität Flugzeugbewegungen wurde zusätzlich jedes der fünf Abfertigungsgebäude (Concourses) des Flughafens mit einem eigenen Tower ausgestattet. Dieser übernimmt Aufgaben der Bodenkontrolle – insbesondere die Kontrolle des Rollens im Bereich des jeweiligen Concourses zu und von den Parkpositionen. Auf dem rechten Bild sind die Tower der Concourses C und D zu erkennen.

Platzkontrolle

durchgeführt. Sie überwachen vom → *Tower* aus die → *Start-* und *Landebahnen* des Flugplatzes sowie die → *Rollwege*, das → *Vorfeld* und die → *Parkpositionen* am → *Terminal*.

Bei besonders verkehrsreichen Flugplätzen ist die Platzkontrolle unterteilt in eine Kontrolle der → *Start- und Landebahnen*, und eine → *Bodenkontrolle* (Ground Control). Letztere kann dabei wiederum in eine → *Rollkontrolle* zu Überwachung der → *Rollwege* und eine → *Vorfeldkontrolle* (Apron Control) zur Überwachung des → *Vorfelds* und der → *Parkpositionen* am → *Terminal* aufgeteilt sein.

Startende Flugzeuge werden zunächst durch die Vorfeldkontrolle von ihrer Parkposition über das Vorfeld, und von der Rollkontrolle über die Rollwege bis zur Startbahn geführt. Dort endet der Aufgabenbereich der Bodenkontrolle. Die Platzkontrolle erteilt die Freigabe für die Startbahn und die Starterlaubnis; außerdem weist sie dem Piloten das Abflugverfahren zu. Kurz nach dem → *Start* wird das Flugzeug an die Anflugkontrolle übergeben. Umgekehrt übernimmt die Platzkontrolle landende Flugzeuge kurz vor der → *Landung* von der Anflugkontrolle, erteilt die Landeerlaubnis und führt sie, oftmals mit Hilfe eines → *Instrumentenlandesystems*, bis zum Boden. Dort werden die Flugzeuge über Rollwege und Vorfeld bis zur ebenfalls von der Platzkontrolle zugewiesenen Parkposition geführt.

Kommt es zu einem sehr hohen Verkehrsaufkommen an einem Flugplatz, so kann die Flugsicherung gezwungen sein, den einzelnen Flugzeugen Zeitfenster für den Start zuzuweisen (→ *Slots*). In diesem Fall erteilt die Bodenkontrolle den Flugzeugen die Erlaubnis zum Anlassen der → *Triebwerke* (Start-up) derart, dass sie die → *Startbahn* zum vorgesehenen Zeitpunkt erreichen. Auf diese Weise wird vermieden, dass es zu einem Stau von Flugzeugen vor der Startbahn kommt, und damit auch zu einem unnötigen Verbrauch von → *Kraftstoff*. Andernfalls könnte dieser Verbrauch schell dazu führen, dass die für einen Flug benötigte Treibstoffmenge (inklusive der vorgeschriebenen Mindestreserve) vor dem Start unterschritten wird, und das Flugzeug zum Nachtanken zum Terminal zurückkehren muss.

Für Flugplätze mit geringem Verkehrsaufkommen, die nicht über einen Tower bzw. eine Platzkontrolle mit Sprechfunkverkehr verfügen, können Anweisungen an Flugzeuge auch mit → *Lichtzeichen* gegeben werden.

Die Gefahren die mit den Bewegungen des Flugzeugs am Boden bzw. beim Starten und Landen verbunden sind, und die Notwendigkeit einer gut organisierte Platzkontrolle sollten nicht unterschätzt werden. Dies zeigt bereits die Tatsache, dass die bislang verheerendste Luftfahrtkatastrophe am Boden stattfand: Beim Zusammenstoß einer rollenden Boeing 747 mit einer startenden Boeing 747 auf dem Flughafen von Teneriffa verloren am 27. März 1977583 Menschen das Leben.

Platzlotse

Auch Tower-Lotse genannt. Bezeichnung für einen → *Fluglotsen* der im → *Tower* eines Flugplatzes für die → *Platzkontrolle* verantwortlich ist. Im Gegensatz zu den → *Center-Lotsen* haben die Platzlotsen direkten Sichtkontakt zum Flugzeug. Meist arbeiten mehrere Lotsen nebeneinander im Tower, die das Flugzeug nacheinander übernehmen: Der erste Lotse übernimmt das landende Flugzeuge von der → *Anflugkontrolle*, erteilt die Landefreigabe und führt es bis zum Verlassen der → *Lande-*

bahn; danach wird es von einem Lotsen der → *Bodenkontrolle* über die → *Rollbahnen* (→ *Rollkontrolle*) und schließlich über das → *Vorfeld* zu seiner → *Parkposition* (→ *Vorfeldkontrolle*) geführt.
Startende Flugzeuge erhalten vom Platzlotsen das Abflugverfahren und die Startfreigabe mitgeteilt.

Platzrunde
Manchmal auch Volte oder international Pattern genannt. Bezeichnung für standardisierte Flugwege eines → *Flugplatzes*, die → *Piloten* z. B. beim Üben von → *Start* und → *Landung* oder beim → *Durchstarten* fliegen. Im Regelfall wird die Platzrunde linksherum und in einer → *Flughöhe* von ca. 1.000 → *Fuß* geflogen; Abweichungen davon werden durch die → *Flugsicherung* durch den Funkspruch Righthand angewiesen.
Die Platzrunde eines Flugplatzes ist in den → *Luftfahrtkarten* dargestellt und bildet einen rechteckigen Flugweg. Für landende Flugzeuge umfasst die Platzrunde den Gegenanflug (Downwind), den Queranflug (Base) und den → *Endanflug* (Final). Der Gegenanflug erfolgt parallel und im Abstand zur → *Landebahn*, jedoch entgegen der Landerichtung, also mit Rückenwind. Der Pilot hat dabei Gelegenheit, sich mit der Landebahn vertraut zu machen, und z. B. die → *Landeschwelle* zu identifizieren. Der Punkt, an dem der Pilot die Höhe der Landeschwelle passiert, wird auch als Position bezeichnet und geht oftmals mit dem Ausfahren des → *Fahrwerks* und der → *Klappen* einher. Der Gegenanflug geht über diesen Punkt hinaus, bis der Pilot eine 90° Linkskurve fliegt und den Queranflug einleitet. Im Queranflug wird die → *Fluggeschwindigkeit* weiter verringert, und der Klappenausschlag vergrößert. Dem Queranflug folgt eine weitere Linkskurve und das Einleiten des Endanflugs; der Kurs des Endanflugs liegt dabei auf der → *Anfluggrundlinie* der Landebahn. Während des Endanflugs werden die Klappen voll ausgefahren und die Geschwindigkeit weiter reduziert; der Endanflug endet mit dem → *Abfangen* des Flugzeugs. Startende Flugzeuge fliegen zunächst in der Verlängerung der Mittellinie der → *Startbahn* (Upwind), bevor sie nach links abdrehen (Crosswind) und die Platzrunde verlassen.

Platzverkehrsleitdienst
Schweizer Bezeichnung für die → *Platzkontrolle*.

PNR
Abk. für Passenger Name Record.
Bezeichnung für einen in einem Reservierungssystem (→ *CRS*) gespeicherten Datensatz, in dem unter einer Buchungsnummer alle Daten zu einer Flugbuchung aufgezeichnet sind. Dieser Datensatz wird auch über einen gewissen Zeitraum auch nach Ende der Flugreise noch gespeichert. Nach Abschluss der erstmaligen Eingabe von Daten vergibt das jeweilige Reservierungssystem einen eindeutigen Reservierungscode, den Record-Locator. Unter dieser Vorgangsnummer kann jeder an das entsprechende Reservierungssystem angeschlossene Bearbeiter diese Flugreservierung wieder öffnen und bearbeiten. Als Passagier kann man im Internet auf speziell eingerichteten Seiten seine persönliche Flugbuchung ansehen und auch ausdrucken. Allerdings sind bei diesen Möglichkeiten nicht alle Daten für den Passagier sichtbar.
Je nach Reservierungssystem können unterschiedliche Daten gespeichert werden. Seit den Terroranschlägen vom 9. September 2001 werden vor allem von den USA vermehrt auch persönliche Daten verlangt, die in einem PNR gespeichert werden müssen. Die Standarddaten eines PNRs sind:

- Datum, an dem der PNR erstmals angelegt wurde sowie nachfolgende Änderungen
- Flugspezifische Daten:
  - Flugtag(e) und –strecke(n)
  - Flugnummer(n)
  - Flugzeiten (Angaben jeweils in Ortszeiten)
  - Flugdauer,
  - Fluggerät (Typenbezeichnung des zum Einsatz kommenden Flugzeugs),
  - Buchungsklasse
- Zahl der Reisenden im PNR
- Vor- und Zuname des oder der Passagiere (es können mehrere Personen auf einem PNR gespeichert werden, sofern sie die gleichen Flugtage und –strecken fliegen)
- Wohnadresse und Telefonnummer eines oder mehrere Passagiere
- Eine Adresse und Telefonnummer am Zielort, um bei Änderungen des Flugplans einen Passagier erreichen zu können;
- Zahlungsart z. B. Eine Kreditkartennummer und Ablaufdatum der Kreditkarte
- Rechnungsanschrift
- Vielflieger-Eintrag (beschränkt auf abgeflogene Meilen und Anschrift(en))
- Name der Buchungsagentur (Reisebüro, IATA –Ausgabestelle, Firmenbuchungsstelle u.ä.)
- Sachbearbeiter der Buchung
- Codeshare-Information: wenn eine andere Fluggesellschaft als durch die Flugnummer angeführte den Flug ausführt
- Reisestatus des Passagiers:
  - Welche Strecken sind bereits abgeflogen?
  - Welche stehen noch an
- Informationen über die Splittung/Teilung einer Buchung: Werden nach dem erstmaligen Abschluss eines PNR ein oder mehrere Passagiere wieder davon getrennt, weil sie Beispielsweise eine andere Strecke fliegen möchten, müssen nicht alle Daten neu eingegeben werden, sondern man teilt den PNR in einen Original-PNR und einen Split-PNR.
- E-Mail-Adresse
- Informationen über Flugscheinausstellung (Ticketing)
- Daten über den Flugtarif
- Daten der Flugscheinausstellung
- Sitzplatzinformationen: Welcher Status (auf Anfrage, bestätigt usw.) und Sitzplatznummer
- Nummern der Gepäckanhänger (Baggage Tags)
- Historie über nicht angetretene Flüge (no show)
- Fluggäste mit Flugschein, aber ohne Reservierung (go show)
- Spezielle Serviceanforderungen z. B. bezüglich Essen, so genannte OSI –(Special Service Requests) und SSI/SSR– (Sensitive Security Information/Special Service Requests) Elemente
- Information über den Auftraggeber (received from) wie etwa einen Firmenreisedienst
- Alle Änderungen des PNR mit Datum, Uhrzeit und Aktion (PNR-History)
- Etwaige APIS-Informationen (Advance Passenger Information System)
- ATFQ-Felder (automatische Tarifabfrage)

Point-to-Point
Ein Begriff aus der Verkehrsfliegerei. Er bezeichnet die direkte Verbindung von größeren → *Flugplätzen* ohne Umsteigen an einem → *Hub*. Insofern ist das Konzept vieler Point-to-Point-Verbindungen ein direkter Gegensatz zum Hub-and-Spoke-System, wo man von mit Großraumflugzeugen ökonomisch betriebenen Langstrecken zwischen sehr großen → *Flughäfen* ausgeht, was auf Kosten des Reisekomforts für die Passagiere geht, die dann unter Umständen mehrmals umsteigen müssen. Beim Point-to-Point-Konzept wird davon ausgegangen, dass nicht nur die großen und sehr großen Ballungszentren ökonomisch miteinander verbunden werden können, sondern dass langfristig eine Entzerrung des Flugverkehrs von den Hubs hin zu auch mittleren Zentren Sinn macht. Dies hätte weniger Zubringerflüge und weniger Umsteigen für Flugpassagiere zur Folge.

Positionierung
Engl. Positioning
→ *Ortung.*

Positionslichter
Zusammenfassende Bezeichnung für Lichter am Flugzeug, die dem Schutz vor Kollisionen dienen. Sie sind in der Luftverkehrsordnung (→ *LuftVO*) für alle Luftfahrzeuge vorgeschrieben, die bei Nacht fliegen dürfen. Neben der Position zeigen sie auch die Flugrichtung des Flugzeugs an. Positionslichter bestehen aus einem roten Licht an der linken, und einem grünen Licht an der rechten Spitze des → *Tragflügels* sowie einem weißen Licht am → *Heck*. Das rote und das grüne Licht müssen geradeaus, nach oben und unten sowie in einem Winkel von 110° nach links bzw. rechts leuchten. Das weiße Licht muss nach hinten in einem Winkel von jeweils 70° nach links und rechts sowie nach oben und unten leuchten. Die Positionslichter können als Dauerlichter oder als Blitzlichter ausgeführt sein; im letzteren Fall können zusätzlich ein rotes Blinklicht (am Heck) und weißes Blinklicht installiert werden. Zusätzlich zu den Positionslichtern gibt es sog. Kollisions-Warnlichter. Sie sind so anzuordnen, dass sie aus allen Richtungen bis zu 30° über und unter der Horizontalebene des Luftfahrzeugs zu sehen sind. Für Luftfahrzeuge auf dem Wasser gelten besondere Regelungen.

Power-on
Ein Begriff aus dem Bereich der Entwicklung eines neuen Flugzeugs. Das Power-on erfolgt sehr weit am Ende des → *Entwicklungsprozesses* und bezeichnet das erstmalige Anschalten aller elektrischen Teilsysteme des ersten vollständig zusammengebauten Prototypen in einer genau festgelegten Reihenfolge. Dieser Test besteht aus mehreren Schritten:

- Durchgangsprüfung: Im Rahmen dieses Tests werden zunächst alle Kabel Ende-zu-Ende geprüft und gemessen, ob sie zwischen den richtigen Anschlüssen verlegt wurden und ob sie Strom der gewünschten Spannung und Stärke korrekt leiten.
- Einzelleistungstest: Jedes Teilsystem wird für sich an eine externe Spannungsquelle angeschlossen und bis zur Höchstleistung getestet.
- Gesamttest: Beginnend mit dem Cockpit werden alle Teilsysteme an- und zugeschaltet. Von dem Cockpit aus werden dabei die Pilotenkontrollsysteme dafür genutzt, um nach und nach die Teilsysteme zum Bordnetz hinzuzufügen. Bei jedem der Testschritte wurde einem zusätzlichen Bereich Strom zugeführt, während Messgeräte überprüfen, ob das richtige Maß an Strom das neue Teilsystem erreicht und umgekehrt von diesem keine Rückwirkung auf das schon angeschaltete System erfolgt.

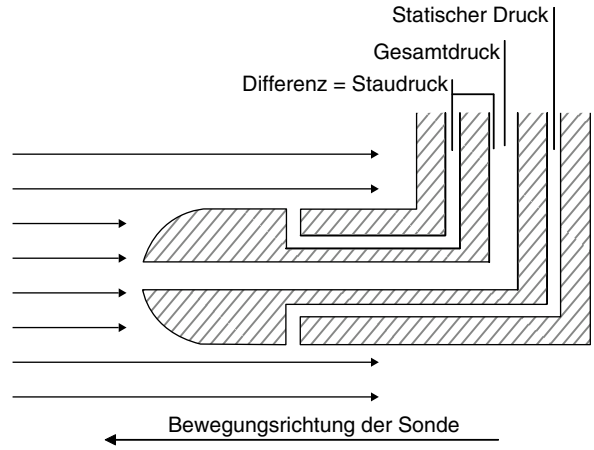
Power-Run
Bezeichnung für einen Triebwerktest am Boden in einem geeigneten Teststand. Das → *Triebwerk* ist dabei bereits mit dem Flugzeug verbunden und wird bis an die Belastungsgrenze geführt. Dies ist Teil der → *Abnahme*.

PPL
Abk. für Privatpilotenlizenz bzw. internat. Auch Private Pilot Licence.
Bezeichnung für eine von mehreren möglichen → *Pilotenlizenzen*. Die offizielle Bezeichnung ist Fluglizenz Luftfahrerschein für Privatluftfahrzeugführer. Sie wird benötigt zum nichtgewerblichen und nichtberuflichen Führen eines motorisierten Fluggerätes mit einem → *MTOW* von bis zu 2 Tonnen. Die PPL erlaubt nicht die gewerbliche Nutzung der Lizenz, d. h. der Pilot darf ohne Gewinnabsicht nur kostendeckend arbeiten und von seinen Passagieren lediglich Kosten für Benzin oder Charter für das Fluggerät verlangen, nicht aber einen Gewinnaufschlag. Eine Ausnahme von der nicht gewerblichen Nutzung ist der Schleppdienst, z. B. von Reklametransparenten. Dieser ist auch mit der PPL erlaubt.
Zum 1.Mai 2003 sind neue Vorschriften der JAR-FCL (→ *JAR*) in Kraft getreten, die sich auf die Struktur der PPLs in Deutschland auswirkten. Seither unterscheidet man:

- JAR-PPL: Hierbei handelt es sich um eine PPL nach europäischen Vorschriften, die der vorigen PPL-A (s. u.) entspricht. Der Unterschied ist jedoch, dass ein → *Rating* zur Mitbenutzung des Luftraums der → *Luftraumklasse* C unter → *Sichtflugbedingungen* bereits enthalten ist. Dafür ist ein → *Flugfunkzeugnis* BZF I (→ *BZF*) nötig, sofern Luftraum C auch oberhalb von FL 100 (→ *FL*) genutzt werden soll, anderenfalls reicht BZF II. Anstelle von Beiblättern wie der alten PPL-A wird die JAR-PPL für Klassen von Luftfahrzeugen vergeben. Für die praktische Ausbildung sind zwölf Flugstunden innerhalb des letzten Jahres und ein Überprüfungsflug mit Fluglehrer ausreichend.
- PPL-N: Dies ist eine rein nationale PPL mit dem Ziel, einen Einstieg in die Fliegerei zu vergleichsweise niedrigen Kosten und zum Führen von einmotorigen Flugzeugen bis zu einem max. Abfluggewicht von 0,75 t mit → *Kolbenmotor* am Tage zu ermöglichen. Ein → *Rating* zur Mitbenutzung des Luftraums C unter Sichtflugbedingungen ist nicht in der Lizenz enthalten.
  Für die praktische Ausbildung zum PPL-N sind 12 Flugstunden innerhalb von 24 Monaten ausreichend.
- PPL-N und Klassenberechtigung: Der PPL-N kann um verschiedene Klassenberechtigungen erweitert werden, z. B. um eine für einmotorige Kolbenmotor-Landflugzeuge, die bis 2 t MTOW gilt und es dem Inhaber erlaubt, größere und in der Regel mehrsitzige Flugzeuge zu führen. Auch sie gilt jedoch nur innerhalb Deutschlands. Über den Erwerb der Klassenberechtigungen ist es schrittweise möglich, die PPL-N zur JAR-PPL zu erweitern.

Vor dem 1. Mai 2003 gab es eine fliegerische Grundausbildung und Beiblätter, d. h. man konnte die Beiblätter dann mit eigenen Ausbildungen zusätzlich erwerben. Es gab folgende PPLs:

- PPL mit Beiblatt A (PPL-A): Diese berechtigt ihre Inhaber zum Führen von einmotorigen Luftfahrzeugen der allgemeinen Luftfahrt mit einem maximalen Abfluggewicht von bis zu 2.000 kg am Tage und unter Sichtflugbedingungen. Die Ausbildung konnte mit 17 Jahren begonnen werden, die Aushändigung der PPL-A erfolgte dann erst nach Vollendung des 18. Lebensjahres. Auch eine Erweiterung der Lizenz auf Flugzeugmuster mit einem maximalen Abfluggewicht (→ Flugzeuggewicht) von 5.700 kg und zwei Motoren war durch Erlangen der entsprechenden → Ratings möglich. Alle Lizenzen bis hin zum → ATPL, der Lizenz für kommerzielle Berufspiloten auf Verkehrsflugzeugen, bauten auf dieser PPL-A auf, die damit zur Grundlage aller anderen Lizenzen wurde. Die PPL selbst ist unbegrenzt lange gültig, aber nur in Verbindung mit dem dazugehörigen Beiblatt A; welches alle zwei Jahre verlängert werden muss. Zur Lizenzverlängerung werden für die PPL-A benötigt:
  - 24 Flugstunden in zwei Jahren, darunter müssen mindestens drei Streckenflüge zu einem mindestens 100 km entfernten → Flugplatz enthalten sein. Es können maximal zwei Drittel dieser Zeit durch Flugzeug auf anderen Flugzeugen (Motorsegler, Segelflugzeuge etc.) ersetzt werden.
  - Je 25 → Starts und → Landungen innerhalb von zwei Jahren.
  - Ein neues Flugtauglichkeitszeugnis (→ *Flugtauglichkeitsklasse*).
- PPL-B: Die PPL-B-Lizenz gilt für Motorsegler, wobei die Vorschriften dem PPL-C für Segelflugzeuge ähnlich sind. Piloten, die einen PPL-B haben, konnten von diesem aus später sowohl zu einer PPL-A als auch zu einer PPL-C wechseln, weil im PPL-B Bestandteile sowohl vom Beiblatt A als auch vom Beiblatt C enthalten waren. Im Luftfahrerschein wird eingetragen, ob es sich um selbststartende oder um nicht selbststartende Motorsegler handelt. Auch zum PPL-B konnte die Ausbildung mit 17 Jahren begonnen werden, die Lizenz wurde dann nach bestandener Prüfung mit 18 Jahren ausgehändigt. Um den PPL-B zu machen warden 80 Stunden theoretischer Unterricht innerhalb von zwei Jahren abzuleisten. Die Inhalte waren identisch mit dem Unterricht für PPL-A. Ferner waren 35 Stunden praktische Flugzeit innerhalb von zwei Jahren erforderlich, davon 15 Stunden Alleinflug. Wenn man diese praktische Flugausbildung innerhalb von fünf Monaten beenden konnte, dann ermäßigte sich diese Zeit auf 25 Flugstunden, davon 10 Stunden Alleinflug. Zur Lizenzverlängerung werden bei selbststartenden Motorseglern die gleichen Nachweise wie bei PPL-A benötigt. Bei nicht selbststartenden Motorseglern sind folgende Nachweise erforderlich:
  - 10 Stunden Flugzeit innerhalb von 24 Monaten. Streckenflüge sind jedoch nicht vorgeschrieben, Ermäßigungen gibt es nicht. Es können maximal zwei Drittel dieser Zeit (24 Stunden) durch Flugzeug auf anderen Flugzeugen (Segelflugzeuge usw.) ersetzt werden. Als Alternative dazu können auch 30 Starts (einschließlich fünf Starts in einer eingetragenen Startart, z. B. Flugzeugschlepp) nachgewiesen werden.
  - Ein neues Flugtauglichkeitszeugnis.
- PPL-C: Die PPL-C-Lizenz galt für das Fliegen von Segelflugzeugen ohne Motorhilfe. Das Mindestalter für den Beginn der Ausbildung ist 14 Jahre, der Schein selbst kann ab dem 17. Geburtstag ausgehändigt werden. Auch diese Erlaubnis ist zwei Jahre gültig. Es war ein theoretischer Unterricht von 60 Stunden zu absolvieren. Dazu kamen 30 praktische Flugstunden, davon 15 Stunden Alleinflug. Beides war innerhalb von vier Jahren zu absolvieren. Wer die Ausbildung innerhalb von 18 Monaten abschließen konnte benötigte nur 25 Flugstunden, davon 10 Stunden Alleinflug. Zur Verlängerung der Lizenz muss der Inhaber mindestens folgende Leistungen innerhalb von zwei Jahren nachweisen:
  - 10 Stunden Flugzeit oder 30 Starts (einschließlich fünf Starts in der eingetragenen Startart, z. B. Flugzeugschlepp).
  - Ein neues Flugtauglichkeitszeugnis.
- PPL-D: Die PPL-D-Lizenz gilt für das Fahren von → *Ballons*.
- PPL-E: Die PPL-E-Lizenz gilt für das Fliegen von → *Hubschraubern*. Die Lizenz hat eine Gültigkeit von 24 Monaten und kann verlängert werden, wenn mindestens 24 Flugstunden in den letzten zwei Jahren nachgewiesen werden.
- PPL-F (SPL-F): Die PPL-F-Lizenz gilt für das Fliegen von Luftsportgeräten wie z. B. → *Ultraleichtflugzeugen*, → *Hängegleitern*, → *Paraglidern* oder ähnlichen Sportgeräten.



Der Staudruck ergibt sich als Differenz von Gesamtdruck und statischem Druck. Über die Bernoullische Gleichung lässt sich damit auch – bei bekannter Luftdichte – die Anströmgeschwindigkeit berechnen.

Prandtl-Staurohr

Prall-Luftschiff
→ *Blimp*.

Prandtl-Staurohr
Ein Gerät zur Messung des → *Staudrucks* einer Strömung. Das Prandtl-Staurohr kombiniert eine → *Druckmesssonde* zur Messung des → *Gesamtdrucks* mit einem → *Pitot-Rohr* zur Messung des → *statischen Drucks*. Der Staudruck wird dann gemäß der → *Bernoullischen Gleichung* einfach als Differenz aus Gesamtdruck und statischem Druck gemessen. Das Prandtl-Staurohr wird z. B. als Sensor für einen → *Fahrtmesser* verwendet.

Präzession
Ausweichende Reaktion eines → *Kreisels* auf ein äußeres → *Moment*. Wirkt ein äußeres Moment auf einen Kreisel, so

dreht sich die Drallachse des Kreisels um eine Achse, die senkrecht zur Rotationsachse und zum angreifenden Moment liegt. Die Präzession betrifft neben → *Kreiselinstrumenten* auch → *Propeller*, die wie Kreisel wirken.

Präzisionsanflug
Engl.: Precision Approach. Bezeichnung für ein → *Anflugverfahren*, bei dem der → *Pilot* sowohl auf Richtungsinformationen als auch auf Informationen zum → *Gleitweg* zurückgreifen kann. Voraussetzung für einen Präzisionsanflug sind:
- Eine → *Präzisionsanflug-Landebahn* mit entsprechenden Einrichtungen der → *Funknavigation*, z. B. ein → *Instrumenten-Landesystem* (ILS, → *MLS*) oder ein → *PAR*.
- Entsprechende Geräte zum Empfang und zur Auswertung der Signale an Bord des Flugzeugs.

In Abhängigkeit von der → *Entscheidungshöhe* und den minimalen Sichtbedingungen (→ *RVR*), bei denen noch Flugzeuge starten und landen können, unterscheidet man die Kategorien → *CAT* I, CAT II, CAT IIIa, CAT IIIb und CAT IIIc.

Präzisionsanflug-Landebahn
Auch Präzisions-Landebahn; engl.: Precision Approach Runway oder Precision Instrument Runway. Bezeichnung für eine → *Start- und Landebahn*, die für → *Präzisionsanflüge* ausgerüstet ist. Landebahnen dieser Kategorie sind mit einem → *Instrumenten-Landesystem* (ILS oder → *MLS*) oder einem → *PAR* ausgestattet, und verfügen über umfangreiche → *Markierungen* und → *Befeuerungen*. In Abhängigkeit von der → *Entscheidungshöhe* und den minimalen Sichtbedingungen (→ *RVR*), bei denen noch Flugzeuge starten und landen können, unterscheidet man die Kategorien → *CAT* I, CAT II, CAT IIIa, CAT IIIb und CAT IIIc.

Preboarding
→ *Boarding.*

Pre-Flight Check
→ *Wartung.*

Pre Take-Off Check
→ *Flugvorbereitung.*

Pressluft
Ganz allgemein die Bezeichnung für Luft in einem geschlossenen System, das dort unter höherem Druck steht als die das System umgebende Luft. Druckluft wird in einem Flugzeug am Boden durch die bordeigene Auxiliary Power Unit (→ *APU*) oder eine unterstützende Ground Power Unit (→ *GPU*) oder früher durch Air Starter Units (→ *ASU*) erzeugt. Sie wird bei größeren Flugzeugen durch ein Druckluftsystem verteilt und z. B. für die Klimaanlage oder zum Anlassen der Triebwerke verwendet, nur bei kleineren Flugzeugen gibt es Varianten, bei denen Elektromotoren das Triebwerk starten.
Der Pressluftstarter sitzt beim Triebwerk am Nebenaggregategetriebe und treibt durch die Expansion der eingeleiteten Pressluft die Hochdruckwelle des Triebwerks an, wodurch dann auch die Niederdruckwelle anfängt mitzulaufen und Luft in das Triebwerk einzusaugen. Bei einer bestimmten Drehzahl (z. B. 45 % der max. Drehzahl beim CF6–80C3) wird der Starter durch eine Fliehkraftkupplung vom Triebwerk abgekoppelt und abgeschaltet. Das Triebwerk läuft weiter auf seine Leerlaufdrehzahl (ca. 60 % der max. Drehzahl) hoch. Treibstoff wird bei diesem Hochlaufen ab ca. 15 bis 20 % der max. Drehzahl zugespritzt.
Bei mehreren Triebwerken wird nur das erste Triebwerk so gestartet, alle weiteren werden in einer bestimmten Reihenfolge mit Pressluft eines anderen, zuvor gestarteten Triebwerks gestartet.
Während des Fluges wird Pressluft den laufenden Triebwerken mit bis zu 30 PSI und 200 Grad aus Mittel- und Hochdruckstufe entnommen. Hierbei spricht man jedoch eher von Zapfluft, auch wenn es sich um Luft unter Überdruck handelt. Diese heiße Luft wird über Vorkühler geführt und in zwei Kühlern (genannt Klimapacks oder auch nur Packs) auf im Schnitt 14 Grad heruntergekühlt. Die kalte Luft wird in einer mit Kabinenluft gemischt und durch den nachgeschalteten Wärmetauscher mittels heißer Luft auf die gewünschte Klimatemperatur zur Klimatisierung der Kabine gebracht.

Pressluftstarter
Auch Druckluftstarter oder international Airstarter genannt.
→ *Pressluft.*

Primärradar
Engl.: Primary Radar. Bezeichnung für ein → *Radar*, das ein elektromagnetisches Signal aussendet und dessen Reflexion an einem Gegenstand (z. B. Flugzeug) erfasst. Im Gegensatz zum → *Sekundärradar* beantwortet das Flugzeug also nicht aktiv das Radarsignal; daher wird das Primärradar auch als passives Radarsystem bezeichnet. Beispiele für Primärradar in der → *Luftverkehrskontrolle* sind das → *Flughafen-Rundsichtradar* und das → *Mittelbereich-Rundsichtradar*.

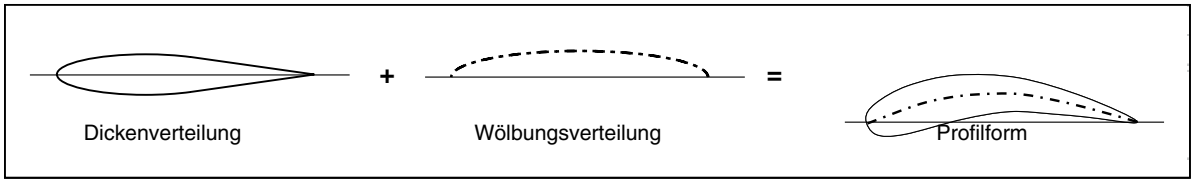
Primary Flight Display
→ *PFD*.

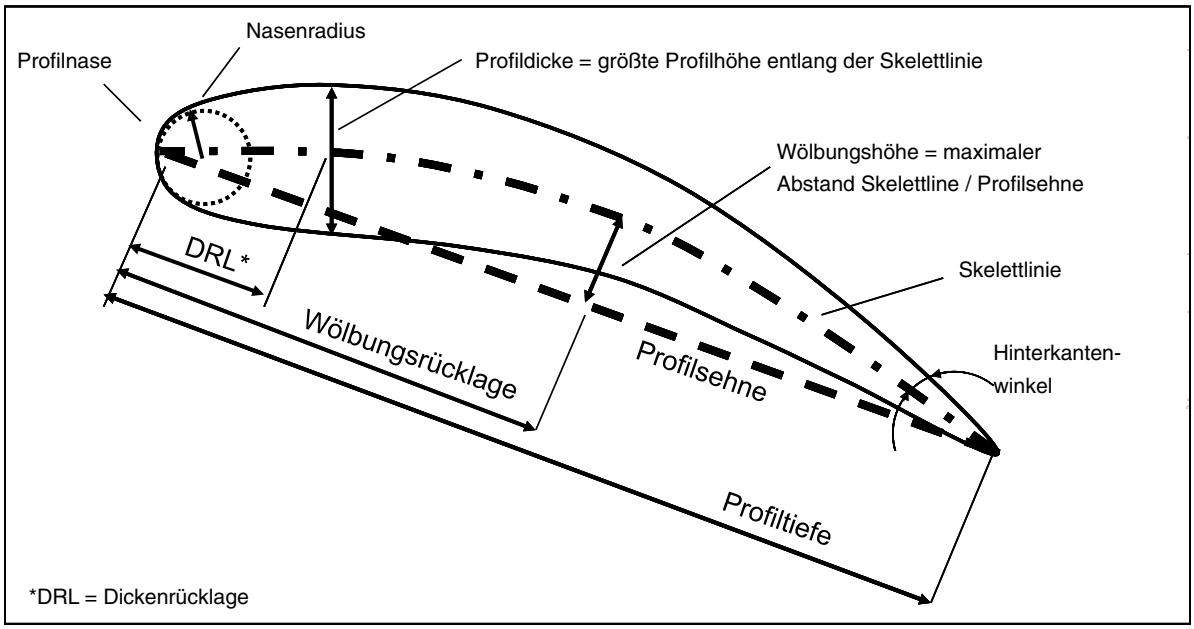
Primer
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Er bezeichnet die erste Lackierung, die Metallteile der Außenhaut (→ *Beplankung*) aus Schutzgründen während der Montage anhaftet. Bei → *Airbus* ist sie z. B. lindgrün. Auf den Primer wird eine weitere Zwischenlackschicht und dann erst die Oberflächenlackierung inklusive → *Livery* aufgetragen.

Privatpilotenlizenz
Abgekürzt mit → *PPL*.

PRM
Abkürzung für Passenger Revenue Miles.
→ *Passagierkilometer.*

Profil
Bezeichnung für die geometrische Form der Querschnitte eines → *Tragflügels* entlang seiner → *Spannweite*.
In den meisten Fällen ändert sich das Profil entlang der Spannweite. Formgebend für das Profil aus konstruktiver Sicht sind die → *Rippen*. Das Profil hat wesentlichen Einfluss auf den → *Auftrieb* und → *Widerstand* des Tragflügels; wichtige Parameter sind dabei die → *Profildicke* und die → *Wölbung* des Profils (beschrieben z. B. durch → *Skelettlinie*, → *Profilsehne*, → *Profiltiefe*, → *Profilhöhe*, → *Dickenverhältnis*, → *Wölbungshöhe*, → *Dickenrücklage* und → *Wölbungsrücklage*) sowie der → *Nasenradius* und der → *Hinterkantenwinkel*. Gängige Profile für Verkehrsflugzeuge erreichen → *Auftriebsbeiwerte* zwischen 1,2 und 1,6 mit → *Anstellwinkeln* bis ca. 15°. Größere Auftriebsbeiwerte und Anstellwinkel erfordern den Einsatz von → *Klappen*.





Profilgeometrie

Profile, die symmetrisch zu ihrer Profilsehne sind, erzeugen nur mit einem Anstellwinkel einen Auftrieb. Beispiele dafür sind die ebene Platte, das Ellipsenprofil, oder das für den → *Überschallflug* geeignete Doppelkeilprofil. Gewölbte Profile erzeugen dagegen auch ohne Anstellwinkel einen Auftrieb (Nullauftrieb). Die Wahl des Profils richtet sich nach den Anforderungen, die an das Flugzeug gerichtet werden. Transportflugzeuge z. B. benötigen Profile, die auch bei geringeren → *Fluggeschwindigkeiten* einen hohen Auftrieb erzeugen. Deshalb werde hier meist Profile mit großer Wölbung und großem Dickenverhältnis bevorzugt. Bei Überschallflugzeugen ist dagegen ein geringes Dickenverhältnis zur Verringerung des → *Wellenwiderstands* wichtig. Beim → *adaptiven Flügel* wird das Profil an die jeweilige Flugsituation angepasst.
→ *Profilsystematiken* unterstützen die systematische Erfassung und Untersuchung von Profilen.

Profildicke
Bezeichnung für die größte → *Profilhöhe* eines → *Profils* entlang seiner → *Skelettlinie*.
Die Profildicke hat einen wesentlichen Einfluss auf den → *Profilwiderstand* beim Flug im hohen Unterschallbereich. Eine höhere Profildicke führt zu höheren Strömungsgeschwindigkeiten an der Profiloberfläche. Bei Annäherung an die → *Schallgeschwindigkeit* kommt es daher schneller zu lokalen Überschallgeschwindigkeiten, die eine → *abgelöste Strömung* und damit einen starken Anstieg des → *Widerstandes* zur Folge haben.

Profilhöhe
Bezeichnung für die Höhe eines → *Profils* entlang seiner → *Skelettlinie*. Die Profilhöhe ist die an der Vorderkante des Profils gerade Null, steigt dann bis zu einem Maximalwert an, nimmt wider ab und erreicht an der Hinterkante wieder den Wert Null. Die größte Profilhöhe entlang der Skelettlinie ist die → *Profildicke*.

Profilnase
Bezeichnung für die Form der Vorderkante eines → *Profils*. Die Profilnase kann z. B. als abgerundete Kante mit einem → *Nasenradius* ausgeführt werden.

Profilpolare
→ *Widerstandspolare*

Profilsehne
Engl.: Chord Line. Bezeichnung für die gedachte Verbindungslinie zwischen Vorderkante und Hinterkante eines → *Profils*. Sie ist die Bezugslinie für die Bestimmung des → *Anstellwinkels*.

Profilsystematik
Bezeichnung für Gruppen von → *Profilen*, die systematisch entwickelt, untersucht und kategorisiert werden.
Eine frühe Profilfamilie war die Göttinger Profilsystematik, die in den 20er Jahren aus Versuchsreihen mit Joukowsky-Profilen hervorging. Bei diesen Profilen ist die → *Skelettlinie* ein Kreisbogen, und der → *Hinterkantenwinkel* wird zu Null. Jedes

Profil der Familie wird durch sein → *Dickenverhältnis* und sein → *Wölbungsverhältnis* beschrieben. Die Profile der Göttinger Profilsystematik wurden aufsteigend in der Reihenfolge ihrer Untersuchung nummeriert.
Im Modellbau und im Segelflugzeugbau haben die Eppler-Profile von Professor Eppler eine große Bedeutung erlangt. Die Profile sind hierbei in der Reihenfolge ihrer Entwicklung nummeriert. Eine weitere Profilsystematik, die ebenfalls im Segelflug- und Modellbau von Bedeutung ist, sind die → *Laminarprofile* von Franz Xaver Wortmann (Wortmann-Profile oder Fx-Profile), die sehr gute Eigenschaften im Langsamflug aufweisen.
Die vielleicht wichtigste Profilsystematik ist die der → *NACA-Profile*; Bezeichnung und Geometrie der Profile stehen dabei in direkter Verbindung.

Profiltiefe
Bezeichnung für die größte Ausdehnung eines → *Profils* entlang seiner → *Profilsehne*.

Profilwiderstand
Auch Formwiderstand oder international Profile Drag genannt. Bezeichnung für eine Komponente des → *Widerstands*.
Strömende Luft ist mit Zähigkeit und Reibung behaftet. Daher entstehen bei der Bewegung eines Flugzeuges durch die Luft Reibungskräfte, die sich als Widerstand, eben dem Profilwiderstand, äußern. Diese Reibungskräfte können unterteilt werden in Komponenten, die parallel zur umströmten Oberfläche wirken – diese bilden den → *Reibungswiderstand* – und senkrechte Komponenten, die für den → *Druckwiderstand* verursachen.
Der Profilwiderstand eines → *Tragflügels* wird besonders durch die Strömungsverhältnisse in der → *Grenzschicht* beeinflusst. Dabei ist der Widerstand einer → *turbulenten Strömung* höher als der einer → *laminaren Strömung*, aber geringer als der einer → *abgelösten Strömung*. Durch Beeinflussung der Grenzschicht kann der Profilwiderstand verringert werden.

Propeller
Von lat. propellere = wegstoßen. In der Luftfahrt früher auch als Luftschraube bezeichnet, um den Unterschied zu einer Schiffsantriebsschraube deutlich zu machen. Im Allgemeinen werden Propeller zur Übertragung von → *Kräften* und Leistung von einem festen Körper an ein Strömungsmedium eingesetzt. Im Rahmen der Luftfahrt ist das Strömungsmedium die Umgebungsluft. Sie wird durch der Flugzeugpropeller, der ein bestimmtes → *Profil* aufweist und von einem geeigneten Motor über eine Welle angetrieben wird, angesaugt und entgegen der Bewegungsrichtung des Flugzeugs beschleunigt. Durch wird nach dem Rückstoßprinzip der zum → *Vortrieb* benötigte → *Schub* erzeugt.
Der Propeller kann dabei als Zug- bzw. Schubpropeller (Anbringung vor dem → *Triebwerk* an der Spitze des Flugzeugs oder an den → *Tragflügeln*) oder als Druckpropeller (Anbringung typischerweise am → *Heck* hinter dem Triebwerk) ausgeführt sein.
Die einzelnen Blätter eines Propellers sind in ihren Charakteristika (Abmessungen, Materialien etc.) identisch. Das Blatt ähnelt im Profil einem Tragflügel, damit es aerodynamische Eigenschaften hat. Ferner ist es über die Länge in sich verdreht, man spricht davon, dass es geschränkt ist. Die Schränkung führt dazu, dass das Blatt über seine gesamte Länge bei gleicher Umfangsgeschwindigkeit eine gleiche Vortriebskraft erzeugt.
Bei Flugzeugen wurden Propeller zunächst als Antrieb in Verbindung mit einem → *Kolbenmotor*, später in → *Propeller-Turbinenluftstrahltriebwerken* (PTL) eingesetzt. Aufgrund der mäßigen Beschleunigung der Umgebungsluft erzielen Propeller bei niedrigen → *Fluggeschwindigkeiten* einen sehr guten → *Vortriebswirkungsgrad*. Von Nachteil ist jedoch, dass bei Fluggeschwindigkeiten um ca. → Mach 0,6 lokal Überschallgeschwindigkeiten auftreten, die zu starken Verlusten führen. Daher versucht man bei modernen → *Propfan-Triebwerken* durch eine besondere Propellergeometrie den Einsatzbereich bis auf ca. Mach 0,8 auszuweiten.
Sind Propeller mit einer festen Blattsteigung versehen so spricht man von einem Festpropeller (Fixed-Pitch Propeller); sie waren die ersten Propeller und sind bis heute bei einfachen Sportflugzeugen noch verbreitet.
In den 30er Jahren führte die zunehmende Geschwindigkeitsspanne bei Flugzeugen dazu, dass der Festpropeller nicht mehr in allen → *Flugzuständen* eine optimale Leistung entfalten konnte. Daher entwickelte man den Verstellpropeller, bei dem die Blattsteigung zunächst nur im Stillstand am Boden verändert werden konnte. Diese Lösung hatte jedoch enge Grenzen, da sie nur eine Anpassung an den Startplatz mit seinen charakteristischen Windverhältnissen oder den Beladungszustand erlaubte. Die nächste Entwicklungsstufe war daher der auch im Flug verstellbare Propeller, mit dem es gelang, während des → *Starts* und auch beim → *Reiseflug* annähernd optimale Bedingungen zu schaffen. Die Verstellung kann dabei automatische oder manuelle, sowie stufenlos oder in bestimmten Stufen erfolgen.
Die fortschrittlichste Variante des Verstellpropellers ist der → *Constant-Speed-Propeller* (Festdrehzahlpropeller), dessen Blattsteigung automatisch so eingestellt wird, dass sich eine konstante Umdrehungszahl im Flug auch bei Änderung der Wellenleistung einstellt. Dies hat den Vorteil, dass bei Bedarf sofort die volle Motorleistung zur Verfügung steht, ohne dass erst Massen beschleunigt werden müssen. Auch ist eine → *Schubumkehr* möglich. Bei Ausfall eines Antriebs werden die Blätter in eine Segelstellung gefahren, um den → *Luftwiderstand* des Propellers gering zu halten.
Als gegenläufige Propeller bezeichnet man eine paarweise Anordnung von zwei oder mehr Propellern, die jeweils gegenläufig rotieren, so dass sich die entstehenden → *Momente* aufheben.
Die → *Auftrieb* (und nicht Vortrieb) erzeugenden Propeller eines → *Hubschraubers* nennt man → *Rotor*.

Propellerkreis
Bezeichnung für die kreisförmige Fläche, die ein → *Propeller* bei seiner Rotation durchfährt.

Propeller-Turbinenluftstrahltriebwerk
Abgekürzt PTL, auch Turboprop-Triebwerk; engl.: Turboprop. Bezeichnung für → *Triebwerke*, bei denen ein → *Propeller* über ein Getriebe von einem → *Turbinenluftstrahltriebwerk* (TL-Triebwerk) angetrieben wird.
PTL verbinden die Vorteile des Propellers mit denen des TL-Triebwerks, und erreichen dadurch besonders hohe → *Vortriebswirkungsgrade* von ca. 0,8. Kern des PTL ist ein klassisches TL-Triebwerk, das eine höhere Leistungsdichte und Laufruhe als der → *Kolbenmotor* besitzt. Der größte Teil des → *Vortriebs* wird durch einen Propeller erzeugt; dieser beschleunigt die Umgebungsluft deutlich geringer als das TL-Triebwerk und erreicht dadurch einen höheren Vortriebswirkungsgrad. In Abhängigkeit von der Leistungsentnahme durch die → *Turbine* trägt der Abgasstrahl zum Teil oder überhaupt nicht zum Vortrieb bei. Im letzteren Fall spricht man auch von einem Wel-

lenleistungs-Triebwerk. Das optimale Verhältnis zwischen Propeller- und Schubstrahl wird unter anderem von der Fluggeschwindigkeit bestimmt, da mit zunehmender Geschwindigkeit der Wirkungsgrad des Propellers ab-, der des Schubstrahls aber zunimmt.

Aufbau des PTL

Kern des PTL ist ein klassisches TL-Triebwerk, das in seiner einfachsten Ausführung nur mit einer Welle für die Verdichter- und die Turbinenstufen versehen ist. Von dieser Welle wird auch die Leistung für den Propeller abgegriffen, wobei die Drehzahl mittels eines Getriebes für den Propeller herabgesetzt werden muss.

Von Nachteil bei dieser Bauart ist, dass die Drehzahl als Kompromiss für alle Verdichter- und Turbinenstufen gewählt werden muss, und dass das Triebwerk nur bedingt an die unterschiedlichen → *Flugzustände* (z. B. → *Start*, → *Steigflug*, → *Reiseflug*) angepasst werden kann. Es ist daher Vorteilhafter, das PTL als Zweiwellen-Triebwerk auszuführen, wobei die erste Welle den Niederdruck-Verdichter, die Niederdruck-Turbine und (wiederum über ein Getriebe) den Propeller antreibt, während die zweite Welle für den Hochdruck-Verdichter und die Hochdruck-Turbine verwendet wird.

Einsatz des PTL

PTL wurden bereits kurz nach dem zweiten Weltkrieg, z. B. in der Vickers Viscount (Erstflug 16. Juli 1948), eingesetzt. Aufgrund ihres hohen Vortriebswirkungsgrads stellen die PTL auch heute den bevorzugten Antrieb für → *Regionalflugzeuge* wie die ATR 42 (Erstflug 16. August 1984) dar. Auch Frachtflugzeuge wie die Lockheed C-130 (Erstflug 23. August 1954) werden von PTL angetrieben. Bei Fluggeschwindigkeiten über Mach 0,6 kommt es am Propeller des PTL allerdings zu hohen Verlusten, so dass der Wirkungsgrad des PTL absinkt. Große Passagierflugzeuge, die typischerweise Fluggeschwindigkeiten um Mach 0,8 bis 0,9 erreichen, werden daher heute mit → *Zweistrom-Turbinenluftstrahltriebwerken* (ZTL) betrieben. Mit Hilfe der → *Propfan-Triebwerke* könnte es gelingen, das günstige Prinzip des PTL auf Fluggeschwindigkeiten um Mach 0,8 zu erweitern, und die ZTL abzulösen.

Property Irregularity Report

→ *PIR*.

Propfan-Triebwerk

Engl.: Prop-Fan. Bezeichnung für eine neue Generation von → *Triebwerken*, bei denen ein oder mehrere Kränze mit sichelförmigen Propellerblättern von einem → *Strahltriebwerk* angetrieben werden.

Propfan-Triebwerke stellen eine Weiterentwicklung der → *Propeller-Turbinenluftstrahltriebwerke* (PTL) dar und sollen eines Tages die heute bei großen Passagierflugzeugen eingesetzten → *Zweistrom-Turbinenluftstrahltriebwerke* (ZTL) ersetzen.

Heutige PTL erreichen → *Vortriebswirkungsgrade* um 0,85, gegenüber 0,7 bei den ZTL. Allerdings können die PTL aufgrund ihrer → *Propeller* nur bis → *Fluggeschwindigkeiten* von ca. → *Mach* 0,6 eingesetzt werden – zu wenig für große Passagierflugzeuge, die üblicherweise Reisegeschwindigkeiten von Mach 0,8 bis Mach 0,9 erreichen.

Bei den Propfan-Triebwerken übernimmt man das Prinzip des PTL, ersetzt aber den traditionellen Propeller durch kurze, sichelförmige Blätter, die verstellbar und nach hinten gepfeilt sind. Durch diese Bauform werden die Blätter robuster und können die großen Luftkräfte bei höheren Fluggeschwindigkeiten besser aufnehmen. Gleichzeitig wird das lokale Auftreten von Überschallströmungen zu höheren Fluggeschwindigkeiten verlegt, so dass Profan-Triebwerke bei Geschwindigkeiten bis Mach 0,8 eingesetzt werden können.

Propfan-Triebwerke wurden sowohl mit einem als auch mit mehreren Fan-Kränzen entwickelt; im letzteren Fall können die Kränze (und damit auch die → *Turbinen*) gleich- oder gegenläufig rotieren. Die Zahl der Blätter pro Kranz liegt bei acht bis zehn gegenüber den ca. 40 Schaufelblättern bei den ZTL. Analog zu traditionellen Propellern können Propfan-Triebwerke zudem als Zug- oder als Schubtriebwerke ausgeführt werden. Die Fans sind meist nicht ummantelt (Unducted Fans) und erreichen Durchmesser von zwei bis vier Metern. Das → *Nebenstromverhältnis* erreicht Werte zwischen 25 und 40.

Trotz ihres günstigeren Vortriebswirkungsgrades haben sich die Propfan-Triebwerke bis heute nicht gegen die ZTL durchsetzen können Dies liegt unter anderem an der hohen Lärmentwicklung bei Propfan-Triebwerken, und an Einbauschwierigkeiten aufgrund der großen Fan-Blätter. Ein weiteres Problem stellt die Skepsis der Flugreisenden vor propellerähnlichen Antrieben bei großen Flugzeugen dar. Ein Beispiel für ein Flugzeug, das mit Propfan-Triebwerken ausgerüstet wurde ist der Transporter Antonov AN70 (Erstflug 16. Dezember 1994).

Prototyp

Engl. Prototype. Bezeichnung für ein anfängliches bzw. vorläufiges Baumuster, das der Erprobung von Neu- oder Weiterentwicklungen von Flugzeugen, → *Triebwerken* und anderen Systemen dient. In der Regeln werden mehrere Prototypen entwickelt, die in jeweils unterschiedlichen → *Bodentests* und → *Flugerprobungen* z. B. für die → *Musterzulassung* eingesetzt werden.

Prototypen können unterschiedlich stark von den späteren, tatsächlichen Fluggeräten abweichen. Prototypen, die in Bodentests eingesetzt werden, müssen z. B. nicht voll flugfähig sein. Prototypen, die in ersten Flugversuchen eingesetzt werden, die noch nicht dem → *Route Proving* dienen, benötigen nur eine rudimentäre → *Kabine*, in der statt Sitzreihen, → *Galleys* etc. eine Vielzahl von Geräten zur Erfassung der zahlreiche Messgrößen während der Flugversuche montiert sind. Umgekehrt können Prototypen, in denen nur einzelne neue Komponenten oder Systeme (z. B. → *Winglets*) getestet werden, fast identisch mit bestehenden Baumustern oder den späteren → *Serienflugzeugen* sein.

Dabei ist immer zu beachten, dass Prototypen, die in der Flugerprobung eingesetzt werden, wie jedes andere Flugzeug eine Musterzulassung, eine → *Verkehrszulassung*, ein → *Lufttüchtigkeitszeugnis* (wobei die Anforderungen hierfür vereinfacht sein können) und eine Registrierung (→ *Eintragungszeichen*) benötigen. Weichen die Prototypen, mit denen die Tests für die Musterzulassung durchgeführt werden, von den späteren Serienflugzeugen ab, so muss nachgewiesen werden, dass die Testergebnisse für die Serienflugzeuge dennoch Gültigkeit haben; eventuell müssen sogar neue Tests durchgeführt werden. Diese Nachweise müssen außerdem von den → *Luftfahrtbehörden* abgenommen und in Zusätzen zur Musterzulassung dokumentiert werden.

PTA

Abk. für Prepaid Ticket Advice.

→ *Hinterlegung.*

PTL
Abk. für → *Propeller-Turbinenluftstrahltriebwerk.*

Pulk
Bezeichnung für lokale Anhäufungen von Luftfahrzeugen in → *Aufwinden*. Sie entstehen häufig bei Wettbewerben oder in der näheren Umgebung von → *Flugplätzen* und bei speziellen Wetterlagen wie z. B. der → *Blauthermik*, die insbes. Luftsportler anziehen.
Pulks sind aufgrund der erhöhten Wahrscheinlichkeit eines Zusammenstoßes gefährlich. Neue Wettbewerbsformen und zeitliche Staffelungen versuchen die Pulkbildung durch Entzerrung des Wettbewerbsfeldes zu reduzieren. Bei Einhaltung gewisser Grundregeln und Vorschriften (Abstand, Drehrichtung etc.) kann jedoch auch in großen, inhomogenen Pulks sicher geflogen werden.

Pulso-Strahltriebwerk
Auch Puls-Strahltriebwerk oder Pulsotriebwerk. Bezeichnung für ein → *Strahltriebwerk*, dem – im Gegensatz zum → *Staustrahl*- und zum → *Turbinenluftstrahltriebwerk* – kein kontinuierlicher, sondern ein pulsierender Prozess zugrunde liegt.
Kernelement des Pulso-Triebwerks ist das sog. Argus-Schmidt-Rohr. Durch federgespannte Einlassklappen wird Luft in das Rohr gesaugt, mit → *Kraftstoff* vermischt und verbrannt. Dabei kommt es zu einem Druckanstieg, der die Einlassklappen gegen die Federkraft schließt, während der Abgasstrahl nach hinten entweicht. Sobald der Druck im Rohr abgesunken ist werden die Einlassklappen durch die Federkraft wieder geöffnet, Umgebungsluft in das Rohr gesaugt, und der Prozess beginnt von vorne.
Das Pulso-Strahltriebwerk kam ab den 30er Jahren bis zum Ende des zweiten Weltkriegs vereinzelt in einigen Flugzeugen zum Einsatz. Die bekannteste Anwendung des Pulso-Triebwerks war die Flugbombe Fieseler Fi-103 (Erstflug 10. Dezember 1942), die auch unter der Bezeichnung V1 bekannt ist.

Punktlandung
Bezeichnung für eine → *Landung*, bei der der → *Aufsetzpunkt* sehr nahe am geplanten Aufsetzpunkt in der → *Aufsetzzone* liegt.

PUR
Abk. für Purser.
→ *Flugbegleiter.*

Purser, Purserette
→ *Flugbegleiter.*

Push-back
Von engl. push-back = zurückstoßen. Bezeichnung für das Manövrieren eines Flugzeugs aus seiner → *Parkposition* mit fremder Hilfe. Das Push-back ist Teil der → *Vorfelddienste* und kommt besonders bei Nose-in Parkpositionen zum Einsatz. Das Flugzeug wird dann meist derart positioniert, dass es nicht mehr kurven muss um auf den Taxiway zu gelangen.
Das Push-back kann z. B. von einem besonderen Triebwagen (Tow Tractor) durchgeführt werden, der über eine Stange (Tow Bar) mit dem Bugfahrwerk (→ *Fahrwerk*) des Flugzeugs verbunden ist. Dabei sollte das Fahrzeug über eine ausreichende Leistung verfügen um das Flugzeug so zügig über das → *Vorfeld* und die → *Rollwege* zu bewegen, dass der übrige Flugzeugverkehr nicht behindert wird. Heute sind Geschwindigkeiten zwischen 20 km/h und 50 km/h üblich.
Eine neuere Entwicklung für das Push-back sind Fahrzeuge, die ohne Tow Bar auskommen. Diese Fahrzeuge bocken i. d. R. das → *Bugfahrwerk* auf und ziehen oder schieben das Flugzeug dann aus seiner Parkposition. Alternativ dockt das Fahrzeug an das → *Hauptfahrwerk* an, und treibt dessen Räder mit Hilfe von profilierten Reifen an.
Eine prinzipiell andere Variante des Push-back besteht darin, das Flugzeug über eine Mechanik, die in das Vorfeld eingebaut ist, aus der Parkposition zu ziehen.

PVASI
Abk. für Pulsating Visual Approach Slope Indicator System.
Eine besondere Ausführung des → *VASI*.

Pyjama Bomber
Auch Red-Eye-Flight genannt (von den roten Augen bei frühem Aufstehen). Scherzhafter Jargon unter Vielfliegern für sehr frühe Abflüge von Kurzstreckenflügen bis ca. 7:30 Uhr, damit insbesondere Geschäftsreisende den ganzen Tag noch am Zielort nutzen können. Derartige Flüge verbinden in der Regel die Wirtschaftszentren und zeichnen sich durch hochgradige Nutzung durch vielfliegende Geschäftsleute aus.

Pylon
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Er bezeichnet ganz allgemein am → *Rumpf* (dann Rumpfpylon genannt) oder dem → *Tragflügel* (dann Flügelpylon genannt) montierte Aufhängungen für Zusatzausstattung des Flugzeugs. Pylone sind derart gestaltet, dass sie sowohl eine mechanische Funktion erfüllen (Aufhängung der Zusatzausstattung und mechanische Verbindung mit Rumpf oder Flügel, Schwingungsdämpfung), als auch eine Versorgungsfunktion haben (Anschlüsse für elektrische und hydraulische Versorgungsleitungen oder andere Versorgungsstoffe etc.).
Verkehrsflugzeuge haben eine niedrige Zahl von Pylonen an den Tragflügeln oder am hinteren Rumpfende. Sie dienen üblicherweise der Aufhängung der → *Triebwerke* und werden dann auch Triebwerkspylon genannt.
Militärflugzeuge haben je nach Konstruktion ebenfalls Pylone für Triebwerke, aber auch eine hohe Zahl von Pylonen am Rumpf oder den Tragflügeln für die Aufhängung von Waffen oder Aufklärungsgeräte (Kameras, elektronische Sensoren). In diesem Zusammenhang werden Pylone dann auch Außenlaststation oder Flügelstation genannt und sind üblicherweise nicht aerodynamisch verkleidet. Ferner können Militärflugzeuge einige wenige Pylone am Flügel oder unter dem Rumpf für (u. U. abwerfbare) Zusatztanks haben.

Q

Q-Code
Auch Q-Gruppen oder Q-Schlüssel genannt. Bezeichnung für einen abkürzenden Code zur effizienten Kommunikation standardisierter Informationen und Abfragen über Funkverbindungen.
Ursprünglich wurde der Code für die Morsetelegrafie entwickelt, doch verbreitete der Code sich auch in andere Medien wie etwa den Sprechfunk beim Amateurfunk oder in den Flugfunk. Dort wird er immer noch dann und wann verwendet.
Der Q-Code basiert auf der Zuordnung von Buchstabengruppen aus drei Buchstaben (beginnend mit Q), genannt Schlüssel, zu Standardfloskeln.
Die offizielle Bedeutung der Q-Gruppen und ihre Verwendung unterscheiden sich jedoch teilweise stark, d. h. im Amateurfunk oder Flugfunk kann die gleiche Q-Gruppe unterschiedliche Bedeutung haben.
Die heute üblichen Q-Codes wurden 1912 von der International Radiotelegraph Convention eingeführt und im Laufe der Zeit auf über 250 Schlüssel erweitert. Die meisten Q-Codes haben eine Frage- und eine Antwort- oder Meldungsform.
Die → *ICAO* hat die Schlüssel QAA bis QNZ für Verwendung im Flugfunkdienst festgelegt. Beispiele sind:
- QFE: Luftdruck am Ort und auf Höhe eines Flughafens (z. B. QFE 990)
- QFU: Eine Landebahn ist aktuell belegt (z. B. QFU 18 = Landbahn 18 ist für die Landung eines anfliegenden Flugzeugs nicht verfügbar, da sie aktuell belegt ist)
- QNE: Luftdruck auf Meereshöhe, angegeben in internationalen Atmosphären
- QNH: Luftdruck auf mittlerer Meereshöhe

QFE-Einstellung
Besonders bei → *Segelflugzeugen* verwendete → *Höhenmesser-Einstellung* des → *barometrischen Höhenmessers* zur Umrechnung des gemessenen Luftdrucks in eine → *Höhe über Grund*.
Bei der QFE-Einstellung wird der Höhenmesser vor dem Start am Flugplatz auf Null abgeglichen. Im Flug wird der gemessene Staudruck dann in (barometrische) → *Höhen über Grund* umgerechnet. Dies unterscheidet die QFE-Einstellung von der → *QNH-Einstellung* und der → *QNE-Einstellung*, bei der die → *Höhe über Normalnull* angezeigt wird. Die QFE-Einstellung wird daher besonders in Flugplatznähe eingesetzt.

QNE-Einstellung
Auch Standard-Einstellung genannt. Bezeichnung für eine → *Höhenmessereinstellung* am → *barometrischen Höhenmesser*, die bestimmt wie der gemessene Luftdruck in eine → *Höhe über Normalnull* umgerechnet wird.
Bei der QNE-Einstellung erfolgt die Umrechnung vom gemessenen Druck in die Flughöhe fest über die → *Standardatmosphäre*, d. h. es wird angenommen, dass die wahre Atmosphäre permanent exakt der theoretischen Standardatmosphäre entspricht (z. B. wird damit für → *Normalnull* der Standarddruck von 1.013,25 mb angenommen). Die in QNE-Einstellung angezeigte Höhe wird auch als → *Druckhöhe* bezeichnet.
Die QNE-Einstellung ist besonders im → *Reiseflug* zur Koordinierung des → *Luftraums* geeignet, da alle Flugzeuge in der Umgebung dem gleichen methodischen Fehler bei der Umrechnung von statischem Druck in Flughöhe unterliegen.
Die QNE-Einstellung wird daher bei Flügen im → *kontrollierten Luftraum* über 5.000 Fuß eingesetzt. Die Flughöhen werden dann als → *Flugflächen* (Flight Levels, FL) angegeben. Die Flugfläche 65 entspricht z. B. einer Flughöhe, bei der die wirkliche Atmosphäre einen Druck aufweist, der in der Standardatmosphäre bei 6.500 Fuß auftritt.
Im Streckenflug führt das Fliegen in QNE-Einstellung allerdings dazu, dass das Flugzeug nicht auf konstanter Flughöhe verbleibt, da sich die Druckverteilung über die Höhe der Atmosphäre z. B. infolge von Wettereinflüssen schwankt.

QNH-Einstellung
Bezeichnung für die → *Höhenmesser-Einstellung* am → *barometrischen Höhenmesser* die bestimmt, wie der gemessene Luftdruck in eine → *Höhe über Normalnull* umgerechnet wird.
Bei der QNH-Einstellung wird die zur Umrechnung des gemessenen Drucks in die Flughöhe verwendete → *Standardatmosphäre* über den am Flugplatz herrschenden Druck kalibriert. Dazu wird zunächst der aktuelle Druck auf Flugplatzhöhe gemessen. Da die Höhe des Flugplatzes bekannt ist, kann daraus der theoretisch wirkende Druck auf → *Normalnull* berechnet werden. Dieser Druck ist dann die Grundlage für die Umrechnung des gemessenen Drucks in die am Höhenmesser angezeigte Flughöhe.
Die QNH-Einstellung wird in Flugplatznähe gewählt, da sie hier eine präzisere Grundlage für die Berechnung des Abstands zum Boden bildet als z. B. die → *QNE-Einstellung*. In der QNH-Einstellung zeigt der Höhenmesser am Flugplatz gerade die Höhe des Flugplatzes über Normalnull an.

Quality Log Book
→ *Abnahme*.

Quasistationärer Flugzustand
Bezeichnet in der → *Flugmechanik* einen → *Flugzustand*, bei dem die resultierende Kraft aller → *Kräfte* und → *Momente* am Flugzeug vernachlässigbar klein, aber nicht identisch Null ist. In diesem Fall erfährt das Flugzeug eine kleine, für einfache Berechnungen aber vernachlässigbare Beschleunigung. Beispiele für quasistationäre Flugzustände sind der → *Steigflug*, der → *Sinkflug*, und der → *Gleitflug* mit jeweils kleinen → *Bahnwinkeln*.

Quecksilberbarometer
→ *Barometer*.

Quellwolke
→ *Kumulus*.

Querachse
Auch Nickachse, engl.: Lateral Axis genannt. Bezeichnung für eine der drei flugzeugfesten Achsen im dreidimensionalen Raum; die beiden anderen Achsen sind die → *Hochachse* und die → *Längsachse*. Gleichzeitig ist die Querachse eine der drei Achsen des → *flugzeugfesten Koordinatensystems*.
Die Querachse verläuft als gedachte horizontale Linie von der Spitze des linken → *Tragflügels* durch den Rumpf (genauer gesagt durch den → *Schwerpunkt* des Flugzeugs) zur Spitze des rechten Tragflügels. Die geometrische Form des Flügels ist dabei unerheblich.
Drehbewegungen um die Querachse werden → *Nicken* genannt, sie verändern die → *Längsneigung* und können über die → *Höhenruder* kontrolliert werden.

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_17, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

Queranflug
→ *Platzrunde*.

Querbahn
→ *Start- und Landebahn.*

Querkraft
Bezeichnung für jene Komponente der → *resultierenden aerodynamischen Kraft*, die senkrecht zum → *Auftrieb* und → *Widerstand* wirkt. Querkräfte entstehen z. B. beim Ausschlag des → *Seitenruders* oder beim Auftreten von Seitenwind.

Querneigung
Auch als Rollwinkel oder Hängewinkel (engl.: Bank Angle) bezeichnet. Die Querneigung gibt die Drehung des Flugzeugs um seine → *Längsachse* an.
Die Querneigung ist der Winkel der → *Querachse* gegenüber dem Horizont. Hierbei wird der Horizont als gerade Linie idealisiert. Vereinfacht gesagt beschreibt die Querneigung also die Auslenkung der → *Tragflügel* nach oben oder unten aus der Horizontalebene.
Die Querneigung wird mit Hilfe der → *Querruder* gesteuert. Ein Verändern der Querneigung entspricht einer Bewegung des Flugzeugs um die → *Längsachse* und damit einem → *Rollen*.
→ *Flugzeugfestes Koordinatensystem*.

Querneigungsmesser
Bezeichnung für ein sehr einfaches Instrument, das dem Piloten nach dem Prinzip einer Wasserwaage eine → *Querneigung* nach links oder rechts anzeigt.
Bei Flugzeugen, die über keinen → *Wendeanzeiger* verfügen sollte zumindest ein Querneigungsmesser vorhanden sein. Querneigungsmesser werden oft in Segelflugzeugen oder → *Ultraleichtflugzeugen* eingesetzt.

Querruder
Engl.: Ailerons. Bezeichnung für die → *Ruder*, mit denen das → *Rollen* des Flugzeugs, also die Bewegung um die → *Längsachse*, gesteuert wird.
Die Querruder werden als rechteckige Klappen ausgeführt und liegen in der Regel an der rechten und linken Flügelspitze des → *Tragflügels*. Sie sind dabei aber nicht mit den → *Klappen* im eigentlichen Sinn zu verwechseln. Die Querruder werden vom → *Piloten* über den → *Steuerknüppel* angesteuert. Zum Einleiten einer Rollbewegung werden linkes und rechtes Querruder zeitgleich, aber entgegengesetzt ausgeschlagen. Dadurch erhöhen sich an einem Flügel → *Wölbung* und → *Auftrieb*, am anderen verringern sie sich. Die unsymmetrische Auftriebsverteilung führt dann zum Rollen des Flugzeugs.
Die Wirkung des Querruders kann durch einen einseitigen Ausschlag von → *Bremsklappen* unterstützt werden. Dazu wird am Flügel mit nach oben ausgeschlagenem Querruder zusätzlich die Bremsklappe ausgefahren. Der Auftrieb bricht an dieser Stelle lokal zusammen und vergrößert so die Auftriebsdifferenz zwischen linkem und rechtem Flügel.
Bei → *Deltaflüglern* ohne → *Höhenflosse* kann auch die Funktion des → *Höhenruders* in die Querruder integriert werden; in diesem Fall spricht man von einem → *Elevon*. Bei symmetrischem Ausschlag wirken die Elevons dann wie ein Höhenruder, bei unsymmetrischem Ausschlag wie ein Querruder. Umgekehrt kann das Höhenruder durch gegensinnigen Ausschlag das Querruder in seiner Funktion unterstützen; in diesem Fall spricht man von einem → *Taileron*. Dieses Prinzip wird besonders bei Flugzeugen im → *Überschallflug* angewendet.
Bei Querrudern kann es im → *überzogenen Flugzustand* oder in Folge der → *Aeroelastizität* des Tragflügels zur sog. → *Ruderumkehrwirkung* kommen.

Querruderumkehrwirkung
→ *Ruderumkehrwirkung*.

Querstabilität
Bezeichnung für die → *Stabilität* des Flugzeugs um seine → *Längsachse*. Sie wird im Wesentlichen durch die aerodynamischen Eigenschaften des → *Tragflügels* erreicht. Eine → *V-Stellung* der Flügel wirkt sich z. B. positiv auf die Querstabilität aus.

R

RAA
Abk. für Regional Airlines Association.
Bezeichnung für einen 1975 noch als Commuter Airline Association of America gegründeten Interessenverband der Regionalfluglinien in den USA und der entsprechenden Zulieferindustrie. Sitz der RAA ist Washington DC.
→ *http://www.raa.org/*

Radar
Abk. für Radio Detecting and Ranging.
In Deutschland zunächst auch bis zum Ende des 2. Weltkriegs bzw. danach noch beim Militär Funkmesstechnik oder Funktastsinn genannt. Bezeichnung für die technische Nutzung des gezielten Aussendens von gerichteten elektromagnetischen Wellen und deren Empfang zur Erkenntnisgewinnung über entfernte Objekte aufgrund des von diesen anvisierten Objekten reflektierten und durch den Sender wieder empfangenen Anteils der gesendeten Wellen (Echo).
Die Erkenntnisgewinnung umfasst die Positionsbestimmung und/oder Entfernungsmessung bzw. Davon abgeleitet auch die Geschwindigkeitsmessung und Kursbestimmung. Das Messergebnis wird aufbereitet und als optisches Signal auf einem Radarschirm (z. B. → *DBRITE*, → *RADS*, → *ARTS*) zur Verfügung gestellt.
Heute werden Radarsysteme in vielen Bereichen der Luftfahrt eingesetzt. Dabei unterscheidet man prinzipiell zwischen → *Primärradar* und → *Sekundärradar* (Secondary Surveillance Radar, SSR). Mit einem Primärradar kann lediglich die Position eines Flugzeugs in der Ebene, ohne Informationen zur → *Flughöhe*, dargestellt werden. Beim Sekundärradar dagegen löst das Radarsignal der Bodenstation ein Antwortsignal des → *Transponders* im Flugzeug aus; über dieses Antwortsignal können dann eine Reihe von Informationen wie → *Rufzeichen* und Flughöhe des Flugzeugs an die Bodenstation übermittelt werden.
In der → *Flugverkehrskontrolle* kommen Radarsysteme vorwiegend als → *Rundsichtradar* (Surveillance Radar Equipment, SRE) zur Beobachtung von Flugzeugen in der Luft vor. Dabei unterscheidet man zwischen dem → *Mittelbereich-Rundsichtradar* (Air-Route Surveillance Radar, ARSR) für die → *Bezirkskontrolle*, und dem → *Flughafen-Rundsichtradar* (Airport Surveillance Radar, ASR) für die → *Anflug*- und → *Platzkontrolle*. Auf diesen Systemen basieren auch das bodengestützte Kollisionswarnsystem → *STCA* und das bodengestützte Sicherheitshöhen-Warnsystem → *MSAW*. Zur Unterstützung der Landung werden bodengestützte → *PRM* und → *PAR* Systeme eingesetzt.
Für die → *Roll*- und → *Vorfeldkontrolle* wurde das → *Rollfeld-Überwachungsradar* (auch Bodenradar bzw. → *SMR*, → *ASDE* oder → *ASMI*) entwickelt. Es erfasst neben rollenden und ruhenden Flugzeugen auch Gebäude, Fahrzeuge und andere Hindernisse. An Bord des Flugzeugs werden Radar-Systeme z. B. zur Messung der → *Flughöhe* (→ *Radarhöhenmesser*), in Kollisions- (→ *ACAS*, → *TCAS*) und in Bodenabstands-Warnsystemen (→ *GPWS*) eingesetzt. Wetterradar-Systeme werden sowohl an Bord des Flugzeugs installiert als auch in Bodenstationen betrieben.

Entwicklung
Die Radargrundlagen legten verschiedene Forscher, die sich mit dem Phänomen des Funk, also der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen, beschäftigten. Die Amerikaner A. H. Taylor und L. C. Young entdeckten 1922, dass sich bewegende Schiffe Radiowellen reflektieren und das Echo aufgefangen werden kann.
Sinnvoll einsetzbare Radarsysteme wurden in einem Wettlauf um die jeweils bessere Technik zunächst für militärische Zwecke ab 1934 in GB (dort vom schottischen Physiker und wissenschaftlichen Berater der Royal Air Force Sir Robert Alexander Watson-Watt (* 1892, † 1937) und in Deutschland entwickelt. Die erste großflächige Anwendung von Radar erfolgte während des Zweiten Weltkriegs schließlich in Großbritannien. Dort wurden zahlreiche Radarantennen entlang der Küste installiert, mit deren Hilfe der Luftraum überwacht und angreifende Flugzeuge frühzeitig erkannt werden konnten.
In den USA wurde das Kürzel Radar geprägt. Es war zunächst bei der dortigen Marine der Codename für die Entwicklung entsprechender Geräte und sollte für „Radio Aircraft Detecting and Ranging" stehen. Nachdem es offensichtlich war, dass man nicht nur Flugzeuge damit orten konnte, ließ man das Aircraft weg.

Radarhöhe
Die durch → *Radar* oder einen → *Radarhöhenmesser* bestimmte Höhe eines Luftfahrzeugs. Sie ist der tatsächliche vertikale Abstand des Flugzeug zum Boden bzw. zur Wasseroberfläche.

Radarhöhenmesser
Messung der Höhe (→ *Radarhöhe*) eines Flugzeugs durch → *Radar* bzw. einen Radarhöhenmesser.
Im Gegensatz zur → *barometrischen Höhenmessung* wird bei der Radarhöhenmessung nicht die → *Höhe über Normalnull*, sondern die → *Höhe über Grund*, also der vertikale Abstand des Flugzeugs von der Erdoberfläche, gemessen. Die Flughöhe wird dabei aus der Laufzeit eines ausgesendeten, am Boden (oder an einer Wasseroberfläche) reflektierten und wieder aufgefangenen Radarimpulses bestimmt. Die Messung erreicht eine Genauigkeit von ca. 1 m in Bodennähe bzw. 2 % in größeren Höhen. Da der Radarhöhenmesser fest in das Flugzeug eingebaut ist, bewirkt ein → *Rollwinkel* einen Messfehler, der entsprechend kompensiert werden muss.

Radarlotse
Engl.: Executive-Lotse oder nur kurz Executive.
→ *Center-Lotse*.

Radarsondenbeobachtung
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Es handelt sich um ein Verfahren der Wetterbeobachtung, bei der → *Winde* bestimmt werden. Hierbei wird ein Ziel, das an einem Ballon hängt, mit → *Radar* verfolgt.

Radarstaffelung
Engl.: Radar Separation. Bezeichnung für eine → *Staffelung* von Flugzeugen, bei der aufgrund der guten Überwachung des → *Luftraums* durch → *Radar* die → *Mindestabstände* zwischen Flugzeugen verringert werden können.
Allgemein gilt bei der Radarstaffelung ein horizontaler Mindestabstand von 5 → *nm*. Dieser kann in besonders gut überwachten Bereichen – typischerweise in der → *TMA* und insbesondere beim → *Landeanflug* – auf 3 nm, bzw. auf 2,5 nm ab dem → *äußeren Marker* verringert werden. Voraussetzung für die Anwendung der Radarstaffelung im Landeanflug ist jedoch,

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_18, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

dass sich durch die Anforderungen der → *Wirbelschleppenstaffelung* nicht größere Mindestabstände ergeben.

Radialverdichter
→ *Verdichter*.

Radiohöhenmesser
Besondere Ausführung des → *Höhenmessers*, das auf der Messung eines vom Flugzeug ausgesendeten und wieder empfangenen UHF-Signal basiert. Im Gegensatz zur → *barometrischen Höhenmessung* wird bei der Radiohöhenmessung nicht die → *Höhe über Normalnull*, sondern die → *Höhe über Grund*, also der vertikale Abstand des Flugzeugs von der Erdoberfläche, gemessen.
Zur Messung wird ein moduliertes → *UHF*-Signal vom Flugzeug ausgesendet, am Boden reflektiert und wieder aufgefangen. Die Laufzeitdifferenz zwischen gesendetem und empfangenem Signal ist ein Maß für die Höhe des Flugzeugs über Grund. Da der Radiohöhenmesser fest in das Flugzeug eingebaut ist, bewirkt ein → *Rollwinkel* einen Messfehler, der entsprechend kompensiert werden muss.
Die Messung kann bis ca. 750 m Höhe durchgeführt werden und erreicht in Bodennähe eine Genauigkeit von ca. einem halben Meter. Damit ist der Radiohöhenmesser eine gute Ergänzung zum barometrischen Höhenmesser, der für Manöver in Bodennähe (z. B. → *Landung*) zu ungenau ist.

Radiokompass
ADF.

Radionavigation
→ *Funknavigation*.

Radome
Ein Kunstwort aus → *Radar* und Dome (=Kuppel). Allgemein die Bezeichnung für Abdeckungen zum Schutz von Antennen, die für elektromagnetische Strahlung durchlässig sind und daher die Funktion der Antennen nicht beeinträchtigen. Im Flugzeugbau bezeichnet der Radome die abnehmbare, runde Flugzeugspitze, hinter der sich diverse Antennen verbergen.

RADS
Abk. für Radar Alphanumeric Display System.
Ein älteres Anzeigesystem für → *ARTS*, das die Signale eines → *Flughafen-Rundsichtradars* für den → *Lotsen* auf einem Radarschirm anzeigt.

RAF
Abk. für Royal Air Force.
Bezeichnung für die Luftwaffe in Großbritannien.

Raketenflugzeug
Bezeichnung für Flugzeuge, die mit → *Raketentriebwerken* angetrieben werden.
Der → *Vortrieb* wird durch einen Gasstrahl erzeugt, der durch eine → *Düse* das → *Triebwerk* verlässt. Ein Raketenflugzeug wird benutzt, um extreme Flugleistungen zu erreichen, wie etwa Geschwindigkeitsrekorde oder höchste → *Flughöhen*. Die hohe Leistung des Raketentriebwerks und das geringe Gewicht des eigentlichen Antriebes führten dabei zu herausragenden Leistungsdaten.

Entwicklung
Zu den Pionieren des Raketenflugzeugs zählt die Messerschmitt Me 163 „Kraftei“ (Erstflug 26. Juni 1942). In der UdSSR wurde die Bolchowitinow BI-1 (Erstflug 15. Mai 1942) bereits 1942 zur Serienfertigung vorbereitet, jedoch aufgrund nicht behebbarer Mängel des Musters eingestellt.
Die geringe → *Reichweite* der Raketenflugzeuge, die sich daraus ergibt, dass neben dem Treibstoff auch der Oxidator mitgeführt werden muss, führte dazu, dass es bislang zu keiner weiteren militärischen Anwendung nach dem Zweiten Weltkrieg kam.
Die USA starteten jedoch in den 1940er Jahren mit der deutschen Raketentechnik eine Versuchsreihe, die letztlich mit der Bell X-1 (Erstflug 19. Januar 1946) zum ersten bemannten → *Überschallflug* führte.
Es gab daraufhin weitere Bemühungen der USA, durch das Raketenflugzeug neue Erkenntnisse insbesondere der Militärtechnik zu gewinnen. Dies gipfelte in der North American X-15 (Erstflug 8. Juni 1959), und letztlich dem Space Shuttle, bei dem jedoch der Treibstoff in einem separaten Tank mitgeführt wurde. Aktuellstes Raketenflugzeug ist das SpaceShipOne (Erstflug 17. Dezember 2003).

Raketentriebwerk
Bezeichnung für → *Triebwerke*, die – ähnlich wie die → *Strahltriebwerke* – einen → *Vortrieb* durch Beschleunigung eines Schubstrahls erzeugen. Im Gegensatz zu den Strahltriebwerken sind Raketentriebwerke jedoch nicht auf die Umgebungsluft als Stützmasse und für die Verbrennung angewiesen; vielmehr tragen sie die für die Verbrennung benötigten Stoffe als Flüssig- oder Festtreibstoff mit sich. Raketentriebwerke können daher auch im Weltraum eingesetzt werden. In der Luftfahrt kommen Raketentriebwerke nur bei → *Militärflugzeugen* und Versuchsflugzeugen zum Einsatz, entweder als Haupttriebwerk oder als Hilfsraketen; letztere können z. B. Starthilfsraketen zur Verkürzung der → *Startstrecke* oder bei besonders schwerer Zuladung (z. B. bei Transportmaschinen, die von Hilfspisten starten) sein.
Beispiele für raketengetriebene Flugzeuge sind die im zweiten Weltkrieg entwickelte Messerschmitt Me 163 „Komet“ (Erstflug 3. Juni 1940) und Bachem BA 349 „Natter“ (Erstflug 1. Oktober 1944), die Bell X1 (Erstflug 19. Januar 1946) mit der 1947 der erste Überschallflug stattfand, und die North American X-15 (Erstflug 8. Juni 1956), die → *Fluggeschwindigkeiten* über → *Mach* 6 und → *Flughöhen* von über 100 km erreichte.

Ram-Air Turbine
Abgekürzt mit RAT; Bezeichnung für einen Notgenerator, der über einen durch den Fahrtwind angetriebenen → *Propeller* und einen Generator Energie für die hydraulische → *Steuerung* des Flugzeugs liefert.
Die Ram-Air Turbine wird bei großen Verkehrsflugzeugen eingesetzt wenn alle → *Triebwerke* ausgefallen sind. Ihre Aufgabe ist es, das Hydrauliksystem mit Energie zu versorgen und so sicherzustellen, dass das Flugzeug weiter vom → *Piloten* gesteuert werden kann. Zusätzlich können einige wenige, kritische Systeme, Instrumente und Computer mit Energie versorgt werden.
Die Ram-Air Turbine klappt bei Verlust aller Triebwerke automatisch aus dem → *Rumpf* aus, üblicherweise aus dem vorderen Teil. Alternativ kann der Pilot die Turbine manuell ausfahren. Durch das Ausklappen wird der Propeller der Turbine dem Fahrtwind ausgesetzt; dieser beginnt sich zu drehen und treibt einen Generator an. Für eine ausreichende Energieversorgung ist allerdings eine Mindestgeschwindigkeit des Flugzeugs erforderlich, z. B. 120 oder 130 → *Knoten*.

Ram-Jet
→ *Staustrahltriebwerke*.

Ramp
Bezeichnet im Englischen die → *Parkpositionen* und → *Abstellflächen*, bzw. den Teil des → *Vorfelds*, auf dem die → *Flugzeugabfertigung* (Ramp Services) sowie Betankungs-, → *Wartungs*- und Reparaturdienste durchgeführt werden.
Weitere Begriffe in diesem Zusammenhang sind:
- → *Ramp Agent*, Ramp Dispatcher und Ramp Coordinator: Bezeichnung für die unterschiedlichen Akteure, die die Ramp Services durchführen bzw. leiten, koordinieren und überwachen.
- Ramp Check: Kontrolle der Parkpositionen und Abstellflächen, z. B. auf Verschmutzungen, auf Abnutzungen der → *Markierungen*, und Beschädigungen an → *Befeuerungen* und anderen Einrichtungen.

Ramp Agent
Bezeichnung für den Mitarbeiter einer → *Luftverkehrsgesellschaft* oder eines Flughafenbetreibers dessen Aufgabe es ist, die Be- und Entladung sowie die Ver- und Entsorgung eines Flugzeugs auf der → *Ramp* zu organisieren und zu überwachen.
Die Ramp Agents beaufsichtigen das Aus- und Einladen von Fracht und Reisegepäck gemäß dem → *Ladeplan*, die Reinigungsarbeiten in der → *Kabine*, das Betanken der Maschine, das Auffüllen der Frischwassertanks und das → *Catering*. Er ist dafür verantwortlich, dass diese Arbeitsabläufe schnell und reibungslos vor sich gehen, um die Standzeiten zu minimieren. Besondere Vorkommnisse oder Verspätungen müssen sie den → *Duty Officers* melden., die generell die Abfertigung von Flugzeugen am Boden organisieren. Sie stehen bei Bedarf auch in Kontakt mit den Flugzeugbesatzungen und der Passagierabfertigung.

Ramp-Check
→ *Wartung*.

Randbefeuerung
Engl.: Runway Edge Lights bzw. Taxiway Edge Lights. Ein Teil der → *Befeuerung* eines → *Fluglatzes*, der die seitlichen Ränder von → *Start*- und → *Landebahnen* durch weiße Lichter, bzw. von → *Rollwegen* durch blaue Lichter markiert.

Randbogen
Bezeichnung für die geometrische Form der Flügelspitze. Da es an den Flügelspitzen zur Entstehung der → *Randwirbel* und damit des → *induzierten Widerstandes* kommt, hat die Form des Randbogens einen Einfluss auf die → *aerodynamische Güte* eines → *Tragflügels*.
Gegen Ende der 70er Jahre wurde bei der Firma Dornier unter dem Namen „TNT-Randbogen“ (Tragflügel neuer Technologie) ein neuer Randbogen mit zu den Flügelspitzen hin verringerter → *Profiltiefe* und → *Profildicke* mit dem Ziel entwickelt, den induzierten Widerstand des Tragflügels abzusenken. Dieser Randbogen wurde in den 80er Jahren dann in der Do 228 (Erstflug 23. März 1981) kommerziell eingesetzt. Vielfach wird heute der allgemeine Begriff „Randbogen“ mit dieser spezifischen Ausführung gleichgesetzt.
Der Vorteil des Randbogens gegenüber dem → *Winglet*, das ebenfalls der Verringerung des Induzierten Widerstandes dient, ist seine einfache und preisgünstige Bauweise.

Randwirbel
→ Wirbel.

RAT
Abk. für → *Ram-Air Turbine*.

Rating
Ein Begriff aus dem → *Luftrecht*, im Dt. auch Berechtigung genannt. Als Rating bezeichnet man die zusätzlich zu bestimmten → *Pilotenlizenzen* zu erwerbenden → *Zertifizierungen* von → *Piloten*, die es ihnen dann gestattet, unter bestimmten Bedingungen fliegen zu dürfen. Nach dem deutschen Luftrecht unterzeichnet man folgende Ratings:
- Rating für den kontrollierten → *Sichtflug* (→ *CVFR*)
- Rating für den → *Instrumentenflug*
- Rating für den Flug von Maschinen mit mehreren → *Triebwerken* (Multi Engine Rating)
- Rating für den Flug bei Nacht
- Rating für die Beförderung von Passagieren
- Rating für den Schleppflug
- Rating für den → *Streckenflug*
- Rating für eine Lehrtätigkeit
- Rating für den → *Kunstflug*
- Rating für den Wolkenflug (für Piloten von → *Segelflugzeugen*)
- Rating für den Langstreckenflug (Long-Range-Rating)

Es hängt vom Pilotenschein ab, welche dieser Ratings bereits mit dem Pilotenschein erworben werden und welche baukastenartig je nach Bedarf des Piloten zusätzlich erworben werden können.
Ferner sind bestimmte → *Typzulassungen* (Typerating, T/R) zu erwerben, die es einem Piloten erlauben, einen bestimmten Flugzeugtyp zu fliegen.

Raueis
Engl.: Rime Ice. Weiße oder milchige, undurchsichtige, körnige Eisablagerungen, die sich durch schnelles Gefrieren von unterkühlten Wassertröpfchen auf ungeschützten Luftfahrzeugteilen bilden. Raueis bildet sich, wenn die Wassertropfen klein sind, meist in stratusförmigen Wolken oder leichtem → *Nieselregen*. Der nach dem ersten Aufprall zurückbleibende flüssige Teil gefriert, bevor der Tropfen sich über die Luftfahrzeughaut ausbreitet. Die kleinen gefrorenen Tröpfchen schließen Luft zwischen sich ein, was dem Eis ein milchiges Aussehen verleiht.
Raueis ist wegen seiner inhomogenen bis porösen Struktur leichter als → *Klareis*, doch seine ungleichmäßige Form und raue Oberfläche verringern schnell den Wirkungsgrad von → *Tragflügeln*.

RB
Abk. für Relative Bearing.
→ *Seitenpeilung*.

RBI
Abk. für Relative Bearing Indicator.
Ein Instrument in der Funknavigation zur Anzeige eines → *ADF* Signals.

RDP Gebiete
Abk. für Restricted/Dangerous/Prohibited Areas.
Zusammenfassende Bezeichnung für → *Flugbeschränkungsgebiete* (Restricted Areas), → *Gefahrengebiete* (Dangerous Areas) und → *Luftsperrgebiete* (Prohibited Areas).

Reaktionsturbine
→ *Turbine*.

Rechteckflügel
Bezeichnung für einen → *Tragflügel* mit (weitgehend) rechteckigem Grundriss.
Aufgrund der geraden Vorderkante wirkt – im Gegensatz zum (gepfeilten) → *Trapezflügel* – die gesamte → *Anströmgeschwindigkeit* an der Erzeugung von → *Auftrieb* mit. Dagegen würde sich die fehlende → *Pfeilung* bei → *Fluggeschwindigkeiten* nahe der → *Schallgeschwindigkeit* negativ auswirken. Daher werden Rechteckflügel bei Flugzeugen bevorzugt, deren Reisegeschwindigkeit deutlich unter der Schallgeschwindigkeit liegt, wie z. B. bei der Dornier Do 27 (Erstflug 25. Juni 1954).

Rechteckgerüst
→ *Gerüstbauweise*.

Rechtsweisende Peilung
→ *Seitenpeilung*.

Rechtsweisender Kurs
Der rechtsweisende Kurs bezeichnet für einen Punkt auf der Erdoberfläche den Winkel zwischen einer beliebigen Linie und der Richtung des geographischen Nordpols.
Unter dem rechtsweisenden Steuerkurs (engl. True Heading, abgekürzt TH) versteht man den Sonderfall, dass der (aktuelle oder einzustellende) Winkel zwischen der → *Längsachse* des Flugzeugs und der Richtung des geographischen Nordpols angegeben wird.
→ *Magnetische Missweisung*.

Rechtsweisender Steuerkurs
→ *Rechtsweisender Kurs*.

Record-Locator
→ *PNR.*

Red Eye Flight
→ *Pyjama Bomber*.

Regional Jet
→ *Regionalflugzeug*.

Regionalflughafen
→ *Flugplatz*.

Regionalflugzeug
Bezeichnung für einen bestimmten Typus des → *Verkehrsflugzeugs*, der vornehmlich auf sehr kurzen bis kurzen Strecken mit niedrigen Passagierzahlen zum Einsatz kommt. Oft wird er im Zubringerdienst (→ *Hub*) zu großen → *Flughäfen* eingesetzt.
Er zeichnet sich durch eine Kapazität von bis zu 100 Sitzplätzen, eine Reichweite von einigen 100 km und einen schlanken Rumpf mit nur einem Mittelgang aus. Das bevorzugte Antriebsaggregat ist das Turboprop-Triebwerk (→ *Propeller-Turbinenluftstrahltriebwerk*), es gibt aber auch zahlreiche jetgetriebene Typen (dann Regionaljet oder Regio Jet genannt).

Regionalkontrolle
→ *Bezirkskontrolle*.

Reibungsschicht
→ *Grenzschicht.*

Reibungswiderstand
Bezeichnung für eine Komponente des → *Profilwiderstands*. Der Reibungswiderstand stellt die Komponente des Profilwiderstands dar, die tangential zur umströmten Oberfläche wirkt. Er hat seine Ursache in der Reibung der Luft; diese bewirkt Scherkräfte, die in der Grenzschicht aller umströmten Oberflächen des Flugzeugs wirken.
Der Reibungswiderstand ist proportional zur umströmten Oberfläche und wächst linear mit der Rauigkeit der Oberfläche.

Reichweite
Bezeichnung für die maximale Entfernung, die ein Flugzeug unter definierten Bedingungen zurücklegen kann. Die Reichweite eines bestimmten Flugzeugs kann – in Abhängigkeit von seiner Nutzlast – im → *Nutzlast-Reichweiten-Diagramm* abgelesen werden.
Neben der Nutzlast kann die Reichweite z. B. durch die → *Flughöhe* beeinflusst werden, die einen Einfluss auf die Leistung der → *Triebwerke* hat, oder durch Wettereinflüsse wie z. B. starke Windströmungen. Für → *Überführungsflüge* wird die Reichweite manchmal durch besondere Maßnahmen, z. B. Installation zusätzlicher Kraftstofftanks, vergrößert.
Bei Verkehrsflugzeugen ist die Reichweite von großer Bedeutung da sie bestimmt, für welche Flugrouten das Flugzeug ohne Zwischenlandung eingesetzt werden kann. So war es z. B. für die britisch-französische „Concorde“ (Erstflug 2. März 1969) wichtig, dass die Reichweite mindestens für die Überquerung des Nordatlantiks von Paris nach New York ausreicht. Amerikanische Fluggesellschaften benötigen oftmals Flugzeuge, die ohne Zwischenlandung zwischen der Ost- und Westküste fliegen können.

Reihenmotor
→ *Kolbenmotor*.

REIL
Abk. für Runway End Identification Lights.
→ *Bahnendbefeuerung*.

Reinigungs- und Servicedienste
Ein Teil der → *Bodenabfertigungsdienste* und Bestandteil der → *Flugzeugabfertigung*. Zu den Reinigungs- und Servicediensten gehören:
- Die Reinigung des Flugzeugs von außen und von innen, insbesondere die Reinigung der → *Kabine*. Dazu zählt z. B. die Abfallentsorgung, das Reinigen der Teppiche, Gepäcknetze und Sitze, das Entleeren der Aschenbecher, das Entfernen alter und Deponieren neuer Artikel wie Kopfhörer, Decken, Toilettenartikel, und das Reinigen und Wiederauffüllen der Toiletten.
- Das Abpumpen von Gebrauchswasser und die Versorgung mit frischem Wasser.
- Das Verändern der Bestuhlung bzw. Sitzanordnung in der Kabine.
- Die Versorgung der → *Triebwerke* mit entmineralisiertem Wasser.
- Das Kühlen oder Beheizen der Kabine (sofern dies nicht durch die bordeigene → *APU* erfolgt).
- Falls nötig, die → *Enteisung* des Flugzeugs.
- Die Versorgung des Flugzeugs mit Strom (sofern dies nicht wiederum durch die bordeigene APU erfolgt).

Reiseflug
Mittlerer → *Flugabschnitt*, der zwischen dem → *Steigflug* und dem → *Sinkflug* liegt. → *Fluggeschwindigkeit*, → *Flughöhe*, Flugroute etc. werden im Reiseflug so gewählt, dass der → *Widerstand* möglichst gering wird, d. h. der Reiseflug wird in der → *Clean Configuration* geflogen.
Aus Sicht der → *Flugmechanik* ist der Reiseflug durch eine kontinuierliche Veränderung seiner Masse infolge des Kraftstoffverbrauchs gekennzeichnet. Die damit einhergehende Veränderung der → *Gewichtskraft* bedingt die Veränderung mindestens einer der drei Größen → *Auftriebsbeiwert*, Flughöhe und Fluggeschwindigkeit; siehe auch → *Streckenflug*.

Reiseflughöhe
Bezeichnung für die → *Flughöhe*, die im → *Reiseflug* beibehalten wird. Die Reiseflughöhe wird in der Regel so gewählt, dass sie die Anforderungen des → *Flugverkehrskontrolldienstes*, Einflüsse des Wetters (z. B. Vermeidung von Unwettern, Ausnutzung günstiger Windschichten) und die Eigenschaften des Flugzeugs (z. B. → *Dienstgipfelhöhe* und → *Widerstand*) möglichst optimal verbindet. Ein Wechsel der Reiseflughöhe kann z. B. zur Vermeidung von Konflikten mit anderen Flugzeugen, oder zur Vermeidung von Unwettern erfolgen. Bei Flugzeugen, die vom Flugverkehrskontrolldienst überwacht werden, kann die Reiseflughöhe auf Anordnung des → *Lotsen*, oder auf Wunsch des Piloten nach Genehmigung durch den Lotsen geändert werden.

Reisegeschwindigkeit
Bezeichnung für die Durchschnittsgeschwindigkeit eines Luftfahrzeugs im → *Reiseflug*.

Reisejahr
Das Reisejahr läuft vom 1. November bis 31. Oktober und besteht in der Touristikbranche und in der → *Verkehrsfliegerei* aus den zwei → *Flugplänen* „Winter“ (November bis März/April) und „Sommer“ (April bis Oktober).

Relative Bearing
→ *Seitenpeilung*.

Relative Dicke
→ *Dickenverhältnis*.

Relative Flügeldicke
→ *Dickenverhältnis.*

Relative Luftfeuchtigkeit
→ *Luftfeuchtigkeit*.

Relative Wölbung
→ *Wölbungsverhältnis*.

Rennklasse
→ *Segelflug*.

Reparaturbuch
→ *Aircraft Tech Log*.

RESA
Abk. für Runway End Safety Area.
→ *End-Sicherheitsfläche*.

Reservierungssystem
→ *CRS.*

Restwiderstand
→ *Parasitärer Widerstand.*

Resultierende aerodynamische Kraft
Summe der drei am Flugzeug wirkenden aerodynamischen → *Kräfte*: → *Auftrieb*, → *Widerstand* und → *Querkraft*.

Retro-Look
→ *Livery.*

Reynolds-Zahl
Ein Begriff der → *Aerodynamik.* Die Reynolds-Zahl ist eine dimensionslose Größe, die das Verhältnis zwischen der Trägheitskraft und der Reibungskraft in einer Strömung beschreibt. Anders ausgedrückt beschreibt sie das Verhältnis der kinetischen Energie der bewegten Strömung zu den Reibungsverlusten durch die abgebremsten Strömungsteile.
Reynolds-Zahlen können Werte sehr viel kleiner als 1 (flüssiger Honig) bis hin zu 10^{12} (Orkan) annehmen. Hohe Reynolds-Zahlen deuten auf turbulente Strömungen hin, wohingegen niedrige Reynolds-Zahlen auf laminare Strömungen hindeuten.
Die Reynolds-Zahl findet in der Aerodynamik viele Anwendungen. Sie bestimmt z. B. den Umschlagpunkt einer → *laminaren Strömung* in eine → *turbulente Strömung* (sogenannte Kritische Reynolds-Zahl) und stellt eine wichtige Größe für die Vergleichbarkeit von Strömungen an Originalkörpern mit denen ihrer verkleinerten Modelle (z. B. im → *Windkanal*) dar. Auch in anderen Bereichen der Strömungslehre spielt die Reynolds-Zahl eine wichtige Rolle, etwa bei der Betrachtung von Wasserflüssen in Abwasserrohren
Die Reynolds-Zahl ist nach dem englischen Physiker Osborne Reynolds (* 1842, † 1912), einem Pionier der Hydrodynamik, benannt.

Rho-Verfahren
→ *Entfernungsmessverfahren*.

RHSM
Abk. für Reduced Horizontal Separation Minima.
Bezeichnung für die Einführung verringerter → *Mindestabstände* bei der horizontalen → *Staffelung* von Flugzeugen.
Ziel von RHSM ist die Reduzierung der Mindestabstände auf Flugrouten, die über lange Zeit einer verringerten Überwachung durch den → *Flugverkehrskontrolldienst* unterliegen, und die mit unpräziseren Systemen der → *Funknavigation* auskommen müssen. Dies ist typischerweise bei Flugrouten über dem Atlantik und dem Pazifik der Fall.
Spezifisch wird bei RHSM der Abstand zwischen zwei hintereinanderfliegenden Flugzeugen von bislang 15 min (zeitliche Staffelung) auf 50 → *nm* reduziert. Für Flugzeuge die nebeneinander fliegen bleibt der Mindestabstand von 50 nm bestehen.

Richtstrahlfeuer
→ *Rundstrahlfeuer*.

Richtungsmessverfahren
Auch Azimutverfahren oder Theta-Verfahren genannt. Bezeichnung für Systeme und Verfahren in der → *Funknavigation*, die der Bestimmung des → *Steuerkurses* eines Flugzeugs (z. B. bezüglich magnetisch Nord oder geographisch Nord) dienen.
Wichtige Richtungsmessverfahren in der Luftfahrt sind das → *NDB*- oder → *ADF*-System und das → *VOR*- und → *Doppler-VOR* System. Auch → *Landekurs*- und → *Gleitwegsender*

des → *Instrumenten-Landesystems* können zu den Richtungsmessverfahren gezählt werden.
Während VOR- und Doppler-VOR Systeme direkt eine Steuerkursinformation liefern, muss beim NDB/ADF System zusätzlich eine Referenzrichtung ermittelt werden (z. B. magnetisch Nord mit Hilfe des → *Magnetkompass*).
Eine einzelne Richtungsinformation erlaubt es lediglich, den Sender anzufliegen; dabei kommt es infolge von Störeinflüssen jedoch zum Flug entlang einer → *Hundekurve* (Homing). Zur Positionsbestimmung reicht eine Richtungsinformation alleine jedoch nicht aus. Im Raum sind mindestens drei Informationen nötig, z. B. drei Richtungen oder zwei Richtungen und eine Entfernungsangabe. Bei großen Abständen zwischen Flugzeug und Sendern kann die Flughöhe vernachlässigt werden, so dass wie in der Ebene mindestens zwei Informationen (z. B. zwei Richtungen oder eine Richtung und eine Entfernung) zur Positionsbestimmung erforderlich sind.
VOR- und Doppler-VOR Systeme werden deshalb oft mit dem → *Entfernungsmessverfahren* → *DME* kombiniert, um eine Positionsbestimmung zu erlauben. Beim → *TACAN*-System sind Richtungs- und Entfernungsbestimmung in einem System zusammengefasst.
Allerdings wird auch in der Ebene häufig auf eine dritte Information zurückgegriffen, um die Präzision der Messung zu erhöhen oder um eine Eindeutigkeit der Messergebnisse zu gewährleisten.

Richtungsstabilität
Auch Windfahnenstabilität genannt; Bezeichnung für die → *Stabilität* des Flugzeugs um seine → *Hochachse*.
Die Richtungsstabilität verlangt, dass ein Flugzeug, das z. B. durch eine Windböe (→ *Böe*) kurzfristig zum → *Gieren* gebracht wird, sich selbständig um seine → *Hochachse* zurückdreht.
Dies kann am einfachsten durch ein → *Seitenleitwerk* erreicht werden. Durch das Gieren wird das Seitenleitwerk angeströmt und erzeugt dabei einen aerodynamischen → *Widerstand*, der als rückstellende Kraft auf das Seitenleitwerk wirkt und das Flugzeug in seine ursprüngliche Richtung zurückdreht.

Ringelpietz
Bezeichnung für eine geplante oder ungeplante scharfe Drehung des Flugzeugs am Boden, z. B. weil eine → *Tragfläche* bei der → *Landung* den Boden oder eine Böschung berührt.
→ *Segelflugzeuge* (aufgrund ihrer großen → *Spannweite*) und Flugzeuge mit Spornradfahrwerk (aufgrund der Lage des → *Schwerpunkts* hinter dem Hauptfahrwerk) sind besonders anfällig für einen Ringelpietz.
Ein geplanter Ringelpietz wird z. B. dann durchgeführt, wenn die verbliebene Strecke auf der → *Landebahn* nicht zum Abbremsen des Flugzeugs nach der Landung ausreicht, oder ein Hindernis die Landebahn blockiert und der durch den Ringelpietz verursachte Schaden vermutlich geringer ist als das frontale Auffahren auf das Hindernis am Ende der Bahn.

Ringflügel
Ringflügel oder Ringflügler sind Flugzeuge mit ringförmiger → *Tragfläche*. Bei ihnen gibt es entsprechend keinen Randwirbel (→ *Wirbel*) am Ende der Tragfläche, da diese in sich geschlossen ist. Ringflügel wurden bisher nur bei Experimental- und Modellflugzeugen eingesetzt. Man unterscheidet zwei grundsätzliche Bauformen:

- Horizontale Ringflügel haben Tragflächen, die sich sichelförmig bis zum Heckleitwerk erstrecken und so Tragflächen und → *Höhenleitwerk* zu einer Einheit verbinden. Der Vorteil dieser Konstruktion ist eine größere → *Stabilität* und möglicherweise ein günstigeres Strömungsverhalten. 1953 baute die Flugwissenschaftliche Vereinigung Aachen an der dortigen RWTH den Prototyp eines horizontalen Ringflügels als → *Nurflügelflugzeug*, das jedoch nicht fertiggestellt wurde.
- Bei vertikalen Ringflügeln bilden die Tragflächen eine vorne und hinten offene Röhre, die den → *Rumpf* umschließt. In der konventionelleren Version werden dabei die (evtl. gepfeilten) Tragflächen eines → *Tiefdeckers* nach oben zur Oberkante des → *Seitenleitwerks* gebogen, wo sie sich zu einem Oval verbinden. In einer anderen Version besteht ein vertikaler Rundflügel aus einer Röhre, die den Rumpf konzentrisch umgibt und mit ihm durch Streben verbunden ist. Soweit bekannt, wurde nach diesem Konzept nur ein → *Prototyp* gebaut und erprobt, der jetgetriebene Coléoptère der Firma Snecma, einer der ersten Versuche zum Bau eines → *Senkrechtstarters*.

Rippe
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Rippen sind formgebende Bauteile, welche die Außenhaut (→ *Beplankung*) eines → *Tragflügels* mit dem → *Holm* verbinden und dem Tragflügel ein gewünschtes → *Profil* geben. Rippen sind dementsprechend in Flugrichtung montiert. Davon gibt es jedoch Ausnahmen. Diagonalrippen sind – wie der Name schon vermuten lässt – diagonal bzw. schräg zur Flugrichtung im Flügel eingebaut und dienen der Verbesserung der Flügeleigenschaften bei Torsion. Daher werden sie auch Torsionsrippen genannt. Als Wurzelrippe wird die erste Rippe des Flügels bezeichnet, die unmittelbar an den Rumpf anschließt.
Rippen nehmen die von der Beplankung kommenden Kräfte auf und leiten sie an den Holm bzw. die Holme weiter.
Gebräuchlich sind Fachwerkrippen aus Blechprofilen, Versteifungsblechen und Blechen sowie Blech- oder Vollwandrippen. In seltenen Fällen sind noch Rippen aus Holz zu finden, die aus einer verleimten Fachwerkkonstruktion bestehen.
Rippen werden üblicherweise aus einem Stück montiert (Vollwandrippe), können aber auch modulartig aus mehreren Elementen zusammengesetzt sein (Teilrippe).

RMCDE
Abk. für Radar Message Conversion and Distribution Equipment.
Bezeichnung für ein System zur Konvertierung, Formatierung und Verteilung von Radardaten.

RMI
Abk. für Radio Magnetic Indicator.
Ein Instrument in der Funknavigation zur Anzeige eines → *ADF* Signals.

RNAV
Auch als Area Navigation Computer bekannt. Bezeichnet in der → *Funknavigation* ein System an Bord des Flugzeugs, das den Anflug zu Flughäfen erleichtert die nicht durch ein → *VOR* markiert sind.
Voraussetzung für die Verwendung des RNAV ist, dass sich das Flugzeug im Bereich einer → *VORTAC* oder einer kombinierten VOR/→ *DME*-Station befindet. Der Pilot gibt den Standort des Zielflughafens relativ zu dieser Station in den RNAV ein. Der RNAV empfängt die Signale der VORTAC- oder VOR/DME-

Station und rechnet diese in Navigationsanweisungen für den Piloten um, die das Flugzeug auf direktem Weg zum Zielflughafen führen. RNAV simuliert also eine VOR-Station auf dem Zielflughafen.

Rollachse
→ *Längsachse*.

Rollbahn
→ *Rollweg*.

Rollbahnkreuzungs-Markierung
Engl. Taxiway Intersection Marking.
→ *Markierung*.

Rollbahn-Mittellinienbefeuerung
Engl. Taxiway Center Lights.
→ *Befeuerung*.

Rollbahn-Mittellinienmarkierung
Engl. Taxiway Centre Line Marking.
→ *Markierung*.

Rollbahn-Randbefeuerung
Engl. Taxiway Edge Lights.
→ *Befeuerung*.

Rollbewegung
Drehschwingung des Flugzeugs, die sich im wesentlichen um die → *Längsachse* als periodische Zu- und Abnahme des → *Rollwinkels* ausbildet.
Die Rollschwingung ist neben der → *Taumelschwingung* und der → *Spiralbewegung* eine der Grundschwingungen, die bei gängigen Flugzeugen in der Seitenbewegung zu beobachten ist. Sie ist Teil der → *dynamischen Stabilität* eines Flugzeugs.
Bei einigen Flugzeugen überlagert sich die Rollbewegung mit der Spiralbewegung zur sog. Phygoide der Seitenbewegung.

Rolle
Engl.: Roll. Bezeichnung für ein Manöver aus dem Bereich des → *Kunstflugs*. Es handelt sich dabei um eine vollständige Drehung um die → *Längsachse* des Flugzeugs. Der Pilot steuert die Rollbewegung bzw. die Schräglage der → *Tragflügels* mit dem → *Querruder*.
Eine Variante der Rolle ist eine Rolle mit Unterbrechungen, sie wird dann → *Zeitenrolle* genannt.
Die Güte dieser Flugfigur kann anhand der folgenden Punkte festgestellt werden:
- Die Fluggeschwindigkeit bleibt nicht konstant.
- Ein- und Ausflug erfolgen in unterschiedlichen Höhen.
- Ein- und Ausflug werden mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten geflogen.
- Nach der Rolle erfolgt kein waagerechter Geradeausflug auf dem gleichen Kurs wie beim Einflug.

Rollen
1. Bezeichnung für Bewegungen des Flugzeugs am Boden, die mit eigenem → *Schub* erfolgen, und nicht direkt zum → *Start* oder zur → *Landung* gehören. Die Geschwindigkeit ist dabei in der Regel auf ca. 60 km/h beschränkt. Während des Rollens kann das Gewicht des Flugzeugs leicht über seinem maximalen Abfluggewicht (liegen, da ein Teil seines → *Kraftstoffs* auf dem Weg zur → *Startbahn* verbraucht wird.
2. Engl.: Roll. Bezeichnung für die Bewegung des Flugzeugs im Flug um seine → *Längsachse* (Rollachse). Das Rollen kann durch die → *Querruder*, zusätzlich auch mit Hilfe von → *Bremsklappen*, gesteuert werden. Ein unsymmetrischer Ausschlag des rechten und linken Querruders erzeugt dabei ein → *Rollmoment* und damit eine Rollbeschleunigung. Diese verändert zunächst die → *Rollrate* (also die zeitliche Veränderung des Rollwinkels) und darüber wiederum den → *Querneigungswinkel* (Rollwinkel).

Rollfeld
Engl.: Manoeuvring Area. Zusammenfassende Bezeichnung für die → *Start- und Landebahnen* und die → *Rollwege* eines → *Flugplatzes*. Das Rollfeld ist Teil der → *Bewegungsflächen*.

Rollfeld-Überwachungsradar
Auch Bodenradar; engl.: Surface Movement Radar (SMR), Aerodrome Surface Movement Indicator (ASMI) oder Aerodrome Surface Detection Equipment (ASDE).
Bezeichnung für ein → *Radar*-System am → *Flugplatz*, das zur Überwachung der Flugzeuge auf den → *Rollwegen* und auf dem → *Vorfeld* dient. Beim Bodenradar handelt es sich um einen → *Primärradar*, der ein präzises, reliefartiges Bild des Flugplatzes mit seinen Gebäuden, Fahrzeugen und Flugzeugen liefert.
Das Rollfeld-Überwachungsradar unterstützt die → *Lotsen* der → *Roll-* und → *Vorfeldkontrolle*; dies ist insbesondere bei schlechtem Wetter erforderlich, wenn die Flugzeuge vom → *Tower* mit bloßem Auge nicht oder nur eingeschränkt sichtbar sind. Sie werden auch zur Überwachung von Bereichen des Flugplatzes eingesetzt, die nicht vom Tower einsehbar sind. Die eingesetzten Radarsysteme arbeiten im Bereich zwischen 15 und 17 GHz und haben eine Reichweite von maximal einigen Kilometern. Das System erkennt Objekte ab ca. 3 Quadratmetern Reflexionsfläche; damit zwei Objekte als getrennte Objekte erkannt werden muss ihr Abstand mindestens 10 bis 20 m betragen. Das Radarbild wird typischerweise sekündlich aktualisiert; damit wird die Entfernung, die ein Flugzeug oder Fahrzeug zwischen zwei Aktualisierungen zurücklegt, gering gehalten, und das Risiko von Kollisionen verringert.
Von Nachteil bei diesen Systemen ist, dass sie auf einem Primärradar beruhen und damit keine Identifikation der Flugzeuge erlauben. Es gibt daher Überlegungen, in Zukunft für die Rollkontrolle auf das → *ASD* System zurückzugreifen. Alternativ stehen heute → *Rollführungssysteme* zur Verfügung.

Rollführungssystem
Engl.: Surface Movement Guidance and Control System, abgekürzt SMCGS. Bezeichnung für Systeme, die die → *Platzkontrolle* in der Führung und Überwachung von Flugzeugen und Bodenfahrzeugen auf den → *Rollwegen* und auf dem → *Vorfeld* (einschließlich der → *Parkpositionen*) unterstützt.
Rollführungssysteme bestehen im Wesentlichen aus Signalen, → *Markierungen* und → *Befeuerungen*, die den → *Piloten* – insbesondere bei schlechten Wetter- und Sichtbedingungen – am Boden führen. Mit Rollführungssystemen ist es z. B. möglich, nur jeweils die Rollwege zu befeuern, die von dem jeweiligen Flugzeug verwendet werden sollen. Damit ergänzen sie den Sprechfunkverkehr zwischen Piloten und Platzkontrolle.
Gleichzeitig erhöhen sie die Sicherheit des Gesamtsystems: Während die → *Lotsen* der Platzkontrolle im wesentlichen auf Sichtkontakt vom → *Tower* zu den Flugzeugen sowie auf Informationen des → *Rollfeld-Überwachungsradars* ange-

wiesen sind, können Rollführungssysteme über Sensoren und Lichtzeichen zusätzliche Sicherheitsmechanismen zur Verfügung stellen. Ein Beispiel sind die sog. → *Stoppbarren*, die den → *Rollhalteort* markieren: Zunächst markiert eine Reihe roter Lichter den Rollhalteort für das Flugzeug. Sobald die → *Start- und Landebahn* freigegeben ist, erlischt die rote Linie; gleichzeitig erscheint eine grüne Mittellinie, die das Flugzeug zur Start- und Landebahn führt. Kurz nachdem das Flugzeug den Rollhalteort passiert hat löst es einen ersten Sensor aus, der die roten Stoppbarren wieder aktiviert. Nach erreichen der Start- und Landebahn wird ein zweiter Sensor ausgelöst, der auch die grüne Mittellinie erlöschen lässt.
In den letzten Jahren ist man dazu übergegangen, die bisherigen Rollführungssysteme durch ein wesentlich komplexeres → *Rollverkehrsmanagement* zu ersetzen.

Rollhalteort
→ *Stoppbarren*.

Rollkontrolle
Ein Teil der → *Platzkontrolle* am → *Flugplatz*.

Rollleitlinien
→ *Markierung*.

Rollmoment
Ein → *Moment* das um die Längsachse (→ *Rollachse*) des Flugzeugs wirkt und zum → *Rollen* des Flugzeugs führt. Ein Rollmoment kann z. B. durch einen unsymmetrischen Ausschlag des linken und rechten → *Querruder* erzeugt werden.

Roll Out
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Er bezeichnet bei einem neuen Flugzeugtyp den Moment, in dem das erste gebaute Flugzeug erstmals die Fertigungshallen verlässt. Das bedeutet nicht, dass sofort der → *Erstflug* folgt und auch nicht, dass dies das erste kommerziell vermarktbare → *Serienflugzeug* ist. Vielmehr handelt es sich um einen von mehreren seriennahen und flugfähigen → *Prototypen*, anhand dessen diverse Test erfolgen werden.
Vor dem Erstflug erfolgen zunächst verschieden Fahr-, Beschleunigungs- und Bremstests auf dem Erdboden, so wie etwa das → *Low Speed Taxi*. Die Ergebnisse der Tests und daraus resultierende Modifikationen gehen in die Serienproduktion ein.

Roll-over
Ein Begriff aus dem technischen Management einer → *Luftverkehrsgesellschaft*. Bezeichnung für den vollständigen Austausch einer gesamten Flotte (z. B. B737–200 gegen B737–500), oder die Runderneuerung eines Flugzeugs (D-Check, → *Überholung*).

Rollrate
Bezeichnung für die zeitliche Veränderung des → *Rollwinkels* beim → *Rollen*.

Rollverkehrsmanagement
Engl.: Advanced Surface Movement Guidance and Control System, abgekürzt ASMCGS. Bezeichnung für Systeme, die eine große Zahl von Daten und Informationen verbinden und so die → *Platzkontrolle* darin unterstützen, den Verkehr auf den → *Rollwegen* und dem → *Vorfeld* eines → *Flugplatzes* zu planen, zu optimieren, zu führen und zu überwachen. Rollverkehrsmanagement-Systeme stellen eine Weiterentwicklung der herkömmlichen → *Rollführungssysteme* dar.
Ziel des Rollverkehrsmanagement ist es, gegenüber den bisherigen Rollführungssystemen eine höheres Maß an Sicherheit, eine optimalere Ausnutzung der Kapazitäten von Rollwegen, Vorfeld und → *Parkpositionen*, und eine frühere Erkennung von Kollisionen und Konflikten zu erreichen. Dazu werden die derzeitigen Informations- und Kommunikationsstrukturen – im Wesentlichen bestehend aus Sichtkontakt und Sprechfunkverkehr zwischen → *Tower* und Flugzeug, → *Rollfeld-Überwachungsradar*, → *Markierungen* und → *Befeuerungen*, → *Kontrollstreifen*, → *Flugplan-Daten* und Belegungspläne für → *Flugsteige* – integriert, verbessert und ergänzt.
So werden z. B. Flugplan-Informationen durch aktuelle Informationen der → *Strecken-* und → *Anflugkontrolle* ergänzt, so dass exaktere Abschätzungen zur Ankunfts- und Abflugzeit eines Flugzeugs möglich werden. Zusammen mit aktuellen Positionsbestimmungen der Flugzeuge am Boden – z. B. durch → *GPS* oder → *Sekundärradar* im → *Mode* S – können so die Rollwege der Flugzeuge optimiert und Konflikte frühzeitig erkannt und automatisch angezeigt werden. Gleichzeitig könne Signale und Befeuerungen vom Rollverkehrs-Management automatisch angesteuert und dadurch Flugzeuge und Bodenfahrzeuge am Boden geführt werden.

Rollweg
Auch Rollbahn; engl.: Taxiway, abgekürzt TWY. Bezeichnung für die Wege, die auf einem → *Flugplatz* die → *Start- und Landebahnen* mit dem → *Vorfeld* verbinden. Die Rollwege sind Teil des → *Rollfelds*. Rollwege sollten so ausgelegt sein, dass sie einen sicheren und effizienten Verkehrsfluss mit möglichst kurzen Wegstrecken ermöglichen. Tatsächlich haben Rollwege einen entscheidenden Einfluss auf die Kapazität einer Start- und Landebahn:

- Verfügt z. B. eine einzelne Start- und Landebahn über einen einzelnen, senkrecht zu ihr verlaufenden Rollweg als Zu- und Abweg, so ist die Kapazität im Sichtflugbetrieb auf ca. 15 Flugbewegungen pro Stunde begrenzt. Ein startendes oder landendes Flugzeug blockiert die Start- und Landebahn nicht nur zum Starten oder Landen, sondern auch zum Wenden und zur Zu- oder Abfahrt zum einzigen Rollweg.
- Mit Hilfe einer Rollbahn, die parallel zur Start- und Landebahn verläuft, und an den beiden Enden und in der Mitte mit dieser verbunden ist, kann die Kapazität auf 25 bis 30 Flugbewegungen pro Stunde erhöht werden.
- Eine Erhöhung bis ca. 95 Flugbewegungen (oder ca. 55 Flugbewegungen im Instrumentenflugbetrieb) erfordert die Einführung von → *Schnellabrollbahnen*, → *Holding Areas* und → *Holding Bays*.

Bei großen Flugplätzen übersteigt die Länge der Rollwege die der Start- und Landebahnen um ein Vielfaches; der Flughafen München (MUC) z. B. verfügt bei zwei Start- und Landebahnen von je 4.000 m über Rollwege mit einer Länge von ca. 80 km.
Die Sicherheit von Rollwegen wird durch eine Reihe von Maßnahmen erhöht; dazu zählen:

- Die Minimierung von Kreuzungspunkten mit anderen Rollwegen, und mit Start- und Landebahnen.
- Die Einrichtung von Rollwegen, die nur in einer Fahrtrichtung verwendet werden.
- Einhaltung von Mindestabständen zwischen Rollwegen sowie zwischen Rollwegen und Start- und Landebahnen.

- Aufbau von → *Roll-Führungssystemen* zur Unterstützung der für die Rollwege verantwortlichen → *Platzkontrolle*.

Die Tragfähigkeit von Rollwegen und Start- und Landebahnen wird meist gleich gewählt. Ähnlich wie Start- und Landebahnen könne auch Rollwege mit → *Schultern* versehen sein; aufgrund der geringen Rollgeschwindigkeiten dienen sie jedoch primär dem Schutz der → *Triebwerke* vor aufgewirbeltem und angesaugtem Schmutz und Partikeln, und dem Schutz der Rollwege vor Erosion durch die Triebwerke.

Analog zu Start- und Landebahnen verfügen Rollwege über → *Markierungen* und bei großen Flugplätzen auch über eine → *Befeuerung*.

Rollwinkel

→ *Querneigung.*

Rotation

Vorgang beim → *Start* eines Flugzeugs, bei dem der → *Pilot* das Flugzeug mit Hilfe der → *Höhenruder* um das Hauptfahrwerk (→ *Fahrwerk*) rotieren lässt, das Bugrad anhebt, und dadurch den → *Anstellwinkel* des → *Tragflügels* erhöht. Dabei hebt das Flugzeug noch nicht vom Boden ab; allerdings wird durch die Erhöhung des Anstellwinkels der → *Auftrieb* so weit vergrößert, dass das → *Abheben* kurz darauf erfolgen kann.

Die Rotation erfolgt bei der Geschwindigkeit VR (engl.: Take-off Rotation Speed) die in etwa das 1,05-fache der → *Entscheidungsgeschwindigkeit* V1 beträgt. In einigen Fällen kann bei Erreichen von VR noch ein so hoher Anstellwinkel zum Abheben erforderlich sein, dass es zu einem → *Tail Strike* kommen würde. In diesem Fall bezeichnet man die etwas höhere Geschwindigkeit, die einen geringeren Anstellwinkel zum Abheben erfordert und einen Tail Strike vermeidet, mit VMU (engl.: Minimum Unstick Speed). Die Geschwindigkeit, bei der das Flugzeug tatsächlich abhebt, ist größer als VR und VMU und wird als VLOF (engl.: Lift-off Speed) bezeichnet.

Rotationsgeschwindigkeit

Engl. Take-Off Rotation Speed.
→ *Rotation*.

Rotor

Im Flugzeugbau versteht man unter Rotor ein → *Profil*, das sich um die eigene Achse dreht und dabei → *Auftrieb* erzeugt. Im Gegensatz dazu erzeugt ein → *Propeller* einen → *Vortrieb*.

Der Rotor ist ein markantes und wichtiges Bauteil für → *Hubschrauber* und dient dort der Erzeugung des Auftriebs und – je nach Bauform – ausschließlich oder teilweise der Erzeugung des Vortriebs. Ferner ist durch die Verstellung des Rotorsystems über die → *Taumelscheibe* die → *Steuerung* des Hubschraubers möglich.

Der Rotor besteht aus dem Rotorkopf und meist zwei bis sieben → *Rotorblättern*. Der Rotorkopf wird über eine Rotorwelle angetrieben; durch die an der Welle anliegende → *Taumelscheibe* kann der Rotor verstellt werden.

Anhand der Konfiguration des Rotorsystems unterscheidet man verschiedene Bauformen:

- System aus Haupt- und Heckrotor: Dies ist die bekannteste und am häufigsten anzutreffende Kombination. Ein großer, mehrblättriger Hauptrotor über der Kabine des Hubschraubers sorgt für den Auftrieb, während ein an einem Ausleger hinter der Kabine montierter Heckrotor ein → *Moment* erzeugt, das das durch den Hauptrotor erzeugte Drehmoment ausgleicht. Zusätzlich wird mit dem Heckrotor der Hubschrauber um seine → *Hochachse* gesteuert. Der Heckrotor ist auf der Unterseite vorläufig und sollte zum Schutz von Personen bei Start und Landung möglichst hoch (ca. 2 m) konstruiert sein.

  Man unterscheidet dabei noch einen einfachen Heckrotor und einen im Ausleger integrierten und verkleideten Heckrotor.

  Dieses Prinzip wurde 1931 von Igor Sikorsky erdacht und patentiert. Der erste Hubschrauber nach diesem Prinzip, die Sikorsky VS-300, flog 1939.
- No-Tail Rotor System (Notar): Hierbei handelt es sich um ein vergleichsweise junges Konstruktionsprinzip, das dem des Hubschraubers mit Haupt- und Heckrotor sehr ähnlich ist. Der Heckrotor wird jedoch durch eine schwenkbare Düse ersetzt, die einen Luftstrahl ausbläst und dadurch einerseits das Gegendrehmoment erzeugt, andererseits den Hubschrauber um die Hochachse steuerbar macht. Im Vorwärtsflug wird der Hubschrauber zusätzlich mittels senkrecht angeordneter → *Seitenruder* um die Hochachse gesteuert. Für den Luftstrahl wird ein Teil des Hauptrotorabwindes am Heck der Kabine durch einen Einlass eingefangen und in den Heckausleger mit einem eingebauten → *Verdichter* (Fan) in die steuerbare Düse am Ende des Heckauslegers geleitet.

  Notar wurde von McDonnell-Douglas entwickelt und patentiert. Seine Vorteile bestehen darin, dass eine Gefährdung durch den drehenden Heckrotor vermieden und der Lärmpegel des Hubschraubers verringert wird.
- Tandemrotor: Hierbei gibt es zwei gegenläufige Hauptrotoren, die entweder hintereinander über der Kabine, oder nebeneinander an Auslegern neben der Kabine montiert sind. Unter Umständen ist der Abstand zwischen den Rotoren geringer als ihr Durchmesser; in diesem Fall spricht man von ineinander kämmenden Rotoren.

  Durch die gegenläufige Drehung der Rotoren heben sich die Drehmomente gegenseitig auf. Zur Steuerung des Hubschraubers um die Hochachse werden die beiden Rotorebenen entgegengesetzt geneigt. Die Anwendung dieses Konstruktionsprinzips erfolgt üblicherweise nur bei großen Hubschraubern mit hohem maximalem Abfluggewicht (→ *Flugzeuggewicht*), z. B. bei militärischen Transporthubschraubern.

  Ein Vorteil dieser Konstruktion ist die starke Leistungsfähigkeit. Als Nachteil gilt der große Platzbedarf und die sehr komplexe Konstruktion, die auch durch die aerodynamischen Verhältnisse bedingt ist.

  Ein Beispiel für nebeneinander liegende Tandemrotoren ist der weltweit größte Hubschrauber, die russische Mil V-12 (Erstflug 12. Februar 1969).
- Nebeneinander liegende Rotoren: Dies ist ein Sonderfall des Tandemrotors, bei der die Rotorwellen sehr eng beieinander liegen und nach außen geneigt sind. Ausleger sind nicht nötig. Die Rotoren mit nur wenigen Rotorblättern kämmen zwangsweise ineinander. Diese Art der Rotoranordnung war bisher nicht besonders weit verbreitet. Der russische Hersteller Kamov hat mehrere Hubschraubertypen nach diesem Prinzip gebaut.
- Koaxialrotor: In diesem Fall sind zwei Rotoren übereinander und gegenläufig angeordnet. Erzeugen beide Rotoren den gleichen Auftrieb, dann gleichen sich die Drehmomente der beiden Rotoren gegenseitig aus. Zur Steuerung um die

Hochachse wird eine asymmetrische Auftriebsverteilung zwischen den beiden Rotoren erzeugt, die eine entsprechende Asymmetrie der Drehmomente zur Folge hat. Der Rotor mit dem größeren Auftrieb erzeugt ein Drehmoment auf die Kabine und dreht diese in die gewünschte Richtung.

Zu den Vorteilen des Koaxialrotors gehören eine kompakte Bauweise des Hubschraubers und eine vergleichsweise hohe Tragkraft. Nachteilig beim Koaxialrotor ist der große → *Widerstand*, der keine hohen → *Fluggeschwindigkeiten* erlaubt.

Der Rotor besteht aus einzelnen Rotorblättern, die aerodynamisch geformt sind und bei ihrer Rotationsbewegung durch die Luft den Auftrieb erzeugen. Die von einem Rotorblatt bei einer Umdrehung überstrichene Fläche bezeichnet man als Rotorkreisfläche; ihr Durchmesser ist der Rotordurchmesser. Das Verhältnis von maximalem Abfluggewicht zur Rotorkreisfläche bezeichnet man als Rotorkreisflächenbelastung. Diese Zahl liegt in der Praxis zwischen 100 und 500 N/m².

Alle Rotorblätter werden mechanisch am Rotorkopf zusammengefasst und mit der Rotorwelle, die den Rotor antreibt, verbunden. Für den Rotorkopf eines Hauptrotors unterscheidet man drei verschiedene Systeme:

- Voll bewegliches (auch: voll gelenkiges) Rotorsystem: Ein voll bewegliches Rotorsystem verfügt über drei oder mehr Rotorblätter, die über ein → *Schlaggelenk*, ein → *Schwenkgelenk* und ein → *Drehgelenk* am Rotorkopf befestigt sind. Jedes Rotorblatt kann daher gegenüber der Rotorwelle um drei Achsen verstellt werden.

  Die Verstellung durch das Schlaggelenk und das Schwenkgelenk erlauben im Vergleich zu den anderen Bauweisen die Reduzierung von Belastungen am Rotorkopf, beispielsweise als Folge unsymmetrischer Lastverteilung des Rotors in der Rotorebene.

  Über die Drehgelenke kann mit Hilfe einer Verstellung der → *Taumelscheibe* durch den → *Pitchhebel* im → *Cockpit* der → *Anstellwinkel* der Rotorblätter, und damit der Auftrieb, verändert werden.

  Derart voll bewegliche Rotorsysteme sind teurer in der Herstellung und Wartung als z. B. halbstarre Rotoren. Sie reagieren jedoch weniger empfindlich auf geringe Kräfte und Stöße.
- Halbstarres Rotorsystem: Es wird bei Rotoren mit nur zwei Rotorblättern eingesetzt, die starr miteinander verbunden sind. Es handelt sich um einen Rotorkopf ohne Schwenkgelenk. Die Rotorblätter können nur als Einheit auf- und abbewegt werden. Bewegt sich ein Blatt nach oben, so bewegt sich das andere nach unten. Ein solches Rotorsystem ist relativ günstig in seiner → *Wartung*.
- Gelenkloser Rotor: Ein Sonderfall des voll beweglichen Rotors, bei dem Schlaggelenk und Schwenkgelenk durch einen mechanisch flexiblen Rotorblattansatz emuliert werden. Die Gelenkfunktion wird durch Biegen des Rotorblattes im Rotorkopfbereich erzielt. Dagegen sind das Drehgelenk und die Taumelscheibe vorhanden.

  Der gelenklose Rotor wurde in den 60er Jahren im Hause MBB erfunden und erstmals bei der MBB Bo 105 (Erstflug 16. Februar 1967) verwendet.
- Starres Rotorsystem: Ein solches Rotorsystem verfügt über drei oder mehrere Rotorblätter, die ohne jedes Gelenk am Rotorkopf befestigt sind. Dennoch können sich die Rotorblätter unabhängig voneinander bewegen, z. B. vor- und nachlaufen oder den Anstellwinkel verändern. Dies wird wie beim gelenklosen Rotor durch einen mechanisch flexiblen Rotorblattansatz im Bereich des Rotorkopfes erzielt.

  Von allen Rotorkopfsystemen ist dieses System am teuersten in der Herstellung. Ein solches System wird in der Regel aus Faserverbundwerkstoffen und Titan hergestellt.

Die Zahl der Rotorblätter und deren Form haben großen Einfluss auf das Flugverhalten des Hubschraubers. Bei Rotoren mit zwei oder drei Blättern sind die Blätter breiter und die Umdrehungszahl des Rotors ist größer als bei Rotoren mit mehr Blättern. Nur so kann auch mit weniger Blättern der benötigte Auftrieb erzeugt werden.

Hubschrauber mit einer niedrigen Blätterzahl sind in der Regel agiler, da die Gesamtmasse des Rotorsystems abnimmt und die Verstellung der Rotorelemente zur Steuerung des Hubschraubers leichter fällt. Rotoren mit einer hohen Zahl von Blättern (bis zu sieben werden heute angewendet) und gedämpfte, also mit Gelenken ausgerüstete, Rotoren laufen hingegen sehr ruhig, allerdings auf Kosten der Manövrierbarkeit. Sie werden daher eher bei großen Transporthubschraubern verwendet.

Rotorblatt

Ein Begriff aus dem Bereich der → *Hubschrauber*. Verkürzt auch Blatt genannt. Als Rotorblatt bezeichnet man das eigentliche den → *Auftrieb* erzeugende Element, das in klassischer Bauweise über Gelenke (→ *Drehgelenk*, → *Schlaggelenk*, → *Schwenkgelenk*) mit dem Rotorkopf verbunden ist. Rotorblatt, Rotorkopf und Rotorwelle bilden den für Hubschrauber charakteristischen → *Rotor*.

Moderne Rotorblätter sind in der Regel aus einem → *Faserverbundwerkstoff* mit einem Kunststoffkern (z. B. PVC) aufgebaut, der für kleinere Hubschrauber auch einen gelenklosen Rotorkopf ermöglicht. Die Blätter haben dann einen wabenartigen Kunststoffkern und eine Oberfläche aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK). In Abhängigkeit des Einsatzzweckes des Hubschraubers verfügen manche Blätter an der Vorderseite über eine Ummantelung aus Titan, der an dieser besonders stark beanspruchten Stelle vor Verschleiß und Korrosion schützt und dadurch die Lebensdauer erhöht.

Man unterscheidet bei den Blättern vier Grundformen,:

- Rechteck: Das Rotorblatt hat eine rechteckige Grundfläche mit einer konstanten Tiefe. Diese Form ist die heute mit Abstand am weitesten verbreitete, da sie trotz nicht optimaler aerodynamischer Eigenschaften günstig in der Herstellung und → *Wartung* ist.
- Trapez: Das Rotorblatt hat eine über seine Länge abnehmende Tiefe. Grund hierfür ist, dass die → *Anströmgeschwindigkeit*, und damit auch der Auftrieb, zur Blattwurzel hin aufgrund der sinkenden Umdrehungsgeschwindigkeit abnimmt. Durch die Reduzierung der Blatttiefe wird dieser Effekt ausgeglichen, und eine gleichmäßigere Belastung des Blattes erreicht.
- Doppeltrapez: Das Rotorblatt hat eine über die Länge zunächst zu- und dann abnehmende Tiefe.
- Rechteck-Trapez: Das Rotorblatt hat zunächst eine konstante, und dann eine abnehmende Tiefe.

Die Variation der Tiefe des Rotorblattes ist eine konstruktiv schwierige Maßnahme. Um dennoch einen gleichmäßigen Auftrieb über die Länge des Rotorblattes zu erzielen, wird das Rotorblatt heute geschränkt, d. h. der → *Anstellwinkel* an der

Blattwurzel wird groß gewählt (z. B. um die 8°) und nimmt zur Blattspitze hin ab (z. B. bis auf 0°).
Die summierte Fläche aller Rotorblätter eines Rotors bezeichnet man als Rotorblattfläche. Als Rotorblattbelastung bezeichnet man das Verhältnis vom maximalen Abfluggewicht (→ *Fluggewicht*) zur Rotorblattfläche.

Entwicklung

Die ersten Rotorblätter wurden aus massivem Metall oder Holz gefertigt und waren starr und daher gegenüber Schlägen und abrupten mechanischen Belastungen sehr empfindlich. Daher waren sie oft trotz massiver Ausführungen nicht sehr stabil und nahmen rasch Schaden.
Im 2. Weltkrieg lernten die Hubschrauberbauer von den Flugzeugbauern und konstruierten das Rotorblatt aus einer inneren hölzernen Wabenstruktur, die mit dünnem Metall ummantelt war. Durch die gewonnene Elastizität wurde das Rotorblatt belastbarer und stabiler.
Rotorblätter aus Verbundwerkstoffen wurden erstmals bei einem Serienhubschrauber bei der Kamov Ka-26 (Erstflug ca. 1965) eingesetzt, gefolgt vom MBB Bo 105 (Erstflug 16. Februar 1967).

Rotorblattbelastung
→ *Rotorblatt*.

Rotorblattfläche
→ *Rotorblatt*.

Rotorblattverstellung
→ *Taumelscheibe*.

Rotorkopf
→ *Rotor*.

Rotorkreisfläche
→ *Rotor*.

Rotorkreisflächenbelastung
→ *Rotor*.

Rotorscheibenfläche
→ *Konuswinkel*.

Rotorwolke
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Auch Lee-Rotor (-Wolke) oder Föhn-Rotor-Wolke genannt. Bezeichnung für eine turbulente Wolkenformation (→ *Wolke*) an der Leeseite (→ *Lee*) einiger großer Gebirgsbarrieren. Die Luft in der Wolke dreht um eine Achse parallel zum Gebirgszug. Die Wolke lässt auf eine eventuelle, heftige → *Turbulenz* schließen, so dass es für Segelflugzeuge und Sportflugzeuge gefährlich werden könnte dort entlang zu fliegen.

Route Proving
Auch Streckenerprobung genannt. Bezeichnung für einen Teil der → *Musterzulassung* für ein bestimmtes Flugmuster. Ziel ist die Sicherstellung der Betriebssicherheit und -fähigkeit im späteren Liniendienst.
Aufgabe des Route Proving ist es, möglichst real die Betriebsbedingungen des Flugbetrieb-Alltags zu simulieren. Dabei muss das Flugmuster 200 Flugstunden ohne Fehler bestimmte Streckenprofile abfliegen. Der Test erfolgt mit Passagieren, die sich üblicherweise aus freiwillig gemeldeten Angestellten des → *Herstellungsbetriebs* und der → *Luftverkehrsgesellschaften* zusammensetzen. Folgende Aspekte werden beim Route Proving geprüft:

- Verhalten beim → *Bodenabfertigungsdienst* (z. B. Rangieren, Parken, Zurückstoßen, Andocken, Be- und Entladung von → *Gepäck* und → *Luftfracht*, Betanken)
- Bordservice (Küchenbedienung, → *Catering*, Durchführung des Service während des Fluges)
- Funktion der technischen Bordsysteme (Heizung, Klimaanlage und Lüftung, Beleuchtung, Toiletten, → *Galley*, → *IFE*-Systeme)
- Passagier-Handling (Ein- und Aussteigen, Bedienung der Notausgänge)
- Cockpitbedienung
- Flugeigenschaften, beispielsweise in Abhängigkeit unterschiedlicher → *Triebwerke*.

RPK
Abk. für Revenue Passenger Kilometers.
→ *Passagierkilometer*.

RPM
Abk. für Revenue Passenger Miles.
→ *Passagierkilometer*.

RSK
Abk. für Revenue Seat Kilometers.
→ *Passagierkilometer*.

RSM
Abk. für Revenue Seat Miles.
→ *Passagierkilometer*.

RT
Abk. für Return (Ticket, Flight).
Englische Bezeichnung für einen Rückflug bzw. ein Rückflugticket.

RTO
Abk. für Rejected Takeoff.
→ *Startabbruch*.

Ruder
Zusammenfassende Bezeichnung für bewegliche Flächen, die der → *Steuerung* des Flugzeugs um seine → *Längs-* → *Hoch-* und → *Querachse* dienen. Ruder verändern bei ihrem Ausschlag die aerodynamischen Eigenschaften (z. B. → *Auftrieb*, → *Widerstand*) des Flugzeugs und erzeugen so → *Kräfte* und → *Momente*, die das Flugzeug in die gewünschte Richtung lenken. Ruder können auch zur → *Trimmung* des Flugzeugs eingesetzt werden.
Das → *Seitenruder* dient der Steuerung um die Hochachse; in den meisten Fällen ist es am → *Heck* angebracht und dort in eine oder mehrere → *Seitenflossen* integriert.
Die → *Querruder* liegen in den → *Tragflächen* und werden zur Steuerung um die Längsachse eingesetzt. Zur Unterstützung der Querruder können → *Bremsklappen* eingesetzt werden, die selber aber keine Ruder darstellen.
Die → *Höhenruder* dienen der Steuerung um die Querachse. Sie sind in → *Höhenflossen* integriert und entweder beidseitig der Seitenflosse angebracht, oder als → *Kopfsteuerfläche* vor dem Tragflügel beidseitig des → *Rumpfes*.
Eine Besonderheit stellt das → *V-Leitwerk* dar, bei dem Höhen- und Seitenruder in zwei Steuerflächen, die zueinander in V-Stellung stehen, vereinigt sind. Bei Flugzeugen mit → *Deltaflügel*

entfällt oft die Höhenflosse, und die Funktionen von Höhen- und Querruder werden in einer Steuerfläche, dem sog. → *Elevon*, zusammengefasst.

Ruderumkehrwirkung
Ein Phänomen, bei dem der Ausschlag eines → *Ruders* nicht den erwarteten Effekt, sondern dessen Gegenteil bewirkt. Die Ruderumkehrwirkung kommt gelegentlich beim → *Querruder* vor. Dabei können drei unterschiedliche Ursachen unterschieden werden:

- Aufgrund seiner → *Aeroelastizität* kann sich ein → *Tragflügel* durch Strömungskräfte so stark verdrehen, dass sich die Anströmung der außen liegenden Querruder verändert und so deren Ruderwirkung umkehrt. Dies war besonders in der Anfangsphase der Jet-Flugzeuge problematisch und ist der Grund dafür, dass z. B. die North American F-100 (Erstflug 25. Mai 1953) die Querruder innen am Tragflügel hatte und nicht außen.
- Beim Einleiten eines → *Kurvenflugs* nahe der → *Überziehgeschwindigkeit* kann am noch unten ausgeschlagenen Querruder der → *kritische Anstellwinkel* überschritten werden. Die Strömung reißt ab, der → *Auftrieb* bricht zusammen, und der → *Widerstand* steigt stark an. Dadurch wird der Flügel gleichzeitig nach unten und nach hinten gerissen, statt wie erwartet nach oben zu steigen und die Kurve einzuleiten.
- Im → *Transsonischen Flug* führen → *Stoßwellen* rund um das ausgeschlagene Ruder zu lokalen → *Strömungsabrissen*, die die Ruderwirkung umkehren können. Dies war besonders in der Anfangszeit des → *Überschallflugs* ein großes Problem und konnte nur durch Verwendung sehr dünner → *Profile* gelöst werden.

Rückenflug
Bezeichnung für ein → *Flugmanöver* aus dem Bereich des → *Kunstflugs*, bei dem ein Flugzeug eine halbe → *Rolle* in den Rückenflug, und dann einen Rückenflug über eine längere Strecke geradeaus macht. Dann macht es eine halbe Rolle aus dem Rückenflug zurück in die normale Fluglage und setzt den normalen Geradeausflug fort.
Die Güte dieser Flugfigur kann anhand der folgenden Punkte festgestellt werden:

- Die halben Rollen werden nicht mit dem gleichen Kurs geflogen wie der Rückenflug.
- Die halben Rollen werden nicht stetig und weich geflogen (mehrfache Korrekturen nötig).
- Der Kurs wird während der Figur nicht beibehalten.
- Es kommt zu einem Höhenverlust.
- Der Rückenflug ist zu kurz.

Aus aerodynamischer Sicht scheint der Rückenflug zunächst rätselhaft, da der → *Auftrieb* am → *Tragflügel* dabei zum Erdboden, also in die „falsche" Richtung zu wirken scheint. Tatsächlich ist beim Rückenflug aber der → *Anstellwinkel* des Tragflügels für die Auftriebserzeugung entscheidend. Verwendet man z. B. ein symmetrisches → *Profil*, so kann durch Wahl eines „negativen" Anstellwinkels ein Auftrieb in Richtung Profilunterseite, also gegen den Erdboden, erzeugt werden.

Rückseitenwetter
→ *Front*.

Rufzeichen
Name bzw. Code, der der Ansprache und eindeutigen Identifikation von Luftfahrzeugen und Bodenfunkstellen im Funkverkehr dient.

Rufzeichen für Luftfahrzeuge
Für Luftfahrzeuge gibt es drei Arten von Rufzeichen:

- Verwendung des → *Eintragungszeichens* des Flugzeugs. Dieses kann durch Voranstellen des Namens des Herstellers des Luftfahrzeugs (z. B. „Piper") oder des Typs des Luftfahrzeugs (z. B. „Cayenne") erweitert werden kann.
- Verwendung der Bezeichnung des → *Luftfahrtunternehmens* (z. B. „Lufthansa"), gefolgt von den letzten vier Zeichen des Eintragungszeichens.
- Verwendung der Bezeichnung des Luftfahrtunternehmens (z. B. „Lufthansa"), gefolgt von der Flugnummer (z. B. „454").

Luftfahrzeuge, deren maximales Startgewicht (→ *Flugzeuggewicht*) 136 t oder mehr beträgt, müssen bei der ersten Ansprache ihr Rufzeichen um das Codewort „Heavy" ergänzen. Im militärischen Bereich werden Rufzeichen mit maximal sieben Stellen verwendet.
Die oben genannten Rufzeichen können nach definierten Regeln von der Bodenstation abgekürzt werden, sofern es dadurch nicht zu Verwechslungen kommen kann. Dabei muss die erste Ansprache stets mit dem vollständigen Rufzeichen erfolgen. In Ausnahmefällen kann die Bodenstation das Rufzeichen im Flug auch ändern, um so Verwechslungen mit den Rufzeichen anderer Luftfahrzeuge zu vermeiden.

Rufzeichen für Bodenfunkstellen
Die Rufzeichen von Bodenfunkstellen bestehen aus einem Namen (meist dem Ort der Bodenstation) und einem Codewort, das ihre Funktion beschreibt.
Im Bereich der → *Streckenkontrolle* werden die Codewörter CONTROL für eine Bodenstation ohne → *Radar*, und RADAR für eine Bodenstation mit Radar verwendet. Die → *Anflugkontrolle* kann als APPROACH (ohne Radar) oder ARRIVAL bzw. DEPARTURE (mit Radar) bezeichnet sein. Für die Kontrolle des → *Endanflugs* werden die Codewörter DIRECTOR (mit Radar) oder PRECISION (mit → *PAR*) verwendet. Die → *Platzkontrolle* wird durch das Codewort TOWER, → *Vorfeld-* und → *Rollkontrolle* durch die Codewörter APRON und GROUND beschrieben. Der → *Fluginformationsdienst* ist als INFORMATION gekennzeichnet; dies darf nicht mit der Bezeichnung INFO für Informationsdienste eines → *Flugplatzes* verwechselt werden. DELIVERY steht für die Übermittlung von Streckenfreigaben, DISPATCH für die Übermittlung von Informationen durch Luftverkehrsgesellschaften.

Rumpf
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Engl. Fuselage (=Tonne). Auch Zelle genannt. Er bezeichnet den konstruktiven und formgebenden üblicherweise größten Teil eines Flugzeugs zur Aufnahme von Steuerungspersonal, Nutzlast (Passagieren oder Fracht) und benötigten Hilfsaggregaten (Hydraulik, Klimaanlage, Heizung, Belüftung, Elektrik etc.). Das für Passagiere nutzbare Innere des Rumpfes wird als → *Kabine* bezeichnet.
Ferner ist der Rumpf dadurch gekennzeichnet, dass alle anderen Teile eines Flugzeugs, wie z. B. die → *Tragflügel*, das → *Leitwerk* und das → *Fahrwerk* an ihm befestigt sind, er sie miteinander verbindet und sie zu einem flugfähigen Ganzen zusammenführt. Eine derartige Konstruktion wird auch → *Schwanzflugzeug* genannt. Eine Ausnahme von dieser Regel ist das → *Nurflügelflugzeug*.
Der Rumpf muss von seiner Form und Konstruktion verschiedenen Belastungen widerstehen. Der Rumpf soll genügend Festigkeit haben, um die Beanspruchung durch Luft-, Mas-

senkräfte bei → *Starts* und → *Landungen* sowie während des → *Reisefluges* auszuhalten. Er muss groß genug für die Aufnahme der → *Crew*, der Nutzlasten (Fracht, Passagiere) und von zusätzlichen betriebsnotwendigen Zusatzausrüstungen (Tanks, → *Fahrwerk*, Hydraulik, Bordelektrik, Heizung und Klimaanlage, Frischluftsysteme, → *APU*, Kabinenausstattung etc.) sein.
Die mechanischen Hauptbelastungen, die auf den Rumpf wirken, sind die Kräfte, die durch Anbauteile eingeleitet werden (Tragflügel, Leitwerk, Fahrwerk, → *Triebwerk*) aber auch Kräfte, die durch die Masse der Zuladung und der Aggregate, die in seinem Inneren angeordnet sind, entstehen. Der Rumpf wird auch durch die Oberflächen-Luftkräfte durch Druckverringerung und Drucksteigerung sowie durch die Kabinen-Druckdifferenz (→ *Druckkabine*) belastet.
Entscheidend für die Entwicklung von Rumpfformen sind folgende Faktoren:

- Verwendungszweck: Sport-, Militär-, Passagier- oder Frachtflugzeug für Kurz-/Mittel-/Langstrecke
- Mögliche Lastvielfache
- Sicherheitsfaktoren
- Wirtschaftlichkeit bei der Herstellung oder Nutzung (Aerodynamik)

Ein Rumpf kann auf verschiedene Arten gebaut sein. Man unterscheidet im wesentlichen drei Bauarten:

- → *Gerüstbauweise*
- → *Schalenbauweise*
- → *Spantenbauweise*

Rumpfpylon
→ *Pylon*.

Rundschreiben für die Luftfahrt
→ *AIC*.

Rundsichtradar
Engl.: Surveillance Radar Equipment (SRE). Übergreifende Bezeichnung für → *Radar*-Systeme, die in der → *Flugverkehrskontrolle* eingesetzt werden.
Die bekanntesten Systeme sind das → *Mittelbereich-Rundsichtradar* (Air-Route Surveillance Radar, ARSR) für die → *Bezirkskontrolle* und das → *Flughafen-Rundsichtradar* (Airport Surveillance Radar, ASR) für die → *Anflugkontrolle* und die → *Platzkontrolle*.

Rundstrahlfeuer
Engl.: Omnidirectional Lights. Eine besondere → *Befeuerung*, bei der das Licht der Lampe in alle Richtungen ausgestrahlt wird. Rundstrahlfeuer werden z. B. bei → *Sichtanflug-Landebahnen* und → *Instrumenten-Landebahnen* sowie zur Markierung der Seitenränder von → *Präzisions-Landebahnen* und → *Rollwegen* eingesetzt. Hintergrund ist dabei, dass diese Lichter aufgrund ihrer Rundstrahl-Eigenschaft z. B. auch von Flugzeugen, die über dem → *Flugplatz* kreisen, als Orientierungshilfe eingesetzt werden können.
Dagegen werden für Befeuerungen, die eine Richtung angeben (z. B. → *Anflugbefeuerung*, → *Schwellenbefeuerung*, oder Befeuerung des Landebahn-Endes) Richtstrahlfeuer eingesetzt, deren Lichtstrahlen mit Hilfe von Reflektoren oder durch eine entsprechende Gehäusegestaltung in eine definierte Richtung gelenkt werden.

Run-up/ Run-up Check
Bezeichnung für eine Kontrolle der → *Triebwerke* im Rahmen der → *Flugvorbereitung* vor dem → *Start*. Sie dient der Überprüfung einer Reihe von Systemen und Funktionen der Triebwerke und des Flugzeugs, z. B.:

- Überprüfung des Kraftstoff- und Öldrucks.
- Überprüfung der Instrumente, die nur mit laufenden Triebwerken funktionieren, und daher vor dem Anlassen nicht kontrolliert werden können.
- Bei → *Kolbenmotoren*: Kontrolle der Zündkreise, z. B. indem der Leistungsabfall beim Abschalten einer der beiden Zündkreise kontrolliert wird (→ *Magnetzünder*); Identifikation möglicher Vereisungen am → *Vergaser*.

Oft wird parallel dazu eine entsprechende Checkliste (Run-up Checklist) abgearbeitet. Gleichzeitig dient der Run-Up dem Warmlaufen des Triebwerks, so dass beim Start sofort der volle → *Schub* verfügbar ist.

Rush Tag
Ein Begriff aus dem Bereich der → *Verkehrsfliegerei* und dort aus der Fluggast- bzw. der → *Gepäckabfertigung*. Wenn fehlgeleitetes Gepäck an einem anderen als dem Bestimmungsort gefunden wird erhält das Gepäck eine bevorzugte Behandlung bzw. die Garantie, dass es mit dem nächstmöglichen Flug an seinen korrekten Bestimmungsort kommt. Um das Gepäckstück für die bevorzugte Behandlung kenntlich zu machen erhält es einen neuen → *Gepäckabschnitt*, der wie ein gewöhnlicher Gepäckabschnitt aussieht, allerdings signalrot ist oder aber in rot beschrieben wurde.

Rutschen
Bezeichnung für ein Abdriften des Flugzeugs im → *Kurvenflug* nach innen oder außen. Ein Rutschen tritt immer dann auf, wenn → *Querruder* und → *Seitenruder* nicht koordiniert ausgeschlagen werden, also kein → *koordinierter Kurvenflug* vorliegt, oder wenn die Kurve mit unangepasster → *Fluggeschwindigkeit* geflogen wird. Das Rutschen ist eine Form des → *Schiebeflugs*.
Um ein Driften des Flugzeugs in der Kurve zu vermeiden müssen → *Auftrieb*, → *Gewichtskraft* und Fliehkraft im Gleichgewicht sein. Auftrieb und Fliehkraft hängen dabei von der Fluggeschwindigkeit und von der → *Querneigung*, und damit vom Quer- und Seitenruderausschlag ab. Fluggeschwindigkeit, Querruderausschlag und Seitenruderausschlag müssen also genau abgestimmt sein, um ein Rutschen zu vermeiden.
Ist die Fluggeschwindigkeit für die gewählte Querneigung zu hoch, so kommt es zum Rutschen nach außen, und am → *Wendeanzeiger* bewegt sich die Kugel zur Kurvenaußenseite. Das Flugzeug fliegt eine sog. → *Schmierkurve*. Zum Ausgleich muss entweder die Querneigung durch einen stärkeren Ausschlag des Querruders erhöht werden, und/oder der Ausschlag des Seitenruders verringert werden.
Ist die Fluggeschwindigkeit für die gewählte Querneigung zu gering, so kommt es zum Rutschen nach innen, und am Wendeanzeiger bewegt sich die Kugel zur Kurveninnenseite. Das Flugzeug fliegt eine sog. → *Schiebekurve*. Zum Ausgleich muss entweder die Querneigung durch einen verringerten Ausschlag des Querruders angepasst werden, und/ oder der Ausschlag des Seitenruders erhöht werden.

RVR
Abk. für Runway Visual Range.
Auch Pistensichtweite genannt. RVR ist ein Maß für die Sichtweite, die ein → *Pilot* bei der → *Landung* in horizontaler Richtung auf die Landebahnstrecke hat. Sie hängt sowohl von den Witterungsbedingungen am → *Flugplatz* (z. B. Regen oder Nebel), als auch von der → *Befeuerung* der → *Landebahn* ab.

Damit auf einer Landebahn eine Landung durchgeführt werden kann, muss die RVR den für diese Landebahn definierten Mindestwert erreichen. RVR-Mindestwerte sind auch Teil der Definition der Kategorien (→ *CAT*) für → *Präzisionsanflüge*.
Die RVR wird mit Hilfe von Transmissionsmessern bestimmt. Sie messen inwieweit das von einem Leuchtkörper ausgestrahlte Licht in einer gewissen Entfernung (je nach Anlage z. B. 50 m) noch erkennbar ist. Meist werden dazu mehrere Messgeräte eingesetzt. Die Messung erfolgt im Bereich der → *Aufsetzzone* parallel zur Landebahn in einer Höhe von ca. 2,5 Meter. Dadurch ist gewährleistet, dass die RVR in etwa jener Sichtweite entspricht, die der Pilot beim → *Aufsetzten* auf der Landebahn vorfindet. Die RVR wird z. B. über → *METAR* mit Hilfe eines standardisierten Codes veröffentlicht. In Deutschland erfolgt die Angabe der RVR stets in Metern und nur, wenn sie unterhalb von 1.500 m liegt. International wird die RVR in Fuß angegeben.
Im Messwert werden auch die Umfeldhelligkeit und der eigentlich benötigte Blick aus dem → *Cockpit* (Schrägsicht) nach Möglichkeit berücksichtigt. Die Pistensichtweiten bilden zusammen mit den Wolkenuntergrenzen (Vertikalsicht) die Flughafenminima oder Wetterminima, die durch die Flughafen- und Flugsicherungsbehörde festgelegt und vorgeschrieben werden. Diese Werte sind alle im nationalen → *Luftfahrthandbuch* (AIP) veröffentlicht.

RVSM
Abk. für Reduced Vertical Separation Minima.
Bezeichnung für die Einführung verringerter → *Mindestabstände* bei der vertikalen → *Staffelung* von Flugzeugen. Nach der ursprünglichen Einführung im europäischen und transatlantischen Luftraum wird RVSM nun weltweit implementiert.
RVSM basiert auf modernen Systemen der → *Navigation* und des → *Flugverkehrskontrolldienstes*, die eine präzisere Führung von Flugzeugen im → *Luftraum* als bisher erlauben. Dadurch ist es möglich, die vertikalen Abstände zwischen Flugzeugen zu reduzieren. Spezifisch wird durch RVSM der vertikale Mindestabstand für → *Flughöhen* zwischen → *FL* 290 und FL 410 von zuvor 2.000 → *ft* auf nun 1.000 ft reduziert. Der Mindestabstand von 1.000 ft unter FL 290 bleibt bestehen.
RVSM erlaubt es damit, zusätzliche Flugebenen zwischen FL 290 und FL 410 einzuziehen, und so das Verkehrsaufkommen pro Flugebene zu verringern.
Dadurch wird zum einen die Zahl der sich kreuzenden Flugzeuge und damit die Gefahr von Kollisionen verringert. Zum anderen steht den Flugzeugen jetzt mehr Freiraum zur Verfügung, um optimierte Flugrouten zu fliegen.
Dies führt zu einem geringeren Verbrauch von → *Kraftstoff*, zu einer Reduzierung der schädlichen *Emissionen*, und zu einer Steigerung der Pünktlichkeit im Luftverkehr, nicht notwendigerweise jedoch zu einer Verkürzung planmäßiger Flugzeiten, da die gewonnene Zeit als Puffer bestehen bleibt und zur Erhöhung der Pünktlichkeit verwendet wird.

RWY
Abk. für Runway.
→ *Start- und Landebahn.*

S

Sabre

Abk. für Semi-automatic Business Research Environment.

Bezeichnung des computergestützten nordamerikanischen Reservierungssystems (→ *CRS*). Wie die anderen großen CRS auch erlaubt Sabre mittlerweile nicht nur die Buchung von Flügen, sondern vielen verschiedenen touristischen Dienstleistungen.

An Sabre sind rund 40 Fluglinien und 75.000 Reisebüros angeschlossen. Die Bezeichnung SABRE war zunächst der Projektname innerhalb der Fluglinie American Airlines. Mittlerweile ist es jedoch der Name des in der 2. Hälfte der 90er Jahre ausgegründeten Unternehmens (Sabre Group) mit Sitz in Dallas/Texas, das auch andere IT-Dienstleistungen für Dritte anbietet.

SABRE war eines der ersten landesweiten Systeme zur Vernetzung von Nutzern und Host über ein Weitverkehrsnetz und kombinierte in einem bis dahin nicht gekannten Maßstab Datenbanktechnologie, Computertechnologie und Datenkommunikationstechnologie miteinander.

Entwicklung

Seine Wurzeln reichen bis 1953 zurück, als es bei American Airlines erste Konzepte für ein Reservierungssystem auf Computerbasis gab. Prinzipiell war es das erste große derartige Vernetzungsprojekt, an dem nicht das Militär, sondern ein ziviler kommerzieller Kunde eines IT-Herstellers beteiligt war.

Erstmals ging SABRE 1962 in Betrieb, als zwei Mainframes von IBM vom Typ 7.090 über Telefonleitungen miteinander und mit Flughäfen und Reisebüros an zunächst 50 Standorten vernetzt wurden. Die ersten Terminals waren dabei Fernschreiber. 1964 wurde die vollständige erste Ausbaustufe erreicht. 2.000 Standorte waren miteinander vernetzt.

Maßgeblich konzipiert und aufgebaut wurde es vom Hause IBM in enger Kooperation mit American Airlines.

Sackflug

Ein → *überzogener Flugzustand*, bei dem es an beiden → *Tragflächen* zu einem → *Strömungsabriss* kommt, und das Flugzeug bei geringer → *Fluggeschwindigkeit* schnell nach unten fällt. Im Gegensatz dazu ist beim → *Trudeln* die Strömung nur an einer Seite des → *Tragflügels* abgerissen.

Der Sackflug ist ein stabiler → *Flugzustand*. Die → *Querruder* sind aufgrund des Strömungsabrisses meist unwirksam, das → *Seitenruder* bleibt aber weiter angeströmt und kann zur Richtungssteuerung eingesetzt werden. Nachdem sich im Sackflug die Fluggeschwindigkeit ausreichend erhöht hat, kann das Flugzeug durch Einsatz der → *Höhenruder* wieder in eine normale Fluglage gebracht werden.

Sägezahn

Auch Nasenkerbe genannt. Ein Begriff aus dem Bereich der Aerodynamik und dort aus dem Bereich der Tragflächengestaltung. Er bezeichnet eine aerodynamische Bauart des Flügel oder an den Leitwerkflächen, welche die Strömung vor allem über den Außenbereichen bei einem hohen → *Anstellwinkel* beeinflusst. Die Bezeichnung kommt von der gezackten (zahnartigen) Gestaltung der Vorderkante, die aus einer abrupten Tiefenänderung resultiert.

Das Problem beim Flug mit hohen Anstellwinkeln löst sich an Flügeln kleiner → *Streckung* im Außenbereich die Strömung ab. Dies führt zu Verlust von aerodynamischem Auftrieb und auch eingeschränkter Wirksamkeit von Steuerflächen. Um die Strömung im äußeren Flügelbereich zu stabilisieren, wird über den so genannten Sägezahn an der Vorderkante ein neuer (Vorderkanten-) Wirbel erzeugt. Dieser bringt zusätzliche Energie in die sich ablösende Strömung und stabilisiert sie dadurch. Das Flugzeug kann höhere Anstellwinkel fliegen und hat bessere Manövriereigenschaften in diesem Flugbereich als ohne Sägezahn.

Mittlerweile ist die moderne Gestaltungstechnik für Tragflächen so weit, dass man heute den Sägezahn kaum mehr bei neuen Flugzeugen findet. Sägezähne befinden sich daher vor allem an älteren Flugmustern wie z. B. der Chance Vought (Erstflug 25. März 1955), der MiG-23 (Erstflug 10. Juni 1967) oder der daraus entstandenen MiG-27 (Erstflug 20. August 1970). Dort öffnet sich der Sägezahn automatisch in Gelenknähe, wenn der Schwenkflügel nach hinten schwenkt wird. Ein Beispiel für ein ziviles Flugmuster mit Sägezahn ist die Iljushin Il-62 (Erstflug September 1963).

Safe-Life

Ein Begriff aus dem Flugzeugbau, konkret aus dem Bereich der Konstruktionsprinzipien und dort neben → *Fail Safe* und → *Damage Tolerance* die Bezeichnung für eines von drei möglichen Fehlertoleranzprinzipien in der Flugzeugkonstruktion. Es handelt sich um das älteste der drei Prinzipien. Diese Konstruktionsprinzipien kommen auch in anderen Bereichen des Maschinen- und Anlagenbaus sowie im Bauingenieurwesen zur Anwendung.

Safe Life geht davon aus, dass eine mechanische Struktur oder ein einzelnes Bauteil für eine bestimmte → *Lebensdauer* ausfallsicher und fehlerfrei konstruiert werden kann. Dies kann analytisch und experimentell mit einem relativ hohen Sicherheitsfaktor nachgewiesen werden. Am Ende dieser Lebensdauer wird die Struktur – unabhängig, ob beschädigt oder nicht – im Rahmen der → *Wartung* durch eine neue Struktur ersetzt.

Die Lebensdauer wird z. B. in Anzahl Flugstunden, Anzahl von → *Landungen* oder anderer geeigneter Metriken ausgedrückt und anhand der Betriebsbücher nachgewiesen und überwacht.

Dem Vorteil einer fest planbaren Verwendungsdauer ohne zwischenzeitliche, kostentreibende Kontrollen steht der wirtschaftliche Nachteil einer nie optimalen Ausnutzung der möglichen Lebensdauer gegenüber. Ein weiteres Problem stellen Fehler dar, welche bei Herstellung oder Wartung eingebracht wurden und vorzeitig zu einer Rissbildung führen können, denn eine mechanische Struktur, die nach diesem Prinzip konstruiert wird hat nur einen Lastpfad. Es kann vorkommen, dass die detektierbare Risslänge schon vor dem Ende der Lebensdauer im Bereich der kritischen Risslänge liegt. Für einen solchen Fall ist es nicht möglich, ein Inspektionsintervall zur Überwachung der Strukturintegrität zu definieren. Folglich kann der Bruch eines Strukturelementes zum kompletten Versagen einer solchen Struktur führen mit den entsprechenden Konsequenzen für das Flugzeug. Vor 1960 wurden Flugzeuge komplett nach diesem Prinzip ausgelegt. Nach den heutigen Vorschriften (JAR 25.571) darf nur noch das → *Fahrwerk* nach diesem Prinzip konstruiert werden.

Safety Card

Bezeichnungen für auf Plastikkarten aufgedruckte Sicherheitshinweise in Verkehrsflugzeugen, die an jedem Sitzplatz auszuliegen haben. Auf ihnen wird die Lage der Notausgänge, die Handhabung von Schwimmwesten und das Verwenden von Sauerstoffmasken anhand von Grafiken erklärt.

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_19, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

Safety Cards sind genauso wie → *Spucktüten* Gegenstand von Sammlerleidenschaft und werden auf Tauschbörsen gehandelt.

Sandwichbauweise
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Er bezeichnet eine bestimmte Art eines dort verwendeten → *Werkstoffs*. Es handelt sich neben dem → *Faserverbundwerkstoff* um eine weitere Art eines → *Verbundwerkstoffs*.
Sandwichbausteine setzen sich aus mehreren Schichten kraftschlüssig miteinander verbundener Werkstoffe zusammen.
Ein Sandwichwerkstoff (oft wird auch nur kurz vom Sandwich gesprochen) ist mindestens in drei Lagen aufgebaut. Er besteht dann aus einem Stützstoff (z. B. Hartschaumstoff) als Sandwichkern und zwei hochfesten Deckschichten. Diese Deckschichten können beispielsweise aus Metall, Hartpapier (im Modellflugbau) oder oft auch aus Laminaten bestehen. Laminate sind selber Verbundwerkstoffe (Faserverbundwerkstoffe), die zum einen aus Fasern, in Form von Gelegen oder Geweben, und zum anderen aus einer Bettungsmasse (Matrix), z. B. Epoxid-Harz bestehen.
Der Kern eines Sandwichwerkstoffes kann aus verschieden profilierten Stützstoffen bestehen, beispielsweise in Wabenform. Als Kernstoffe werden meistens faserverstärkte Kunststoffe, Papier, Balsaholz, Aluminium; Stahl oder Titan verwendet.
Durch die hohe Schlagzähigkeit der Sandwich-Konstruktionen mit entsprechendem Schaumstoffkern entsteht ein schadentolerantes Bauteil, bei dem eine Beschädigung nur in begrenztem Ausmaß stattfinden kann und eine Delamination praktisch verhindert wird. Der Reparaturaufwand hält sich in Grenzen, da die Beschädigung lokal behoben werden kann und die Ausfallzeiten und somit auch die Kosten gering gehalten werden.
Außerdem verlangen diese Bauteile kaum Pflege, da so gut wie keine Verwitterung bzw. Korrosion stattfindet und somit eine lange Lebensdauer garantiert ist.
Im Flugzeugbau kommen beispielsweise Sandwichelemente mit metallischen Deckschichten und Kerndämmung aus Polyurethan-Hartschaum zum Einsatz.
Die Sandwichbauweise wird heute nicht nur im Flugzeugbau eingesetzt, sondern auch beim Bau leichter und fester Strukturen im Transportwesen, im Freizeitbereich und in der Industrie.

SAS
Abk. für Stability Augmentation System.
→ *Stabilisationsregler*.

Satellit
Engl.: Satellite. Bezeichnung für eine besondere Bauform von → *Terminals*, bei denen Baukomplexe mit → *Flugsteigen* getrennt vom Zentralgebäude des Terminals auf dem → *Vorfeld* angeordnet sind.
Satelliten können einen runden, polygonen oder lang gezogenen Grundriss haben. Während runde und polygone Satelliten meist nur über fünf bis acht Flugsteige verfügen, können an lang gezogenen Satelliten auch 20 und mehr Flugsteige angebracht sein. Die Verbindung zwischen dem Satelliten und dem Zentralgebäude kann über einen Steg bzw. eine Brücke (z. B. Flughafen Brüssel), einen Tunnel (z. B. Paris – Charles de Gaulle/ Terminal 1; Athen), einen → *People Mover* (z. B. Las Vegas McCarran, London-Gatwick) oder mit Hilfe von Bussen erfolgen.
Satelliten verfügen oftmals über einen gemeinsamen Wartebereich für alle Flugsteige. Sie führen zu kompakten Zentralgebäuden, insbesondere wenn im Satellit neben den Wartebereichen und Flugsteigen noch weitere Funktionen des Terminals installiert sind. Die → *Parkpositionen* für die Flugzeuge können senkrecht oder tangential zum Satelliten liegen; bei der tangentialen Lösung kann das Flugzeug die Parkposition aus eigener Kraft wieder verlassen.
Von Nachteil sind bei Satelliten der große Platzbedarf auf dem Vorfeld, und die oftmals langen Wege für die Passagiere vom Zentralgebäude zum Flugsteig. Eine extreme Form des Satelliten-Prinzips stellt das Terminal 1 des Flughafens Paris – Charles de Gaulle (CDG) dar, bei dem sieben trapezförmige Satelliten kreisförmig um ein sehr kompaktes, rundes Zentralgebäude angeordnet sind.
Alternativen zum Satelliten-Konzept sind das → *linear-Terminal*, das → *Finger-* oder Pierkonzept und das → *offene Konzept*.

Satellitennavigation
Übergreifende Bezeichnung für Verfahren der → *Navigation*, die auf Informationen beruhen, die von Satelliten ausgestrahlt werden. Sie werden auch als → *GNSS* bezeichnet. Beispiele für Satelliten-Navigationssysteme sind → *GPS*, → *GLONASS* und → *Galileo*.

Sattel
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für das neutrale Gebiet im Übergangsbereich zwischen zwei → *Hochs* und zwei → *Tiefs*, oder die Schnittlinie zwischen → *Trog* und Tiefdruckrücken.

Sauerstoffmaske
Engl.: Oxygen Mask. In großen → *Flughöhen* ab ca. 4.000 Meter ist der Sauerstoffanteil der Luft zu gering für den Menschen. Flugzeuge, die diese Flughöhen erreichen, werden daher und wegen des in diesen Höhen herrschenden niedrigen Luftdrucks mit einer → *Druckkabine* ausgestattet, welche das Innere des Flugzeugs von der Umgebung trennt. Dadurch kann ein bestimmter Luftdruck und ein bestimmter Sauerstoffgehalt künstlich im Inneren erzeugt werden. Kommt es zu einer Beschädigung der Druckkabine, so entweicht der Sauerstoff, und die Passagiere müssen anderweitig versorgt werden. Für diesen Fall stehen die Sauerstoffmasken zur Verfügung. Die → *Piloten* werden in der Regel über ein separates System, z. B. einzelne Sauerstoffflaschen mit Masken, versorgt.
Die Masken sind in die Kabinendecke integriert; sobald Sensoren einen Druckabfall in der → *Kabine* bemerken fallen sie automatisch herunter. Die Sensoren sind dabei relativ sensibel eingestellt, und reagieren z. B. auch auf langsame Druckverluste infolge eines kleinen Lecks, die von den Passagieren nicht bemerkt werden. Alternativ können die Sauerstoffmasken manuell vom Piloten ausgelöst werden. Das Auslösen der Sauerstoffmasken geht in der Regel mit dem Einleiten eines → *Notsinkflugs* einher. Die Masken bestehen aus einem Mundstück und einem Gummiband zur Fixierung. Aus den von der Kabinendecke hängenden Masken strömt zunächst noch kein Sauerstoff. Erst wenn die Maske vom Passagier nach unten gezogen wird beginnt die Sauerstoffzufuhr. Der Sauerstoff kann dabei chemisch erzeugt werden, aus Sauerstoffflaschen kommen, oder an Bord durch ein → *OBOGS* erzeugt werden.

SB
→ *Service Bulletin*.

SBAC
Abk. für Society of British Aerospace Industries.

Bezeichnung für den Interessenverband der britischen Luft- und Raumfahrtindustrie. Sie ist beispielsweise auch der Veranstalter der → *Luftfahrtausstellung* in Farnborough.
→ *http://www.sbac.co.uk/*

SBY
Abk. für Stand-by.

Sc
→ *Stratokumulus*.

Schädlicher Widerstand
→ *Parasitärer Widerstand*.

Schalenbauweise
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Er bezeichnet neben der → *Gerüstbauweise* und der → *Spantenbauweise* eine weitere grundsätzliche Möglichkeit des Aufbaus eines → *Rumpfes*. Die Idee der Schalenbauweise ist, einen Flugzeugrumpf als dreh- und biegesteifes Rohr nachzubilden, und die Außenhaut (anstelle einer inneren Fachwerkkonstruktion wie bei der Gerüstbauweise) die Kräfte aufnehmen zu lassen. Dazu besteht ein Rumpf bei größeren Rümpfen aus mehreren Schalensegmenten. Mehrere Schalensegmente bilden zusammen einen geschlossenen Rumpf. In Abhängigkeit der Anzahl der Schalensegmente spricht man von der Halbschalenbauweise (zwei Schalenelemente) oder Viertelschalenbauweise (vier Schalenelemente). Die Hauptelemente bei der Schalenbauweise sind die der Schale die Form gebenden → *Spanten*, Längsträger, die → *Beplankung* und für eine weitere Versteifung sorgende Querstreben, die → *Stringer* genannt werden.
Nach der Herstellungsart der Schalenelemente unterscheidet man verschiedene Bauarten:

- Monocoque: Es existiert nur eine Schale. Die Beplankung wird so ausgelegt, dass sie in der Lage ist, alle auftretenden Kräfte aufzunehmen und weiterzuleiten. Spanten dienen der Formgebung und der Lasteinteilung. Gewünschte Aerodynamische Formen lassen sich hiermit sehr gut herstellen.
- Halbschalenbauweise und Viertelschalenbauweise: In diesen Fällen kann weiter unterschieden werden nach:
  - Differenzialbauart (auch aufgelöste Schalenbauart genannt): Die Schalenelemente bestehen aus einzelnen, durch Nietung oder Verschraubung verbundenen Bauteilen. Eine Fail Safe Bauweise (→ *Damage Tolerance*) ist dadurch möglich.
  - Integrierende Bauart: Die Schalenelemente werden durch Metallkleben oder Schweißen miteinander verbunden.
  - Integralbauart: Die Außenhaut mit den Versteifungen aus einem Stück durch Fräsen, Strangpressen, Schmieden oder chemische Abtragung, oft aus dem vollen Stück, hergestellt. Fail Safe ist nicht erreichbar. Derartige Teile gelten als schwer und empfindlich.

Der Vorteil der Schalenbauweise ist, dass die das Gewicht und den Luftwiderstand erhöhenden Spanten und Verspannungen gegenüber der Gerüstbauweise entfallen.

Entwicklung
Die Schalenbauweise wurde im ersten Weltkrieg entwickelt, als der deutsche Luftschiffpionier Graf Zeppelin (→ *Zeppelin*) entschied Flugzeuge herzustellen und seinem Mitarbeiter Claudius Dornier 1914 den Auftrag gab, ein Flugzeug ganz aus Metall zu konstruieren. Alle tragenden Teile sollten dabei aus Metall (Stahl oder Aluminium) sein, die gemäß der Regeln des Leichtbaus und den lokalen Beanspruchungen entsprechend geformt sein sollten, um → *Kräfte* aufzunehmen. Dornier wandte als erster beim Aufklärungsflugzeug Dornier CI (Doppeldecker, Erstflug 1917) die Schalenbauweise an, bei der die Außenhaut zum tragenden Element wird und es im Inneren keinerlei tragende Verstrebungen mehr gibt. Bei der Dornier DI (Doppeldecker, Erstflug 1918) wurde dieses Prinzip auf den → *Tragflügel* ausgeweitet, so dass der erste, völlig mit glatten Blechen beplankte Flügel bei einem → *Serienflugzeug* entstand.

Schalensegment
→ *Schalenbauweise*.

Schalldämpfer
→ *Hush Kit*.

Schallgeschwindigkeit
Geschwindigkeit, mit der sich eine mechanische Störung (z. B. Verdichtungsstoß, Schallwelle) in einem Medium ausbreitet.
Die Schallgeschwindigkeit ändert sich dabei mit der Dichte und der Temperatur des Mediums. Für die → *Aerodynamik* ist die Schallgeschwindigkeit der Luft von großer Bedeutung. Auf Meereshöhe beträgt die Schallgeschwindigkeit ca. 1.220 km/h. Mit steigender Höhe fallen Temperatur und Dichte der Luft, und am unteren Rand der → *Troposphäre* ist die Schallgeschwindigkeit bereits auf etwa 1.060 km/h gesunken. Ab der → *Tropopause* (also etwa 36.000 → *Fuß* bzw. 11.000 m Höhe) bleibt die Schallgeschwindigkeit konstant.
→ *Fluggeschwindigkeiten* nahe der Schallgeschwindigkeit werden oft als → *Machzahl*, also als Vielfache der momentanen Schallgeschwindigkeit angegeben. Der Grund hierfür ist, dass sich die Aerodynamik des Flugzeugs im Bereich der Schallgeschwindigkeit stark ändert.

Schallmauer
Bezeichnung für eine Reihe von Phänomenen, die beim Übergang vom → *Unterschallflug* zum → *Überschallflug* auftreten.
Bei seinem Flug erzeugt das Flugzeug Druckwellen in der umgebenden Luft, die sich mit der → *Schallgeschwindigkeit* vom Flugzeug ausgehend ausbreiten. Aufgrund der Eigengeschwindigkeit des Flugzeugs verlaufen diese Druckwellen nicht konzentrisch; vielmehr haben sie vor dem Flugzeug einen geringeren Abstand als hinter dem Flugzeug. Bei → *Fluggeschwindigkeiten* deutlich unterhalb der Schallgeschwindigkeit ist dieser Abstand noch ausreichend groß, um stärkere Störungen auf das Flugzeug zu vermeiden.
Bei Annäherung an die Schallgeschwindigkeit im → *subsonischen* und im → *transsonischen Flug* können diese Druckwellen jedoch nicht mehr ausweichen und sammeln sich vor dem Flugzeug an. Die Luft vor dem Flugzeug verdichtet sich, und es kommt zu einem starken Anstieg des → *Widerstands*. Das Flugzeug stößt in die komprimierte Luft und es bilden sich – zunächst an der Oberseite, später auch an der Unterseite des → *Tragflügels* – → *Verdichtungsstöße* aus. Sie erzeugen Vibrationen im Flugzeug, vermindern den → *Auftrieb* und beeinträchtigen die → *Querruder*.
Erreicht das Flugzeug genau Schallgeschwindigkeit, so wird der Abstand der Druckwellen vor dem Flugzeug gerade zu Null, und es bildet sich eine Stoßwelle aus.
Überschreitet das Flugzeug die Schallgeschwindigkeit, so überholt es seine eigenen Druckstörungen, d. h. die Druckstörungen können sich nur noch nach hinten ausbreiten. Ein Beobachter

am Erdboden der sich vor dem Flugzeug befindet kann das Flugzeug also nicht mehr hören. Hinter dem Flugzeug breiten sich die Druckstörungen kegelförmig hinter der Stoßwelle aus. Der Winkel dieses → *Machschen Kegels* hängt dabei von der → *Machzahl* des Flugzeugs ab; bei Mach 1,4 beträgt er ca. 90° und verringert sich mit zunehmender Fluggeschwindigkeit.
Die Stoßwelle überstreicht den Erdboden; erreicht sie den Beobachter so hört dieser den Überschallknall. Innerhalb des Kegels löschen sich die Schallwellen dagegen größtenteils durch Interferenz aus. Der Überschallknall zeigt also nicht an, dass gerade die Schallmauer durchbrochen wurde, sondern nur, dass die kegelförmige Stoßwelle hinter dem Flugzeug gerade über den Beobachter am Erdboden hinweg gezogen ist.

Schallschutzverordnung
→ *FlugLärmG*.

Schauer
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für den plötzlichen und nur temporären → *Niederschlag* aus einer Wolke der Gattung → *Kumulus*. Ein Schauer ist charakterisiert durch sein abruptes Einsetzen und Aufhören, durch schnellen Wechsel der Stärke, und meist durch schnellen Wechsel im Aussehen des Himmels. Schauerartiger Niederschlag kann als Regen, Eisügelchen oder Schnee niedergehen.

Scheibenleitwerk
→ *Leitwerk*.

Scheinbare Drift
→ *Kreisel*.

Scherwind
Oberbegriff für starke, lokal begrenzte und unberechenbare aber sehr starke Luftbewegungen, die insbesondere quer zur Bewegungsrichtung verlaufen. Damit stellt der Scherwind einen Sonderfall der → *Windscherung* dar.
Scherwinde können an den Lücken von Hügelketten und großen Gebäudereihen entstehen, sowie die Folge von einem → *Microburst* sein, der am Boden in eine horizontale Richtung (sogenannter Outflow) umgelenkt wird.
In Bodennähe ist dieses Wetterphänomen insbesondere für Flugzeuge bei → *Start* und → *Landung* gefährlich. Es kann z. B. bei der Landung zu großen Schwankungen der Eigengeschwindigkeit und der → *Sinkrate* kommen, so dass das Luftfahrzeug unter Umständen zu Boden gedrückt wird oder zu Taumelbewegungen des Flugzeugs kommen, so dass eine Flügelspitze droht den Boden noch vor dem Aufsetzen zu berühren.

Schiebeflug
Engl.: Slippen. Bezeichnung für einen → *Flugzustand*, bei dem das Flugzeug nicht parallel zur → *Anströmgeschwindigkeit* fliegt, sondern von der Seite, also unsymmetrisch, angeströmt wird. Der Winkel zwischen → *Längsachse* und Anströmgeschwindigkeit wird dabei als → *Schiebewinkel* bezeichnet.
Aufgrund der schrägen Anströmung ist der Schiebeflug aerodynamisch weniger effizient als der Flug ohne Schiebewinkel, d. h. der → *Auftrieb* verringert sich, während der → *Widerstand* ansteigt. Beim → *Side-Slip* nutzt man diesen Effekt bewusst zur raschen Verringerung der → *Fluggeschwindigkeit*, zur Erhöhung des → *Gleitwinkels* und damit zur Verkürzung des → *Landeanflugs* ein.
Der → *Forward-Slip* wird beim Landeanflug unter Seitenwind zum Ausgleich der seitlichen Versetzung eingesetzt.
Ein Schieben im → *Kurvenflug* wird auch als → *Rutschen* bezeichnet. Dies tritt immer dann auf, wenn → *Querruder* und → *Seitenruder* nicht koordiniert ausgeschlagen werden, Das Flugzeug befindet sich dann nicht im → *koordinierten Kurvenflug* und fliegt eine → *Schmierkurve* oder eine → *Schiebekurve*.

Schiebekurve
Engl.: Slipping Turn oder Under-Ruddered Turn. Bezeichnung für einen → *Kurvenflug*, bei dem das → *Seitenruder* im Verhältnis zum → *Querruder* zu stark ausgeschlagen ist. Die Schräglage des Flugzeugs ist dann zu gering, es kommt zum → *Schieben* bzw. → *Rutschen* des Flugzeugs nach außen.

Schiebewinkel
Engl. Sideslip Angle; Bezeichnung für den Winkel zwischen dem → *Steuerkurs* des Flugzeugs und der Richtung der → *Anströmgeschwindigkeit*. Ein Flugzeug das unter einem Schiebewinkel fliegt wird also nicht senkrecht, sondern seitlich (und damit unsymmetrisch) angeströmt; dieser Zustand wird auch als → *Schiebeflug* bezeichnet.
Die Größe des Schiebewinkels richtet sich nach der Stärke des Seitenwinds und der → *Fluggeschwindigkeit* des Flugzeugs; dabei steigt der Schiebewinkel mit stärkerem Seitenwind und/oder geringerer Fluggeschwindigkeit an.
Die im → *Kurvenflug* auftretende, sehr unbequeme Querbeschleunigung kann durch Minimierung des Schiebewinkels verringert werden. Dies erreicht man durch einen koordinierten Ausschlag von → *Seitenruder* und → *Querruder*; das Flugzeug befindet sich dann im → *koordinierten Kurvenflug*.
Schiebewinkel und → *Anstellwinkel* zusammen beschreiben die Verdrehung des → *aerodynamischen Koordinatensystems* gegenüber dem → *flugzeugfesten Koordinatensystem*.

Schlagen
→ *Schlaggelenk*.

Schlaggelenk
Ein Begriff aus dem Bereich der → *Hubschrauber*. Er bezeichnet ein Gelenk, über das ein einzelnes → *Rotorblatt* mit dem Rotorkopf verbunden ist (→ *Rotor*) und das eine Verstellung des Rotorblattes senkrecht zur Rotorebene zulässt. Eine derartige Auf- und Abwärtsbewegung des Rotorblatts wird Schlagen genannt.
Bewegt sich ein Hubschrauber im Vorwärtsflug, so hat das vorlaufende Rotorblatt den → *Fahrtwind* gegen sich, das rücklaufende Blatt dagegen hinter sich. Dadurch erhöht sich die → *Anströmgeschwindigkeit* – und damit auch der → *Auftrieb* – des vorlaufenden gegenüber dem rücklaufenden Rotorblatt. Diese Asymmetrie des Auftriebs muss ausgeglichen werden; die Lösung dafür ist das Schlaggelenk: Es erlaubt dem vorlaufenden Blatt, sich unter der Kraft des größeren Auftriebs nach oben zu bewegen. Dadurch reduziert sich der → *Anstellwinkel*, und damit auch der Auftrieb. Umgekehrt verhält es sich beim rücklaufenden Blatt.
Die durch die Rotation auftretende Fliehkraft sorgt während des Fluges dafür, dass sich trotz des Auftriebs und des Schlaggelenks die Rotorblätter nicht nach oben zusammenfalten und den Auftrieb zusammenbrechen lassen. Ein Schlaggelenk ist so ausgelegt, dass ein Rotorblatt sich um ca. 35° nach oben und

um 5° nach unten bewegen lässt. Im normalen Betrieb kommen Auslenkungen von +/− 5° vor.

Schlechtwetterkumulus
→ *Kumulonimbus*.

Schleierwolke
→ *Zirrus*.

Schleife
→ *Looping*.

Schleudersitz
Auch Katapultsitz oder international Ejection Seat genannt. Bezeichnung für einen speziellen Sitzt, der eine Flugzeugbesatzung mit Hilfe einer kleinen Rakete aus einem unkontrollierbar gewordenen Flugzeug katapultiert, so dass diese sich an einem → *Fallschirm* retten kann.
Im Notfall wird ein Schleudersitz durch Ziehen des über dem Kopf oder zwischen den Beinen angebrachten Abzuggriffes ausgelöst. Der gesamte Ablauf, vom Ziehen am Griff bis zur vollen Entfaltung des Fallschirmes, läuft voll automatisch ab und dauert ca. 1,5 bis 2 Sekunden. Nach dem Ziehen am Abzuggriff, wird zuerst die Körperrückholung aktiviert. Sie garantiert, dass Arme und Beine fest an den Sitz und den Piloten herangezogen werden und nicht beim Ausschießen aus dem Flugzeug verletzt werden. Nach dem Abwerfen des Kabinendaches oder dem Durchbrechen der Kabinendachverglasung, wird der Sitz mit dem Piloten durch einen Raketenantrieb (unter dem Sitz) beschleunigt. Dabei treten kurzzeitig Kräfte von ca. 14 bis 18 g auf. Alle Verbindungen zwischen dem Sitz und dem Flugzeug werden dabei gelöst, der Sitz bewegt sich heute immer nach oben (es gab frühe Modelle, da erfolgte der Ausschuss nach unten). Beim Abtrennen von Sauerstoff und Funk werden sofort automatisch die Notsauerstoffversorgung und ein Notsignal aktiviert, unter Umständen wird auch automatisch der Crashrecorder abgeworfen, der dann das Notsignal sendet (z. B. beim Tornado).
Eine durch Zeitverzögerung aktivierte Steuerschirmkanone zieht den Steuerschirm zur Stabilisierung heraus. Je nach Zeit oder Höhe wird dann der Hauptfallschirmbehälter geöffnet, so dass der Steuerschirm den eigentlichen Rettungsfallschirm herauszieht. Dann erfolgt die Sitz-Mann-Trennung und der Pilot hängt am Fallschirm.
Durch ein Ausschussfolgesystem wird erreicht, dass beim Ausschuss von zwei Piloten, der hintere zuerst ausgeschossen wird. Dabei spielt es keine Rolle, wer von beiden am Abzugsgriff gezogen hat. Dadurch soll verhindert werden, dass die beiden Sitze in der Luft zusammen stoßen.
Der Hauptgrund für tödlich verlaufende Ausschüsse sind in den seltensten Fällen technische Pannen, sondern häufig zu spät erfolgte Entscheidung zum Ausschuss durch Fehleinschätzungen von Piloten.
Sitzausschüsse führen zu bleibenden Stauchungen an der Wirbelsäule. Daher müssen die meisten Piloten nach ihrem zweiten Ausschuss ihre Laufbahn als Militärpilot beenden.
Martin-Baker in Großbritannien und Swesda in Russland sind die führenden Sitzhersteller auf der Welt. Auf einer Flugshow in Paris erregte ein russischer Pilot Aufsehen, als er sich mit einem Swesda-Sitz aus nur 100 m Höhe aus einer MiG-29 (Erstflug 6. Oktober 1977) in einer Fluglage, die fast einem Rückenflug entsprach, erfolgreich ausschoss. Der Fallschirm öffnete sich zwar erst 5 bis 10 m über dem Boden, jedoch hatte der Pilot keine nennenswerten Verletzungen.

Entwicklung
Der erste Schleudersitz war ein deutsche Entwicklung. Grundlage dafür waren umfangreiche flugmedizinische Untersuchungen der Deutschen Forschungsanstalt für Luftfahrt in Berlin-Adlershof. Sie untersuchten in den 30er und 40er Jahren, wie sich plötzliche Beschleunigungen im Bereich von 6 bis 12 g und Windgeschwindigkeiten bis 850 km/h sowie niedriger Luftdruck und Sauerstoffmangel auf den menschlichen Körper auswirkten. Für diese Arbeiten wurde auch das Konzentrationslager Dachau mit Menschenversuchen genutzt, bei denen ab 1942 rund 90 Unschuldige bei Experimenten zu Tode kamen.
1941 kam es nach vielen Tests mit Dummys zu einem ersten Test mit einem Menschen. Pilot war seinerzeit Joachim Eisermann. Sein Testspringer Wilhelm Buß katapultierte sich über dem Müritzsee noch mit einem pressluftbetriebenen Sitz aus der Maschine, hatte aber dennoch 27 Knochenbrüche. Am 13. Januar 1943 katapultierte sich → *Testpilot* Schenk bei einem misslungenen Testflug aus dem Prototyp einer Heinkel He 280 (Erstflug 5. April 1941). Die erste Serienmaschine mit eingebautem Schleudersitz war der Nachtjäger Heinkel He 219 (Erstflug 15. November 1942), aus dem sich während des zweiten Weltkrieges 60 Besatzungsmitglieder per Schleudersitz retten konnten. Etwa 1.000 Katapultsitze stellte Heinkel im Zweiten Weltkrieg zwischen 1942 und 1945 her.
Die Erkenntnisse der deutschen Erfahrungen fielen nach dem Krieg in die Hände der Amerikaner. Nach dem 2. Weltkrieg war die F-86 „Thunderjet“ (Erstflug 1947) dort die erste Maschine mit Schleudersitz. In GB wurde die Firma Martin-Baker von dem Ingenieur Sir James Martin und dem Testpiloten Val Baker zum Flugzeugbau in den 30er Jahren gegründet. Kurz darauf kam Baker bei dem Testflug eines von James Martin konstruierten Prototypen 1942 ums Leben. Martin stellte daraufhin die Konstruktion von Flugzeugen ein und entwickelte stattdessen Schleudersitze. Der Familienbetrieb verschrieb sich fortan der Mission, das Leben von Piloten zu retten. Allein die Schleudersitze von Martin Baker haben bis Januar 2007 rund 7.100 Menschenleben gerettet.

Links
→ *http://www.martin-baker.com/*
→ *http://www.zvezda-npp.ru/*

Schmierkurve
Engl.: Skidding Turn oder Over-Ruddered Turn. Bezeichnung für einen solchen → *Kurvenflug*, bei dem das → *Seitenruder* im Verhältnis zum → *Querruder* zu gering ausgeschlagen ist. Die Schräglage des Flugzeugs ist dann zu hoch, und es kommt zum → *Schieben* bzw. → *Rutschen* des Flugzeugs nach innen.

Schnee
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für eine Form von → *Niederschlag*. Schnee entsteht in einer → *Wolke* durch unterkühlte Wassertröpfchen bei einer Temperatur von − 10 bis − 18 Grad in der Höhe. Unter diesen Bedingungen bilden sich aus den Wassertröpfchen Eiskristalle in verschiedensten, von der Temperatur abhängigen Formen, z. B. Nadeln, Prismen, Sterne oder Plättchen sowie verschiedenste Mischformen. Der Durchmesser beträgt zunächst nur 0,5 mm. Diese Kristalle sind alle Unikate. Zu Boden fallende Eiskristalle verketten sich miteinan-

der, so dass größere Schneeflocken mit einer Größe im cm-Bereich (selten über 4 cm; der beobachtete Rekord liegt bei 12 cm) entstehen können. Voraussetzung dafür ist jedoch eine Temperatur in Bodennähe um die 0° C, da dann die Luft flüssige Wassertröpfchen enthält, die dafür sorgen, dass die Eiskristalle aus größeren Höhen sich zu den Flocken vereinigen. Die Flocken bestehen zu 95 % aus Luft. Kältere Luft unter −5° C kann so gut wie keine Luftfeuchtigkeit mehr tragen, so dass dann Schneefälle mit Flocken unwahrscheinlich sind. Lufttröpfchen können dann aber dennoch zu Eiskristallen gefrieren. Die Anzahl dieser Eiskristalle reicht dann aber nicht mehr aus, um sich im Fallen zu Schneeflocke zu vereinigen. Vielmehr fallen die kleinen Eiskristalle ungehindert zu Boden und sehen wie kristalliner Staub aus. Man spricht dann auch von Schneegriesel.
Schnee auf der Lande- oder Startbahn vermindert die Haftung und kann einen Start- oder Landevorgang unmöglich machen. Ferner muss Schnee vom Flugzeug selbst vor dem Start im Rahmen der → *Enteisung* entfernt werden.

Schneegriesel
→ *Schnee*.

Schneider Cup
Auch Schneider Trophäe, Schneider Trophy, Schneider-Pokal oder Schneider-Rennen, offiziell Coupe d'Aviation Maritime Jacques Schneider genannt. Bezeichnung für ein Rennen für → *Wasserflugzeuge*, das 1912 vom damaligen französischen Staatssekretär für Luftfahrt, Jacques Schneider, angekündigt und zwischen 1913 und 1931 in verschiedenen Ländern ausgetragen wurde.

Jacques Schneider
Jacques Schneider war ein Liebhaber der Luftfahrt, lizenzierter → *Pilot* und *Ballon*fahrer, und zwischenzeitlich Inhaber des Höhenweltrekords für → *Ballons* mit knapp über 10.000 m. Nach einem schweren Unfall konnte er selber keine Luftfahrt mehr betreiben, leistete aber finanzielle Unterstützung für zahlreiche Flugwettbewerbe und Luftfahrtvereine.

Trophäe und Regeln
Der Wettbewerb wurde auf einem Dreieckskurs von zunächst 150 → *nm*, ab 1921 von 212 nm ausgetragen. Der → *Start* erfolgte vom Wasser, und die Flugzeuge mussten mindestens eine vorgegebene Strecke im Kontakt mit dem Wasser bleiben. Später kamen weitere Regeln hinzu; so war nur noch ein Startversuch erlaubt (der nach maximal 2,5 nm erfolgt sein musste), und das Flugzeug musste vor dem Start 6 Stunden im Wasser verbringen; sofern dabei Wasser eintrat war dies im anschließenden Rennen mitzuführen. Sieger wurde das Flugzeug, das den Parcours am schnellsten absolvierte, d. h. die Durchschnittsgeschwindigkeit und nicht die Höchstgeschwindigkeit war entscheidend. Das Rennen wurde auch nicht wie ein „Pferderennen" ausgetragen; vielmehr hatte ein einzelnes Flugzeug oftmals den Parcours für sich alleine. Der Preis bestand aus einer kunstvoll gestalteten Trophäe im Wert von ca. 25.000 Francs (heute ca. 70.000 Euro) und einem Preisgeld für den siegreichen Piloten von 75.000 Francs (heute ca. 210.000 Euro). Die Regeln sahen vor, dass jener Luftsportverein, der als erstes innerhalb von fünf Jahren dreimal das Rennen gewinnt, die Trophäe behalten durfte. Vorgesehen war ein jährliches Rennen, wobei der jeweils siegreiche Luftsportverband zusammen mit der Fédération Aéronautique Internationale das nächste Rennen austragen durfte. 1927 wurde beschlossen, das Rennen nur noch zweijährig durchzuführen, um die enormen Kosten zu senken und den Teams längere Zeit zur Entwicklung und Umsetzung von Innovationen zu geben. Jeder Luftsportverein durfte mit maximal drei Teams und einer gleich hohen Zahl von Ersatzpersonen antreten. Die Rennen erfreuten sich großer Popularität mit 200.000 bis 250.000 Zuschauer für einzelne Rennen.

Renngeschichte
Die ursprüngliche Motivation für das Wettrennen war die Förderung der Entwicklung von Wasserflugzeugen, deren Technologie einerseits als vergleichsweise rückständig, andererseits als Hoffnung für den Aufbau eines zivilen Flugnetzes zwischen den – meist an Küsten gelegenen – Metropolen angesehen wurde. Die Rennen entwickelten sich jedoch schnell zu einem Geschwindigkeitswettbewerb zwischen wenigen Ländern (insbes. Italien, Großbritannien, Frankreich und den USA), die mit speziellen, eigens dafür entwickelten und gebauten Wasserflugzeugen antraten. Aufgrund der hohen Kosten und des nationalen Prestiges wurden sie oftmals von der jeweiligen Regierung finanziell unterstützt. Gleichzeitig zeigte sich, dass die technologischen Neuerungen – oftmals im Triebwerksbereich – weniger für die zivile als für die militärische Luftfahrt von Interesse waren. So war die Schneider Trophy u.a. für die im 2. Weltkrieg eingesetzten italienischen Macchi-Jagdflugzeuge und die britische Supermarine Spitfire (Erstflug 5. März 1936) Wegbereiter. Die Trophäe wurde schließlich 1931 von Großbritannien nach drei Siegen in Folge gewonnen (wobei das letzte Rennen lediglich mit zwei Teilnehmern, beide aus Großbritannien, ausgetragen wurde). Zwischen 1914 und 1931 wurde die Geschwindigkeit von ca. 140 km/h im zweiten Rennen auf fast 550 km/h im letzten Rennen gesteigert.

Rennen und Gewinner

Jahr	1913
Ort	Monaco (Monaco)
Gewinnerpilot	Frankreich
Land	Maurice Prevost
Flugzeugtyp	Deperdussin Monocoque
Geschwindigkeit	73,56 km/h

Jahr	1914
Ort	Monaco (Monaco)
Gewinnerpilot	Howard Pixton
Land	GB
Flugzeugtyp	Sopwith Tabloid
Geschwindigkeit	139,74 km/h

Jahr	1920
Ort	Venedig (Italien)
Gewinnerpilot	Luigi Bologna
Land	Italien
Flugzeugtyp	Savoia S. 12
Geschwindigkeit	170,54 km/h

Jahr	1921
Ort	Venedig (Italien)
Gewinnerpilot	Giovanni de Briganti
Land	Italien
Flugzeugtyp	Macchi M.7bis
Geschwindigkeit	189,66 km/h

Jahr	1922
Ort	Neapel (Italien)
Gewinnerpilot	Henri Biard
Land	GB
Flugzeugtyp	Supermarine Sea Lion II
Geschwindigkeit	234,51 km/h

Jahr	1923
Ort	Cowes (GB)
Gewinnerpilot	David Rittenhouse
Land	USA
Flugzeugtyp	Curtiss CR-3
Geschwindigkeit	285,29 km/h

Jahr	1925
Ort	Baltimore (USA)
Gewinnerpilot	James Doolittle
Land	USA
Flugzeugtyp	Curtiss R3 C-2
Geschwindigkeit	374,28 km/h

Jahr	1926
Ort	Hampton Roads (USA)
Gewinnerpilot	Mario Bernardi
Land	Italien
Flugzeugtyp	Macchi M.39
Geschwindigkeit	396,69 km/h
Jahr	1927
Ort	Venedig (Italien)
Gewinnerpilot	Sidney Webster
Land	GB
Flugzeugtyp	Supermarine S. 5
Geschwindigkeit	453,28 km/h

Jahr	1929
Ort	Calshot Spit (GB)
Gewinnerpilot	Henry Waghorn
Land	GB
Flugzeugtyp	Supermarine S. 6
Geschwindigkeit	528,89 km/h

Jahr	1931
Ort	Calshot Spit (GB)
Gewinnerpilot	John Boothman
Land	GB
Flugzeugtyp	Supermarine S. 6B
Geschwindigkeit	547,31 km/h

Links

→ *http://historynet.com/ahi/blseaplanes/index.html*

Schnellabrollbahn

Engl.: High-Speed Exit Taxiway oder Rapid Exit Taxiway. Bezeichnung für spezielle → *Rollwege*, die einem Flugzeug das Verlassen der → *Landebahn* mit höherer Geschwindigkeit als bei herkömmlichen (= die Landebahn nahezu rechtwinklig kreuzenden) Rollbahnen erlauben.

Die Gestaltung der Rollwege hat einen maßgeblichen Einfluss auf die Kapazität eines Start- und Landebahnsystems. Schnellabrollbahnen bieten eine Möglichkeit zur Kapazitätssteigerung, indem sie Flugzeugen das Verlassen der Landebahn mit höheren Geschwindigkeiten ermöglichen; dadurch verkürzt sich die Bremszeit des Flugzeugs auf der Piste, und die Landebahn kann schneller für das folgende Flugzeug freigegeben werden. Als Faustregel kann man davon ausgehen, dass ab 25 Flugbewegungen pro Stunde auf einer Landebahn eine Schnellabrollbahn benötigt wird.

Schnellabrollbahnen sind in einem spitzen Winkel von 25° bis 45° (bevorzugt 30°) zur Landebahn angeordnet. Von der Landebahn aus verlaufen sie zunächst in einer spiralförmigen Kurve und gehen dann in ein gerades Stück über, das ausreichend Platz zum Anhalten des Flugzeugs vor der nächsten Kreuzung bietet. Ihr Aufbau und ihre → *Markierung* sind international standardisiert; dadurch ist gewährleistet, dass auch ortsfremde Piloten die Eigenschaften der Schnellabrollbahn antizipieren, und somit die Schnellabrollbahnen optimal nutzen können. Die genaue Ausführung einer Schnellabrollbahn hängt unter anderem von den Eigenschaften der landenden Flugzeuge (z. B. Geschwindigkeit beim → *Aufsetzen*, Bremsweg, Kurvengeschwindigkeit beim Verlassen der Landebahn) ab; daher werden an einer Landebahn meist mehrere Schnellabrollbahnen für unterschiedliche Flugzeugtypen installiert. Bei großen → *Flughäfen* finden sich oftmals drei Schnellabrollbahnen für jede Anflugrichtung. Schnellabrollbahnen erlauben das Verlassen der Landebahn mit bis zu 65 km/h bei Landebahnen der Code-Nummern 1 und 2, und bis zu 95 km/h bei Code-Nummern 3 und 4.

Schnellabrollbahn-Markierung

Engl. High Speed Exit Marking.

→ *Markierung*.

Schönwettergewitter

→ *Gewitter*.

Schönwetterkumulus

→ *Kumulus*.

Schott

Engl. Bulkhead.

→ *Spantenbauweise*.

Schränkung
→ *Verwindung*.

Schub
Auch Schubkraft; engl.: Thrust. Bezeichnung für die → *Kraft*, die ein → *Triebwerk* auf das Flugzeug ausübt, um dieses durch die Luft zu bewegen. Die Schubkraft ist neben der → *Gewichtskraft*, dem → *Auftrieb* und dem → *Widerstand* eine der vier wichtigsten äußeren Kräfte am Flugzeug. Die Leistung, die der Schub erzeugt, wird als → *Vortrieb* bezeichnet.
Im → *Horizontalflug* wirkt die Schubkraft dem Widerstand entgegen. Stehen Schubkraft und Widerstand im Gleichgewicht, so hält das Flugzeug seine → *Fluggeschwindigkeit*; ist der Schub größer der kleiner so wird das Flugzeug beschleunigt oder verzögert.
Im → *Steigflug* wird in der Regel der Anstellwinkel erhöht; neben dem Auftrieb erhöht sich dadurch auch der Widerstand. Gleichzeitig muss infolge des → *Bahnwinkels* die Schubkraft einen Teil der Gewichtskraft ausgleichen, so dass im Steigflug ein höherer Schub als im Horizontalflug benötigt wird. Umgekehrt tritt im (unbeschleunigten) → *Sinkflug* ein geringerer Schubbedarf als im Horizontalflug auf.

Angabe des Schubs bei Triebwerken
Bei Strahltriebwerken tritt das Problem auf, dass die auf das Flugzeug übertragene Kraft von den Einbauverhältnissen des Triebwerks abhängt. Der Grund hierfür ist, dass das Triebwerk mit Umgebungsluft versorgt werden muss; dies kann (bei Triebwerken die in das Flugzeuginnere integriert sind) über einen → *Einlauf* erfolgen, oder indem das Triebwerk direkt der Strömung ausgesetzt wird (Aufhängen des Triebwerks in einer → *Triebwerksgondel*). In beiden Fällen entsteht infolge der Luftströmung ein → *Profilwiderstand* mit Reibungs- und Normalkräften. Diese Kräfte werden ebenfalls vom Triebwerk auf das Flugzeug übertragen, und sind daher bei der Angabe des Schubs im eingebauten Zustand zu berücksichtigen.
Sowohl bei → *Strahltriebwerken* als auch bei → *Kolbenmotoren* muss darüber hinaus beachtet werden, dass die Leistung – und damit auch der Schub – von einer Reihe weiterer Parameter wie z. B. der → *Flughöhe*, der Fluggeschwindigkeit und der Umgebungstemperatur abhängen. Um dennoch die Schubkraft unterschiedlicher Triebwerke vergleichen zu können bestimmt man den sog. Standschub (engl.: Sea Level Static Thrust, abgekürzt SLST). Dabei werden lediglich die Kräfte berücksichtigt, die an der Ein- und Austrittsfläche des Triebwerks auftreten, da diese unabhängig vom Einbauzustand sind. Kräfte, die z. B. an den Seitenwänden des Triebwerks auftreten und vom Einbau des Triebwerks abhängen, werden nicht berücksichtigt. Außerdem gilt beim Standschub, dass die Fluggeschwindigkeit Null ist (Stand), und dass die sog. → *Normalbedingungen* (bezogen auf Luftdruck, Temperatur und Luftfeuchtigkeit) herrschen.

Schubbedarf in verschiedenen Flugsituationen
Der größte Schubbedarf tritt beim → *Start* des Flugzeugs, spezifisch beim Beschleunigen auf der → *Startbahn*, auf. Dieser Schubbedarf wird auch als Startschub bezeichnet und beträgt bei großen Passagierflugzeugen etwa 30 % der Gewichtskraft des Flugzeugs.
Im Steigflug werden noch etwa 85 %, im → *Reiseflug* (der in der Regel mit minimalem Widerstand geflogen wird) etwa 22 % des Startschubs benötigt. Im → *Landeanflug* erhöht sich der Widerstand infolge des höheren → *Anstellwinkels* und der → *Landeklappen*, so dass auch der Schubbedarf auf ca. 30 % des Standschubs ansteigt.
Bei großen Passagierflugzeugen ist zusätzlich zu beachten, dass ein Start auch beim Ausfall eines Triebwerks noch durchführbar sein muss. Faktisch bedeutet dies, dass bei Flugzeugen mit zwei Triebwerken der verfügbare Gesamtschub stärker überhöht ist als bei Flugzeugen mit drei oder vier Triebwerken.

Schubdüse
Vereinfacht auch nur Düse genannt; bezeichnet bei → *Strahltriebwerken* den Teil des → *Triebwerks*, in dem der heiße Abgasstrahl durch Umwandlung seiner Wärme- in Bewegungsenergie beschleunigt, und nach hinten aus dem Triebwerk ausgestoßen wird. Aufgrund des Impulssatzes wird durch den Ausstoß des Gases entgegen der Flugrichtung eine entsprechende Gegenkraft, eben der → *Schub*, in Flugrichtung erzeugt.
Zur Erzeugung von → *Vortrieb* ist es erforderlich, den Abgasstrahl so weit zu beschleunigen, dass seine Geschwindigkeit am Düsenende größer als die → *Fluggeschwindigkeit* ist. Beim Unterschallflug ist hierzu eine sich verjüngende Schubdüse ausreichend; für den Überschallflug ist dagegen eine → *Laval-Düse* erforderlich.
Die Form der Schubdüse, insbesondere ihr Querschnitt am Ende, bestimmt die Geschwindigkeit des Abgasstrahls beim Austritt. Um diese Geschwindigkeit möglichst optimal auf die jeweilige Fluggeschwindigkeit des Flugzeugs abzustimmen, können Schubdüsen verstellbar ausgeführt werden. Diese Maßnahme ist insbesondere für Flugzeuge mit → *Nachbrennern* geeignet, deren Fluggeschwindigkeit im Flugverlauf stark schwankt.

Schubhebel
→ *Steuerung*.

Schubumkehr
Engl.: Reverse Thrust bzw. Thrust Reverser. Ein Verfahren zur Verkürzung der → *Landestrecke* eines Flugzeugs, bei dem der → *Schub* des Antriebs nach dem → *Aufsetzen* des Flugzeugs gegen seine Bewegungsrichtung umgelenkt wird.
Im Falle eines Antriebs durch → *Propeller* ist dies nur bei Verstellpropellern möglich. Weit geläufiger ist die Schubumkehr bei → *Turbinenluftstrahltriebwerken* (TL-Triebwerk), bei denen der Abgasstrahl geeignet umgelenkt wird. Der Einsatz der Schubumkehr wird meist durch das Ausfahren der → *Bremsklappen* unterstützt.
Schubumkehr wird überwiegend im zivilen Bereich eingesetzt, während bei den leichteren → *Militärflugzeugen* zur Verkürzung der Landestrecke eher → *Bremsschirme* verwendet werden, da sie ein geringeres Gewicht als die für die Schubumkehr notwendige Hydraulik haben.
Bei → *Einstrom-Turbinenluftstrahltriebwerken* erfolgt die Schubumkehr durch das Ausfahren hitzebeständiger und muschelförmiger Klappen hinter der → *Schubdüse*. Die Klappen werden hydraulisch oder mit Pressluft betrieben und lenken den heißen Schubstrahl um. Bei einer Umlenkung von 90° erfolgt lediglich eine Neutralisierung des → *Schubs*; bei höheren Umlenkungen bis 160°, wie sie bei modernen Verkehrsflugzeugen üblich sind, trägt die Schubumkehr aktiv zum Bremsvorgang bei. Dementsprechend wird nach dem Aufsetzen der Schub häufig stark erhöht, was der Passagier durch ein Aufheulen der → *Triebwerke* bemerkt.
Bei modernen → *Zweistrom-Turbinenluftstrahltriebwerken* konzentriert man sich meist auf das Umlenken des kalten

Nebenstroms. Dazu öffnen sich Klappen seitlich am Triebwerk, durch die der Nebenstrom entweicht; die Umlenkung erfolgt über eine ringförmige Kaskade von Ablenkblechen.
Mit Hilfe der Schubumkehr können über 60 % des → *Vortriebs* zum Bremsen eingesetzt werden. Dies ist insbesondere hilfreich, wenn die Bremswirkung der Reifen des → *Fahrwerks* eingeschränkt ist, z. B. bei vereisten oder nassen → *Landebahnen*. Allerdings erhöhen die Vorrichtungen zur Schubumkehr das Gewicht und den Wartungsaufwand des Triebwerks.
Gleichzeitig muss die Schubumkehr so ausgelegt werden, dass keine Komponenten des Flugzeugs, wie etwa die Flügelunterseite, → *Vorderkantenklappen* oder die Triebwerksaufhängung, durch den umgelenkten Abgasstrahl beschädigt werden. Theoretisch kann die Schubumkehr auch dazu verwendet werden, das Flugzeug rückwärts aus einer → *Parkposition* zu rollen, was gelegentlich in den USA zu beobachten ist. Dies führt allerdings zu einer hohen Lärmentwicklung und verursacht einen übermäßigen Kraftstoffverbrauch, so dass man in der Praxis den Einsatz spezieller Bodenfahrzeuge bevorzugt.
Ein wichtiger Aspekt bei der Schubumkehr ist der Schutz vor versehentlicher Aktivierung. Eine Lösung besteht darin, die Schubumkehr nur zuzulassen, wenn das Fahrwerk ausgefahren ist, Bodenkontakt besteht und der Schubhebel in Neutralstellung steht.
Der Absturz einer Boeing B767 (Erstflug 26. September 1981) der Lauda Air 1991 in Thailand zeigt, wie wichtig die Absicherung der Schubumkehr ist. Dort führte ein falsch konstruiertes Hydraulikventil zur Aktivierung der Schubumkehr im → *Steigflug*; die → *Piloten* verloren die Kontrolle über das Flugzeug und das Flugzeug brach auseinander.
Dieses schwerste Unglück der österreichischen Luftfahrtgeschichte führte zum Verlust von über 220 Menschenleben.

Schubvektor-Koordinatensystem

Bezeichnung für ein rechtshändiges, orthogonales → *Koordinatensystem*, das seinen Ursprung im → *Schwerpunkt* des Flugzeugs hat. Die x-Achse zeigt in Richtung des → *Schubs* am Flugzeug; die z-Achse zeigt in der Symmetrieebene des Flugzeugs zum Erdboden. Das Schubvektor-Koordinatensystem und die darin beschriebenen → *Zustandsgrößen* werden meist mit dem Index [s] versehen.

Schubvektorsteuerung

Eine besondere Form der → *Steuerung*, die auf der Ablenkung des Schubstrahls *der* → *Triebwerke* beruht.
Bei der Schubvektorsteuerung lenken Flächen an der → *Düse* des Triebwerks den Schubstrahl gezielt um. Durch Steuerung dieser Ablenkung kann die Schubkraft so ausgerichtet werden, dass sie das Flugzeug in den gewünschten → *Flugzustand* bringt.
Da es sich um eine direkte Kraftsteuerung handelt, reagiert das Flugzeug sehr viel schneller als bei der traditionellen, indirekten Steuerung über → *Ruder*. Agilität und Manövrierbarkeit des Flugzeugs erhöhen sich; so erlaubt die Schubvektorsteuerung z. B. ein extremes → *Überziehen* mit → *Anstellwinkeln* weit über 90°, ohne dass es zum Absturz des Flugzeugs kommt. Gleichzeitig können → *Start-* und → *Landestrecke* bzw. -geschwindigkeit stark reduziert werden.
Von Nachteil ist der hohe Leistungsbedarf der Schubvektorsteuerung, und die oftmals verkürzte Lebensdauer einiger Triebwerkskomponenten. Daher wird die Schubvektorsteuerung heute nur bei Militär- und Experimentalflugzeugen eingesetzt.
Ein Beispiel für ein Flugzeug mit dreidimensionaler Schubvektorsteuerung ist der amerikanisch-deutsche Versuchsträger X-31 (Erstflug 11. Oktober 1990). Bekannte → *Militärflugzeuge* mit Schubvektorsteuerung sind die russischen Sukhoi-Flugzeuge Su 27 (Erstflug 20. Mai 1977) und Su 30 (Erstflug 14. April 1992).

Schulter

Engl.: Shoulder. Bezeichnung für den leicht befestigten Streifen, der sich rechts und links an einen → *Rollweg* oder an eine → *Start- und Landebahn* anschließt.
Die Schulter einer Start- und Landebahn erfüllt zwei Aufgaben. Zum einen verhindert sie, dass die → *Triebwerke* eines Flugzeugs loses Material ansaugen; dies ist insbesondere dann wichtig, wenn das Flugzeug seitlich versetzt zur Mittellinie aufsetzt, so dass die äußeren Triebwerke über die Start- und Landebahn hinausragen. Für Flugplätze mit → *Aerodrome Reference Codes* D und E, deren Start- und Landebahn nur eine Breite von 45 m hat, sind Schultern von mindestens 7,5 m links und rechts vorgeschrieben, so dass eine befestigte Breite von insgesamt 60 m garantiert ist.
Zum anderen sorgt die Schulter für einen weicheren Übergang zwischen der befestigten Start- und Landebahn und dem weitgehend unbefestigten → *Streifen*. Flugzeuge, die von der Bahn abkommen, beschädigen in der Regel die Schulter; ein gefährliches Einsinken der Räder wird aber verhindert.
Auch Rollwege können mit Schultern versehen sein. Aufgrund der geringen Rollgeschwindigkeiten ist die Funktion der Schulter als Übergang zum Streifen dabei weniger relevant als der Schutz der Triebwerke vor losem Material.
Die Schulter ist meist als Asphaltbelag ausgeführt und für Bodenfahrzeuge z. B. zur Durchführung von Wartungs- und Reparaturarbeiten an den Start- und Landebahnen befahrbar. In seltenen Fällen besteht die Schulter auch aus befestigter Erde, etwa indem sie mit schwerem Schotter aufgeschüttet ist.

Schulterdecker

→ *Hochdecker*.

Schüttelgrenze

Ein aerodynamisches Phänomen, das im → *transsonischen Flug* auftritt.
Bei Erreichen einer kritischen → *Anströmgeschwindigkeit* bildet sich auf dem → *Tragflügel* ein → *Verdichtungsstoß* aus, der ab einer gewissen Stärke zu einer stark instationären → *abgelösten Strömung* und zu einem starken Schütteln (engl.: Buffeting) führt. Der Beginn des Schüttelns hängt dabei von der Form des → *Profils* und dem → *Anstellwinkel* ab.
Das Schütteln kann bei Unterschallflugzeugen zu einer Zerstörung führen, daher ist der Geschwindigkeitsbereich eines Flugzeugs durch die kritische Anströmgeschwindigkeit nach oben begrenzt. Im zweiten Weltkrieg kam es zur Zerstörung von Flugzeugen durch Schütteln, wenn z. B. im Sturzflug die kritische Anströmgeschwindigkeit lokal überschritten wurde.
Bei Überschallflugzeugen verwendet man sehr dünne → *Profile* mit geringen Anstellwinkeln. Dadurch wird die Stärke des Verdichtungsstoßes so gering gehalten, dass eine Ablösung der Strömung vermieden wird. Sobald die Anströmgeschwindigkeit Überschallgeschwindigkeit erreicht hat wandert der Verdichtungsstoß an die Hinterkante des Profils, und das Schütteln verschwindet.

Schwanzflugzeug
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Er bezeichnet im Gegensatz zum Begriff des → *Nurflügelflugzeugs* ein solches Flugzeug, das herkömmlich aus einem → *Rumpf* mit den Auftrieb erzeugenden → *Tragflügeln* bezeichnet.

Schwebeflug
Ein Begriff aus dem Bereich des Flugs von → *Hubschraubern* und anderem dafür geeignetem Fluggerät (→ *VTOL*).
Der Schwebeflug zeichnet sich dadurch aus, dass die → *Flughöhe* konstant beibehalten wird, ohne dass sich dabei die horizontale Position verändert. Die Schwebefähigkeit eines Hubschraubers hängt von seinem Gewicht, der verfügbaren Leistung und der Höhendichte ab. Nicht in jeder Flughöhe bei jeder beliebigen Beladung ist der Hubschrauber daher zu einem Schwebeflug fähig.
Im Schwebeflug eines Hubschraubers in größerer Höhe entspricht die → *Gewichtskraft* des Hubschraubers der durch die drehenden → *Rotoren* erzeugte → *Auftrieb*. Da der unter dem Rotor liegende → *Rumpf* jedoch der Luftströmung des Rotors einen → *Widerstand* entgegen setzt, muss – je nach Rumpfgröße und Rumpfform – der Rotorschub noch um 2 bis 3 % größer sein als die Gewichtskraft des Hubschraubers. Erfolgt ein Schwebeflug in Bodennähe, so kommt der → *Bodeneffekt* zum Tragen, da der Luftstrom des Rotors nicht so schnell abfließen kann, wie er durch den Rotor nach unten gefördert wird. Daher entsteht unter dem Rotor in Bodennähe ein tragendes Luftpolster mit einen leichten Überdruck, der es dem Hubschrauber erlaubt, den Schwebeflug auch mit reduzierter Rotorleistung fortzuführen.

Schwelle
→ *Landeschwelle*.

Schwellenbefeuerung
Engl.: Treshold Lights. Bezeichnung für eine → *Befeuerung* der → *Landeschwelle* einer → *Landebahn* durch eine Reihe grüner Lichter. Schwellen- und → *Bahnendbefeuerung* können in einem Befeuerungssystem zusammengefasst sein; dies ist z. B. immer dann sinnvoll, wenn die Landebahn in beiden Anflugrichtungen verwendet wird. In diesem Fall strahlen die Lampen der Schwellenbefeuerung zusätzlich ein rotes Licht in entgegen gesetzter Richtung zur Kennzeichnung des Landebahnendes aus.

Schwenkflügel
Bezeichnung für einen → *Tragflügel*, dessen Geometrie im Flug durch ein Vor- und Zurückschwenken verändert werden kann.
Dadurch ist eine bessere Anpassung an die Anforderungen unterschiedlicher Flugzustände möglich; so kann z. B. im Langsamflug und bei → *Start* und → *Landung* durch Vergrößerung der → *Streckung* und gleichzeitiger Verringerung der → *Pfeilung* der → *Auftrieb* (allerdings auf Kosten eines höheren → *Widerstands*) erhöht, und Start- und Landegeschwindigkeit verringert werden. Gleichzeitig ermöglicht die große → *Spannweite* das Erreichen großer → *Flughöhen*. Im Schnellflug dagegen wird durch Verringerung der Streckung und Erhöhung der Pfeilung der Widerstand verringert und das Flugverhalten im → *transsonischen Flug* verbessert. Bei → *Militärflugzeugen* wie der amerikanischen F-14 „Tomcat“ (Erstflug 21. Dezember 1970) oder dem europäischen MRCA „Tornado“ (Erstflug 14. August 1974), kann so der Einsatzbereich deutlich ausgeweitet werden.

Entwicklung
Bereits in den frühen 30er Jahren entwickelte der britische Flugzeughersteller Westland einen Schwenkflügel, mit dessen geringer Verstellmöglichkeit (etwa 5°) Verschiebungen des Schwerpunktes im Flug ausgeglichen werden sollten. Der Erstflug dieses Modells „Pterodactyl“ fand im März 1931 statt.
Während des zweiten Weltkrieges wurde bei der Firma Messerschmidt in Deutschland die P.1101 entwickelt. Obwohl sie nicht mehr zur Flugerprobung kam, floss ihr Entwurf in den frühen 50er Jahren in die Entwicklung des US-amerikanischen Schwenkflüglers Bell X-5 (Erstflug 20. Juni 1951) ein. Dieser erste „echte“ Schwenkflügler erlaubte eine Veränderung der Pfeilung von 20° auf 50°. In einem Serienflugzeug wurde dann der Schwenkflügel erstmals beim amerikanischen Jagdflugzeug General Dynamics F-111 (Erstflug Dezember 1964) angewendet.

Schwenkgelenk
Ein Begriff aus dem Bereich der → *Hubschrauber*. Er bezeichnet ein Gelenk, über das ein einzelnes → *Rotorblatt* mit dem Rotorkopf (→ *Rotor*) verbunden ist, und das es einem einzelnen Rotorblatt erlaubt, der Rotation vor- oder nachzueilen. Dadurch ist es möglich, die Relativgeschwindigkeit insbesondere der Blattspitzen zur Umgebungsluft in Grenzen zu verändern.
Bedingt durch das → *Schlaggelenk* verringert sich der → *Auftrieb* – und damit auch der → *Widerstand* – des vorlaufenden Rotorblatts; dagegen erhöhen sich Auftrieb und Widerstand des rücklaufenden Blattes. Das vorlaufende Blatt hat also die Bestrebung schneller, das rücklaufende Blatt langsamer zu rotieren. Bei starrer Befestigung würde dadurch eine hohe Belastung am Rotorkopf auftreten. Diese Belastung wird durch das Schwenkgelenk vermieden, da es den Rotorblättern im gewissen Rahmen erlaubt, vorzueilen oder nachzueilen. Das Schwenkgelenk erlaubt ein Voreilen von etwa 5° und ein Nacheilen von etwa 30°.

Schwerer-als-Luft
Bezeichnung für Luftfahrzeuge, deren durchschnittliche Dichte höher als die der umgebenden Luft ist. Im Gegensatz zu den → *Leichter-als-Luft* Fahrzeugen müssen diese Flugzeuge daher aerodynamischen → *Auftrieb* erzeugen, d. h. ein → *Profil* (z. B. des → *Tragflügels*) so gegen die Umgebungsluft bewegen, dass dabei oberhalb des Profils ein Unterdruck, unterhalb des Profils ein Überdruck entsteht. Zu den Schwerer-als-Luft Fahrzeugen zählen z. B. Segelflugzeuge, Sportflugzeuge, → *Hubschrauber* und Verkehrs-, Transport- und Militärflugzeuge.

Schwerkraft
→ *Gewichtskraft*.

Schwerpunkt
Engl.: Center of Gravity. Bezeichnung für den Punkt eines Flugzeugs, in dem seine → *Gewichtskraft* angreift, und in dem sich die drei Körperachsen des Flugzeugs (→ *Längsachse*, → *Querachse* und → *Hochachse*), schneiden.
Oft werden auch → *Schubkraft*, → *Auftrieb*, → *Widerstand* und → *Querkraft* jeweils zu einer Kraft vereinfacht und als im Schwerpunkt angreifend angenommen.
Die Lage des Schwerpunkts hat einen wichtigen Einfluss auf die → *Flugstabilität*. Piloten müssen daher vor dem Flug sicherstellen, dass der Schwerpunkt eines beladenen Flugzeugs so

liegt, dass das Flugzeug stabil und steuerbar ist. Dafür wird ein → *Ladeplan* erstellt.
Während des Fluges kann der Schwerpunkt des Flugzeugs, z. B. infolge von Treibstoffverbrauch, wandern. Mit Hilfe der → *Trimmung* wird dann sichergestellt, dass das Flugzeug weiterhin optimal steuerbar ist.

Schwimmer
→ *Wasserflugzeug*.

Schwimmweste
Engl.: Life Vest. Bezeichnung für ein Rettungssystem an Bord des Flugzeugs, das nach einer → *Notwasserung* zum Einsatz kommt, oder wenn das Flugzeug bei → *Start* oder → *Landung* auf einer in die See ragenden → *Start- und Landebahn* verunglückt und dabei ins Wasser stürzt.
Schwimmwesten befinden sich unter bzw. neben jedem Sitz; sie werden vor einer Notwasserung von den Passagieren angelegt und nach dem Verlassen des Flugzeugs über die → *Notrutschen* mit Hilfe einer Patrone oder des Mundstücks aufgeblasen. Die Schwimmwesten verfügen über ein Leuchtsignal, das der Passagier aktiviert und mit dessen Hilfe er im Wasser leichter entdeckt werden kann. Für Kinder sind besondere Schwimmwesten an Bord, die von den → *Flugbegleitern* vor einer Notwasserung ausgegeben werden.
In Deutschland müssen Verkehrsflugzeuge, die Flüge in einem Abstand von 90 km oder mehr zur Küste durchführen, für jede Person an Bord eine Schwimmweste mitführen. Bei anderen Luftfahrzeugen sind Schwimmwesten immer dann erforderlich, wenn die Küste im → *Gleitflug* nicht mehr erreicht werden kann, oder wenn Start oder Landung über dem Wasser erfolgen. Tatsächlich haben Schwimmwesten an Bord großer Verkehrsflugzeuge heute nur einen sehr bedingten und mehr psychologischen Nutzen. Zum einen fallen moderne → *Strahltriebwerke* wesentlich seltener aus als die früher bei Langstreckenflugzeugen eingesetzten → *Kolbenmotoren*, aus deren Zeit die Idee der Schwimmweste stammt. Zum anderen sind die Chancen einer erfolgreichen Notwasserung bei diesen Flugzeugen gering. In aller Regel wird der → *Pilot* beim Auftreten von Problemen versuchen, den nächsten → *Flugplatz* anzufliegen. Angesichts der großen Gefahr, die Feuer und Rauch an Bord eines Flugzeugs darstellen, wäre die Bereitstellung von Rauchmasken (Smoke Hoods) für die Passagiere eventuell sinnvoller.

Scram-Jet
Abk. für Supersonic Combustion Ram-Jet.
→ *Staustrahltriebwerke*.

SCT
Abk. für Scattered.
→ *Bedeckungsgrad*.

Seat Pitch
Der Sitzabstand zwischen zwei Reihen in einer Kabinenklasse eines Flugzeugs (→ *Bestuhlung*).

Seemeile
Auch nautische Meile (abgekürzt NM). Einheit zur Angabe von Entfernungen in der See- und Luftfahrt. Eine Seemeile entspricht dabei 1852 m. Die Seemeile liegt auch der Geschwindigkeitseinheit → *Knoten* zugrunde.

Seenebel
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für eine Art → *Advektionsnebel*, der sich bildet, wenn Luft, die über einer warmen Oberfläche lag, über eine kalte Wasserfläche getragen wird.

Segelflug
Bezeichnung für jede Art von Flug, der während des Reisefluges ohne dauerhaften Motorantrieb erfolgt und lediglich meteorologische Erscheinungen wie → *Aufwind* und → *Thermik* zum Höhengewinn nutzt. Sonnen- und Windenergie sind daher die einzigen Antriebsquellen, wenn man mal vom Start absieht. Davon unabhängig kann auch ein Motorflugzeug, bei dem der Antrieb sich im Leerlauf befindet, ausgeschaltet oder ausgefallen ist, im Segelflug geflogen werden. Dies erfolgt selbst in der kommerziellen Verkehrsfliegerei oft z. B. im Landeanflug.
Bei dem privat betriebenen Segelflug zu Freizeit- oder Sportzwecken sind bestimmte Wetterlagen erforderlich. Die Sportart wird daher in Deutschland mehrheitlich zwischen April und September betrieben.
Man unterscheidet bei Segelflugzeugen die folgenden Typen:
- Ultraleicht: Bezeichnung für Segelflugzeuge mit einem höchstzulässigen Gesamtgewicht bis zu 220 kg.
- Standardklasse (Standard Class): Bezeichnung für einsitzige Segelflugzeuge mit Spannweitenbeschränkungen auf 15 m und einem starren Flügelprofil ohne → *Wölbklappe*.
- Clubklasse (Club Class): Bezeichnung für mittlerweile veraltete Flugzeuge der Standardklasse, die aber in vielen Segelflugvereinen noch geflogen werden. Diese Klasse gibt Piloten die Möglichkeit, auch ohne für viel Geld angeschafftes Fluggerät einen fairen Wettbewerb auszutragen.
- Rennklasse (auch 15-Meter-Klasse genannt): Bezeichnung für Segelflugzeuge mit Spannweitenbeschränkung auf 15 m und einer variablen Flügelgeometrie. Die Hinterkante der Tragfläche ist über die gesamte Spannweite als Wölbklappe ausgeführt. Sie ermöglicht in der positiven, d. h. nach unten geneigten Stellung einen guten → *Steigflug* beim langsamen Kreisen in der Thermik und hohe Geschwindigkeiten in der negativen, d. h. nach oben geneigten Stellung im Geradeausflug.
- 18-Meter-Klasse: Bezeichnung für Segelflugzeuge mit Spannweitenbeschränkung auf 18 m und einer Wölbklappe.
- Offene Klasse (Open Class): Bezeichnung für solche Segelflugzeuge, die keinen Beschränkungen der Spannweite und der Flügelgeometrie unterliegen. In dieser Klasse sind zur Zeit bis zu 27 m Spannweite technisch möglich. Solche Tragflächen können in vier Teile zerlegt werden, um das Flugzeug zum Transport in einen vom PKW gezogenen Transportanhänger zu verladen.
- Weltklasse (World Class): In der Weltklasse ist nur ein einziger Flugzeugtyp zugelassen, die PW 5. Sie wird z. B. in Polen gebaut und ist in ihrer Konstruktion bewusst einfach ausgelegt, um die Anschaffungskosten niedrig zu halten (ca. 16.000 Euro). Sie besteht aus glasfaserverstärktem Kunststoff, hat ein Tandemhauptfahrwerk, einen röhrenförmigen Rumpfausleger, hoch angesetzte und relative kurze Tragflächen sowie ein am Rumpf montiertes Höhenleitwerk. Dieses Flugzeug soll dem Segelflugsport eine weitere Verbreitung und bessere Vergleichsmöglichkeiten verschaffen, weil es nur die Hälfte eines normalen Schulungseinsitzers kostet und für Vereine in Schwellenländern erschwinglich

ist. Die PW 5 hat eine → *Gleitzahl* von nur ca. 34 bei geringer Geschwindigkeit und erfordert daher vom Piloten echtes segelfliegerisches Können, weshalb es sich hervorragend für Wettbewerbe eignet.

Für den Start eines Segelflugzeugs gibt es verschiedene Verfahren, beispielsweise den → *Autoschleppstart*, den sehr häufigen → *Flugzeugschleppstart*, den sehr seltenen → *Gummiseilstart* und den → *Windenstart*.

Folgende Voraussetzungen müssen zum Erwerb der Lizenz zum Segelflugzeugführer erfüllt sein:

- Mindestalter zu Ausbildungsbeginn ist 14 Jahre
- Mindestalter zum Erwerb der Lizenz zum Zeitpunkt der Prüfung ist 17 Jahre
- Teilnahme an einem Kurs für Sofortmaßnahmen am Unfallort
- Flugtauglichkeitszeugnis Klasse 2 (neue Regelung)
- Theoretische Ausbildung über mindestens 60 Stunden (Luftrecht, Navigation, Meteorologie, Technik, Verhalten in besonderen Fällen)
- Praktische Flugausbildung (mindestens 30 Flugstunden, davon 15 Stunden Alleinflug. Verkürzte Ausbildung innerhalb von 18 Monaten 25 Flugstunden, davon 10 Stunden Alleinflug)
- Berechtigung zur Ausübung des Sprechfunkdienstes (→ *Sprechfunkzeugnis*)

In Deutschland wird an 340 Flugplätzen und rund 280 reinen Segelfluggeländen Segelflug von ca. 40.000 Segelfliegern in 900 Vereinen betrieben. In der Regel sind eigens dafür gegründete Vereine die Halter und Betreiber der Segelfluggelände, die auch für die Platzpflege inklusive der Infrastruktur (Vereinsheim, Hallen, Winden, Funk, Umzäunung, Parkplätze, Freiflächen) zuständig sind.

Der Segelflug kann sportlich betrieben werden. So können drei nationale → *Segelflugsportabzeichen* (ein, zwei oder drei weiße Möven auf blauem Grund) des Deutschen Aero Clubs e. V. erworben werden. Wettbewerbe gibt es im → *Streckensegelflug* und im → *Kunstflug*.

Früher waren Segelflugzeuge aus Sperrholz mit Stoffbespannung; später auch in → *Gerüstbauweise* aus Stahlrohr mit Stoffbespannung oder Metallbeplankung. Mitte der 60er Jahre wurde die Gemischtbauweise eingeführt, dabei kam Holz und glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK, → *Faserverbundwerkstoff*) zum Einsatz. Bei modernen Segelflugzeugen werden mittlerweile verschiedene Kunststoffe und Faserverbundwerkstoffe eingesetzt.

→ *Ausklinken,* → *Hangwind,* → *Leistungssegelflug,* → *Motorsegler,* → *Thermik.*

→ *http://www.segelflug.de/*

Segelflugbeschränkungsgebiet

Engl.: Glider Restriction Area. Besonderer Teil des Luftraums, der für Segelflugzeuge und ähnliche Fluggeräte (z. B. → *Hängegleiter*) gesperrt ist.

In Deutschland wurden Segelflugbeschränkungsgebiete im Bereich der → *Flugplätze* Stuttgart und Nürnberg errichtet und dienen dem Schutz des dichten → *IFR*-Flugverkehrs. Die Obergrenze des Begrenzungsgebiets liegt bei → *FL* 100, während die Untergrenze variiert.

Segelfluggelände

→ *Flugplatz*.

Segelflugplatz

→ *Flugplatz*.

Segelflugschein

International auch Glider Pilot Licence (GPL) genannt und offiziell in Deutschland seit 2003 mit Luftfahrerschein für Segelflugzeugführer bezeichnet. Voraussetzung in Deutschland zum Erwerb des nationalen Segelflugscheins ist die Vollendung des 14. Lebensjahres zu Ausbildungsbeginn und vor dem ersten Alleinflug eine Bestätigung der → *Flugtauglichkeit* durch einen → *Fliegerarzt*.

Der Segelflugschein kann in drei Stufen erworben werden:

- A: Flugausbildung bis zum Alleinflug
- B: Erlangen der fortgeschrittenen fliegerischen Fertigkeiten, u. a. zum Erkennen und Ausnutzen der Thermik
- C: Ausbildung zum → *Streckensegelflug*

Vor 2003 hieß der Segelflugschein offiziell Fluglizenz Luftfahrerschein für Privatluftfahrzeugführer (internat. Private Pilot Licence, → *PPL*), auch abgekürzt mit PPL-C für Segelflugzeuge oder PPL-B für motorisierte Segelflugzeuge und Motorsegler.

Segelflugsportabzeichen

Ein Begriff aus dem Bereich des → *Segelflugs* und dort aus dem Bereich der Ausbildung. Das Segelflugsportabzeichen gibt es in drei Stufen, ausgedrückt durch eine, zwei oder drei Möven auf blauem Grund. Sie werden vom Deutschen Aero Club e. V. vergeben und sind an die Segelflugausbildung zum → *Segelflugschein* der Stufen A, B und C mit ihren theoretischen und praktischen Prüfungen gekoppelt.

Segelflugzeug

→ *Segelflug*.

Sehne

→ *Profilsehne*.

Seitenflosse

Engl.: Tail Fin oder Vertical Stabilizer. Die Seitenflosse erzeugt die → *Stabilität* des Flugzeugs um die → *Hochachse*, und dient gleichzeitig als Halterung für das → *Seitenruder*. Seitenflosse und Seitenruder werden zusammenfassend auch als → *Seitenleitwerk* bezeichnet.

Die Seitenflosse ist in der Regel am → *Heck* angebracht und ragt dort senkrecht nach oben. Bei einer Auslenkung des Flugzeugs um die Hochachse (→ *Gieren*), z. B. infolge einer Windböe (→ *Böe*), gerät die Seitenflosse in den → *Fahrtwind* und erzeugt einen zusätzlichen → *Widerstand*. Aufgrund des großen Abstands zwischen Seitenflosse und → *Schwerpunkt* des Flugzeugs erzeugt diese → *Querkraft* ein rückstellendes → *Giermoment*, d. h. das Flugzeug wird in seine Ausgangsposition zurückgedreht.

Seitengleitflug

Absichtliches verdrehen des → *Rumpfes* gegen die Flugrichtung, so dass es zum → *Schiebeflug* mit einem → *Schiebewinkel* kommt.. Beispiele sind der → *Side-Slip* zur Verkürzung des → *Landeanflugs* oder der → *Forward-Slip* zum Ausgleich von Seitenwind während der → *Landung*.

Seitenleitwerk

Engl.: Vertical Tail Plane. Zusammenfassende Bezeichnung für die → *Seitenflosse* und das in sie integrierte → *Seitenruder*.

Das Seitenleitwerk dient der → *Steuerung* und der → *Stabilität* des Flugzeugs um die → *Hochachse*. Die Steuerung erfolgt

dabei über das Seitenruder; die Stabilisierung mit Hilfe der Seitenflosse.
Die meisten Verkehrsflugzeuge, und auch viele → *Militärflugzeuge*, verfügen heute über ein einzelnes Seitenleitwerk, das am → *Heck* des Flugzeugs senkrecht nach oben ragt. Vereinzelt werden auch doppelte Seitenleitwerke verwendet, bei denen zwei Flächen nebeneinander am Heck angebracht sind, z. B. bei der McDonell Douglas F-15 „Eagle“ (27. Juli 1972) und F-18 „Hornet“ (Erstflug 18. November 1978), oder bei der MiG 25 (Erstflug 27.Januar 1977) und MiG 29 (Erstflug 6. Oktober 1977). Die Lockheed Constellation (Erstflug 9. Januar 1943) und die spätere L-1049 Super Constellation (Erstflug 13. Oktober 1950) verfügten sogar über ein Dreifach-Seitenleitwerk.
Bei der Boeing B727 (Erstflug 9. Februar 1963), der Lockheed L-1011 „Tri Star“ (Erstflug 16. November 1970) und der McDonell Douglas DC-10 (Erstflug 29. August 1970) ist das Seitenleitwerk auf dem dritten → *Triebwerk* im Heck aufgesetzt, bzw. mit diesem integriert. Eine weitere Besonderheit stellt das → *V-Leitwerk* dar, bei dem Seitenleitwerk und → *Höhenleitwerk* in einer V-förmigen Anordnung zusammengefasst sind.
Höhenleitwerk und Seitenleitwerk werden zusammenfassend auch als → *Leitwerk* bezeichnet.

Seitenpeilung
Engl.: Relative Bearing, abgekürzt mit RB. Bezeichnet in der Funknavigation den Winkel zwischen der → *Längsachse* des Flugzeugs und einer gemessenen Richtung wie z. B. dem → *ADF*-Richtungssignal.
Die Seitenpeilung gibt nur die relative Richtung des Flugzeugs zu dem Sender an. Zur Bestimmung des vom Flugzeug aus beobachteten Winkels zwischen dem Sender und dem magnetischen Nordpol muss der → *missweisende Steuerkurs* am → *Magnetkompass* abgelesen und zur Seitenpeilung addiert werden. Das Ergebnis wird dann als missweisende Peilung (engl.: Magnetic Bearing, abgekürzt MB) bezeichnet.
Die analoge Winkelangabe zum geographischen Nordpol wird als wahre Peilung oder rechtsweisende Peilung (engl. True Bearing, abgekürzt TB), bezeichnet.

Seitenruder
Engl.: Rudder. Bezeichnung für ein → *Ruder*, mit dem das → *Gieren* des Flugzeugs, also seine Bewegung um die → *Hochachse*, gesteuert wird.
In der Regel ist das Seitenruder in eine → *Seitenflosse* integriert, und ragt am → *Heck* des Flugzeugs senkrecht nach oben. Beim Ausschlag nach links oder rechts gerät das Ruder in den → *Fahrtwind* und erzeugt einen zusätzlichen → *Widerstand*. Aufgrund des großen Abstands zwischen Seitenruder und → *Schwerpunkt* des Flugzeugs bewirkt die Widerstandkraft ein → *Giermoment* um die Hochachse, und dreht das Flugzeug nach links oder rechts.
Einen Sonderfall stellt das → *V-Leitwerk* da, bei dem die Funktionen von Seitenflosse, Seitenruder, → *Höhenflosse* und → *Höhenruder* in zwei Steuerflächen zusammengefasst sind.
Das Seitenruder wird z. B. eingesetzt um einen → *Schiebeflug* einzuleiten, sei es zur Kompensation von Seitenwind, oder als → *Seitengleitflug* zur Verkürzung des → *Landeanflugs*. Im → *Kurvenflug* dagegen wird das Seitenruder nur in Kombination mit den → *Querrudern* eingesetzt, um das Auftreten von unerwünschten Querkräften zu minimieren (→ *koordinierter Kurvenflug*).
Das Seitenruder wird vom → *Piloten* über zwei Pedale angesteuert, die am Boden des → *Cockpits* angebracht sind. Seitenruder und Seitenflosse werden zusammenfassend auch als → *Seitenleitwerk* bezeichnet.

Seitenverhältnis
→ *Streckung*.

Sekundärradar
Engl.: Secondary Radar, Radar Beacon oder Secondary Surveillance Radar (SSR); in den USA auch Air Traffic Control Radar Beacon System (ATCRBS).Bezeichnung für ein → *Radar*-System dessen Signal vom → *Transponder* eines Flugzeugs empfangen und mit einem eigenen Signal beantwortet wird.
Das von der → *Flugverkehrskontrolle* verwendete → *Primärradar* (z. B. → *Mittelbereich-Rundsichtradar*, → *Flughafen-Rundsichtradar*) ist nur in der Lage, die Position eines Flugzeugs in der Ebene zu erfassen, nicht aber andere wichtige Informationen wie die → *Flughöhe* oder das → *Rufzeichen*.
Aus diesem Grund wird das Primärradar mit einem Sekundärradar ergänzt. Dieses sendet ein Fragesignal, das vom Transponder des Flugzeugs erfasst und mit einem Code-Signal beantwortet wird. Die Antwort richtet sich dabei nach dem → *Mode* des Fragesignals und enthält das Rufzeichen (Mode A) oder die Flughöhe als → *barometrische Höhe* in Vielfachen von 100 → *ft* (Mode C). Der neuere Mode S deckt die Funktionen des Mode A und C komplett ab, und erlaubt darüber hinaus den Austausch weiterer Informationen von der Bodenstation zum Flugzeug bzw. vom Flugzeug zur Bodenstation (z. B. Wetterinformationen, Informationen über den → *Steuerkurs* des Flugzeugs etc.).
Zusätzlich kann der Lotse den Piloten auffordern, ein Ident bzw. Squawk Ident Signal über den Transponder auszusenden. Dieses Signal bewirkt, dass das Sekundärradar-Bild des Flugzeugs in der Bodenstation kurzzeitig blinkt, so dass der Lotse das Radarbild eindeutig einem Flugzeug zuordnen kann.
Prinzipiell ist ein Sekundärradar auch in der Lage, anhand der Richtung und Zeitverzögerung des Antwortsignals die Richtung und den Abstand des Flugzeugs von der Bodenstation zu ermitteln. Daher ist auf manchen kleinen Flugplätzen nur ein Sekundärradar, aber kein Primärradar installiert.
In vielen Fällen werden aber Primär- und Sekundärradar kombiniert eingesetzt. Die beiden Systemen können dabei getrennt installiert sein; häufig werden sie aber auf einer gemeinsamen Plattform montiert. Die Signale der beiden Systeme werden kombiniert und dem Lotsen gemeinsam angezeigt, d. h. die Informationen des Sekundärradars (Rufzeichen, Flughöhe,…) werden als Radarlabel neben der Anzeige des Primärradars (Flugzeugposition) angezeigt.
Die Fragesignale des Sekundärradars haben eine Frequenz von 1030 MHz, die Antwortsignale des Transponders eine Frequenz von 1090 MHz.

SELCAL
Abk. für Selective Calling (System).
Bezeichnung für ein an Bord von Verkehrsflugzeugen installiertes Funk- und Audiosystem, das es Bodenstationen ermöglicht ein bestimmtes Flugzeug anzurufen und diesen Anruf den Piloten automatisch zu signalisieren. Dafür sind die UKW- und KW-Empfänger an Bord laufend betriebsbereit und mit dem SELCAL-System verbunden. Will eine Bodenstation mit dem Flugzeug Kontakt aufnehmen, sendet sie einen dem Flugzeug individuell zugeordneten Code (SELCAL Code). Stimmt der

gesendete mit dem Flugzeug zugeordneten Code überein, wird der Besatzung durch das System optisch und akustisch gemeldet, dass sie angerufen wird. Die Besatzung wird dadurch vom permanenten Abhören des gesamten Funksprechverkehrs entlastet.
Ein SELCAL-Code besteht aus vier Buchstaben und wird einem Flugzeug i. A. fest zugeordnet.

Senkrechtstarter
Eine Eigenschaft, die auch mit → *VTOL* (Vertical Takeoff and Landing) bezeichnet wird. Bezeichnung für ein Fluggerät, das ohne → *Startrollstrecke* und daher ohne dynamischen Auftrieb vertikal starten kann. Dies ist z. B. bei einem → *Hubschrauber* oder dafür geeignet konstruierten Flugzeugen wie dem Hawker Siddeley „Harrier“ (Erstflug 28. Dezember 1967) der Fall. In der Geschichte des Flugzeugbaus hat es eine ganze Reihe von Versuchsflugzeugen mit Senkrechtstarteigenschaften gegeben, die Anzahl der in Serie gebauten Senkrechtstarter ist hingegen überschaubar.

Serienflugzeug
Engl. Serial Aircraft. Bezeichnung für die Exemplare, die ein → *Herstellungsbetrieb* von einem Flugzeugtyp baut, für das er die → *Musterzulassung* hat. Die Serienflugzeuge werden über eine Seriennummer, die → *MSN*, eindeutig identifiziert.
Zunächst sollten alle Serienflugzeuge baugleich mit dem generischen Typ sein, für das die Musterzulassung erreicht wurde. Tatsächlich weichen die einzelnen Serienflugzeuge sowohl von diesem generischen Typ, als auch untereinander ab. Zum einen entwickelt der Hersteller das Flugzeug kontinuierlich weiter, um z. B. Gewicht, Leistungsfähigkeit oder Sicherheit des Flugzeugs zu verbessern. Zum anderen fordern die Kunden der Flugzeuge, z. B. die → *Luftverkehrsgesellschaften*, Anpassungen des Flugzeugs an ihre besonderen Bedürfnisse (→ *Customizing*). Diese Änderungen machen für jedes Serienflugzeug eine Anpassung der Musterzulassung erforderlich.

Service
1. Internationale Bezeichnung für den kommerziellen Linienflugdienst zwischen zwei → *Flugplätzen*.
2. Internationale Bezeichnung für das Servieren von Speisen und Getränken durch die → *Flugbegleiter* an die Passagiere.

Service Bulletin
Abgekürzt mit SB. Der Halter der → *Musterzulassung* eines Luftfahrzeugs, → *Triebwerks* oder → *Propellers* übermittelt mit Hilfe von Service Bulletins Empfehlungen zur Umsetzung kleinerer konstruktiver Änderungen an alle Halter/Betreiber der Produkte. In der Regel dienen diese Modifikationen der Verbesserung der Leistung, Sicherheit, → *Wartung* oder Wirtschaftlichkeit des Produktes. Im Gegensatz zu den → *Lufttüchtigkeitsanweisungen* ist ihre Umsetzung aber optional.

Service Cart
→ *Cart*.

Service Check
→ *Wartung*.

Serviceklasse
→ *Komfortklasse*.

Servierwagen
→ *Cart*.

SETP
Abk. für Society of Experimental Test Pilots.
→ *http://www.setp.org/*

Shimmy-Dämpfer
Bezeichnung für einen Stoßdämpfer, der ein durch die kurzzeitige hohe mechanische Belastung entstandenes Flattern (=shimmy) des Bugrades (→ *Fahrwerk*) insbesondere kurz nach dem Aufsetzen verhindert.

Show-up Zeit
→ *Close-out Time*.

Shuttle, Shuttle-Service
Ein Begriff aus der → *Verkehrsfliegerei*. Bezeichnung für einen Pendelverkehr, bei dem ein Verkehrsflugzeug in fester Frequenz zwischen zwei stark frequentierten Zielen verkehrt. Üblicherweise sind Shuttle Verbindungen auf Kurzstrecken begrenzt. Die mit diesem Geschäftsmodell gesammelten Erfahrungen flossen alle in das Geschäftsmodell der → *Billigflieger* mit ein.

Entwicklung
Eastern Airlines gründete am 30. April 1961 den „Air Shuttle“ genannten ersten Shuttle-Dienst mit dem Ziel, Geschäftskunden eine neue Art des einfachen Reisens (keine Vorausbuchung, keine Mahlzeiten) auf stark frequentierten Kurzstrecken anbieten. Zwischen 8.00 Uhr und 22.00 Uhr starteten zu jeder geraden Stunde Flüge zwischen New York/La Guardia und Washington–National sowie zwischen New York–La Guardia und Boston–Logan. Die Passagiere konnten erst an Bord einchecken. Ein weiterer Erfolgsfaktor war, dass Eastern Stand-by-Flugzeuge für Verkehrsspitzen bereit hielt und eine Beförderungsgarantie gab – auch wenn ein Flugzeug nur für einen einzelnen Fluggast benötigt würde.
Zunächst kamen Lockheed 1049 Super Constellations (95 Sitzplätze) zum Einsatz. Der Erfolg war so groß, dass Eastern das Angebot nach fünf Monaten verdoppelte und stündlich flog. Ab Februar 1962 wurde auch ein direkter Flug von Boston nach Washington D.C. mit Flugzeugen vom Typ DC-7B eingerichtet, der aber drei Jahre später auf traditionelle Reservierung umgestellt wurde.
Ab 1978 war die Shuttle-Flotte komplett auf Jets umgestellt (Boeing 727, Airbus A300, Lockheed L-1011).
Nach der Deregulierung des US-Linienfluggeschäfts ab 1978 stiegen auch andere Linien in das lukrative Geschäft ein (z. B. People’s Express), was auch zu den wirtschaftlichen Turbulenzen und Streiks bei den großen Linien der 80er und noch 90er Jahre beitrug.
In Deutschland führte die Lufthansa am 1. April 1963 einen sogenannten Airbus-Dienst mit reduziertem Flugpreis nach amerikanischem Vorbild ein. Dabei erfolgten Abflüge auf bestimmten Strecken im Zeittakt, der Ticketverkauf erfolgte an Bord und es gab keinen Bordservice. Dieser Dienst blieb bis März 1970 im Programm.

Sicherheitshöhen-Warnsystem
→ *Sicherheitsmindesthöhe*.

Sicherheitslandung
Eine Sicherheitslandung wird durchgeführt, um einen drohenden Schaden am Flugzeug zu vermeiden, oder um Personen in großer Gefahr zur Hilfe zu kommen. Im Gegensatz zu einer

→ *Notlandung* ist das Flugzeug bei einer Sicherheitslandung aber noch funktionstüchtig. Eine Sicherheitslandung kann z. B. durchgeführt werden wenn abzusehen ist, dass sich die Wetterbedingungen soweit verschlechtern, dass ein sicherer Weiterflug nicht mehr möglich ist.
Die Sicherheitslandung unterscheidet sich auch dadurch von der Notlandung, dass für den → *Start* des Flugzeugs nach der → *Landung* keine Genehmigung der → *Luftfahrtbehörde* erforderlich ist.
Sicherheits- und Notlandungen werden in Deutschland durch die → *LuftVO* geregelt.

Sicherheitsflughöhe
→ *Sicherheitsmindesthöhe*.

Sicherheitsmindesthöhe
Engl.: Minimum Safe Altitude (MSA). Vorgeschriebene Mindesthöhe die ein Flugzeug nur unter bestimmten Umständen – z. B. bei → *Start* und → *Landung* – unterschreiten darf.
In Deutschland beträgt die generelle Mindesthöhe 500 ft über Grund bzw. Wasser; über Städten und dicht besiedelten Gebieten beträgt sie 1.000 ft über dem höchsten Hindernis in einem Umkreis von 600 Metern.
An Bord des Flugzeugs installierte Bodenabstands-Warnsysteme wie das → *EGPWS* bzw. das ältere → *GPWS* warnen den Piloten bei gefährlicher Annäherung an den Boden und sollen vor einer unbeabsichtigten Bodenberührung (→ *CFIT*) schützen. Teilweise wird die Einhaltung der Sicherheitshöhe auch von der → *Flugsicherung* durch ein Sicherheitshöhen-Warnsystem wie das Minimum Safe Altitude Warning (→ *MSAW*) System überwacht.

Sichtanflug
Engl.: Visual Approach. Bezeichnung für ein → *Anflugverfahren*, bei dem der → *Landeanflug* nach Sicht und ohne Einsatz von → *Funknavigation* erfolgt. Sichtanflüge können nur bei → *Sichtflugbedingungen* durchgeführt werden.

Sichtanflug-Landebahn
Engl. Noninstrument Runway oder Visual Runway. Bezeichnung für eine → *Start- und Landebahn*, die nur für → *Sichtanflüge* ausgerüstet ist. Landebahnen dieser Kategorie verfügen nur über ein Minimum an → *Markierungen* und nur eine geringe oder keine → *Befeuerung*.

Sichtflug
Bezeichnet einen Flug, der unter → *Sichtflugregeln* stattfindet. Sichtflüge dürfen nur durchgeführt werden, wenn → *Sichtflugbedingungen* herrschen. Eine Ausnahme stellen Sonderflüge in → *Kontrollzonen* dar, die von der → *Flugverkehrskontrolle* auch bei schlechteren Wetterverhältnissen genehmigt werden können. Man spricht dann vom kontrollierten Sichtflug, für den von Privatpiloten eine besondere Berechtigung (→ *Rating*) erworben werden muss (→ *CVFR*).

Sichtflugbedingungen
Engl. Visual Meteorological Conditions (VMC). Bezeichnung für Mindest-Wetterverhältnisse die vorherrschen müssen, damit ein → *Sichtflug* durchgeführt werden darf.
Die Sichtflugbedingungen sind in Deutschland durch die Luftverkehrsordnung (→ *LuftVO*) festgelegt, und in ihrem Anhang Fünf detailliert beschrieben. Sie unterscheiden sich für die unterschiedlichen → *Luftraumklassen* und beinhalten Mindestanforderungen für die (horizontale) Flugsicht, die (vertikale) Bodensicht, das Vorhandensein von → *Wolken*, die Hauptwolkenuntergrenze sowie für den horizontal und vertikal einzuhaltenden Mindestabstand von den Wolken. Sobald die Wetterverhältnisse die Anforderungen an die Sichtflugbedingungen nicht erfüllen, herrschen per Definition → *Instrumentenflugbedingungen* vor. Von Sondergenehmigungen abgesehen dürfen dann nur noch → *Instrumentenflüge* durchgeführt werden.

Sichtflugregeln
Engl. Visual Flight Rules (VFR). Zusammenfassende Bezeichnung für die Regeln, die bei einem → *Sichtflug* gelten. Die Sichtflugregeln sind in Abschnitt Drei der Luftverkehrsordnung (→ *LuftVO*) dokumentiert. Darin wird zunächst auf die → *Sichtflugbedingungen* hingewiesen, die vorherrschen müssen, damit ein Sichtflug durchgeführt werden darf. Sie enthalten auch Anforderungen zur Hörbereitschaft und zur Höchstgeschwindigkeit. Die Sichtflugbedingungen sind im Anhang Fünf der LuftVO beschrieben. Des weiteren sind die zu verwendenden → *Höhenmessereinstellungen* und die einzuhaltenden Reiseflughöhen festgelegt, die Bedingungen für einen Sichtflug über der Wolkendecke, Regelungen zu Sichtflügen bei Nacht, und Ausnahmen für Such- und Rettungsflüge.

Sichtnavigation
Ein Navigationsverfahren (→ *Navigation*), das im wesentlichen auf der Erkennung natürlicher oder künstlicher Landmarken basiert.
Orientierung und Wegführung erfolgen dabei mit Hilfe einer Karte (meist Maßstab 1 : 500.000 oder 1 : 250.000) und eines → *Magnetkompasses* von einer sichtbaren Landmarke zur nächsten. Als Orientierungspunkte können z. B. markante (große oder alleinstehende) Bauwerke, Straßen und Kreuzungen, Berge, Flüsse etc. dienen. Voraussetzung für die Sichtnavigation ist also das Vorherrschen von → *Sichtflugbedingungen*. Bei schlechten Wetterbedingungen bzw. Sicht-und Lichtverhältnissen und über Wasser ist die Sichtnavigation nicht oder nur sehr eingeschränkt einsetzbar.
In vielen Fällen wird die Sichtnavigation durch eine einfache Form der → *Koppelnavigation* ergänzt: Dazu wird die durchschnittliche → *Fluggeschwindigkeit* anhand des → *Fahrtmessers* geschätzt und mit der seit dem Start oder dem Erreichen des letzten Wegpunktes vergangenen Flugzeit multipliziert. Die so erhaltene Flugstrecke gibt einen Anhaltspunkt für die Entfernung, die seit der letzten Wegmarke zurückgelegt worden ist, und vereinfacht so die Suche nach Landmarken anhand der mitgeführten Karte.

SID
Abk. für Standard Instrument Departure.
Bezeichnung für standardisierte Abflugrouten eines → *Flugplatzes*. Das Gegenstück für den ankommenden Verkehr sind die Standard Terminal Arrivals (→ *STAR*).
SIDs vereinfachen die → *Flugverkehrskontrolle* an verkehrsreichen Flugplätzen. Zum einen führen die abfliegenden Flugzeuge vorhersehbare und bekannte Abflugmanöver durch, die leichter zu kontrollieren sind. Zum anderen reduzieren sie den Sprechfunkverkehr für → *Piloten* und → *Lotsen* erheblich, da statt den Anweisungen für eine Abfolge von Manövern nur der Name des zu fliegenden SID übermittelt werden muss. SIDs werden so gewählt, dass unter den gegebenen geographischen Verhältnis-

sen der Flugverkehr möglichst flüssig, aber auch mit möglichst geringer Lärmbelastung für die Umwelt abgewickelt wird.
SIDs sind auf besonderen Karten, den Abflugstreckenkarten bzw. Instrument Departure Charts, dokumentiert. Jede Route besteht aus einer Reihe von Fixpunkten (meist gekennzeichnet durch → *NDB*s, → *VOR*s oder → *TVOR*s), die mit geraden Strecken verbunden sind. Für jedes Teilstück zwischen den Fixpunkten ist die Länge in → *nm* und die Mindestflughöhe angegeben. Ein Flugplatz hat oft mehrere SIDs, die jeweils durch einen Code beschrieben werden. Der Code besteht dabei aus dem Namen des Endpunktes des SID, gefolgt von einer Zahl und einer Buchstabenkombination.

Side-Slip
Absichtliches Erzeugen eines → *Schiebeflugs* zur Verringerung der → *Fluggeschwindigkeit*.
Beim Side-Slip tritt ein → *Schiebewinkel* auf; dieser führt zu einer unsymmetrischen Anströmung des Flugzeugs. Dadurch erhöht sich der → *Widerstand*, so dass bei konstantem → *Schub* die Fluggeschwindigkeit sinkt. Beim → *Landeanflug* kann dieser Effekt zur Erhöhung des → *Gleitwinkels* und damit zur Verkürzung des Landeanflugs ausgenutzt werden.
Für die Bedeutung im Kunstflug siehe auch → *Slip*.

Side Stick
Bezeichnung für ein elektronisches Eingabegerät bei → *Fly-by-Wire* Systemen.
Bei Fly-by-Wire Systemen ist die mechanische Verbindung (z. B. über Seilzüge oder Hydrauliksysteme) zwischen dem → *Steuerknüppel* des Piloten und den → *Rudern* durch eine elektrische Verbindung zur Ansteuerung von Stellmotoren ersetzt worden. Damit kann auch der traditionelle, große Steuerknüppel zum Aufbringen großer Stellkräfte entfallen. Er wird durch den Joystick-ähnlichen Side Stick ersetzt; dieser dient als Signalgeber über den der Pilot Führungswerte für das → *EFCS* vorgibt (→ *Vorgaberegelung*).

SIGMET
Abk. für Significant Meteorological Advisory Alert.
Ein Begriff aus dem Umfeld der → *Flugwettervorhersage*. Es handelt sich um eine Flugwettervorhersage in englischer Sprache, die unter besonders signifikanten Umständen ausgegeben wird. Eine SIGMET-Meldung wird vor dem unmittelbaren oder erwarteten Eintreffen bestimmter Wettererscheinungen, die die Sicherheit von Flugbewegungen beeinträchtigen können, herausgegeben. Die SIGMET-Meldung kann ein Pilot im Flug über Funk empfangen bzw. bereits bei der → *Flugvorbereitung* berücksichtigen, da sie auch aushängt werden und telefonisch abgerufen werden können. Für folgende Gefahren werden SIGMETs erstellt: Aktive → *Gewitter*, starke Böenlinie, starker → *Hagel*, starke → *Turbulenz*, → *starke Vereisung*, starke → *Gebirgswellen* sowie verbreiteter Sand- oder Staubsturm, tropischer Wirbelsturm und Vulkanausbruch oder vulkanische Aschenwolken
Sie wird für jeden Tag um 00:01 Uhr beginnend ausgegeben und durchlaufend nummeriert. Ihre Gültigkeitsdauer wird im Allgemeinen auf einen Zeitraum von bis zu vier Stunden, von der Übermittlungszeit an gerechnet, beschränkt.

Simulator
Bezeichnung für alle technischen Anlagen, die es Pilotenschülern und → *Piloten* erlauben, außerhalb eines Flugzeugs einen nachgebildeten Flug in einem realistisch nachgebauten → *Cockpit* und einer künstlich nachgebildeten Welt zu führen.
Bereits ausgebildete Piloten nutzen den Simulator im Rahmen von Zusatzausbildungen (z. B. Einweisung auf ein neues Flugzeug, → *Rating*) oder im Rahmen regelmäßiger Überprüfungen (sog. Checkflüge), die mehrmals pro Jahr durchgeführt werden müssen.
Es ist die Aufgabe eines Trainingspiloten, den Pilotenschüler in die Handhabung des Simulators einzuweisen und den Simulator so zu bedienen, dass Schadensfälle oder Extremsituationen simuliert werden.
Ein herkömmlicher Flugsimulator besteht aus folgenden Komponenten:
- Motionsystem: Ein Cockpitnachbau und ein Instruktorenplatz auf einer hydraulisch gelagerten Plattform zur Simulation von Flugzeugbewegungen (Schräglagen, positive und negative Beschleunigung in horizontaler oder vertikaler Richtung etc.).
- Sichtsystem: Sichtsimulator für Cockpitfenster mit elektronischer Generierung von Umgebungsbildern mit einer Auflösung im Bereich von 1 m, denen Satellitenaufnahmen und Luftaufnahmen aus niedrigerer Höhe zu Grunde liegen.
- Soundsystem: Geräuschsimulator zur Simulierung von Turbinen- oder Wettergeräuschen.
- Datensystem: Datenbank mit geographischen Szenarien (z. B. ca. 400 → *Flugplätze*), Wetterszenarien (z. B. Flug durch ein → *Gewitter*) oder technischen Szenarien (z. B. Ausfall von Bordsystemen).
- Zentralrechner: Hochleistungscomputer zur Steuerung aller Subsysteme.

Ein herkömmlicher Flugsimulator, der im Training von Verkehrspiloten eingesetzt wird, hat ungefähr folgende Eckdaten:
- Gesamtgewicht um die 14 t
- Mehrere 100 Schadensfälle oder Extremsituationen können simuliert werden.

Die Qualität des Flugsimulators ist mittlerweile so überzeugend, dass es möglich ist, einen Flugschüler ausschließlich im Simulator zu schulen. Dies bezeichnet man als Zero-Flighttime-Training.
Die Vorteile des Simulatortrainings gegenüber einem realen Training im Flugzeug sind:
- Keine Umweltbelastung (→ *Fluglärm*, Abgase).
- Keine Unfallgefahr, selbst beim Training von gefährlichen Situationen.
- Erheblich geringere Kosten (eine reale Flugstunde kostet das 10- bis 40-fache einer Simulatorstunde).
- Schwächen können nahezu ohne Zusatzaufwand beliebig oft trainiert werden.
- Zeitersparnis, da am Simulatorstandort jeder gewünschte → *Flugplatz* simuliert werden kann.

Entwicklung
Das erste Flugübungsgerät für den Instrumentenflug wurde bereits 1929 vom US-Amerikaner Edwin Albert Link (* 1904, † 1981) konstruiert. Link baute in der Orgel-Fabrik seines Vaters eine Kiste mit Flügeln und einem → *Leitwerk*, installierte Instrumente und → *Steuerknüppel*, und setzte das Gerät auf einige pneumatische Schubstangen. Der erste Testpilot darin war sein Bruder. Erstmals war es möglich, dass künftige Piloten den Instrumentenflug am Boden trainieren.

Das Gerät hatte zunächst den Namen „Pilot Maker“, im 2. Weltkrieg „Blue Box“ und später war nur vom „Link-Trainer“ die Rede.
Zunächst erwarben jedoch nur Vergnügungsparks und Jahrmärkte seine Geräte, um zahlungswilligen Kunden das Vergnügen einer Cockpitillusion zu bieten. Erst nach einer Serie von durch Pilotenfehler verursachten Abstürzen bestellte das US Army Air Corps 1934 die ersten sechs Link-Trainer.
Die Link-Trainer waren typspezifische Simulatoren, die sich jeweils an den Leistungsdaten ganz bestimmter Flugzeugtypen wie z. B. dem Verkehrsflugzeug Douglas DC-2 oder dem Schulflugzeug North American AT-6 orientierten.
Einen großen Aufschwung nahm Links Unternehmen im 2. Weltkrieg. Die Link-Trainer wurden beständig weiterentwickelt, so dass mit den Geräten der → *Instrumentenflug*, der Luftkampf, Bombenabwürfe, Navigation und die Nutzung von → *Radar* geschult werden konnte. Rund 500.000 Piloten nutzen während des 2. Weltkriegs die 6000 für die US Luftwaffe und Marine gebauten Geräte.
Bis 1954 betrieb Link erfolgreich sein Unternehmen Link Aviation Inc. Und gründete nach dem Verkauf die Link Foundation.
Seither wurde die Simulatortechnik beständig erweitert. Es hat mehrere Evolutionsschritte gegeben, etwa den Nachbau von Landschaften im Maßstab von Modelleisenbahnen, über deren Oberfläche sich eine Kamera bewegte, die vom Simulatorbediener ferngesteuert wurde.
In den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts wurden dann für Teilbereiche der Schulung – den Instrumentenflug – transportable Tischgeräte entwickelt.
Mit dem Vordringen von Computern und PCs wurden ab Mitte der 80er Jahre Flugsimulatoren auch für private Nutzer zu Spielzwecken interessant.
Der letzte Evolutionsschritt im Simulatorbau war die Einführung von Satellitenbildern und Luftaufnahmen aus niedriger Höhe im Sichtsystem, das ab Frühjahr 2003 bis dahin ungekannte Auflösungen im Bereich eines Meters erlaubten.

Single Aisle
→ *Wide Body*.

Sinkflug
Engl.: Descent. Bezeichnung für einen → *Flugabschnitt*, bei der das Flugzeug an → *Flughöhe* verliert. Bei einem regulären Flug stellt der Sinkflug den Flugabschnitt zwischen dem → *Reiseflug* und der → *Landung* dar. Darüber hinaus kann ein Sinkflug im Reiseflug erfolgen, um das Flugzeug auf eine niedrigere Flughöhe, die z. B. vom → *Flugverkehrskontrolldienst* zugeteilt wurde, einzunehmen.
Aus Sicht der → *Flugmechanik* ist der Sinkflug durch einen negativen → *Bahnwinkel* gekennzeichnet. Dadurch spaltet sich die → *Gewichtskraft* in zwei Komponenten auf: Eine Komponente, die weiterhin gegen den → *Auftrieb* wirkt, die jedoch gegenüber dem → *Horizontalflug* verringert ist. Senkrecht dazu wirkt ein Teil der Gewichtskraft in Richtung der → *Schubkraft* und damit gegen den → *Widerstand*. Im Sinkflug benötigt das Flugzeug also einen geringeren Auftrieb und eine geringere Schubkraft als im Horizontalflug. Die Geschwindigkeit, mit der das Flugzeug and Flughöhe verliert, wird auch als → *Sinkrate* bezeichnet. Ihre Größe hängt von der → *Fluggeschwindigkeit* des Flugzeugs und dem Bahnwinkel ab.

Sinkrate
Bezeichnung für die vertikale Geschwindigkeit im → *Sinkflug*, also die Geschwindigkeit, mit der ein Flugzeug an Höhe verliert. Sie wird üblicherweise in → *Fuß* pro Minute gemessen und am → *Variometer* abgelesen. Das Gegenstück für den → *Steigflug* ist die → *Steigrate*.

Sitzkilometer
→ *Passagierkilometer*.

Sitzladefaktor
Ein im Gegensatz zum → *Nutzladefaktor* passagierbezogenes statistisches Maß für die Auslastung von Flugzeugen. Es ergibt sich aus dem Verhältnis von der tatsächlichen Beförderungsleistung (transportierte → *Passagierkilometer*, PKT) zu der real vorhandenen maximalen Kapazität (angebotene Passagierkilometer, PKO).

SKC
Abk. für Sky Clear.
→ *Bedeckungsgrad*.

Skelettlinie
Bezeichnung für eine gedachte Linie, die der Beschreibung von → *Profilen* dient. Die Skelettlinie kann wie folgt bestimmt werden:
Ausgehend von der Vorderkante des Profils zeichnet man in diskreten Abständen die → *Profilhöhe* ein, bis die Hinterkante des Profils erreicht ist. Danach markiert man den Mittelpunkt (also die halbe Höhe) jeder Profildicke. Die Verbindungslinie dieser Punkte ist dann die Skelettlinie.
Den Abstand zwischen der Skelettlinie und der Sehne bezeichnet man als die → *Wölbung* des Profils.

SKO
Abk. für Seat Kilometres Offered.
→ *Passagierkilometer*.

Skyguide
Die → *Flugsicherung* der Schweiz mir Sitz in Genf.

Slip
Bezeichnung für ein Manöver aus dem Bereich des → *Kunstflugs*, das auch Side Slip genannt wird. Bei diesem Manöver taucht ein Flugzeug über eine nach unten geneigte → *Tragfläche* seitlich hinweg und verliert an Höhe, behält dabei aber seinen Kurs und seine Geschwindigkeit bei. Es wird auch von einem → *Schiebeflug* mit leicht hängender Tragfläche gesprochen. → *Seiten*- und → *Querruder* werden dafür gekreuzt.

Slippen
→ *Seitengleitflug*.

Slot
Im Deutschen auch Zeitfenster oder Zeitnische genannt. Im Luftverkehr bezeichnet der Begriff ganz allgemein eine für einen Flug oder eine → *Luftverkehrsgesellschaft* für eine bestimmte Dauer reservierte und in der Regel dafür fest zugeteilte Ressource. Welcher Art diese ist bestimmt letztlich die Art des Slots und Verfahren zur Zuteilung.
Üblicherweise unterscheidet man zwischen:

- Planmäßige Anflug- und Abflugslots: In diesem Fall bezeichnet der Begriff das Recht einer Luftverkehrsgesellschaft, zu einem bestimmten Zeitpunkt die → *Start- und Landebahn*

eines durch Slots koordinierten → *Flughafens* zu nutzen. Slots werden immer dann auf Flughäfen zur Regelung des Verkehrs eingesetzt, wenn es zu Kapazitätsengpässen kommt, d. h. wenn es mehr Anflugwünsche gibt als die Verkehrskapazität zur Abfertigung aufgrund des Bahnsystems, der erwarteten Wetterbedingungen und Betriebseinschränkungen (z. B. einem Nachtflugverbot) hergibt. Die max. Anzahl Slots für einen Flughafen wird als Slotzahl bezeichnet und von der Flugsicherung und dem Flughafenbetreiber festgelegt. Dabei spielen Mittelwerte für die Anzahl der Flugbewegungen nach Instrumentenflugregeln eine Rolle, die bei Durchschnittswetter realisiert werden können. Ferner spielen die Bahn-, Vorfeld- und Terminalkapazität sowie die Aufnahmefähigkeit des oberen Luftraums und rechtliche Rahmenbedingungen wie etwa die Betriebsgenehmigung des Flughafens eine Rolle. Die Slotvergabe ist jeweils für eine bestimmte Zeitperiode gültig. Fast alle größeren Verkehrsflughäfen in Deutschland unterliegen dem Slot-System. In Deutschland werden Slots den Luftverkehrsgesellschaften durch den → *Flughafenkoordinator* für eine Flugplansaison (→ *Reisejahr*) zugewiesen. Sofern ausreichend Slots vorhanden sind um den Bedarf zu decken erfolgt die Vergabe in der Reihenfolge des Eingangs der Anträge. Übersteigt die Nachfrage dagegen das Angebot, so erfolgt die Vergabe nach einer Reihe von gesetzlich geregelten Vorgaben. Dazu zählen z. B. das → *Grandfathering*, die Bevorzugung von Nachrückern (Changed Historics), die bereits einmal auf ungünstige Slots ausweichen mussten, oder besondere Kontingente für Neubewerber.

Die rechtlichen Grundlagen der Slotvergabe sind vielfältig. Die Zuteilung von Slots zu bestimmten Start- oder Landezeiten findet nach den Vorschriften des Artikel 8 der Verordnung (EWG) Nr. 95/93 des Rates vom 18. Januar 1993 über gemeinsame Regeln für die Zuweisung von Zeitnischen auf Flughäfen in der Europäischen Gemeinschaft in Verbindung mit § 27a und 27b des Luftverkehrsgesetzes (→ *LuftVG*) statt. Auch die IATA hat empfehlenswerte Richtlinien als „IATA Worldwide Scheduling Guidlines“ zusammengefasst.

- Operative Anflug- und Abflugslots: Zwar wird der Flugplan auf Basis der o.a. planmäßigen Slots erstellt, doch ergeben sich im realen Betrieb davon abweichende Slots, innerhalb derer eine Maschine abhebt. Diese werden in Europa von → *Eurocontrol* (CFMU, Central Flow Management Unit) in Abhängigkeit der real existierenden Bedingungen (Wetter am Ablugort und am Zielort zur erwarteten Ankunftszeit, andere, bereits verspätete und noch wartende Flüge, bevorrechtigte Sonderflüge wie der Transport von Organen etc.) zugewiesen. Durch die Vielzahl der Parameter kann es zu Situationen kommen, in denen ein Flug verspätet wird, obwohl am Abflugort scheinbar keine Gründe gegen einen Abflug sprechen, weil dort kein Kapazitätsengpass herrscht und ideale Wetterbedingungen vorliegen.

  Ein Slot ist durch Eurocontrol definiert als Zeitraum von −5 bis + 10 Min der für den Flug berechneten Abflugzeit (Calculated Takeoff Time, CTOT) und wird sowohl dem Piloten als auch der Abflugkontrolle mitgeteilt. Die Abflugkontrolle ist für die Einteilung der lokal wartenden, abflugbereiten Flugzeuge innerhalb ihrer Slots zuständig. Verpasst ein Flugzeug seinen Slot, weil etwa noch nicht alle Passagiere eingestiegen sind, so hat es auf die Zuweisung eines neuen Slots durch Eurocontrol zu warten. Ein anderes, wartendes Flugzeug kann dadurch in den Genuss eines früheren Slots kommen.

Slot Monitoring
Bezeichnung für die dauerhafte statistische Auswertung von → *Flugbewegungen* unter dem Aspekt der korrekten Inanspruchnahme von → *Slots*, durchgeführt vom → *Flughafenkoordinator*. Insbesondere wird überprüft, ob durchgeführte, koordinierungspflichtige Flugbewegungen ordnungsgemäß koordiniert wurden, koordinierte Flugzeiten ordnungsgemäß genutzt werden, die Veröffentlichungen der → *Flugpläne* der betroffenen → *Luftverkehrsgesellschaften* den koordinierten Flugzeiten entsprechen und die Pünktlichkeit des durchgeführten Verkehrs sich im Rahmen der Erwartungen unter Berücksichtigung der Verkehrsverhältnisse bewegt. Das Slot Monitoring dient der Bereitstellung einer statistischen Grundlage für den Prozess der Slotvergabe und der weiteren Kapazitätsplanung der Luftverkehrsgesellschaften und der → *Flughäfen*.

Slot Return Deadline
→ *Flughafenkoordinator*.

Slotvergabe
→ *Slot*.

Slotzahl
→ *Slot*.

SLS
Abk. für Satellite Landing System.
Bezeichnung für ein zukünftiges System, das auf der Basis der → *Satelliten-Navigation* arbeitet, und das das heutige → *Instrumenten-Landesystem* und → *MLS* als Unterstützung für → *Landeanflüge* ersetzen könnte.
Grundidee des SLS-Systems ist es, ein einheitliches Navigationssystem für alle → *Flugabschnitte* (inklusive den Bewegungen des Flugzeugs am Boden) aufzubauen. Aufgrund ihrer Genauigkeit und globalen Verfügbarkeit bieten Satelliten-Navigationssysteme wie → *GPS* (bzw. → *GNSS*), → *GLONASS* und → *GALILEO* wichtige Voraussetzungen zur Verwirklichung dieses Konzepts.

SLST
Abk. für Sea Level Static Thrust.
→ *Schub*.

Small-Body
→ *Wide Body*.

SMGCS
Abk. für Surface Movement Guidance and Control System.
→ *Rollführungssystem*.

SMR
Abk. für Surface Movement Radar.
→ *Bodenradar*.

Sockelflieger
→ *Gateguard*.

Sommerflugplan
→ *Reisejahr*.

Sonderflughafen
→ *Flugplatz*.

Sonderflugplatz
→ *Flugplatz*.

Sonderlandeplatz
→ *Flugplatz*.

Sondermahlzeiten
Ein Begriff aus dem → *Catering*. International auch Special Meal genannt. Er bezeichnet alle vom Fluggast bei der Flugbuchung oder bis spätestens 24 Stunden vor Abflug (bei einigen wenigen Mahlzeiten bis zu 48 Stunden) geäußerten Sonderwünsche nach spezieller Verpflegung während des Fluges. Beispiele für solche Sondermahlzeiten sind:
- Vegetarische Mahlzeit ohne Milchprodukte und Eier (Vegan).
- Vegetarische Mahlzeit mit Milch und Eiern (Lacto-Ovo).
- Vegetarisch Mahlzeit (asiatisch, indisch).
- Babykost.
- Kinderportion.
- Leichte Vollkost.
- Vollwertkost.
- Kinderessen.
- Diabetische Kost.
- Glutenfreie Kost.
- Hindugerechte Kost.
- Koshere Kost (unter Aufsicht eines Rabbinats zubereitet).
- Reduktionskost (kalorienvermindert).
- Cholesterinarme Kost.
- Proteinarme Kost.
- Natriumarme Kost.
- Moslemgerechte Kost.
- Laktosefreie Kost.
- Purinarme Kost (harnsäurearme Mahlzeit).
- Rohkost.
- Fischgericht.
- Obstteller.

Von diesen bei vielen → *Luftverkehrsgesellschaften* vorhandenen Möglichkeiten abgesehen gibt es auch die Möglichkeit, bei entsprechender Indikation (z. B. medizinische Notwendigkeit) sich eine Mahlzeit individuell zusammenstellen zu lassen.

Spaltklappe
Auch Wölbungsspaltklappe, engl.: Slotted Flap. Bezeichnung für eine spezifische → *Klappe* an der Hinterkante des → *Tragflügels*. Die Spaltklappe wird als → *Landeklappe* zur Erzeugung zusätzlichen → *Auftriebs* bei → *Start* und → *Landung* eingesetzt. Analog zur einfachen → *Wölbungsklappe* wird beim Schwenken der Spaltklappe die Wölbung des → *Profils*, und damit dessen Auftrieb, erhöht. Zusätzlich entsteht jedoch ein Spalt zwischen Tragflügel und Klappe, durch den Luft von der Unterseite zur Oberseite strömen kann. Die → *Grenzschicht* an der Klappe wird dadurch stabilisiert und das Entstehen einer → *abgelösten Strömung* verzögert. Damit kann ein Flügel mit Spaltklappe gegenüber einem mit Wölbungsklappe einen höheren Auftrieb erzeugen.
Analog zur einfachen Wölbungsklappe bleiben auch bei der Spaltklappe die Flügelfläche und der maximale → *Anstellwinkel* des Tragflügels unverändert; letzterer ist weiterhin vom der Ablösung der Strömung am vorderen Tragflügelprofil bestimmt.

Spannweite
Auch Flügelspannweite, engl.: Wing Span. Bezeichnet beim → *Tragflügel* den größten Abstand zwischen den Flügelspitzen entlang der → *Querachse*. Liegt der → *Rumpf* zwischen rechter und linker Flügelhälfte (→ *Mitteldecker*), so wird er zur Spannweite hinzugerechnet. Das Verhältnis zwischen dem Quadrat der Spannweite und der → *Flügelfläche* ergibt die für die → *Aerodynamik* wichtige → *Streckung* (Seitenverhältnis) des Tragflügels.

Spant
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Als Spanten bezeichnet man formgebende und belastungsaufnehmende Teile des → *Rumpfes* bei der → *Schalenbauweise* oder der → *Spantenbauweise*. Die Spanten sind Träger der → *Beplankung* und sind mit weiteren, den Rumpf formenden Teilen wie etwa den → *Stringern* verbunden. Sie beeinflussen durch ihre Formgebung den Durchmesser und die Form des Rumpfquerschnitts.
Als Material für die Spanten kommt beim Segelflugzeug- oder Sportflugzeugbau noch Holz zum Einsatz. Im Verkehrsflugzeugbau wird heute → *Duraluminium* verwendet. Auch → *Faserverbundwerkstoffe* kommen bei bestimmten Flugzeugtypen zum Einsatz.
Der Ausdruck Spant ist aus dem Schiffsbau übernommen worden, ebenso wie verschiedene Grundkonstruktionsprinzipien, etwa die Nutzung von Spanten zur Formgebung des Rumpfes und die Beplankung zur Abdichtung des Rumpfes.

Spantenbauweise
Engl.: Semi-Monocoque Design. Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Er bezeichnet neben der → *Schalenbauweise* und der → *Gerüstbauweise* eine weitere grundsätzliche Möglichkeit des konstruktiven Aufbaus eines → *Rumpfes*. Gegenüber der Schalenbauweise wird bei der Spantbauweise der Rumpf verstärkt, so dass die Außenhaut nicht alleine die Lasten aufnehmen muss. Gerade bei großen Verkehrsflugzeugen ist diese partielle Verstärkung gewichtsgünstiger als eine durchgängig stark ausgelegte Außenhaut.
Bei der Spantenbauart besteht der Rumpf aus den die Torsionsbelastung aufnehmenden und formgebenden → *Spanten*, der → *Beplankung*, den Verstärkungsprofilen in Form von → *Stringern*, und sog. Gurten zur Aufnahme von Zug-, Druck- und Querkräften in Längsrichtung des Rumpfes. Zusätzlich können Schotte (insbesondere das Endschott am Flugzeugheck) zur Verstärkung eingesetzt werden.
Spantenbauweise wird heute nicht nur im Flugzeug- oder im Bootsbau (wo sie ursprünglich herkommt) eingesetzt, sondern auch im Fahrzeugbau oder in der Architektur.

Special Meal
→ *Sondermahlzeit*.

Speibeutel
→ *Spucktüte*.

Sperrgepäck
Ein Begriff aus der kommerziellen Verkehrsfliegerei. International auch Bulky Luggage genannt. Es bezeichnet im Gegensatz zum → *Handgepäck* oder zum Reisegepäck solche von Reisenden mitgeführten persönlichen Ausrüstungsgegenstände, die hinsichtlich ihres Gewichts oder ihrer Abmessungen nicht mehr durch das auf Koffer ausgelegte Standardgepäcksystem zum Be- und Entladen eines Flugzeugs handhabbar sind, die aber – im

Gegensatz zur Fracht – einem Passagier zuordenbar sind und mit ihm in einer Passagiermaschine mitreisen. Sperrgepäck wird per Hand ein- und ausgeladen und im Laderaum verstaut.
Kinderwagen und Buggys gelten oft nicht als Sperrgepäck. Sie werden kostenlos im Laderaum transportiert.
Sperrgepäck muss üblicherweise vor Reiseantritt bei der → *Luftverkehrsgesellschaft* angemeldet werden und in einer sicheren und bruchfesten Verpackung bei einem speziellen Sperrgepäckschalter angeliefert werden. Nicht immer ist eine zusätzliche Gebühr erforderlich, da oft die Beförderung von einem Stück Sperrgepäck im regulären Flugpreis enthalten ist.
Die Berechnung der Sperrgepäckgebühr ist für Standardgepäckstücke oft festgelegt und unabhängig von Maßen und Gewichten.
Beispiele für häufige Fälle von Sperrgepäck sind Surfboards, Skiausrüstung, Golftasche, Fahrräder, Tauchausrüstung, Kanus oder Tourneeausrüstung für Künstler (Musikinstrumente, Tonanlage, Lautsprecher etc.).

Spezifische Luftfeuchtigkeit
→ *Luftfeuchtigkeit*.

Spin
→ *Trudeln*.

Spiralbewegung
Eine Drehschwingung des Flugzeugs, die sich weitgehend als wechselseitiger Austausch zwischen → *Rollwinkel* und → *Gierwinkel* ausbildet. Die Spiralbewegung ist neben der → *Taumelschwingung* und der → *Rollbewegung* eine der Grundschwingungen, die bei gängigen Flugzeugen in der Seitenbewegung zu beobachten ist. Sie ist Teil der → *dynamischen Stabilität* eines Flugzeugs. Bei einigen Flugzeugen überlagert sich die Spiralbewegung mit der Rollbewegung zur sog. Phygoide der Seitenbewegung.

Spirallooping
→ *Looping*.

Spiralsturz
→ *Trudeln*.

Spitzenzeit
→ *Typische Spitzenstunde*.

SPL
Abk. für Sportpilotenlizenz.
Bezeichnung für eine von mehreren möglichen → *Pilotenlizenzen*. Sie wird benötigt zum Führen eines → *Ultraleichtflugzeugs* und ist eine Sonderform der Privatpilotenlizenz (→ *PPL*) mit dem Beiblatt „F".
Voraussetzungen zum Erwerb sind unter anderem:
- Mindestalter von 17 Jahren
- Fliegerärztliches Tauglichkeitszeugnis Klasse III (→ *Tauglichkeitsklasse*)
- Nachweis der Teilnahme an einem Erste-Hilfe-Kurs („Sofortmaßnahmen am Unfallort") oder eine Führerscheinkopie (wenn nach 1969 erworben)

Split-S
→ *Abschwung*.

Splitterschutzbox
Ein Begriff aus der militärischen Luftfahrt. Splitterschutzboxen findet man auf → *Fliegerhorsten*. Es handelt sich um U-förmige, mehrere Meter hoch aufgeschüttete und mit Gras oder Buschwerk bepflanzte Erdwälle, in dessen innerer Stellfläche ein → *Militärflugzeug* abgestellt werden kann. Aufgabe der Splitterschutzbox ist es, bei einer Bombardierung des Flughafens umherfliegende Splitter abzufangen und das in seinem Inneren abgestellte Flugzeug vor Beschädigungen zu schützen. Damit ist es eine preiswerte Alternative zu einem Hangar. Ferner stellen Splitterschutzboxen einen einfachen Sichtschutz der, der einen Blick auf das Flugzeug selbst oder die Beladung des Flugzeugs mit Waffen verhindert. Bei modernen Fliegerhorsten kommen Splitterschutzboxen nicht mehr zum Einsatz; stattdessen werden dort verbunkerte → *Hangars* errichtet.

Spoiler
→ *Bremsklappe*.

Spoke
→ Von engl. Spoke = Speiche. Bezeichnung für eine Flugroute, die zu einem → *Hub* führt.

Spornflugzeug
→ *Fahrwerk*.

Spornradfahrwerk
→ *Fahrwerk*.

Sportpilotenlizenz
Abgekürzt mit → *SPL*.

Sprachaufzeichnungsgerät
→ *Cockpit Voice Recorder*.

Sprechfunkzeugnis
→ *Flugfunkzeugnis*.

Spreizklappe
Engl.: Split Flap. Eine einfache Ausführung der → *Klappe*, die als drehbarer Teil der Tragflügelunterseite ausgebildet ist. Die Spreizklappe wird als → *Landeklappe* zur Erzeugung zusätzlichen → *Auftriebs* bei niedrigen → *Fluggeschwindigkeiten* eingesetzt. Ihre Auftriebswirkung beruht zum einen auf der Vergrößerung der → *Wölbung* des → *Profils*, zum anderen auf der Verringerung des → *statischen Drucks* auf der Profiloberseite.

Sprühregen
→ *Nieselregen*.

Spuckbeutel
→ *Spucktüte*.

Spucktüte
Engl. Airsickness Bag, im Deutschen auch Spuckbeutel, Speibeutel oder Luftkrankheitstasche bzw. volkstümlich Kotztüte genannt. Bezeichnung für ein ungefähr 2 Liter fassendes Behältnis mit den Standardmaßen von 125 mm in der Breite, und 235 mm in der Höhe aus dickem, auf der Innenseite mit Kunststoff beschichtetem Papier oder entsprechender Pappe mit vorgezeichneten Falznähten (doppelt), von der sich ein Exemplar an jedem Platz befinden sollte. Bei Bedarf kann sich ein vom Brechreiz gepackter Flugpassagier dorthinein erleichtern und schützt seine Umwelt dadurch vor strengen Gerüchen oder unangenehmen Verschmutzungen. Von diesem Zweck abgese-

hen ist die Spucktüte multifunktional als Behälter für die diversesten Abfälle geeignet.
Spucktüten sind oft im Design der Fluggesellschaft ausgeführt. Genau wie für → *Safety Cards* gibt es Sammler von Spucktüten, die untereinander Doppelexemplare (unbenutzt) per Post oder auf Sammlerbörsen tauschen.

Links

→ *http://www.kotztueten.de*
→ *http://www.airsicknessbags.de/*

Spurenvereisung
Bezeichnung für → *Vereisung* jeder Art, die sich etwa mit der gleichen Geschwindigkeit ansammelt, wie sie sich durch Sublimation auflöst. Spurenvereisung gilt allgemein nicht als gefährlich, auch nicht für Luftfahrzeuge, die keine Enteisungsanlage haben; es sei denn, das Luftfahrzeug ist den Vereisungsbedingungen länger als eine Stunde ausgesetzt.

Squawk Ident
Abk. für Squawk Identification; manchmal auch nur Ident.
Aufforderung eines → *Lotsen* an einen → *Piloten*, mit Hilfe des → *Transponders* im Flugzeug ein Identifizierungssignal auszusenden. Als Folge dieser Aufforderung betätigt der Pilot einen Schalter am Transponder, der ein besonderes 1-Bit Signal an die Bodenstation sendet. Dieses führt dazu, dass sich das Radarbild des Flugzeugs kurzzeitig verändert, z. B. zu blinken beginnt. Dies erlaubt es dem Lotsen die Radaranzeige eindeutig dem angesprochenen Flugzeug zuordnen.

SRE
Abk. für Surveillance Radar Equipment.
→ *Rundsichtradar*.

SSALF
Abk. für Simplified Short Approach Light System with Sequence Flashing Lights.
Eine besondere → *Anflugbefeuerung*, die typischerweise aus einer weißen Befeuerung der → *Anfluggrundlinie*, einer weißen → *Anflugblitzbefeuerung*, und einem weißen Querbalken 300 m vor der grünen → *Schwellenbefeuerung* besteht. Die Besonderheit des SSALF ist die Komprimierung der Anflugbefeuerung auf eine Länge von ca. 500 m. Im Gegensatz dazu erstrecken sich z. B. die → *ALSF*-Systeme über eine Länge von 1.000 m oder mehr. Dem SSALF ähnlich ist das → *SSALR* System.

SSALR
Abk. für Simplified Short Approach Light System with Runway Alignment Indicator Lights.
Bezeichnung für eine besondere Form der → *Anflugbefeuerung*. Das SSALR System entspricht dem → *SSALF* System mit dem Unterschied, dass bei SSALR die → *Anflugblitzbefeuerung* der Anflugbefeuerung komplett vorgelagert ist. Dagegen beginnt bei SSALF die Anflugblitzbefeuerung zusammen mit der Anflugbefeuerung, und endet bei dem weißen Querbalken 300 m vor der grünen → *Schwellenbefeuerung*.

SSR
Abk. für Secondary Surveillance Radar.
→ *Sekundärradar*.

St
→ *Stratus*.

Stabilisationsregler
Auch als Dämpfer oder international als Stability Augmentation System, abgekürzt SAS bezeichnet.
Der Stabilisationsregler stellt die unterste Ebene eines → *Flugreglers* dar und dient der Verbesserung der Flugeigenschaften des Flugzeugs, z. B. durch:
- Erhöhung der → *Stabilität*
- Dämpfung der Eigenbewegung (→ *dynamische Stabilität*), z. B. der → *Phygoidschwingung*, der → *Anstellwinkelschwingung*, der → *Taumelschwingung*, und der → *Rollbewegung* (eine Ausnahme stellt die → *Spiralbewegung* dar, die über den → *Lageregler* stabilisiert wird)
- Verbesserung der → *Steuerbarkeit* und Manövrierfähigkeit
- Entkoppelung von Bewegungen (insbesondere → *Gieren* und → *Rollen*)
- Abminderung von Störungen (z. B. → *Windböen*, Ausfall eines → *Triebwerks*)
- Erweiterung der Flugbereichsgrenzen (→ *Flugenveloppe*)

Der Stabilisationsregler arbeitet unabhängig vom Piloten (auch beim → *manuellen Flug*) und dämpft die Drehbewegungen des Flugzeugs, also die → *Nickrate*, die → *Rollrate* und die → *Gierrate*.
Typische Komponenten des Stabilisationsreglers sind:
- Nickdämpfer: Er dämpft über den → *Anstellwinkel* und die Nickrate die Anstellwinkelschwingung und die Phygoidbewegung, und realisiert die Böenabminderung.
- Gierdämpfer: Er dämpft über die Gierrate die Taumelschwingung.
- Rolldämpfer: Er dämpft über die Rollrate die Rollbewegung, und beschleunigt gleichzeitig die Reaktion des Flugzeugs auf Roll-Steuerbefehle.
- Eine Komponente zur Entkopplung von Roll- und Gierbewegung.
- Die sogenannte → *Kurvenkoordinierung* zur Vermeidung von → *Schiebewinkeln* im → *Kurvenflug* (→ *koordinierter Kurvenflug*).

Bei früheren Regelsystemen wurde das Reglersignal mechanisch in die Verbindung zwischen → *Steuerknüppel* und → *Ruder* eingekoppelt. Da der Stabilisationsregler allen Drehbewegungen des Flugzeugs entgegenwirkt, wurden so auch Steuerbefehle des Piloten z. B. zum Einleiten eines Kurven- oder → *Steigflugs* gedämpft. Somit musste ein Kompromiss zwischen Dämpfung der Drehbewegungen und Behinderung des Piloten gefunden werden.
Erst der Übergang zur elektronischen Verbindung zwischen Pilot und Stellgliedern (→ *Fly-by-Wire Systeme*, → *EFCS* Flugregler) ermöglichte ein konfliktfreies Zusammenspiel von Pilot und Dämpfer. In diesen Systemen wird die Funktion des Stabilisationsreglers vom Flight Control Computer (FCC) wahrgenommen.

Stabilität
Ein grundlegender Begriff der → *Flugmechanik*. Generell beschreibt Stabilität die Eigenschaft eines Systems, bei einer (kleinen) Störung selbständig in den Ausgangszustand zurückzukehren.
Bei Flugzeugen ist die Flugstabilität eine wichtige Voraussetzung für den → *stationären Flug* eines Flugzeugs. Dabei wird oft zwischen der → *statischen Stabilität* und der → *dynamischen Stabilität* unterschieden. Die statische Stabilität verlangt dabei, dass das Flugzeug bei einer kurzfristigen Störung seines Gleich-

gewichtszustands eine Reaktion erzeugt, die danach strebt, das Flugzeug in seinen ursprünglichen Zustand zurück zu versetzen. Die dynamische Stabilität verlangt, dass diese rückstellende Reaktion zu einer gedämpften Bewegung führt, also z. B. ein Aufschaukeln vermieden wird.
Entscheidend ist jedoch, dass sowohl statische als auch dynamische Stabilität vorhanden sein muss, damit die Flugstabilität gewährleistet ist.

Beeinflussung der Stabilität
Die Flugstabilität kann durch den Einsatz eines → *Flugreglers*, der Auslenkungen durch gezielte Ruderausschläge entgegenwirkt, künstlich erhöht werden. Dabei steht bei der Erhöhung der statischen Stabilität die Sicherheit, bei der Erhöhung der dynamischen Stabilität der Flugkomfort im Vordergrund.
Dagegen wird bei → *Militärflugzeugen* oftmals bewusst eine instabile Konfiguration gewählt um die Manövrierfähigkeit zu erhöhen. In diesem Fall muss jedoch der Pilot permanent durch einen Flugregler unterstützt werden um die Kontrolle über das Flugzeug zu behalten (→ *Active Control*).

Staffelung
Bezeichnung für die Anordnung der Flugzeuge im → *Luftraum* durch den → *Flugverkehrskontrolldienst* derart, dass die vorgeschriebenen → *Mindestabstände* zwischen den Flugzeugen in verschiedene Richtungen eingehalten werden.
Ziel der Staffelung ist es, den vorhandenen Luftraum möglichst wirtschaftlich zu nutzen, und dabei gleichzeitig Sicherheit vor Kollisionen zwischen Flugzeugen zu schaffen.
Zwei besondere Formen der Staffelung sind die → *Radarstaffelung* und die → *Wirbelschleppenstaffelung* im → *Landeanflug*.

Stall-Geschwindigkeit
→ *Überziehgeschwindigkeit*.

Stall-Warning
Bezeichnung für ein Warnsystem, das den Piloten vor Annäherung an die → *Überziehgeschwindigkeit*, und damit vor einem drohenden → *Strömungsabriss* (engl.: Stall), warnt. Stall-Warnungen sind typischerweise akustische Warnsignale, die ab einer → *Fluggeschwindigkeit*, die nur noch 15 % über der Überziehgeschwindigkeit liegt, anschlagen.

Standardatmosphäre
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Die Standardatmosphäre ist ein hypothetisches Modell für die Atmosphäre der Erde, das auf klimatologischen Durchschnittswerten beruht. Die Standardatmosphäre stellt einen festen Zusammenhang zwischen Höhe, Temperatur, Luftdichte und Luftdruck her. Dieser Zusammenhang wird z. B. vom → *Höhenmesser* des Flugzeugs zur Umrechnung des gemessenen → *Staudrucks* in die angezeigte → *Höhe über Normalnull* verwendet. Dabei ist zu beachten, dass Abweichungen der wahren Atmosphäre von der Standardatmosphäre zu Umrechnungsfehlern führen; die angezeigte → *barometrische Höhe* entspricht dann nicht mehr der → *wahren Höhe*.
Die wichtigsten Parameter zur Beschreibung der Standardatmosphäre sind:
- Temperatur auf Meereshöhe = 15° C.
- Relative Feuchtigkeit = 0 %
- Luftdruck auf Meereshöhe = 1.013,25 Millibar (29,92 Zoll Quecker).
- Abnahme der Temperatur um 2° C pro 1000 Fuß (0,65° C pro 100 m).
- Abnahme des Luftdrucks um 1 Zoll Quecksilber pro 1000 Fuß (110 mb pro 1 000 m).
- Beginn der → *Tropopause* bei etwa 36.000 Fuß (11 km) und einer Temperatur von −56,5° C.
- Isothermischer Temperaturgradient in der → *Stratosphäre* bis zu einer Höhe von 80.000 Fuß (24 km).

Standard-Einstellung
→ *QNE-Einstellung*.

Standardklasse
→ *Segelflug*.

Standlinie
Auch Funkpeilstandlinie, engl. Radio Line of Position. Hilfsmittel in der → *Funknavigation* zur Bestimmung der Position eines Flugzeugs.
Funknavigations-Verfahren liefern Richtungs- und Abstandsinformationen zu bekannten Punkten, die in Standlinien übersetzt werden können. So besagt z. B. die von einem → *DME* gelieferte Abstandsinformation, dass sich das Flugzeug auf einem Kreis befindet, dessen Mittelpunkt die DME-Station und dessen Radius der gemessene Abstand ist. Diesen Kreis bezeichnet man als Standlinie. Die Standlinie eines → *VOR* Signals ist dagegen eine Gerade, die im gemessenen Winkel von der VOR-Station verläuft. Ist der relative Abstand des Flugzeugs zu zwei Bodenstationen bekannt (→ *Hyperbelverfahren*) erhält man als Standlinie eine Hyperbel.
Die eben genannten Beispiele gelten nur für den vereinfachten Fall, dass die Flughöhe als dritte Dimension vernachlässigt werden kann, also wenn der Abstand des Flugzeugs von der Bodenstation erheblich größer ist als die Flughöhe. Gilt diese Vereinfachung nicht, so muss mit den (tatsächlichen) räumlichen Standflächen gearbeitet werden, d. h. einer Kugelschale für das DME, einer vertikalen Fläche für das VOR und einem Hyperboloid beim Hyperbelverfahren.
Eine Standlinie bzw. Standfläche allein ist noch nicht ausreichend um die Position des Flugzeugs zu bestimmen. Vielmehr wird stets die Informationen mehrerer Systeme und/oder Bodenstationen herangezogen; die Schnittpunkte der Standlinien bzw. Standflächen ergeben dann die Position des Flugzeugs.

Standplatzmarkierung
Engl. Stand Identification.
→ *Markierung*.

Standschub
→ *Schub*.

Standschwingungsversuch
→ *GVT*.

Standzeit
Ein in der Fliegerei in verschiedenen Zusammenhängen und daher nicht besonders strikt verwendeter Begriff:
1. Die Zeit, die ein Verkehrsflugzeug zwischen zwei Flügen für die Bodenabfertigung am Boden steht – in diesem Fall wird korrekter von Wendezeit oder → *Turn-around Zeit* gesprochen.
2. Die Zeit, die ein Flugzeug unbenutzt, aber technisch und zulassungsmäßig betriebsbereit, zwischen zwei Flügen längere Zeit abgestellt ist. Dies kann z. B. bei Verkehrsflugzeugen

über Nacht oder im Falle niedriger Auslastung auch für einige Tage sein.
3. Die Zeit, die ein Flugzeug unbenutzt und nicht betriebsbereit, eventuell sogar ohne Registrierung für Wochen, Monate oder Jahre geparkt wird. Dies erfolgt üblicherweise in warmen Gebieten mit niedriger Luftfeuchtigkeit und beständigem Klima. Das Flugzeug wird dafür auf spezielle Weise eingemottet. Während Luftfahrtkrisen gibt es Hunderte von Flugzeugen, die auf diese Weise außer Betrieb genommen und geparkt werden, aber z. B. weiterverkauft oder jederzeit wieder reaktiviert werden können.

STAR
Abk. für Standard Terminal Arrival (Route).
Bezeichnung für festgelegte Anflugrouten eines → *Flugplatzes*. Das Gegenstück für den abfliegenden Verkehr sind die Standard Instrument Departures (→ *SID*).
STARs vereinfachen die → *Flugverkehrskontrolle* an verkehrsreichen Flugplätzen. Zum einen führen sie dazu, dass ankommende Flugzeuge vorhersehbare und bekannte Anflugmanöver durchführen, die leichter zu kontrollieren sind. Zum anderen reduzieren sie den Sprechfunkverkehr für → *Piloten* und → *Lotsen* erheblich, da statt den Anweisungen für eine Abfolge von Manövern nur der Name der zu fliegenden STAR übermittelt werden muss. STARs werden so gewählt, dass unter den gegebenen geographischen Verhältnissen der Flugverkehr möglichst flüssig, aber auch mit möglichst geringer Lärmbelastung für die Umwelt abgewickelt wird.
STARs sind auf besonderen Karten, den Instrumentenanflug-Karten bzw. Instrument Arrival Charts, dokumentiert. Jede Route besteht aus einer Reihe von Fixpunkten (meist → *NDB*s, → *VOR*s oder → *TVOR*s), die mit geraden Strecken verbunden sind. Sie beginnen mit einem Meldepunkt und enden mit dem Anfangspunkt für den → *Endanflug* (Initial Approach Fix, → *IAF*). Für jedes Teilstück zwischen den Fixpunkten ist die Länge in → *nm* und die Mindestflughöhe angegeben.
Ein Flugplatz hat oft mehrere STARs, die jeweils durch einen Code beschrieben werden; dieser besteht aus dem Namen des Anfangspunktes (z. B. VOR-Station), gefolgt von einer Zahl und einer Buchstabenkombination.

Starke Eisbildung
Bezeichnung für → *Eisbildung*, gleich welcher Art, die so schnell fortschreitet, dass selbst Luftfahrzeuge mit Enteisungsanlage aus Sicherheitsgründen sofort einen Ausweichlandeplatz ansteuern müssen, da die aerodynamischen Eigenschaften derart stark verändert werden, dass ein sicherer Flug nicht mehr gewährleistet werden kann.

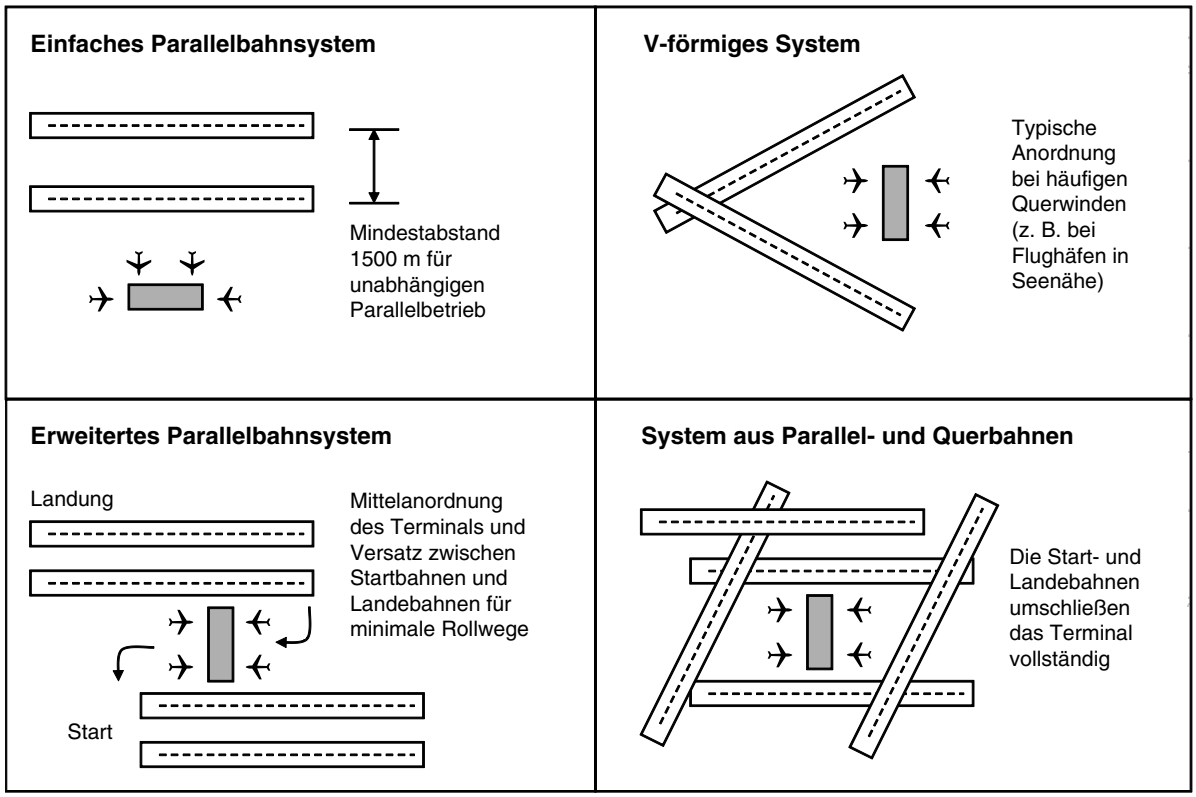
Starke Turbulenz
In Flugwetter- und Pilotenberichten steht die Bezeichnung für eine → *Turbulenz*, die große, abrupte Änderungen der → *Flughöhe*, Fluglage und Temperatur verursachen.
Starke Turbulenzen verursachen gewöhnlich große Abweichungen der angezeigten Eigengeschwindigkeit. Das Luftfahrzeug kann vorübergehend außer Kontrolle geraten. Insassen werden heftig in Sicherheitsgurte oder Schultergurte gedrückt. Ungesicherte Objekte werden hin- und her geworfen. In einem großen Verkehrsflugzeug sind der Essensservice und das Gehen unmöglich.

Starres Rotorsystem
→ *Rotor*.

Starrfahrwerk
→ *Fahrwerk*.

Start
Bezeichnung für den → *Flugabschnitt* vom Beschleunigen des Flugzeugs auf der → *Starbahn* bis zum Erreichen einer → *Flughöhe* von 35 → *Fuß*. Der Start beinhaltet die folgenden Abschnitte:
- Beschleunigung bis zum Erreichen der → *Überziehgeschwindigkeit* Vs (Stalling Speed) in der Startkonfiguration. Das Flugzeug kann theoretisch abheben; allerdings würden bereits geringe Störungen z. B. durch eine → *Windböe*, zu einem → *überzogenen Flugzustand* führen.
- Weiteres Beschleunigen bis zum Erreichen der → *Entscheidungsgeschwindigkeit* V1.
- Weiteres Beschleunigen bis zur Geschwindigkeit Vr (Take-off Rotation Speed), bei der die → *Rotation* des Flugzeugs erfolgt.
- Weiteres Beschleunigen bis VLOF (Lift-off Speed) und → *Abheben* des Flugzeugs.
- → *Steigflug* bis auf eine Flughöhe von 35 Fuß, dabei Erreichen der sicheren (vor einem Überziehen) Startgeschwindigkeit V2.

Die gesamte Strecke vom Beginn der Beschleunigung des Flugzeugs bis zum Erreichen einer Flughöhe von 35 Fuß bezeichnet man als die → *Startstrecke*.
Die Startgeschwindigkeit eines Flugzeugs ist in der Regel höher als seine Landegeschwindigkeit. Dies ist zum einen durch Sicherheitsaspekte begründet. Zum anderen ist das Startgewicht eines Flugzeugs aufgrund des noch nicht verbrauchten → *Kraftstoffs* höher als sein Landegewicht; somit ist beim Start ein höherer → *Auftrieb* erforderlich, der über eine höhere → *Anströmgeschwindigkeit* erzeugt werden muss. Gleichzeitig werden die → *Landeklappen* beim Start geringer ausgeschlagen als bei der → *Landung*, damit der → *Widerstand* des Flugzeugs – und damit die zum Beschleunigen benötigte → *Schubkraft* – nicht zu groß wird. Bei geringerem Ausschlag der Landeklappen ist jedoch wiederum eine höhere Anströmgeschwindigkeit erforderlich, um den benötigten Auftrieb zu erzeugen.
Aus diesen Gründen wird der Start in der Regel mit vollem → *Schub* der → *Triebwerke* durchgeführt; lediglich bei einem geringeren Startgewicht und ausreichender Länge der Startbahn kann auch mit geringerer Schubkraft gestartet werden. Prinzipiell erfolgt der Start gegen den Wind, so dass sich die Anströmgeschwindigkeit um den Betrag der → *Windgeschwindigkeit* erhöht.
Das maximale Startgewicht (MTOW; → *Flugzeuggewicht*) ist für jedes Flugzeug beschränkt und wird vom Hersteller veröffentlicht. Ob ein Flugzeug auf einer gegebenen Startbahn starten kann ist dann von einer Reihe von Faktoren abhängig, unter anderem von:
- Dem tatsächlichen Startgewicht des Flugzeugs.
- Der Länge der Startbahn, ihrer Tragfähigkeit (→ *ACN*) sowie ihrer → *verfügbaren Startlaufstrecke* (TORA) bzw. → *verfügbaren Startstrecke* (TODA).
- Den Witterungsbedingungen – eine nasse Startbahn erfordert z. B. eine längere Startstrecke als eine trockene Landebahn.
- Dem Luftdruck am → *Flugplatz*, denn ein niedrigerer Luftdruck verringert die Leistung der Triebwerke. Dieser Aspekt ist insbesondere für sehr hoch gelegene Flugplätze wie La Paz in Bolivien relevant, und kann eine entsprechend lange Startbahn erforderlich machen.



Start- und Landebahnsysteme

Bei Startbahnen mit geringer TORA bzw. TODA kann es vorkommen, dass große Flugzeuge nur mit verringertem Startgewicht – beispielsweise durch Verzicht auf Volltanken – oder überhaupt nicht starten können.

Start- und Landebahn

Engl. Runway, abgekürzt RWY. Bezeichnung für die Beton-, Asphalt- oder Grasflächen eines → *Flugplatzes*, die dem → *Start* und der → *Landung* von Flugzeugen dienen. Die Start- und Landebahnen sind Teil des → *Rollfelds* eines Flugplatzes. Sie folgen oft einem unter bestimmten Aspekten entwickelten Standardmuster, man spricht dann von einem Start- und Landebahnsystem.

Entwicklung und Ausrichtung von Landebahnen

In den Anfängen der Luftfahrt bestanden Flugplätze im Wesentlichen aus runden oder ovalen Grasflächen, auf denen Flugzeuge in allen Richtungen starten und aus allen Richtungen landen konnten. Schnell zeigte es sich, dass diese Flächen einen ausgeprägten Verschleiß entlang einer bestimmten Richtung aufwiesen. Dies lag zum einen daran, dass Flugzeuge zur Vermeidung von Querwinden und zur Erhöhung der → *Anströmgeschwindigkeit* stets gegen den → *Wind* starten und landen; zum anderen der Wind auf Flugplätzen aber bevorzugt aus einer bestimmten Richtung kommt.

Im Rahmen der weiteren Entwicklung der Flugplätze wurden die Flächen dann durch feste Start- und Landebahnen ersetzt, die entlang der vorwiegenden Windrichtung – der sog. Hauptanflugrichtung – ausgerichtet wurden.

Die Ausrichtung einer Start- und Landebahn kann an ihrer → *Bahnbezeichnung* abgelesen werden. Heute wird die Ausrichtung von Start- und Landebahnen (z. B. bei Flughafenerweiterungen oder Neubauten) mit Hilfe von langfristigen Windmessungen bestimmt.

Ein einfaches Vorgehen ist es, die Ergebnisse dieser Messungen so in einer Windrose einzutragen, dass für jede Richtung und Windstärke die Häufigkeit des Auftretens abgelesen werden kann. Dann zeichnet man eine Linie in die Windrose, die der gewünschten Lage der Start- und Landebahn entsprechen soll, und zwei parallel Linien, deren Abstand von der mittleren Linie der maximal tolerierbaren Querwind-Stärke entspricht. Addiert man die Wahrscheinlichkeiten der innerhalb der parallelen Linien liegenden Fläche der Windrose auf, so erhält man die durchschnittliche Verfügbarkeit der Start- und Landebahn. Durch Drehung der Linien lässt sich dann die optimale Richtung der Start- und Landebahn bestimmen.

In Küstennähe ist die Hauptanflugrichtung oftmals weniger ausgeprägt als im Landesinneren, Querwinde treten häufiger auf. Daher verfügen Flugplätze an der Küste – wie zum Beispiel der Flughafen Hamburg-Fuhlsbüttel (HAM) – oftmals über V-förmig angeordnete oder sich kreuzende Start- und Landebahnen.

Kapazität und Landebahnsysteme

Der stetig wachsende Luftverkehr führt bei vielen Flugplätzen schnell dazu, dass die Kapazität der vorhanden Start- und Landebahnen zur Abwicklung des Flugaufkommens nicht mehr ausreicht. In diesem Fall kommt es zur Entwicklung eines Start-

und Landebahnsystems mit mehreren Bahnen. Die einfachste Lösung ist die Entwicklung eines sog. Parallelbahnsystems, bei dem eine zweite Start- und Landebahn entlang der Hauptanflugrichtung, und damit parallel zur bestehenden Bahn, errichtet wird. Dabei sollte der Abstand der beiden Bahnen so groß sein, dass sich → *Wirbelschleppen* der auf einer Bahn landenden Flugzeuge nicht jeweils auf die andere Bahn auswirken und damit die Kapazität des Parallelbahnsystems verringern. Bei modernen Verkehrsflugzeugen muss dieser Abstand mindestens 1500 m betragen; in diesem Fall kann die Kapazität einer einfachen Start- und Landebahn von maximal 170.000 bis 215.000 Flugbewegungen pro Jahr auf maximal 350.000 bis 430.000 Flugbewegungen pro Jahr verdoppelt werden. Eine Möglichkeit diese Vorgabe zu erfüllen besteht darin, die Parallelbahnen so anzuordnen, dass sich das → *Terminal* zwischen ihnen befindet. Die Parallelbahnen am Flughafen Frankfurt liegen dagegen relativ dicht beisammen; aus diesem Grund wurde dort das → *HALS/DTOP* Verfahren entwickelt, das eine Steigerung der Kapazität durch versetzte → *Landeschwellen* erlaubt.
Eine weitere Erhöhung des Verkehrsaufkommens führt in der Regel zum Aufbau von Querbahnen, die schräg oder senkrecht zur Hauptanflugrichtung ausgerichtet sind. Ein Beispiel hierfür ist der Bau der → *Startbahn* 18 (West) in den 80er Jahren am Flughafen Frankfurt (FRA). Diese Entwicklung wird durch die zunehmende Unempfindlichkeit moderner Flugzeuge gegen Seitenwind begünstigt.
Im Extremfall wird der Flugplatz so weit ausgebaut, dass die Start- und Landebahnen das Terminal umschließen. Man spricht dann von einem Midfield Airport. Bekannte Beispiele hierfür sind die Flugplätze von Amsterdam (Schiphol, AMS) und Chicago (O'Hare, CGX). Diese Entwicklung geht meist einher mit einem Ausbau des Terminals, und erfordert den Aufbau eines komplizierten Netzwerks von → *Rollwegen* und → *Vorfeldern*.
Prinzipiell ist zu beachten, dass die Kapazität eines Start- und Landebahnsystems im entscheidenden Maße von der Struktur der Rollwege abhängt, da diese bestimmt, wie schnell die Startposition eingenommen oder die Landebahn wieder geräumt werden kann. Ferner kann die maximale Kapazität nur dann sinnvoll ausgenutzt werden wenn die Kapazitäten des Vorfelds, der → *Parkpositionen* und des Terminals entsprechend angepasst sind.

Aufbau und Abmessungen von Start- und Landebahnen

Neben der eigentlichen Piste mit ihrer → *Aufsetzzone* und Landeschwelle verfügen Start- und Landebahnen über → *Schultern*, → *Stoppflächen*, → *Streifen*, → *Überrollstrecken*, → *End-Sicherheitsflächen* und → *Freiflächen*, die im Wesentlichen der Sicherheit bei → *Start* und → *Landung* dienen. Darüber hinaus sind Start- und Landebahnen mit → *Markierungen* und → *Befeuerungen* versehen, die den → *Piloten* bei Start und Landung unterstützen. Steigung bzw. Gefälle der Start- und Landebahnen sind sowohl in Längs- als auch in Querrichtung beschränkt. In Querrichtung liegt die Neigung zwischen 1 % und 2 %, in Längsrichtung zwischen 0,8 % (Präzisions-Landebahnen) und 2 %. Ausnahmen davon bestehen z. B. für Flugplätze in Bergen. Länge, Breite und Tragfähigkeit einer Start- und Landebahn werden nach der Größe und dem Gewicht der Flugzeuge ausgelegt, die auf dem Flugplatz verkehren sollen.
So sind z. B. die Start- und Landebahnen von Flugplätzen mit Interkontinentalflügen meist 45 bis 60 Meter breit und mindestens ca. 3000 Meter lang.
Weitere Einflussfaktoren auf die Länge einer Start- und Landebahn sind z. B. die Höhe, in der der Flugplatz liegt (mit steigender Höhe nimmt die Leistung der → *Triebwerke* ab, und damit die → *Startrollstrecke* zu), die vorherrschenden Wetterbedingungen (Schnee und Regen erhöhen die Startrollstrecke) und Beschränkungen durch das umliegende Gelände und Gebäude.
Abmessungen und Tragfähigkeit von Start- und Landebahnen spiegeln sich im → *Aerodrome Reference Code* und in den → *Declared Distances* wieder.

Klassifizierung von Start- und Landebahnen

Prinzipiell unterscheidet man zwischen → *Sichtanflug-Landebahnen*, → *Instrumentenanflug-Landebahnen* und → *Präzisionsanflug-Landebahnen*. Die Einordnung einer Start- und Landebahn in eine dieser drei Gruppen richtet sich nach der Art der Flüge für die sie ausgelegt ist, und nach den optischen Hilfsmitteln (Markierungen und Befeuerungen) und Navigations-Systemen (z. B. → *Instrumenten-Landesystem*), die sie dem Piloten bei Start und Landung zur Verfügung stellt.

Startabbruch

International auch Start oder Take-off Abort sowie Rejected Takeoff (RTO) genannt. Bezeichnet einen Vorgang, bei dem das Flugzeug auf der → *Startbahn* wieder abgebremst wird, statt weiter zu beschleunigen und abzuheben.
Ein Startabbruch kann z. B. erforderlich sein wenn an Bord ein Feuer ausbricht, ein Vogelschwarm die Startbahn kreuzt, ein Reifen platzt, Probleme mit einem oder mehreren → *Triebwerken* festgestellt werden oder wesentliche Instrumente ausfallen.
Prinzipiell ist ein Startabbruch aber nur bis zum Erreichen der → *Entscheidungsgeschwindigkeit* zulässig. Danach ist die verfügbare Länge der Startbahn (→ *ASDA*) nicht mehr ausreichend, um das Flugzeug vor dem Ende zum Stillstand zu bringen. In diesem Fall muss der → *Start* fortgesetzt werden.

Startbahn

Engl. Runway, abgekürzt RWY. Während im Englischen der Begriff Runway sowohl für Startbahn als auch für → *Landebahn* verwendet wird, erfolgt im Deutschen eine Unterscheidung der beiden Begriffe. So spricht man spezifisch von einer Startbahn, wenn:

- Eine Bahn tatsächlich nur für → *Starts* vorgesehen ist; dies ist z. B. bei der Startbahn 18 („Startbahn West") am → *Flughafen* Frankfurt (FRA) der Fall. Die Gründe dafür können Sicherheitsauflagen (z. B. eine Landung ist wegen Hindernissen im Anflugbereich nicht möglich) oder Lärmschutzauflagen sein.
- Die Bahn zwar generell für Starts und → *Landungen* verwendet wird, der spezifische Kontext aber der Start eines Flugzeugs ist – z. B. „Das Flugzeug rollt zum Start auf die Startbahn".

→ *Start- und Landebahn*.

Startrecht

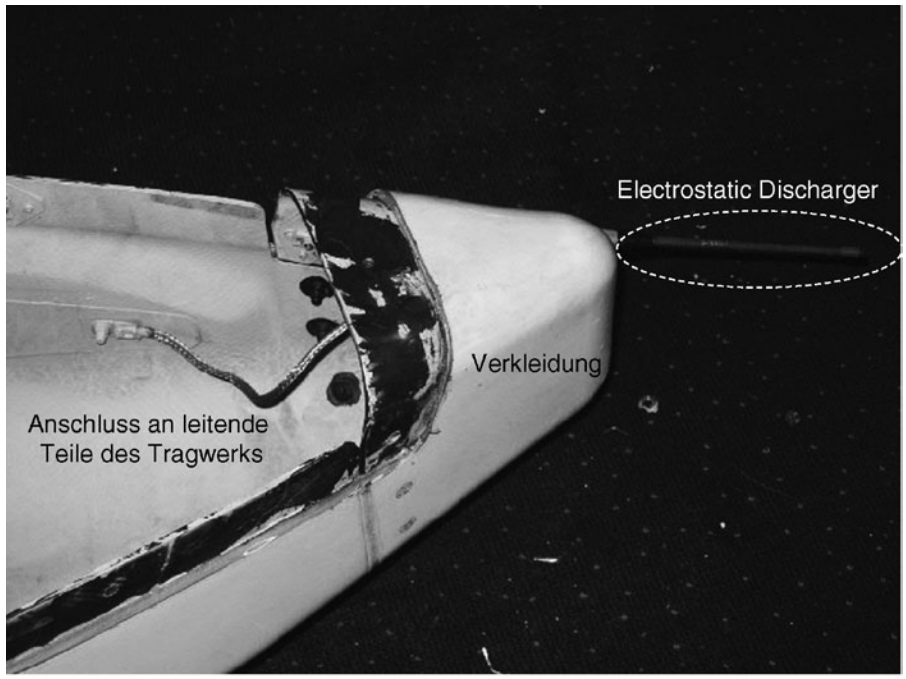
→ *Landerecht*.

Startrollstrecke

→ *Startstrecke*.

Startstrecke

Bezeichnet beim → *Start* die Strecke, die ein Flugzeug vom Beginn des → *Rollens* auf der → *Startbahn* bis zum Erreichen einer → *Flughöhe* von 35 → *Fuß* benötigt. Die Startstrecke



Static Discharger am A320

hängt unter anderem vom → *Flugzeuggewicht*, der Leistung der → *Triebwerke*, der Witterungsbedingungen (z. B. nasse oder schneebedeckte Startbahn) und der umgebenden Atmosphäre (Luftdruck, Temperatur) ab.
Die Startstrecke ist unterteilt in die Startrollstrecke und die Übergangsflugstrecke. Die Startrollstrecke bezeichnet den Abschnitt vom Beginn des Rollens bis zum → *Abheben* des Flugzeugs. Die Übergangsflugstrecke beginnt beim Abheben des Flugzeugs und endet mit dem Erreichen einer Flughöhe von 35 Fuß.
Damit ein Flugzeug starten kann, müssen seine Startstrecke und seine Startrollstrecke kleiner oder gleich der verfügbaren Startstrecke (→ *TODA*) und der verfügbaren Startlaufstrecke (→ *TORA*) der Startbahn sein.

Static Air Frame
→ *Bodentest*.

Static Discharger
Auch genannt Electrostatic Discharger, Discharger, Trailing Discharger oder nur kurz Statics. Bezeichnung für kleine, flexible, antennenförmige Stifte (Länge ca. 5 bis 10 cm) an den Rückseiten der → *Tragflügel* von Flugzeugen, über die statische Aufladungen des Flugzeugs, die sich durch Reibung des Flugzeugs im Flug insbesondere durch trockene Luft oder bei Blitzeinschlägen bilden, abgeleitet werden. Dies ist erforderlich um z. B. Störungen der elektrischen Anlagen an Bord und so z. B. des Funkverkehrs zu vermeiden.
Elektrostatische Entladungen bilden sich bevorzugt an spitzen Stellen, da dort die elektrische Feldstärke besonders hoch ist.
Weil ein Flugzeug aus aerodynamischen Gründen jedoch eher rund geformt ist, werden diese spitzen Static Discharger benötigt, um die Entladungen Dank ihrer Form an fest definierter Stelle der Flügel an der Spitze der Static Discharger erfolgen zu lassen. Der hohe Eigenwiderstand der Static Discharger stellt eine kontinuierliche Entladung sicher. Starke, plötzliche Entladungen hingegen würden sich als Knistern oder Knacken im Funkverkehr bemerkbar machen.
Die Static Discharger werden mit Anschlüssen durch die Verkleidung geführt und im Inneren mit leitenden Metallteilen des Tragwerks verbunden; um so für eine kontinuierliche Entladung des Flugzeugs sorgen zu können.
Durch den Entladungsvorgang werden die Static Discharger durchaus in Mitleidenschaft gezogen, so dass ihre Erneuerung ein fester Bestandteil der regelmäßigen Wartungsarbeiten ist. Üblicherweise dürfen eine bestimmte Anzahl von Static Dischargern pro Tragfläche fehlen oder defekt sein, ohne dass man deswegen nicht mehr fliegen dürfte, z. B. 20 % beim Airbus A320.

Station
Ein Begriff aus der → *Verkehrsfliegerei*. Als Station bezeichnet man das an einem → *Flughafen* im In- oder Ausland stationierte eigene Personal, das dort operative Aufgaben des Verkaufs, der Abfertigung der Fluggäste oder für den Kundendienst vornimmt. Die Station wird geleitet von einem → *Station Manager*.

Station Manager
Ein Begriff aus der → *Verkehrsfliegerei*. Als Station Manager bezeichnet man den hierarchisch ranghöchsten Mitarbeiter einer → *Luftverkehrsgesellschaft* vor Ort in einer → *Station*, der dort die Leitung für die operativen Aufgaben des Verkaufs, der Abfertigung der Fluggäste oder des Kundendienstes inne hat.

Stationäre Front
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für eine → *Front*, bei der keine der beiden Luftmassen die andere ersetzt.

In diesen Fällen wehen die Oberflächenwinde tendenziell parallel zur Frontalzone. Die Flanke einer stationären Front ist normalerweise flach, auch wenn sie je nach Windverteilung und Dichteunterschieden steil sein kann.

Stationärer Flugzustand
Bezeichnet in der → *Flugmechanik* einen → *Flugzustand*, bei dem sich alle → *Kräfte* und → *Momente* am Flugzeug ausgleichen; das Flugzeug erfährt also in keiner Richtung eine Beschleunigung. Der stationäre → *Horizontalflug* ist das einfachste Beispiel für einen stationären Flugzustand.
Durch → *Trimmung* können die Kräfte und Momente am Flugzeug so eingestellt werden, dass sich ein stationärer Flugzustand einstellt, ohne dass der Pilot permanent Steuerkräfte auf die → *Ruder* ausüben muss.

Statische Stabilität
Zusammen mit der → *dynamischen Stabilität* Voraussetzung für die → *Stabilität*.
Im Allgemeinen beschreibt die statische Stabilität die Eigenschaft eines Systems, bei einer Störung des Gleichgewichtszustandes selbständig eine rückstellende → *Kraft* oder ein rückstellendes → *Moment* zu erzeugen. Das System versucht also selbständig wieder in seine Ursprungslage zu gelangen. Ein Beispiel für ein statisch stabiles System ist eine ruhende Kugel in einer Schüssel; lenkt man die Kugel etwas aus, so bewegt sie sich alleine zurück zum Ausgangspunkt. Dreht man die Schüssel dagegen um und positioniert die Kugel an ihrem höchsten Punkt, so hat man ein statisch instabiles System geschaffen: Bei einer Auslenkung der Kugel rollt diese die Schüssel hinab und kehrt nicht zu ihrem Ausgangspunkt zurück.
Beim Flugzeug muss die statische (wie auch die dynamische) Stabilität um alle drei Achsen erfüllt sein. Die Stabilität um die Längsachse wird dabei als → *Längsstabilität* bezeichnet; die der Seitenbewegung als → *Richtungsstabilität* und → *Querstabilität*.

Statischer Druck
Der statische Druck repräsentiert die potenzielle Energie einer Strömung; im Gegensatz zum → *Staudruck*, der ein Maß für ihre kinetische Energie ist.
Dabei ist nach der → *Bernoullischen Gleichung* die Summe aus Staudruck und statischem Druck entlang der Strömung konstant, und gleich dem → *Gesamtdruck* der Strömung.
Die Messung des statische Drucks kann mit Hilfe einer → *Druckmesssonde* erfolgen.

Staudruck
Auch Geschwindigkeitsdruck oder dynamischer Druck genannt. Der Staudruck repräsentiert die kinetische Energie einer Strömung, im Gegensatz zum → *statischen Druck*, der ein Maß für ihre potenzielle Energie ist.
Nach der → *Bernoullischen Gleichung* ist die Summe aus Staudruck und statischem Druck entlang der Strömung konstant. Ihre Anteile können sich jedoch verändern: Beschleunigt man die Strömung, so steigt ihre kinetische Energie auf Kosten der potenziellen Energie, d. h. der Staudruck nimmt zu, während der statische Druck abnimmt.
Umgekehrt kann im Extremfall die Strömung bis zur Geschwindigkeit Null abgebremst (=gestaut) werden. Dann wird die kinetische Energie zu Null, und der statische Druck wird gleich dem Gesamtdruck der Strömung. Der Staudruck ist also genau jener Druck, um den der statische Druck anwachsen würde, wenn man die Strömung stauen würde.
Auch die Messung des Staudrucks mit einem → *Prandtlschen Staurohr* beruht auf der Bernoullischen Gleichung. Dabei wird der Gesamtdruck der Strömung mit ihrem lokalen statischen Druck verglichen und aus der Differenz der Staudruck abgeleitet.

Staurohr
→ *Pitot-Rohr*.

Stauscheibenvariometer
Besondere Form des → *Variometers*.

Staustrahltriebwerk
Bezeichnung für → *Strahltriebwerke*, bei denen die Verdichtung der Luft ausschließlich durch die Form des → *Einlaufs* erfolgt. Dies steht im Gegensatz zu den → *Turbinen-Luftstrahltriebwerken*, bei denen die Verdichtung im Wesentlichen durch eine oder mehrere → *Verdichter*, die von → *Turbinen* angetrieben werden, erfolgt.
Um die benötigte Verdichtung der Luft zu erreichen sind → *Fluggeschwindigkeiten* im hohen Unterschallbereich (ca. → *Mach* 0,8) erforderlich; ein gegenüber anderen Triebwerken effizienter Einsatz ist aber erst bei Fluggeschwindigkeiten von ca. Mach 3 möglich. Staustrahltriebwerke sind nicht startfähig und müssen mit einem anderen Triebwerk kombiniert werden. Dabei unterscheidet man zwischen zwei Konzepten:

- Beim einstufigen Aufbau wird ein Fluggerät mit zwei Triebwerken ausgestattet, einem Staustrahltriebwerk und einem startfähigen Triebwerk (z. B. ein Turbinenluftstrahltriebwerk).
- Beim zweistufigen Aufbau wird ein Fluggerät, das lediglich mit einem Staustrahltriebwerk versehen ist, mit einem zweiten Fluggerät beschleunigt und von diesem nach Erreichen der benötigten Fluggeschwindigkeit getrennt. Dieses Prinzip wurde zum Beispiel beim Sänger-Konzept verfolgt.

Der große Vorteil der Staustrahltriebwerke ist ihr einfacher Aufbau, der ohne bewegliche Teile auskommt: Aufgrund der hohen Geschwindigkeit verdichtet sich die Luft – eine geeignete Auslegung des Einlaufs vorausgesetzt – beim Eintritt in das Triebwerk so stark, dass ein Verdichter nicht mehr nötig ist. In der → *Brennkammer* wird die Luft mit → *Kraftstoff* vermischt und verbrannt. Der Abgasstrahl wird in der → *Schubdüse* beschleunigt und nach hinten aus dem Triebwerk ausgestoßen. Eine Turbine ist aufgrund des fehlenden Verdichters nicht erforderlich.

Ram-Jets und Scram-Jets
Aufgrund der hohen Fluggeschwindigkeit tritt die Umgebungsluft mit Überschall-Geschwindigkeit in das Staustrahltriebwerk ein.
Da eine Verbrennung bei Unterschallgeschwindigkeit einen höheren Wirkungsgrad als eine Überschall-Verbrennung hat, ist es zunächst sinnvoll, die Luft im Triebwerk auf Unterschallgeschwindigkeit zu verzögern. Triebwerke, die diesem Prinzip folgen werden auch als Ram-Jet bezeichnet. Die Verzögerung der Luft erfolgt dabei durch einen Einlaufdiffusor, der analog zu einer → *Laval-Düse* zunächst einen abnehmenden und dann einen zunehmenden Querschnitt aufweist. Nach der Unterschall-Verbrennung in der Brennkammer wird der Abgasstrahl über eine Laval-Düse wieder auf Überschall-Geschwindigkeit beschleunigt und aus dem Triebwerk ausgestoßen.

Die Verzögerung der Luft im Einlaufdiffusor erzeugt allerdings Verluste, die mit ansteigender Fluggeschwindigkeit zunehmen. Bei Fluggeschwindigkeiten um Mach 6 sind diese Verluste schließlich so hoch, dass es effizienter ist, den geringeren Wirkungsgrad einer Überschall-Verbrennung hinzunehmen und dafür die Verluste im Einlauf zu verringern. Staustrahltriebwerke, die dieses Prinzip anwenden werden als Supersonic Combustion Ram-Jet (abgekürzt Scram-Jet) bezeichnet.
Sie bestehen aus einem sich verjüngenden Einlaufdiffusor, in der die Umgebungsluft zwar verzögert wird, dabei aber oberhalb der Schallgeschwindigkeit bleibt. In der Brennkammer erfolgt die Überschall-Verbrennung; der Abgasstrahl wird über eine Schubdüse mit ansteigendem Querschnitt wieder beschleunigt und aus dem Triebwerk ausgestoßen.

STC
→ *Supplemental Type Certificate*.

STCA
Abk. für Short Term Conflict Alert.
Bezeichnung für ein System, das den → *Fluglotsen* der → *Flugverkehrskontrolle* ein akustisches und/oder optisches Warnsignal gibt, sobald zwei Flugzeuge unter ihrer Kontrolle den vorgeschriebenen → *Mindestabstand* unterschreiten und sich gefährlich nahe kommen.
STAC-Systeme basieren auf den ausgesendeten Signalen des → *Sekundärradars* (SSR) am Boden, und dem entsprechenden Antwortsignal des → *Transponders* im Flugzeug. Bemerkt das STAC-System einen potenziellen Konflikt in den Flugbahnen zweier Flugzeuge, so warnt es den Fluglotsen durch ein akustisches Signal. Gleichzeitig beginnen die SSR-Labels der betroffenen Flugzeuge auf dem Radarschirm zu blinken, und die → *Rufzeichen* der Flugzeuge werden eingeblendet.

STCR
Abk. für Stretcher=Liege.
Hinweis im Bereich des Ticketing, dass der Passagier liegend auf einer Trage transportiert wird, üblicherweise weil er verletzt, krank oder sonstwie pflegebedürftig ist.

Steigflug
Engl.: Climb. Bezeichnung für einen → *Flugabschnitt*, bei der das Flugzeug an → *Flughöhe* gewinnt. Bei einem regulären Flug stellt der Steigflug den Flugabschnitt zwischen dem → *Start* und dem → *Reiseflug* dar. Darüber hinaus kann ein Steigflug im Reiseflug erfolgen, um das Flugzeug auf eine höhere Flughöhe, die z. B. vom → *Flugverkehrskontrolldienst* zugeteilt wurde, einzunehmen.
Aus Sicht der → *Flugmechanik* ist der Steigflug durch einen positiven → *Bahnwinkel*, der auch als → *Steigwinkel* bezeichnet wird, gekennzeichnet. Dadurch spaltet sich die → *Gewichtskraft* in zwei Komponenten auf: Eine Komponente, die weiterhin gegen den → *Auftrieb* wirkt, die jedoch gegenüber dem → *Horizontalflug* verringert ist. Senkrecht dazu wirkt ein Teil der Gewichtskraft gegen die → *Schubkraft* und damit in Richtung des → *Widerstands*. Im Steigflug benötigt das Flugzeug also eine höhere Schubkraft als im Horizontalflug. Die Geschwindigkeit, mit der das Flugzeug and Flughöhe gewinnt, wird auch als → *Steigrate* bezeichnet. Ihre Größe hängt von der → *Fluggeschwindigkeit* des Flugzeugs und dem Bahnwinkel ab.

Steigrate
Engl.: Vertical Speed oder Rate of Climb. Vertikale Geschwindigkeit im → *Steigflug*, also Geschwindigkeit mit der ein Flugzeug an Höhe gewinnt. Sie wird üblicherweise in → *Fuß* pro Minute gemessen und am → *Variometer* abgelesen. Analog zur Steigrate beim Steigflug spricht man von der → *Sinkrate* im → *Sinkflug*.

Steigwinkel
Bezeichnung für den → *Bahnwinkel* im → *Steigflug*.

Steilkurve
Bezeichnung für einen → *Kurvenflug* mit mehr als 45° → *Querneigung* (Schräglage). Das Fliegen einer Steilkurve ist aus mehreren Gründen schwieriger als der Kurvenflug mit geringerer Schräglage. Zum einen steigt in Folge der hohen Schräglage der zum Halten der → *Flughöhe* benötigte → *Auftrieb* deutlich an. Gleichzeitig erhöht sich die → *Überziehgeschwindigkeit* um ca. 20 % bei 45° Schräglage, und um ca. 40 % bei 60° Schräglage.
Zum anderen erhöht sich durch die Fliehkraft das (scheinbare) Gewicht des Flugzeugs; dabei wird ein → *Lastvielfaches* von 1,4 bei 45° Schräglage, und von 2 bei 60° Schräglage erreicht. Die Kräfte auf den Piloten wachsen ebenso an wie die zum Betätigen der → *Ruder* benötigten Steuerkräfte.
Die Steilkurve wurde früher auch als → *Steuerwechselkurve* bezeichnet, in der falschen Annahme, dass sich bei großen Schräglagen die Wirkungen von → *Höhen-* und → *Seitenruder* vertauschen.

Steiltrudeln
→ *Trudeln*.

Sternmotor
→ *Kolbenmotor*.

Steuerbarkeit
Bezeichnung für die Eigenschaft eines Flugzeugs, welche es erlaubt, durch Einsatz der → *Ruder* und anderer Stellglieder einen vorgewählten → *Flugzustand* zu erreichen. Der Flugzustand ist dabei durch die → *Fluggeschwindigkeit*, die → *Flughöhe* und den → *Bahnazimut* bestimmt.

Steuerung durch Ruder
Bei den meisten Flugzeugen erfolgt auch heute noch die Steuerung über Ruderausschläge und Veränderung des → *Schubs* der → *Triebwerke*. Die Fluggeschwindigkeit kann am einfachsten durch Veränderung des Schubes gesteuert werden. Dabei ist aber zu beachten, dass durch die veränderte Fluggeschwindigkeit auch der → *Auftrieb* zu- oder abnimmt. Soll die momentane → *Flughöhe* beibehalten werden, muss der Auftriebsanstieg durch eine entsprechende Änderung des → *Anstellwinkels* kompensiert werden. Dies erfolgt wiederum am besten durch eine Veränderung der → *Längsneigung* des Flugzeugs mit Hilfe der → *Höhenruder*.
Zur Veränderung der Flughöhe ist eine Zu- oder Abnahme des Auftriebs erforderlich. Bei konstanter Fluggeschwindigkeit muss dazu der Anstellwinkel verändert werden; dies erfolgt wiederum am besten über eine Veränderung der Längsneigung durch Einsatz der Höhenruder. Sowohl Anstellwinkel als auch Längsneigung haben jedoch einen Einfluss auf den → *Widerstand*, und damit auf die Fluggeschwindigkeit. Soll diese konstant gehalten werden ist eine entsprechende Kompensation über den Schub erforderlich.

Der gewünschte Bahnazimut wird durch einen → *Kurvenflug* angeflogen. Dabei kommen das → *Querruder* und das → *Seitenruder* zum Einsatz; wobei der Schub zur Haltung der momentanen Flughöhe angepasst werden muss (→ *Kurvenkompensation*).
Für die Steuerung von Fluggeschwindigkeit, Flughöhe und Bahnazimut werden also das Quer- Höhen- und Seitenruder sowie der Triebwerksschub eingesetzt.

Alternative Arten der Steuerung

Die eben beschriebene Steuerung hat den Nachteil, dass sie relativ träge ist, d. h. die gewünschte Änderung des Flugzustands erfolgt erst mit Verzögerung auf die entsprechende Steuereingabe. Dies liegt daran, dass nur die Geschwindigkeitsänderung direkt über eine → *Kraft*, nämlich den Schub, gesteuert wird. Dagegen werden Flughöhe und Bahnazimut indirekt gesteuert, also durch Veränderung anderer → *Zustandsgrößen*. Bei der Flughöhe sind dies die Längsneigung und der Anstellwinkel, beim Bahnazimut die Querneigung und der → *Gierwinkel*.
Besonders bei → *Militärflugzeugen* ist diese Trägheit unerwünscht. Eine erste Möglichkeit besteht darin, das Flugzeug instabil auszulegen. Die Agilität bei Manövern erhöht sich dadurch; allerdings muss das Flugzeug mit Hilfe eines → *Flugreglers* durch permanente Ruderausschläge kontinuierlich stabilisiert werden
Alternativ können – analog zur Fluggeschwindigkeit – auch Flughöhe und Bahnazimut durch Schubkräfte gesteuert werden. Hierfür gibt es drei Möglichkeiten:

- Anbringung zusätzlicher Triebwerke wie bei der Dornier Do 31 (Erstflug 10. April 1967).
- Installation schwenkbarer Triebwerke.
- Teilweise Umlenkung des Schubs. Dieses Verfahren wird auch als → *Schubvektorsteuerung* bezeichnet und wird z. B. beim britischen Senkrechtstarter Harrier (Erstflug 31. August 1966) eingesetzt.

Der Nachteil dieser Lösungen ist ihr hoher konstruktiver Aufwand; außerdem erreicht die direkte Schubsteuerung oftmals nur eine geringe Effektivität und führt zu einem sehr hohen Kraftstoffverbrauch.

Steuerbarkeit, Stabilität und Trimmung

Steuerbarkeit und → *Stabilität* sind wichtige Anforderungen an ein Flugzeug. Während die Steuerbarkeit verlangt, dass ein → *stationärer Flugzustand* durch bewussten Eingriff des → *Piloten* (oder eines → *Flugreglers*) erreicht werden kann, fordert die Stabilität, dass dieser Flugzustand bei kleinen Störungen (z. B. in Folge einer Windböe; → *Böe*) vom Flugzeug selbständig wieder eingenommen wird. Durch → *Trimmung* werden die Steuerbarkeit und Stabilität des Flugzeugs für einen bestimmten Flugzustand optimal eingestellt.

Steuerhorn

→ *Steuerung*.

Steuerknüppel

→ *Steuerung*.

Steuerkurs

Auch als Azimut oder Gierwinkel (engl.: Heading, abgekürzt HDG) bezeichnet. Der Steuerkurs bezeichnet den Winkel zwischen der → *Längsachse* des Flugzeugs und einer Referenzrichtung; letztere ist meistens der magnetische Nordpol (→ *missweisender Steuerkurs*) oder der geographischen Nordpol (→ *rechtweisender Steuerkurs*). Vereinfacht gesagt beschreibt der Gierwinkel die Auslenkung der Flugzeugnase nach rechts oder links in der Horizontalebene.
Der Gierwinkel wird mit Hilfe des → *Seitenruders* gesteuert. Eine Veränderung des Gierwinkels entspricht einer Bewegung des Flugzeugs um seine → *Hochachse* und wird als → *Gieren* bezeichnet.
Tritt im Flug ein Seitenwind auf so schiebt dieser das Flugzeug, und es tritt ein → *Schiebewinkel* auf. In diesem Fall entspricht der Steuerkurs nicht mehr dem Flugweg über Grund; letzterer stellt dann den eigentlichen Kurs des Flugzeugs dar und wird als → *Bahnazimut* bezeichnet.
→ Flugzeugfestes Koordinatensystem, → flugbahnfestes Koordinatensystem.

Steuerung

1. Bezeichnung für die Stellelemente, die es einem → *Piloten* erlauben, einen gewünschten → *Flugzustand* (also z. B. → *Flughöhe*, → *Fluggeschwindigkeit*, → *Steuerkurs*, → *Steig-* oder → *Sinkrate*) zu erfliegen. Bekannte Bestandteile der Steuerung sind das Steuerhorn (auch Steuerknüppel) und die Pedale. Das Steuerhorn dient der Bedienung der → *Querruder* und der → *Höhenruder*. Durch Ziehen bzw. Drücken des Steuerhorns steuert der Pilot das → *Nicken*, durch Drehen nach links oder rechts das → *Rollen* des Flugzeugs. Die Pedale betätigen das → *Seitenruder*; darüber lässt sich das → *Gieren* des Flugzeugs steuern. Zusätzlich kann am Boden mit den Pedalen das Bugfahrwerk (→ *Fahrwerk*) gelenkt werden. Bei traditionellen Steuerungen sind die Pedale und das Steuerhorn mit Seilzügen oder durch ein hydraulisches System mit den → *Rudern* verbunden; moderne Verkehrs- und Militärflugzeuge verfügen dagegen über eine elektronische → *Fly-by-Wire* Steuerung. Ein weiteres Element der Steuerung ist der Schubhebel bzw. Gashebel. Er bestimmt den → *Vortrieb* des Flugzeugs, und damit z. B. die Fluggeschwindigkeit und die Sink- oder Steigrate. Durch Einsatz von → *Bremsklappen* kann die Fluggeschwindigkeit verringert werden; außerdem können sie zur Unterstützung der Querruder eingesetzt werden. Kommt es, z. B. infolge eines Versagens der Hydrauliksysteme, zum Ausfall von Quer-, Höhen- und Seitenruder, so kann der Pilot versuchen, über die Trimmsteuerung einen gewissen Einfluss auf das Flugzeug zu nehmen. Zusätzlich kann durch ungleichmäßige Schubverteilung der rechten und linken Triebwerke eine gewisse Giersteuerung durchgeführt werden. Rollen und Nicken können in begrenzten Ausmaßen durch Umpumpen von Kraftstoff, und durch Verlagerung der Passagiere im Flugzeug beeinflusst werden.
2. Bezeichnet das Einstellen oder Anfliegen eines gewünschten → *Flugzustands* durch den Einsatz der → *Ruder*, des → *Schubs* der → *Triebwerke*, und anderer Stellglieder.
→ *Steuerbarkeit.*

Steuerwechselkurve

Früher gängige Bezeichnung für eine → *Steilkurve* bzw. allgemein einen → *Kurvenflug* mit hoher Schräglage. Hinter der Bezeichnung verbirgt sich die falsche Annahme, dass sich bei großer Schräglage die Wirkung von → *Höhen-* und → *Seitenruder* vertauscht. Tatsächlich wird aber erst bei einer Schräglage von 90° das Seitenruder zur Höhenhaltung eingesetzt.

Steward/Stewardess
→ *Flugbegleiter*.

Stimmenrekorder
→ *Cockpit Voice Recorder*.

Störklappe
→ *Bremsklappe*.

STOL
Abk. für Short Take-off and Landing.
Bezeichnung für eine Eigenschaft von Flugzeugen, die im Vergleich zu herkömmlichen Flugzeugen ihrer Klasse auf nur kurzen Strecken starten und landen zu können. STOL-Eigenschaften lassen sich durch die Gestaltung der → *Tragflügel* mit → *Klappen* und → *Spoilern* sowie mit starken → *Triebwerken* für eine hohe Beschleunigung erzielen. Eine weitere Möglichkeit diese Eigenschaften zu erzielen besteht bei Flugzeugen mit → *Strahlantrieb* darin, die → *Schubdüsen* entsprechend zu drehen, wie es beim Hawker Siddeley „Harrier" (Erstflug 28. Dezember 1967) möglich ist. Bekannte andere Flugzeuge mit STOL-Eigenschaften sind die Dornier Do 27 (Erstflug Oktober 1956) oder die De Havilland Dash 7 (Erstflug 27. März 1975).

Stopover
Bezeichnung für eine Flugunterbrechung durch eine Zwischenlandung. Ein Flug mit einem Stopover ist kein → *Nonstop-Flug* mehr.
Eine Sonderform des Stopover wird Surface genannt. Dabei erfolgt die Landung zum Stopover an einem Ort und der Weiterflug von einem anderen Ort aus.

Stopp-Balken
→ *Markierung*.

Stoppbarren
Engl.: Stop-Bars. Stoppbarren kennzeichnen die sog. Rollhalteorte von → *Rollwegen* und → *Vorfeldern*, also jene Positionen, an denen ein Flugzeug anhalten muss, und die erst nach Freigabe der → *Platzkontrolle* passiert werden dürfen.
Stoppbarren sind in der Regel an Kreuzungspunkten eines Rollweges mit einem anderen Rollweg, dem Vorfeld, oder einer → *Start- und Landebahn* installiert. Sie sind durch eine besondere, vierfache, gelbe → *Markierung* und durch eine rote → *Befeuerung* gekennzeichnet.

Stoppfläche
Auch als Stoppbahn bezeichnet; Engl.: Stopway, abgekürzt SWY. Die Stoppfläche stellt eine befestigte Verlängerung über das eigentliche Ende der → *Start-* und → *Landebahn* dar. Ihre wesentliche Aufgabe ist es, im Fall eines → *Startabbruchs* eine größere Pistenlänge für den Bremsvorgang bereitzustellen; eine Stoppfläche vergrößert also die → *ASDA*. Die Stoppfläche kann die gleiche Festigkeit wie die Landebahn haben, oder nur leicht befestigt sein. Bei regulären → *Starts* und → *Landungen* wird die Stoppfläche nicht verwendet.

Stopway
→ *Stoppfläche*.

Stoßwelle
→ *Schallmauer*.

Strahlklappe
Engl.: Jet Flap. Eine besondere Form der → *Klappe* an der Hinterkante des → *Tragflügels*. Im Gegensatz zu mechanischen Klappen wie der → *Wölbungsklappe* wird bei der der Strahlklappe ein Luftstrahl mit hoher Geschwindigkeit schräg nach unten ausgestoßen.
Der dabei erzeugte → *Auftrieb* entsteht zum einen aus der vertikalen Komponente des ausgestoßenen Luftstrahls, zum anderen durch einen zusätzlich induzierten Auftrieb.

Strahlleistung
→ *Vortriebswirkungsgrad*.

Strahltriebwerk
Zusammenfassende Bezeichnung für solche → *Triebwerke*, die → *Vortrieb* erzeugen indem sie Umgebungsluft verdichten, in einer → *Brennkammer* mit → *Kraftstoff* verbrennen, und über eine → *Schubdüse* stark beschleunigt gegen die Flugrichtung ausstoßen. Grundsätzlich unterscheidet man zwei Arten von Strahltriebwerken, die → *Staustrahltriebwerke* und die → *Turbinenluftstrahltriebwerke*.
Bei Staustrahltriebwerken erfolgt die Verdichtung der Luft lediglich durch die Form des → *Einlaufs*; je nachdem ob die Luft bei der anschließenden Verbrennung in der Brennkammer Unter- oder Überschallgeschwindigkeit aufweist spricht man von einem Ram-Jet oder einem Scram-Jet. Diese Triebwerke können nur bei hohen → *Fluggeschwindigkeiten* eingesetzt werden und sind nicht selber startfähig. Bei Turbinen-Luftstrahltriebwerken erfolgt die Verdichtung der Umgebungsluft überwiegend durch einen oder mehrere → *Verdichter*; diese werden durch → *Turbinen* angetrieben, die dem Abgasstrahl einen Teil seiner Energie entziehen. Die Geschwindigkeit der Luft bzw. des Abgasstrahls bleibt dabei stets unterhalb der → *Schallgeschwindigkeit*.
Eine Sonderform des Strahltriebwerks ist das → *Pulso-Strahltriebwerk*, das heute keine Anwendung mehr findet.

Strahlungsnebel
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für einen → *Nebel*, der sich nachts oder nahe Tagesanbruch nur über Land bildet, wenn das Abkühlen der Erdoberfläche durch Abstrahlung der Tags zuvor gesammelten Wärme die Lufttemperatur in Bodennähe auf oder unter den anfänglichen Taupunkt abkühlt. Es bildet sich dadurch in Bodennähe eine Inversionsschicht aus, innerhalb derer Sättigung und anschließend Kondensation eintritt, d. h. es bildet sich Nebel.
Bei Windgeschwindigkeiten bis 5 kt ist die Bildung von Strahlungsnebel am wahrscheinlichsten.
Bei Windstille ist die Nebelschicht oft nur sehr flach, der Himmel ist für den Betrachter am Boden erkennbar.
Die Wetterlage, bei der mit Strahlungsnebel gerechnet werden muss, ist Hochdruckeinfluss. Dann herrscht in der Regel wenig bis keine Bewölkung und wenig Wind.
Normalerweise löst sich Strahlungsnebel einige Stunden nach Sonnenaufgang wieder auf, oder wenn die Windgeschwindigkeit über 10 kt steigt. Im Winter ist es jedoch auch möglich, dass sich Nebel über mehrere Tage hinweg nicht auflöst.
Dieser Nebel kann auf Flughäfen die Sicht insbesondere in den Morgenstunden beeinträchtigen und zu einer Verlängerung der Abstände zwischen den startenden und landenden Flugzeugen führen. Die Folge sind Verspätungen.

Strap-down System
→ *Inertialnavigation*.

Stratokumulus (-wolke)
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Abgekürzt mit *Sc*. Im Volksmund auch Schäfchenwolke genannt. Bezeichnung für eine niedrig hängende, hauptsächlich stratusförmige (d. h. abgerundet und mit relativ flachen Oberseiten) → *Wolke*, die eine Mischung aus einer schicht- und einer haufenförmigen Wolke ist. Sie ist meist ein Mosaik aus grauen und weißlichen Schwaden, Ballen, Walzen oder Schichten, die auch ineinander übergehen können.
Stratokumulus entstehen üblicherweise aus → *Stratus-Wolken*, die durch Bodeneinflüsse und → *Turbulenz* in kleine Schwaden oder Schollen zerteilt worden sind. Die einzelnen Schwaden verfügen über eine größere horizontale als vertikale Ausdehnung, und besitzen im Gegensatz zu Wolken vom Typ → *Kumulus* unscharfe Ränder.

Stratopause
→ *Stratosphäre*.

Stratosphäre
Bezeichnung für jene Luftschicht der → *Atmosphäre*, die oberhalb der → *Troposphäre* bzw. → *Tropopause*, also in einer Höhe zwischen ca. 12 und 50 Kilometer, liegt. An ihrem äußeren Ende stößt sie sie mit ihrer Grenzschicht, der Stratopause, an die → *Mesosphäre*.
Die Stratosphäre ist eine Region mit relativ einheitlichen Temperaturen und Winden.

Stratus (-wolke)
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Abgekürzt mit *St*. Bezeichnung für eine niedrig hängende, graue → *Wolke* oder eine dünne, weit ausgedehnte Wolkenlage mit ziemlich einheitlicher und tief hängender Unterseite, die sich in stabiler Luft bildet. Statuswolken treten oft als zerrissene Schwaden auf. Sie verursachen nur selten Niederschlag. In vereinzelten Fällen kann es jedoch zu → *Nieselregen*, oder im Winter zu Graupelschauern kommen. Beim Flug durch eine Statuswolke ist zu beachten, dass sich → *Raueis* bilden kann, was den Wirkungsgrad von → *Tragflügeln* herabsetzt.

Streckenerfahrungsflug
Ein Begriff aus der → *Verkehrsfliegerei*. Bezeichnung für einen Flug unter realen Betriebsbedingungen, den ein in der Ausbildung befindliches Mitglied als Gast einer vollständigen → *Crew* durchführt, um die realen Betriebsbedingungen an seinem Arbeitsplatz kennenzulernen. Üblicherweise wird dafür ein vollständiger → *Umlauf* gewählt.
Ein Verkehrspilot macht z. B. in der Ausbildung mehrere Streckenerfahrungsflüge, ebenso wie nach einem neuen → *Rating* auf einem für ihn neuen Flugzeugmuster. Dabei nimmt er in der Regel auf dem → *Jump Seat* im → *Cockpit* platz, um mit den ganzen Verfahren und Vorschriften vertraut zu werden. Auch Angehörige anderer Berufsgruppen, etwa → *Fluglotsen* oder → *Flugdienstberater*, haben dann und wann die Möglichkeit einen Streckenerfahrungsflug zu machen. Generell haben sich dafür die Bedingungen seit den Terroranschlägen vom 11. September 2001 jedoch verschlechtert.

Streckenerprobung
→ *Route Proving*.

Streckenflug
Bezeichnung für einen Flug, bei dem zwei der drei Parameter → *Auftriebsbeiwert*, → *Fluggeschwindigkeit* und → *Flughöhe* konstant gehalten werden.
Während des Fluges kommt es infolge des Verbrauchs von → *Kraftstoff* zu einer kontinuierlichen Verringerung der → *Gewichtskraft*. Soll das Flugzeug im → *Horizontalflug* verbleiben, so muss der → *Auftrieb* entsprechend reduziert werden. Dies kann entweder durch einer Verringerung des → *Staudrucks* (durch Verringerung der Flughöhe – und damit der Luftdichte – oder der Fluggeschwindigkeit) erfolgen, oder durch eine Verringerung des Auftriebsbeiwerts (z. B. meist durch Verringerung des → *Anstellwinkels*). Es ist aber nicht möglich, gleichzeitig alle drei Größen Anstellwinkel, Fluggeschwindigkeit und Flughöhe konstant zu halten.

Streckenkontrolle
→ *Bezirkskontrolle*.

Streckenkontrollzentrum
→ *Kontrollzentrum*.

Streckennetz
Bezeichnet die in Summe von einer → *Luftverkehrsgesellschaft* angeflogenen Städte und/oder die Summe aller im → *Flugplan* ausgewiesenen Flugverbindungen der Gesellschaft als Kilometer-Zahl. Zu den Luftverkehrsgesellschaften mit den größten Streckennetzen weltweit zählen Lufthansa und British Airways, deren Streckennetz jeweils mehrere hunderttausend Kilometer beträgt.

Streckensegelflug
Ein Begriff aus dem Bereich des → *Segelflugs* und dort aus dem Bereich der Wettbewerbe des Sportsegelflugs. Der Streckensegelflug existiert in zwei Ausprägungen. Entweder muss in vorgegebener Zeit eine möglichst große Strecke zurückgelegt werden oder eine gegebene Strecke in möglichst kurzer Zeit überwunden werden. In Mitteleuropa sind bei geeignetem Wetter Streckenflüge über mehrere hundert Kilometer nicht ungewöhnlich, vereinzelt wird bei sehr guten Bedingungen von erfahrenen Piloten sogar eine vierstellige Kilometerstrecke zurückgelegt.
Voraussetzung für einen erfolgreichen Streckensegelflug ist, dass der Pilot sein Flugzeug bestens beherrscht und sich mit Navigation und Wetter sehr gut auskennt. Ferner muss er die körperliche Fitness besitzen um konzentriert die Langstrecke zurücklegen zu können.
Um größere Strecken fliegen zu können, werden je nach Leistungsstand des Piloten unterschiedliche Strategien genutzt. Der vorsichtige Pilot wird jeweils die Thermik bis zur größten Höhe ausnutzen, um sich dann bei moderater Geschwindigkeit einen neuen Aufwind zu suchen. Der risikofreudige Pilot dagegen sucht nur die stärksten Aufwindgebiete und versucht, mit möglichst hohem Tempo die nächste starke Thermik zu erreichen, die auch schon mal weiter entfernt sein kann. Diese Strategie birgt allerdings das Risiko einer frühen Außenlandung in sich, wenn die Suche nach Thermik erfolglos bleibt.
Ein erfahrener Pilot nutzt eine Mischung aus den beiden vorgestellten Strategien. Dieser muss ständig das Wetter richtig einschätzen können und seinen Flugstil auf die sich ändernden Wetterverhältnisse anpassen. War bei guter → *Thermik* ein schnelles Vorfliegen noch möglich, so muss beim Durchgleiten

eines größer Gebietes ohne Thermik sehr sorgfältig mit der zur Verfügung stehenden Höhe und Geschwindigkeit umgegangen werden.

Streckung
Engl.: Aspect Ratio; bezeichnet beim → *Tragflügel* den Quotienten aus dem Quadrat der → *Spannweite* und der → *Flügelfläche*. Anschaulich betrachtet beschreibt die Streckung den Schlankheitsgrad eines Tragflügels. Der Kehrwert der Streckung wird auch als Seitenverhältnis bezeichnet.
Im Unterschallbereich ist der → *induzierte Widerstand* des Tragflügels stark abhängig von seiner Streckung. Eine größere Streckung geht dabei mit einem geringeren induzierten Widerstand einher. Das ist besonders für Flugzeugen wichtig, die hohe → *Auftriebsbeiwerte* benötigen, also z. B. → *Segelflugzeuge*.
Im → *Überschallflug* gilt dieser Zusammenhang nicht mehr, so dass hier auf eine hohe Streckung verzichtet werden kann. Vielmehr kann durch eine kleine Streckung erreicht werden, dass die aerodynamischen Werte des Tragflügels (z. B. → *Auftrieb*) von der Machzahl (→ *Mach*) weitgehend unabhängig werden. Überschallflugzeuge haben daher oft → *Delta-* oder → *Dreieckflügel* mit einer kleinen Streckung. Allerdings geht dabei die lineare Abhängigkeit des Auftriebs vom → *Anstellwinkel* verloren.
Bei Segelflugzeugen werden typischerweise Streckungen zwischen 20 und 30 gewählt, gegenüber Streckungen von bis ca. 5 für Überschallflugzeuge. Transportflugzeuge und Verkehrsflugzeuge liegen im mittleren Bereich mit Streckungen bis ca. 10.

Streifen
Engl.: Strip oder Runway Strip. Bezeichnung für einen Sicherheitsstreifen rund um die → *Start- und Landebahn*, der meist als Rasenfläche ausgeführt ist. Aufgabe des Streifens ist es, den Schaden an Flugzeugen, die bei → *Start* oder → *Landung* von der Bahn abkommen, zu begrenzen.
Der Streifen umrandet die Start- und Landebahn inklusive deren → *Schulter* und → *Stopway*. Bei → *Sichtanflug-Landebahnen* großer → *Flugplätze* hat der Streifen typischerweise eine Breite von 30 bis 75 m auf jeder Seite, bei → *Instrumentenanflug-* und *Präzisionsanflug-Landebahnen* sogar bis zu 150 m. Vor und hinter der Bahn erstreckt sich der Streifen über 30 bis 60 m. Diese Abmessungen erlauben es in der Regel auch, den Streifen als Graspiste für → *Notlandungen* mit eingezogenem → *Fahrwerk* zu verwenden.
Der Streifen ist von Hindernissen freizuhalten und damit zugänglich für z. B. Rettungs-, Lösch- und Schneeräumfahrzeuge. Erlaubt sind lediglich Anlagen, die für den Flugbetrieb wichtig sind, z. B. Einrichtungen des → *Instrumenten-Landesystems* oder der → *Befeuerung*.
Der Streifen ist meist als geebnete und entwässerte Grasfläche ausgeführt, die auf einer befestigten Erdschicht aufliegt. Ein Flugzeug, das auf den Streifen rollt, sinkt langsam ein und wird auf diese Art abgebremst. Sofern die Start- und Landebahn eine Schulter hat sorgt diese für einen weichen Übergang von der befestigten Piste zum weichen Streifen. Ist keine Schulter vorhanden, so sollte ein Übergangsstreifen angelegt werden, z. B. bestehend aus einer Kiesunterlage und einer darüber liegenden befestigten Erdschicht.
Neben Start- und Landebahnen werden auch Rollwege mit seitlichen Streifen versehen; die Funktion des Streifens ist die gleiche wie bei den Start- und Landebahnen.

Stringer
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Von engl. stringer=Tragbalken. Er bezeichnet beim Bau des Rumpfes in der → *Schalenbauweise* und in der → *Spantenbauweise* verwendete Querstreben in Längsrichtung des → *Rumpfes*, welche die Festigkeit des Rumpfes erhöhen, weshalb man auch von Längsversteifung spricht. Stringer werden insbesondere bei größeren Rumpfdurchmessern eingesetzt. Auch in der Tragfläche kann ein Stringer als Hautversteifung quer zu den Rippen eingebaut verwendet werden. Im Gegensatz zum → *Holm* ist seine Höhe jedoch nicht mit der Dicke der Tragfläche vergleichbar.
Stringer werden auch beim Bau von Raketen und Schiffen eingesetzt.

Strobelight
→ *Anflugblitzbefeuerung*.

Strömungsabriss
Engl.: Stall. Bezeichnung für einen → *Flugzustand*, bei dem die Strömung am → *Tragflügel* und/oder am → *Leitwerk* großflächig oder komplett ablöst (→ *abgelöste Strömung*). Dabei bricht der → *Auftrieb* zusammen und der → *Widerstand* steigt stark an.

Strömungskörper
→ *Verdrängungskörper*.

Sturmböe
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für eine schlagartige Zunahme der → *Windgeschwindigkeit* um mindestens 15 Knoten bis zu 20 Knoten und mehr, die mindestens eine Minute anhält. Der wesentliche Unterschied zwischen einer → *Böe* und einer Sturmböe ist die Dauer der Spitzengeschwindigkeit.
Sturmböen treten im Gegensatz zu → *Turbulenzen* am Boden auf und können dort als → *Scherwind* die Landung gefährden.

Sturmböenkette
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für ein schmales Band aktiver, oft heftiger → *Gewitter*, die nicht mit einer → *Front* verbunden sind.
Sturmböenketten bilden sich oft vor einer Kaltfront in feuchter, instabiler Luft; alternativ können sie sich auch in instabiler Luft weitab von jeder Front entwickeln. Sturmböenketten verkörpern die einzige hochgradige Wettergefahr für Luftfahrzeuge. Sie entwickeln sich gewöhnlich sehr schnell und erreichen ihre höchste Intensität am späten Nachmittag und frühen Abend. Sturmböenketten können mitunter zu lang sein, um sie zu umfliegen, und zu breit und zu heftig, um hindurch zu fliegen; somit bilden sie eine echte Barriere am Himmel.

Sturzflug
Flug im steilen Winkel nach unten. Der Sturzflug kann bewusst als Manöver von einem → *Militärflugzeug* oder als Figur im → *Kunstflug* geflogen werden. Das Ausleiten bzw. → *Abfangen* des Sturzfluges ist dann über das → *Höhenruder* möglich.
Beim ungewollten Sturzflug ist das Flugzeug versehentlich in einen gefährlichen → *Flugzustand* gebracht worden, oder es hat im Flug einen gravierenden Schaden erlitten. In letzterem Fall ist ein Ausleiten meist nicht möglich, und es kommt zum Totalverlust des Flugzeugs.

SU
Abk. für Sunday (Rule).

Bezeichnung für eine Tarifklausel, die besagt, dass zwischen Hin- und Rückflug mindestens eine Samstagnacht liegen muss, um in den Genuss eines günstigeren Tarifs zu gelangen.

Subcharter
Bezeichnung für die Verwendung von Luftfahrzeugen anderer → *Luftverkehrsgesellschaften* (=Auftragnehmer, Operating Carrier) durch eine dies beauftragende Fluglinie (=Auftraggeber, Contracting Carrier). Ursache dafür kann z. B. eine unerwartet hohe Nachfrage im Vergleich zur ursprünglichen Planung oder auch der Ausfall eines eigenen Luftfahrzeugs wegen unvorhersehbarer technischer bzw. operationeller Schwierigkeiten beim Auftraggeber sein. In der Regel erfolgt dies über eine mittelfristige Zeitdauer, etwa einige Wochen oder Monate.
Eine Sonderform des Subcharters ist der Fall Aircraft on Ground (→ *AoG*). Dies bedeutet für das betroffene Luftfahrtunternehmen, dass für einen sehr kurzen Zeitraum (in Deutschland auf max. fünf Tage befristet) kurzfristig Ersatz durch Fremdgerät beschafft werden muss.
Die Halterverantwortlichkeit für das Fluggerät verbleibt in beiden Fällen beim Contracting Carrier. Damit liegt auch die Aufsicht über die Einhaltung der flugbetrieblich/technischen Standards beim zulassenden Staat des Contracting Carriers.

Sublimation
Bezeichnung für den unmittelbarer Übergang von Eis in Wasserdampf oder umgekehrt, wobei der flüssige Aggregatzustand umgangen wird. Schnee- oder Eiskristalle sind das Ergebnis der Sublimation von Wasserdampf unmittelbar in festen Zustand.

Subsonischer Flug
Bezeichnung für einen Flug mit → *Fluggeschwindigkeiten* im hohen Unterschallbereich, d. h. nahe → *Mach* 1.
Der subsonische Flug ist dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsgeschwindigkeit am Flugzeug lokal (z. B. an der Oberseite des → *Tragflügels*) die → *Schallgeschwindigkeit* überschreitet. Dabei kommt es zu einer → *abgelösten Strömung*, und der → *Profilwiderstand* steigt stark an.
Durch → *Pfeilung* des Tragflügels kann dieser Anstieg zu höheren → *Machzahlen* verzögert werden. Große Verkehrsflugzeuge erreichen Fluggeschwindigkeiten im subsonischen Bereich und verfügen daher stets über gepfeilte Tragflügel.

Supercruise
Ein Begriff aus der militärischen Luftfahrt. Bezeichnung für die Fähigkeit eines → *Militärflugzeugs*, ohne Zuschalten eines → *Nachbrenners* in den Überschallbereich zu beschleunigen und über längere Zeit im → *Überschallflug* verbleiben zu können. Man unterscheidet dann noch zwischen niedrigen Supercruise-Geschwindigkeiten (→ *Fluggeschwindigkeiten* um → *Mach* 1,2) und hohen Supercruise-Geschwindigkeiten (Mach 1,6 bis 1,7). Über die Möglichkeit verfügen zur Zeit nur wenige Kampfflugzeuge. Es kann jedoch damit gerechnet werden, dass dank der Fortschritte im Bereich der → *Triebwerke* (weniger im Bereich der → *Aerodynamik*) mehr und mehr Kampfflugzeuge über diese Fähigkeit verfügen werden.
Beispiele für heute im Einsatz befindliche Flugzeuge mit der Fähigkeit zum Supercruise sind der Eurofighter „Typhoon“ (Erstflug 27. März 1994) und die F-22 „Raptor“ (Erstflug 29. September 1990).

Superkritischer Flügel
International auch Supercritical Wing Design (SWD) genannt. Bezeichnung für einen solchen Tragflügel, bei dem im subsonischen Flug, wenn also die Umströmung der oberen Tragflügelfläche schon Schallgeschwindigkeit annehmen kann, zwar lokale Überschallgebiete existieren, diese allerdings nicht zu einem Verdichtungsstoß und damit nicht zu einem Ansteigen des Widerstands führen. Ein solcher Flügel ist gezielt so konstruiert, dass er diese Gebiete gezielt bei einer bestimmten Reisegeschwindigkeit bildet.
Das superkritische Profil versucht den Abstand zwischen der kritischen Machzahl und dem Widerstandsanstieg zu vergrößern, nicht aber die kritische Machzahl selber zu erhöhen. Das wird dadurch erreicht, dass der → *Nasenradius* vergleichsweise groß und die obere Tragflügelfläche verhältnismäßig flach ausfällt. Das Dickenmaximum liegt bei etwa 50 bis 60 % der Tiefe. Dies führt zu einer niedrigeren Machzahl im Überschallbereich führt und einem entsprechend schwächeren Verdichtungsstoß beim subsonischen Flug. Der Auftrieb wird durch eine verstärkte Wölbung am Ende des Profiles kompensiert, überwiegend durch Formgebung der unteren Flächen.
Superkritische Flügel wurden in den 70er und 80er Jahren entwickelt. Flugzeuge mit superkritischen Flügeln sind z. B. die Boeing 757 (Erstflug 19. Februar 1982) und 767 (Erstflug 26. September 1981).

Supplemental Type Certificate
Abgekürzt STC. Ein Begriff aus dem Bereich der Zulassung von Flugzeugen. Supplemental Type Certificates sind immer dann erforderlich, wenn zertifizierungspflichtige Änderungen an der → *Musterzulassung* eines Luftfahrzeugs, → *Triebwerks*, → *Propellers*, Geräts oder Ausrüstungsgegenstands von einer anderen Instanz als dem Halter der Musterzulassung (Type Certificate Holder) entwickelt werden. Es kann sich dabei um konstruktive Änderungen oder Änderungen des Verwendungszwecks handeln, die geringfügige bis große Ausmaße haben können, und z. B. von Instandhaltungsbetrieben (→ *Luftfahrtbetrieb*) oder den Betreibern der Produkte vorgenommen werden.
Oft werden diese Änderungen deshalb nicht vom Halter der Musterzulassung durchgeführt, weil dieser aus wirtschaftlichen Gründen nicht interessiert oder nicht in der Lage ist, die gewünschten Änderungen durchzuführen, z. B. weil das entsprechende Produkt bereits aus der Produktion herausgenommen wurde. Beispiele für Veränderungen sind Konvertierungen alter Passagierflugzeuge in Transport- oder → *Tankflugzeuge*, die Verwendung alternativer Triebwerke, für die die ursprüngliche Musterzulassung nicht gilt (z. B. um neue Bestimmungen zum → *Lärmschutz* einzuhalten), oder der Einbau neuer oder veränderter Systeme und Ausrüstungen.
Die Erteilung eines STC folgt einem ähnlichen Prozess wie die Musterzulassung, inklusive der entsprechenden Nachweise und Tests. Grundlage ist die ursprüngliche Musterzulassung und das ursprüngliche Type Design; der Zertifizierungsprozess bezieht sich hauptsächlich auf die Bereiche wesentlicher Änderungen oder technischer Neuerungen. Allerdings gibt die → *Luftfahrtbehörde*, aus Gründen des Schutzes geistigen Eigentums, keine Zertifizierungsdaten des ursprünglichen Herstellers ohne dessen Genehmigung heraus. Da auch der ursprüngliche Hersteller oftmals aus Gründen der Produkthaftung oder des Wettbewerbs diese nicht freigibt, kann es für den Antragsteller des STC sehr

aufwendig werden, nachzuweisen, dass auch mit den angestrebten Veränderungen alle → *Luftüchtigkeitsanforderungen* erfüllt werden.
Bei erfolgreicher Erteilung wird der Antragsteller zum Halter des STC, das in der Regel allerdings restriktiver als eine Musterzulassung ist.

Surface
→ *Stopover*.

SWD
Abk. für Supercritical Wing Design.
→ *Superkritischer Flügel*.

SWY
Abk. für Stopway.
→ *Stoppfläche*.

SYNOP
Abk. für Surface Synoptic Observations.
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für ein weltweit standardisiertes Format für automatisiert erstellte, übertragene, auswertbare und grafisch darstellbare Wetterbeobachtungen und Meldungen. Dieses Format wird in der Luftfahrt und in der Seefahrt sehr häufig verwendet.

T

TA Lärm
→ *FlugLärmG*.

TACAN
Abk. für Tactical Air Navigation.
Ein System der → *Funknavigation*, das in der militärischen Luftfahrt eingesetzt wird.
Da das TACAN-System eine Kombination aus → *Entfernungs*- und → *Richtungsmessverfahren* darstellt (sog. Rho-Theta-Verfahren) erlaubt es ohne zusätzliche Systeme die Positionsbestimmung eines Flugzeugs.
Die Entfernungsmessung des TACAN-Systems entspricht dabei im Wesentlichen der des → *DME-Systems*. Beide Systeme verwenden den selben Frequenzbereich (962 MHz bis 1.213 MHz), und die Geräte beider Systeme sind kompatibel zueinander.
Die Richtungsmessung des TACAN-Systems ist analog zu jener des → *VOR*- und → *Doppler-VOR*-Systems aufgebaut, d. h. die Richtung wird über die Phasendifferenz zweier von der Bodenstation ausgesendeter Signale bestimmt. Die Signale des TACAN-Systems haben dabei jedoch eine höhere Frequenz als die der VOR- und Doppler-VOR Systeme. Dies erlaubt eine kleinere Ausführung der Antenne (und somit eine mobile Ausführung des TACAN-Systems), eine verbesserte Auflösung und Genauigkeit, und die Verwendung des gleichen Kanals für die Richtungs- und die Entfernungsmessung.
TACAN-Systeme werden auch in der zivilen Luftfahrt eingesetzt und dort mit VOR-Systemen zum sogenannten → *VOR-TAC* kombiniert.

TAF
Abk. für Terminal Aerodrome Forecast.
Bezeichnung für eine bestimmte Art der → *Flugwettervorhersage*. Es handelt sich dabei um eine Wettervorhersage für → *Flugplätze*, die ähnlich wie der → *METAR* aufgebaut ist. Der TAF wird alle drei bzw. sechs Stunden erstellt und gibt das Wetter und dessen Änderungen für die nächsten neun bzw. 18 Stunden für den Bereich des meldenden Flugplatzes an. Für Langstreckenflüge gibt es einen an die Kurzform anschließenden, 24-stündigen TAF, der als LongTAF bezeichnet wird.

Tail Strike
Bezeichnet in der Regel beim → *Start* eines Flugzeugs das unerwünschte Berühren der → *Startbahn* durch den hinteren Teil des → *Rumpfes*. Bei der Landung kann es auch zu einem Tail Strike kommen, doch ist dies sehr selten.
Durch einen Tail Strike kann es zu leichten bis mittleren Schäden kommen. Zum Tail Strike kommt es, wenn das Flugzeug kurz vor dem → *Abheben* eine zu große → *Rotation* um das Hauptfahrwerk (→ *Fahrwerk*) durchführt, so dass das Heck auf der Startbahn aufschlägt und sowohl durch die Massekräfte des Aufpralls als auch den Schleifprozess auf der Bahn Schaden nehmen kann. Dieser muss nicht groß sein und tritt nur sehr selten auf, doch ist in jedem Fall nach der Landung eine genaue und längere Inspektion des hinteren Rumpfes zur Schadensfeststellung notwendig. Nachgewiesenermaßen sind einige Unfälle der Zivilluftfahrt auf ungenügende Reparatur des Rumpfes nach einem Tail Strike zurückzuführen, so dass Jahre später entscheidende Teile des Flugzeugs versagten und es abstürzte.
Insbesondere Flugzeuge mit einem sehr langen Rumpf wie die Airbus A330 (Erstflug Oktober 1992) oder 340 (Erstflug 25. Oktober 1991) oder die Boeing B777 (Erstflug 12. Juni 1994) unterliegen der Gefahr eines Tail Strikes. Bei der Boeing B777 wurde daher ein zusätzliches System entwickelt, das beim Start sowohl den Abstand des Rumpfes von der Startbahn, als auch seine Annäherungsgeschwindigkeit an den Boden misst. Beim Übersteigen vorgegebener Grenzwerte betätigt das System automatisch die → *Höhenruder* und bremst so die Rotation des Flugzeugs. Eine Ausnahme bildet die bewusste übermäßige Rotation des Flugzeugs durch den → *Piloten* in Gefahrensituationen; diese werden vom System erkannt und nicht kompensiert.
Einige Flugzeuge, die einen hohen Anstellwinkel beim Abheben benötigen sind mit kleinen Rädern am hinteren Rumpf ausgestattet, die einen Tail Strike verhindern sollen. Beispiele hierfür sind die Saab 35 Draken (Erstflug 25. Oktober 1955) oder die Concorde (Erstflug 2. März 1969). Ferner gibt es kleinere Sportflugzeuge, die einen Kunststoffpuffer oder Sporn am Ende ihres Rumpfes haben. Die dritte Lösung ist ein kleiner, hydraulisch ausfahrbarer Sporn, der bei Verkehrsflugzeugen den Tail Strike dämpft.

Taileron
Bezeichnung für ein am → *Heck* liegendes → *Höhenruder*, das durch gegensinnigen Ausschlag der linken und rechten Ruderhälfte das → *Querruder* unterstützt. Diese Art der → *Steuerung* wird z. B. beim europäischen → *Militärflugzeug* MRCA „Tornado“ (Erstflug 14. August 1974) eingesetzt.
Der Name Taileron ist eine Verschmelzung der englischen Begriffe für Heck und Querruder, Tail und Aileron.

Take-off
→ *Abheben*.

Take-Off Check
→ *Flugvorbereitung*.

Talabwind
Ein → *Abwind*, der bergab ins Tal verläuft.

Tally Sheet
Von engl. Tally sheet = Strichliste, Abhakliste. Ein Begriff aus dem Bereich der Flugzeugwartung. Es handelt sich um Übersichtslisten im Wartungshandbuch, welche einzelne Wartungsaufgaben übersichtlich darstellen und auf denen diese dann auch vom durchführenden Techniker abzuzeichnen sind.

Tandemrotor
→ *Rotor*.

Tanken
→ *Betankung*.

Tankflugzeug
Verkürzt auch als Tanker bezeichnet; ein Begriff aus der militärischen Luftfahrt. Ein Transportflugzeug, das mit technischer Ausrüstung wie z. B. Zusatztanks und ausfahrbaren Betankungssonden (In-flight Refueling Probe) zum Betanken anderer, ebenfalls dafür ausgerüsteter Flugzeuge oder → *Hubschrauber* während des Fluges ausgerüstet ist. Der gesamte Vorgang wird Luftbetankung (international Inflight bzw. Aerial Refueling oder Air-to-Air Refueling – AAR) genannt.
Bei Tankern handelt es sich entweder um umgebaute Passagiermaschinen oder umgebaute Transportmaschinen, nur selten

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_20, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

werden auch z. B. Kampfflugzeuge mit geeignetem Gerät zum gegenseitigen Betanken ausgerüstet.
So ist z. B. die KC-10 (Erstflug 12. Juli 1980) der US-Luftwaffe eine Variante der McDonnel-Douglas DC-10 und die KC-135 (Erstflug 31. August 1956) eine Variante der Boeing 707. Die KC-130 (Erstflug Januar 1960) ist eine Variante der Lockheed C-130 „Hercules". Eher selten werden Kampfflugzeuge umgerüstet, da bei ihnen die mitführ- und abgebbare Tankkapazität in der Regel nicht besonders groß ist. Für die Betankung von langsam fliegenden Hubschraubern werden analog langsam fliegende Tankflugzeuge mit → *Propeller-Turbinenluftstrahltriebwerk* verwendet (z. B. die KC-130), sonst kommen in der Regel Flugzeuge mit → *Strahlantrieb* zum Einsatz.
Tankflugzeuge werden entweder als reine Tanker ausgeführt, oder als Transportflugzeuge, die bei Bedarf umgerüstet werden können. Die KC-10 der amerikanischen Luftwaffe kann zusätzlich zum Eigenbedarf bis zu 76,5 t Treibstoff zur Luftbetankung mit sich führen. In einer Kombiversion können zusätzlich zu einem verringerten Treibstoffvorrat bis zu 75 Passagiere mitgenommen werden.
Anhand der Ausführung der für die Luftbetankung verwendeten Sonde unterscheidet man zwei Verfahren, wobei ein Tanker auch über beide Systeme verfügen kann:

- Beim sogenannten Boom-Verfahren (von engl. Boom = Ausleger, Galgen) klappt ein am hinteren → *Rumpf* des Tankflugzeugs anliegender starrer und ca. 10 bis 20 m langer Ausleger nach unten aus, dessen Ende durch eine aerodynamische Verkleidung und Stützflossen stabil in der Luft gehalten wird. Aus diesem Ausleger kann ein Rohr teleskopartig weiter um einige wenige Meter ausgefahren werden. Ein zu betankendes Flugzeug manövriert sich von unten an den Boom heran und verbindet seinen Tankstutzen auf seiner Oberseite des Rumpfes mit ihm über ein Steckventil. Im Tankflugzeug beobachtet ein sogenannter Boom-Operator („Boomer") vom hinteren Rumpf den Vorgang durch ein Fenster sowie über Videokameras und steuert ihn durch Kommandos. In den neuesten Tankflugzeugen sitzt auch der Boom-Operator im Cockpit und steuert nur noch über Videokameras.
- Beim Andock- oder Schlepp-Verfahren (international Hose-and-Drogue- oder Probe-and-Drogue-System genannt) kann ein Tankflugzeug Schläuche (Schleppschläuche) über mehrere 10 m aus Behältern (Schleppschlauchstation) am hinteren Ende vom Rumpf oder an den Flügelspitzen bzw. aus Behältnissen unter dem Flügel („Wing Pod") ausrollen, an deren Ende ein Fangkorb (Durchmesser ca. 50 cm) befestigt ist. Zu betankende Flugzeuge manövrieren sich mit einem kurzen, starr ausgefahrenen Ausleger (ca. 1 m lang, länger bei Hubschraubern) an den Fangkorb heran und führen ihren Ausleger in den Fangkorb und das am Ende des Fangkorbes befindliche Steckventil. Im Tanker beobachtet ein Operator aus dem Heck der Maschine den Vorgang durch ein Fenster sowie über Videokameras und steuert ihn.

Obwohl ein Tankflugzeug bis zu drei Andockmöglichkeiten für die Betankung hat werden aus Sicherheitsgründen maximal zwei Flugzeuge gleichzeitig betankt. Die Betankung selbst erfolgt mit hohem Druck, so dass pro Minute mehrere 1.000 l → *Kraftstoff* übertragen werden können, beispielsweise über 4.000 l pro Minute bei der KC-10 und über 1.000 l pro Minute bei der KC-130.

Tankflugzeuge bei der Bundesluftwaffe

Die deutsche Bundesluftwaffe verfügte lange Zeit selber über keine Tankflugzeuge oder betankungsfähige Flugzeuge, da Einsatzszenarien keine Langstreckenflüge in großer Entfernung von den Heimatbasen vorsahen. In den späten 90er Jahren wurden jedoch angesichts der zugenommenen Auslandsmissionen einige Rüstsätze für Flugzeuge vom Typ „Tornado" angeschafft, die das Flugzeug zunächst in der Luft für das Andock-Verfahren betankbar machten, wofür Tanker der französischen L'Armée d'Air oder der US-Airforce genutzt wurden. In einem zweiten Schritt wurden andere „Tornados" für die Rolle als Tanker umgerüstet. Dabei fließen pro Minute 300 bis 350 l von „Tornado" zu „Tornado". Seit 2006 gibt es ferner einen Rüstsatz für vier der sieben Airbus A310 der Luftwaffe, so dass dieser als Tanker eingesetzt werden kann.

Entwicklung

Die Wurzeln der Luftbetankung reichen weit zurück. Schon kurz nach Beginn der motorisierten Fliegerei versuchten Flieger 1912 ihre Reichweite durch Übergabe von Benzinkanistern zu erweitern. 1917 versuchte eine Marinefliegereinheit im britischen Felixstowe (bei Harwich) an der südlichen Nordseeküste mit einem Schlauch Kraftstoff von einem Flugboot in ein anderes zu leiten.
Der erste nachgewiesenermaßen erfolgreiche Versuch einer Luftbetankung fand am 27. Juni 1923 statt, als Lowell H. Smith und John P. Richter von der Fliegergruppe der US Army, von Rockwell-Field in San Diego mit einer de Havilland D.H.4 (Erstflug August 1916), in deren Rumpf sie einen Zusatztank eingebaut hatten. Eine zweite de Havilland D.H.4, die von Virgil Hine und Frank Seifert geflogen wurde, hatte ebenfalls einen zusätzlichen Tank (500 Liter) und einen stahlverstärkten Schlauch mit Schnellverschluss. Der Schlauch konnte über eine Öffnung heruntergelassen werden. Die Besatzung des anderen Flugzeugs musste den Schlauch während des Fluges fangen, ihn mit dem Tankstutzen verbinden und den Schnellverschluss öffnen. Am 27. August 1923 gelang es der gleichen Mannschaft das Empfängerflugzeug mit neun Betankungen insgesamt 37 Std. 15 Min. in der Luft zu halten. Dieser Rekord wurde von einem Belgischen Rekordflug von knapp über 61 Std. im Juni 1928 gebrochen, wobei auch Luftbetankung zum Einsatz kam.
Die Fliegergruppe der US Army in San Diego beschäftigte sich weiter mit den Möglichkeiten der Luftbetankung und plante – von den Belgiern angespornt – für 1928 den Dauerflugrekord erneut zu verbessern. Auf dem Fliegerhorst Middletown in Pennsylvania (heute Harrisburg International Airport) wurde eine Transportmaschine vom Typ Fokker C-2 A (Hochdecker, Erstflug 11. April 1924) mit der Seriennummer 28–120 und dem Namen „Question Mark" mit zusätzlichen Tanks im Frachtraum und einer Empfängerausrüstung zum Empfängerflugzeug umgebaut. Dazu gehörte ein Cockpit hinter den Tragflächen mit einem großen Trichterstutzen und einer Fangleine zum Auffangen des Tankschlauchs. Die Piloten Ross G. Hoyt und Rudy C. Strickland sowie Odas Moon und Joseph G. Hopkins flogen die Tankflugzeuge Douglas C-1 (Doppeldecker, Erstflug 2. Mai 1925), die auch als RP für Refuelling Plan (betankendes Flugzeug) bezeichnet wurden. Irvin A. Woodring und Andrew F. Salter flogen als Bordmechaniker mit. Die Empfängermaschine hatte Carl Spaatz, Ira C. Eaker, Pete Quesada, Harry Halverson und R. W. Hose als Besatzung.

Am 1. Januar 1929 startete die „Question Mark“ um 7:27 Uhr vom Flughafen in Los Angeles und wurde um 8:15 Uhr zum ersten Mal aufgetankt. Trotz schlechter Witterungsbedingungen flog sie ohne Probleme weiter. Die Betankungen in der Dunkelheit der Nacht erwiesen sich als gefährlich, da die Piloten nicht den Blindflug trainiert hatten. Nach 43 Betankungen und teilweise simultaner Versorgung mit Getränken, Nahrung und Post landete die „Question Mark“ wegen zunehmenden Maschinenverschleißes nach fast 151 Stunden am 7. Januar 1929 um 13:50 Uhr.
1930 blieben die Gebrüder Hunter 553 Stunden in der Luft. Am 4. Juni 1935 starteten Algene und Fred Key mit einer Curtiss Robin (Erstflug 7. August 1928) und flogen dank Luftbetankung 653 Std. 33 Min.
Der Brite Alan Cobham arbeitete ab 1930 ebenfalls an dem Thema und nahm Kontakt mit dem amerikanischen Fliegerleutnant Richard Atcherley auf, der ein System entwickelt hatte, bei dem ein beschwertes Kabel vom Tankflugzeug nachgeschleppt und vom Empfängerflugzeug ein Fanghaken darauf abgeschossen wurde. Damit konnte das Kabel zu sich gezogen werden und ein Schlauch vom betankenden Flugzeug zum Tanker gezogen werden, der dann höher als das betankende Flugzeug stieg. Allein durch die Schwerkraft floss der Treibstoff dann in das zu betankende Flugzeug. Auf Grundlage dieser patentierten Lösung gründete Cobham 1934 die Flight Refuelling Ltd., die heute als Cobham plc. mit Sitz in Wimborne Minster in Großbritannien firmiert. Ihr Verfahren war zwar komplex in der Anwendung, aber das praktisch erste in größerem Umfang angewendete Verfahren. Cobham entwickelte im Laufe der Zeit zahlreiche Innovationen rund um die Luftbetankung, so z. B. 1949 das Schleppverfahren wie es heute noch verwendet wird.
Als weiteres, wichtiges Entwicklungsdatum für die Luftbetankung gilt eine Ausschreibung der US-Luftwaffe aus dem Jahre 1941 für einen Ultra-Langstreckenbomber für die Strecke USA-Großbritannien und zurück für den Fall, dass Großbritannien an Deutschland fällt. Während Convair die neue B-36 (Erstflug 8. August 1946) dafür konstruierte entwickelte Boeing für die bereits fast fertige B-29 (Erstflug 21. September 1942) das zweite, wesentliche Luftbetankungsverfahren, das als Boom-Verfahren auch heute noch fast unverändert seine Anwendung findet.

Tank-Pit
→ *Betankung*.

TAS
Abk. für True Air Speed.
Im Deutschen auch als wahre Eigengeschwindigkeit bezeichnet. Die TAS ist die wahre → *Fluggeschwindigkeit* des Flugzeugs, d. h. seine wirkliche Geschwindigkeit gegenüber der umgebenden Luft.
Im Gegensatz dazu zeigt ein → *Fahrtmesser* die sogenannte Indicated Air Speed (→ *IAS*) an. Sie wird indirekt aus dem gemessenen → *Staudruck* ermittelt, wobei zur Umrechnung die Luftdichte in Meereshöhe verwendet wird. Korrekt wäre allerdings die Umrechnung über die Luftdichte, die gerade in der Flughöhe des Flugzeugs wirkt. Aufgrund dieses Umrechnungsfehlers weicht die IAS von der TAS ab; dabei kann als Faustformel angenommen werden, dass die IAS pro 100 → *Fuß* Flughöhe etwa um 2 % unter der TAS liegt. Darüber hinaus berücksichtigt die TAS auch Einfluss der Kompressibilität der Luft, die ab Fluggeschwindigkeiten nahe → *Mach* 1 relevant ist.

TAT
Abk. für Transitional Automated Ticket.
→ *Ticket*.

Tau
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für kondensiertes Wasser auf Gras oder anderen bodennahen Objekten, wenn die Temperatur dieser Objekte unter den anfänglichen Taupunkt (→ *relative Luftfeuchtigkeit*) der Oberflächenluft gesunken ist, aber noch über dem Gefrierpunkt liegt.

Taumelscheibe
Ein Begriff aus dem Bereich der → *Hubschrauber*. Die Taumelscheibe ist ein wichtiger Teil der → *Steuerung* eines Hubschraubers, mit der das → *Steigen* und das → *Sinken* sowie die → *Fluggeschwindigkeit* und die Flugrichtung (inklusive Rückwärtsflug) des Hubschraubers kontrolliert wird.
Die Taumelscheibe ist unterhalb des Rotorkopfs (→ *Rotor*) auf der Achse der antreibenden Rotorwelle montiert und dient dazu, Steuerbewegungen von zwei → *Steuerknüppeln* im → *Cockpit* so auf die → *Rotorblätter* zu übertragen, dass es zu einer Veränderung des → *Anstellwinkels* (Blattverstellung) kommt. Dabei unterschiedet man die kollektive Blattverstellung (zur Steuerung des Steigens und Sinkens) und die zyklische bzw. periodische Blattverstellung (zur Steuerung der Fluggeschwindigkeit und der Flugrichtung):

- Kollektive Blattverstellung: Wenn der → *Pilot* an einem ersten Steuerhebel (dem Kollektivsteuerhebel, auch Blattverstellhebel oder Collective Pitch genannt) nach oben zieht, bewegt sich die Taumelscheibe als Ganzes nach oben. Dadurch erhöht sich gleichzeitig der Anstellwinkel, und damit der → *Auftrieb* aller Rotorblätter um den gleichen Betrag, und der Hubschrauber beginnt zu steigen.
  Umgekehrt führt ein Drücken des Steuerknüppels nach unten zu einer Bewegung der Taumelscheibe nach unten; Anstellwinkel und Auftrieb verringern sich, und der Hubschrauber beginnt zu sinken. Parallel zur Bewegung der Taumelscheibe wird auch der → *Schub* der → *Triebwerke* erhöht, um den mit dem steigenden Auftrieb anwachsenden → *Widerstand* auszugleichen.
- Zyklische bzw. periodische Blattverstellung: Bewegt der Pilot einen zweiten Steuerknüppel vor/zurück und/oder nach rechts/links, so neigt sich auch die Taumelscheibe in die entsprechende Richtung. Dadurch neigt sich auch die Rotorkreisfläche, und damit auch die Richtung der Auftriebskraft. Dadurch wirkt eine Komponente des Auftriebs in die Richtung, in die der Steuerknüppel bewegt wurde, und beschleunigt den Hubschrauber in diese Richtung.
  Die Beschleunigung ist umso größer, je stärker Steuerknüppel und Taumelscheibe ausgelenkt werden. Mit kurzer Verzögerung übernimmt der gesamte Hubschrauber die Neigung der Rotorkreisfläche. Beim Vorwärts- bzw. Rückwärtsflug fliegt der Hubschrauber daher mit der Nase nach unten bzw. nach oben.
  Die Bezeichnung „zyklische“ bzw. „periodische“ Blattverstellung kommt daher, dass aufgrund der Neigung der Taumelscheibe sich der Anstellwinkel der Rotorblätter im Verlauf eines Umlaufes in Abhängigkeit der Position im Rotorkreis verändert.
  Die Taumelscheibe besteht konstruktiv aus zwei über Kugellager miteinander verbundene Teile, dem fixen unteren und dem sich mit dem Rotor drehenden oberen Teil. Der fixe Teil

ist über Steuerstangen und Umlenkhebel mit dem Steuerknüppel im Cockpit des Hubschraubers verbunden. Der drehende Teil ist über kleinere Gestänge mit jedem einzelnen Rotorblatt verbunden. Dieses Prinzip funktioniert unabhängig von der Zahl der Rotorblätter des Hubschraubers.

Die Blattverstellung erfolgt bei kleineren Hubschraubern direkt mit Unterstützung einer Servohydraulik. Bei größeren Hubschraubern sind die an den Rotorblättern und am Rotorkopf angreifenden → *Kräfte* und die Kräfte für eine Verstellung derart groß, dass die Steuerung nur noch über eine Hydraulik erfolgt.

Taumelschwingung
Bezeichnung für eine Drehschwingung des Flugzeugs. Die Taumelschwingung ist neben der → *Rollbewegung* und der → *Spiralbewegung* eine der Grundschwingungen der Seitenbewegung, die bei gängigen Flugzeugen zu beobachten ist. Sie ist Teil der → *dynamischen Stabilität* eines Flugzeugs. Bei der Taumelschwingung kommt es zu einem wechselseitigen Austausch zwischen → *Schiebe-* und → *Gierwinkel* einerseits, und → *Rollwinkel* andererseits.
Bei einigen Flugzeugen bildet sich die Taumelschwingung im wesentlichen als Zu- und Abnahme des Gierwinkels aus. Daher bezeichnet man die Taumelschwingung manchmal auch als Gierbewegung.

Taupunkt
→ *Luftfeuchtigkeit*.

Tax Free Shop/ Shopping
→ *Duty Free*.

Taxi Check
→ *Flugvorbereitung*.

Taxi Fuel
→ *Kraftstoff*.

Taxi Vibration Test
→ *GVT*.

Taxiway
→ *Rollweg*.

TB
Abk. für True Bearing.
→ *Seitenpeilung*.

TCAS
Abk. für Traffic Alert and Collision Avoidance System.
Ein bordeigenes System das den Piloten bei gefährlicher Annäherung an ein anderes Flugzeug warnt.
→ *ACAS* ist ein Synonym für TCAS; die Verwendung des jeweiligen Begriffes hängt von den Herstellern der Systeme ab. Generell gehören sowohl TCAS als auch ACAS zu den → *CAS*. Das zur Zeit gängige System ist TCAS II bzw. ACAS II.
Das TCAS-System sendet über vier Antennen im Abstand von einer Sekunde Fragesignale aus, die von den → *Transpondern* der umgebenden Flugzeuge beantwortet werden. Das TCAS-System erfasst die Antwortsignale und berechnet, ob es zu einem Konflikt zwischen der Flugbahn des eigenen und eines anderen Flugzeugs kommen kann. Dabei werden sowohl der horizontale Abstand (aus der Laufzeitdifferenz) als auch der vertikale Abstand (aus dem → *Mode* C oder S Signal des benachbarten Flugzeugs) berücksichtigt.
Erkennt das System einen möglichen Konflikt, so warnt es den Piloten durch ein akustisches und ein optisches Signal: Dieses Signal wird auch als Traffic Advisory, abgekürzt TA, bezeichnet. Seine Ausprägung hängt von der potenziellen Gefahr einer Kollision ab:

- Eine weiße bzw. gelbe Raute weist auf ein nahes Flugzeug hin; dabei wird bei der gelben Raute gleichzeitig ein akustisches Warnsignal erzeugt, das auf das andere Flugzeug hinweist:
- Droht in den nächsten 15 bis 35 Sekunden eine Kollision, so erscheint eine rote Raute, begleitet von einer weiteren akustischen Warnung.

Das einfache TCAS I System wurde für kleinere Flugzeuge bis ca. 30 Passagiere entwickelt; es liefert Traffic Advisories, nicht aber Resolution Advisories. Moderne TCAS Systeme (TCAS II) geben zusätzlich zur roten Raute und zum akustischen Warnsignal eine mit dem anderen Flugzeug abgestimmte Ausweichempfehlung; diese wird auch als Resolution Advisory, abgekürzt RA, bezeichnet. Sie kann entweder eine Empfehlung zum → *Steigflug* oder → *Sinkflug* sein (Corrective RA), oder eine Aufforderungen zur Beibehaltung des momentanen Kurses (Preventive RA).
TCAS III befindet sich gegenwärtig bei den großen Herstellern von Instrumenten in der Entwicklung. Ziel ist es, die Möglichkeiten der Resolution Advisory zu erhöhen, so dass nicht nur Sink- oder Steigflug (bzw. ein unveränderter Kurs) empfohlen werden kann, sondern gleichzeitig eine horizontale Kursänderung eingeleitet werden kann.

TDZ
Abk. für Touch-Down Zone.
→ *Aufsetzzone*.

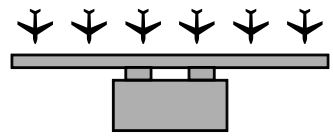
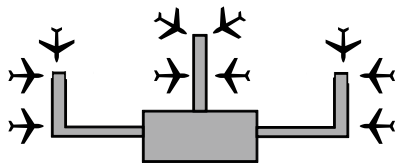
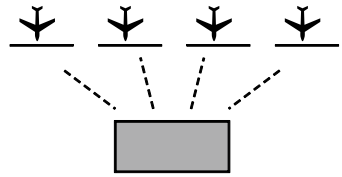
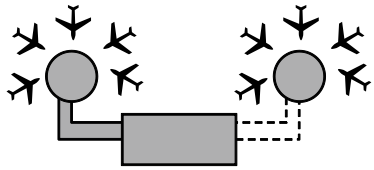
Technical Acceptance Completion
→ *Abnahme*.

Technical Log Book
→ *Abnahme*.

Teilrippe
→ *Rippe*.

Terminal
Zentrales Gebäude, das die → *Landseite* eines → *Flughafens* mit seiner → *Luftseite* verbindet. Terminals können zur Abfertigung von abfliegenden und ankommenden → *Passagieren*, oder zur Abfertigung von → *Luftfracht* und → *Luftpost* errichtet werden. Im ersten Fall werden sie auch als Passagierterminal, Fluggastgebäude, Fluggastterminal oder Abfertigungsgebäude bezeichnet, im zweiten Fall auch als Frachtterminal oder Luftfrachtterminal. Darüber hinaus gibt es Terminals für die allgemeine Luftfahrt, die als General Aviation Terminal (→ *GAT*) bezeichnet werden.
Terminals werden in der Regel so angeordnet, dass die Wege von den → *Parkpositionen* der Flugzeuge zu den → *Start- und Landebahnen* möglichst kurz werden. Terminals werden daher oft zwischen den Bahnen eines → *Parallelbahnsystems* (*z. B.* München., MUC), oder im Winkel zwischen sich kreuzenden Bahnen errichtet (z. B. Hamburg, HAM).

Einrichtungen eines Terminals
Den größten Teil eines Passagierterminals nehmen die Einrichtungen für die → *Fluggastabfertigung* und die → *Gepäckabfertigung* ein.

1		**Typ:** Lineares Terminal; gerade oder gekrümmt	**Beispiele:** München (gerade) Japan (gerade) Dallas (gekrümmt)
2		**Typ:** Terminal mit Fingern / Piers	**Beispiele:** Frankfurt (Terminal 1) Amsterdam Tokio – Narita New York – JFK
3		**Typ:** Offenes Terminal; Vorfeldpositionen über Bus / Mobile Lounge verbunden	**Beispiele:** Mailand – Malpensa Washington – Dulles
4		**Typ:** Satellit; über einen Steg, People Mover oder unterirdisch verbunden	**Beispiele:** Brüssel (Steg) Las Vegas (People Mover) Paris – CDG Terminal 1 (unterirdisch)

Terminal Grundtypen

In der Abflughalle führen die → *Luftverkehrsgesellschaften* das → *Ticketing* und das → *Check-in* durch. Passagiere und ihre Begleitpersonen erscheinen in der Regel frühzeitig am Flughafen und benötigen daher ausreichend Raum und Angebote um die Zeit bis zum Abflug zu verbringen. Gleichzeitig muss vor den → *Abfertigungsschaltern* ausreichend Platz für wartende Passagiere und ihr Gepäck vorhanden sein. Die Abflughalle ist daher meist sehr großzügig ausgelegt und beherbergt eine Vielzahl von Dienstleistungen und Einrichtungen, z. B. für Luftverkehrsgesellschaften, Gastronomie und Einzelhandel, Post, Banken, Ausstellungen und Besucherterrassen, für medizinische und religiöse Einrichtungen, und für Einrichtungen zur Unterhaltung wie Kinos und Kasinos. In vielen Fällen wird die Architektur der Abflughalle auch bewusst repräsentativ gewählt, um Gästen einen guten Eindruck von der Region oder von dem Land zu geben.

Die Sicherheitskontrollen bilden oftmals die formale Grenze zwischen der Landseite und der Luftseite des Terminals. Zu ihnen zählen die Personenkontrollen (manuell und maschinell), die Kontrolle des Handgepäcks und des von den Passagieren aufgegebenen Gepäcks (z. B. Durchleuchtung), die Passkontrolle bei Ein- und Ausreise, die Zollkontrollen, medizinische Kontrollen und Kontrollen des Veterinär- und Landwirtschaftsdienstes.

Die Luftseite umfasst weitere Einrichtungen der Gastronomie und des Einzelhandels (inklusive Einrichtungen für den zollfreien Einkauf, sog. Duty-Free-Shops), → *Lounges* der Luftverkehrsgesellschaften sowie die → *Flugsteige* mit ihren Sammel- und Warteräumen. Für die Anordnung der Flugsteige stehen mit dem → *linearen Konzept*, dem → *offenen Konzept*, der Lösung über → *Satelliten* und dem Aufbau von → *Fingern* (Piers) zahlreiche Konzepte zur Verfügung, die oftmals miteinander kombiniert werden. Das bei einem Terminal realisierte Konzept hängt im Wesentlichen von seiner Größe und von seiner Verkehrsstruktur (z. B. Anteil von Auslandsflügen, Anteil von umsteigenden Passagieren, Verhältnis zwischen Linien- und Charterverkehr) ab.

Ankommende Passagiere können wiederum in die Abflughalle geleitet werden; bei großen Flughäfen ist meist eine eigene Empfangshalle bzw. Ankunftshalle (→ *Meeters-Greeters-Area*) vorhanden. Typischerweise finden sich hier die Schalter der Mietwagenunternehmen, Informationen zu Hotels sowie Schalter und Informationen von Unternehmen, die z. B. per Bus, Limousine oder Bahn einen Transport in die Innenstadt anbieten.

Ein Kernelement des Terminals, das sich über die Land- und Luftseite erstreckt und sowohl von abfliegenden als auch von ankommenden Passagieren genutzt wird, ist die Gepäckanlage. Sie ist das wichtigste Hilfsmittel für die Gepäckabfertigung und stellt einen wesentlichen Teil der Investitionen eines Terminals dar. Aufgrund ihrer Komplexität und Größe, und um Konflikte mit den Passagierströmen zu vermeiden, wird sie oftmals in einer eigenen Ebene des Terminals installiert.

Terminalkonzepte

Ein Flughafen kann mit einem zentralen Terminal (zentrales Konzept) oder mit mehreren Terminals ausgestattet sein (dezentrales Konzept).

Das zentrale Konzept hat den Vorteil, dass alle großen Einrichtungen, wie z. B. die Gepäckanlage und die Sicherheitskontrollen, nur einmal vorgehalten werden müssen, d. h. wichtige Infrastrukturen des Flughafens können von allen Passagieren und Luftverkehrsgesellschaften gemeinsam genutzt werden. Gleichzeitig führt dieses Konzept zu kompakten Terminals und relativ übersichtlichen Verkehrsströmen; umsteigende Passagiere müssen das Zentralgebäude nicht betreten, sondern können – unter Einsparung der Sicherheits- und anderer Kontrollen – direkt zwischen den Flugsteigen wechseln. Dieses Konzept wurde daher in der Vergangenheit bei vielen Großflughäfen in Europa gewählt, die einen hohen Anteil an umsteigenden Passagieren und Flügen in das Ausland haben. Beispiele hierfür sind der Flughafen Schiphol in Amsterdam (AMS), Orly in Paris (ORY) und das Terminal Mitte (heute Terminal 1) des Flughafen Frankfurt (FRA).

Bei wachsendem Verkehrsvolumen führt das zentrale Konzept jedoch schnell zu langen Fingern (Piers) und damit zu großen Wegstrecken, Komfortverlusten und längeren Umsteigezeiten für die Passagiere, was z. B. Investitionen in Laufbänder nach sich zieht. Steigt das Verkehrsaufkommen weiter an ist es oftmals nicht mehr möglich, das Terminal weiter auszubauen, und weitere Terminals müssen am Flughafen errichtet werden. Daher wird auch in Europa zunehmend das dezentrale Konzept an großen Flughäfen verwirklicht. Ein Beispiel ist der Flughafen Frankfurt (FRA), der durch den Aufbau eines zweiten Terminals zu einem dezentralen Flughafen geworden ist; inzwischen ist sogar der Aufbau eines dritten Terminals geplant.

In den USA ist das dezentrale Konzept bereits seit mehreren Jahrzehnten etabliert. Oftmals werden hier den einzelnen Luftverkehrsgesellschaften (bzw. heute → *Luftfahrtallianzen*) jeweils eigene Terminals (oder Bereiche eines Terminals bzw. Baugrund für einen eigenen Terminal) zur Verfügung gestellt. Die Terminals können sich dabei nur geringfügig unterscheiden, oder jeweils komplett eigene Formen und Architekturen wie beim J.F.-Kennedy Flughafen in New York (JFK) aufweisen. Alternativ können die Terminals z. B. nach nationalem/internationalem Verkehr, Kurz-/Langstreckenverkehr oder Charter/Linienverkehr aufgeteilt sein.

Das dezentrale Konzept hat den Vorteil, dass auch bei großen Flughäfen jedes einzelne Terminal für sich überschaubar bleibt und sich das Umsteigen zwischen Flügen der gleichen Luftverkehrsgesellschaft stark vereinfacht. Beim Wechsel der Luftverkehrsgesellschaft muss der Passagier dagegen zu einem anderen Terminal wechseln, was den Einsatz von Bussen oder → *People Movern* erforderlich macht. Das dezentrale Konzept führt auch zu einer Vervielfachung der In-frastruktureinrichtungen; gleichzeitig können Spitzenlasten schlechter abgefangen werden als beim zentralen Konzept.

Der Flughafen Atlanta (ATL) in den USA mit seinem hohen Inlands- und minimalem Auslandsaufkommen stellt einen Kompromiss zwischen zentralem und dezentralem Konzept dar: Ein Zentralterminal ist mit allen Einrichtungen für den internationalen Flugverkehr ausgerüstet. Parallel dazu befinden sich zahlreiche über eine Schnellbahn verbundene Satelliten-Terminals (Concourses), die jeweils über ein Minimum an Einrichtungen zur Abwicklung des nationalen Luftverkehrs verfügen.

Auslegung von Terminals

Drei wichtige Größen bei der Auslegung von Terminals sind das erwartete Verkehrsaufkommen, seine Struktur (national, international, Umsteiger, Urlauber oder Geschäftsreisende etc.), und der Service-Standard, der im Terminal angeboten werden soll.

Die Zahl der Passagiere wird oftmals mit Hilfe von Größen wie der → *typischen Spitzenstunde* ermittelt. Die Struktur der Verkehrsflüsse bestimmt z. B. die zu erwartenden Gepäckmengen der Passagiere (hoch bei Charterverkehr, gering bei Geschäftsreisenden), den Anteil der umsteigenden Passagiere (die z. B. nur bedingt für die Bemessung des Check-in Bereichs und der Sicherheitskontrollen berücksichtigt werden müssen), und den Anteil an Auslandsfluggästen (für die entsprechende Kapazitäten für Zoll- und Passkontrollen vorgesehen werden müssen).

Der gewählte Service-Standard legt z. B. fest, wie lange Passagiere maximal vor einem Abfertigungsschalter warten sollen, für welchen Passagieranteil Sitzplätze in einem Warteraum vorhanden sind, und wie lange der Prozess der Sicherheitskontrollen für den Passagier dauert. Anhand der Größen Verkehrsaufkommen, Struktur und Servicestandard können dann die Bereiche des Terminals ausgelegt werden, z. B. die Zahl der Abfertigungsschalter und der Passkontrollen, die Größe der Warteräume etc.

Verkehrsflüsse im Terminal und Ebenenkonzept

Aus Gründen der Sicherheit, und um die Verkehrsströme möglichst reibungsfrei im Terminal abzuwickeln, müssen die Wege der ankommenden und der abfliegenden Passagiere getrennt werden. Gleichzeitig müssen für umsteigende Passagiere zahlreiche Kombinationsmöglichkeiten (Ankunft bzw. Abflug national/Schengen-Raum/EU-Raum/international) beachtet werden, die jeweils unterschiedliche Pass- und Zollkontrollen erfordern. Die erforderliche Separierung der Ströme kann horizontal oder vertikal erfolgen. Bei der horizontalen Separierung strömen an- und abfliegende Passagiere nebeneinander durch das Terminal. Diese Lösung wird auch als Ein-Ebenen-Konzept bezeichnet und ist insbesondere für kleinere Flughäfen geeignet.

Bei großen Flughäfen wird die benötigte Grundfläche schnell zu groß, so dass hier auf die vertikale Separierung zurückgegriffen wird, d. h. die Passagierströme werden übereinander angeordnet.

Beim Zwei-Ebenen Konzept sind Abflug und Ankunft durchgängig von der Landseite bis zur Luftseite getrennt. Meist liegt die Abflugebene über der Ankunftsebene, um den auf den Abflug wartenden Passagieren eine helle und repräsentative Umgebung zu bieten. Ankommende Passagiere werden dann in einem Untergeschoss zügig durch das Terminal geschleust. Die Zwei-Ebenen Lösung führt zu übereinander liegenden Vorfahrten für Ankunft und Abflug. Sie erlaubt es, dass sowohl ankommende als auch abfliegende Passagiere auf ihrem Weg durch das Terminal stets nur nach unten, nie aber nach oben gehen müssen.

Beim Eineinhalb-Ebenen Konzept erfolgt die Trennung zwischen ankommenden und abfliegenden Passagieren nur in bestimmten Bereichen des Terminals. Oftmals ist die Landseite auf einer Ebene angeordnet, während ankommende Passagiere auf der Luftseite über oder unter den abfliegenden Passagieren zur Landseite geführt werden. Beim Flughafen Ezeiza von Buenos Aires (EZE) in Argentinien z. B. verbleiben ankommende Passagiere auf einer Ebene, während abfliegende Passagiere nach dem Check-in (und damit nach Aufgabe des Gepäcks) auf eine höhere Ebene wechseln und von dort das Flugzeug erreichen. Dagegen verbleiben bei den Flughäfen München (MUC) und Paris-Orly (ORY) die abfliegenden Passagiere auf einer Ebene, während ankommende und umsteigende Passagiere zunächst eine höhere Ebene verwenden.

Terrestrische Navigation
Oberbegriff für eine Reihe von Navigationsarten (→ *Navigation*), die im Wesentlichen die Eigenschaften natürlicher und künstlicher Landmarken ausnutzt. Sie ist für die Navigation zur See und auf dem Land, nicht aber in der Luftfahrt relevant.
Typische Hilfsmittel der terrestrischen Navigation sind die Peilscheibe, die Logge, der Kompass und das Lot, aber auch Funkpeiler und Radarsysteme.

Testpilot
Ein Berufsbild aus dem Bereich der Fliegerei. Es bezeichnet sehr erfahrene Piloten mit einer Mindestzahl an Flugstunden, die im Flug ein Fluggerät bzw. Teile von ihm (Instrumente, technische Komponenten) oder Flugverfahren (Flugmanöver, Anflugverfahren, Navigationsverfahren) gemäß einem vom → *Flugversuchsingenieur* festgelegten Plan testet. Dabei werden nicht nur, aber oft Grenzbereiche aufgesucht, etwa maximale und minimale Geschwindigkeiten unter bestimmten Bedingungen, und erproben das Überzieh- und Trudelverhalten. Auch können Waffensysteme erprobt werden.
Testpiloten sind entweder bei Flugzeugherstellern, Fluggesellschaften, dem Militär oder bei privaten Firmen angestellt. Sie durchlaufen in speziellen, international anerkannten Schulen Zusatzausbildungen. Diese Schulen sind:
- UK: Empire Test Pilots School in Boscombe Down, England
- Frankreich: École du Personnel Navigant d'Essais et de Réception (EPNER) in Istres, Frankreich
- USA: National Test Pilot School in der Mojave-Wüste, Kalifornien
- USA: US Air Force Test Pilot School auf Edwards Air Force Base in der Mojave-Wüste, Kalifornien
- USA: US Naval Test Pilot School in Patuxent River, Maryland
- Russland: Testpilotenschule am Michail Gromow Luftfahrtforschungsinstitut in Schukowski bei Moskau

Links
→ *http://www.ntps.edu/*

Testpilotenschule
→ *Testpilot*.

TH
Abk. für True Heading.
→ *Rechtsweisender Kurs*.

Thermik
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für eine aufsteigende Luftsäule, die durch Temperaturunterschiede hervorgerufen wird. Durch Sonneneinstrahlung kommt es zu einer Erwärmung der Erdoberfläche, Dadurch erwärmt sich auch die darüber liegende Luft, dehnt sich aus, und steigt auf. Die Stärke dieses Effekts ist abhängig von der Jahreszeit. Die Thermik entsteht eher an kühlen Tagen mit starker Sonneneinstrahlung, beispielsweise im Frühling und Frühsommer. Auch über großen Industrieanlagen mit starker Abwärme kann Thermik entstehen. Wenn die Thermik nicht vorzeitig von einer Schicht wärmerer Luft in der Höhe begrenzt wird, entsteht eine → *Kumuluswolke* am oberen Ende. An ihr kann eine Thermik identifiziert werden. Wird die Thermik hingegen durch eine → *Inversionsschicht* gestoppt, so bildet sich keine Kumuluswolke; der Himmel ist dann wolkenfrei und blau, weshalb man auch von Blauthermik spricht.
Je nach Wetterlage kann eine Thermik über Deutschland Höhen von 500 bis 2.500 m erreichen. In anderen Gegenden, wie etwa über der australischen oder namibischen Steppe, können dank der intensiven Sonneneinstrahlung mit Hilfe der dort herrschenden Thermik Höhen von 5.000 m und mehr erreicht werden.
Vom → *Aufwind* unterscheidet sich die Thermik dadurch, dass es keine umströmten Objekte gibt.
Für den Segelflug ist Thermik mit die wichtigste Erscheinung, um Höhe zu halten oder zu gewinnen.

Thermikblase
→ *Hebung*.

Thermosphäre
→ *Atmosphäre*.

Theta-Verfahren
→ *Richtungsmessverfahren*.

TIA
Abk. für Type Inspection Authorization.
→ *Flugerprobung*.

TIACA
Abk. für The International Air Cargo Association.
Bezeichnung für einen 1990 noch als The International Air Cargo Forum Association bezeichneten, und aus dem Air Cargo Forum (→ *ACF*) hervorgegangenen Verband aus den in der Luftfracht (→ *Cargo*) tätigen Unternehmen. TIACA entstand in seiner heutigen Form im Jahr 1994.
Ziel ist die Interessenvertretung, die Zusammenarbeit und der Stärkung des internationalen Handels.
→ *http://www.tiaca.org/*

Ticket/ Ticketnummer
Ein Begriff aus der → *Verkehrsfliegerei*. Auch Flugticket oder Flugschein genannt. Das namentlich auf einen Fluggast ausgestellte Ticket besteht in der Regel aus einem Flugscheinheft mit einem Deckblatt, den beim → *Check-In* zu entwertenden Flight Coupons für die einzelnen Teilstrecken, einem Passenger Receipt (Beleg, Quittung) zum dauerhaften Verbleib beim Fluggast, und den Vertragsbedingungen und Haftungsbegrenzungen.
Tickets gibt es in verschiedenen Formen:
- Transitional Automated Ticket (TAT): Ein sehr dünnes Papier ohne angehängte Bordkarte, für das der Fluggast beim Einchecken am Check-In erst eine Bordkarte erhält. Das TAT wird dem Fluggast vor dem Flugtag ausgehändigt. Es ist zwar vergleichsweise aufwändig bei der Handhabung, ist global gesehen aber noch weit verbreitet, weil viele ausländische → *Flugplätze* andere Ticketformate noch nicht verarbeiten können.
- Automated Ticket and Boarding Card (ATB): Ein aus stabilerem Karton gefertigtes Ticket mit angehängter Bordkarte, das besser als das TAT maschinell verarbeitet werden kann. Es ist an einem Magnetstreifen auf der Rückseite erkennbar. Das ATB wird dem Fluggast vor dem Flugtag ausgehändigt oder an einem Automaten ausgedruckt.
- Elektronisches Ticket (auch E-Ticket oder bei der Lufthansa ETIX (eine eingetragene Marke) genannt und mit ETKT oder ET abgekürzt): Ein lediglich im Buchungssystem hinterlegtes Ticket, das durch eine ETKT-Nummer identifizierbar ist und erst beim Check-In ausgedruckt wird. Es sieht dann wie das herkömmliche ATB aus. Erforderlich ist dafür

eine Identifikation des Passagiers, etwa durch eine Kundenkarte (→ *Vielfliegerprogramm*) oder eine Kreditkarte. Das elektronische Ticket ist bei modernen Linien- und mittlerweile auch Charterfluggesellschaften für die Nutzung durch Vielflieger weit verbreitet. Für die Fluggesellschaft ist es billiger als ein herkömmliches Ticket, da Ausdruck und Versand entfallen und die Prozesskosten geringer sind. Für den Reisenden ist es bequemer, da sich die Anzahl der mitzuführenden Dokumente verringert und Umbuchungen ohne umständliches Vorlegen und Umschreiben eines bereits ausgedruckten Papiertickets erfolgen kann. Damit für eine Flugstrecke ein ETKT ausgestellt werden kann, muss die ausstellende Fluglinie am E-Ticketing-Verfahren teilnehmen und auch die Strecke E-Ticketing-fähig sein.

Auf einem Ticket finden sich zahlreiche Angaben, z. B.:

- Vor- und Nachname des Fluggastes
- Streckenverlauf (auf dem Passenger Coupon) und Teilstrecken (jeweils eine je Flight Coupon)
- Buchungsklasse und → Komfortklasse
- Vielfliegerstatus
- Ticketnummer

Hinsichtlich der Flexibilität des Umbuchens finden sich oft folgende Hinweise auf den Tickets:

- NONEND (Non endorsable): Das Ticket ist nicht auf eine andere → *Luftverkehrsgesellschaft* umschreibbar.
- NONREF (Non refundable): Das Ticket ist nicht oder nur gegen eine Stornogebühr rückerstattbar.
- NONRRT (Non reroutable): Eine Änderung der Streckenführung ist nicht erlaubt.
- VALID ON XY ONLY: Synonym zu NONEND.
- VALID ONLY ON DATES AND FLIGHTS SHOWN: Nicht umbuchbar.
- NO RES CHANGE: Nicht umbuchbar.
- VALID IN CONX ONLY: Das Ticket ist nur in Verbindung mit einem anderen Ticket gültig, dessen Nummer mit angegeben wird. Dies ist häufig bei Airpässen oder ermäßigten Anschlussflügen zu finden.

Weitere Hinweise auf Tickets hinter dem Kürzel Status sind:

- OK: Es ist ein Sitzplatz im Flugzeug reserviert.
- NS (No Seat): Für Kleinkinder unter zwei Jahre wird kein Sitz reserviert. Es wird angenommen, dass die mitreisenden Erwachsenen das Kind auf dem Schoß behalten oder eine → *Babyschaukel* in Reichweite reserviert haben.
- WL (Wait List): Das Ticket ist für eine Wartelistenbuchung ausgestellt. Ein eher seltener Fall.
- RQ (on request): Ein Sitzplatz wurde angefordert, aber ist noch nicht bestätigt.
- SA (Space available): Ein Sitzplatz wird nur unter Vorbehalt bestätigt.

Ticketing

Bezeichnung für den Prozess des Verkaufs und Ausstellens von → *Tickets*. Am Flughafen erfolgt das Ticketing an besonderen Ticketing-Schaltern der → *Luftverkehrsgesellschaften*, die sich meist in der Nähe der Check-in Schalter befinden. Weitere Aufgaben des Ticketing sind:

- Das Umschreiben von Tickets auf andere Flüge der gleichen oder einer anderen Gesellschaft, die dazugehörige Umbuchung und, falls erforderlich, das Einziehen der Umbuchungsgebühr.
- Das Ausstellen von Ersatz-Flugscheinen bei Verlust des Original-Flugscheins.

Tief

Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Auch Tiefdruckgebiet oder Tiefdrucksystem genannt. Ein Tief entsteht dadurch, dass sich erwärmte Luft ausdehnt und aufsteigt. Der → *Luftdruck* im fraglichen Gebiet wird dementsprechend niedriger. Ein Tief bildet sich über Räumen, die stärker erwärmt sind als die umliegenden Gebiete.

Tiefdecker

Bezeichnung für ein Flugzeug, bei dem der → *Tragflügel* unterhalb des → *Rumpfes* verläuft.

Bei einem Tiefdecker übt die Umströmung des Rumpfes im Schiebeflug einen negativen Einfluss auf den → *Kurvenflug* unter Seitenwind (→ *Schiebeflug*) aus. Dieser wird in der Regel durch eine → *V-Stellung* der → *Tragflächen* ausgeglichen.

Gleichzeitig ist der Tiefdecker sehr anfällig für das Auftreten einer → *abgelösten Strömung* am Tragflügel. Grund hierfür ist, dass die Rumpfströmung beim Tiefdecker die Oberseite der Tragfläche, und damit die für Ablösung empfindlichere Seite, beeinflusst. Um eine Ablösung und den damit verbunden Anstieg des → *Widerstandes* zu vermeiden muss der Übergang zwischen Rumpf und Flügel aerodynamisch geeignet ausgebildet werden, beispielsweise durch das → *Belly Fairing*.

Für das → *Seitenleitwerk* ist die Anordnung als Tiefdecker dagegen vorteilhaft, da hierbei eine zusätzliche Anströmung erzeugt wird, die die Wirksamkeit des Seitenleitwerks erhöht.

Tiefflug

Bezeichnung für den → *Reiseflug* eines Fluggeräts im Bereich zwischen 10 m und 600 m → *Höhe über Grund*. Gemäß der Luftverkehrsverordnung (→ *LuftVO*) beträgt die → *Sicherheitsmindesthöhe* über Grund über Städten und bebautem Gebiet 300 m und über sonstigen Gegenden und Wasser 150 m bei Überlandflügen nach → *Sichtflugregeln*. Diese → *Flughöhen* dürfen nur für den → *Start* und die → *Landung* unterschritten werden. → *Segelflugzeuge* dürfen diese Höhe auch unterschreiten wenn der Betrieb dies notwendig macht, etwa bei einem → *Windenstart*. Man unterscheidet verschiedene Anwendungsfälle für den Tiefflug:

- Im Bereich der zivilen Fliegerei kommt es bei landwirtschaftlichen Flügen (Ausbringen von Düngemitteln) und bei Feuerlöscheinsätzen zu Tiefflügen. Dabei werden die Höhen der LuftVO unterschritten, was dort ausdrücklich erlaubt ist. 10 m Flughöhe sind bei diesen Anwendungen keine Seltenheit.
- Ein anderes Einsatzgebiet für Tiefflüge im zivilen Bereich ist der → *Kunstflug* (dort kommt es zu Flughöhen von nur 1 m über Grund), Flüge zu Demonstrations- oder Testzwecken oder auch eine → *Flugschau*.
- Im militärischen Flugbetrieb dient der Tiefflug mit Kampfflugzeugen dem Unterfliegen des gegnerischen Luftraumkontrollradars und der Vermeidung gegnerischen Abwehrfeuers. Das Unterfliegen beruht darauf, dass beim Tiefflug das Luftraumkontrollradar regelmäßig den Radarkontakt zum Flugzeug durch natürliche Hindernisse verliert und es so nicht dauerhaft verfolgen und identifizieren kann. Im Idealfall kommt es zu gar keinem Radarecho. Die Vermeidung des Abwehrfeuers erfolgt durch die geringe zur Verfügung stehende Richtzeit der Flugabwehrgeschütze, da

ein im Tiefflug sich näherndes Flugzeug erst sehr spät entdeckt wird und sehr schnell wieder aus dem Sichtfeld verschwindet.
Um militärische Tiefflüge zu üben führte die Bundesluftwaffe bis in die 90er Jahre in Deutschland Flüge nahe der Schallgeschwindigkeit durch (sog. Übungstiefflüge), die nach Sichtflugregeln bei schönem Wetter durchgeführt wurden. In sieben ausgewiesenen Zonen erfolgte dies in einer Flughöhe von nur 30 bis 75 m, in anderen Bereichen im → *Luftraum* zwischen 150 und 450 m. In Kanada verfügt die Luftwaffe ferner über Zugang zu einem Übungsgebiet in dem Tiefflüge unter 30 m geübt werden.
Diese extremen Tiefflüge werden heute aufgrund mehrerer Gründe vermieden. Die Bedrohungslage hat sich gewandelt und die Bevölkerung ist wesentlich sensibler. Ferner ist der Übungseffekt in der heutigen Zeit gering, da die in modernen Luftwaffen eingesetzten Kampfflugzeuge über eine automatische Terrainverfolgung (Terrain Following Radar, TFR) verfügen, die den Flug automatisch an das überflogene Gelände anpassen. Manuell geflogene Tiefflugübungen finden daher heute in der Regel in einer Höhe zwischen 300 und 450 m statt. Nachts gilt zusätzlich eine Beschränkung der Fluggeschwindigkeit auf 780 km/h.

Tilt-Rotor (-Flugzeug)
Bezeichnung für einen Typen des → *Drehflüglers*. Von engl. Tilt = kippen. Ein Tilt-Rotor ist ein kippbarer Rotor. Einem Fluggerät mit Tilt-Rotor ist es somit möglich, den gleichen Rotor in horizontaler Stellung zum Erzeugen des → *Auftriebs* zu nutzen, und ihn in einer anderen, nach vorne gekippten Stellung als Zugpropeller für die Erzeugung von → *Vortrieb* zu nutzen. Um im Vorwärtsflug Auftrieb zu erzeugen ist ein Tilt-Rotor-Flugzeug mit einem → *Tragflügel* ausgerüstet.
Das Tilt-Rotor-Flugzeug kombiniert damit den Vorteil eines Hubschraubers (vertikales Starten und Landen, Unabhängigkeit von Flugplätzen, Schweben, extremer Langsamflug) mit dem eines herkömmlichen Flugzeugs (höhere Reisegeschwindigkeit).

Entwicklung
Die Idee des Tilt-Rotors ist bereits mehrere Jahrzehnte alt, dennoch gibt es kaum in der Praxis und in großem Maßstab verwirklichte Projekte. Eines der ersten Projekte war die die XV-3 (Erstflug August 1955) aus dem Hause Bell, der die X-22 (Erstflug 17. März 1966) folgte, die auf vier drehbaren Rotoren basierte und bis 1984 erprobt wurde. Auf den Erkenntnissen von X-22 und XV-3 basiert die XV-15 (Erstflug 3. Mai 1977). Aus der XV-15 sind die Bell-Boeing V-22 „Osprey“ (Erstflug 19. März 1989) und die Bell BA 609 entstanden.
Die V-22 wird seit über zwei Jahrzehnten im Auftrag des amerikanischen Militärs (zunächst nur das Heer, später auch durch die Luftwaffe) entwickelt, ursprünglich war die Indiststellung für 1991 geplant. Die V-22 mit zwei am ebenfalls kippenden Tragflügel befestigten, dreiblättrigen Rotoren sollte das erste Tilt-Rotor-Flugzeug sein, das in Serie hergestellt werden würde. Der Start der Serienproduktion war 1994 schließlich für 1997 geplant, doch verzögerten technische Rückschläge und mehrere Totalverluste von Prototypen sowie Finanzierungsprobleme bisher den planmäßigen Fortgang und die offizielle Indienststellung des Projektes, die zuletzt für 2007 geplant war.
Das erste zivile Tilt-Rotor-Modell ist die BA 609 aus dem Hause Bell (Erstflug 7. März 2003), die für Geschäftsreisen und Zubringerflüge konzipiert wurde.

Time-out
Bezeichnung für das Ereignis, dass eine Flugbesatzung ihre gesetzlich vergeschriebene Höchstarbeitszeit unter bestimmten Bedingungen erreicht hat und ausgewechselt werden muss. Dies kann es z. B. erforderlich machen, dass ein besetztes Passagierflugzeug, das mehrere Stunden auf dem Vorfeld auf die Startfreigabe wartet, wieder zum Terminal umkehren und auf eine neue Besatzung warten muss.

Tiptank
Deutsche Bezeichnung ist Flügelendtank. Bezeichnung für tropfenförmige Zusatztanks an den Enden der Tragflächen von Flugzeugen. Die Größe eines solchen Tanks liegt zwischen 2.000 und 5.000 Litern, d. h. zusammen kann so eine zusätzliche Menge an Kraftstoff von 4.000 bis 10.000 Litern getankt werden.
Bekannte Flugzeuge mit solchen Tanks waren z. B. einige Ausführungen der Lockheed L.1049 „SuperConstellation“ (Erstflug 13. Oktober 1950), wie sie auch bei der Lufthansa auf Nordatlantikstrecken zum Einsatz kamen.

TKO
Abk. für Ton Kilometers Offered.
→ *Tonnenkilometer*.

TKT
Abk. für Ton Kilometers Transported.
→ *Tonnenkilometer*.

T-Leitwerk
Eine besondere Ausführung des → *Leitwerks*, bei dem das → *Höhenleitwerk* am Heck auf der Spitze des → *Seitenleitwerks* angebracht ist.
Das T-Leitwerk erlaubt es, die → *Triebwerke* am → *Heck* zu installieren; dadurch werden der → *Tragflügel* und das → *Höhenruder* besser angeströmt. Gleichzeitig wird vermieden, dass die Höhenflosse im Triebwerksstrahl liegt und durch Schall und Wärme belastet wird.
Bei einem gepfeilten Seitenleitwerk verlagert sich zudem das Höhenruder nach hinten, so dass sich sein Abstand zum Schwerpunkt des Flugzeugs, und damit seine Wirksamkeit, erhöht. Gleichzeitig wirkt die Höhenflosse als sog. Endscheibe für die Seitenflosse, und erhöht so deren aerodynamische Effizienz.
Allerdings kann es bei der T-Anordnung zum → *Deep Stall* kommen, einem → *überzogenen Flugzustand*, bei dem das Höhenruder in die Nachlaufströmung des → *Tragflügels* gerät und dabei seine Wirksamkeit verliert.

TL-Triebwerk
Abk. für → *Turbinenluftstrahltriebwerk*.

TMA
Abk. für Terminal Control Area.
Bezeichnung für den → *Nahverkehrsbereich* eines → *Flugplatzes*.

TOD
Abk. für Ticket on Departure.
→ *Hinterlegung*.

TODA
Abk. für Take-Off Distance Available.
Im Deutschen auch als verfügbare Startstrecke bezeichnet. Der TODA-Wert einer → *Startbahn* gibt die maximale Länge an, die dem Flugzeug beim → *Start* bis zum Erreichen einer → *Flughöhe* von 35 → *Fuß* zur Verfügung steht. Bei einer Start-

bahn ohne → *Freifläche* entspricht TODA gerade der baulichen Länge der Startbahn, d. h. TODA- und → *TORA* haben den gleichen Wert. Bei Startbahnen mit einer Freifläche in Startrichtung erhöht sich der TODA-Wert entsprechend, während der TORA-Wert konstant bleibt.

Toilette

Toiletten in Verkehrsflugzeugen sind entgegen eines weit verbreiteten Irrglaubens geschlossene Systeme, d. h. sie werden nicht während des Fluges entleert. Vielmehr werden die Abwässer (menschliche Fäkalien, Abwasser und Desinfektionsmittel) in einem Abwasserbehälter (international Waste Tank genannt) gesammelt. Das gesamte dafür nötige System bezeichnet man als Drainage-System oder Drainage-Anlage (international Lavatory Drain System genannt). Pro Spülung reichen heute in der Regel 200 ml Wasser aus, der durch das Spül/Füllsystem (international Flush/FillSystem genannt) der Toilette zugeführt wird. Zusammen mit Unterdruck, für dessen Erzeugung das Druckgefälle zwischen innen und außen genutzt wird, wird das menschliche Stoffwechselendprodukt zusammen mit dem Wasser und dem Desinfektionsmittel dann aus dem Toilettenkorpus in den Abwassertank gesogen und dort gesammelt. Derartige Vakuumtoiletten werden heute in allen modernen Verkehrsflugzeugen eingesetzt. Nach der Landung wird der Tankinhalt über ein Ablassventil an der Rumpfunterseite in einen Tankwagen mit Vakuumpumpe gesogen, der es wiederum der öffentlichen Kanalisation zuführt.

Tomatensaft

Engl. Tomato Juice. Oft auch Tomatensaft-mit-Salz-und-Pfeffer. Häufiger Getränkewunsch der Fluggäste, wenn der → *Flugbegleiter* die Getränke mit seinem → *Trolly* im Rahmen des Bordservices austeilt.

Schätzungen zeigen, dass Tomatensaft im Flugzeug eine gegenüber dem normalen Konsumverhalten am Boden überproportionale Beliebtheit bei Passagieren hat. Unter anderem wurden folgende Erklärungsansätze für diesen ungewöhnlichen Sachverhalt vorgeschlagen:

- Die trockene, dünnere Kabinenluft führt dazu, dass Essen generell im Flugzeug fader als am Boden schmeckt. Durch das intensive Aroma eines Tomatensaftes und des Salzes und des Pfeffers wird dies kompensiert.
- Der Flüssigkeitsverlust der Passagiere an Bord durch die trockene Kabinenluft führt auch zu einem Verlust an Mineralien und Salzen. Der Passagier gleicht dies instinktiv durch den reichhaltigen und salzigen Tomatensaft aus.
- Das Gefühl eines besonderen Erlebnisses (Flug) soll durch das besondere Erlebnis eines außergewöhnlichen Getränks gesteigert werden. Da in der Economy Class mittlerweile so gut wie keine alkoholischen Getränke mehr ausgegeben werden weicht der geneigte Fluggast auf andere vermeintlich exotische Getränke aus.
- Der Bedarf bzw. das Interesse der meisten Menschen an Tomatensaft geht über ein Glas ab und an nicht hinaus. An Bord eines Flugzeugs besteht die Möglichkeit, diesen Bedarf passgenau zu decken. Dagegen ist am Boden in der Regel der Kauf einer größeren Menge (z. B. ein Liter) erforderlich – was tun mit dem Rest?
- Insbesondere männliche Fluggäste möchten gegenüber weiblichen Flugbegleiterinnen und mitreisenden weiblichen Fluggästen ihre Weltläufig- und Männlichkeit durch Wahl eines exotischen Getränks mit seltsamen Ingredenzien und Zurschaustellung der beim Konsum erforderlichen Härte demonstrieren.

  Eine Variante dieses Verhaltens ist die Konformität durch gruppendynamischen Druck beim Reisen im Kollegenkreis – fängt der erste mit dem Ordern des Tomatensaftes an ziehen alle anderen mit, da sich keiner die Blöße geben möchte, dieses archaische Getränk nicht zu mögen.

Eine abschließende Klärung des Sachverhalts steht bedauerlicherweise bis heute aus.

Tonaufzeichnungsgerät

→ *Cockpit Voice Recorder*.

Tonnenkilometer

Abgekürzt mit TKT, international Tonne Kilometers.. Ein Begriff aus der allgemeinen Frachtbeförderung (Speditionswesen, Logistik, Güterbahn, LKW-Transporte, Binnenschifffahrt, Pipelines etc.), der in der Verkehrsfliegerei Einzug gehalten hat. Die Größe ergibt sich aus der Zahl der real für Geld transportierten Frachttonnage (in metrischen Tonnen) multipliziert mit der Entfernung, über die diese Tonnage transportiert wurden.

Je nachdem welche Beförderungsleistung gemessen werden soll unterscheidet man verschiedene Kennzahlen. Dabei unterscheidet man stets zwischen den angebotenen Tonnenkilometern (TKO, Ton Kilometers Offered), den tatsächlich geleisteten Tonnenkilometern (TKT, Tonne Kilometers Transported) und den tatsächlich gegen Bezahlung geleisteten Tonnenkilometern (RTK, Revenue Tonne Kilometers):

- Wird nur die → *Luftfracht* betrachtet so spricht man von Fracht-Tonnenkilometern (FTKT, international FTK, Freight Tonne Kilometers).
- Werden dagegen Luftfracht und → *Luftpost* (→ *Cargo*) in Summe betrachtet, so spricht man von Cargo Tonne Kilometers (z. B. Revenue Cargo Tonne Kilometers). Diese Abgrenzung ist eher selten.
- Wird das gesamte beförderte Gewicht betrachtet, also das Gewicht aus Luftfracht, Luftpost und Passagiere (inklusive Gepäck), so spricht man allgemein von Tonnenkilometern (international Tonne Kilometers, z. B. Revenue Tonne Kilometers). Passagiere werden dabei über ein statistisch ermitteltes Durchschnittsgewicht berücksichtigt. Der IATA Standard beträgt 90 kg pro Passagier inklusive Gepäck.

Aus diesen Größen lassen sich die wirtschaftlich relevanten Kenngrößen → *Frachtnutzladefaktor* und → *Nutzladefaktor* ermitteln:

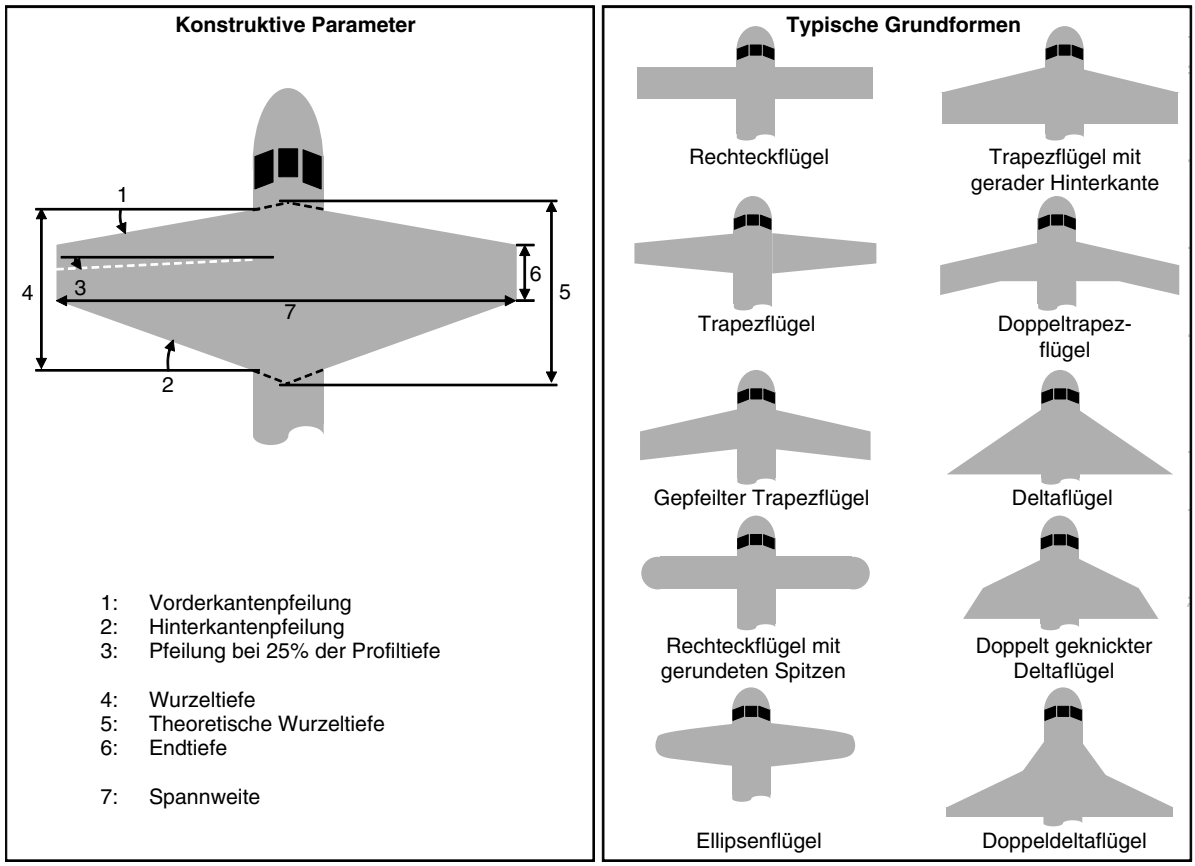
- Frachtnutzladefaktor: Verhältnis aus verkauften Fracht-Tonnenkilometern zu Angebotenen Fracht-Tonnenkilometern (als Prozentwert).
- Der Nutzladefaktor: Verhältnis aus verkauften Tonnenkilometern zu angebotenen Tonnenkilometern (als Prozentwert).

Analog zur Unterscheidung zwischen Passage und Fracht unterscheidet man auch zwischen Tonnenkilometern und → *Passagierkilometern* als Maß der Beförderungsleistung.

TORA

Abk. für Take-Off Run Available.

Im Deutschen auch als verfügbare Startlaufstrecke bezeichnet. Der TORA-Wert einer → *Startbahn* gibt die maximale Länge an, die dem Flugzeug beim → *Start* bis zum → *Abheben* zur Verfügung steht. In der Regel entspricht TORA gerade der baulichen Länge der Startbahn.



Tragflügel

Torsionsrippe
→ *Rippe*.

Touch-And-Go
→ *Durchstarten*.

Touristenklasse
→ *Economy Class*.

Touristenklasse-Syndrom
→ *Economy Class Syndrom*.

Tow Bar
→ *Push-back.*

Tower
Von engl. Tower=Turm. Abgekürzt mit TWR, im Deutschen auch als Kontrollturm bezeichnet.
Der Tower ist Sitz der → *Platzkontrolle*, die startende, landende und rollende Flugzeuge auf dem → *Flugplatz* führt und für einen reibungslosen Ablauf des Flugverkehrs am Flugplatz verantwortlich ist. Gelegentlich wird auch die Platzkontrolle selber als Tower oder TWR bezeichnet. Die im Tower arbeitenden → *Platz-Lotsen* müssen mit direktem Sichtkontakt zu den Flugzeugen arbeiten. Deshalb ist der Tower meist als hohes Gebäude so auf dem Flugplatz angeordnet, dass er eine gute Sicht auf die → *Start- und Landebahnen*, die → *Rollwege* und das → *Vorfeld* erlaubt.
Der Tower kann auch Sitz der → *Anflugkontrolle* sein, sofern diese am Flugplatz und nicht in einem → *Kontrollzentrum* angesiedelt ist. In der Regel sind Anflugkontrolle und Platzkontrolle dann aber in getrennten Räumen untergebracht; der Raum der Anflugkontrolle wird dann oft als IFR-Raum bezeichnet. Diese Konstellation ist z. B. in den USA üblich. In Deutschland beherbergt nur der Tower des Flughafens Frankfurt neben der Platzkontrolle auch die Anflugkontrolle; alle anderen Anflugkontrollen befinden sich in den Kontrollzentren Bremen, Berlin, Düsseldorf und München.
Deutschlands höchster Tower steht am Flughafen Düsseldorf (DUS, 86 m).

Tower-Lotse
→ *Platzlotse*.

TRA
Abk. für Temporary Restricted Area.
Kennzeichnet einen → *Luftraum*, der für definierte Zeiträume gesperrt ist, z. B. ein → *Flugbeschränkungsgebiet*.

Track
→ *NAT OTS.*

Trackmessage
→ *NAT OTS*.

TRACON
Abk. für Terminal Radar Approach Control.
→ *Anflugkontrolle*.

Trägheitsnavigation
→ *Inertialnavigation*.

Tragfläche
Bezeichnung für die linke oder die rechte Seite eines → *Tragflügels*.

Tragflügel
Vereinfacht auch als Flügel bezeichnet. Der Tragflügel erzeugt den größten Anteil des zum Fliegen benötigten → *Auftriebs*; gleichzeitig hat er einen großen Einfluss auf den → *Widerstand* des Flugzeugs, aber auch auf dessen → *Stabilität* und → *Steuerbarkeit*. Der Tragflügel nimmt in der Regel die → *Querruder* auf, und ist mit → *Klappen* ausgestattet. Zudem trägt er in Tanks große Teile des → *Kraftstoffs* und beherbergt eine Reihe von Systemen, darunter Kraftstoffsysteme (Leitungen, Pumpen), Systeme zur Ansteuerung der Klappen und Teile der Systeme zur Steuerung und Kontrolle der → *Triebwerke* (sofern diese am Tragflügel angebracht sind).
Konstruktive Elemente des Aufbaus der Tragflügel sind die → *Rippe* und der → *Holm* in seinem Inneren und die äußerlich sichtbare → *Beplankung*. Der Tragflügel wird am → *Flügelkasten* mit dem Rumpf verbunden.
Wichtige Eigenschaften des Flügels wie Auftrieb, Widerstand, Verhalten beim → *Überziehen*, Gewicht und Schwerpunkt werden durch sein → *Profil*, seine Geometrie und seine Anordnung gegenüber dem Rumpf beeinflusst. Dabei werden an den gleichen Tragflügel meist sehr unterschiedliche, nur schwer zu vereinbarende Anforderungen gestellt. So müssen Tragflügel bei niedrigen → *Fluggeschwindigkeiten* während → *Start* und → *Landung* ausreichend Auftrieb erzeugen, im → *Reiseflug* aber einen möglichst geringen Widerstand aufweisen. Die Wahl von Geometrie, Profil und Anordnung des Tragflügels stellt daher einen Kompromiss zwischen unterschiedlichen Anforderungen dar.
Mit Klappen ist es möglich, die Eigenschaften des Tragflügels zu verändern, und ihn so besser an den jeweiligen Flugzustand (z. B. Start, Landung, Reiseflug) anzupassen. Alternativ kann die Geometrie (z. B. → *Spannweite* und → *Streckung*) des Tragflügels geändert werden, um eine Anpassung an den aktuellen Flugzustand zu erreichen. Dieses Konzept liegt dem → *Schwenkflügel* zu Grunde, der z. B. bei der F-111 (Erstflug Dezember 1964) eingesetzt wurde. Dabei werden im Langsamflug und bei Start und Landung die Streckung des Tragflügels vergrößert, und seine Pfeilung verringert; im Schnellflug dagegen wird die Pfeilung erhöht. Bei → *Militärflugzeugen* kann so der Einsatzbereich deutlich ausgeweitet werden. Beim → *adaptiven Flügel* kann die Geometrie des Profils im Flug verändert und so an die jeweiligen Anforderungen angepasst werden.

Parameter zur Beschreibung der Geometrie des Tragflügels

Die Geometrie des Tragflügels ist im wesentlichen durch seinen Grundriss mit → *Spannweite*, → *Flügeltiefe*, → *Flügelfläche*, → *Streckung* (Seitenverhältnis), → *Pfeilung* und → *Zuspitzung* bestimmt; ferner durch das → *Profil* und seine → *Verwindung* sowie durch die → *V-Stellung* der Tragflügel gegenüber dem → *Rumpf*. Darüber hinaus sind der → *Druckpunkt* und der → *Neutralpunkt* des Tragflügels wesentlich für die Stabilität des Flugzeugs von Bedeutung.
Bekannte Ausführungen des Tragflügels sind z. B. der → *Rechteckflügel*, der (gepfeilte) → *Trapezflügel* mit seinem Sonderfall → *Deltaflügel* (Dreieckflügel), oder in früheren Tagen der → *Ellipsenflügel*.

Tragflügel – Rumpf Anordnungen

Je nach Anordnung des Tragflügels an der Unterkante, Oberkante, oder in der Mitte des Rumpfes unterscheidet man zwischen dem → *Tiefdecker*, dem → *Hochdecker*, und dem → *Mitteldecker*. Der Tragflügel kann dabei freitragend oder abgestrebt sein.
Ein weiterer wichtiger Parameter ist die Lage des Tragflügels entlang der → *Längsachse* des Rumpfes. Sie hat entscheidenden Einfluss auf die Lage von → *Schwerpunkt*, Druckpunk und Neutralpunkt des Flugzeugs, und damit auf dessen Stabilität und Steuerbarkeit.

Beispiele für die Auslegung von Tragflügeln

Bei einem kleinen Sportflugzeug könnte die Wahl z. B. auf eine Tiefdecker-Konfiguration fallen, um so konstruktive Auswirkungen der Flügel-Rumpf Verbindung auf die Kabine zu vermeiden. Gleichzeitig verbessert sich dadurch die Anströmung auf das → *Seitenleitwerk*; dies erleichtert z. B. das Ausleiten eines → *Trudelns*. Zur Erhöhung der Stabilität im → *Schiebeflug* wird eine leichte V-Stellung der → *Tragflächen* gewählt. Als Grundform kann ein Rechteckflügel ohne Pfeilung verwendet werden, da Strömungsgeschwindigkeiten im → *subsonischen Bereich* nicht erreicht werden. Aus Kostengründen kann auch auf eine Zuspitzung verzichtet werden.
Bei einem Verkehrsflugzeug könnte dagegen die Anordnung als Mitteldecker mit leichter V-Stellung zur Erhöhung der Stabilität im Schiebeflug geeignet sein. Aufgrund der hohen Fluggeschwindigkeiten wird der Tragflügel gepfeilt; das Auftreten lokaler Überschallgeschwindigkeiten kann so zu höheren Fluggeschwindigkeiten verzögert werden. Die Zuspitzung wird so gewählt, dass sich ein optimaler Kompromiss zwischen Gewicht und → *induziertem Widerstand* des Tragflügel ergibt.

Tragschrauber
International auch Gyrocopter (von griech. *gyros* für Drehung und *pteron* für Flügel) oder Gyroplane genannt.
Bezeichnung für einen Typen des → *Drehflüglers*, jedoch einen der eher unbedeutenden. Es handelt sich um ein mit Motorkraft angetriebenes Fluggerät für ein oder zwei Personen, dessen → *Tragflächen* denen eines horizontalen → *Rotors* gleich sind, der im Gegensatz zum → *Hubschrauber* jedoch nur einen → *Auftrieb* erzeugt, nicht jedoch einen → *Vortrieb*. Der Vortrieb wird durch ein dafür vorgesehenes → *Triebwerk* erzeugt, das normalerweise einen senkrechten Zugpropeller am Vorderende oder einen senkrechten Druckpropeller am Ende des Tragschraubers antreibt.
Man unterscheidet zwei Haupttypen des Tragschraubers:

- Passiver Tragschrauber (auch Autogyros oder Autogyroscopter genannt): Der Rotor wird nicht vom Motor angetrieben, sondern durch den → *Fahrtwind*, so dass eine Mindestgeschwindigkeit notwendig ist, damit der Rotor einen Auftrieb liefert. Der → *Start* des passiven Tragschraubers erfolgt wie der eines klassischen Flugzeugs über eine → *Startrollstrecke*. Der Rotor wird zuvor mit Motorkraft in erste Umdre-

hungen versetzt; beim Startvorgang jedoch ausgekuppelt. Der eigentliche Antrieb erfolgt durch einen Druckpropeller hinter dem Piloten.
- Aktiver Tragschrauber: Der Rotor wird von einem Motor angetrieben, kann aber nicht gekippt und dadurch zum Regeln des Vorwärts- oder Rückwärtsfluges verwendet werden. Aktive Tragschrauber sind wendiger als Flugzeuge und schneller als Hubschrauber.

Ein senkrechter Start oder ein Schweben auf der Stelle wie ein Hubschrauber ist dem passiven und aktiven Tragschrauber nicht möglich. Dem passiven Tragschrauber nicht, da bei Stillstand der Antrieb für den auftriebserzeugenden Rotor fehlt und der aktive nicht, da kein Heckrotor das Drehmoment ausgleicht und sich der Tragschrauber um die eigene Hochachse drehen würde. Bei der Landung können beide Modelle jedoch fast senkrecht nach unten sinken und auf wenigen Metern → *Landestrecke* zum Stillstand gebracht werden.

Entwicklung

Die Idee des Tragschraubers stammt aus dem Jahr 1923, als sich der spanische Erfinder Don Juan de la Cierva mit einem primitiven Tragschrauber in die Luft erhob. 1927 nahm de la Cierva eine weitere Person mit an Bord.
1929 befasste sich der Österreicher Ing. Raoul Hafner mit der Entwicklung von Drehflüglern. Erste Erprobungen fanden am Flugplatz Aspern/ Wien statt.
In den USA entwickelte Harold Pitcairn die Konzepte von de la Cierva weiter, so dass sein Tragschrauber kommerziell z. B. im Bereich des Post-Transports zwischen zentralen Postgebäuden benachbarter Ortschaften und Städte eingesetzt werden konnte. Dies erfolgte in den späten 20er und frühen 30er Jahren.
Bis zum 2. Weltkrieg wurden in Deutschland, Frankreich und Italien verschiedene Modelle entwickelt.
Im zweiten Weltkrieg wurden ab 1942 Tragschrauber vom Typ „Libelle“ oder „Bachstelze“ auf einigen deutschen U-Booten vom Typ „Monsun“ eingesetzt. An einer Leine stiegen sie nur durch den Fahrtwind der Boote angetrieben (ab 30 km/h Zuggeschwindigkeit) zu Beobachtungszwecken bis zu 30 m hoch. Nachteilig an diesem Verfahren war, dass der Pilot des Tragschraubers in der Regel bei Luftangriffen unter einer Verlustquote von 100 % zu leiden hatte.
Nach dem 2. Weltkrieg waren es Einzelpersonen, die Tragschrauber in privater Initiative entwickelten. 1966 etwa begann der Österreicher Oskar Westermayer seine Idee eines eigenen Tragschraubers zu verwirklichen, für den er 1970 eine behördliche Zulassung erhielt.
Seit 1974 werden Tragschrauber auch serienmäßig, zum Teil als Bausatz, hergestellt. Mehrere Unternehmen lieferten bis heute mehrere 1.000 Bausätze aus.
Tragschrauber werden heute von privaten Hobbypiloten genutzt, welche die Hubschrauber-ähnlichen Eigenschaften für erheblich niedrigere Investitionen schätzen.

Tragwerk

Oberbegriff für alle Komponenten eines Flugzeugs, die bei entsprechender Anströmung durch Luft → *Auftrieb* erzeugen. In erster Linie ist dies natürlich der → *Tragflügel*. Daneben können aber auch der → *Rumpf*, das → *Leitwerk* oder sog. → *Kopfsteuerflächen* relevante Beiträge zum Auftrieb leisten.

Transit

Bezeichnung für einen Passagier, der mit einem Flugzeug für eine Zwischenlandung auf einem → *Flugplatz* ankommt, dort während der Zwischenlandung verweilt und danach mit dem gleichen Flugzeug den Flugplatz wieder verlässt. Transit-Passagiere aus dem Ausland reisen nicht in das Land des Flugplatzes ein, sie befinden sich daher in einem besonderen Status, der auch als „in Transit“ bezeichnet wird. Oftmals erstreckt sich der Transitbereich über einen Teil oder die gesamte Luftseite des → *Terminals*, so dass dem Transit-Passagier während seines Aufenthalts eine ausreichende Zahl von Einrichtungen (Geschäfte, Bistro, sanitäre Einrichtungen) zur Verfügung steht. In die Verkehrszahlen von Flugplätzen gehen Transit-Passagiere nur einfach, und nicht doppelt als ankommende und abfliegende Passagiere ein.

Transponder

Ein Kunstwort aus Transmitter und Responder. Bezeichnung für eine Sende- und Empfangsgerät an Bord eines Flugzeugs, das beim Empfang eines bestimmten Fragesignals automatisch ein Antwortsignal aussendet.
Die Fragsignale können dabei von einer Bodenstation, einem Schiff oder einem anderen Flugzeug kommen, und unterschiedlichen Zwecken dienen:
- Abfragen von → *Sekundärradar*-Bodenstation des → *Flugverkehrskontrolldienstes* dienen der Übermittlung des → *Rufzeichens*, der aktuellen → *Flughöhe*, und gegebenenfalls weiterer Informationen.
- Abfragen von → *ACAS* oder → *TCAS* Systemen anderer Flugzeuge dienen der Vermeidung von Kollisionen.
- Im militärischen Bereich werden Abfragen von Bodenstationen, Schiffen und anderen Flugzeugen zur Freund-Feind-Erkennung (→ *IFF*) eingesetzt.

Das Antwortsignal richtet sich nach dem → *Mode*, in dem der Transponder betrieben wird.

Transsonischer Flug

Eine Flugphase im Übergang vom → *Unterschallflug* zum → *Überschallflug*, also der Flug mit → *Fluggeschwindigkeiten* um → *Mach* 1.
Im transsonsichen Flug kommt es zum sog. Schütteln (→ *Schüttelgrenze*). Dabei bilden sich auf dem → *Tragflügel* Verdichtungsstöße aus, die eine stark instationäre, → *abgelöste Strömung* verursachen und das Flugzeug zum Vibrieren bringen. Bei Flugzeugen die nicht auf den transsonischen Flug ausgelegt sind, kann dieses Schütteln zur Zerstörung und zum Totalverlust führen. Wird die → *Schallgeschwindigkeit* überschritten, so wandern diese Verdichtungsstöße zur → *Hinterkante* des Tragflügels und das Schütteln verschwindet.
Durch Wahl dünner → *Profile* und geringer → *Anstellwinkel* kann das Schütteln im Transsonischen Flug verringert werden. Die Anwendung der → *Flächenregel* dient der Verringerung des Widerstands.

Trapezflügel

Bezeichnung für einen → *Tragflügel*, bei dem jede Flügelhälfte die Form eine Trapezes hat. Der Trapezflügel mit → *Pfeilung* ist heute die häufigste Flügelform für Verkehrsflugzeuge, z. B. bei den Boeing-Flugzeugen B747, B757, B767, B777, oder bei den Airbus-Flugzeugen A300, A310, A318/319/320/321, A330/340 und A380.

Eine Sonderform ist der Trapezflügel mit gerade Hinterkante, der auch als Dreieckflügel oder → *Deltaflügel* bezeichnet wird.

TRCV
Abk. für Tri-Color VASI.
Eine besondere Ausführung des → *VASI*.

Treibstoff
→ *Kraftstoff*.

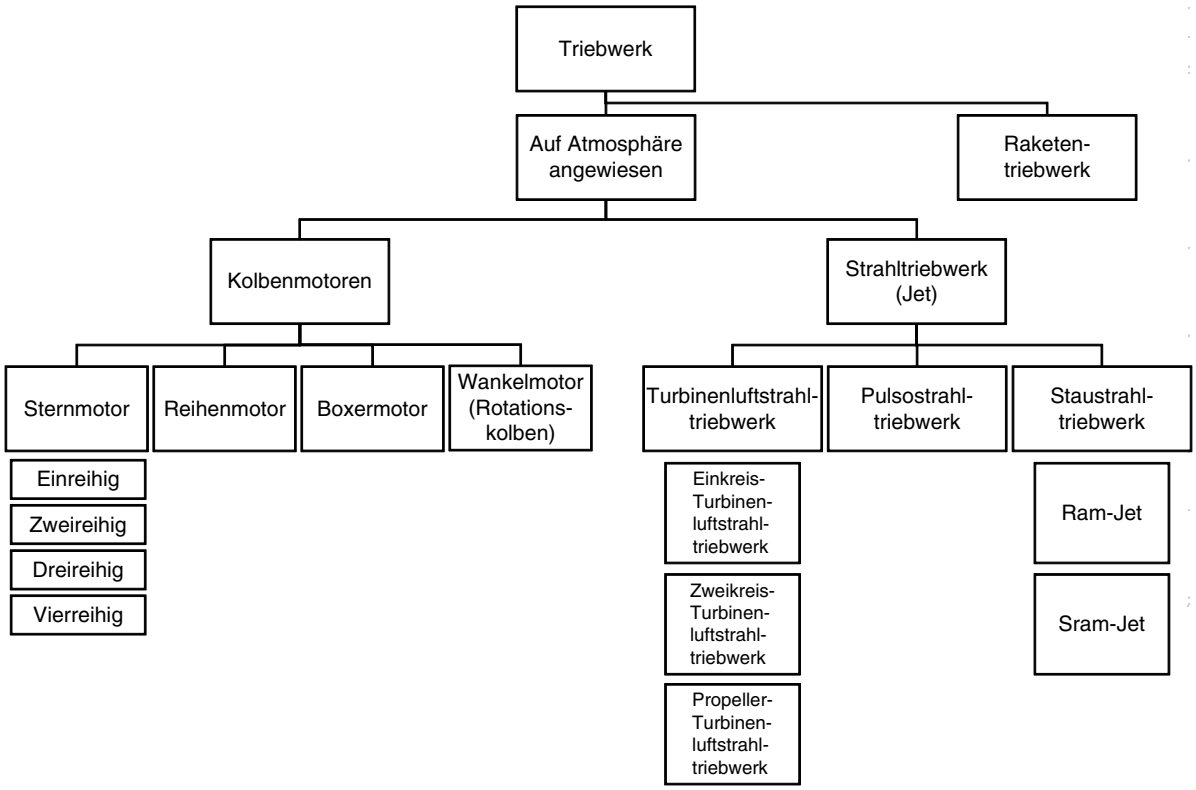
Treibstoffablassen
Engl.: Fuel Dumping oder Jettisoning. Außergewöhnliche Maßnahme zur Verringerung des → *Flugzeuggewichts* vor einer unplanmäßigen → *Landung*.
Das Treibstoffablassen kommt prinzipiell nur bei großen zivilen und militärischen Langstreckenflugzeugen und Frachtflugzeugen vor, deren maximales Abfluggewicht deutlich über dem maximalen Landegewicht liegt. So ist bei einer Boeing B747-400 das Landegewicht um ca. 100 Tonnen, bei einem Airbus A340-200 um ca. 70 Tonnen geringer als das maximale Abfluggewicht (MTOW, → *Flugzeuggewicht*). Sind diese Flugzeuge kurz nach dem Start, z. B. aufgrund eines technischen Defekts oder eines Notfalls an Bord, zu einer vorzeitigen Landung gezwungen, so kann das aktuelle Gewicht des Flugzeugs infolge nicht verbrauchten → *Kraftstoffs* so hoch sein, dass die Zelle, das → *Fahrwerk* und die Bremsen sowie die → *Landebahn* der Belastung beim Aufsetzen und Ausrollen nicht gewachsen sind. Um dies zu verhindern wird das Gewicht des Flugzeugs durch Versprühen des Kraftstoffs aus besonderen Ventilen im → *Tragflügel* auf das maximale Landegewicht (MLW) reduziert. Im Flugzeug verbleibt nur eine Restmenge Kraftstoff, die zur Landung und, falls nötig, für einen zweiten → *Landeanflug* ausreicht.
Das Treibstoffablassen, inklusive der Menge des abzulassenden Treibstoffs, muss bei der → *Flugsicherung* beantragt werden. Zusätzlich gelten Mindestwerte für die → *Flughöhe* (mindestens 1.500 m; typisch sind Höhen von 4 bis 8 km) und die → *Fluggeschwindigkeit* (500 km/h) sowie den während des Ablassens geflogenen Kurs (keine geschlossenen Kreise). Dadurch ist sichergestellt, dass nur ein Bruchteil (ca. 8 %) des versprühten und in der Luft verdunstenden Kraftstoffs auf dem Erdboden auftrifft. Sofern möglich wird das Ablassen über unbebautem oder gering besiedeltem Gebiet (in Deutschland z. B. der Odenwald, die Eifel, das Sauerland, der Westerwald, die Nordsee) durchgeführt; Schutzzonen werden soweit möglich eingehalten. Das Gebiet, über dem der Kraftstoff abgelassen wird, wird auch als Dumping Area bezeichnet.
Gerüchte, dass Flugzeuge regelmäßig oder sogar bei jeder Landung Treibstoff ablassen, sind unter Laien weit verbreitet und vermutlich auf die → *Kondensstreifen* der Flugzeuge, die manchmal bei der Landung zu beobachten sind, zurückzuführen. Tatsächlich wäre solch eine Praxis für die → *Luftverkehrsgesellschaften* wirtschaftlich unsinnig.

Triebwerk
Zusammenfassende Bezeichnung für die unterschiedlichen Systeme, die in der Luftfahrt zur Erzeugung von → *Vortrieb* eingesetzt werden.
Bis in die 40er Jahre hinein wurden Flugzeuge fast ausschließlich mit → *Kolbenmotoren* ausgerüstet; diese treiben einen → *Propeller* an, der die umgebende Luft beschleunigt und damit den benötigten Vortrieb erzeugt. Propeller haben einen sehr hohen → *Vortriebswirkungsgrad*, daher werden sie auch heute noch bei geringen und mittleren → *Fluggeschwindigkeiten* bis ca. → *Mach* 0,5 eingesetzt. Bei größeren Fluggeschwindigkeiten erreicht die Strömung am Propeller jedoch schnell Überschallgeschwindigkeit; dadurch steigt einerseits der → *Widerstand* stark an, andererseits ist der Propeller den hohen Luftkräften nicht mehr gewachsen. Gleichzeitig steigen bei den Kolbenmotoren mit anwachsender Leistung die lateralen Kräfte durch die Bewegung der Kolben stark an, so dass man ab Mitte der 30er Jahre zur Steigerung von Fluggeschwindigkeit und Leistungsfähigkeit mit der Entwicklung von → *Strahltriebwerken* begann.
Die ersten Strahltriebwerke waren einfache → *Einstrom-Turbinenluftstrahltriebwerke* (ETL) und → *Pulso-Strahltriebwerke*. Da sie hohe Leistungen erzeugten und für Fluggeschwindigkeiten im Überschallbereich geeignet waren wurden sie zunächst in → *Militärflugzeugen*, ab den 50er Jahren auch bei großen Passagierflugzeugen eingesetzt. Zur weiteren Leistungssteigerung wurden diese Triebwerke mit → *Nachbrennern* versehen. Daneben wurden für Geschwindigkeiten oberhalb von Mach 3 die → *Staustrahltriebwerke* (Ram-Jet und Scram-Jet) entwickelt.
Der große Nachteil der ersten Generation von Strahltriebwerken war ihr geringer Vortriebswirkungsgrad. Aus diesen Gründen wurden in den 60er Jahren die → *Zweikreis-Turbinenluftstrahltriebwerke* (ZTL, Turbo-Fan Triebwerk, Mantelstromtriebwerk) für den hohen Unterschallbereich (bis ca. Mach 0,9), und → *Propeller-Turbinenluftstrahltriebwerke* (PTL, Turbo-Props) für den mittleren Unterschallbereich (bis ca. Mach 0,6) entwickelt. Die neueren → *Propfan-Triebwerke* stellen einen Versuch dar, das Prinzip des PTLs auf höhere Fluggeschwindigkeiten auszudehnen und die weniger effizienten ZTLs zu ersetzen.
Heute stehen die Verbesserung einzelner Komponenten und die Optimierung der Gesamtauslegung des Triebwerks im Mittelpunkt der Entwicklung. Ziel ist es dabei, die negativen Auswirkungen auf die Umwelt (Treibstoffverbrauch, Lärmentwicklung und Schadstoffausstoß) zu verringern, und ihre Handhabung für die → *Luftfahrtgesellschaften* (Zuverlässigkeit, Lebensdauer und Wartungsfreundlichkeit) weiter zu verbessern. Ein anderer Forschungsansatz zielt darauf ab, die traditionellen Treibstoffe durch Wasserstoff zu ersetzten. Von Vorteil ist dabei, dass bei der Verbrennung mit Sauerstoff lediglich Wasser entsteht, und die gerade in großen Flughöhen sehr schädlichen Schadstoffemissionen heutiger Triebwerke vermieden werden.
Bei allen bislang diskutierten Triebwerken handelt es sich um → *luftatmende Triebwerke*. Dem stehen die → *Raketentriebwerke* gegenüber, die in der Luftfahrt fast ausschließlich im militärischen Bereich, und dort meist auch nur als Hilfsantriebe, z. B. als Start(hilfs)raketen, Verwendung finden.

Triebwerksgondel
Auch Triebwerksmantel; engl.: Nacelle. Bezeichnung für die Ummantelung eines → *Triebwerks*, nicht aber die Aufhängung (→ *Pylon*). Die Form der Triebwerksgondel hat unter anderem einen Einfluss auf den tatsächlichen → *Vortrieb*, den ein Triebwerk im eingebauten Zustand erzeugt.

Triebwerkspylon
→ *Pylon*.

Trike
→ *Ultraleichtflugzeug*.



Systematik der Triebwerke
Nur Verbrennungskraftmaschinen

Trimmkante
Auch Bügelkante genannt. Bezeichnung für kleinere, starre Flächen, die zur → *Trimmung* des Flugzeugs verwendet werden.
Trimmkanten werden zur Trimmung um die → *Hoch-* und → *Längsachse* eingesetzt und gleichen kleinere, im Flug permanent wirkende Unsymmetrien des Flugzeugs durch ein erzeugtes Moment aus, das ohne das Zutun des Piloten wirkt, d. h. wenn alle Steuerelemente in Grundstellung (=Nullstellung) sind.

Trimmung
Einstellen bzw. Nachstellen von Steuerflächen (z. B. → *Höhenruder*, → *Höhenflosse*, Hilfsrudern) zur Optimierung der → *Steuerbarkeit* des Flugzeugs. Im Gegensatz zur kontinuierlichen Steuerung und Regelung des Flugzeugs erfolgt die Trimmung nur von Zeit zu Zeit, z. B. um das Flugzeug auf einen neuen → *Flugzustand* einzustellen.
Flugzeuge sind so ausgelegt, dass sie sich für einen bestimmten „Arbeitspunkt", d. h. für eine bestimmte Kombination von Gewicht, Schwerpunktlage, → *Fluggeschwindigkeit* etc. die → *Kräfte* und → *Momente* im → *stationären Horizontalflug* im Gleichgewicht befinden. Dieser Arbeitspunkt wird in der Realität aber nur zufällig erreicht, da z. B. Beladung und Fluggeschwindigkeit bei jedem Flug variieren. Hinzu kommt, dass sich auch während eines Fluges viele Parameter wie Gewicht und dadurch → *Schwerpunkt* des Flugzeugs z. B. durch Verbrauch von → *Kraftstoff* verändern. Der → *Pilot* (oder ein → *Flugregler*) müsste also permanent Steuerkräfte auf die → *Ruder* ausüben, um das Gleichgewicht herzustellen.
Durch die Trimmung werden nun Steuerflächen wie Ruder, Flossen, Hilfsruder oder Kanten so eingestellt, dass sich die Kräfte und Momente im Gleichgewicht befinden und das Flugzeug ohne Steuerkräfte im stationären Horizontalflug verbleibt. Dies entlastet sowohl den Piloten, als auch die Ruder und ihre Gestänge. Gleichzeitig bleibt der volle Arbeitsbereich der Ruder erhalten.

Trimmung um die Querachse
Die wichtigste Trimmung betrifft das Gleichgewicht der Kräfte und Momente in der Längsbewegung.
Die Trimmung kann dabei durch einen Ausschlag des Höhenruders, oder alternativ durch Verstellen der gesamten Höhenflosse (→ *Flossentrimmung*) erfolgen. Bei langsamen Flugzeugen kann auch durch Veränderung der Federvorspannung des Gestänges getrimmt werden.

Trimmung um die Hoch- und Längsachse
Die Trimmung um die → *Hochachse* ist meist zum Ausgleich von permanentem Seitenwind erforderlich. Kleinere Unsymmetrien des Flugzeugs in Hoch- und → *Längsachse* können am Boden durch fest einstellbare Bügel- bzw. → *Trimmkanten* ausgeglichen werden.
Ein Sonderfall ist die Trimmung beim Ausfall eines → *Triebwerks* links oder rechts der Längsachse. Hierbei tritt infolge des unsymmetrischen → *Schubs* ein → *Giermoment* auf, das durch einen Ausschlag des → *Seitenruders* ausgeglichen werden muss. Dabei entsteht eine → *Querkraft*, die einen → *Schiebe-*

winkel und damit einen → *Schiebeflug* erzeugt. Zur Vermeidung des Schiebeflugs kann das Flugzeug mit einem → *Hängewinkel* geflogen werden; die Querkraft wird dann durch eine Komponente der → *Gewichtskraft* kompensiert. Dieser Ausgleich ist allerdings nur zulässig bis zu einem maximalen Hängewinkel von 5°.

Trimmwiderstand
Bezeichnung für eine Komponente des → *Widerstands*. Der Trimmwiderstand ist eine direkte Folge der → *Trimmung* und beschreibt den Teil des Widerstands, der durch den Ausschlag von Trimmflächen (z. B. → *Höhenruder* oder → *Höhenflosse*) entsteht.
Der Trimmwiderstand kann am Beispiel der Trimmung für die → *Längsneigung* erläutert werden: Im günstigsten Fall wird bei der Trimmung am → *Höhenleitwerk* ein zusätzlicher → *Auftrieb* zum → *Tragflügel* erzeugt. In diesem Fall beschränkt sich der Trimmwiderstand auf den zusätzlichen → *Profilwiderstand* an den Steuerflächen.
Im ungünstigeren Fall muss am Höhenleitwerk ein → *Abtrieb* erzeugt werden. Dies muss dann durch einen entsprechend höheren Auftrieb am Tragflügel kompensiert werden. Dieser zusätzliche Auftrieb ist wiederum mit der Erzeugung eines zusätzlichen Widerstands verbunden, der ebenfalls dem Trimmwiderstand zugerechnet werden muss.

Trip-Check
→ *Wartung*.

Trip-Fuel
→ *Kraftstoff*.

Trog
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für einen länglich ausgedehnten Bereich relativ niedrigen → *Luftdrucks*. Ein Trog ist gewöhnlich mit einem Bereich maximaler Krümmung des Tiefdruckgebiets verbunden und ganz deutlich als solcher identifiziert.

Trolley
1. Auch Trolley; Bezeichnung für kleine Servicewagen, mit denen an Bord des Flugzeugs Speisen, Getränke und Waren transportiert und angeboten werden. Soweit möglich erfolgt bereits die Anlieferung der Produkte beim → *Catering* in den Trollys.
2. Gelegentlich die Bezeichnung für einen Gepäckwagen (Baggage Cart) am Flughafen.

Tropopause
Bezeichnung für die dünne Übergangszone zwischen der → *Troposphäre* und der → *Stratosphäre*. Es handelt sich dabei um die Region der → *Atmosphäre* mit den niedrigsten Temperaturen (etwa –60 Grad C).
Die Tropopause ist gewöhnlich durch eine abrupte Änderung des senkrechten Temperaturgradienten gekennzeichnet. Die Höhe der Tropopause variiert von etwa 65.000 Fuß (19,8 km) über dem Äquator bis 20.000 Fuß (6.096 m) oder tiefer über den Polen. Temperatur und → *Wind* schwanken in der Nähe der Tropopause stark. Maximale → *Windgeschwindigkeiten* treten generell auf Höhen nahe der Tropopause auf. Diese starken Winde erzeugen schmale Zonen von → *Windscherungen*, die oft gefährliche Höhenturbulenzen verursachen.

Troposphäre
Bezeichnung für die Schicht der → *Atmosphäre* von der Erdoberfläche bis zu einer Durchschnittshöhe von etwa 11 km. Die meisten Wettererscheinungen treten in der Troposphäre auf. Die Temperatur nimmt hier generell bei zunehmender Höhe mit 2° C pro 1.000 Fuß (305 m) ab. Das obere Ende der Troposphäre variiert mit der geographischen Breite und den Jahreszeiten. Sie steigt von etwa 20.000 Fuß (6,1 km) über den Polen bis etwa 65.000 Fuß (19,8 km) über dem Äquator. Im Sommer ist sie höher als im Winter. Am oberen Ende liegt die → *Tropopause*.

Trudeln
1. Bezeichnung für ein Manöver aus dem Bereich des → *Kunstflugs*, das aber auch unabsichtlich und unerwünscht erfolgen kann. Auch Spin genannt. Es handelt sich um einen steilen und spiralförmigen → *Sinkflug*, bei dem das Luftfahrzeug in einer überzogenen (→ *Überziehen*) Fluglage ist, und sich schnell um die → *Längsachse* dreht. Die charakteristische Drehung ist das Ergebnis eines starken Giermoments (→ *Gieren*), das auftritt, wenn es an einem → *Tragflügel* zu einer → *abgelösten Strömung* kommt, während der andere noch immer einen gewissen → *Auftrieb* erzeugt.
2. Engl.: Spin. Bezeichnung für eine steile, spiralförmige Absturzbewegung, bei der sich das Flugzeug schnell um eine Trudelachse dreht. Das Trudeln ist im Allgemeinen ein unerwünschter und gefährlicher → *Flugzustand*, wird im → *Kunstflug* aber auch bewusst als Manöver geflogen.

Entstehung des Trudelns
Ein Flugzeug gerät immer dann ins Trudeln, wenn es nur an einer der beiden → *Tragflächen* zu einem → *Strömungsabriss* kommt. In diesem Fall bricht der → *Auftrieb* an einer Tragfläche – bei gleichzeitiger starker Zunahme des → *Widerstandes* – zusammen, während die andere Tragfläche weiterhin mit geringem Widerstand Auftrieb erzeugt. Die unsymmetrische Verteilung von Auftrieb und Widerstand reißt die Tragfläche mit der abgerissenen Strömung nach hinten, und lässt sie gleichzeitig nach unten fallen. Es kommt zu einer → *Gier-* und → *Rollbewegung*, die die Strömungsverhältnisse am noch angeströmten Flügel weiter verbessert und so die eingeleitete Bewegung noch verstärkt. Schließlich nimmt das Flugzeug einen stationären Trudelzustand ein und fällt in einer schnellen Spiralbewegung zum Boden. Die Trudelachse liegt dabei in der Ebene aus → *Längs-* und → *Hochachse* des Flugzeugs, fällt mit diesen aber nicht zusammen.

Einleiten des Trudelns
Die Gefahr eines einseitigen Strömungsabrisses besteht immer dann, wenn beim Flug nahe der → *Überziehgeschwindigkeit* (also nahe des maximalen → *Anstellwinkels*) eine abrupte Seitenbewegung eingeleitet wird.
Ein typischer Fall hierfür ist der langsame → *Kurvenflug* mit gekreuzten → *Rudern*: Erfolgt der Kurvenflug mit zu geringer → *Fluggeschwindigkeit*, so kommt es zum → *Rutschen*. Der Pilot neigt dann dazu, den tiefer hängenden Flügel durch einen Ausschlag der → *Querruder* anzuheben (Querruder zum höheren Flügel), und gleichzeitig den Ausschlag des → *Seitenruders* in Kurvenrichtung zu erhöhen (Seitenruder zum tieferen Flügel). Dieser gekreuzte Ruderausschlag erhöht den Anstellwinkel am tiefer hängenden Flügel so stark, dass der kritische Wert überschritten wird und die Strömung einseitig abreißt.

Ausleiten des Trudelns

Das Trudeln ist ein (annähernd) → *stationärer Flugzustand*, d. h. ohne Gegenmaßnahmen bleibt die Absturzbewegung erhalten und führt zum Totalverlust des Flugzeugs.

Beim Trudeln ist es zum Abriss der Strömung an einem Flügel gekommen, so dass das Querruder wirkungslos ist und nicht zum Ausleiten des Trudelns eingesetzt werden kann. In manchen Fällen ist auch das → *Höhenruder* wirkungslos, entweder weil es nicht mehr in Strömungsrichtung angeblasen wird, oder weil sein maximaler Anstellwinkel überschritten wurde und die Strömung abgerissen ist.

Die wirkungsvollste Maßnahme gegen das Trudeln ist daher der volle Ausschlag des Seitenruders gegen die Drehrichtung; dabei kommt es oft zu einer Verzögerung der Ruderwirkung. Damit kann zunächst die Drehbewegung beendet werden; die verbleibende Fallbewegung zum Boden kann danach mit Hilfe des Höhenruders abgefangen werden.

Steiltrudeln, Flachtrudeln und Spiralsturz

Ist der Winkel zwischen der Trudelachse und der Längsachse des Flugzeugs größer als 45° so spricht man vom Steiltrudeln. In diesem Fall ist das → *Seitenleitwerk* in der Regel noch angeströmt, und kann – wie oben beschrieben – zum Ausleiten des Trudelns eingesetzt werden.

Beträgt der Winkel weniger als 45° so spricht man vom Flachtrudeln. Dabei kann es vorkommen, dass alle → *Ruder* in Folge fehlender Anströmung wirkungslos werden; ein Ausleiten des Trudelns ist dann sehr schwer oder sogar ganz unmöglich. Flachtrudeln droht besonders bei Flugzeugen, deren → *Schwerpunkt* zu weit hinten liegt.

Bei manchen Flugzeugen kann das Trudeln in einen Spiralsturz übergehen, eine instationäre Absturzbewegung die noch gefährlicher als das stationäre Trudeln ist.

Eine weitere Besonderheit ist die „Graveyard Spiral“ (auch: Graveyard Spin). Dabei wird dem Piloten vom Gleichgewichtssinn nach dem Ausleiten des Trudelns vorgetäuscht, dass das Flugzeug nun in entgegen gesetzter Richtung trudelt. Reagiert der Pilot auf diese Täuschung, so kann sein „Gegenmanöver“ das Flugzeug erneut zum Trudeln bringen.

True Bearing

→ *Seitenpeilung*.

True Heading

→ *Rechtsweisender Kurs*.

Turbine

Allgemein die Bezeichnung für ein System, das einem Fluid Energie entzieht und in mechanische Energie umwandelt.

In der Luftfahrt kommen Turbinen z. B. in den → *Turbinenluftstrahltriebwerken* (TL-Triebwerken) zum Einsatz. Sie wandeln die Wärmeenergie des heißen Abgasstrahl aus der → *Brennkammer* zunächst in Bewegungsenergie (Entspannung) und dann in mechanische Energie zum Antrieb einer Welle um.

Im einfachsten Fall des Einstrom-TL-Triebwerks (ETL) treibt diese Welle lediglich den → *Verdichter* vor der → *Brennkammer* an. In diesem Fall herrscht (von Verlusten abgesehen) Leistungsgleichgewicht zwischen der Turbine und dem Verdichter. Dem Abgasstrahl wird nur ein Teil seiner Energie entzogen; der Hauptanteil wird in die Beschleunigung des Abgasstrahls zur Schuberzeugung verwendet.

Beim → *Zweistrom-Turbinenluftstrahltriebwerk* (ZTL) dagegen muss die Welle neben dem Verdichter für den Hauptstrom auch den Verdichter (Fan, Bläser) für den Nebenstrom antreiben. Gegenüber dem ETL entzieht die Turbine dem Abgasstrahl also wesentlich mehr Energie. Analog treibt die Turbine beim → *Propeller-Turbinenluftstrahltriebwerk* (PTL) und beim → *Propfan-Triebwerk* neben dem Verdichter auch den Propeller an; im Extremfall wird dabei dem Abgasstrahl so viel Energie entzogen, dass sein Beitrag zum → *Schub* vernachlässigbar klein wird.

Moderne TL-Triebwerke verfügen über getrennte Niederdruck- und Hochdruckturbinen, manchmal ergänzt um Mitteldruck-Turbinen, deren Drehzahl jeweils optimal auf die Bedürfnisse der Verdichterstufen, des Fans (beim ZTL) und des → *Propellers* (beim PTL und Propfan-Triebwerk) abgestimmt sind.

Gleichdruckturbine und Reaktionsturbine

Turbinen bestehen aus einem feststehenden Leitrad (Stator) und einem rotierenden Laufrad (Rotor). Bei der Gleichdruckturbine übernimmt das Leitrad die gesamte Beschleunigung (Entspannung) des Abgasstrahls, und führt die Strömung im optimalen Winkel zum Laufrad; die Beschleunigung wird dabei durch eine Querschnittsverengung des Leitrads erreicht. Das Laufrad wiederum setzt die Bewegungsenergie der Strömung in die mechanische Energie der Welle um. Dies erfolgt durch eine Umlenkung der Strömung; der Abgasstrahl „prallt“ quasi gegen die Turbinenschaufeln (engl. Blades) und erfährt dabei eine Kraft die ihn umlenkt; die entsprechende Gegenkraft treibt dann das Laufrad an.

Für TL-Triebwerke werden jedoch Reaktionsturbinen bevorzugt, bei denen die Entspannung sowohl im Leit- als auch im Laufrad erfolgt. Dazu muss auch das Laufrad eine Querschnittsverengung in Strömungsrichtung aufweisen. In der Regel wird die Turbine dann so ausgelegt, dass Leit- und Laufrad gleiche Anteile an der Entspannung haben; die relative Eintrittsgeschwindigkeit des Abgasstrahls bleibt dann von Stufe zu Stufe gleich, und eine zu hohe Strahlgeschwindigkeit wird vermieden.

Mechanische und thermische Belastung der Turbine

Turbinen unterliegen hohen Belastungen. Bei der Entspannung des Abgasstrahls und der Umwandlung der kinetischen in mechanische Energie treten hohe Reaktions- und Schwingungskräfte auf; hinzu kommen starke Fliehkräfte infolge der hohen Umdrehungszahlen. Gleichzeitig führt der heiße Abgasstrahl mit seinen Temperaturen bis über 1.000° Celsius zu einer hohen thermischen Belastung der Turbine.

Zur Beschränkung der mechanischen Last werden Turbinen in mehrere Turbinenstufen unterteilt; jede Stufe verfügt dann über ein Leit- und ein Laufrad. Die Fliehkräfte werden verringert, indem man die Turbinenschaufeln möglichst leicht ausgeführt. Schließlich müssen sowohl Leit- als auch Laufrad mit Hilfe von Kühlluft, die über kleine Öffnungen in den Schaufelblättern ausströmt, gekühlt werden.

Turbinenluftstrahltriebwerk

Abgekürzt TL-Triebwerk; engl: Turbo-Jet. Bezeichnung für solche → *Strahltriebwerke*, die zur Verdichtung der Luft eine oder mehrere Verdichterstufen einsetzen, die wiederum von Turbinen angetrieben werden.

Aufbau von Turbinenluftstrahltriebwerken

In seiner einfachsten Form besteht das TL-Triebwerk aus fünf Hauptkomponenten:

- Der → *Einlauf* dient dazu, die Umgebungsluft mit möglichst geringen Verlusten in das → *Triebwerk* zu schleusen und dabei eine erste Verdichtung der Luft vorzunehmen.
- Der → *Verdichter* komprimiert in einer oder in mehreren Stufen die Umgebungsluft und leitet sie in die → *Brennkammer*.
- In der Brennkammer wird die Luft mit eingespritztem → *Kraftstoff* vermischt und verbrannt; diese Verbrennung sollte möglichst vollständig und mit geringen Druckverlusten erfolgen. Die Luft hat bei der Verbrennung eine Geschwindigkeit von ca. → *Mach* 0,1 bis Mach 0,2 um eine gute Durchmischung mit Kraftstoff sicherzustellen und ein Wegdriften der Brennflamme zu vermeiden. Die Verbrennung in der Brennkammer erfolgt unter annähernd konstantem Druck und führt zu einer großen Erhöhung des Volumens, und damit der Geschwindigkeit, des Abgasstrahls.
- Die ein- oder mehrstufige → *Turbine* entnimmt dem aus der Brennkammer austretenden Abgasstrahl einen Teil seiner Energie und treibt damit über eine Welle den Verdichter an. Von Verlusten abgesehen befinden sich Verdichter und Turbine im Leistungsgleichgewicht.
- In der → *Schubdüse* wird die Wärmeenergie des Abgasstrahls in kinetische Energie umgesetzt; dadurch beschleunigt sich der Abgasstrahl und gegen die Flugrichtung aus dem Triebwerk ausgestoßen.

Das Einkreis-Turbinenluftstrahltriebwerk

Triebwerke mit dem oben beschriebenen Aufbau werden heute als Einkreis-Turbinenluftstrahltriebwerke (ETL), spezifisch als Einwellen-ETL, bezeichnet. Die ersten TL-Triebwerke folgten diesem Aufbau, z. B. die von Sir Frank Whitle in Großbritannien entwickelten TL-Triebwerke oder das von Pabst von Ohain entwickelte Heinkel He S 3B (Leistung ca. 4,5 kN). Mit diesem Triebwerk wurde auch im August 1939 der erste Flug eines Flugzeugs (Heinkel He 178) mit einem TL-Triebwerk durchgeführt. Die ersten Triebwerke verwendeten noch Radialverdichter, die jedoch bald durch mehrstufige Axialverdichter ersetzt wurden (z. B. beim Jumo 004 für die Messerschmitt Me 262 (Erstflug 18. Juli 1942), das eine Leistung von etwa 9 kN erzeugte).

Eine Verbesserung des ETL besteht darin, zwei Verdichter- und zwei Turbinenstufen zu verwenden. Dabei strömt die Luft zunächst durch einen Niedrigdruckverdichter mit geringer Umdrehungszahl und großem Strömungsquerschnitt. Anschließend folgt eine weitere Verdichtung durch den Hochdruckverdichter, der mit höherer Umdrehungszahl und kleinerem Strömungsquerschnitt agiert. Hinter der Brennkammer wird dem Abgasstrahl zunächst in einer Hochdruckturbine Leistung entzogen und über eine erste Welle an den Hochdruckverdichter abgegeben. Anschließend erfolgt in der Niederdruckturbine eine weitere Leistungsentnahme, die über eine zweite Welle an den Niederdruckverdichter übertragen wird. Diese Triebwerke werden auch als Zweiwellen-Turbinenluftstrahltriebwerke bezeichnet. Von Vorteil ist dabei, dass der Verdichtungsprozess in zwei Stufen aufgeteilt wird, für die eine jeweils optimale Auslegung des Verdichters (Umfangsgeschwindigkeit, Querschnitt) gewählt werden kann. Gleichzeitig können im Flug die Drehzahlen der beiden Wellen individuell gewählt werden und das Gesamttriebwerk so besser an die unterschiedlichen → *Flugzustände* (z. B. → *Start*, → *Steigflug*, → *Reiseflug*) angepasst werden.

Die größten Vorteile des ETL liegen in seiner einfachen Bauweise und seiner Einsatzmöglichkeit auch bei hohen → *Fluggeschwindigkeiten*. Die hohe Austrittsgeschwindigkeit des Abgasstrahls führt allerdings gegenüber dem Propellerantrieb zu deutlich niedrigeren → *Vortriebswirkungsgraden* und zu einer starken Lärmentwicklung. Daher werden diese Triebwerke heute nur noch bei Überschall-Militärflugzeugen, bevorzugt mit einem → *Nachbrenner* zur Leistungssteigerung, eingesetzt. Beispiele für Flugzeuge mit ETL sind das britisch-französische Überschall-Passagierflugzeug Concorde (Erstflug 2. März 1969) und die frühen Versionen der US-Bomber Boeing B52 (Erstflug 15. April 1952).

Weiterentwicklungen des ETL

Zur Behebung des Nachteils niedriger Wirkungsgrade wurden, ausgehend vom ursprünglichen ETL, zahlreiche neue Triebwerkstypen entwickelt:

Beim → *Zweikreis-Turbinenluftstrahltriebwerk* (ZTL, auch Mantelstromtriebwerk oder Turbofan-Triebwerk) wird ein großer Teil der verdichteten Luft abgezweigt und unter Umgehung der Brennkammer mäßig beschleunigt nach hinten ausgestoßen.

Beim → *Propeller-Turbinenluftstrahltriebwerk* (PTL, auch Turbo-Prop) wird ein Teil der Leistung des Triebwerks zum Antrieb eines → *Propellers* verwendet, der Rest verbleibt im Abgasstrahl zur Erzeugung von → *Vortrieb*. Das Wellenleistungs-Triebwerk stellt einen Sonderfall des PTL dar, bei dem die gesamte Triebwerksleistung von der Turbine entnommen wird und kein nennenswerter Restschub durch den Abgasstrahl verbleibt. Diese Triebwerke werden zum Beispiel bei → *Hubschraubern* eingesetzt.

Beim → *Propfan-Triebwerk* treibt ein TL-Triebwerk säbelförmige Blätter an, die durch ihre besondere Formgebung auch bei Fluggeschwindigkeiten bis Mach 0,8 eingesetzt werden können.

Turboaufladung

→ *Aufladung*.

Turbofan-Triebwerk

→ *Zweikreis-Turbinenluftstrahltriebwerk*.

Turboprop-Triebwerk

Umgangssprachliche → Bezeichnung → für → ein → Propeller *-Turbinenluftstrahltriebwerk*.

Turbulente Strömung

Engl.: Turbulent Air Flow. Ein Begriff aus der → *Aerodynamik*. Charakteristisch für eine turbulente Strömung ist die Durchmischung benachbarter Strömungsschichten. Im Gegensatz zur → *laminaren Strömung* weist die turbulente Strömung also auch (unregelmäßige) Querbewegungen der Strömungsteilchen senkrecht zur Strömungsrichtung auf. Zusätzlich wird bei der turbulenten Strömung auch die Bewegung in Strömungsrichtung durch unregelmäßige Geschwindigkeitsschwankungen überlagert.

Die unregelmäßigen Bewegungen parallel und senkrecht zur Strömungsrichtung erzeugen eine zusätzliche Reibung in der Strömung und damit einen zusätzlichen → *Widerstand*. Daher ist der Widerstand einer turbulenten Strömung höher als der einer laminaren Strömung.

Laminare Strömungen können in turbulente Strömungen umschlagen, wenn sie einem Anstieg des → *statischen Drucks*

ausgesetzt sind. Der Umschlagpunkt ist dabei abhängig von der → *Reynolds-Zahl* und erfolgt etwa bei Reynoldszahlen zwischen $3*10^5$ und $3*10^6$. Durch Beeinflussung der → *Grenzschicht* oder durch Verwendung von → *Laminarprofilen* versucht man, diesen Umschlag zu vermeiden oder zu verzögern (→ *Grenzschicht*, → *abgelöste Strömung*).
Aufgrund der Querbewegungen kann der Grenzschicht in einer turbulenten Strömung Energie von äußeren Strömungsschichten zugeführt werden. Dadurch wird die Grenzschicht resistenter gegen Ablösung als bei der laminaren Strömung und der mit einer abgelösten Strömung einhergehende starke Anstieg des Widerstands und starke Abfall des → *Auftriebs* kann vermieden oder verzögert werden. Bei → *Tragflügeln* werden daher manchmal → *Wirbelbleche* eingesetzt, um bewusst einen Umschlag der laminaren in eine turbulente Strömung zu erzeugen.

Turbulenz
Bezeichnet eine räumlich begrenzte, zeitlich im Gegensatz zur → *Böe* länger andauernde, chaotische, nur statistisch darstellbare und daher nicht vorhersagbare Zusatzbewegung zur mittleren gerichteten Bewegung der Luft in einem größeren Raum. Die Turbulenz ist abhängig von der → *Windgeschwindigkeit*, der Rauhigkeit des Bodens und von der Atmosphärenschichtung.
Je nach Stärke und Dauer unterscheidet man z. B. → *CAT*, → *leichte Turbulenz* oder → *starke Turbulenz*.

Turbulenzgenerator
→ *Wirbelblech*.

Turn
→ *Hammerkopf*.

Turn-around (-Zeit)
Bezeichnet die Aktivitäten des → *Bodenabfertigungsdienst*, die an einem Flugzeug durchgeführt werden, das unter einer bestimmten Flugnummer landet und zu seiner → *Parkposition* rollt und unter einer anderen Flugnummer von dieser Parkposition aus wieder abfliegt. Die Zeit, in der eine komplette Abfertigung zwischen zwei Flügen erfolgt, wird als Turn-around-Zeit (auch Wendezeit) bezeichnet.
→ *Luftverkehrsgesellschaften* streben aus wirtschaftlichen Gründen eine möglichst geringe Turn-around-Zeit an: Eine kürzere Turn-around-Zeit ermöglicht es, dass das Flugzeug schneller wieder zu einem Flug startet und damit Geld verdient. Die Turn-around-Zeit hängt unter anderem von der Organisation der Bodenabfertigungsdienste am → *Flugplatz* (Verringerung z. B. durch eine konfliktfreie Abwicklung der Bodenabfertigungsdienste), von den operativen Prozessen der Luftverkehrsgesellschaft (Verringerung z. B. durch Verzicht auf → *Catering* oder durch schnellere Einsteigevorgänge bei Verzicht auf fest zugewiesene Sitzplätze), von der Architektur des Flugplatzes (Verringerung z. B. durch Verwendung von zwei → *Fluggastbrücken* für den Ein- und Aussteigevorgang) und vom Design des Flugzeugs (z. B. Anzahl der Sitze im Flugzeug) ab.
Oftmals wird die Turn-around-Zeit nur durch drei Aktivitäten bestimmt: Den Aussteigevorgang der → *Passagiere*, das Betanken des Flugzeugs (das ohne gebührenpflichtige Begleitung durch die Feuerwehr erst beginnen darf, wenn alle Passagiere das Flugzeug verlassen haben) und den Einsteigevorgang der Passagiere (der erst nach Beendigung des Betankens beginnen darf). Alle anderen Bodenabfertigungsdienste wie z. B. die Reinigung können meist innerhalb dieses „kritischen Pfades" bewältigt werden.
Zwischen zwei Kurzstrecken beträgt die Turn-around-Zeit in Deutschland normalerweise 45 min, bei Langstrecken ist es üblicherweise etwa das Doppelte. Eine große Frachtmaschine hat Turn-around-Zeiten von ca. 3 Stunden.

TVASI
Abk. für T-Visual Approach Slope Indicator System.
Eine besondere Ausführung des → *VASI*.

TVOR
Abk. für Terminal VOR.
→ *VOR*.

TVT
Abk. für Taxi Vibration Test.
→ *GVT*

Two Way Upgrade
→ *Upgrade*.

TWR
Abk. für → *Tower*.

TWY
Abk. für Taxiway.
→ *Rollweg*.

Type Certificate, Type Certification, Type Certificate Holder
→ *Musterzulassung*.

Type Design
→ *Musterzulassung*.

Type Inspection Authorization
→ *Flugzulassung*.

Typenberechtigung
→ *Rating*.

Typerating
→ *Typzulassung*.

Typische Spitzenstunde
Bezeichnung für ein Passagieraufkommen, das zur Auslegung von → *Terminals* herangezogen wird.
Das Passagieraufkommen eines → *Flughafens* variiert über die Zeit (Jahreszeit und Tageszeit). Über die Jahre gesehen verändert sich das Verkehrsaufkommen im Luftverkehr mit dem Wachstum der Wirtschaft bzw. des Handels der Region; in den letzten 50 Jahren lag dieses Wachstum weltweit bei durchschnittlich 5 % bis 7 % pro Jahr. Innerhalb eines Jahres gibt es monatliche bzw. saisonale Schwankungen (z. B. durch Urlaubszeiten, Messen, Sportereignisse, Volksfeste und andere Großveranstaltungen), ausgeprägte Verkehrsaufkommen an bestimmten Tagen (z. B. am Wochenbeginn und Wochenende, bei Urlaubsanfang und an Feiertagen) und ausgeprägte Verkehrsaufkommen zu bestimmten Stunden (so fliegen z. B. Geschäftsreisende bevorzugt am frühen Morgen und Abend; Langstreckenflüge nach Westen oder Osten starten zu bestimmten Abflugzeiten, die zu idealen Ankunftszeiten führen).
Die Summation dieser Schwankungen kann zu ausgeprägten Spitzenlasten führen, also zu einzelnen Stunden, in denen das Verkehrsaufkommen stark über dem Durchschnitt liegt.
Es wäre nun nicht sinnvoll ein Terminal anhand von Spitzenlasten zu dimensionieren, die lediglich ein- oder zweimal im Jahr auftreten. Vielmehr ist man bereit, zu diesen Zeiten eine gewisse

Überlastung des Flughafens zu akzeptieren. Statt der einmaligen Spitzenstunde wird ein anderes Maß gewählt, nähmlich die durchschnittliche und damit typische Spitzenstunde. Sie gibt – je nach Definition – das stündliche Verkehrsaufkommen an, das im Jahr an 30 Stunden bzw. 29 Stunden überschritten wird.
Dimensioniert man also einen Terminal anhand des Aufkommens in der typischen Spitzenstunde so wird dessen Kapazität an 30 bzw. 29 Stunden im Jahr überschritten. Als Richtwert kann man annehmen, dass das Aufkommen in der typischen Spitzenstunde etwa 70 % bis 80 % der absoluten Spitzenlast beträgt; bei kleineren Flughäfen mit stärkeren Schwankungen kann der Wert aber auch darunter liegen.
In Großbritannien und den USA werden Kenngrößen verwendet, die ähnlich der Typischen Spitzenstunde definiert sind:

- Die Standard Busy Rate (abgekürzt SBR) wird in Großbritannien verwendet und entspricht der Verkehrslast, die im Jahr an 29 Stunden überschritten wird.
- Die Busy Hour Rate (abgekürzt BHR) ist definiert als das stündliche Verkehrsaufkommen, das 95 % des maximal auftretenden stündlichen Verkehrsaufkommens entspricht. Damit hat die BHR gegenüber der SBR den Vorteil, dass sie eine klare Beziehung zwischen der vorhandenen und der maximal benötigten Kapazität trifft.
- Das Typical Peak Hour Passenger Volume (abgekürzt TPHP) wird von der → *FAA* in den USA verwendet. Sie wird ermittelt aus den Spitzenstunden, die an den Tagen des Spitzen-Monats auftreten. Das dabei ermittelte Verkehrsaufkommen entspricht etwa 0,03 % bis 0,05 % des gesamten jährlichen Verkehrsaufkommens am Flughafen.

Typzulassung
Engl. Type Approval. Begriff aus dem → *Luftrecht*, der in der Luftfahrt in unterschiedlichen Zusammenhängen verwendet wird.
Zum einen handelt es sich um die → *Musterzulassung* (engl. Type Certification) eines Flugmusters durch eine flugtechnische Aufsichtsbehörde (in Deutschland das Luftfahrtbundesamt, → *LBA*), welche die prinzipielle Konformität des Flugmusters mit gegebenen Regeln und Vorschriften (Zuverlässigkeit, Sicherheit etc.) bestätigt. Sie basiert auf einer Konstruktionsüberprüfung und einer Besichtigung und Beurteilung der Herstellung und der Prüfung der Qualität in Übereinstimmung mit den Anforderungen der festgelegten Normen.
Zum anderen bezeichnet die Typzulassung die Berechtigung (→ *Rating*, auch Type Rating oder abgekürzt T/R) eines → *Piloten*, einen bestimmten Flugzeugtyp als verantwortlicher Flugzeugführer im Sinne des Luftrechts führen zu dürfen. Dazu hat der Pilot eine entsprechend anerkannte Ausbildung zu durchlaufen. Nach erfolgreichem Abschluss wird das Rating in seine → *Pilotenlizenz* eingetragen. Die Ausbildung kann z. B. zwei Monate dauern (völlig neues Flugmuster) oder auch nur wenige Tage (innerhalb einer Flugzeugfamilie, → *Common Crew Concept*).

U

UAC
1. Abk. für Upper Area Control.
   Bezeichnung für die → *Bezirkskontrolle* für den → *oberen Luftraum*.
2. Abk. für Upper Air Space.
   → *Oberer Luftraum*.

UACC
Abk. für Upper Airspace Control Center, Upper Area Control Center oder Upper Air Control Center.
Bezeichnung für ein → *Kontrollzentrum* der → *Flugverkehrskontrolle*, das für die Überwachung des → *oberen Luftraums* verantwortlich ist. Die Grenze zwischen → *unterem Luftraum* und oberem Luftraum kann dabei von Land zu Land unterschiedlich sein; in Deutschland liegt sie z. B. bei → *FL* 245. Darüber hinaus sind nicht in jedem Fall separate Kontrollzentren für den oberen Luftraum vorhanden; vielmehr kann die Funktion eines UACC auch mit der eines Kontrollzentrums für den unteren Luftraum integriert sein.
Die → *DFS* in Deutschland verfügt über UACC in Karlsruhe, München und Berlin; zusätzlich wird ein kleinerer Teil des oberen Luftraums in Deutschland von → *Eurocontrol* in Maastricht überwacht.

Überbuchen
Ein Begriff aus der kommerziellen Verkehrsfliegerei. Es bezeichnet die auch bei kommerziellen Hotels übliche Praxis zur Effizienzerhöhung, mehr Plätze zu verkaufen, als vorhanden sind, da es Erfahrungswerte gibt, wie viele der angemeldeten Fluggäste nicht oder zu spät erscheinen (→ *Close-out Time*). Selbst eine feste Sitzplatzreservierung ist keine Gewähr dafür, dass ein Passagier auf einem Flug tatsächlich mitgenommen wird. Wer spät zum → *Check-in* erscheint, kann auf einen späteren Flug verwiesen zu werden.
Das Ausmaß der Überbuchung hängt vom jeweiligen geographischen Markt, der Route, dem Wochentag und der Uhrzeit und der → *Luftverkehrsgesellschaft* ab. Die genaue Zahl wird selten öffentlich kommuniziert. Der Überbuchungsgrad wird für jeden Flug gesondert durch Computerprogramme festgelegt. Man kann davon ausgehen, dass der Anteil zwischen 3 bis 15 % liegt. Eine EU-Richtlinie regelt Entschädigungen für solche Passagiere, die sich rechtzeitig gemeldet haben, aufgrund der Überbuchung aber dennoch den Flug nicht antreten können. Zunächst sind Fluggesellschaften verpflichtet, unter den bereits bestätigten Fluggästen nach solchen zu suchen, die eventuell freiwillig von einer Reise bis zum nächstmöglichen Flug zurücktreten und so einem Nachrücker Platz machen. Zweitens müssen alle Gesellschaften und Reiseveranstalter, die Fluggäste nicht befördern, diesen einen Ausgleich zahlen in Höhe von 250 Euro bei Flügen unter 1.500 km, 400 Euro bei Flügen zwischen 1 500 und 3.500 km und 600 Euro bei Flügen ab 3.500 km. Neben diesem finanziellen Ausgleich haben nicht beförderte Fluggäste auch Anspruch auf die Wahl zwischen dem nächstmöglichen Flug und der Erstattung ihres Flugscheins, falls sich ihre Reise aufgrund der Verspätung erübrigt sowie die Versorgung, während sie auf einen späteren Flug warten (Erfrischungen, Mahlzeiten, Unterbringung).

Überflugrecht
Ein Begriff aus dem → *Luftrecht*. Das Überflugrecht ist eine der → *Freiheiten des Luftverkehrs*.

Überführungsflug
Engl.: Ferry Flight.
1. Bezeichnung für den Flug eines Flugzeugs vom Hersteller zum Kunden, oder bei gebrauchten bzw. geleasten Flugzeugen vom ehemaligen zum neuen Besitzer. Für diese Art von Überführungsflug wird das Flugzeug oftmals verändert, um seine → *Reichweite* zu erhöhen, z. B. durch Installation von zusätzlichen Kraftstofftanks. Diese Modifikation sowie die dabei häufig auftretende Überschreitung des maximalen Startgewichts (→ *Flugzeuggewicht*), bedarf der Genehmigung durch die → *Flugsicherung*.
2. Bezeichnung für einen Flug, den ein Flugzeug, nachdem es aufgrund einer Störung oder Beschädigung landen musste, zu einem → *Flugplatz* durchführt um dort repariert zu werden. Flüge dieser Art bedürfen einer besonderen Genehmigung durch die Flugsicherung.

Übergangsflugstrecke
→ *Startstrecke*.

Übergepäck
Ein Begriff aus der kommerziellen Verkehrsfliegerei. Es bezeichnet solch normalformatiges Gepäck (→ *Sperrgepäck*), das über das durch die → *Buchungsklasse* erlaubte Gewicht (Freigepäck) hinausgeht und das nur gegen einen bei der Abfertigung zu zahlenden Aufpreis (Übergepäckgebühr) transportiert wird.
Diese Grenze wird von der → *Luftverkehrsgesellschaft* festgelegt und liegt für die Economy Class oft bei 20 kg (ohne Handgepäck) bzw. bei 30 kg für solche Passagiere, bei denen mehr als 28 Tage zwischen Hin- und Rückflug liegen (z. B. Langzeiturlauber). In der Business Class ist die Grenze oft bei 30 kg und in der First Class bei 40 kg.
Übergepäck, das eine weitere Gewichtsgrenze (üblicherweise 50 kg) übersteigt, muss oft vor Antritt der Reise bei der Fluglinie angemeldet werden. Übergepäck, bei dem ein einzelnes Gepäckstück mehr als 50 kg wiegt, ist oft nicht zulässig, sondern muss als Frachtgut aufgegeben werden.
Die Höhe der Übergepäckgebühr richtet sich nach dem Gewicht des Gepäcks sowie nach der Flugstrecke. Es kommt auch vor, dass bei Standardgegenständen oder auf Kurzstrecken pro Stück zu zahlen ist (→ *Sperrgepäck*). Beispielsweise sind auf Kurzstrecken oft 5 bis 7 Euro pro kg Übergewicht zu zahlen, oder ein %-Betrag des Flugpreises eines Economy-Tickets (z. B. 1,5 %). Auf Mittelstrecken können es 6 bis 8 Euro sein. Diese Angaben beziehen sich auf einen Round-Trip (Hin- und Rückflug).

Überholung
Bezeichnung für Kontroll-, Wartungs- und Reparaturarbeiten an einem Flugzeug, deren Umfang den einer → *Wartung* übersteigt. Eine Überholung des Flugzeugs erfordert umfangreiche technische Einrichtungen und wird in der Regel in einer Werft durchgeführt, z. B. in der Lufthansa-Werft in Hamburg oder in Frankfurt. Dementsprechend führt die Überholung zu mehrwöchigen → *Liegezeiten* des Flugzeugs.
Zur Überholung gehören:
- Der IL-Check (Intermediate Layover Check), der etwa alle drei bis fünf Jahre durchgeführt wird und einen Zeitraum von etwa zwei Wochen einnimmt. Er umfasst eine intensive

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_21, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

Untersuchung der Flugzeugstruktur, eine Kontrolle der Systeme, die Durchführung von Anweisungen der Flugzeughersteller und der → *Luftfahrtbehörde*, die Erneuerung der → *Kabine* und Lackierarbeiten.
- Der D-Check, im Deutschen auch als Generalüberholung bezeichnet, der etwa alle sechs bis zehn Jahre durchgeführt wird. Er umfasst eine komplette Demontage aller Teile und Komponenten des Flugzeugs zur Überprüfung der Materialermüdung. Große Teile des Flugzeugs werden ausgetauscht, ebenso Systeme und Instrumente. Zum Abschluss wird das Flugzeug neu lackiert. Der D-Check führt zu einer Liegezeit von etwa sechs bis acht Wochen.

Die Überholung erfordert es, das Flugzeug in ein Dock zu bringen. Typischerweise ist der erste Schritt die Entfernung des Lacks; danach erfolgt die komplette Demontage, Arbeiten an der Struktur der Zelle, die Erneuerung der Kabine, der Zusammenbau und die abschließende Funktionsprüfung. Zum Schluss wird das Flugzeug neu lackiert. Bei der Erneuerung der Komponenten können zwei Strategien verfolgt werden: Die ausgebauten Teile können im Rahmen der Überholung erneuert und direkt in das Flugzeug wieder eingebaut werden. Alternativ können andere Komponenten für den Wiedereinbau verwendet werden; in diesem Fall werden die ursprünglichen Teile zu einem späteren Zeitpunkt in ein anderes Flugzeug eingebaut, so dass für ihre Überholung mehr Zeit zur Verfügung steht.

Überkreuzbuchung, Überkreuzflug
→ *APEX*.

Überrollstrecke
Engl.: Overrun. Bezeichnung für den Bereich, der einem Flugzeug zur Verfügung steht, wenn es beim → *Start* oder bei der → *Landung* über das Ende der → *Start- und Landebahn* hinaus rollt. Bei großen → *Verkehrsflughäfen* beträgt die Überrollstrecke mindestens 300 m, die sich typischerweise aus der Länge des → *Streifens* von mindestens 60 m und der Länge der → *End-Sicherheitsfläche* (RESA) von mindestens 240 m zusammensetzt.

Überschallflug
Flug mit einer → *Fluggeschwindigkeit*, die größer als die → *Schallgeschwindigkeit* ist, d. h. ein Flug mit mehr als → *Mach* 1.
Damit das Flugzeug überhaupt Schallgeschwindigkeit erreichen kann, muss es die sog. → *Schallmauer* durchbrechen. Dabei kommt es zu einem starken Anstieg des → *Widerstands* und der Temperatur der Außenhaut des Flugzeugs. Gleichzeitig bilden sich Verdichtungsstöße auf der Ober- und Unterseite des → *Tragflügels* aus, die das Flugzeug durchschütteln.
Der erste Flug bei dem erfolgreich die Schallmauer überwunden werden konnte wurde am 17. Oktober 1947 von dem → *Testpiloten* Charles „Chuck“ Yeager mit dem Flugzeug Bell X-1 durchgeführt.

Überschallknall
→ *Schallmauer*.

Überschlag
→ *Looping*.

Überziehen
Bezeichnung für das bewusste oder unbewusste Herbeiführen eines → *Flugzustands*, bei dem nicht mehr ausreichend → *Auftrieb* erzeugt werden kann um das Flugzeug in der Luft zu halten (→ *überzogener Flugzustand*).
Ein Überziehen droht z. B. beim Langsamflug nahe der → *Überziehgeschwindigkeit*. In diesem Fall kann nur noch mit maximalem → *Anstellwinkel* der benötigte Auftrieb erzeugt werden. Tritt nun ein Flugzustand ein bei dem der Auftrieb weiter verringert oder ein höherer Auftrieb benötigt wird, kommt es zum Überziehen. Beispiele hierfür sind:
- Einleitung eines → *Kurvenflugs*: Im Kurvenflug benötigt das Flugzeug einen höheren Auftrieb, da nur eine Teilkomponente des Auftriebs gegen die → *Gewichtskraft* wirkt. Beim Versuch den zusätzlichen Auftrieb durch Erhöhung des Anstellwinkels zu erzeugen wird der kritische Anstellwinkel überschritten. Es kommt zum Strömungsabriss und zum Einbruch des Auftriebs.
- Verringerung der → *Anströmgeschwindigkeit*, z. B. durch das Auftreten einer Windböe (→ *Böe*): Mit der Anströmgeschwindigkeit sinkt auch der Auftrieb, der wiederum nicht durch eine Erhöhung des Anstellwinkels erzeugt werden kann.
- *Rollen* des Flugzeugs in Folge einer Windböe: Beim Versuch diese Störung durch Einsatz des Querruders auszugleichen wird am → *Querruder* der kritische Anstellwinkel überschritten. Es kommt zum Strömungsabriss und zum Einbruch des Auftriebs. Aus diesem Grund müssen Rollbewegungen in der Nähe der Überziehgeschwindigkeit sofort durch das → *Seitenruder* ausgeglichen werden.

Ein Überziehen kann auch durch zu schnelles → *Nicken* und der damit verbundenen Erhöhung des → *Anstellwinkels* eintreten.

Überziehgeschwindigkeit
Auch Abrissgeschwindigkeit, Stall-Geschwindigkeit oder engl. Stall Speed genannt. Bezeichnung für die → *Fluggeschwindigkeit* bei der es zu einem → *überzogenen Flugzustand* kommt.
Prinzipiell ist das Auftreten eines überzogenen Flugzustandes vom Erreichen eines kritischen → *Anstellwinkels*, nicht von einer Fluggeschwindigkeit abhängig. Tatsächlich kann ein Flugzeug bei jeder Fluggeschwindigkeit zum Überziehen gebracht werden.
Allerdings hat ein Absenken der Fluggeschwindigkeit auch ein Absenken der → *Anströmgeschwindigkeit*, und damit des → *Auftriebs*, zur Folge. Soll ein Sinken des Flugzeugs vermieden werden, muss der Auftrieb entsprechend ausgeglichen werden. Ist das Potenzial von → *Klappen* zur Steigerung des Auftriebs bereits ausgeschöpft, bleibt nur noch eine Erhöhung des Anstellwinkels. Je stärker die Fluggeschwindigkeit abgesenkt wird, umso größer muss der Anstellwinkel gewählt werden um den Auftrieb zu erhalten. Die Überziehgeschwindigkeit ist dann erreicht, wenn der Anstellwinkel so groß gewählt werden muss, dass es zu einer → *abgelösten Strömung*, und damit zum Einbruch des Auftriebs kommt.
Die Überziehgeschwindigkeit ist für ein Flugzeug keine Konstante; vielmehr hängt sie vom momentanen → *Flugzustand* ab, der durch eine Vielzahl von Größen bestimmt ist:
- Beladungszustand: Ein voll beladenes, und damit schwereres, Flugzeug benötigt einen höheren Auftrieb zum Fliegen; dementsprechend ist die Überziehgeschwindigkeit höher als beim Flug mit geringerem Gewicht.
- Verwendung von Klappen: Klappen erhöhen den Auftrieb bei gegebenem Anstellwinkel und/oder erhöhen den kritischen Anstellwinkel bei dem die Strömung abreißt. Daher senken Klappen die Überziehgeschwindigkeit.
- Fluglage: Beim → *Kurvenflug* wird ein höherer Auftrieb benötigt, und die Überziehgeschwindigkeit wächst an.

Die Annäherung an die Überziehgeschwindigkeit äußert sich bei den meisten Flugzeugen durch starkes Schütteln (→ *Flattern*). Zusätzlich sind Flugzeuge mit Warnsystemen ausgestattet, die den Piloten z. B. mit akustischen Signalen vor der Annäherung an die Überziehgeschwindigkeit warnen (→ *Stall-Warning*).

Überzogener Flugzustand
Bezeichnung für einen gefährlichen → *Flugzustand*, bei dem es am → *Tragflügel* in Folge eines zu hohen → *Anstellwinkels* zu einem → *Strömungsabriss*, und damit zu einem Abfall des → *Auftriebs* kommt.
Ausgangspunkt für einen überzogenen Flugzustand kann eine zu starke Verringerung der → *Fluggeschwindigkeit* sein. Diese führt zu einer Reduzierung der → *Anströmgeschwindigkeit* und damit des Auftriebs. Damit das Flugzeug dennoch in der Luft gehalten werden kann, muss der Auftriebverlust durch Erhöhung des Anstellwinkels kompensiert werden. Im Extremfall wird die → *Überziehgeschwindigkeit* erreicht. Diese ist so niedrig, dass der Anstellwinkel so weit erhöht werden muss, dass die Strömung am Tragflügel abreißt und der Auftrieb zusammenbricht. Bei geringen → *Flughöhen* kann dies zum Absturz des Flugzeugs führen.
Befindet sich das Flugzeug in größerer Flughöhe kann der Pilot versuchen die Nase des Flugzeugs nach unten zu drücken. Dadurch erhöht sich die Fluggeschwindigkeit und damit auch der Auftrieb, und der Anstellwinkel kann auf unterkritische Werte abgesenkt werden.
Bei der → *Landung* erhöhen → *Klappen* den Auftrieb des Flugzeugs und verhindern so, dass es in Folge der geringen Fluggeschwindigkeit zu einem überzogenen Flugzustand kommt.

UFO
Abk. für Unabhängige Flugbegleiter Organisation.
Bezeichnung für eine Gewerkschaft für Kabinenpersonal, die sich aus dem Bedürfnis des Kabinenpersonals gebildet hat, durch eine kleinere und fokussierte Institution vertreten zu werden, die ausschließlich den besonderen Anforderungen ihres Berufsbildes Rechnung trägt, statt von einer anonymen und großen Gewerkschaft vertreten zu werden, die auch noch zahlreiche andere (dienstleistungsorientierte) Berufsbilder vertritt.
→ *http://www.ufo-online.com/*

Uhrencockpit
→ *Cockpit*.

UIR
Abk. für Upper Flight Information Region.
→ *Fluginformationsgebiet*.

UKW
Abk. für Ultrakurzwelle.
→ *VHF*.

UKW-Sichtfunkpeiler
→ *VHF Direction Finder*.

UKW-Drehfunkfeuer
→ *VOR*.

UL
Abk. für → *Ultraleichtflugzeug*.

ULD
→ *Unit Load Device*.

Ultraleichtflugzeug
Abgekürzt mit UL. Bezeichnung für kleine, sehr leichte Flugzeuge für maximal zwei Personen, die aus Sicht des nationalen Flugrechts in Deutschland keine Flugzeuge sind, sondern Luftsportgeräte. Das maximale Abfluggewicht (→ *MTOW*) darf bei Einsitzern 300 kg, bei Zweisitzern 450 kg bzw. 472,5 kg nicht überschreiten, und das Fluggerät muss mit mindestens 65 km/h noch flugfähig sein. Die → *Flughöhe* liegt zwischen 150 und 3.000 m. Rechtlich dürfen sie ohne → *Transponder* nur bis 5.000 ft steigen (ca. 1.500 m). Gestartet werden darf von jedem → *Flugplatz*, der dafür zugelassen ist.
Man unterscheidet je nach Bauart verschiedene Formen des Ultraleichtflugzeugs:
- Trike: Bei einem Trike handelt es sich um ein mit dem Eigengewicht der Besatzung und seiner Verlagerung gesteuerten UL. Das Steuerprinzip ist dem der → *Hängegleiter* ähnlich. Seinen Namen hat das Trike durch den Rahmen mit drei Rädern, auf dem das gesamte UL in offener Bauweise aufgebaut ist. Räder und Nase des Trikes sind manchmal aerodynamisch verkleidet. Trikes erreichen Höchstgeschwindigkeiten von 140 km/h und Reichweiten bis zu 500 km. Beide Größen sind von der Ausstattung abhängig.
- Aerodynamisches gesteuertes UL (auch dreiachsgesteuertes UL oder Dreiachser genannt): Hierbei handelt es sich um ein fast vollständig verkleidetes klassisches Sportflugzeug, das wie dieses auch mit den verschiedenen Rudern gesteuert wird. Es werden Reisegeschwindigkeiten von 250 km/h und Höchstgeschwindigkeiten bis zu 330 km/h erreicht. Dieser Typ kann auch für den → *Flugzeugschleppstart* von Segelflugzeugen genutzt werden.
- Fußstartfähige UL: Hierunter versteht man mit einem Antrieb nachgerüstete Hängegleiter oder → *Gleitschirme* mit Rucksackmotor. Man spricht dann auch von Motorschirmen. Die mit diesem Typ erzielbare Reisegeschwindigkeit liegt üblicherweise nicht höher als 50 km/h.

Alle motorgetriebenen Ultraleichtflugzeuge werden in Deutschland mit Kennzeichen zugelassen, die mit D-M…. beginnen. Um ein UL fliegen zu dürfen benötigt man eine entsprechende → *Sportpilotenlizenz* vom Typ SPL-F (Sportpilotenlizenz/Beiblatt F). Dabei wird zwischen Motor-Gleitschirmen, gewichtskraftgesteuerten und aerodynamisch gesteuerten ULs unterschieden. Zusätzlich zu diesen Lizenzen können noch → *Ratings* erworben werden:
- Streckenflugberechtigung
- Passagierflugberechtigung
- Schleppberechtigung (ohne Fangschlepp)
- Lehrberechtigung

Die Interessen der Flieger von ULs werden in Deutschland vom → *DULV* wahrgenommen.
→ *http://www.ultralight.ch/*

UM
Abk. für → *Unattended Minor*.

Umkehrschub
→ *Schubumkehr*.

Umlauf
Bezeichnung für eine Reihe von Flügen, die – je nach Kontext – ein Fluggerät oder eine → *Crew* wieder zurück an ihren Heimatflughafen bzw. den Ausgangspunkt für den nächsten plan-

mäßigen Einsatz bringt. Der kürzeste Umlauf ist der Hin- und der Rückflug.

Umlaufmotor
→ *Kolbenmotor*.

Unattended Minor
Abgekürzt UM. Ein Begriff aus der Verkehrsfliegerei. Bezeichnung für unbegleitete Kleinkinder bis 14 Jahren, die alleine eine Flugreise unternehmen. Sie werden am Start- und Zielflughafen üblicherweise durch eine eigens für sie abgestellte Betreuungsperson empfangen und im Rahmen des Pre-Boarding (→ *Boarding*) an Bord zu ihrem Sitzplatz geleitet.
UMs sind an einer umgehängten Tasche erkennbar, in der die Reisedokumente verstaut sind.

Ungerichtetes Funkfeuer
→ *NDB*.

Unit Load Device
Abgekürzt mit ULD. Ein Begriff aus dem Bereich der → *Luftfracht*. Bezeichnung für standardisierte Paletten und Container, die verwendet werden, um Stückgüter (Gepäck, Fracht und Post) in leichter handhabbare größere Einheiten zusammenfassen und mit Flugzeugen transportieren zu können. ULDs können mit Bodengerät wie Hubwagen und Karren bewegt werden und auf Rollen in Laderäume gleiten, was das Handling enorm vereinfacht. Die Verwendung der standardisierten ULDs führt daher dazu, dass den Abfertigungsunternehmen Bodenpersonal, Zeit und Aufwand und auch den Fluglinien Zeit und Aufwand gespart wird sowie das zur Verfügung stehender Transportraum optimal ausgenutzt wird. Die genaue Verteilung der ULDs in den Laderäumen eines Flugzeugs legt der → *Ladeplan* fest.
Hinsichtlich der Ausprägung eines ULDs unterscheidet grundsätzlich zwei Formen:

- Paletten: Sie sind aus Aluminiumblech mit einer Unterkonstruktion aus Profilen, deren Ränder so gestaltet sind, dass sich die Ösen der Frachtnetze daran befestigen lassen.
- Container: Bei ihnen handelt es sich um geschlossene Behälter aus Aluminiumblechen mit Profilrahmen oder einer Kombination aus Aluminium (Rahmen) und Kunststoff (Wände). Diese können, je nach Art der darin befindlichen Güter, auch eingebaute Kühlaggregate haben. Auch diese Container sind mit Ösen ausgestattet (innen) um schwere Frachtstücke fixieren zu können.

Auf diesen beiden Grundkonzepten bauen sehr viele unterschiedliche Modelle auf, die sich nicht nur in ihren äußeren Abmessungen unterscheiden, sondern auch hinsichtlich der Anordnung von Türen und Klappen, Haken und Ösen, Sichtfenstern und Zusatzaggregaten (z. B. Kühlung).
Hinsichtlich der verwendeten Materialien wird auch über den Einsatz von leichten Verbundwerkstoffen nachgedacht. Sie sparen Gewicht und sind gegenüber Aluminium robuster. Als Folge der gesunkenen Frachtraten im Zuge der Wirtschaftskrise werden jedoch Investitionen zur Einführung neuer ULDs aus neuen Materialien zurückgefahren.
Für Flughäfen und Fluglinien ist das Management der einzelnen ULDs eine nicht triviale Aufgabe, da ungenutzte ULDs Stellplatz erfordern und zudem bei Beschädigungen repariert werden müssen. Ferner müssen sie zur richtigen Zeit am richtigen Ort verfügbar gemacht werden, was angesichts der hohen Zahl von Varianten, die teilweise jedoch nur sehr selten genutzt werden, nicht einfach ist. Die wichtigsten Varianten sind:

Container-typ	Volumen in cbm	Abmessungen in cm SF: Standfläche; B: Breite T: Tiefe; H: Höhe
LD1	4,9	156SF/234B × 153 T × 163H
LD2	3,4	120SF/158B × 153 T × 163H
LD3	4,3	164SF/201B × 153 T × 163H
LD6	8,8	318SF/407B × 153 T × 163H
LD7	10,6 11,6	224B × 318 T 244B × 318T
LD8	6,9	244SF/318B × 153 T × 163H
LD9	10,6	302B × 208 T × 152H
LD11	7,2	318B × 153 T × 163H

Container-typ	Bemerkungen	Flugzeugtyp
LD1	Nur für B747	B747
LD2	abgeschrägt, halbe Breite	B767
LD3	Sehr weit verbreitet, abgeschrägt, halbe Breite	L-1011, MD-11, B777, B787, B747, A300, A310, A330, A340; Il-86, Il-96
LD6	Sehr weit verbreitet, abgeschrägt, ganze Breite, äquivalent zu 2 LD3s	L-1011, MD-11, B777, B787, A300, A310, A330, A340
LD7	abgeschrägt;	B747, B777, B787, B767 (mit großer Tür)
LD8	abgeschrägt, ganze Breite, äquivalent zu 2 LD2 s; DQF-Präfix	B767
LD9	nicht abgeschrägt; rechteckig	B747, B767, A300
LD11	wie LD6 aber nicht abgeschrägt; rechteckig	L-1011, MD-11, B777, B787, A300, A310, A330, A340

Das Umladen von bestimmten ULDs zwischen LD3/6/11 Flugzeugen und LD2/8 Flugzeugen ist möglich, wenn die Fracht schnell zum nächsten Flug übermittelt werden muss. LD2s und LD8s können beide auf LD3/6/11 Flugzeuge geladen werden, allerdings entsteht hierbei ein großer Volumenverlust („Verschnitt“), wodurch der Frachtraum im zweiten Flugzeug nicht mehr optimal ausgelastet werden kann. Dies wird jedoch oft zum Vermeiden des Aufwands eines Umpackens in Kauf genommen. Das Fliegen von nicht für einen Flugzeugtyp vorgesehenen ULDs wird praktiziert, wenn man Zeit hat, nur keine anderen ULDs zur Verfügung stehen.
Flugzeugbeladungen können aus Containern, Paletten oder einer Mischung verschiedener ULDs bestehen, je nach Bedarf. Die maximale Zuladung ist abhängig vom Flugzeugtyp und der Konfiguration der Airline. Auch kommt es vor, dass bei nicht vollständig belegten Containerplätzen zusätzliche Container mit Sandsäcken geladen werden, um die → *Trimmung* des Flugzeugs zu verbessern.

Flugzeugtyp	Max. Containerkapazität
A380-800F	59-71 LD3s
A380-800	38 LD3s
B747-400 F/ERF	32 LD1 s (Unterdeck) + 30 Paletten (Hauptdeck)
B747-400ER	28 LD1s
B747-400/300/200/100	30 LD1s
B777F	30 LD3s + 27 Paletten
B777-300/300ER	44 LD3s
B777-200/200LR/ER	32 LD3s
A350-1000XWB	44 LD3s
A350-900XWB	36 LD3s
A350-800XWB	28 LD3s
A340-600	42 LD3s
A340-500	30 LD3s
A340-300	32 LD3s
A340-200	26 LD3s
MD-11	28-32 LD3s
MD-11F	32 LD3s + 26 Paletten
L-1011-500	19 LD3s
L-1011	16 LD3s
B787-9	26 LD3s
B787-8/-3	20 LD3s
A330-300	32 LD3s
A330-200	26 LD3s
A330-200F	26 LD3s (Unterdeck) + 22 Paletten (Oberdeck)
A321	10 LD3s
A320	7 LD3s
A319	5 LD3s
B767-400ER	38 LD2s
B767-300F	30 LD2s (niederes Deck) + 24 Paletten (Hauptdeck)
B767-300ER	30 LD2s
B767-300	30 LD2s
B767-200	22 LD2s
A300-600	22 LD3s
A300-600F	22 (23) LD3 s + max. 21 Paletten
A300B2/B4	20 LD3s
A310	14 LD3s

Alle ULDs sind mit ihrer ULD-Nummer identifiziert. Ein Drei-Buchstaben-Präfix identifiziert ihren Typ, gefolgt von einer Seriennummer aus 4 oder 5 Zahlen um es auch vom gleichen Typ zu unterscheiden und endet mit einem 2-Zeichen-Suffix um den ULD-Besitzer zu identifizieren.

Position	Zeichen	Beschreibung
1	Buchstabe	Typ der Ladeeinheit
2	Buchstabe	Ausmaß der Bodenfläche
3	Buchstabe	Kontur, Kompatibilität
4-7	Zahl	Seriennummer
8, 9	Buchstabe	Eigentümer

Unkontrollierter Luftraum
Engl.: Uncontrolled Airspace. Bezeichnung für jene Teile des → *Luftraums*, die nicht im Verantwortungsbereich der → *Flugsicherung* liegen. In diesen Bereichen erfolgt weder eine Führung noch eine → *Staffelung* bzw. Überwachung der Flugzeuge durch die Flugsicherung. Verfügbar sind jedoch → *Fluginformationsdienste* (FIS) und → *Alarmdienste*.
In Deutschland ist der unkontrollierte Luftraum als → *Luftraumklasse* F und G ausgewiesen. Luftraum der Klasse G ist → *Sichtflügen* vorbehalten; er beginnt am Erdboden und reicht bis zur Untergrenze des Luftraums E, also bis zu einer Höhe von 2.500 ft abseits von → *Flugplätzen*, bzw. bis zu einer Höhe von 1.000 ft oder 1.700 ft im → *Nahverkehrsbereich* (TMA) von Flugplätzen. Luftraum der Klasse F reicht vom Erdboden bis zu einer Höhe von 2.500 ft; er ist in der Umgebung von unkontrollierten Flugplätzen mit → *Instrumentenflug* eingerichtet und nur aktiv, wenn An- und Abflüge nach → *IFR* stattfinden.

UNL
Abk. für Unlimited.
Bezeichnung für das Fehlen einer oberen Begrenzung, z. B. beim → *oberen Luftraum*.

Unruly Passengers
Oberbegriff in der Verkehrsfliegerei für alle Passagiere, die sich nicht an die Anordnungen des Kabinenpersonals halten und für Unruhe sorgen indem sie das Flugpersonal oder Mitreisende stören oder belästigen. Klassische Beispiele hierfür sind z. B. Trunkenbolde oder Sittenstrolche.
Oft sind unzufriedene Fluggäste, die etwas am Bordservice auszusetzen haben, der Grund dafür, dass sich aus gruppendynamischen Prozessen heraus lautstarke Streitereien entwickeln, die bis zur Bedrohung des Kabinenpersonal reichen. Zwar ist dieses geschult im Umgang mit vielen Situationen, doch kann es im Extremfall auch zu einer Zwischenlandung kommen, bei der die betreffenden Passagiere den Behörden übergeben werden. Ihnen werden die Kosten für die unplanmäßige Zwischenlandung in Rechnung gestellt.

Unterer Luftraum
Engl.. Lower Air Space. Vertikale Einteilung des → *Luftraums*, die sowohl für → *Fluginformationsdienste* als auch für die Dienste der → *Flugsicherung* angewendet wird. Die untere Grenze des unteren Luftraums ist der Erdboden (→ *GND*); die obere Grenze variiert von Land zu Land und ist abhängig von der jeweiligen Definition des → *oberen Luftraums*. In Deutschland kann der untere Luftraum als → *Luftraumklasse* C, D oder E (für → *kontrollierten Luftraum*) oder F, G (für → *unkontrollierten Luftraum*) ausgewiesen sein.

Unterflurbetankung
→ *Betankung*.

Unterflurfeuer
Auch Unterflur-Richtstrahlfeuer oder engl.:Inset Light genannt. Besondere → *Befeuerung*, bei der die Lichtquelle so in den Boden eingelassen ist, dass Flugzeuge über sie hinweg rollen können. Unterflurfeuer werden bei → *Rollwegen* und → *Start- und Landebahnen* für die → *Mittellinienbefeuerung* und die → *Aufsetzzonenbefeuerung* eingesetzt, also bei jenen Befeuerungen, die häufig von Flugzeugen überrollt werden. Der größte Teil der Lampe, inklusive ihres elektrischen Anschlusses, ist unterhalb der Oberfläche der Rollwege bzw. der Start- und Landebahnen versenkt. Lediglich eine Kappe aus Stahl oder Aluminium ragt hervor, die so geformt ist, dass ein Flugzeugreifen möglichst leicht darüber hinwegrollen kann. An der Vorderseite der Kappe sind Öffnungen angebracht aus denen der Lichtstrahl der Lampe austritt. Falls nötig werden Farbfilter eingesetzt, z. B. um das grüne Licht der Mittellinienbefeuerung für Rollwege zu erzeugen.

Unterkühltes Wasser
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für Wassertröpfchen, die kälter als 0 °C sind. Wenn unterkühlte Wassertröpfchen ein exponiertes Objekt treffen, wie z. B. den → *Tragflügel* oder andere Bauteile des Flugzeugs, so bewirkt der Aufprall das Gefrieren des Wassers. Bei Temperaturen von 0° bis 15 °C gibt es in Wolken sehr oft Übermengen an unterkühlten Wassertropfen; bei kälteren Temperaturen nimmt ihre Menge ab. Starke Vertikalströmungen können jedoch unterkühltes Wasser in große Höhen tragen, wo die Temperaturen viel kälter sind. Man hat unterkühltes Wasser bei Temperaturen unter −40 °C festgestellt.

Unterschallflug
Flug bei dem die → *Fluggeschwindigkeit* deutlich unter der → *Schallgeschwindigkeit* liegt. Damit ist gewährleistet, dass die Strömung am gesamten Flugzeug, insbesondere am → *Profil* des → *Tragflügels*, nicht die Schallgeschwindigkeit erreicht. Im Gegensatz dazu erreicht im → *subsonischen Flug* die Fluggeschwindigkeit Werte nahe der Schallgeschwindigkeit, so dass es lokal bereits zu Strömungsgeschwindigkeiten über der Schallgeschwindigkeit kommen kann.

Upgrade
Bezeichnet das kostenlose Heraufstufen der Buchungsklasse (z. B. von Economy Class zur Business Class) für einen Fluggast durch Mitarbeiter der → *Luftverkehrsgesellschaft* beim → *Check-In* oder beim → *Boarding*.
Gründe für das Heraufstufen kann das Einlösen der Punkte oder Flugmeilen eines Kundenbonusprogramms durch den Fluggast, oder aber die hohe Auslastung der niedrigen → *Buchungsklasse* bei gleichzeitig freien Plätzen in der höheren Buchungsklasse sein. Im letzteren Fall könnte die Fluggesellschaft ein Interesse daran haben, noch zahlende Passagiere in der niedrigeren Buchungsklasse mitzunehmen, wenn dort ein Platz frei wird, was durch ein Upgrade möglich werden könnte.
Man unterscheidet One-Way-Upgrades (für einen Flug) oder Two-Way-Upgrades (für den Hin- und den Rückflug).

Upper Airspace Control Center
→ *UACC*.

Upwind
→ *Platzrunde*.

USAF
Abk. für US Air Force.
Die Luftwaffe der Vereinigten Staaten.

UTC
Abk. für Universal Time Coordinated.
Auch als GMT (Greenwich Mean Time), Zulu Time oder Zulu Zeit bezeichnet. UTC ist ein weltweit gültiger Zeitstandard, der in der Luftfahrt u.a. für Zeitangaben für → *Navigation* und → *Flugsicherung*, in → *Wetterberichten* und zur Angabe von Zeiten in → *Flugplänen* verwendet wird.
UTC ist ein Zeitsystem das mit 24 Stunden arbeitet, d. h. 2:00 Uhr nachmittags wird unter UTC als 14:00 Uhr angegeben. Die international einheitliche Verwendung von UTC führt z. B. dazu, dass die Uhrzeit, auf die sich die Angaben aller → *Flugsicherungen* weltweit beziehen, die gleiche ist.

V

Vakuumtoilette
→ *Toilette.*

Variometer
Ein Begriff aus der → *Instrumentenkunde*. Er bezeichnet dort ein Instrument zur Anzeige der → *Steigrate* oder → *Sinkrate* des Flugzeugs. Die Anzeige erfolgt dabei gewöhnlich in → *Fuß* pro Minute. Das Variometer ist eines der → *Hauptfluginstrumente* und Bestandteil der → *Einheitsinstrumentenanordnung*.
Das Variometer basiert auf einem verzögerten Druckausgleich zwischen dem Inneren des Messgeräts und dem → *statischen Druck* der Umgebungsluft. Dabei wird vorausgesetzt, dass der örtliche statische Druck nur von der Flughöhe abhängt; meterologische Einflüsse werden zunächst nicht erfasst. Dafür ist der statische Druck in der Umgebungsluft nicht von lokalen Luftströmungen abhängig, d. h. der Einfluss von → *Aufwinden* oder → *Abwinden* wird automatisch eliminiert.
Steigt oder sinkt das Flugzeug so ändert sich auch der statische Druck der Umgebungsluft. Der Druckausgleich im Inneren des Variometers wird jedoch über eine Düse oder Kapilare verzögert. Diese Verzögerung führt zu einer Differenz zwischen Außendruck und Druck innerhalb des Variometers die umso größer ist, je schneller das Flugzeug steigt oder sinkt.
Beim Dosenvariometer wirkt der Außendruck an der Membrandose, der Innendruck in einem Ausgleichssystem im Doseninneren.
Eine schnellere Anzeige erlaubt das Stauscheibenvariometer. Dabei teilt eine Scheibe das Gehäuse in zwei Teile; ein Teil wird mit dem Außendruck, der andere mit dem Innendruck beaufschlagt. Die Druckdifferenz führt dann zu einer Bewegung der Scheibe gegen den Widerstand einer Drehfeder.
Geschwindigkeit und Genauigkeit des Stauscheiben- und Dosenvariometer sind ausreichend für eine ungefähre Anzeige der Sink- oder Steiggeschwindigkeit. Für Regelungszwecke bzw. für die Anforderungen großer Verkehrsflugzeuge sind sie aber nicht ausreichend. In diesen Fällen greift man daher auf eine elektronische Differentiation der barometrischen Höhe zurück (elektronische Variometer), die gleichzeitig Flughöhe und Steig/Sinkgeschwindigkeit bestimmen.

VASI
Abk. für Visual Approach Slope Indicator System.
Auch VASIS genannt. Bezeichnung für ein System zur → *Gleitwinkelbefeuerung*, das in unterschiedlichen Varianten an → *Flugplätzen* zum Einsatz kommt:

- Two-Bar-VASI: Das sog. Two-Bar-VASI besteht aus insgesamt 12 Lampen, die in einer vorderen und einer hinteren Dreierreihe jeweils links und rechts der → *Landebahn* installiert sind. Jede Lampe ist mit einem roten Farbfilter versehen und so eingestellt, dass im Winkel des optimalen → *Gleitpfads* rosafarbenes Licht, in einem steileren Winkel dagegen weißes und in einem flacheren Winkel rotes Licht ausgestrahlt wird. Entsprechend erkennt der → *Pilot* an einem weißen bzw. roten Licht, dass er gegenüber dem vorgegebenen Gleitpfad zu hoch bzw. zu tief fliegt. Die Lampen der vorderen Dreierreihen sind dabei so ausgerichtet, dass sie den korrekten Gleitpfad bei → *Abwind*, die hinteren Dreierreihen bei → *Aufwind* anzeigen. Auf diese Art gewinnt das System eine gewisse Flexibilität gegenüber veränderlichen Bedingungen, die jeweils leicht unterschiedlicher Gleitpfade bedürfen.
- Three-Bar-VASI: Die Einführung großer Verkehrsflugzeuge in den 70er Jahren führte zu der Forderung, unterschiedliche Gleitwinkel für kleine und große Flugzeuge anzuzeigen. Daraufhin wurde das Two-Bar-VASI System zum Three-Bar-VASI System ausgebaut, indem eine dritte Dreierreihe von Lampen hinter den bestehenden Dreierreihen installiert wurde. Große Verkehrsflugzeuge verwenden die hintere und die mittlere Dreierreihe, während für kleinere Flugzeuge die mittlere und die vordere Dreierreihe relevant sind.
- AVASI: Sowohl für das Two-Bar-VASI als auch für das Three-Bar-VASI wurden vereinfachte Varianten entwickelt, die mit weniger Lampen auskommen. Diese als Abbreviated Visual Approach Slope Indicator System bzw. AVASI bezeichneten Systeme verwenden entweder Zweierreihen statt Dreierreihen von Lampen, oder sind nur auf einer Seite der Landebahn (dann jedoch als Dreier- oder sogar Viererreihen) installiert.

Insbesondere in den USA, in Australien und in Neuseeland wurden eine Reihe weiterer VASI-Varianten eingesetzt:

- TVASI: Bei diesem Verfahren werden die zwei bzw. drei Dreierreihen des VASI-Systems auf jeder Seite der Landebahn durch eine einzige Zeile von vier Lampen ersetzt, die jedoch von einer Reihe aus sechs Lampen in Längsrichtung gekreuzt wird. Die vorderen drei Lampen werden dabei als Fly-up Lampen, die hinteren drei als Fly-down Lampen bezeichnet, Analog zu den VASI-Lampen senden sie sowohl weißes als auch rotes Licht aus. Je nachdem wie weit ober- oder unterhalb des Gleitpfads das Flugzeug fliegt, erkennt der Pilot den weiß leuchtenden VASI-Querbalken sowie ein, zwei oder drei weiße Fly-down bzw. Fly-up Lichter. Erst weit unterhalb des vorgeschriebenen Gleitpfades wechselt der VASI-Querbalken von weiß auf rot; gleichzeitig sind dann auch die Fly-up Lichter als rote Lichter erkennbar.
- ATVASI bzw. Abbreviated TVASI: Dies ist eine Vereinfachung des TVASI, das nur auf einer Seite der Landebahn installiert ist.
- Tri-Color VASI bzw. TRCV: Hierbei werden Lampen eingesetzt, die rotes, gelbes und grünes Licht für → *Landeanflüge* unterhalb, oberhalb oder entlang des vorgegebenen Gleitpfads aussenden. Das Tri-Color VASI besteht in der Regel nur aus einer Lichtquelle. Ein Problem dieser Systeme ist, dass der Pilot in manchen Fällen beim Übergang von grün zu rot zwischenzeitlich ein gelbes Signal erkennen kann. Statt der richtigen Aussage „Anflug zu tief“ erfolgt dann kurzzeitig die falsche und verwirrende Anzeige „Anflug zu hoch“.
- Pulsating Visual Approach Slope Indicator (PVASI) bzw. Precision Light Approach Slope Indicator (PLASI): Beide Systeme bestehen ebenfalls nur aus einer einzelnen Lichtquelle, die allerdings weißes sowie pulsierendes rotes und weißes Licht aussendet. Anflüge entlang des vorgegebenen Gleitpfads werden durch eine konstant weiße oder eine alternierend weiß-rote Anzeige gekennzeichnet. Abweichungen nach oben bzw. unten sind durch weiße bzw. rote Pulse erkennbar, deren Frequenz mit der Abweichung zunimmt. Dieses System ist zum einen sehr kompakt, zum anderen kann es relativ einfach auf unterschiedliche Gleitwegwinkel eingestellt werden. Von Nachteil ist, dass Piloten das pulsie-

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_22, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

rende Signal mit den Signalen von Flugzeugen am Boden und Bodenfahrzeugen verwechseln können.

VASI-Systeme bergen die Gefahr oszillierender Anflüge in sich, d. h. der Pilot steuert das Flugzeug alternierend oberhalb und unterhalb des schwer erkennbaren und schmalen rosaroten Bereichs, der den vorgegebenen Gleitpfad anzeigt. Gleichzeitig sind die zahlreichen Lampen des VASI-Systems nur unter großem Aufwand präzise auf den Gleitpfad der Landebahn einzustellen, unflexibel gegenüber Änderungen des Gleitwegwinkels und anfällig für Ausfälle. Aus diesem Grund ist das VASI-System inzwischen weitgehend durch das einfachere → *PAPI*-System ersetzt worden.

VC

Abk. für Vereinigung Cockpit.

Berufsverband der Verkehrsflugzeugführer (Piloten) und Flugingenieure in Deutschland. Als solcher wahrt und verfolgt er berufs- und tarifpolitischen Interessen seiner Mitglieder.

Sitz der VC ist Neu-Isenburg bei Frankfurt am Main.

Die VC ist deutsches Mitglied der europäischen → *ECA* und der internationalen → *IFALPA*.

→ *http://www.vcockpit.de/*

VDF

1. Abk. für → *VHF Direction Finder.*
2. Abk. für Verband deutscher Flugleiter.
   → *http://www.vdf-online.de/*

Vehicle-free Apron

Ein Konzept der → *Flugzeugabfertigung*, bei der zahlreiche Dienste nicht mehr durch mobile Fahrzeuge und Anlagen auf dem → *Vorfeld*, sondern mit Hilfe fest installierter Einrichtungen unter dem Vorfeld oder an den → *Fluggastbrücken* durchgeführt werden. Dadurch verringern sich die Zahl der Fahrzeuge, die parallel am Flugzeug arbeiten und die Zahl der Bewegungen auf dem Vorfeld. Die Koordinierung der Flugzeugabfertigung wird so vereinfacht und die Gefahr von Kollisionen und Unfällen auf dem Vorfeld verringert.

Vektorsteuerung

→ *Schubvektorsteuerung.*

Venturi-Effekt

Ein Begriff aus der Physik und dort aus der Strömungslehre. Bezeichnung für die Eigenschaft einer (annähernd) inkompressiblen und reibungsfreien Rohrströmung, an der Stelle des engsten Querschnittes die höchste Strömungsgeschwindigkeit und den geringsten → *statischen Druck* aufzuweisen.

Die Tatsache, dass die Strömungsgeschwindigkeit am engsten Querschnitt am größten ist, ist eine direkte Folge der Massenerhaltung in der Strömung. Die Beziehung zwischen Strömungsgeschwindigkeit und statischem Druck ist eine Folge der Energieerhaltung und ist in der → *Bernoullischen Gleichung* beschrieben.

Der Effekt ist nach seinem Entdecker benannt, dem italienischen Physiker G.B. Venturi (* 1746, † 1822).

Verantwortlicher Flugzeugführer

→ *Pilot.*

Verbundwerkstoff

Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. International als Composite Materials bezeichnet. Er bezeichnet solche im Flugzeugbau und anderswo eingesetzte → *Werkstoffe*, die aus mehreren, üblicherweise nicht metallischen Werkstoffen mit unterschiedlichen Eigenschaften bestehen. Man unterscheidet dabei üblicherweise → *Faserverbundwerkstoffe* und die → *Sandwichbauweise*.

Verbundwerkstoffe werden dort eingesetzt, wo die Eigenschaften der einzelnen Werkstoffe nicht mehr ausreichen und die erwünschte Leistungsfähigkeit nur erzielt werden kann, wenn man die Eigenschaften mehrerer Werkstoffe miteinander kombiniert.

Verdichter

Verdichter erhöhen mit Hilfe der mechanischen Energie einer Welle die kinetische Energie eines Fluids und wandeln diese in eine Druckerhöhung des Fluids um. Sie stellen somit ein Gegenstück zur → *Turbine* dar.

In der Luftfahrt kommen Verdichter z. B. in → *Turbinen-Luftstrahltriebwerken* (TL-Triebwerken) zum Einsatz. Bei den einfachen Einstrom-Turbinenluftstrahltriebwerken (ETL) verdichten sie die Luft vor dem Eintritt in die Brennkammer; bei den → *Zweistrom-Turbinenluftstrahltriebwerken* (ZTL) beschleunigen sie zusätzlich den kalten Nebenstrom mit Hilfe eines Niederdruckverdichters (Fans, Bläser).

Gleichdruckverdichter und Überdruckverdichter

Analog zur Turbine bestehen Verdichter aus einem Laufrad und einem Leitrad, wobei die Reihenfolge gegenüber der Turbine vertauscht ist. Beim Gleichdruckverdichter übernimmt das Laufrad lediglich die Übertragung der mechanischen Wellenenergie in kinetische Energie des Fluids. Das Fluid strömt in das Laufrad und wird durch dessen Bewegung umgelenkt; dabei überträgt sich der Impuls des Laufrads auf die Strömung. Die gesamte Druckerhöhung findet im folgenden Leitrad statt, dessen Querschnittserhöhung eine Verzögerung, und damit einen Druckanstieg des Luftstroms bewirkt. Beim Überdruckverdichter erfolgt bereits im Laufrad eine Querschnittserhöhung, und somit ein Teil der Druckerhöhung. Analog zur Turbine werden Verdichter meist so ausgelegt, dass sich eine gleichmäßige Druckerhöhung an Lauf- und Leitrad einstellt; gleichzeitig erreicht man dadurch einen gleichmäßigen Strömungsverlauf entlang des Verdichters.

Axialverdichter und Radialverdichter

Die ersten TL-Triebwerke wurden mit Radialverdichtern ausgestattet. Bei diesen Verdichtern wird die Luft im Leitrad radial nach außen geschleudert; dadurch wird zusätzlich zu der oben beschriebenen Verdichtung eine weitere Verdichtung der Luft infolge der Zentrifugalkraft erreicht. Bei Axialverdichtern strömt die Luft dagegen weitgehend axial durch den Verdichter, so dass die Druckerhöhung geringer als beim Radialverdichter ist.

Dennoch werden heute in TL-Triebwerken ausschließlich Axialverdichter eingesetzt. Ein Grund ist, dass Radialverdichter eine größere Stirnfläche benötigen und damit einen höheren → *Widerstand* erzeugen. Zum anderen sind die maximalen Durchflussmengen beim Radialverdichter beschränkt.

Hinzu kommt, dass weder beim Radial- noch beim Axialverdichter die benötigten Verdichtungsverhältnisse moderner TL-Triebwerke von 15:1 bis 30:1 erreichen; während Radialverdichter Druckerhöhungen von etwa 5:1 bewerkstelligen, liegen Axialverdichtungen sogar nur bei Verdichtungen um 1,5:1. Es ist daher erforderlich zahlreiche Verdichterstufen hintereinander zu schalten. Bei Radialverdichtern muss die Luft dazu nach jeder Verdichterstufe serpentinenartig zurück zur Welle strömen,

um danach wieder nach außen geschleudert zu werden. Dieser Vorgang führt zu erheblichen größeren Strömungsverlusten als beim Axialverdichter.

Nieder-, Mittel- und Hochdruckverdichter

Führt man die gesamte Verdichtung über einen Verdichter (mit zahlreichen Verdichterstufen) durch, so ist man gezwungen Drehzahl und Querschnitt des Verdichters für einen mittleren Druck, der zwischen dem Eintritts- und dem Austrittsdruck liegt, zu optimieren. Zusätzlich kann man den Verdichter nur für eine bestimmte → *Fluggeschwindigkeit*, z. B. die Reisegeschwindigkeit, optimal auslegen. Vorteilhafter ist es daher, getrennte Nieder- und Hochdruckverdichter einzusetzen, die jeweils über eine eigene Turbine angetrieben werden. Drehzahl und Querschnitt der Verdichter können dann besser auf die jeweiligen Druckverhältnisse ausgelegt werden. Gleichzeitig erlaubt die getrennte Ansteuerung der einzelnen Verdichter eine bessere Anpassung an die Bedürfnisse (z. B. Leistungsbedarf) und Rahmenbedingungen (z. B. Fluggeschwindigkeit, Luftdichte) in den unterschiedlichen → *Flugabschnitten*. Bei → *Propeller-Turbinenluftstrahltriebwerken* (PTL), → *Propfan-Triebwerken* und ZTL kann die optimale Drehzahl der Welle für den Niederdruckverdichter so niedrig sein, dass die erzeugte Verdichtung für den anschließenden Hochverdichter zu gering ist. In diesen Fällen wird ein zusätzlicher Mitteldruckverdichter, der in der Regel über eine eigene Turbine angetrieben wird, dazwischengeschaltet.

Verdichtungsstoß
→ *Schallmauer.*

Verdunkelung
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für einen solchen Himmel, der von bodennahen Erscheinungen verdeckt ist und eine Vertikalsicht, die nach oben eingeschränkt ist.

Verdunstungsnebel
→ *Nebel.*

Verdrängungskörper
Auch Strömungskörper oder Anti-Schock-Körper oder Küchemann-Karotten (benannt nach dem deutsch-britischen Aerodynamiker Dietrich Küchemann) genannt. Bezeichnung für Anbauteile am Flügel, deren Aufgabe es ist, den Gesamtquerschnitt des Flugzeuges an dieser Stelle des Querschnitts über die Länge zu vergrößern, um der → *Flächenregel* besser gerecht zu werden. Dadurch optimiert sich der Luftstrom um das gesamte Flugzeug herum insbesondere im Überschallflug oder nahe der Schallmauer. Lokal am Flügel wird verhindert, dass die Luftströmung Überschallgeschwindigkeit erreicht und Stoßwellen verursacht, was zu Vibrationen führen könnte.
Ein Beispiel für ein Flugzeug mit Verdrängungskörper ist die CV-990 (Erstflug 24. Januar 1961). Dort werden je Flügelseite zwei solcher Körper im Bereich der inneren, hinteren Tragfläche genutzt, die in diesem Fall auch als Tank Verwendung finden. Auch die Handley Page 80 Victor (Erstflug 24. Dezember 1952) nutzte in manchen Varianten je Tragfläche einen Verdrängungskörper.

Vereisung
→ *Klareis,* → *leichte Eisbildung*, → *mittlere Eisbildung*, → *Spurenvereisung*, → *starke Eisbildung*.

Verfügbare Landestrecke
→ *LDA*.

Verfügbare Start(lauf)abbruchstrecke
→ *ASDA.*

Verfügbare Startlaufstrecke
→ *TORA.*

Verfügbare Startstrecke
→ *TODA.*

Verkehrseinheit
Abgekürzt mit VE. Ein zur Berechnung des Verkehrsaufkommens standardisiertes Maß. Eine Verkehrseinheit entspricht einem Passagier oder 100 Kilogramm → *Luftfracht* bzw. → *Luftpost*.

Verkehrsfliegerei
Bezeichnung für die kommerzielle Nutzung des Flugzeugs als Transportmittel für Passagiere und Fracht inklusive der Postbeförderung. Die Verkehrsflugbranche umfasst als Oberbegriff alle dafür notwendigen unternehmerischen, operativen und technischen Tätigkeiten.
Der Begriff der Verkehrsfliegerei beinhaltet die Passagierfliegerei (Passage) und die Frachtfliegerei (→ *Cargo*), beides sowohl auf der Basis eines regelmäßigen und in einem für eine Periode gültigen Plan veröffentlichten Flugdienstes (Linienverkehr) oder auf Basis einer bedarfsorientierten Anmietung von Lufttransportkapazität durch einen Endkunden oder Flugveranstalter (→ *Charter*). Entsprechende Dienstleistungen im Bereich der Verkehrsfliegerei werden von → *Luftverkehrsgesellschaften* erbracht.

Verkehrsflughafen
→ *Flugplatz.*

Verkehrsflugzeug
Bezeichnung für einen Flugzeugtyp, der von seiner Bauart her dazu geeignet ist, in der kommerziellen → *Verkehrsfliegerei* zur Beförderung von Fracht oder Passagieren eingesetzt zu werden. Man kann Verkehrsflugzeuge nach ihrem Einsatzgebiet in Kurz-, Mittel- und Langstreckenflugzeuge klassifizieren. Diese klassische Einteilung wird noch durch die Klasse der → *Regionalflugzeuge* nach unten abgerundet.
Ferner ist hinsichtlich der Bauweise zwischen dem Narrow Body und dem → *Wide Body* zu unterscheiden.
Nach Herstellerangaben gingen zwischen 2000 und 2009 die folgenden Bestellungen bei den beiden größten Anbietern von Verkehrsflugzeugen, → *Airbus* und → *Boeing*, ein:

Jahr	Bestellungen bei Airbus	Bestellungen bei Boeing
2000	520	588
2001	375	527
2002	300	381
2003	284	239
2004	370	272
2005	1111	1022
2006	824	1044
2007	1458	1413
2008	900	662
2009	310	202

Im gleichen Zeitraum wurde die folgende Zahl von Flugzeugen ausgeliefert:

Jahr	Auslieferungen von Airbus	Auslieferungen von Boeing
2000	311	492
2001	325	527
2002	303	381
2003	305	281
2004	320	285
2005	378	290
2006	434	398
2007	453	441
2008	483	375
2009	498	481

Weitere bedeutende Anbieter von Verkehrsflugzeugen sind mittlerweile die Unternehmen Bombardier aus Kanada und Embraer aus Brasilien. Beide Hersteller sind traditionell auf Flugzeuge unterhalb der kleinsten Modelle von Airbus und Boeing spezialisiert, haben inzwischen aber auch Flugzeuge entwickelt, die mit den kleineren Versionen der B737 und A320 Serien konkurrieren. Parallel dazu entwickelt China eine eigene Flugzeugindustrie und zielt dabei ebenfalls auf die Märkte von Boeing und Airbus ab. Dagegen waren die Bemühungen von Russland, durch neu entwickelte Flugzeuge den Anschluss an den Weltmarkt wiederzufinden, bislang nicht erfolgreich.

Verkehrsflugzeugführerlizenz
→ *ATPL.*

Verkehrslandeplatz
→ *Flugplatz.*

Verkehrszulassung
Ein Begriff aus dem Bereich der Entwicklung und dem Vertrieb von Fluggerät. Die Verkehrszulassung stellt für ein Luftfahrgerät die Befugnis dar, im deutschen → *Luftraum* zu einem bestimmten Verwendungszweck zu verkehren. Damit wird auch zum Ausdruck gebracht, dass gegen die Verwendung des Luftfahrtgeräts keine Sicherheitsbedenken bestehen. Ziviles Gerät wird ferner im Luftfahrzeugregister aufgenommen und erhält ein → *Eintragungszeichen* der zulassenden Behörde.
Welches Luftfahrgerät eine Verkehrszulassung benötigt und wie diese erreicht wird ist in Deutschland in der Luftverkehrszulassungsordnung (→ *LuftVZO*) geregelt.
Für Luftfahrtgerät ohne Zulassung kann in bestimmten Fällen (z. B. Werkstattflug oder Überführungsflug) eine vorläufige Verkehrszulassung erteilt werden. Sie ist je nach Anlass befristet und u. U. mit Auflagen verbunden.

Verlustleistung
→ *Vortriebswirkungsgrad.*

Verlustmeldung
→ *PIR.*

Versetzte Landeschwelle
→ *Landeschwelle.*

Verstellpropeller
→ *Propeller.*

Vertikalachse
→ *Hochachse.*

Verwindung
Auch Schränkung genannt. Bezeichnet beim → *Tragflügel* die Veränderung des → *Einstellwinkels* entlang der → *Spannweite*. Mit Hilfe der Verwindung kann der Einfluss der → *Randwirbel* auf → *Auftrieb* und → *Widerstand* reduziert werden. Dabei werden meist außen geringere Einstellwinkel als innen gewählt. Die Verwindung verbessert auch das Verhalten des Flugzeugs beim Überziehen. Gleichzeitig erlaubt sie den Ausgleich der Verwindung des Tragflügels im Flug in Folge seiner → *Aeroelastik*.

VFR
Abk. für Visual Flight Rules.
→ *Sichtflug.*

VFR-Beschränkungsgebiet
Besonderer Teil des → *Luftraums*, in dem → *Sichtflüge* nur unter besonderen Bedingungen erlaubt sind.
In Deutschland wurde ein VFR-Beschränkungsgebiet im Bereich Berlin eingerichtet, um den dichten → *IFR*-Verkehr in der Nähe der → *Flugplätze* Tegel (TXL), Tempelhof (THF) und Schönefeld (SFX) zu schützen.

VHF
Abk. für Very High Frequency.
Bezeichnung für das Frequenzband von 30 MHz bis 300 MHz, das in Deutschland als Ultrakurzwelle bzw. UKW-Bereich bezeichnet wird.
An den VHF-Bereich schließt sich nach unten der → *HF*-Bereich an. Nach oben beginnt der Bereich der Mikrowellen, der die Dezimeterwellen (Ultra High Frequency, UHF), die Zentimeterwellen (Super High Frequency, SHF) und die Milimeterwellen beinhaltet. An diesen schließen sich wiederum die Bereiche der Infrarot-Strahlung, des sichtbaren Lichts, der Ultraviolett-Strahlung, der Röntgenstrahlung und der Gammastrahlung an.

VHF Direction Finder
Abgekürzt mit VDF oder VHF/DF, im dt. auch als UKW Sichtfunkfeuer bekannt. Bezeichnung für ein System der → *Funknavigation*, das der Bodenstation erlaubt die Richtung eines Flugzeugs zu bestimmen (→ *Fremdpeilung*).
VHF/DF-Systeme sind geeignet zur Identifikation von Flugzeugen auf einem Radarschirm und zur Unterstützung von orientierungslosen Flugzeugen.

Vielflieger
International auch Frequent Traveler (FTL) oder Frequent Flyer genannt. Es gibt keine exakte Definition dieses Begriffs, da jede → *Luftverkehrsgesellschaft* ihn etwas anders definiert. Basis ist jedoch die Häufigkeit von Flügen innerhalb eines bestimmten Zeitraums oder die Summe der dabei zurückgelegten Distanzen („Meilen“).
Vielflieger sind wegen ihres hohen Reiseumsatzes begehrte Kunden, die eine Luftverkehrsgesellschaft an sich binden möchte. Dazu werden entsprechende Loyalitätsprogramme (→ *Vielfliegerprogramm*) entwickelt. Sie zeichnen sich auch durch einen reichen Erfahrungsschatz an Anekdoten über verlorengegangenes Gepäck, seltsame Mitreisende, Durchstart-

manöver, Landungen und Starts bei schlechtem Wetter, lustige Kabinendurchsagen, exotische Flughäfen mit niedrigen Hygienestandards und unmögliches Essen aus.

Vielfliegerprogramm
Bezeichnung für Kundenbindungsprogramme der → *Luftverkehrsgesellschaften*. Sie basieren darauf, dass ein Kunde bei jedem Flug mit der Luftverkehrsgesellschaft, aber auch bei der Benutzung von Angeboten verbundener Unternehmen, Guthaben in Form von Punkten, Meilen oder Ähnlichem ansammeln und gegen Prämien eintauschen kann. Vielfliegerprogramme unterschieden zwischen Status- und Prämienguthaben.
Statusguthaben können in der Regel nur erworben werden, wenn der Kunde einen Flug mit der entsprechenden Luftverkehrsgesellschaft – oder einem Unternehmen der entsprechenden → *Luftfahrtallianz* – durchführt. Meist erhält man für kurze Flüge eine Mindestgutschrift, während sich für längere Flüge die Gutschrift nach der Entfernung des Fluges richtet. Gleichzeitig erhöht sich die Gutschrift für Flüge in einer höheren → *Buchungsklasse* (z. B. Verdoppelung bei Business- und Verdreifachung bei First Class Flügen). Das Statusguthaben bestimmt den Status des Kunden in der Hierarchie des Vielfliegerprogramms. Meist gibt es zwei bis drei Hierarchiestufen, die mit jeweils unterschiedlichen Privilegien verbunden sind, z. B. Benutzung von → *Lounges*, Erhöhung des zulässigen → *Handgepäcks*, Bevorzugung bei Wartelisten, getrennte Schalter für den → *Check-in*. Statusguthaben können nicht ausgegeben werden, verfallen aber nach einer bestimmten Zeitspanne (z. B. nach einem Jahr). Auf diese Weise ist sichergestellt, dass nur „aktuelle“ Vielflieger in den Genuss eines hohen Status kommen bzw. wird dem Kunden ein permanenter Anreiz gegeben, durch weitere Flüge mit der gleichen Luftverkehrsgesellschaft seinen Status zu halten oder zu verbessern.
Prämienmeilen können auf vielfältige Art erworben werden. Bei Flügen wird dem Kunden die gleiche Anzahl an Prämien- wie an Statusmeilen gutgeschrieben. Zusätzlich kann der Kunde durch Wahl von Dienstleistungen verbundener Unternehmen, z. B. Umsätze mit bestimmten Kreditkarten oder Wahl bestimmter Hotel- oder Mietwagenketten, weitere Guthaben sammeln. Prämienmeilen können, müssen aber nicht verfallen, dies hängt meist vom Status des Kunden ab. In jedem Fall aber können sie ausgegeben werden für Prämien. Diese Prämien können zunächst Flüge mit der Luftverkehrsgesellschaft oder der Luftfahrtallianz sein. Alternativ können Dienstleistungen der verbundenen Unternehmen angefordert werden, z. B. Hotelübernachtungen.

Viertelschalenbauweise
→ *Schalenbauweise.*

Virga
→ *Fallstreifen.*

V-Leitwerk
Engl.: V-Tail. Eine besondere Ausführung des → *Leitwerks*, bei dem die Funktionen von → *Höhenleitwerk* und → *Seitenleitwerk* in zwei Flächen am → *Heck*, die in V-Stellung zueinander stehen, vereinigt werden.
Jede der beiden Flächen besteht aus einer Flosse und einem → *Ruder*. Die Flossen erfüllen dabei die Funktionen der → *Höhen-* und → *Seitenflosse*, d. h. sie sorgen für die → *Stabilität* des Flugzeugs um die → *Quer-* und die → *Hochachse*.
Die Ruder erfüllen die Funktionen des → *Höhen-* und → *Seitenruders*, d. h. sie ermöglichen die → *Steuerung* des → *Nickens* und → *Gierens*. Beim unsymmetrischen Ausschlag der beiden Ruder heben sich die Vertikalanteile der Ruderkraft auf, und es verbleibt eine → *Querkraft* mit der das Gieren gesteuert werden kann (Seitenruder-Funktion). Beim symmetrischen Ausschlag kompensieren sich dagegen die Horizontalkomponenten und es verbleibt eine vertikale Auftriebskraft mit der das Nicken gesteuert werden kann (Höhenruder-Funktion).

VLF
Abk. für Very Low Frequency.
Bezeichnung für das Frequenzband von 3 bis 30 kHz. Wellen im VLF-Bereich breiten sich als Bodenwelle über größte Entfernungen aus und können auch unter Wasser empfangen werden. Zusätzlich tritt durch Reflektion an der → *Ionosphäre* eine Raumwelle auf. VLF-Wellen werden weltweit für militärische Zwecke, z. B. zur Kommunikation mit U-Booten und für die → *Navigation* eingesetzt.
Die Nachbarbereiche des VLF sind → *ELF* (nach unten) und → *LF* (nach oben).

VMC
Abk. für Visual Meteorological Conditions.
→ *Sichtflugbedingungen.*

V-Motor
→ *Kolbenmotor.*

Vogelschlag
Engl.: Bird Strike. Bezeichnet die Kollision eine Flugzeugs im Flug mit einem Vogel, was in der Verkehrs- und Sportfliegerei üblicherweise in der Start- oder Landephase passiert, in der Militärfliegerei zusätzlich auch schon mal bei Tiefflügen. Vogelschläge oberhalb von 5.000 m sind nahezu unbekannt. Beim Vogelschlag können je nach Vogelgröße z. B. → *Rumpf* (inklusive Cockpitscheiben), → *Tragflügel* (insbesondere → *Ruder* und → *Klappen*), → *Triebwerke* oder das → *Leitwerk* teilweise schwer beschädigt werden. Vogelschlag wird daher bei der Konstruktion des Flugzeugs und seiner Komponenten als Risikoszenario mit berücksichtig. Die Wahrscheinlichkeit eines signifikanten Schadens steigt dabei mit der Vogelgröße. Bei Tieren bis 500 g liegt sie bei 30 %, bei Tieren um die 5 kg bei 80 %. 90 % aller Vogelschläge ereignen sich auf oder in der Nähe von Flughäfen. In Deutschland liegt die Anzahl der registrierten Vogelschläge in der kommerziellen Luftfahrt bei ca. 1.000 pro Jahr, wovon es in 100 bis 200 Fällen zu Schäden am Flugzeug kommt, davon sind etwa die Hälfte Triebwerksschäden.
Statistiken über Vogelschläge und deren Schäden werden durch verschiedene nationale und internationale Gremien und das Militär erhoben und den Flughafenbetreibern, den Fluglinien und den Herstellern für Ausbildungs-, Versicherungs- und Präventionsmaßnahmen zur Verfügung gestellt.

Vogelschlag auf den Rumpf oder die Cockpitscheiben
Beim Aufprall eines Vogels auf den Rumpf unterscheidet man zwischen dem Fall, dass der Vogel die Haut oder das Cockpitfenster durchschlägt (Penetration) oder abprallt bzw. streift und dadurch immer noch eine Schockwelle auslöst (Shockwave Effect). Durch zahlreiche experimentelle Beschussreihen in den 70er Jahren gibt es heute genügend Daten zur Simulation

der Schockwellen und anerkannte Modelle und Computerprogramme dazu.
Die Beschaffenheit der Cockpitfenster (Größe und Material) sowie deren Anordnung (Winkel) und Befestigung haben Einfluss auf ihre Durchschlagsfestigkeit. Dies wird durch Beschuss mit toten Vögeln oder künstlichen Simulationskörpern getestet. Dabei kommen in der Entwicklung z. B. handelsübliche aufgetaute Tiefkühlhähnchen oder geeignete Gelier- oder Plastilinmassen (85 bis 90 % Wasseranteil, Rest ist Luft) zum Einsatz. Bei der offiziellen, behördlichen Zertifizierung wird mit echten, zuvor getöteten Vögeln getestet.
Beide Fälle, Durchdringen der Außenhaut oder Schockwelle, können zu Beschädigungen bzw. Fehlfunktionen von Systemen an Bord des Flugzeugs führen. Beim Durchschlag des Vogels besteht zusätzlich eine Gefahr für die Besatzung. Aus Indien ist ein Fall bekannt, bei dem die Schockwelle eines im → *Landeanflug* aufprallenden Vogels dazu führte, dass der Schalter zum Abschalten der Triebwerke bei Feuer ausgelöst wurde.

Vogelschlag ins Triebwerk

Jettriebwerke sind so konstruiert dass sie das Eindringen einzelner oder mehrere Vögel bis zur Größe eines Stars (75 g) oder einer Amsel (100 g) bei kurzzeitigem Schubverlust unbeschadet überstehen. Die Vögel werden eingesogen und treten bei heute weitverbreiteten Mantelstromtriebwerken im Fan innerhalb von einer oder zwei Millisekunden aus dem Leben. Ihre organischen Körperfragmente werden durch die hohe Drehgeschwindigkeit auszentrifugiert und entweichen in der Regel durch den Nebenstrom wieder aus dem Triebwerk. Problematischer wird es, wenn ein solcher Vogel nahezu in der Mitte des Triebwerks auftrifft („Core Bird"); dann kann es sein, dass Teile der Körpermasse bis in die Verdichterstufe gelangen, dort wegen der Streuwirkung auf dem Weg durch das Triebwerk viele bis alle Schaufeln von den Vogelfragmenten erreichen und ihre Funktion durch die Strömungsinstabilitäten beeinträchtigen oder die dortigen Schaufeln beschädigen, was zu etwas längerem, aber immer noch temporärem Schubverlust führen kann. Zugelassen sind hier Schubverluste im Bereich einiger weniger Sekunden.
Bei eingesogenen Tieren bis zur Größe einer Kanadagans (3 bis 4 kg) oder eines Höckerschwans (10 bis 13 kg) treten zwar Schäden bis hin zum Totalausfall auf, aber keinesfalls wird das Triebwerk komplett zerstört, explodiert oder fällt ab.
Die Wahrscheinlichkeit, dass bei einem doppelten Vogelschlag Schubverluste auftreten beträgt bei einer Kollision mit 2 kg schweren Vögeln 10 %, bei 5 kg schweren Vögeln 20 %.
Bei der Entwicklung und Zertifizierung von Triebwerken wird der Vogelschlag genauso berücksichtigt wie das Einsaugen von Eis oder Vulkanasche. In Computersimulationen und Labortests während der Entwicklung aber auch an deren Ende bei der Zulassung wird der Vogelschlag in verschiedenen Szenarien simuliert (z. B. einzelner Großvogel mit 1,8 kg, einzelner Vogel bis 500 g, Vogelschwarm mit Tieren bis 85 g). Ziel ist es, dass die Triebwerkschaufeln sich durch die Impulsbelastung (bis zum 10.000 fachen des Eigengewichts des Vogels) zwar bleibend an den Eintritts- und Blattspitzenkanten verformen können und ersetzt werden müssen, idealerweise aber nicht abbrechen, was den Schaden im Triebwerk wesentlich erhöhen würde. Zu beachten ist dabei, dass nicht nur die unmittelbar vom Vogel getroffenen zwei bis vier Schaufeln betroffen sind, sondern diese sich derart verformen, dass auch Nachbarschaufeln durch Berührungen in Mitleidenschaft gezogen werden. Dies führt in der Regel dazu, dass die Verdichterlaufschaufeln in der Eingangsstufe (Fan) etwas dicker sind als es zum dauerhaften Standardbetrieb des Triebwerks nötig wäre.
Da Flugzeuge auch mit nur einem Triebwerk fliegen können ist das Gesamtrisiko, dass durch einen doppelten Vogelschlag beide Triebwerke ausfallen gering, aber insgesamt für die kommerzielle Verkehrsluftfahrt seit den 70er Jahren gestiegen, da es immer mehr Flugzeuge mit nur zwei Triebwerken gibt.

Vogelschlag auf Flugplätzen

→ *Flugplätze* sind bestrebt, durch Wahl geeigneter Vegetation (Langgras über 25 cm), Vermeidung von stehendem Wasser, Eliminierung von Nahrungsquellen und geeigneter Ausführung von Gebäuden die Attraktivität als Habitat für Vögel herabzusetzen, man spricht von Vogelvergrämung. Auch die Lage von Flughäfen, etwa mit Müllhalden, Sumpf- oder Feuchtgebieten in den An- und Abflugbereichen, trägt zum Risiko mit bei. In Einzelfällen können Vögel auf dem Flughafengelände durch Böllerschüsse (Pyrotechnik oder Propangaskanonen), Drachen, Lichter, Geräusche (Panikschreie der Vögel vom Bd.) oder auch den Einsatz durch Greifvögel einer Falknerei (z. B. in Düsseldorf oder Barcelona) vertrieben werden. Auch speziell geschulte Hunde, in der Regel Border Collies, können eingesetzt werden. Zuständig dafür sind in der Regel die Naturschutzbeauftragten oder Förster der betroffenen Flugplätze.

Vogelzug

Zusätzlich gibt es besondere → *Luftfahrtkarten*, in denen Vogelflugstrecken eingezeichnet sind und Warndienste für Vogelzug. Auch langfristige Beobachtungen von Vogelbeständen und der Abgleich mit den Vogelschlagbeständen werden vorgenommen, um für zukünftige Triebwerke etwa eine Zu- oder Abnahme der Kollision mit größeren oder kleineren Vögeln vorherzusagen.

Vorkommnisse

Ein spektakulärer Fall von doppeltem Vogelschlag erfolgte am 16. Januar 2009 in New York, als bei einem Airus A320 der US Airways auf Flug 1549 von New York nach Charlotte im Steigflug nach dem Start auf dem La-Guardia-Flughafen beide Triebwerke durch Vogelschlag ausfielen und sich der Pilot, Chesley Sullenberger (57), zur → *Notwasserung* auf dem Hudson entschloss. Dabei setzte das Flugzeug sechs Minuten nach dem Start mit dem Heck auf, hielt sich in der Waagerechten, so dass auch die Treibwerke zeitgleich aufsetzten und eines abscherte. Das Flugzeug zerbrach aber nicht, sondern kam zum Stillstand und lief nur sehr langsam voll Wasser, so dass alle 155 Passagiere und Besatzungsmitglieder über die zu Flößen umgenutzen Notrutschen und die Tragflächen das sehr langsam sinkende Flugzeug auf herbeigeeilte Fähren verlassen konnte. Das Flugzeug selbst wurde an ein Ufer geschleppt und zwei Tage später von einem Schwimmkran zur weiteren Untersuchung geborgen. Dieser Fall ist extrem bemerkenswert, da doppelter Vogelschlag mit Totalausfall beider Treibwerke und eine geglückte Notwasserung jeweils für sich schon sehr unwahrscheinliche Ereignisse sind.

Vorschriften des Luftrechts

Nationale Vorschriften und Empfehlungen hierzu sind in Deutschland:

- Richtlinien des Bundesministers für Verkehr zur Verhütung von Vogelschlägen im Luftverkehr (13. Februar 1974)
- Ergänzung zur Richtlinien des Bundesministers für Verkehr zur Verhütung von Vogelschlägen im Luftverkehr (3. April 1986, betrifft die Flughafenumgebung)
- Erlass des Bundesministers für Verteidigung zur Verhütung von Vogelschlägen im Flugbetrieb der Bundeswehr (31. Mai 1991)
- Bekanntmachung des Bundesministers für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen zur Anzeige von Zusammenstößen von Luftfahrzeugen mit Vögeln (8. November 2000)
- Empfehlungen der → *ADV* für die Tätigkeit der Vogelschlagbeauftragten an Verkehrsflughäfen (7. Mai 1986)
- Qualifikationsanforderungen für Vogelschlagbeauftragte Internationaler Verkehrsflughäfen, herausgegeben durch den ADV Fachausschuss „Betrieb und Technik“ und den DAVVL (November 2003)

Interessenverbände

In Deutschland beschäftigt sich seit dem 30. Juni 1964 der Ausschuss zur Verhütung von Vogelschlägen im Luftverkehr (DAVVL, international als German Birdstrike Committee bekannt) auf Anregung des Verkehrsministers mit dem Thema. Er gibt auch zweimal im Jahr die Fachzeitschrift „Vogel und Luftverkehr“ (ISSN 0721–4521) heraus. Dem DAVVL müssen alle Vogelschläge gemeldet werden, in die deutsche, kommerziell genutzte Flugzeuge verwickelt sind.
Auf internationaler Ebene ist das „International Bird Strike Committee“ (IBSC) aktiv und stellt z. B. international bewährte Regeln für Flughafenbetreiber auf.

Links

→ *http://www.davvl.de/*
→ *http://www.int-birdstrike.org/*

Voll bewegliches Rotorsystem

→ *Rotor.*

Vollautomatischer Flug

Auch als Flug mit Autopilot oder Autopilot-Betriebsart bezeichnet. Bezeichnung für einen Flug, bei dem im Gegensatz zum → *manuellen Flug* das Flugzeug von einem technischen System, z. B. dem → *Autopiloten* oder dem Flugmanagement-System (→ *FMS*) gesteuert wird und der Pilot nur eine Überwachungsfunktion einnimmt.

Vollwandrippe

→ *Rippe.*

VOLMET

Abk. für Meteorological Information for Aircraft in Flight.
VOLMET-Meldungen sind routinemäßig auf UKW übertragene präzise und aktuelle Bodenwettermeldungen sowie die zweistündigen Flughafenwettervorhersagen der wichtigsten → *Flugplätze* (und ihrer Ausweichflugplätze) in Europa. VOLMET-Meldungen werden im Klartext übertragen. Sie dienen ausschließlich der kommerziellen Luftfahrt und wenden sich an Flugzeuge, die sich bereits in der Luft befinden und z. B. im → *Landeanflug* auf ihren Zielflughafen sind. Sie enthalten das Platzwetter mit Trend (Landewettervorhersage) für die genannten Flugplätze und Wetterstationen.

Bremen	127,400 MHz
Schönefeld	128,400 MHz
Frankfurt 1	127,600 MHz
Frankfurt 2	135,775 MHz
Friedrichshafen	129,025 MHz
Insbruck	130,475 MHz
Wien (International)	126,000 MHz
Wien	122,550 MHz
Klagenfurt	122,275 MHz

Mittlerweile sind VOLMET-Wetterberichte auch über Telefon abrufbar.

Volte

→ *Platzrunde*.

VOR

Abk. für VHF Omnidirectional Radio Range.
VHF steht dabei für Very High Frequency. Im deutschen ist VOR auch als UKW-Drehfunkfeuer bekannt.
Das VOR-System gehört zu den → *Richtungsmessverfahren* in der → *Funknavigation*; dabei sendet eine Bodenstation elektromagnetische Signale aus, die im Flugzeug ausgewertet und als → *Steuerkurs* des Flugzeugs gegenüber dem magnetischen Nordpol angezeigt werden können.
Da eine Richtungsinformation alleine nicht ausreicht, um die Position des Flugzeugs zu bestimmen, werden VOR-Sender häufig zusammen mit einem Sender des → *Entfernungsmessverfahrens* → *DME* angeordnet. VOR- und DME-Sender können gleichzeitig angewählt werden und erlauben zusammen die Positionsbestimmung des Flugzeugs.
Alternativ kann das VOR-Signal mit einem → *NDB*-Signal oder einem → *TACAN*-Signal (sogenannte → *VORTAC*-Systeme) zur Positionsbestimmung kombiniert werden. Das kombinierte VOR/DME System ist heute eines der gebräuchlichsten → *Navigationsverfahren* in der Luftfahrt; weltweit sind etwa 2.000 VOR-Sender verfügbar.
Neben der Positions- und Richtungsbestimmung in der Streckennavigation werden VOR-Systeme auch zur Markierung von → *Luftstraßen* (Pflichtpunkte, Knickpunkte, Verzweigungspunkte), als An- und Abflughilfen in Flugplatznähe (sogenannte Terminal VOR, TVOR oder Platz-UKW-Drehfunkfeuer) und zur Markierung des Holding Fix und des Initial Approach eingesetzt.
Das → *Doppler-VOR* stellt eine Weiterentwicklung des VOR dar.

Funktionsweise des VOR Systems

Im Gegensatz zum NDB sendet ein VOR nicht ein, sondern zwei Signale aus. Die Phasenverschiebung dieser beiden Signale enthält die Richtungsinformation in der Form einer → *missweisenden Peilung*, also als Winkel zwischen den beiden Richtungen Flugzeug – magnetischer Nordpol und Flugzeug – VOR-Station. Das erste Signal ist richtungsabhängig und besteht aus der Überlagerung zweier Signale: Einer richtungsunabhängigen Grundschwingung von 108 MHz bis 118 MHz wird eine 30-Hz-Schwingung überlagert, so dass in der Summe die Grundschwingung eine 30 Hz Amplitudenmodulation erfährt. Die 30 Hz-Schwingung wird dabei durch eine rotierende Dipol-

antenne erzeugt, so dass die Phase der Amplitudenmodulation richtungsabhängig ist.
Zusätzlich sendet VOR eine Bezugsschwingung aus, die basierend auf einer 9,96 kHz Hilfsträgerschwingung mit 30 Hz frequenzmoduliert ist; der Frequenzhub beträgt dabei 480 Hz. Dieses Signal ist richtungsunabhängig.
Zusätzlich sendet das VOR eine Kennung und ein Sprachsignal aus. Die Kennung enthält an Informationen den Namen der VOR-Station, ihre Abkürzung (stets drei Buchstaben), ihre Frequenz und ihren → *Morsecode*.
Der VOR-Empfänger an Bord des Flugzeugs filtert durch Demodulation sowohl die 30 Hz Amplitudenschwingung als auch die 30 Hz Frequenzschwingung sowie das Sprach- und Kennungssignal heraus. Durch Vergleich der Phase zwischen den beiden 30 Hz Signalen kann der Empfänger die Richtungsinformation erkennen. Bei einer Phasenverschiebung von Null liegt die VOR-Station vom Flugzeug aus betrachtet gerade in Richtung des magnetischen Nordpols.

Anzeige des VOR-Signals (RMI, OBI, HSI, ND)

Das VOR-Signal kann auf unterschiedliche Instrumenten angezeigt werden.
Eine Möglichkeit ist die Anzeige auf dem → *RMI*, der auch zur Anzeige des NDB-Signals verwendet wird. Der RMI zeigt das NDB-Signal stets als → *Seitenpeilung* (relativer Winkel zwischen dem Steuerkurs des Flugzeugs und der Richtung zum NDB) an. Daher muss das VOR-Signal, das ja den Winkel zwischen magnetisch Nord und der Linie Flugzeug-VOR-Sender angibt, erst in die entsprechende Seitenpeilung umgerechnet werden. Diese Umrechnung erfolgt im VOR-Empfänger automatisch mit Hilfe des → *Magnetkompasses*.
Alternativ kann die Anzeige über den → *OBI* (Omni Bearing Indicator) erfolgen. Dieser erlaubt gegenüber dem RMI zusätzlich die Wahl eines Sollkurses (durch den Omni Bearing Selector, OBS) und die Anzeige der momentanen Ablage von diesem Kurs (durch den Course Deviation Indicator, → *CDI*). Der To/ From Indicator zeigt an, ob sich das Flugzeug auf dem Flug zur oder von der VOR-Station weg befindet. Diese Angabe ist nötig, um Zweideutigkeiten in der CDI-Anzeige zu vermeiden. Der OBI kann zusätzlich mit einer Anzeige des → *Instrumenten-Landesystems* kombiniert sein.
Heute sind die Informationen des VOR-Signals oft in das → *HSI* oder → *ND* integriert.

Reichweite und Genauigkeit des VOR-Signals

Aufgrund der hohen Grundfrequenz des VOR-Senders ist zum Empfang des Signals eine Sichtverbindung zwischen Flugzeug und Bodenstation erforderlich. Die maximale Reichweite ist abhängig von der Flughöhe; bei 500 ft beträgt sie etwa 30 nm, bei 1.000 ft etwa 40 nm und bei 20.000 ft etwa 200 nm. Das VOR-System ist daher auf Kurz- und Mittelstreckennavigation beschränkt.
Die Genauigkeit des Systems wird im wesentlichen durch Ausbreitungsfehler und Störeinflüsse innerhalb des Flugzeugs bestimmt; dabei können Fehler von bis zu 5° auftreten.

Vorderholm

→ *Holm.*

Voreinflugzeichen

Engl.: Outer Marker, abgekürzt OM. Bezeichnung für eines der → *Einflugzeichen* eines → *Instrumenten-Landesystems* (ILS).
Das Voreinflugzeichen ist ca. 4 → *nm* bis 7 nm vor der → *Landebahn* installiert und markiert den Punkt, an dem die Flugzeuge auf den Kurs, der vom → *Landekurssender* angezeigt wird, einschwenken. Die Markierung erfolgt durch ein elektromagnetisches Signal, das von einer Richtantenne senkrecht nach oben abgestrahlt wird. Das Signal besteht aus einer Grundfrequenz von 75 MHz, die mit 400 Hz moduliert ist. Diese Modulation erlaubt die Unterscheidung des Voreinflugsignals von anderen Einflugsignalen. Die Abstrahlung erfolgt mit ca. 10 W und reicht bis in eine Höhe von ca. 200 → *Fuß*.
Das Überfliegen des Voreinflugzeichens wird im → *Cockpit* durch ein akustisches Signal in Form von zwei Morse-Strichen pro Sekunde, und durch ein blaues Licht angezeigt. Ist das Voreinflugzeichen mit einem → *NDB* kombiniert, so spricht man auch von einem Localizer/ Outer Marker, abgekürzt LOM.

Vorfeld

Engl.: Apron. Das Vorfeld zählt zu den → *Bewegungsflächen* eines → *Flugplatzes* und verbindet die → *Parkpositionen* und → *Abstellflächen* mit den → *Rollwegen*.
Die Form des Vorfelds wird so gewählt, dass die Wege zwischen den Rollwegen und den Park- und Abstellflächen möglichst kurz werden. Große → *Flughäfen* mit mehreren → *Terminals* und/ oder weit entfernten Einrichtungen für → *Wartung*, Reparatur und → *Betankung* von Flugzeugen können auch über mehrere Vorfelder – etwa für jeden einzelnen Terminal oder Funktionsbereich – verfügen, die wiederum über Rollwege miteinander verbunden sind. Die Kapazität der Vorfelder, Rollwege, → *Start- und Landebahnen* und der Parkpositionen muss aufeinander abgestimmt sein.
Von allen Flugbetriebsflächen ist das Vorfeld den höchsten Belastungen durch das Flugzeug ausgesetzt; seine Festigkeit wird daher oft so gewählt, dass sie etwa 10 % über der offiziell veröffentlichten → *PCN* des Flugplatzes liegt. Vorfelder werden nur mit einer sehr geringen Neigung gebaut, um einerseits das Manövrieren der Flugzeuge nicht zu erschweren, andererseits aber ein Abfließen von Wasser zu gewährleisten.
Die sich an das Vorfeld anschließenden Parkpositionen dienen der → *Flugzeugabfertigung*. Hierfür gibt es zwei Konzepte: Die Versorgung über mobile Einrichtungen und Fahrzeuge, oder die Verwendung von Versorgungsleitungen (z. B. für Strom, Pressluft, → *Kraftstoff*, Kommunikation), die unter dem Vorfeld und an den → *Fluggastbrücken* installiert sind. Im letzteren Fall spricht man auch von einem → *Vehicle-Free Apron*.

Vorfelddienst

Ein Teil der → *Bodenabfertigungsdienste* und Bestandteil der → *Flugzeugabfertigung*. Zu den Vorfelddiensten gehören:

- Das → *Marshaling*.
- Das Ein- und Aussteigen der Passagiere sowie ihr Transport zwischen Flugzeug und → *Terminal*, ggfs. mit geeigneten Vorfeldbussen.
- Das Be- und Entladen des Gepäcks der Passagiere und der Transport zwischen dem Terminal und dem Flugzeug mit geeigneten Fahrzeugen (Hubwagen, Transportbändern, Gepäckdollys).
- Das Be- und Entladen der → *Luftfracht* und der → *Luftpost* gemäß dem → *Ladeplan*, überwacht durch den → *Ramp* Agent.
- Das → *Catering* des Flugzeugs.

- Das Bereitstellen von Fahrzeugen und Ausrüstung für die Flugzeugabfertigung, auch überwacht durch den Ramp Agent.
- Die Überprüfung der Reifen und Räder.
- Das Unterstützen beim Anlassen der → *Triebwerke*.
- Das Bewegen des Flugzeugs aus der → *Parkposition* heraus (→ *Push-back*).

Vorfeldkontrolle
Engl.: Apron Control. Ein Teil der → *Platzkontrolle* am → *Flugplatz*.

Vorfeldposition
→ *Parkposition.*

Vorflügel
Auch Vorflügelklappe, engl.: Slats bzw. Leading Edge Slats. Bezeichnung für eine → *Klappe* an der Vorderkante des → *Tragflügels*. Der Vorflügel wird als → *Landeklappe* zur Erzeugung zusätzlichen → *Auftriebs* bei der → *Landung* und z. T. auch beim → *Start* eingesetzt.
Im Gegensatz zu → *Hinterkantenklappen* wie der → *Wölbungsklappe* oder der → *Spaltklappe* erhöht der Vorflügel nicht die → *Wölbung* des → *Profils*.
Vielmehr wird beim Vorflügel der zusätzliche Auftrieb durch die Beeinflussung der → *Grenzschicht* am Tragflügel erreicht. Beim Ausfahren des Vorflügels entsteht zwischen ihm und dem Tragflügel ein Spalt, durch den Luft von der Unter- zur Oberseite des Profils strömen kann. Dadurch wird der Grenzschicht am Tragflügel Energie zugeführt, und das Auftreten einer → *abgelösten Strömung* wird zu höheren → *Anstellwinkeln* hin verzögert. Durch die Steigerung des maximal nutzbaren Anstellwinkels ist eine beachtliche Steigerung des Auftriebs möglich.

Vorflügelklappe
→ *Vorflügel.*

Vorflugkontrolle
→ *Flugvorbereitung.*

Vorgaberegler
Bezeichnung für eine Betriebsart des → *Flugreglers*. Der Pilot kommandiert dabei mit seinen primären Bedienelementen (z. B. → *Side-Stick*, → *Pedale*) nicht mehr Ruderausschläge, sondern → *Zustandsgrößen* des Flugzeugs bzw. eine gewünschte Flugbahn. Diese Eingaben stellen die Vorgabe für den Flugregler dar; um die befohlene Flugbahn nachzufliegen berechnet und kommandiert der Flugregler die benötigten Einstellungen der → *Ruder* und → *Triebwerke*.
Die Vorgaberegelung wurde in der zivilen Luftfahrt in den 80er Jahren eingeführt. Voraussetzung dafür war neben der Verfügbarkeit leistungsstarker, digitaler Flugrechner vor allem der Übergang von der mechanischen zur → *Fly-by-Wire* (FBW) Steuerung. FBW erlaubt die konfliktfreie Überlagerung der Signale von Pilot und Flugregler. Damit muss erstmals nicht mehr entschieden werden ob der Pilot oder der Flugregler das Flugzeug steuert; vielmehr kann sich der Pilot zur Steuerung des Flugreglers bedienen.

Vorhaltezeit
→ *Enteisung.*

Vorsteuerung
Eine Komponente des → *Flugreglers*, die bekannte Einflüsse vorab durch Steuerung ausgleicht bevor sie zu einer Regelabweichung führen. Die Vorsteuerung erhöht die Führungsgenauigkeit des Flugreglers und fokussiert ihn quasi auf den Ausgleich unbekannter Störeinflüsse (z. B. → *Windböe*). Der → *Kurvenflug* kann als Beispiel dienen: Aus der → *Flugmechanik* ist bekannt, dass im Kurvenflug zur Haltung der Höhe der → *Auftrieb* vergrößert werden muss; dadurch steigt auch der → *Widerstand*, so dass zur Haltung der → *Fluggeschwindigkeit* zusätzlich der → *Schub* erhöht werden muss.
Bei einem System ohne Vorsteuerung leitet der Flugregler den Kurvenflug zunächst ohne Korrekturen ein. Erst wenn das Regelsystem ein Abweichung der Flughöhe festgestellt hat wird ein ausgleichender Ausschlag des → *Höhenruders* befohlen. Mit einer weiteren Verzögerung wird auch der Abfall der Fluggeschwindigkeit erfasst und durch eine entsprechende Schuberhöhung ausgeglichen. Der Flugregler läuft den Ereignissen, auf die reagiert werden muss, sozusagen hinterher; dadurch kommt es zu Abweichungen von der idealen Flugbahn die ausgeglichen werden müssen. Die Führungsgenauigkeit des Flugreglers ist also nicht sehr hoch.
Die Vorsteuerung dagegen berechnet die benötigten Korrekturen (Höhenruderausschlag, Erhöhung des Triebwerksschubs) bereits vorab und führt sie im Kurvenflug punktgenau durch. Abweichungen werden dadurch (bis auf im voraus unbekannte Störeinflüsse wie Windböen) vermieden und die Führungsgenauigkeit des Flugregler steigt stark an. Bei modernen Flugreglern (→ *EFCS*) ist die Vorsteuerung Teil des Flight Guidance Systems (→ *FGS*).

VORTAC
Abk. für Very High Frequency omnidirectional Radio Range Tactical.
Bezeichnet in der → *Funknavigation* die Kombination eines → *VOR*- mit einem → *TACAN* System, die beide am anzupeilenden Ort installiert sind. VORTAC liefert insgesamt drei Navigationsinformationen aus denen die Position des mit einem VORTAC-Empfängers ausgerüsteten Luftfahrzeugs exakt ermittelt werden kann. Die drei Navigationsinformationen sind:
- Die Entfernung des Luftfahrzeugs von der Station (durch den DME-Teil der TACAN-Anlage)
- Je ein → *Steuerkurs*-Signal durch das VOR und das TACAN, das den Winkel zwischen dem magnetischen Nordpol am Standort der Navigationsanlage und der momentanen Position des Luftfahrzeugs mit VORTAC-Sender angibt. Mit dieser Information erhält der Luftfahrzeugführer eine → *Standlinie*.

Durch die Kombination der Standlinie mit der Entfernung zum Sender sowie der Position des Senders kann die exakte Position des Luftfahrzeugs bestimmt werden.
VORTAC wird militärisch wie auch zivil genutzt.

Vortex Generator
→ *Wirbelblech.*

Vortillon
→ *Grenzschichtzaun.*

Vortrieb
Eigentlich Vortriebsleistung. Bezeichnung für die Leistung, die ein → *Triebwerk* durch seinen → *Schub* erzeugt. Bei den heute

in der Luftfahrt überwiegend eingesetzten Antrieben wird die Vortriebsleistung letztendlich aus der chemischen Energie des → *Kraftstoffs* gewonnen.
Der → *Kolbenmotor* verbrennt ein Kraftstoff-Luftgemisch und treibt darüber eine Welle an. Die Wellenleistung wird dann über ein Getriebe an einen → *Propeller* abgegeben, der die Umgebungsluft beschleunigt und so die Wellenleistung in eine Vortriebsleistung umwandelt.
Das → *Strahltriebwerk* verbrennt ebenfalls ein Kraftstoff-Luftgemisch, verwendet dann aber den Impuls des beschleunigten Abgasstrahls zur Vortriebserzeugung. Alternativ kann beim Strahltriebwerk ein Teil oder die gesamte Leistung des Abgasstrahls mittels einer → *Turbine* entnommen und zum Antrieb eines Propellers eingesetzt werden.

Vortriebsleistung
→ *Vortriebswirkungsgrad.*

Vortriebsregler
Engl. Auto Throttle oder Auto Thrust. Eine Komponente des → *Flugreglers* die den → *Triebwerksschub* ansteuert und so eine unabhängige Regelung von → *Fluggeschwindigkeit* und Flughöhe ermöglicht.
Der Vortriebsregler ist Teil des → *Bahnreglers*, der neben dem → *Steuerkurs* entweder → *Fluggeschwindigkeit* und Flughöhe oder Fluggeschwindigkeit und → *Bahnwinkel* regeln soll.
Der einfache Höhenregler im Bahnregler steuert lediglich das → *Höhenruder* an. Damit kann entweder eine Fluggeschwindigkeit oder eine Flughöhe (bzw. ein Bahnwinkel) vorgegeben werden. Es ist aber nicht möglich, beide Größen unabhängig voneinander zu wählen. So erfordert die Erhöhung der Fluggeschwindigkeit mit Hilfe des Höhenruders z. B. das Einleiten eines → *Sinkflugs*, d. h. es muss eine Verringerung der Flughöhe in Kauf genommen werden. In vielen Fällen (z. B. → *Landeanflug*) ist es erwünscht, Fluggeschwindigkeit und Flughöhe (bzw. Fluggeschwindigkeit und Bahnwinkel) gleichzeitig vorzugeben. Dazu ist neben dem Höhenruder eine zweite Stellgröße erforderlich. Der Vortriebsregler liefert mit dem Triebwerksschub diese weitere benötigte Stellgröße.

Vortriebswirkungsgrad
Bezeichnet bei → *Triebwerken* wie → *Strahltriebwerken* oder → *Kolbenmotoren* mit → *Propellern* das Verhältnis von Vortriebsleistung zu Strahlleistung.

Vortriebs-, Strahl und Verlustleistung
Sowohl Strahl- als auch Propellertriebwerke basieren auf dem Reaktionsprinzip, d. h. sie beschleunigen die Umgebungsluft (Propeller) bzw. die Abgase aus der Brennkammer (Strahltriebwerk) entgegen der Flugrichtung, und erzeugen dadurch einen Impuls auf das Flugzeug in Flugrichtung.
Die Leistung, die das Triebwerk dabei an die Umgebungsluft abgibt um diese zu beschleunigen bezeichnet man als die Strahlleistung. Sie ist proportional zu dem Massenstrom (also der pro Sekunde durch das Triebwerk geschleusten Luftmasse) und dem Quadrat der Geschwindigkeitserhöhung dieser Luft im Triebwerk. Die Vortriebsleistung ist jene Leistung, die vom Triebwerk auf das Flugzeug übertragen wird. Sie ist proportional zum Massenstrom und zur Geschwindigkeitserhöhung der Luft im Triebwerk. Die Differenz aus Strahl- und Vortriebsleistung wird als Verlustleistung bezeichnet.
Die Verlustleistung ist eine thermodynamische Eigenschaft des Triebwerksprozesses und tritt auch bei „idealen" Triebwerkskomponenten auf. In der Realität addieren sich zu der Verlustleistung weitere Verluste, z. B. bei Strahltriebwerken durch Reibungsverluste an den Oberflächen von → *Einlauf* und → *Schubdüse*, durch mechanische Verluste an → *Turbinen* und → *Verdichtern* und durch nicht-ideale Verbrennung des → *Kraftstoffs* in der → *Brennkammer*, oder bei Propellerantrieben durch mechanische Verluste in den Getrieben.

Vortriebswirkungsgrad und spezifischer Schub
Aus der oben genannten Definition folgt, dass der Vortriebswirkungsgrad umso größer ist, je kleiner die Geschwindigkeitserhöhung der Umgebungsluft im Triebwerk ausfällt. Gleichzeitig verringert sich damit auch der spezifische Schub, also die Vortriebsleistung, die das Triebwerk mit einem Massenstrom erzeugt. Anders ausgedrückt: Mit zunehmenden Vortriebswirkungsgrad muss eine immer größere Luftmenge beschleunigt werden um eine bestimmte Vortriebsleistung zu erzeugen.

Vortriebswirkungsgrad und Triebwerkstypen
Propeller weisen aufgrund der geringen Beschleunigung der Umgebungsluft prinzipiell einen guten Vortriebswirkungsgrad auf, sind jedoch in ihrer → *Fluggeschwindigkeit* beschränkt. Umgekehrt können → *Turbinenluftstrahltriebwerke* (TL-Triebwerke) bei hohen Fluggeschwindigkeiten betrieben werden, führen aber zu einer großen Beschleunigung der Umgebungsluft und damit zu einem geringen Vortriebswirkungsgrad. Um dennoch das Spektrum der unterschiedlichen Anforderungsprofile (Fluggeschwindigkeit, Leistungsbedarf) in der Luftfahrt optimal abzudecken wurden zahlreiche Triebwerkstypen mit unterschiedlichen Kompromisslösungen entwickelt:
Bei Fluggeschwindigkeiten bis ca. → *Mach* 0,6 kann der Propeller eingesetzt werden. Bei kleinen (Sport-) Flugzeugen wird heute noch die Kombination Propeller – Kolbenmotor eingesetzt; bei den größeren Regional- und Transportflugzeugen dagegen das → *Propeller-Turbinenluftstrahltriebwerk* (PTL, Turboprop). Der Vortriebswirkungsgrad dieser Triebwerke liegt bei ca. 0,85.
Große Passagierflugzeuge werden mit Fluggeschwindigkeiten zwischen Mach 0,6 und Mach 0,9 betrieben. Diese Geschwindigkeiten führen beim herkömmlichen Propeller zu lokalen Überschall-Strömungen, die einen hohen → *Widerstand* und eine mechanische Überbeanspruchung des Propellers verursachen. Einfache Turbinenluftstrahltriebwerke kommen aufgrund ihres geringen Wirkungsgrads ebenfalls nicht in Frage. Als Kompromiss wurden daher die → *Zweistrom-Turbinenluftstrahltriebwerke* (ZTL, Turbofan-Triebwerk, Mantelstromtriebwerk) entwickelt, die ohne Propeller auskommen, über ein hohes → *Nebenstromverhältnis* aber zu einer geringeren Beschleunigung der Umgebungsluft führen.
Mit einem Vortriebswirkungsgrad von ca. 0,70 liegen die ZTL allerdings schlechter als die PTL. Daher ist man bemüht, über die → *Propfan Triebwerke* das Propeller-Prinzip auf höhere Fluggeschwindigkeiten auszudehnen. Propfan-Triebwerke sollen bis Mach 0,8 einsetzbar sein, ähnliche Wirkungsgrade wie die PTL haben und somit die bisherigen ZTL-Triebwerke bei großen Passagierflugzeugen ablösen. Bei Geschwindigkeiten über Mach 1 werden ZTL zunehmend ineffizienter, da der Fan den Nebenstrom kaum noch verdichtet und nach hinten

beschleunigt. Gleichzeitig erzeugt der große Durchmesser des Fans einen hohen Widerstand. Daher werden in diesen Bereichen die traditionellen Einkreis-Turbinenluftstrahltriebwerke (ETL) eingesetzt, die mit Hilfe von → *Nachbrennern* Fluggeschwindigkeiten bis Mach 3 erlauben. Ab Mach 3 kann durch geschickte Formgebung des Einlaufs die Umgebungsluft so weit komprimiert werden, dass der Verdichter – und damit auch die Turbine – im Triebwerk entfallen kann; dieses Prinzip wird bei den → *Staustrahltriebwerken* ausgenutzt.

VSI

Abk. für Vertical Speed Indicator.
→ *Variometer.*

V-Stellung

Engl.: Dihedral Angle; bezeichnet beim → *Tragflügel* die Neigung der rechten und linken Flügelhälfte gegenüber der → *Querachse* des Flugzeugs. Allgemeiner formuliert beschreibt sie die Verschiebung des → *Profils* entlang der → *Spannweite* in Richtung der → *Hochachse*. Die V-Stellung wird hauptsächlich im Hinblick auf den → *Schiebeflug* gewählt. Sie bewirkt, dass im Schiebeflug der vorgehende Flügel mit einem höheren, der rückliegende Flügel mit einem geringeren → *Anstellwinkel* angeströmt wird. Somit erfährt der vorgehende Flügel einen höheren → *Auftrieb* als der rückliegende und das Flugzeug erfährt ein → *Rollmoment*, das sich stabilisierend für den → *Kurvenflug* auswirkt. Somit erhöht die V-Stellung die Stabilität um die Hochachse des Flugzeugs bei Seitenwind. Die V-Stellung ist besonders bei → *Tiefdeckern* von Bedeutung, da hier die Umströmung des → *Rumpfes* im Schiebeflug ein entgegengesetztes Rollmoment erzeugt.
Bei → *Hochdeckern* wird dagegen in der Regel auf die V-Stellung verzichtet, da hier die Rumpfumströmung den gleichen Effekt wie die V-Stellung erzeugt. In einigen Fällen wählt man dann sogar eine negative V-Stellung.
Zusätzlich erhöht die V-Stellung auch die → *Stabilität* des Flugzeugs um seine → *Längsachse* (→ *Querstabilität*). Bei einem geringen → *Rollen* erhöht sie den Auftrieb der absinkenden gegenüber der aufsteigenden → *Tragfläche* und dreht so den Tragflügel zurück in die Horizontalebene.

VTOL

Abk. für Vertical Take-off and Landing.
In Deutschland wird oft auch vom Senkrechtstart gesprochen und Fluggerät, was diesen beherrscht, werden Senkrechtstarter genannt.
VTOL ist die international gängige Bezeichnung für eine Eigenschaft von Fluggerät, vertikal starten und landen zu können. Dies ist in der Regel → *Hubschraubern* und speziell dafür konstruierten Flugzeugen vorbehalten. Oft wird das Kürzel VTOL jedoch insbesondere für die Flugzeuge gewählt, da Hubschrauber als einzig auftriebserregendes Element für Start, Reiseflug und Landung den Rotor haben und als eigene Klasse von Fluggerät gelten, solche Fluggerät mit der Eigenschaft VTOL jedoch für den Reiseflug eine klassische → *Tragfläche*, weshalb sie als Unterklasse der Flugzeuge gelten.
Zusätzlich zu VTOL gibt es auch noch die Kategorie des → *STOL* (Kurzstart) und der Kombination V/STOL. Bei letzterem handelt es sich um solche Flugzeuge, die über die Kurzstarteigenschaft verfügen und dies zum Start nutzen, die allerdings im Schwebeflug landen.

VTOL-Flugzeuge zeichnen sich durch zusätzliche Triebwerke und dadurch ein zusätzliches Gewicht sowie zusätzliche Wartungsansprüche aus. Ferner ist der Kraftstoffverbrauch beim Start- und der Landung wegen fehlenden Auftriebs durch Tragflächen und im Reiseflug durch das höhere Gewicht höher, so dass Reichweiten oder Nutzlast im Vergleich zu herkömmlichen Flugzeugen geringer, die Kosten für Anschaffung und Betrieb jedoch größer sind.
Es gibt neben einigen Experimentalflugzeugen nur sehr wenige in Serie gebaute Flugzeuge, die die Fähigkeit zum Senkrechtstart haben. Der Grund hierfür ist, dass die Eigenschaft zum Senkrechtstart üblicherweise nur in wenigen, speziellen Situationen beim Militär, Katastrophenschutz oder Transportwesen gefordert ist, wofür man hohe Investitionen und laufende Kosten für zusätzliches Gewicht und höheren Treibstoffverbrauch in Kauf nimmt. In der Zivilluftfahrt hingegen scheut man diese Kosten und vertraut auf herkömmliche Starts und Landungen.

Technikkonzepte

Für VTOL-Flugzeuge wird sowohl ein Antrieb für den Vorgang des senkrechten Starts und der Landung benötigt (Hubantrieb), als auch für den Reiseflug (Vortrieb). Es gibt zahlreiche Konzepte, die hierfür gemeinsame, getrennte oder gemischte Konzepte vorsehen:

- Hubantrieb und Vortrieb durch kippende Rotortriebwerke (international Tilt Rotor genannt): Beispiele sind die Bell XV-3 (Erstflug 23. August 1955), die Bell-Boeing V-22 (Erstflug 19. März 1989) oder die Bell/Augusta 609 (Erstflug 6. März 2003).
- Hubantrieb und Vortrieb durch kippende Manteltriebwerke (international Tilt Duct genannt): Ein Beispiel ist die Bell X-22 (Erstflug 17. März 1966).
- Hubantrieb und Vortrieb durch kippende Strahltriebwerke (international auch Tilt Jet genannt): Ein Beispiel ist die deutsche EWR VJ 101 (Erstflug im Schweben 10. April 1963, Erstflug im aerodynamischen Flug 10. April 1963).
- Hubantrieb und Vortrieb durch kippende Tragflügel inklusive der Triebwerke (international Tilt Wing genannt): Ein Beispiel für eine solche Konstruktion mit Propellerantrieb ist die Hiller X-18 (Erstflug 20. November 1959).
- Hubantrieb und Vortrieb durch ein Triebwerk mit Strömungsumlenkung: Man spricht in diesem Fall bei Strahltriebwerken von Schwenkdüsen bzw. Schubumlenkung (international auch Vectored Thrust genannt) oder bei Propellerantrieb von einem Deflected Slipstream. Ein Beispiel für ersteres sind die Bell X-14 (Erstflug 17. Februar 1957) oder die Hawker Siddeley Harrier (Erstflug 28. Dezember 1967), für letzteres die Ryan 92 VZ-3 „Vertiplane“ (Erstflug 21. Januar 1959).
- Hubantrieb und Vortrieb durch ein Triebwerk und Auslegung als Heckstarter (international auch Tail Sitter genannt): Ein Beispiel ist die Lockheed XFV-1 (Erstflug 23. Dezember 1953), ein anderes die Ryan X-13 A-RY „Vertijet“ (Erstflug 10. Dezember 1955).
- Zusatzhubantrieb via gekoppeltem Rotor im Tragflügel (international auch Additional Fan genannt): Ein Beispiel ist die Ryan XV-5 A „Vertifan“ (Erstflug 25. Mai 1964).
- Zusatzhubantrieb via Impeller oder Düse im Rumpf: Ein Beispiel ist die X-35B (Erstflug im Schweben 22. Februar 2001, Erstflug im aerodynamischen Flug 3. Juli 2001) aber auch die deutsche EWR VJ 101.

Die meisten dieser Konzepte wurde lediglich zum Studium der diversen Konzepte bei Experimentalflugzeugen angewendet. Von praktischer Bedeutung sind heute lediglich der titl-Rotor (bei der Boeing V-22) und die Strömungsumlekung durch Vektorsteuerung oder Schubdüsensteuerung (bei der Hawker Siddeley Harrier oder der F-35B).

Entwicklung

Das erste zuverlässig fliegende VTOL-Luftfahrzeug dürfte das Oehmichen No.2 von Étienne Oehmichen aus dem Jahre 1922 gewesen sein. Zu einem ernsthaften Entwicklungsschub kam es jedoch erst in den 1950er und den frühen 1960er Jahren, als das Militär im kalten Krieg glaubte, Flugplätze würden im Falle eines Krieges zu den ersten Zielen gehören, so dass man für die Fortführung des Kampfes ein Fluggerät benötige, das unabhängig von Flugplätzen operieren und leicht zu beliebigen Lokationen verlegt werden konnte. Hubschrauber kamen wegen der niedrigen Geschwindigkeit hierfür nicht in Betracht und wurden zu dieser Zeit nur als Transport-, nicht aber als Kampfhubschrauber gesehen.

Weltweit wurden zahlreiche Prototypen der verschiedensten Kombinationen von Hub- und Antriebstriebwerken entwickelt und erprobt, in Deutschland auch von Focke-Wulf, Heinkel und Messerschmitt bzw. EWR. Ziel von drei deutschen Projekten waren die Entwicklung eines VTOL-Transportflugzeugs, eines VTOL-Unterschallkampfflugzeugs (als Ersatz für die Fiat G91 „Gina“) und eines VTOL-Überschalljägers (als Ersatz für die Starfighter).

Dies resultierte in den Prototypen Dornier Do31 (Erstflug 14. Juli 1967), EWR VJ 101 (Erstflug 1963) und VFW-Fokker VAK 191 B (1970).

In Frankreich experimentierte man 1962 mit der Dassault Mirage Balzac V, aus der die Mirage III-V als Prototyp weiterentwickelt wurde.

Es wurde jedoch überall sehr schnell festgestellt, dass die Kosten für solche Flugzeuge (Anschaffung, Betriebskosten, Unterhalt) und der logistische Aufwand zur Verlegung der benötigten Unterstützungseinrichtungen an beliebige Orte wie z. B. der dezentralen Treibstoff- und Ersatzteilversorgung zu hoch waren, so dass das Interesse des Militärs schnell wieder nachließ.

Auch im zivilen Bereich gab es eine Vielzahl von VTOL- oder V/STOL-Projekten. Aus Deutschland kamen Entwürfe der Do 231 „V-Jet“, MBB Bo 140, HFB 600 „Vertibus“, VFW VC 180, VC 400 und VC 500. Mitte der 60er Jahre, spätestens jedoch mit der Ölkrise 1973 wurden die meisten Projekte jedoch eingestellt. Lediglich der britische Harrier schaffte es zur Serienreife und höheren Produktionszahlen; dies aber auch erst nach dem Falklandkrieg 1982, als sich seine Überlegenheit für die flexible Begleitung von Landeoperationen zeigte und danach die USA hohe Stückzahlen kauften.

Deutsche VTOL-Flugzeuge, ausgestellt im Deutschen Museum in München, sind:

- Dornier Do 31
- EWR Süd VJ 101
- VFW-Fokker VAK 191B

W

Wabenbeplankung
→ *Beplankung*.

WACA
Abk. für World Airlines Club Association.
Bezeichnung für den weltweiten Zusammenschluss von lokalen Clubs und Vereinen, in denen sich Beschäftigte von → *Luftverkehrsgesellschaften* zu sozialen oder interkulturellen Zwecken – nicht jedoch aus berufspolitischen oder tariflichen Gründen – organisiert haben. Die WACA wurde 1966 gegründet; Mitglied aus Deutschland ist beispielsweise der Airline Club Frankfurt (→ *ACF*) oder auch ein vergleichbarer Club aus Hannover.
→ *http://www.waca.org/*

Wahre Eigengeschwindigkeit
→ *TAS*.

Wahre Höhe
Bezeichnung für die → *barometrischen Höhe*, die um Abweichungen der wahren Atmosphäre von der → *Standardatmosphäre* bereinigt wurde.
Der → *Höhenmesser* im Flugzeug ermittelt die Flughöhe nur indirekt über die Messung des → *statischen Drucks* der Umgebungsluft. Bei der Umrechnung von Luftdruck in Flughöhe legt der Höhenmesser die → *Standardatmosphäre* und damit eine standardisierte Temperaturverteilung der Atmosphäre über die Höhe zugrunde. Die tatsächliche Temperaturverteilung – und damit auch Dichte- und Druckverteilung – in der Atmosphäre weicht in vielen Fällen aber von der angenommenen Verteilung ab. Ist z. B. die Temperatur in einer bestimmten Höhe größer als die der Standardatmosphäre, so steigt auch der statische Druck der Umgebungsluft; der Höhenmesser zeigt dann eine Höhe über Normalnull an, die geringer ist als die wahre Höhe. Beim Fliegen ohne optische Bezugspunkte über Gebirge oder wenn die Temperaturen in der Höhe deutlich von den Normtemperaturen abweichen, sollte der Pilot die wahre Höhe kontrollieren um sicherzugehen, dass sein Flug frei von Hindernissen ist.

Wahre Peilung
→ *Seitenpeilung*.

Walzenwolke
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für eine dichte, horizontale, walzenförmige Nebenwolke an der unteren Vorderflanke eines → *Kumulonimbus*. Walzenwolken können auch in der Nähe einer sich schnell entwickelnden Wolke auftreten. Sie deuten auf eine → *Turbulenz* hin.

Wärmegewitter
→ *Gewitter*.

Warmfront
→ *Front*.

Warmluftadvektion
→ *Advektion*.

Warschauer Abkommen
Ein Begriff aus dem internat. → *Luftrecht*. In Deutschland mit WA abgekürzt und international als Warsaw Convention bezeichnet. Das Warschauer Abkommen ist ein internationales, multilaterales Abkommen, das am 12. Oktober 1929 in Warschau zur Vereinheitlichung der Regeln bei der Beförderung im internationalen Luftverkehr geschlossen wurde. Insbesondere wird die Beförderungsdokumentation sowie die Haftung für Passagiere und Fracht im Falle von Unglücken oder anderen Schäden definiert. Mittlerweile ist es durch das → *Haager Protokoll*, das → *Guadalajara Zusatzabkommen*, das → *Guatemala Abkommen* und das → *Montrealer Haftungsübereinkommen* aktualisiert worden.
Prinzipiell unterscheidet man das Abkommen selbst und seine ergänzenden Protokolle.
Die Haftungsgrenzen des Warschauer Übereinkommenssystems gelten nur für internationale Beförderungen. Nach § 25 WA haftet der Luftfrachtführer unbegrenzt, wenn ihm der Geschädigte ein Verschulden nachweist. Gelingt ihm das nicht und ist der Luftfrachtführer nicht in der Lage, den Entlastungsbeweis nach § 20 WA zu führen, ist die Haftung nach § 22 WA auf bestimmte Haftungshöchstgrenzen beschränkt. Diese Haftungshöchstgrenzen sind:

- Pei Personenschaden: Ca. 13.400 Euro
- Ca. 26 Euro je kg Gepäck
- Ca. 500 Euro für weitere „Obhutsgegenstände“

Eine unbegrenzte Haftung tritt nur dann ein, wenn der Schaden durch eine Handlung oder Unterlassung verursacht worden ist, die entweder in der Absicht, Schaden herbeizuführen oder leichtfertig und in dem Bewusstsein, dass ein Schaden mit Wahrscheinlichkeit eintreten werde, begangen worden ist.
Die Haftungsbeschränkungen des WA sind seit Jahren ein Streitgegenstand, da sie allgemein als zu niedrig angesehen werden. Hinzu kommt, dass dem Geschädigten ein Verschuldensnachweis wegen seiner natürlichen Sachferne kaum gelingt. Die Umstände, die zum Schaden geführt haben, treten regelmäßig außerhalb seiner Wahrnehmungssphäre in Erscheinung und nähere Informationen, die einer Beweisführung dienlich sein könnten, können vom Geschädigten kaum beschafft werden.

Warteschleife
Engl.: Holding Pattern oder Pattern. Besonderer Flugweg, der einem anfliegenden Flugzeug zugewiesen wird, wenn eine → *Landung* auf dem → *Flugplatz* zur gewünschten Zeit nicht möglich ist. Gründe hierfür können eine temporäre Überlastung oder eine kurzzeitige Sperrung der → *Start- und Landebahn*, bedingt z. B. durch Hindernisse, schlechte Witterungsbedingungen oder eine → *Notlandung*, sein.
Warteschleifen an großen Flugplätzen werden in → *Luftfahrtkarten* veröffentlicht; sie führen über ein → *Markierungsfunkfeuer* (Holding Fix) und werden in einer vorgegeben → *Flughöhe* und mit einer vorgegeben → *Fluggeschwindigkeit* geflogen.

Wartung, Wartungsintervall
Bezeichnung für regelmäßige Kontrollen eines Flugzeugs hinsichtlich der technischen Sicherheit von Struktur und Systemen, dem Zustand der → *Kabine* und der Lackierungen. Prinzipiell unterscheidet man zwischen der Wartung, die im Rahmen der Flugdurchführung stattfindet und der Wartung, für die das Flugzeug den Flugbetrieb unterbrechen muss. Die Wartung im Rahmen des Flugbetriebs beschränkt sich weitestgehend auf optische Kontrollen und kann mit einem geringen Zeitaufwand durchgeführt werden. Dazu zählen:

- Der Trip-Check (auch Pre-Flight Check). Diese Kontrolle wird vor jedem Flug im Rahmen der → *Flugvorbereitung* durchgeführt und besteht im Wesentlichen aus einem Rundgang um das Flugzeug. Ziel ist es, offensichtliche Beschä-

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_23, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

digungen oder Abnutzungen am Flugzeug und Öl- bzw. Hydrauliklecks zu entdecken.
- Der Ramp Check (auch Z-Check), der täglich durchgeführt wird und der Service-Check, der wöchentlich erfolgt. Zu den Aufgaben zählen hierbei die Funktionsprüfung von → *Cockpit*- und anderen Systemen, die Überprüfung des Reifendrucks und der Bremssysteme, das Auffüllen von Hydraulikflüssigkeit, Öl, Wasser und Luft und die Reparatur kleinerer Mängel in der Kabine.

Aufwendigere Kontrollen führen zu → *Liegezeiten* des Flugzeugs, d. h. sie erfordern es, dass das Flugzeug den Flugbetrieb unterbricht und für einige Tage in einem Dock in einem → *Hangar* am → *Flugplatz* oder in einer Werft verbleibt. Dazu zählen:
- Der A-Check (auch Minor Check genannt), der nach ca. 300 bis 600 Flugstunden durchgeführt wird. Er umfasst die Überprüfung aller Systeme, die für den Flugbetrieb relevant sind sowie der Struktur, der Kabine und der → *Triebwerke*. Der A-Check erfordert etwa 100 bis 200 Arbeitsstunden, die in 2 bis 3 Tagen abgearbeitet werden.
- Der B-Check, der etwa alle fünf Monate bzw. nach 1.000 Flugstunden erfolgt. Dieser Check wird nur bei einigen Flugzeugmustern wie der Boeing B737 oder der Boeing B747 durchgeführt und entspricht einem erweiterten A-Check.
- Der C-Check (auch Major Check genannt), der nach ca. 15 Monaten durchgeführt wird. Er beinhaltet eine intensive Überprüfung aller sicherheitsrelevanten Systeme und Strukturkomponenten; dazu werden Teile der Innenverkleidung entfernt. Zusätzlich erfolgt eine Überholung der Kabine.

Aufwendigere Kontrollen des Flugzeugs werden als → *Überholung* bezeichnet und beinhalten z. B. den IL-Check und den D-Check. Wartungsintervalle und ihre Inhalte sind durch international einheitliche Standards vorgegeben, die in Deutschland z. B. vom Luftfahrtbundesamt (→ *LBA*) überwacht werden.

Wasserflugzeug

Bezeichnung für Flugzeuge, die von ihrer konstruktiven Bauart derart beschaffen sind, dass sie auf einem Gewässer landen und dort auch starten können. Man unterscheidet dabei generell zwei Bauformen: Schwimmerform und Bootsform (dann auch Flugboot genannt).

Bei Wasserflugzeugen in Schwimmerform handelt es sich um überwiegend kleine und mittelgroße Flugzeuge, die von einem herkömmlichen Landflugzeug abgeleitet worden sind. Anstelle eines → *Fahrwerks* mit Rädern sind sie mit Kufen in Form von Schwimmern ausgestattet, die durch ihren Auftrieb das Flugzeug am Sinken hindern. Die Schwimmer sind üblicherweise über ein Gestell unterhalb des Rumpfes angebracht.

Flugboote hingegen verfügen über einen wasserdichten, schwimmfähigen und bootsähnlich geformten → *Rumpf*, mit dem sie im Wasser liegen. Sie sind von vornherein als Flugboot entworfen worden. Kleinere Schwimmer sind bestenfalls zur Stabilisierung der Flügel an den Flügelenden montiert. Ein eventuell vorhandenes Fahrwerk dient nur dem Zweck, das Boot über eine Rampe zu Wartungszwecken an Land ziehen und dort manuell rangieren zu können. Flugboote sind üblicherweise mittelgroße bis sehr große Flugzeuge für die Mittel- oder Langstrecke. Sie sind heute selten und wurden früher als erste für transozeane regelmäßige Flugdienste eingesetzt.

Wasserung

Engl.: Alighting on Water. Bezeichnet im Gegensatz zu einer → *Notwasserung* die reguläre → *Landung* eines dafür ausgerüsteten Flugzeugs im Wasser. In der Regel werden Wasserungen von Flugzeugen mit → *Schwimmern* oder von Flugbooten mit einem entsprechend geeignet ausgeformten → *Rumpf* durchgeführt (→ *Wasserflugzeug*). Die Wasserung wird fast im → *Horizontalflug* und mit relativ hoher Geschwindigkeit durchgeführt. Das Abbremsen erfolgt durch den Kontakt der Schwimmer bzw. des Rumpfes mit dem Wasser und die dadurch entstehende Reibung.

Wellenwiderstand

Bezeichnung für eine Komponente des → *Widerstands*, die im → *Überschallflug* auftritt.

Im Gegensatz zur Unterschallströmung wirkt bei Überschallströmung der → *Auftrieb* nicht mehr senkrecht zur → *Anströmgeschwindigkeit*, sondern annähernd senkrecht zur Flügeloberfläche. Dadurch entsteht eine Kraftkomponente, die parallel zur Anströmrichtung und damit als Widerstand – eben als Wellenwiderstand – wirkt.

Der Wellenwiderstand tritt nicht nur beim reinen Überschallflug des Flugzeugs auf. Auch beim Flug im hohen Unterschallbereich (ab ca. → *Mach* 0,8) kann die Strömung am → *Tragflügel* lokal Schallgeschwindigkeit erreichen und damit einen Wellenwiderstand erzeugen. Durch → *Pfeilung* der Tragflügel können gleichzeitig die absolute Größe des Wellenwiderstandes verringert, als auch sein Auftreten zu höheren Machzahlen verschoben werden. Neben anderen Einflussgrößen wie z. B. → *Anstellwinkel*, → *Flügelfläche*, → *Anströmgeschwindigkeit* und → *Luftdichte* ist der Wellenwiderstand auch vom → *Dickenverhältnis* des Tragflügels abhängig. Ein geringes Dickenverhältnis hat dabei ein günstigeres Widerstandsverhalten, deshalb werden bei Überschallflugzeuge möglichst dünne → *Profile* verwendet. Ein Beispiel für ein Flugzeug mit einem extrem geringem Dickenverhältnis und geringer → *Spannweite* ist der Lockheed F-104 „Starfighter“ (Erstflug 4. März 1954). Die Konstruktion des Tragflügels bot jedoch kaum Platz für Steuerelemente, das → *Fahrwerk* und interne Treibstofftanks. Die Kanten des Tragflügels waren so scharf geschliffen, dass am Boden Gummileisten an den Tragflügelkanten zum Schutz vor Verletzungen des Personals angebracht wurden.

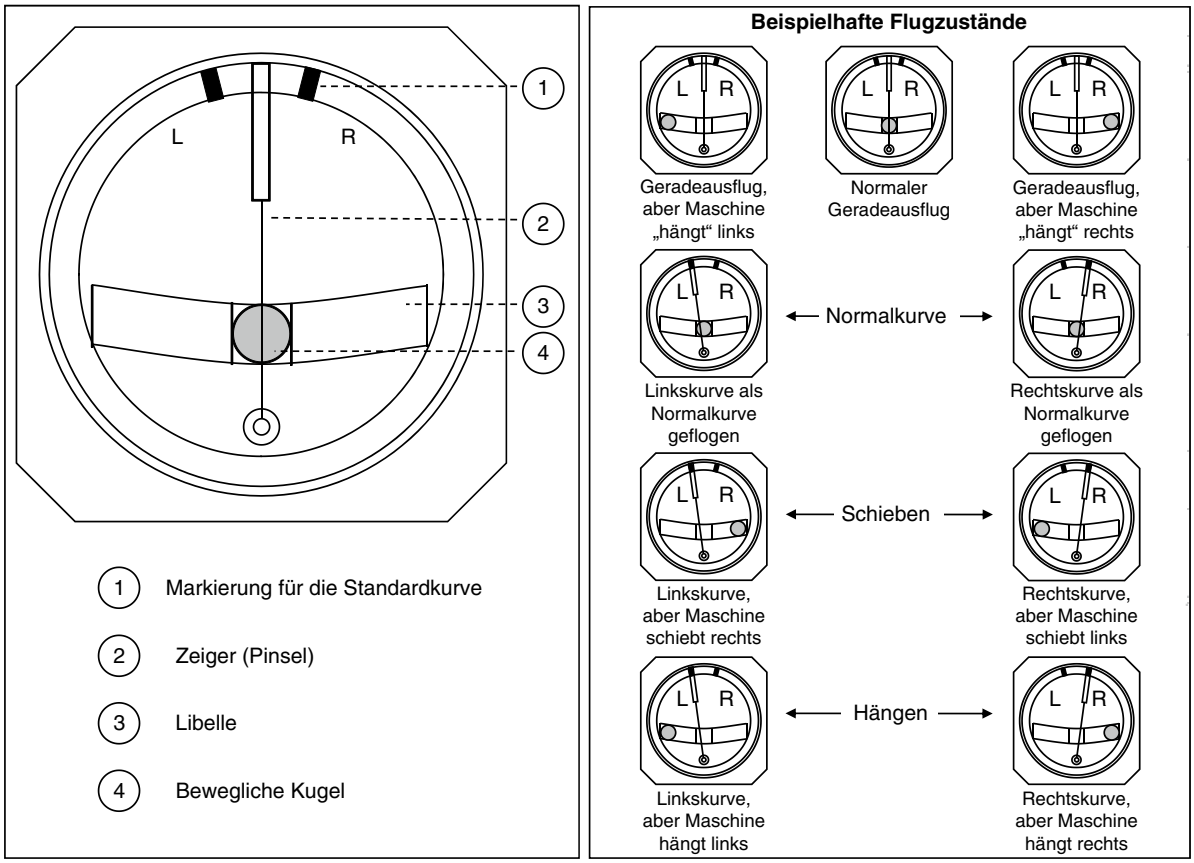
Weltklasse

→ Segelflug.

Wendeanzeiger

Ein Begriff aus der → *Instrumentenkunde*. Auch Wendezeiger oder in seiner modernen Form Wendekoordinator genannt. Auf engl.: Turn Coordinator oder Turn and Bank Indicator genannt. Bezeichnung für ein → *Kreiselinstrument* mit nur zwei Freiheitsgraden zur Anzeige der Drehgeschwindigkeit und Drehrichtung des Flugzeugs im → *Kurvenflug*. Es kann also eine Drehung um die Hochachse des Flugzeugs abgelesen werden. Außerdem kann am Wendeanzeiger durch eine kleine Wasserwaage, genannt Libelle, ein mögliches → *Rutschen* nach innen oder außen beim Kurvenflug abgelesen werden. Der Wendeanzeiger ist eines der → *Hauptfluginstrumente* und Bestandteil der → *Einheitsinstrumentenanordnung*.

Der mit einer breiten Spitze versehene Zeiger des Wendeanzeigers, auch Pinsel genannt, gibt die Winkelgeschwindigkeit des Kurvenflugs an. Oft spricht man von Pinselbreiten. Ausschläge nach links bzw. rechts zeigen dabei Links- bzw. Rechtskurven an. Zusätzlich ist auf jeder Seite die Standard-Drehgeschwindgkeit von 3° pro Sekunde markiert; sie entspricht der in einer → *Normalkurve* geflogenen Drehgeschwindigkeit.



Wendeanzeiger

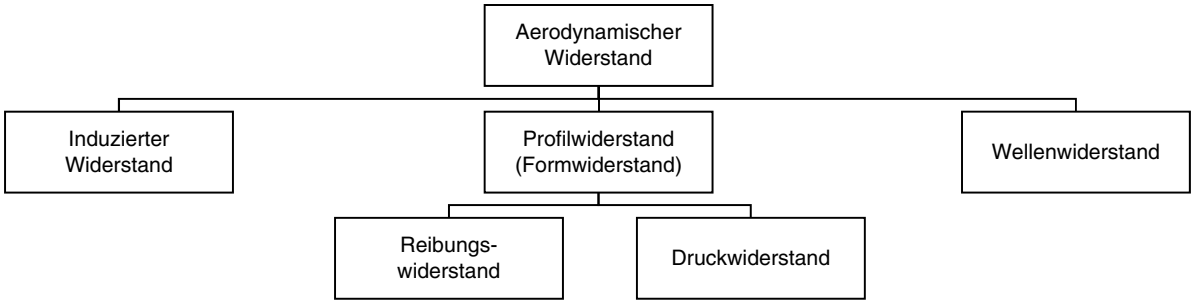
In der Libelle ist eine kleine Metallkugel in Wasser oder Öl gelagert und dadurch gedämpft. Sie stellt das Scheinlot des Flugzeugs dar. Diese Anzeige innerhalb des gleichen Gehäuses wird auch Inklinometer oder Slip/Skip-Anzeiger (-Indicator) genannt. An ihr kann abgelesen werden, wie sauber eine Kurve geflogen wird, d. h. ob sich das Flugzeug im → *Schiebeflug* befindet. Beim → *koordinierten Kurvenflug* verbleibt sie in der Mitte; bei einer → *Schmierkurve* wandert sie in Kurvenrichtung, bei einer → *Schiebekurve* gegen die Kurvenrichtung aus. Eine Schiebekurve nach rechts wird also durch eine Pinselstellung nach rechts und eine Libellenstellung nach links angezeigt. Bei modernen Flugzeugen hat der Wendeanzeiger Nadel und Kugel ersetzt, die die gleiche Funktion haben. Heute ist der Wendeanzeiger oftmals in das → *PDF* (oder in dessen ältere Ausführung ADI) integriert. Wendeanzeiger können z. B. als → *Kippkreisel* ausgeführt sein.

Wendekoordinator
→ *Wendekreisel*.

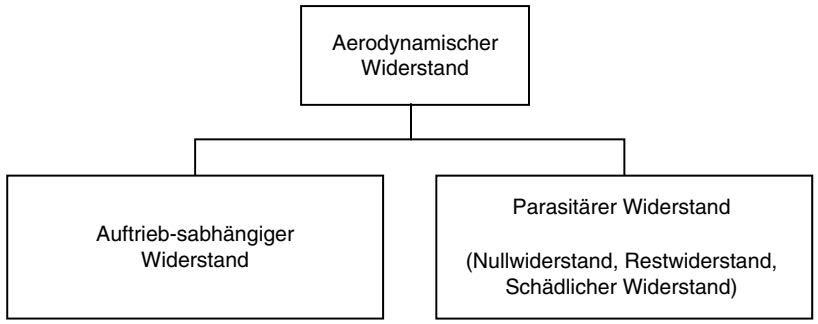
Wendekreisel
Bezeichnung für einen → *Kreisel*, der aufgrund seiner → *Präzession* Drehbewegungen des Flugzeugs um eine Achse anzeigen kann.
Im Gegensatz zu den → *Lagekreiseln* sind beim Wendekreisel nicht alle drei Achsen momentenfrei gelagert, so dass es zur Präzession des Kreisels kommen kann. Die erste Achse entspricht der Drallachse, die stets momentenfrei gelagert ist. Die zweite Achse ist fest; über diese Achse können also → *Momente* auf den Kreisel aufgebracht werden, d. h. nur entlang dieser Achse kann der Wendekreisel auch Drehbewegungen messen. Die dritte Achse ist meist durch eine Feder gefesselt und elektrisch, hydraulisch oder pneumatisch gedämpft. Sie ist gleichzeitig die Präzessionsachse des Wendekreisels, so dass an ihr das Messsignal zur Ermittlung der Drehbewegung abgegriffen werden kann. Je nach Wahl der Federsteifigkeit und der Dämpfung des Wendekreisels verändern sich seine Messeigenschaften. Dominiert die Federsteifigkeit, so kann das Messsignal des Kreisels in eine Drehbeschleunigung umgerechnet werden. Dominiert dagegen die Dämpfung, verzögert dies die Reaktion des Kreisels auf das Moment; der Kreisel integriert das Moment über die Zeit und kann so eine Annäherung an die Drehgeschwindigkeit oder den Drehwinkel liefern. Diese auch als Rate Integrating Gyros bezeichneten Kreisel werden z. B. in den Plattformen der → *Inertialnavigation* eingesetzt; dabei sind allerdings drei Kreisel zur Messung der Drehungen um die drei Raumachsen erforderlich.

Wendezeit
→ *Turn-around.*

Werkstoff
Im Flugzeugbau werden je nach Einsatzzweck verschiedene Werkstoffe eingesetzt. Man unterscheidet dabei reine Werk-



Klassifizierung 1 des aerodynamischen Widerstands



Klassifizierung 2 des aerodynamischen Widerstands

Anmerkung:
Der Auftriebsabhängige Widerstand wird oftmals mit dem induzierten Widerstand gleichgesetzt. Streng genommen ist dies nur eine Näherung, da auch der Profilwiderstand eine (schwache) Abhängigkeit vom Auftrieb aufweist.

stoffe, z. B. → *Duraluminium*, und → *Verbundwerkstoffe*, die aus mehreren Werkstoffen bestehen.

Wet Lease
→ *Dry Lease.*

Wetterfahneneffekt
Bezeichnung für die Tendenz eines Luftfahrzeugs, sich unter Windeinfluss um seinen → *Schwerpunkt* zu drehen mit dem Ziel, sich zum → *Wind* auszurichten und so den → *Widerstand* zu minimieren.

Wetterkunde
→ *Meteorologie*.

Wide-Body
Ein Begriff aus dem Flugzeugbau. Auch Großraumflugzeug genannt. Er bezeichnet solche Verkehrsflugzeuge, die einen großen Rumpfdurchmesser haben und über zwei Mittelgänge (Double Aisle) verfügen. Sie sind überwiegend für Mittel- und Langstreckenflüge konzipiert worden. Der Begriff kam in den späten 60er Jahren auf, als erstmals derartige Verkehrsflugzeuge konzipiert wurden und ansonsten Verkehrsflugzeuge mit einem schlankeren Rumpf und nur einem Mittelgang (Single Aisle, dann genannt Narrow Body oder seltener auch Small Body) gängig waren.
Die ersten Wide Bodies waren Boeing 747 (Erstflug 1969), McDonnel Douglas DC-10 (Erstflug 1970), Lockheed L-1011 „TriStar“ (Erstflug 1970) und Airbus A300 (erster zweimotoriger Wide Body; Erstflug 1972).

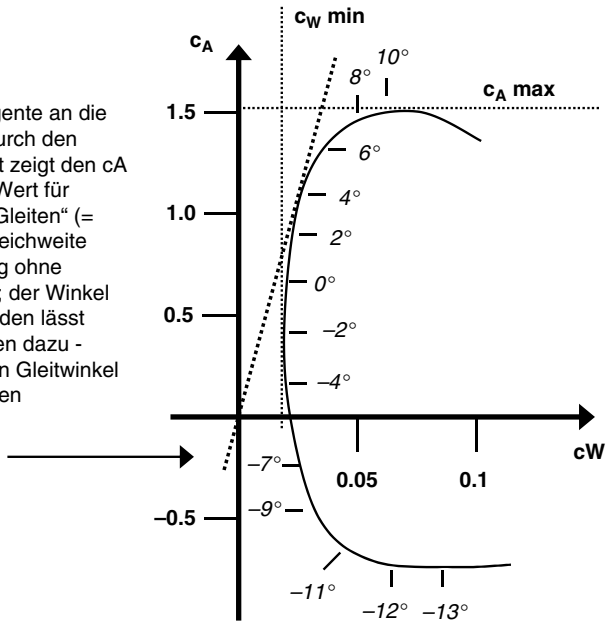
Widerstand
Auch Luftwiderstand, engl.: Drag. Ein Begriff der → *Aerodynamik.* Zusammen mit dem → *Auftrieb*, der → *Gewichtskraft* und der → *Schubkraft* ist der Widerstand eine der vier wichtigsten äußeren → *Kräfte* am Flugzeug.
Der Widerstand wirkt parallel zur → *Anströmrichtung* und führt dazu, dass Energie vom Flugzeug abgeführt wird. Diese Energie kann z. B. über die → *Triebwerke* durch die Energie des → *Kraftstoffs* ersetzt werden oder durch Aufnahme von Energie aus der Umgebung wie beim → *Segelflugzeug* im → *Aufwind*. Wird die Energie nicht ersetzt, so verringern sich die potenzielle Energie des Flugzeugs (z. B. durch Verringerung der → *Flughöhe*) und/oder seine kinetische und rotatorische Energie (z. B. durch Verringerung der → *Fluggeschwindigkeit* oder der Drehgeschwindigkeit).

Komponenten des Widerstands aus Sicht der Aerodynamik
Entsprechend seiner Ursache kann der Widerstand aufgespaltet werden in den → *induzierten Widerstand*, den → *Profilwiderstand* (der auch als Formwiderstand bezeichnet wird) und den → *Wellenwiderstand*.
Der induzierte Widerstand ist eine Folge der → *Randwirbel*, die an jedem Körper mit endlicher → *Spannweite* auftreten und eine direkte Folge der Auftriebserzeugung. Der Profilwiderstand tritt auf, weil die Luft als Strömungsmedium mit Reibung und Zähigkeit behaftet ist; er kann wiederum unterteilt werden in den → *Reibungswiderstand* und den → *Druckwiderstand*. Der Wellenwiderstand tritt nur im → *Überschallflug* auf.

Die Widerstandspolare stellt dar, wie sich der Auftriebsbeiwert c_A und der Widerstandsbeiwert c_w über den Anstellwinkel α verändern.

Beispiel für die Polare eines unsymmetrischen Profils

Die Tangente an die Polare durch den Nullpunkt zeigt den cA und cW Wert für „Bestes Gleiten“ (= größte Reichweite beim Flug ohne Vortrieb); der Winkel der Geraden lässt sich in den dazu - gehörigen Gleitwinkel umrechnen



Widerstandspolare

- Neben den Anstellwinkeln für maximalen Auftrieb und minimalen Widerstand lässt sich auch der Flugzustand des ‚Besten Gleitens‘ und – über eine Umrechung – der dazugehörige Gleitwinkel ablesen.
- Das Profil ist unsymmetrisch, da es auch ohne Anstellwinkel (a = 0) einen Auftrieb erzeugt.
- Der Auftrieb steigt mit wachsendem Anstellwinkel zunächst steil an, wobei der Widerstand nur geringfügig zunimmt. Ab ca. 6° nimmt der Widerstand stark zu, der Auftrieb wächst nur noch geringfügig bis zum Erreichen des Maximums, nimmt dann wieder ab und bricht schließlich zusammen (überzogener Flugzustand).
- Der Bereich der Polare mit negativen Anstell- und Auftriebswerten ist besonders für Profile, die im Kunstflug eingesetzt werden, relevant.

Weitere Widerstands-Kategorien

Mit den Komponenten induzierter Widerstand, Profilwiderstand und Wellenwiderstand ist der Gesamtwiderstand eines Flugzeugs vollständig beschrieben.

Manchmal ist es jedoch von Vorteil, den Widerstand nach anderen Kriterien aufzuspalten, bzw. einzelne Anteile des Widerstands explizit zu benennen. Für diesen Zweck haben sich weitere Definitionen etabliert:

So bezeichnet der sog. → *Trimmwiderstand* explizit den Anteil des Widerstandes, der bei der → *Trimmung* des Flugzeugs durch den Ausschlag der Trimmflächen entsteht. Als → *Interferenzwiderstand* wird die Erhöhung des Widerstands beschrieben, die beim Zusammenfügen von Einzelkomponenten zu größeren Bauteilen entsteht.

Aus Sicht der → *Flugmechanik* ist es wünschenswert den Widerstand aufzuteilen in einen Anteil, der unabhängig vom erzeugten Auftrieb auftritt, und einen Anteil dessen Größe vom momentan erzeugten Auftrieb abhängt. Der vom Auftrieb unabhängige Anteil wird dann als → *parasitärer Widerstand* (bzw. Nullwiderstand, Restwiderstand oder schädlicher Widerstand) bezeichnet.

Zusammenhang zwischen Auftrieb und Widerstand

Der auftriebsabhängige Anteil des Widerstands wächst bei gängigen Profilen mit steigendem Auftrieb zunächst etwa quadratisch an. Kommt es jedoch zum Strömungsabriss mit → *abgelöster Strömung* so steigt der Widerstand stark an, während der Auftrieb zusammenbricht. Eine bequeme mathematische Darstellung dieses Zusammenhangs erlauben der → *Widerstandsbeiwert* und der → *Auftriebsbeiwert*; das Verhältnis dieser beiden wird auch als → *aerodynamische Güte* bezeichnet.

Widerstandsbeiwert

Abgekürzt mit C_w bzw. C_W. Engl.: Drag Co-efficient. Ein Begriff aus der → *Aerodynamik*. Der Widerstandsbeiwert ist eine dimensionslose Größe, die eine einfache mathematische Darstellung des → *Widerstands* erlaubt. Analog zum → *Auftriebsbeiwert* wird dabei der Widerstand als Produkt aus Widerstandsbeiwert, → *Staudruck* und Fläche des → *Tragflügels* beschrieben.

Der Widerstand eines → *Profils* kann in einen auftriebsunabhängigen Anteil (→ *parasitärer Widerstand*) und einen Anteil, der in etwa quadratisch mit dem → *Auftrieb* ansteigt, unterteilt werden. Bei konstantem Staudruck und gleich bleibender Flügelfläche muss daher auch der Widerstandsbeiwert quadratisch mit dem Anstellwinkel ansteigen.

Entsprechend kann man den Widerstandsbeiwert auch als Summe zweier Komponenten darstellen:

- Dem Nullwiderstandsbeiwert, der den auftriebsunabhängigen Widerstand erfasst.
- Dem Quadrat des Auftriebsbeiwerts, multipliziert mit einem Proportionalfaktor.

Dieser Zusammenhang zwischen Auftriebs- und Widerstandsbeiwert wurde bereits von Otto Lilienthal erkannt und wird meist in Form einer quadratischen → *Widerstandspolaren* dargestellt. Auch die → *aerodynamische Güte* vergleicht Widerstands- und Auftriebsbeiwert eines Profils.

In der Automobilindustrie hat der Widerstandsbeiwert als C_w-Wert bzw. C_W Bekanntheit erreicht. Dabei zeigt C_w einen „lokalen" Beiwert, an, der sich entlang der Auftriebsfläche verändert. Dagegen steht C_W für einen „mittleren" Beiwert, also für den Durchschnitt von C_w über die gesamte Fläche.

Widerstandspolare
Ein Diagramm zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen → *Auftriebsbeiwert* und → *Widerstandsbeiwert* eines Flugzeugs oder eines→ *Profils* für verschiedene → *Anstellwinkel.*
Die Widerstandspolare wurde bereits von Otto Lilienthal entwickelt. In x-Richtung ist der Widerstandsbeiwert (und, in machen Fällen, auch der Beiwert des → *Nickmoments*), in y-Richtung der dazugehörige Auftriebsbeiwert aufgetragen. Jeder Punkt auf der Polaren entspricht einem anderen Anstellwinkel.
Anhand der Widerstandspolare können eine Reihe von aerodynamischen Kennwerten des Flugzeugs abgelesen werden:

- Der maximal erreichbare Auftriebsbeiwert sowie der dazugehörige Anstellwinkel und Widerstandsbeiwert. An diesem Punkt wird die geringste → *Anströmgeschwindigkeit* und damit auch die geringste → *Fluggeschwindigkeit* benötigt um ausreichend Auftrieb zum Fliegen zu erzeugen.
- Der minimale Widerstandsbeiwert sowie der dazugehörige Auftriebsbeiwert und Anstellwinkel. Dieser Punkt wird im → *Reiseflug* angestrebt.
- Der minimale → *Gleitwinkel*, also der Punkt besten → *Gleitens*, und der dazugehörige Anstellwinkel, Auftriebsbeiwert und Widerstandsbeiwert. Der Gleitwinkel ist der Winkel, den die Tangente an die Polare, die durch den Nullpunkt geht, mit der y-Achse einnimmt.
- Der Anstellwinkel, bei dem der → *Auftrieb* zu Null wird und der dazugehörige Widerstandsbeiwert. Bei symmetrischen Profilen ist dieser Anstellwinkel gerade Null, bei gewölbten Profilen negativ.
- Der Bereich des Anstellwinkels, in dem der Auftrieb negativ wird. Dies ist im → *Kunstflug* und bei → *Militärflugzeugen* für den Rückenflug interessant.
- Das Überziehverhalten des Flugzeugs: Je flacher die Polare im Bereich des maximalen Auftriebsbeiwerts verläuft, umso gutmütiger verhält sich das Flugzeug beim → *Überziehen*.

Jede Polare gilt nur für eine bestimmte → *Reynolds-Zahl*; in manchen Diagrammen sind daher mehrere Polaren für jeweils unterschiedliche Reynolds-Zahlen aufgetragen.
Darüber hinaus können Polaren unterschiedliche Komponenten des → *Widerstands* berücksichtigen. Die so genannte Profilpolare gilt für den theoretischen Fall eines → *Tragflügels* mit unendlicher → *Streckung*, also ohne → *induzierten Widerstand*. Die Flügelpolare berücksichtigt diese Widerstandskomponente, die Gesamtpolare auch den → *Interferenzwiderstand*, der am Übergang zwischen Tragflügel und → *Rumpf* auftritt.
In der ‚aufgelösten Form' der Polare werden die Beiwerte des Auftriebs, des Widerstands und des Nickmoments als getrennte Kurven über den Anstellwinkel aufgetragen. Widerstandspolaren können durch Flugversuche, durch Versuche im → *Windkanal* oder durch theoretische Berechnungen ermittelt werden.

Wind
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Wind ist gerichtet bewegte Luft. Er entsteht durch Unterschiede des → *Luftdrucks* zwischen Hoch- und Tiefdruckgebieten und strömt vom Gebiet höheren Luftdrucks in das Gebiet niedrigeren Luftdrucks. Er weht auf der Nordhalbkugel rechtsherum aus dem Hochdruckzentrum heraus und linksherum in den Tiefdruckkern hinein; auf der Südhalbkugel ist es entsprechend umgekehrt.
Wind kann durch Windstärke (→ *Windgeschwindigkeit*), Windrichtung und Böigkeit beschrieben werden.

Windböe
→ *Böe*.

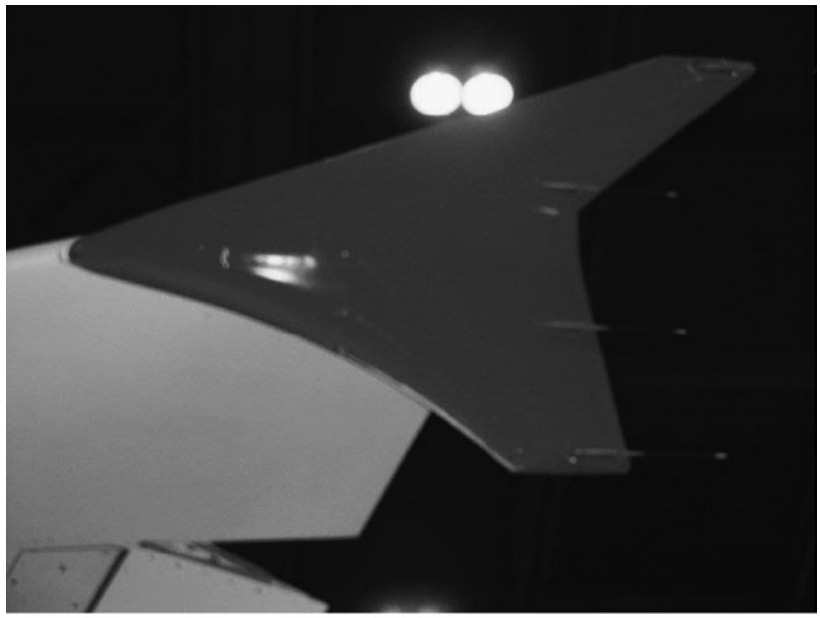
Windenstart
Ein Begriff aus dem → *Segelflug*. Er bezeichnet eine sehr wirtschaftliche Startmethode, bei der ein Segelflugzeug (oder ein Hängegleiter oder Gleitschirm) über eine Startstrecke von einigen 100 m mit Hilfe einer stationär am Boden befestigten Motorwinde (Benzin-, Diesel- oder Elektrowinde) stark beschleunigt wird, abhebt und sich auf eine Höhe von einigen 100 m (typisch: 350 bis 500 m über Grund) ziehen lässt.
Nach dem Ausklinken des Windenseils wird der Pilot versuchen, einen → *Aufwind* in der Umgebung zu finden, der das Segelflugzeug in eine größere Höhe trägt und so Dauer und → *Reichweite* des Flugs zu erhöhen.
In Deutschland ist der Windenstart weit verbreitet.

Windfahnenstabilität
→ *Richtungsstabilität*.

Windgeschwindigkeit
Auch Windstärke genannt. Bezeichnung für die Translationsgeschwindigkeit der Luft gegenüber der Erde. Die Geschwindigkeit des Windes wird mit einem → *Anemometer* gemessen.
Es gibt unterschiedliche Verfahren zur Klassifizierung der Windgeschwindigkeit und damit der Windstärke. Weit verbreitet ist der Beaufort-grad.

Beaufort-grad	Auswirkung	m/s	km/h	Knoten
0	Windstille; Wind steigt gerade empor	0–0,2	0–0,4	0–1
4	Hebt Staub und loses Papier; bewegt Zweige und dünne Äste	5,5–7,9	19,5–28,4	10–13
8	Bricht Zweige von den Bäumen; erschwert erheblich das Gehen im Freien	17,2–20,7	61,7–74,5	31–37
10	Entwurzelt Bäume	24,5–28,4	87,9–102,2	45–52
12	Orkan, nicht beschreibbar	32,7–36,9	117,5–132,8	61–68
17	nicht beschreibbar	über 56,1	über 202	über 102

In Wetterkarten wird die Windrichtung und -stärke mit einer Art Wimpel beschrieben, der mehrere Striche enthalten kann. Jeder Strich steht dabei für eine Geschwindigkeit von 10 Knoten, allerdings beginnt die Zählung bei zwei Knoten. Bei drei Strichen beträgt die Windgeschwindigkeit also 32 Knoten, und nicht 30 Knoten.
Die Windgeschwindigkeit darf beim Flug eines Flugzeugs nicht mit der → *Anströmgeschwindigkeit* verwechselt werden.



Winglet mit Electrostatic Dischargers beim A320

Der Beaufort-Grad wurde 1806 von Sir Francis Beaufort (*1774, †1857) entwickelt, einem britischen Admiral und Hydrographen.

Windkanal
Einrichtung zur Untersuchung der → *Aerodynamik* von Flugzeugen, aber auch von anderen Fahrzeugen und Bauwerken (z. B. Verhalten von Fernsehtürmen im Wind).
Im Flugzeugbau werden Windkanäle eingesetzt, um zum Beispiel → *Auftrieb* und → *Widerstand*, → *Stabilität* und → *Steuerbarkeit* von Flugzeugen zu untersuchen. Da es zu aufwendig wäre, einen Windkanal für Flugzeuge in Originalgröße zu bauen, werden stattdessen verkleinerte Modelle mit integrierten Sensoren untersucht. Dabei ist aber zu beachten, dass sich die Strömung der Luft bei kleinen Modellen anders verhält als beim Flugzeug in Originalgröße. Um dennoch vergleichbare Messergebnisse zu erzielen ist es erforderlich, die → *Reynolds-Zahl* der Strömung am Modell und am Original gleich zu wählen. In der Praxis führt dies dazu, dass die Strömung im Windkanal einen erhöhten Luftdruck und/oder eine niedrige Temperatur aufweisen muss. In einigen Fällen wird sogar stark gekühlter Stickstoff als Strömungsmedium eingesetzt.
Ein Windkanal verfügt über ein Gebläse, das die benötigte Strömung erzeugt und über mechanische Gleichrichter, die eine möglichst parallele und unverwirbelte Luftströmung erzeugen. Das zu untersuchende Modell wird in einer Kammer fixiert und der Strömung ausgesetzt, d. h. die Verhältnisse werden gegenüber dem wirklichen Flugzeug (Bewegung des Flugzeugs gegen die Luft) gerade umgekehrt. Der Windkanal kann geschlossen oder offen konstruiert sein; im ersten Fall wird das Strömungsmedium in einem Kreislauf wieder verwendet, im zweiten Fall wird Luft aus der Umgebung angesaugt und entweicht hinter dem Windkanal wieder in die Umgebung.

Windmesser
→ *Anemometer*.

Windscherung
Bezeichnung für ein rasches und deutliches Umschlagen der Windrichtung und/oder Windgeschwindigkeit innerhalb weniger Sekunden beim Durchfliegen eines Raumes, beispielsweise von Gegen- auf Rückenwind innerhalb von fünf Sekunden beim Durchfliegen einer Gewitterzelle.
Ein Sonderfall in Bodennähe stellt der → *Scherwind* dar, einen Sonderfall bei vertikal nach unten gerichteten Winden der → *Fallwind*.

Windstärke
→ *Windgeschwindigkeit*.

Wing Center Box
→ *Flügelkasten*.

Winglet
Engl., etwa „kleines Flügelchen“. Bezeichnung für senkrecht stehende Flächen, die an den Spitzen eines → *Tragflügels* angebracht werden um den dort entstehenden → *induzierten Widerstand* zu reduzieren.
An den Flügelspitzen kommt es durch den Druckausgleich zwischen Ober- und Unterseite des Tragflügels zu einem → *Randwirbel*, der für den induzierten Widerstand verantwortlich ist. Winglets beeinflussen diese Strömung und reduzieren dadurch den induzierten Widerstand um ca. 5 bis 10 %.
Allerdings verursachen Winglets durch ihre geometrische Form einen zusätzlichen → *Profilwiderstand*, der durch geeignete aerodynamische Formgebung des Winglets möglichst klein gehalten werden muss. Je nach Größe des Tragflügels können Winglets Bauhöhen von 2 m und mehr erreichen; entsprechend erhöhen sie auch das Gewicht des Tragflügels. Die Idee des Winglets wurde ursprünglich der Natur entnommen; bei Vögeln, die über lange Strecken segeln (z. B. Albatrosse) sind die Federn an den Flügelenden nach oben aufgefächert und beeinflussen so die Umströmung der Flügelspitzen.

Im Gegensatz zu den heute eingesetzten starren Winglets kann das → *adaptive Winglet* optimal an den jeweiligen Flugzustand angepasst werden.

Wingover
Bezeichnung für ein Manöver aus dem Bereich des → *Kunstflugs*. Der Einflug in die Figur erfolgt im horizontalen Geradeausflug, der in eine gleichmäßige Kurve im Steigflug übergeht. Im Scheitelpunkt der Kurve soll die Querneigung wenigstens 60° betragen. Das Flugzeug senkt dann den Bug und die → *Querneigung* verringert sich in dem Maße, wie sie zuvor zugenommen hat. Die Kurve wird bis 180° hin fortgesetzt, um den waagerechten Geradeausflug in entgegen gesetzter Richtung zum Einflug aufzunehmen. Die Güte dieser Figur kann anhand der folgenden Punkte festgestellt werden:
- Beginn und Ende nicht wie angegeben.
- Unzureichender Höhengewinn.
- Unzureichende Querlage.
- Die Winkel der → *Steig*- und → *Sinkflüge* sind nicht in der ganzen Figur gleich.
- Die Figur wird nicht stetig, weich und symmetrisch geflogen.

Winkelgeschwindigkeitskreisel
→ *Wendekreisel*.

Winterflugplan
→ *Reisejahr*.

Wirbel
Auch Luftwirbel oder engl. Vortex genannt. Bezeichnet in der → *Aerodynamik* rotierende Luftströme, die z. B. von → *Tragflügeln* oder → *Propellern* ausgelöst werden können. Wirbel sind entscheidend für die Erklärung von Strömung und → *Auftrieb* am Tragflügel. Dabei treten insgesamt vier Wirbelformen auf:
- Anfahrwirbel: Beim ersten Beschleunigen des Flugzeugs, z. B. beim Anrollen auf der → *Startbahn*, trifft Luft auf das → *Profil* des Tragflügels. In Folge der Reibung zwischen Luftströmung und Profil bildet sich ein Wirbel, der sog. Anfahrwirbel, aus. Er verläuft als „Walze“ parallel zur Flügelkante und bleibt an seinem Entstehungsort bestehen, d. h. er wandert nicht mit dem Tragflügel mit.
- Gebundener Wirbel: Wirbel sind Erhaltungsgrößen. Da die Luft im Ausgangszustand wirbelfrei war, muss der Anfahrwirbel also durch einen parallelen, gleich großen, aber entgegengesetzt drehenden Wirbel ausgeglichen werden. Der gebundene Wirbel bleibt stets am Tragflügel und verläuft als „Walze“ entlang der gesamten → *Spannweite*. Die Rotationsrichtung ist von der Profilunterseite über die Vorderkante des Tragflügels zur Profiloberseite und über die Hinterkante zurück zur Unterseite. Der Gebundene Wirbel beschleunigt also die anströmende Luft an der Flügeloberfläche und verzögert sie an der Flügelunterfläche. Nach der → *Bernoullischen Gleichung* sinkt damit der Druck der umströmenden Luft an der Oberseite des Profils und steigt an der Unterseite – der Tragflügel erzeugt Auftrieb.
- Freier Wirbel: Auch Randwirbel, Flügelspitzenwirbel, Wirbelschleppe, Wirbelzopf (engl.: Vortex) genannt.
  Bei Tragflügeln mit endlicher Spannweite kommt es an den Flügelspitzen zu einem Druckausgleich zwischen Ober- und Unterseite des Profils. Dieser wird an jeder Flügelspitze durch eine Wirbelströmung erreicht, die Luft von der Unterseite (höherer Druck) zur Oberseite (niedrigerer Druck) leitet. Die beiden Wirbel werden freie Wirbel genannt; sie stehen senkrecht auf dem gebundenen Wirbel und verbinden ihn mit dem Anfahrwirbel. Die freien Wirbel sind verantwortlich für den → *induzierten Widerstand*; ihr Einfluss kann z. B. durch Verwindung des Tragflügels, die Flügelgeometrie, → *Winglets* oder einen → *Randbogen* reduziert werden. Große Flugzeuge können sehr starke freie Wirbel erzeugen. Dabei besteht die Gefahr, dass kleinere nachfolgende Flugzeuge mit ihren → *Querrudern* die durch die Rotation des Wirbels wirkenden Kräfte nicht ausgleichen können und auf den Rücken gedreht werden. Um Abstürze zu vermeiden ist daher ein → *Mindestabstand* zwischen startenden bzw. landenden Flugzeugen erforderlich, der auch als → *Wirbelschleppenstaffelung* bezeichnet wird.
- Hufeisenwirbel: Da der Anfahrwirbel nur zu Beginn der Strömung um den Tragflügel auftritt und an seinem Ursprungsort bestehen bleibt, hat er sich bereits nach kurzer Zeit so weit vom Tragflügel entfernt, dass er keinen Einfluss mehr auf die Strömung am Flugzeug hat. Damit können die verbleibenden Wirbel am Tragflügel (also der gebundene Wirbel und die zwei freien Wirbel) zu einem Hufeisenwirbel vereinfacht werden.

Wirbelblech
Auch Turbulenzgenerator, engl.: Vortex Generator. Wirbelbleche sind kleine, zentimeterhohe Bleche auf dem → *Tragflügel*, die in parallelen Reihen an den Punkten angeordnet sind, an denen sich die → *laminare Strömung* ablöst (→ *abgelöste Strömung*).
Wirbelbleche erzeugen ein künstliches Umschlagen der laminaren in eine → *turbulente Strömung*. Dabei steigt zwar der → *Widerstand* an, dafür ist die turbulente Strömung aber resistenter gegen Ablösung, und das Entstehen einer abgelösten Strömung mit ihrem sehr hohen Widerstand und dem Verlust des → *Auftriebs* kann vermieden werden.

Wirbelschleppe
→ *Wirbel*.

Wirbelschleppenstaffelung
Bezeichnung für eine → *Staffelung* von Flugzeugen im → *Landeanflug*, bei der die → *Mindestabstände* zwischen den landenden Flugzeugen so gewählt werden, dass die → *Randwirbel* eines voraus fliegenden Flugzeugs keine Behinderung des nachfolgenden Flugzeugs verursachen.
Die Mindestabstände der Wirbelschleppenstaffelung hängen im Wesentlichen vom Gewicht des vorausfliegenden und des nachfolgenden Flugzeugs ab. Dabei werden grob drei Gewichtsklassen unterschieden: Heavy, Medium und Light. Kritisch sind dabei die Fälle, in denen ein schwereres Flugzeug vor einem leichteren fliegt. Die folgenden Mindestabstände können als erster Anhaltspunkt gelten:
- Heavy vor Heavy: 4 nm
- Heavy vor Medium: 5 nm
- Heavy vor Light: 6 nm
- Medium vor Light: 5 nm

Dabei können im Einzelfall auch Mindestabstände bis zu 10 nm erforderlich sein.
Der Zwang zur Wirbelschleppenstaffelung beschränkt auch die maximale Kapazität einer → *Landebahn*. Bei einem → *Parallelbahnsystem* mit unzureichendem Abstand der beiden Lande-

bahnen (in der Regel definiert als ein Abstand von weniger als 1.500 Metern) wirken sich die Randwirbel eines Flugzeugs auf der ersten Bahn auch auf die zweite Bahn aus. Die Kapazität der beiden Bahnen ist dann geringer als bei einem Parallelbahnsystem mit ausreichendem Abstand. Dies ist z. B. beim Frankfurter Flughafen (FRA) der Fall, so dass man dort das → *HALS/DTOP* Verfahren entwickelt hat, um die Kapazität des Parallelbahnsystems zu erhöhen.

Wirbelschleppentest
Bezeichnung für einen flugtechnischen Test, der das Flugverhalten eines neuen Flugzeugs unter dem Einfluss eines → *Wirbels* untersucht, der von einem vorausfliegenden Flugzeug erzeugt wird. Dadurch können Erkenntnisse für die → *Wirbelschleppenstaffelung* im regulären Flugbetrieb gewonnen werden.
Für einen Wirbelschleppentest überfliegt das zu testende Flugzeug in niedriger Höhe ein Testgelände vor und hinter einem Flugzeug mit bekannten Wirbelschleppeneigenschaften mehrfach in verschiedenen Höhen und Abständen. Dies kann mehrere 10 mal erfolgen. Mit Hilfe eines → *Lidar* können die jeweiligen Wirbelschleppen detektiert und in ihrer Heftigkeit und damit Gefährlichkeit bestimmt werden.

Wirbelzopf
→ *Randwirbel*.

WL
Abk. für Warteliste.

WMO
Abk. für World Meteorological Organization.
→ *http://www.wmo.ch/*

Wölbung
Bezeichnet bei einem → *Profil* die vertikale Auslenkung der → *Skelettlinie* gegenüber der → *Profilsehne*. Die größte Auslenkung bezeichnet man als die → *Wölbungshöhe*; ihre Lage entlang der Skelettlinie als → *Wölbungsrücklage*. Bei Profilen, deren Ober- und Unterseite symmetrisch zueinander sind, fallen Skelettlinie und Profilsehne zusammen; ihr Abstand und damit auch die Wölbung ist dann gerade Null (ungewölbtes Profil). Ein Beispiel hierfür ist das Doppelkeilprofil oder das Ellipsenprofil. Strömt man ein ungewölbtes Profil parallel zu seiner Profilsehne an (d. h. ohne → *Anstellwinkel*), so bilden sich auf der Ober- und der Unterseite des Profils symmetrische Druckverhältnisse aus. Das Profil ist also nicht in der Lage, einen → *Auftrieb* zu erzeugen. Erst wenn die Skelettlinie des Profils gegenüber der Anströmung verdreht wird (Anströmung unter einem Anstellwinkel) wird diese Symmetrie gebrochen; der → *statische Druck* an der Oberseite des Profils ist dann geringer als an seiner Unterseite und das Profil erzeugt Auftrieb. Ungewölbte Profile können also nur mit einem Anstellwinkel einen Auftrieb erzeugen.
Ein gewölbtes Profil kann dagegen auch ohne Anstellwinkel einen Auftrieb erzeugen (Nullauftrieb). Der Grund hierfür ist, dass die Wölbung die Symmetrie zwischen Ober- und Unterseite des Profils bricht und damit auch zu einer unsymmetrischen Druckverteilung führt. Bis zu einem gewissen Grad gilt dabei, dass eine stärkere Wölbung zu einem höheren Auftrieb führt. Allerdings steigt dabei auch der → *Widerstand* des Profils an. Außerdem entsteht durch den Nullauftrieb ein → *Moment*, das durch → *Trimmung* ausgeglichen werden muss und einen entsprechenden → *Trimmwiderstand* verursacht.
Eine flexible Anwendung der Wölbung erlauben z. B. die → *Wölbungsklappen*. Damit bei der → *Landung* trotz der geringen → *Fluggeschwindigkeit* ausreichend Auftrieb erzeugt wird, fährt man die Wölbungsklappe aus; dadurch erhöhen sich Wölbung, Auftrieb, aber auch Widerstand des Tragflügels. Im → *Reiseflug* dagegen ist die Fluggeschwindigkeit und damit die Auftriebserzeugung wesentlich höher. Die Wölbungsklappen werden dann eingefahren, und der Widerstand entsprechend reduziert.

Wölbungshöhe
Bezeichnet die größte → *Wölbung* eines → *Profils*, also die größte Erhebung der → *Skelettlinie* über die → *Profilsehne*. Das Verhältnis zwischen Wölbungshöhe und → *Profiltiefe* wird auch als Wölbungsverhältnis oder relative Wölbung bezeichnet.

Wölbungsklappe
Engl.: Flap; Bezeichnung für eine konstruktiv einfach ausgeführte → *Klappe* an der Hinterkante des → *Tragflügels*.
Die Wölbungsklappe wird als → *Landeklappe* zur Erzeugung zusätzlichen → *Auftriebs* bei → *Start* und → *Landung* eingesetzt. Sie wird abwärts geschwenkt und erhöht so die Wölbung und damit den Auftrieb des → *Profils*. Die Gesamtfläche des Tragflügels ändert sich dabei nicht. Der zusätzlich erzeugte Auftrieb der Wölbungsklappe ist eingeschränkt, da es bereits kurz hinter der Klappennase zu einer → *abgelösten Strömung* kommt. Die Wölbungsklappe erhöht auch nicht den maximalen → *Anstellwinkel*, der weiterhin von der Ablösung der Strömung am vorderen Tragflügelprofil bestimmt ist.

Wölbungsrücklage
Engl.: Position of Maximum Camber. Bezeichnet bei einem → *Profil* die Lage der maximalen → *Wölbungshöhe* entlang der → *Profilsehne*. Eine größere Wölbungsrücklage verbessert das Verhalten des → *Tragflügels* beim → *Überziehen*, verringert aber den maximalen → *Auftrieb* des Profils.

Wölbungsspaltklappe
→ Spaltklappe.

Wölbungsverhältnis
Auch relative Wölbung genannt. Bezeichnung für das Verhältnis zwischen der → *Profiltiefe* und der → *Wölbungshöhe*.

Wolke
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Eine Wolke ist eine räumlich begrenzte Ansammlung von kleinen Wassertröpfchen (mit einem Durchmesser kleiner als 0,01 mm) oder Eiskristallen, deren Fallgeschwindigkeit so gering ist, dass die Wolken in der → *Atmosphäre* zu schweben scheinen.
Wolken entstehen durch Abkühlung feuchter Luft in der Höhe infolge → *Hebung*, bis der in der Luft enthaltene Wasserdampf zu einer Wolke kondensiert. Sie stellen daher eine Stufe im Wasserkreislauf dar: von der Erdoberfläche (Meere, Seen, Flüsse, feuchte Erdoberfläche, Vegetation) verdampft Feuchtigkeit, wird als Wasserdampf in höhere Bereiche der → *Troposphäre* transportiert, kondensiert dort zu Wolken, aus denen dann das Wasser in Form von Regen oder Schnee wieder auf die Erdoberfläche zurückkehrt.
Die Klassifikation von Wolken erfolgt anhand ihres Aussehens oder der Höhe, in der sie auftreten. Bezüglich des Aussehens unterscheidet man Wolken ohne Struktur (→ *Altostratus*, → *Stratuswolke*, → *Nimbostratuswolke*, → *Zirrostratus*), Wol-

ken mit Struktur (→ *Altokumulus*, → *Stratokumulus*, → *Zirrokumulus*, → *Zirrostratus*) und Wolken mit vorwiegend vertikalem Aufbau (→ *Kumuluswolke*, → *Kumulonimbuswolke*). Bezüglich der Höhe unterscheidet man tiefe (Kumulonimbus, Kumulus, Nimbostratus, Stratocumulus, Stratus), mittelhohe (Altostratus, Altokumulus) und hohe Wolken (jede → *zirrusförmige Wolke*), wobei oft auch vom niedrigen, mittleren und hohen Stockwerk gesprochen wird. In der → *Troposphäre* der mittleren Breiten gelten alle Wolken unterhalb einer Höhe von 2 km als tief, in Höhen von 2 bis 7 km als mittelhoch, und über 7 km als hoch. Zur korrekten Bestimmung der Wolkenart gibt es einen → *Wolkenatlas*.

Entwicklung

Die Bezeichnung der Wolkenarten geht auf den engl. Apotheker Luke Howard (*1772, †1864) zurück, die sich später dank ihrer lateinischen Benennung international durchsetzten.

Links

→ *http://www.wolkenatlas.de/*

Wolkenatlas

Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für einen von der → *WMO* herausgegebenen Atlas mit typischen Wolkenbildern zur einheitlichen Wolkenbestimmung und Codierung im Wetterschlüssel von → *SYNOP*, der neun Wolkengattungen in bis zu fünf verschiedenen Wolkenarten vorsieht. Jeder Wolkenart ist ein Symbol in der Wetterkarte zugeordnet.

Wolkenblitz

→ *Blitz*.

Wolkenbruch

Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für sehr starken → *Niederschlag*, in Mitteleuropa definiert ab 60 mm in einer Stunde oder 70 mm in zwei Stunden. 1 mm Niederschlag entspricht 1 Liter Regen pro Quadratmeter.
Der ergiebigste Regenfall der Welt wurde am 4. Juli 1956 in Unionville, Maryland/USA gemessen: 31,2 mm in einer Minute; innerhalb von 5 min fielen 63 mm in Portobelo, Panama; 305 mm innerhalb einer Stunde wurden in Holt, US-Bundesstaat Missouri, registriert.

Wolkenhöhenmesser

→ *Ceilometer*.

Wolkenstraße

Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Wolkenstraßen stellen eine von Segelfliegern (→ *Segelflug*) sehr geschätzte Form der organisierten → *Konvektion* dar. Sie können sich über mehrere hundert Kilometer erstrecken und sind am Satellitenbild gut erkennbar. Wolkenstraßen bestehen aus gleichmäßig angeordneten Quellwolken, die annähernd parallel zur Windrichtung angeordnet sind. Für ihre Entstehung müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein: Zunahme der → *Windgeschwindigkeit* mit der Höhe bei gleich bleibender Windrichtung, Windmaximum etwa im oberen Drittel der Schicht, → *Inversion* in 2 bis 3 km Höhe.

Wolkenuntergrenze

Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Auch *Wolkenbasis* genannt. Bezeichnung für die Höhe der als unterbrochen oder bedeckt gemeldeten untersten Wolkenschicht oder einem anderen verdunkelnden Phänomen über der Erdoberfläche. Die Höhe der Wolkenuntergrenze ist ein wichtiger Faktor bei der Entscheidung, ob Fliegen nach → *Sichtflugregeln* möglich ist oder nicht. Die Wolkenuntergrenze wird mit einem → *Ceilometer* gemessen.

Worldspan

→ *Galileo*.

Worldtracer

Ein Begriff aus der → *Verkehrsfliegerei* und dort aus der Fluggast- bzw. der → *Gepäckabfertigung*. Bezeichnung für ein weltweit von allen → *Luftverkehrsgesellschaften* genutztes Computerprogramm, das unternehmensübergreifend genutzt wird um verspätetes, verlorenes oder beschädigtes Gepäck wiederzufinden (→ *Baggage Tracing*). Bei langfristigem Verlust ist in das System eine Liste der tatsächlichen Kofferinhalte einzugeben. Das System führt den verlorenen Inhalt mit dem Inhalt der irgendwo auf der Welt gefundenen und nicht zuzuordnenden Gepäckstücke über eine prozentuale Übereinstimmung zusammen.

Links

→ *http://www.worldtracer.com/*

Wortmann Profile

→ *Profilsystematik.*

WTTC

Abk. für World Travel and Tourism Council.
Bezeichnung für den weltweiten Verband der Tourismusindustrie.
→ *http://www.wttc.org/*

Wurzelrippe

→ *Rippe*.

Y

Yieldmanagement

Ein Begriff aus der → *Verkehrsfliegerei* und dort aus dem Bereich der wirtschaftlichen Führung, konkret aus dem Bereich der Auslastungsoptimierung.

Der Begriff leitet sich aus dem engl. Begriff to yield = etwas erbringen, ergeben ab.

Unter dem Yieldmanagement einer → *Luftverkehrsgesellschaft* versteht man die Änderung von Flugpreisen sowie die Eröffnung und Schließung von → *Buchungsklassen* für jeden einzelnen Flug in Abhängigkeit von der verbliebenen Restzeit bis zum Flugbeginn. Ziel ist dabei, das Angebot entsprechend der Nachfrage zu justieren, und Auslastung und Ertrag jedes Fluges zu maximieren.

Die Folge für den Fluggast sind stark schwankende Preise innerhalb von Stunden und eine mitunter unübersichtliche Tarifstruktur mehrerer Buchungsklassen. Ein Preisvergleich ist bei diesen Systemen nur sehr schwer möglich.

Neben der Verkehrsfliegerei wird Yieldmanagement auch in der Passagierschifffahrt, im Beherbergungsgewerbe und im Bereich des Anzeigen- oder Werbezeitenvertriebs in den Medien angewendet.

Das heute gängige Yieldmanagement hat sich in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts in den USA entwickelt.

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_24, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

Z

Zapfluft
→ *Pressluft*.

Z-Check
→ *Wartung*.

Zeitenrolle
Bezeichnung für ein Manöver aus dem Bereich des → *Kunstflugs*, bei dem ein Flugzeug eine → *Rolle* ausführt, bei der der Vorgang des Rollens jedoch für eine bestimmte Zeitdauer (daher der Name) unterbrochen wird. Der Rollvorgang erfolgt daher nicht kontinuierlich, sondern wird während des Rollens an einer bestimmten Anzahl von Punkten gestoppt, weshalb auch von einer *N-Punkt-Rolle* oder *Mehrpunktrolle* gesprochen wird. N steht dabei für die Anzahl der Unterbrechungen.

Zelle
→ *Rumpf*.

Zellenstrebe
Bezeichnet bei Mehrfachdeckern (→ *Doppeldecker*, → *Dreifachdecker*) die stabilisierenden Verstrebungen zwischen den → *Tragflächen*, die ein Flattern der Tragflächen verhindern. Nicht alle Mehrfachdecker haben Zellenstreben.

Zeppelin
Bezeichnung für eine von drei möglichen Realisierungen eines → *Luftschiffs*. Die genaue Bezeichnung ist Starrluftschiff, während Zeppelin die in Deutschland übliche Bezeichnung ist.
Bei einem Zeppelin handelt es sich um ein Luftschiff mit einem tragenden und formgebenden Gerippe aus leichten Metallträgern oder – selten wie z. B. bei Schütte-Lanz Luftschiffen – aus Holz. Das den → *Auftrieb* erzeugende Gas ist nicht im kompletten Inneren dieses Skelettes enthalten, sondern in mehreren separaten Gastanks, sogenannten Zellen. Als Gas verwendet man heute das unbrennbare Helium, das leichter als Luft ist. Früher wurde der besser verfügbare, jedoch brennbare und damit wesentlich gefährlichere Wasserstoff verwendet.
Rund um das Metallskelett und die Gaszellen spannt sich eine Aussenhaut aus Stoff. Das Skelett ist aerodynamisch konstruiert, so das sich bei dem nötigen großen Volumen eine längliche Form, ähnlich der einer Zigarre ergibt. Den Vortrieb erhält ein Zeppelin durch an Auslegern angebrachten Motoren (früher → *Kolbenmotoren*, heute Elektromotoren), die als Gondeln bezeichnet werden.
Für mögliche Passagiere ist eine Gondel unterhalb oder an der Unterseite des Rumpfes angebracht. An der Vorderseite gibt es eine weitere (kleinere) Gondel, die das → *Cockpit* enthält. Beide Gondeln sind im Inneren des Gerippes über einen Laufgang am Kiel der Gerippestruktur verbunden. Links und rechts dieses Mittelganges befinden sich Mannschaftsräume und Technikräume. Die Reisegeschwindigkeit des Zeppelins liegt wegen seines hohen → *Widerstands* nur bei 100 bis 120 km/h.

Entwicklung
Als der Erfinder und damit auch Namensgeber des Zeppelins gilt Graf Ferdinand von Zeppelin (* 1838, † 1917), der im August 1863 bei einem Besuch in den USA erstmals mit einem Ballon fliegt und dadurch vom Gedanken des Fliegens begeistert wird. Er fängt 1899 in einer schwimmenden Halle am Bodensee mit dem Bau seines Luftschiffes an. Die starre Struktur besteht aus Aluminium, das kurz zuvor durch ein neues elektrolytisches Verfahren um den Faktor tausend billiger geworden und damit überhaupt erst bezahlbar geworden ist.
Sein erstes Luftschiff LZ1 führt am 1. Juli 1900 gegen 20 Uhr am Abend seinen Erstflug mit fünf Personen über den Bodensee durch. Es steigt bis in eine Höhe von 396 m auf und fliegt in 17 min rund sechs Kilometer weit. Es ist 128 m lang, misst 11,73 m im Durchmesser und hat eine Gaskapazität von fast 11.327 Kubikmeter.
Auch die Franzosen entwickeln zu dieser Zeit Starrluftschiffe. So stellt am 12. November 1903 das französische lenkbare Luftschiff „Lebaudy“ mit 55 km Non-Stop-Flug einen neuen Rekord für Luftschiffe auf.
1906 legt auf der sogenannten „Schwabenfahrt“ die LZ III 350 km in acht Stunden zurück.
Einen ersten Rückschlag gibt es am 5. August 1908, als LZ IV in Echterdingen bei Stuttgart nach einer → *Notlandung* in einem → *Gewitter* verbrennt. Dies ist zunächst das wirtschaftliche Ende des Zeppelinbaus, da Graf Zeppelin seine gesamten Geldreserven aufgebraucht hat. Durch die Spendenfreudigkeit in Deutschland erhält er jedoch so viele neue Mittel, dass er seine Arbeit fortsetzen kann. Er gründet mit Hilfe dieser Mittel am 1. Oktber 1908 die Luftschiffbau Zeppelin GmbH.
Die kommerzielle Anwendung beginnt am 16. November 1909, als Graf Zeppelin die DELAG (Deutsche Luftschifffahrts AG) gründet. Es ist die erste → *Luftverkehrsgesellschaft* der Welt. Von der Delag werden die Luftschiffe hauptsächlich für Rundfahrten über Städten wie Frankfurt am Main, Baden-Oos, Düsseldorf, Gotha, Leipzig, Hamburg, Dresden und Berlin (Johannisthal) verwendet.
Am 31. März 1914 stellt Graf Zeppelin einen neuen Höhenweltrekord (3.065 m) mit einem seiner Luftschiffe auf.
Bis zum Kriegsausbruch im August 1914 transportiert die DELAG auf 1784 unfallfreien Fahrten insgesamt 27.773 Passagiere mit ihren Luftschiffen.
Im 1. Weltkrieg werden die Erwartungen der Militärs an das Luftschiff jedoch enttäuscht, da es sich wegen seiner Größe und mangelnden Manövrierbarkeit den Vorteil der großen → *Flughöhe* und Zuladung gegenüber den Flugzeugen dieser Zeit rasch verliert und als sehr verwundbar herausstellt. Dennoch sorgt der technische Fortschritt während der Kriegsjahre für eine enorme Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Zeppeline. LZ 59 soll von Jambol in Bulgarien aus Nachschub nach Deutsch-Ostafrika fahren. Durch einen gefälschten Funkspruch kehrt es nach über der halben Strecke jedoch um und stellt dadurch einen neuen Streckenrekord von rund 6.750 km auf.
Noch während des Krieges stirbt am 8. März 1917 Graf Zeppelin. Bis zu diesem Tag wurden 130 Zeppeline gebaut, von denen 96 im 1. Weltkrieg eingesetzt wurden.
Nach Kriegsende wird am 9. August 1919 zwischen Berlin und Fiedrichshafen ein regelmäßiger Luftschiffverkehr aufgenommen. Im täglichen Pendelverkehr transportiert das Luftschiff „Bodensee“ bis zu 21 Passagiere. Die Flugzeit beträgt sieben Stunden. In Friedrichshafen gibt es Fähranschluss in die Schweiz, dort einen Bahnanschluss nach Zürich. Der Flugpreis beträgt 400 Mark.
Seine Leistungsfähigkeit als interkontinentales Transportmittel stellt LZ 127 „Graf Zeppelin“ vom 8. bis 29. August 1929 unter Beweis. Es fliegt in 22 Tagen um die Welt und ist das erste Luftgefährt, das einmal die Welt umrundet. Auf Wunsch des Haupt-

N. Klußmann, A. Malik, *Lexikon der Luftfahrt*,
DOI 10.1007/978-3-642-22500-0_25, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

finanziers, des US-Verlegers William C. Hearst beginnt und endete die Weltfahrt mit einer Umkreisung der Freiheitsstatue. 1931 führt LZ 127 auch eine Arktisfahrt durch. Ab August 1931 führt LZ 127 einen fahrplanmäßigen Flugdienst zwischen Friedrichshafen und Rio de Janeiro durch, bis das Luftschiff im Jahre 1937 außer Dienst gestellt und schließlich 1940 abgewrackt wird.

Am 4. März 1936 eröffnet das bis dahin größte Luftschiff der Welt, die LZ 129 „Hindenburg“, den kommerziellen Linienflugdienst für Passagiere über den Nordatlantik. Es kann 55 Passagiere aufnehmen, ist 245 m lang und enthält 200.000 Kubikmeter Wasserstoff. Sie ist es auch, die gut ein Jahr später das Ende der Zeppeline besiegelt. Am 6. Mai 1937 geht die „Hindenburg“ in Lakehurst/New Jersey bei der Landung nach ihrem ersten Transatlantikflug des Jahres in Flammen auf. Der Grund dafür wird nie endgültig geklärt werden, am wahrscheinlichsten ist jedoch ein elektrischer Kurzschluss mit Funkenflug im Inneren des Rumpfes; es gibt jedoch auch verschiedene Verschwörungstheorien. 36 Menschen sterben. Es ist das Ende der wasserstoffgefüllten Zeppeline, wie man sie bis dahin kennt und dies zu einem Zeitpunkt, als der Hersteller „Luftschiffbau Zeppelin“ und sein Passageunternehmen „Deutsche Zeppelin-Reederei“ auf dem Höhepunkt ihres Erfolges sind. Ein weiteres Luftschiff (LZ 130 Graf Zeppelin II) ist zu diesem Zeitpunkt in Bau, und noch eins in der Planung (LZ 131). Die LZ 130 ist von den Abmessungen genauso groß wie LZ 129 und unterschied sich von ihr in nur sehr wenigen Details. Seine erste Fahrt unternimmt es am 14. September 1938, gefolgt von einigen wenigen inländischen Probefahrten. Sie wird 1940 abgewrackt. Die LZ 131 wäre ein klein wenig größer gewesen. Von ihr existierten nur Pläne und einige wenige begonnene Rumpfringe.

Links

→ *http://www.zeppelin-museum.de/*
→ *http://www.zeppelin-nt.com/*
→ *http://www.zeppelinfan.de/*
→ *http://www.zeppelin-museum.com/*

Zero-Flighttime-Training

→ *Simulator*.

Zero Fuel Weight

→ *Flugzeuggewicht*.

Zero-Gravity-Flug

→ *Parabelflug*.

Zertifizierung

Engl. Certification. In der Luftfahrt allgemein die Bescheinigung einer → *Luftfahrtbehörde*, dass die Einhaltung geltender Verodnungen, Gesetze, Vorgaben etc. erfolgreich nachgewiesen ist. In der Luftfahrt ist die Zertifizierung insbesondere in diesen Bereichen relevant:

- Zertifizierung von → *Luftfahrtbetrieben*
- Zertifizierung von → *Luftfahrtpersonal*
- Zertifizierung von Fluggerät, insbesondere von Flugzeugen, → *Triebwerken*, → *Propellern* und Ausrüstungen bzw. Systemen allgemein
- Zertifizierung von → *Luftverkehrsgesellschaften*
- Zertifizierung von → *Flugplätzen*
- Zertifizierungen im Bereich der → *Flugmedizin*

Zertifizierungen erfolgen auf Basis des jeweils gültigen → *Luftrechts* mit seinen Gesetzen und Verodnungen. Ziel ist es dabei, die Sicherheit des Luftverkehrs und die öffentliche Sicherheit zu gewährleisten.

Zertifizierung von Luftfahrtbetrieben

Die Zertifizierung erfolgt zum Entwicklungsbetrieb, Herstellungsbetrieb oder Instandhaltungsbetrieb; dabei kann ein Betrieb auch mehrere Zertifizierungen erhalten. Es ist nachzuweisen, dass für die jeweiligen Tätigkeiten Personal mit fachlichem Wissen und praktischem Können, die organisatorischen Voraussetzungen und die benötigten betriebstechnischen Einrichtungen und Verfahren zu Verfügung stehen. Der Nachweis erfolgt über Betriebsprüfungen (Audits).

Zertifizierung von Flugzeugen, Triebwerken, Propellern

Für Flugzeuge, Triebwerke und Propeller, oder allgemein Systeme, Geräte und Ausrüstungen für Flugzeuge, die neu entwickelt oder stark modifiziert werden, erfolgt eine → *Musterzulassung*. Diese gilt für das allgemeine Baumuster; für jedes spezifische Exemplar aus der Serienproduktion muss zusätzlich eine → *Verkehrszulassung* eingeholt werden. Damit diese nicht erlischt muss über die gesamte Betriebsdauer die → *Lufttüchtigkeit* nachgewiesen und aufrecht erhalten werden.

Zertifizierung von Luftverkehrsgesellschaften

Die Zertifizierung konzentriert sich besonders auf die Überprüfung der Betriebsabläufe und Handbücher, und auf die Qualifikation der Mitarbeiter und ihre Ausbildungspläne. So führt zum Beispiel die → *FAA* den Prozess in vier Schritten durch:

- Formale Beantragung der Zertifizierung durch die Luftverkehrsgesellschaft: Zu diesem Zeitpunkt hat die Luftverkehrsgesellschaft den Großteil der Arbeit bereits absolviert, u. a. den Aufbau und die Dokumentation der Betriebsabläufe und die Genehmigung zur Durchführung von Luftfahrtbetrieb aus wirtschaftlicher Sicht.
- Verifikation: In dieser Phase prüft die FAA die Dokumentation der Betriebsabläufe und Handbücher im Hinblick darauf, ob die Luftverkehrsgesellschaft in der Lage ist, bestehende Vorschriften zu erfüllen und einen sicheren Flugbetrieb durchzuführen.
- Validierung: In dieser Phase beobachtet die FAA die tatsächliche Umsetzung der Betriebsabläufe, z. B. Schulungen, Abläufe in → *Wartung*, im → *Bodenabfertigungsdienst* und bei der Flugdurchführung (z. B. → *Flugvorbereitung*), technische Ausrüstungen, Abläufe in Notfallsituationen (z. B. → *Evakuierungstest*). In dieser Phase darf die Luftverkehrsgesellschaft noch keine Flüge gegen Bezahlung durchführen.
- Formale Genehmigung und Ausstellen des Zertifizierungsnachweises (Air Carrier Certificate oder Operating Certificate).

In Abhängigkeit von der Vorbereitung durch die Luftverkehrsgesellschaft dauert die Zertifizierung ab der Antragstellung mehre Monate bis Jahre. Nach der Zertifizierung ist die Luftverkehrsgesellschaft verantwortlich dafür, die Grundlagen der Zertifizierung aufrecht zu erhalten, und weiterhin alle gültigen Vorschriften zu erfüllen. Dies wird durch regelmäßige Kontrollen der Luftfahrtbehörde überprüft. Sofern die Luftverkehrsgesellschaft Abläufe, Handbücher, Ausbildungsprogramme etc. ändert, müssen diese erneut zertifiziert werden.

ZFW

Abk. für Zero Fuel Weight.
→ *Flugzeuggewicht*.

Zirrokumulus (Wolke)
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Auch Cirrocumulus genannt und mit Cc abgekürzt. Bezeichnung für einen Typ der → *zirrusförmigen Wolke*. Sie besteht aus einer dünnen Lage kleiner weißer Flocken, ähnlich wie Wattebäusche ohne Schatten. Sie sind oft mit regelmäßigen Rippenformen versehen.
Zirrokumulus-Wolken werden oft mit → *Altokumulus-Wolken* verwechselt, unterscheiden sich von diesen aber für den Beobachter auf der Erdoberfläche durch die (wegen der größeren Höhe nur scheinbar) geringere Größe.

Zirrostratus (Wolke)
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Auch Cirrostratus genannt und mit Cs abgekürzt. Bezeichnung für einen Typ der → *zirrusförmigen Wolke*. Sie besteht aus einem weißen ausgedehnten Schleier, der meist faserig, manchmal auch fließend ist. Zirrostratuswolken bewirken oft Aureolenerscheinungen (→ *Aureole*) und können den Himmel teilweise oder ganz verdecken.

Zirrus (Wolke)
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Auch Cirrus-, Feder- oder Schleierwolke genannt. Abgekürzt mit Ci. Bezeichnung für einen Typ der → *zirrusförmigen Wolke*. Sie besteht aus fein zergliederten, faserartigen, auseinander fließenden, häufig unregelmäßig am Himmel verteilten, oft transparenten und manchmal glänzenden Wolken in großen Höhen. Sie besteht größtenteils oder vollständig aus Eiskristallen und können zu Aureolenerscheinungen (→ *Aureole*) führen.
Zirruswolken bilden sich meistens in flachen, vereinzelten bis unterbrochenen Schichten auf der Äquatorseite des → *Jetstreams*, wenn hohe → *Luftfeuchtigkeit* vorhanden ist. Sie deuten auf sehr starke Höhenwinde hin.
Eine Sonderform der Zirruswolke ist die hakenförmige Zirruswolke (Cirrus uncinus), bei der die Wolke deutliche Ausprägungen in zwei verschiedene, gekreuzte Richtungen hat. Zirruswolken selbst stellen keine Gefahr für Luftfahrzeuge dar, doch sie können auf mögliche Höhenturbulenzen (→ *Turbulenz*) und das Herannahen entstehender bzw. starker Wetterformationen hinweisen.

Zirrusförmige Wolke
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Abgekürzt mit Ci. Bezeichnung für eine Gattung von → *Wolken* in großer Höhe, die größtenteils oder ganz aus Eiskristallen bestehen. Sie sind meist transparent, faden- oder bänderförmig, weiß und bewirken oft die bei anderen Wolkenformen nicht beobachtete Aureolenerscheinungen (→ *Aureole*). Ferner erscheinen sie oft elegant geschwungen; dies zeigt die Richtung von Höhenwinden an. Aus zirrusförmigen Wolken zieht manchmal ein Schleier ausfallender Eiskristalle herab, der aus offenbar schon zu groß und damit zu schwer gewordenen Eiskristallen besteht. Sie fallen zwar in Richtung Erdoberfläche, werden dort jedoch nicht ankommen, da sie in tieferen und damit wärmeren Höhen schmelzen und sich in der Luft auflösen werden.
Wenn derartige Wolken aus einer Richtung immer zahlreicher werden ist dies für den Flugzeugführer meistens ein guter Indikator für einen Wetterumschwung.
Zu den zirrusförmigen Wolken gehört → *Zirrus*, → *Zirrokumulus* und die → *Zirrostratuswolke*. Die Durchschnittshöhe zirrusförmiger Wolken beträgt in mittleren Breitengraden etwa 20.000 Fuß (6.096 m) und höher.

Zivilluftfahrt-Abkommen
→ *Chicago Convention*.

Zollfreier Einkauf
→ *Duty Free*.

ZTL
Abk. für → *Zweikreis-Turbinenluftstrahltriebwerk*.

Zubringerflug
International auch Feederservice genannt. Flüge, mit denen Langstreckenpassagiere von ihrem Abflugort zum → *Hub* oder vom Hub zu ihrem Zielflughafen transportiert werden.

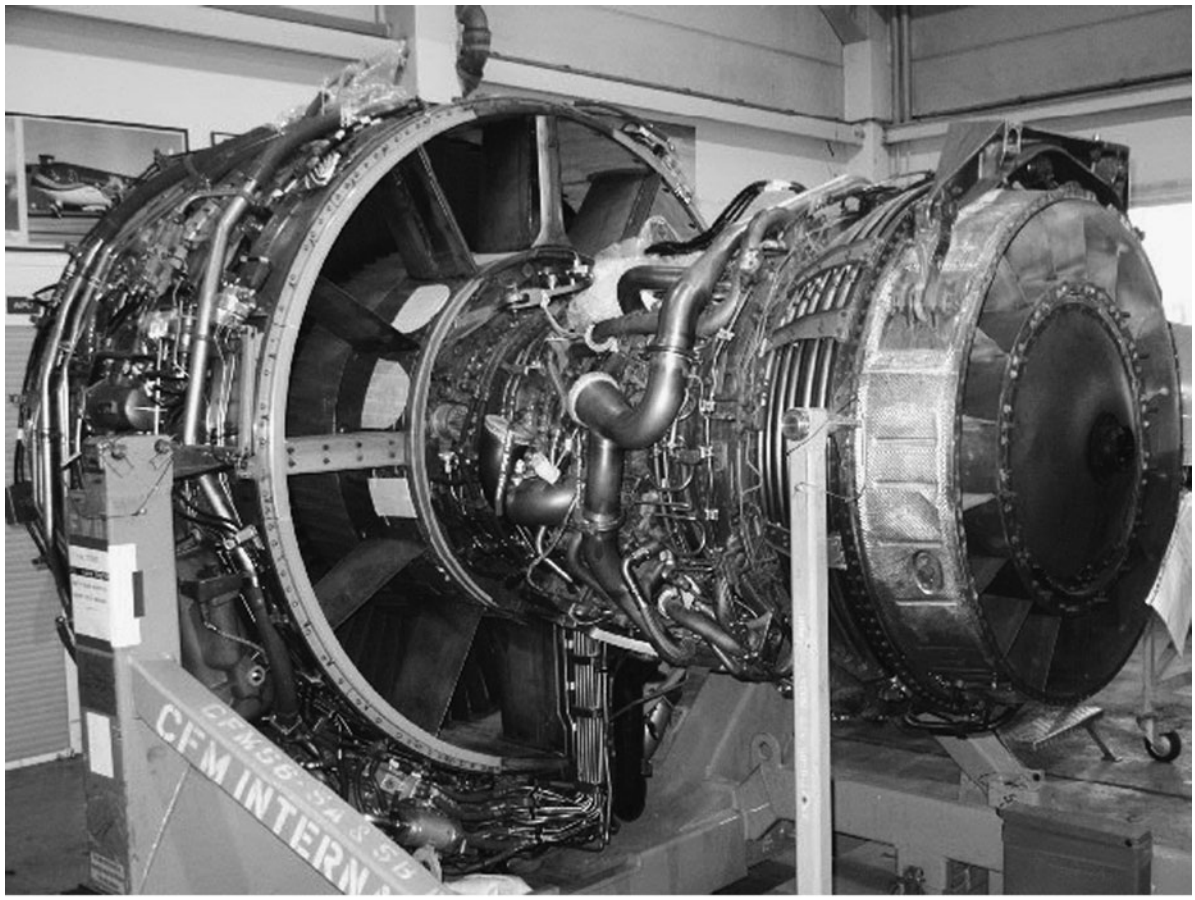
Zulassung
Man unterscheidet die → *Musterzulassung* und die → *Verkehrszulassung*.

Zuspitzung
Engl.: Taper Ratio; Verhältnis zwischen der → *Flügeltiefe* an der Spitze und in der Mitte (Symmetrieebene) des → *Tragflügels*. Bei kleineren Flugzeugen verzichtet man aus Kosten gründen in der Regel auf die Zuspitzung. Bei größeren Flugzeugen wird die Zuspitzung so gewählt, dass sich ein optimaler Kompromiss zwischen Gewicht und → *Widerstand* des Tragflügels ergibt. Durch die Zuspitzung eines Tragflügels gibt es den größten → *Auftrieb* an den Flügelspitzen. Dadurch tritt auch der → *Strömungsabriss* zuerst an den Flügelspitzen auf, und es droht der Verlust der dort liegenden → *Querruder*. Dies kann auch bei Tragflügeln mit → *Pfeilung* auftreten. Dagegen setzt z. B. beim → *Rechteckflügel* der Strömungsabriss zuerst in der Mitte ein.

Zustandsgröße
In der → *Flugmechanik* der Begriff für alle physikalischen Größen, die den momentanen → *Flugzustand*, also Position, Lage und Bewegung des Flugzeugs, beschreiben. Zustandsgrößen werden in → *Koordinatensystemen* beschrieben. Veränderungen von Zustandsgrößen werden durch → *Kräfte* und → *Momente* bewirkt, die ebenfalls in Koordinatensystemen erfasst werden. Wichtige Zustandsgrößen zur Beschreibung der Lage eines Flugzeuges sind z. B. der → *Gierwinkel* (auch Azimut), → der *Nickwinkel* (auch Längsneigungswinkel) und der → *Rollwinkel* (auch Hängewinkel oder Querneigung). Aus aerodynamischer Sicht sind zusätzlich der → *Anstellwinkel*, der → *Schiebewinkel* und die → *Fluggeschwindigkeit* von Bedeutung.

Zweiklassenbestuhlung
→ *Bestuhlung*.

Zweikreis-Turbinenluftstrahltriebwerk
Abgekürzt ZTL, auch Zweistrom-Turbinenluftstrahltriebwerk, Mantelstrom-Triebwerk, Bläaser-Triebwerk, Turbofan-Triebwerk oder Fan-Triebwerk; engl: Turbo-Fan.
Bezeichnung für ein → *Turbinenluftstrahltriebwerk*, bei dem ein Teil der verdichteten Luft vor der → *Brennkammer* abgezweigt und als Nebenstrom am Kerntriebwerk vorbei geführt wird. Dieser Nebenstrom wird (im Gegensatz zum Kernstrom der durch die Brennkammer läuft) nur schwach beschleunigt, so dass ein guter → *Vortriebswirkungsgrad* für das ZTL resultiert. Das Verhältnis zwischen dem Hauptstrom und dem Nebenstrom bezeichnet man als → *Nebenstromverhältnis*. Praktisch alle großen Passagierflugzeuge werden heute über ZTL angetrieben; das Nebenstromverhältnis liegt dabei zwischen 5 und 9.



Ausgebautes Zweikreis-Turbinenluftstrahltriebwerk

Modell eines CFM 56 aus dem Hause CFM (SNECMA & GE), geeignet etwa für einen Airbus A320 oder A321

Aufbau des ZTL

Hauptmerkmal der ZTL-Triebwerke ist der große Niederdruck-Verdichter der sich hinter dem Triebwerkseinlauf befindet. Hinter dem Niederdruck-Verdichter wird die Luft in zwei Ströme aufgeteilt. Der Kernstrom passiert zunächst einen Hochdruckverdichter und gelangt schließlich in die Brennkammer, wo er mit dem → *Kraftstoff* verbrannt wird. Dem Abgasstrom wird zunächst durch eine Hochdruck-Turbine jene Leistung entnommen, die der Hochdruckverdichter zum Verdichten des Kernstroms benötigt. Anschließend durchläuft der Abgasstrahl die Niederdruck-Turbine, die die benötigte Leistung zur Verdichtung des Kern- und des Nebenstroms entnimmt. Nieder- und Hochdruckturbine sind mit separaten Wellen mit ihren jeweiligen Turbinen verbunden. Über die → *Schubdüse* wird der Kernstrom beschleunigt und gegen die Flugrichtung ausgestoßen. Der Nebenstrom kann kurz nach dem Niederdruckverdichter über eine kurze Schubdüse das Triebwerk verlassen (ZTL ohne Strahlmischung). Alternativ kann der Nebenstrom über einen Kanal am Triebwerk entlang geführt und in der Schubdüse mit dem Kernstrom vermischt werden (ZTL mit Strahlmischung). Dies erhöht die Vortriebsleistung minimal und reduziert die Lärmentwicklung; diese Vorteile werden allerdings durch das zusätzliche Gewicht des Kanals erkauft.

ZTL mit Mitteldruckverdichter

Damit ein möglichst hoher Vortriebswirkungsgrad erzielt wird darf der Nebenstrom nur mäßig beschleunigt und damit verdichtet werden. Die führt dazu, dass der Niederdruckverdichter im ZTL den Kernstrom für den Hauptverdichter nicht optimal vorverdichtet. Eine erste Lösung besteht darin, auf die Welle der Niederdruckturbine zusätzlich einen Mitteldruckverdichter zu setzen. Allerdings ist die Wellendrehzahl dann für den Mitteldruckverdichter zu gering; günstiger ist es, eine zusätzliche Mitteldruck-Turbine einzuführen und über diese den Mitteldruckverdichter mit eigener, optimaler Drehzahl anzutreiben.

Nebenstromverhältnis beim ZTL

Die ersten ZTL hatten niedrige Nebenstromverhältnisse von ca. 1. Heute werden ZTL mit Nebenstromverhältnissen kleiner oder gleich 1 für Überschall-Militärflugzeuge eingesetzt. Hintergrund ist, dass bei Überschallgeschwindigkeiten die Effizienz des Niederdruckverdichters stark abnimmt und es somit wieder günstiger ist, einen größeren Teil des Luftstroms als Kernstrom durch das Triebwerk zu leiten. Die meisten ZTL für Passagierflugzeuge arbeiten heute mit mittleren bis hohen Nebenstromverhältnissen zwischen 5 und 9. Diese Triebwerke haben sehr große Niederdruckverdichter, die auch als Fan (Bläser) bezeichnet werden und Durchmesser zwischen zwei und drei Metern

erreichen. Entsprechend bezeichnet man diese Triebwerke auch als Fan- oder Bläser-Triebwerke. Typischerweise werden sie bei → *Fluggeschwindigkeiten* bis ca. → *Mach* 0,9 eingesetzt. In der Zukunft könnten sie durch → *Propfan-Triebwerke* mit Nebenstromverhältnissen bis zu 30 ersetzt werden.

Zweistrom-Turbinenluftstrahltriebwerk
→ *Zweikreis-Turbinenluftstrahltriebwerk.*

Zweiwellen-Triebwerk
Auf Englisch auch Dual Spool Jet genannt. Bezeichnung für solche Triebwerke, die über zwei mechanisch nicht verbundene Turbinen verfügen. Die erste Turbine ist eine Hochdruckturbine und treibt über eine Hohlwelle den Hochdruckverdichter an. Die zweite Turbine ist die Niederdruckturbine und treibt über eine zweite Welle, die durch die erste Hohlwelle hindurchgeführt wird, entweder bei einem → *Propeller-Turbinenluftstrahltriebwerk* (PTL) den Niederdruck-Verdichter, die Niederdruck-Turbine und (über ein Getriebe) den Propeller an oder bei einem → *Turbinenluftstrahltriebwerk* nur den Niederdruckverdichter an.
Die Wurzeln von Zweiwellen-Triebwerken reichen weit zurück in die Frühzeit der Jetantriebe zur Mitte der 40er Jahre. Auch heute noch wird an dem Konzept weiter entwickelt, das durch z. B. die Wahl von Getrieben zwischen beiden Wellen oder durch die weiterhin optimierte Wahl der Anzahl und technischen Auslegung der Verdichterstufen auch zukünftig optimiert werden kann.

Zweizeigergerät
Ein Begriff aus der Instrumentenkunde. Ein Zweizeigergerät ist ein Gerät, das innerhalb nur eines Gehäuses eine oder zwei physikalsische Messgrößen mit zwei Zeigern anzeigt. Beispiele sind:
- Geschwindigkeitsmesser, welche die True Air Speed (→ *TAS*) und die Indicated Air Speed (→ *IAS*) anzeigt.
- Höhenmesser mit einem kleinen Zeiger für die Anzeige in 1.000 Fuß (Grobhöhenmessung) und einem großen Zeiger für 100 Fuß innerhalb eines 1.000er-Bereiches (Feinhöhenmessung).
- Hydraulikdruckanzeige für ein Haupt- und ein Ersatzsystem.
- Frequenzanzeige bei Radionavigationssystemen, in denen ein Zeiger einen Kanal und ein zweiter Zeiger 1/100 davon anzeigt.
- Drehzahlanzeige für zwei Triebwerke.

Zwillingsflugzeug
Bezeichnung für einen Flugzeugtyp, bei dem zwei identische Flugzeuge durch einen Innentragflügel und am Höhenleitwerk miteinander verbunden werden. Dies erfolgt in der Regel zur Erhöhung der Motorleistung und der Reichweite.
Im Gegensatz zum ausschließlich dafür konstruierten → *Doppelrumpfflugzeug* ist ein Zwillingsflugzeug erst nachträglich aus zwei dafür zunächst nicht vorgesehenen herkömmlichen Flugzeugen als Einzelexemplar oder in Kleinserie zusammengesetzt. Ein Beispiel für ein realisiertes Zwillingsflugzeug ist die Heinkel He111 Z (Erstflug Frühjahr 1942), ein weiteres Beispiel die Fouga CM.88 Gemeaux (Erstflug 1951, basierend auf dem Segelflugzeug Fouga CM.8). Projektiert aber nicht ausgeführt wurde in den frühen 40er Jahren auch eine Junkers Ju290Z und eine Messerschmitt Me 109Z.

Zwischenanflug
Engl.: Intermediate Approach.
→ *Landeanflug*.

Zwischenhoch
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Ein kleines, wanderndes Hochdruckgebiet (→ *Hoch*), das zwischen zwei aufeinander folgenden Tiefdruckgebieten eingebettet ist und mit diesen meist ostwärts zieht. Das damit verbundene Schönwetter ist dadurch nur von kurzer Dauer.

Zwischenlandung
Bezeichnung für eine geplante, temporäre Flugunterbrechung auf einem dafür vorgesehenen Flugplatz zwischen dem Start- und dem Zielort. Die Dauer richtet sich alleine nach dem Grund der Zwischenlandung.
In der kommerziellen Verkehrsfliegerei kann eine Zwischenlandung unterschiedliche Gründe haben:
- Das für die Verbindung ausgewählte Flugzeug kann die gesamte Distanz zwischen Start- und Zielort nicht in einem Zug überbrücken und wird bei der Zwischenlandung aufgetankt. Die Zwischenlandung erfolgt dann in der Regel kurz vor einem kritischen Streckenabschnitt, etwa dem Flug über einen Ozean oder eine unbewohnte Gegend ohne Infrastruktur (Wüste, Urwald).
- Das für die Verbindung ausgewählte Flugzeug kann die gesamte Distanz zwischen Start- und Zielort technisch gesehen zwar in einem Zug überbrücken, jedoch ist der Treibstoff an einem Ort auf der Flugroute derart günstig, dass eine Zwischenlandung zum Auftanken aus Kostengründen durchgeführt wird.
- Die direkte Verbindung zwischen Start- und Zielort ist alleine nicht wirtschaftlich genug, so dass bei Zwischenlandungen Passagiere ein- und aussteigen, welche die Auslastung der Verbindung insgesamt erhöhen. Dies ist auch heute noch bei manchen Langstreckenverbindungen der Fall. Die Zwischenlandung erfolgt dann in der Regel schon sehr kurz nach dem Start- oder vor dem Zielort.
- Fracht wird zu- oder abgeladen.

Zyklische Blattverstellung
Engl. Cyclic Blade Control.
→ *Rotorblattverstellung*.

Zyklon
Ein Begriff aus der → *Meteorologie*. Bezeichnung für ein Gebiet niederen → *Luftdrucks* mit geschlossener, zyklonischer Kreisströmung. Von oben gesehen verläuft die Kreisströmung gegen den Uhrzeigersinn auf der nördlichen Halbkugel, im Uhrzeigersinn auf der südlichen Halbkugel, und in unbestimmter Richtung am Äquator. Da zyklonische Kreisströmung und relativ niedriger Luftdruck gewöhnlich nebeneinander bestehen, werden die Begriffe „Zyklone“ und „Tief“ synonym verwendet. Auch werden sie, da Zyklonen häufig mit rauem (manchmal zerstörerischem) Wetter einhergehen, oft einfach als Stürme bezeichnet. Umgekehrt wird der Begriff Zyklon oft missbräuchlich als Bezeichnung für einen Tornado oder tropischen Wirbelsturm verwendet.
In der Fliegerei ist die Kenntnis der Luftströmungen rund um Zyklone wichtig, da sie zu Kursabweichungen, Beschleunigung oder Verzögerung führen kann und dadurch sowohl Ansprüche

an die Navigation und Kursfestlegung stellen als auch an die Berechnung des benötigten Treibstoffs.

ZZ-Verfahren

Bezeichnung für ein bodengestütztes Blindlandeverfahren, das eine Kommunikation zwischen → *Flugplatz* (Platzwart oder Peilwartleiter) und Flugzeug auf der Basis des → *Morsecodes* sowie eine niedrige Wolkenhöhe voraussetzt. Es eignet sich nur für relativ langsame Flugzeuge und Flugplätze mit einem weiten Grasfeld anstelle der heutigen, vergleichsweise schmalen Betonpisten. Das Verfahren geht davon aus, dass das Flugzeug durch eine → *Peilung* bereits auf einem Anflugkurs zum Flugplatz gelotst wurde. Sobald sich das Fluzeug über dem Flugplatz befndet erhält der → *Pilot* den Funkspruch „Sie befinden sich über dem Platz“ (QFG). Daraufhin verlässt der Pilot wieder das unmittelbare Gebiet um den Flugplatz mit niedriger Geschwindigkeit in einer → *Flughöhe* von 200 bis 300 m. Er fliegt einen, für jeden Flugplatz definierten, hindernisfreien Kurs. Nach sieben Minuten wird zunächst eine einminütige 180°-Wende und dann der Gegenkurs (→ *Platzwart*) geflogen, und ein langsamer → *Sinkflug* eingeleitet. Ab- und Anflugkurs unterscheiden sich dabei um 8°. Mittels minütlicher angeforderter Peilung wird vom Flugplatz aus während des → *Endanflugs* durch das Signal „Missweisender Kurs zum Peiler“ (QDM) der Kurs nachkorrigiert. Wird das Flugzeug dann akustisch wahrgenommen, wird ein Vorsignal gesendet, etwa „MW“ (Motorengeräusch im Westen). Bei weiterer Annäherung an den Platz wird bei Erreichen der Platzgrenzen das Signal zum Landen gegeben („ZZ“). Der Flugzeugführer kann dann davon ausgehen, dass er schon sehr tief direkt über dem Platz fliegt. Er nimmt Gas weg, durchstößt dann die Wolkendecke, sinkt bis kurz vor dem → *Aufsetzen* und fängt die Maschine ab.

Bei geringsten Zweifeln bezüglich der Position des Flugzeuges wird mit dem Zeichen „JJ“ (Gas-Gas) vom Platzwart das Kommando zum → *Durchstarten* gegeben. Der → *Anflug* muss dann wiederholt werden.

Entwicklung

Das Verfahren wurde Ende der 1920er Jahre entwickelt. Ab 1931 wurde es von der Lufthansa erprobt und kurz darauf zugelassen. Es kam zuerst 1933 auf der Nachtflugroute zwischen Berlin und Königsberg zum Einsatz, wurde im gleichen Jahr aber auch in der Schweiz genutzt. Das Verfahren wurde nach dem 2. Weltkrieg nicht weiter verwendet