

HEFT 2 EIN WÖCHENTLICHES SAMMELWERK ÖS 25 SFR 3.50 DM3

# WIE GEHT DAS

Technik und Erfindungen von A bis Z  
mit Tausenden von Fotografien und Zeichnungen



scan:[GDL]

# WIE GEHT DAS

## Inhalt

### WIE SIE REGELMÄSSIG JEDOCH WOCHE IHR HEFT BEKOMMEN

WIE GEHT DAS ist eine wöchentlich erscheinende Zeitschrift. Die Gesamtzahl der 70 Hefte ergibt ein vollständiges Lexikon und Nachschlagewerk der technischen Erfindungen. Damit Sie auch wirklich jede Woche Ihr Heft bei Ihrem Zeitschriftenhändler erhalten, bitten Sie ihn doch, für Sie immer ein Heft zurückzulegen. Das verpflichtet Sie natürlich nicht zur Abnahme.

### ZURÜCKLIEGENDE HEFTE

Deutschland: Das einzelne Heft kostet auch beim Verlag nur DM 3. Bitte füllen Sie eine Postzahlkarte aus, an: Verlagsservice, Postfach 280 380, 2000 Hamburg 28 Postscheckkonto Hamburg 3304 77-202 Kennwort: HEFTE.

Österreich: Das einzelne Heft kostet öS 25. Bitte füllen Sie eine Postzahlkarte aus, an: WIE GEHT DAS, Wollzeile 11, 1011 Wien. Postscheckkonto: Wien 2363 130. Oder legen Sie bitte der Bestellung einen Verrechnungsscheck bei. Kennwort: HEFTE.

Schweiz: Das einzelne Heft kostet sfr 3,50. Bitte überweisen Sie den Betrag durch die Post (grüner Einzahlungsschein) auf das Konto: Schmidt-Agence AG, Kontonummer Basel 40-879, und schicken Sie Ihre Bestellung unter Einsendung Ihres Abschnitts an die Schmidt-Agence AG, Postfach, 4002 Basel. Kennwort: HEFTE.

**Wichtig:** Der linke Abschnitt der Zahlkarte muß Ihre vollständige Adresse enthalten, damit Sie die Hefte schnell und sicher erhalten.

### INHALTSVERZEICHNIS

Damit Sie in WIE GEHT DAS mit einem Griff das gesuchte Stichwort finden, werden Sie mit der letzten Ausgabe ein Gesamtinhaltsverzeichnis erhalten. Darin einbezogen sind die Kreuzverweise auf die Artikel, die mit dem gesuchten Stichwort in Verbindung stehen. Bis dahin schaffen Sie sich ein Inhaltsverzeichnis dadurch, daß Sie die Umschläge der Hefte abtrennen und in der dafür vorgesehenen Tasche Ihres Sammelordners verwahren.

### SAMMELORDNER

Sie sollten die wöchentlichen Ausgaben von WIE GEHT DAS in stabile, attraktive Sammelordner einheften. Jeder Sammelordner faßt 14 Hefte, so daß Sie zum Schluß über ein gesammeltes Lexikon in fünf Ordern verfügen, das Ihnen dauerhaft Freude bereitet und Wissen vermittelt.

### SO BEKOMMEN SIE IHRE SAMMELORDNER

1. Sie können die Sammelordner direkt bei Ihrem Zeitschriftenhändler kaufen (DM 11 pro Exemplar in Deutschland, öS 80 in Österreich und sfr 15 in der Schweiz). Falls nicht vorrätig, bestellt der Händler gern für Sie die Sammelordner.
2. Sie bestellen die Sammelordner direkt beim Verlag. Deutschland: Ebenfalls für DM 11, bei: Verlagsservice, Postfach 280380, 2000 Hamburg 28. Bitte füllen Sie eine Postzahlkarte aus, an: Verlagsservice, Postfach 280380.

Anflughilfen	29
Anker	33
Anlasser	34
Antenne	36
Antibiotika	39
Apfelweinherstellung	43
Apollo-Programm	45
Archimedische Schraube	51
Armbanduhr	52
Armbanduhr, elektronische	55

2000 Hamburg 28, Postscheckkonto Hamburg 3304 77-202 Kennwort: SAMMELORDNER

Österreich: Der Sammelordner kostet öS 80. Bitte füllen Sie eine Postzahlkarte aus, an: WIE GEHT DAS, Wollzeile 11, 1011 Wien. Postscheckkonto Wien 2363 130. Oder legen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei.

Schweiz: Der Sammelordner kostet sfr 15. Bitte überweisen Sie den Betrag durch die Post (grüner Einzahlungsschein) auf das Konto: Schmidt-Agence AG, Kontonummer Basel 40-879, und schicken Sie Ihre Bestellung unter Einsendung des Abschnitts an die Schmidt-Agence AG, Postfach, 4002 Basel. Kennwort: SAMMELORDNER.

**Wichtig:** Der linke Abschnitt der Zahlkarte muß Ihre vollständige Adresse enthalten, damit Sie die Sammelordner schnell und sicher bekommen. Überweisen Sie durch Ihre Bank, so muß die Überweisungskopie Ihre vollständige Anschrift gut lesbarlich enthalten.



## ANFLUGHILFEN

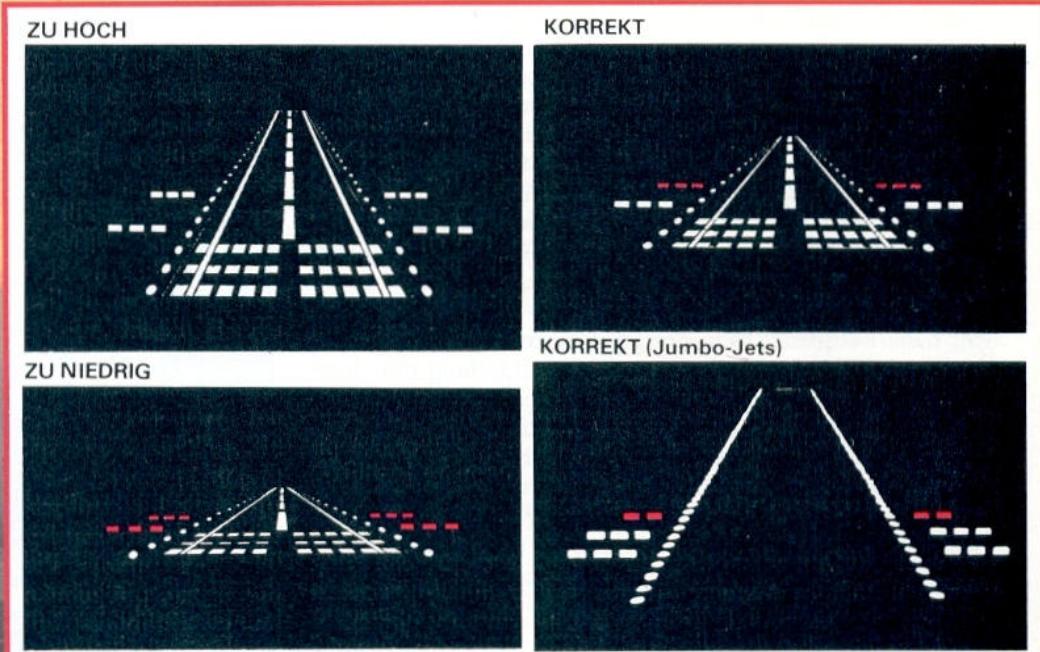
Für die FS-Kontrollbeamten (Flugsicherungs-Kontrollbeamten) ist es wichtig, sämtliche Flugzeuge, die sich in ihrem FS-Kontrollbezirk in unmittelbarer Nachbarschaft zum Flughafen befinden und in unterschiedlichen Flughöhen und Geschwindigkeiten sowie unterschiedliche Kurse fliegen, zu überwachen. Dies geschieht durch Anflughilfen.

Auf Langstreckenflügen bedient sich der Flugzeugführer sowohl bordeigener Navigationshilfen als auch der elektronischen Navigationshilfen am Boden, um auf Kurs zu bleiben und Kollisionen zu vermeiden. Sobald er sich jedoch einem Gebiet mit vielen Flugbewegungen nähert, unterliegt er der Flugüberwachung des jeweiligen FS-Kontrollbezirks. Dabei

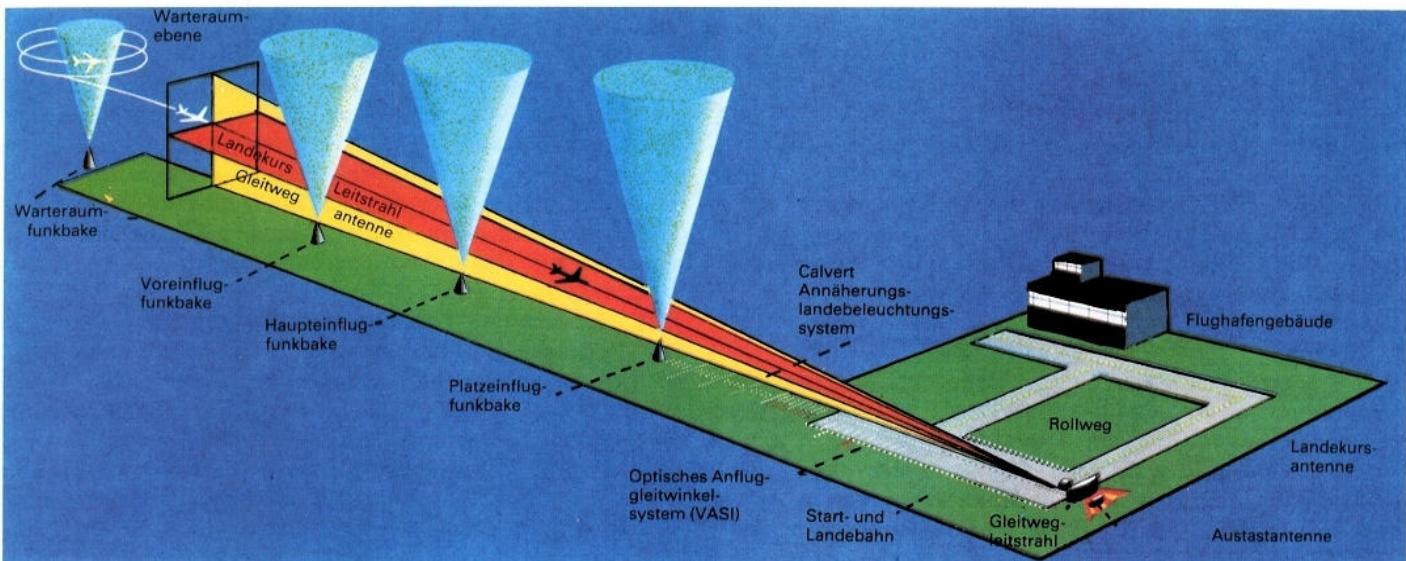
muß er die ihm von dem FS-Kontrollbeamten über Sprechfunk übermittelten Kurse bei vorgeschriebenen Geschwindigkeiten und Flughöhen unter allen Umständen einhalten.

Der jeweilige FS-Kontrollbeamte fällt aufgrund der Übersicht, die er über den FS-Kontrollbezirk hat, alle Entscheidungen. Er allein verfügt über sämtliche Informationen, die sich aus den verschiedenen Flugbewegungen anderer Flugzeuge in seinem FS-Kontrollbezirk ergeben. Mit Klugheit, Umsicht und Besonnenheit muß er darauf achten, daß die Sicherheitsabstände der sich in der Luft befindenden Flugzeuge untereinander weder horizontal noch vertikal unterschritten werden. Er bestimmt auch in Übereinstimmung mit den Flugplänen die Vorrangigkeit beim Landen.

Um seine Überwachungsaufgaben erfüllen zu können, benötigt der FS-Kontrollbeamte zumindest den jeweils letzten Stand der in seinem Kontrollbezirk herrschenden Flug-



*Die optische Anfluggleitwinkelanzeige VASI (Visual Approach Slope Indicator) besteht aus einer Anzahl von Landelichtern; jedes Landelicht hat einen Schlitz. Innerhalb eines schmalen Gleitwinkels sind nur rote Landelichter zu sehen, aus größerer Höhe nur weiße. Piloten konventioneller Flugzeuge sehen bei richtigem Anflug je eine Reihe rote und weiße Lichter; für Jumbo Jets hingegen ist die richtige Reihenfolge: rot, weiß, weiß. Das Foto zeigt die Landelichter des Flughafens Frankfurt.*



ROYCASTLE

situation nach Höhe und Position aller Flugzeuge sowie deren Flugabsichten. Alle in seinen FS-Kontrollbezirk einfliegenden Flugzeuge sind verpflichtet, dem FS-Kontrollbeamten Flugweg, Flugabsichten, Höhe über Erde, Verspätungen, Identität, Abflughafen und Bestimmungsort mitzuteilen. Diese Informationen werden auf einer Flugbetriebstafel sichtbar gemacht. Darüber hinaus vermittelt das Radargerät der Flugsicherungszentrale Angaben über die genauen Fluglagen nach Höhe und Kurs sowie den genauen Sicherheitsabstand aller in seinem FS-Kontrollbezirk befindlichen Flugzeuge.

Über VHF-Sprechfunk (VHF=Very High Frequency=sehr hohe Frequenz) kann der FS-Kontrollturm bis zu einer Entfernung von maximal 300 km Funkverbindung mit einem Flugzeug halten. Dies gilt aber nur für Flugzeuge in großen Höhen. Nimmt die Flughöhe z.B. im Sinkflug ab, nimmt auch die Reichweite im Sprechfunkverkehr ab. Häufig wird ein bordeigener VHF-Sprechfunkpeiler während des Sprechfunkverkehrs eingesetzt, mit dem der Flugzeugführer eine Peilstandlinie zum Kontrollturm erhält, mit deren Hilfe er den Anflugkurs nötigenfalls korrigieren kann.

## FS-Radarkontrollsysteme

**Primärradarsysteme.** Hierbei handelt es sich um ortsfeste Flugüberwachungsradar anlagen, die entweder als Gebiets- bzw. Annäherungsradar anlagen oder Landeradarkontrollanlagen zum Einsatz kommen. Sie vermitteln eine dauernde, umrißförmige Darstellung aller Flugzeuge, die sich im Radarcbereich befinden. Der Bildteil des UHF-Rundsuchradars läßt als Echoimpuls eines Flugzeuges einen hellen Punkt erkennen (siehe Bild). Die Entfernung vom Radarstandort zum Flugzeug wird durch veränderbare Entfernungsmeßringe angezeigt, die Richtung in Grad wird durch die feststellbare Zeitbasis angegeben, die jedoch im Normalfall umläuft. Bei beiden Angaben dient der Mittelpunkt des Sichtgerätes als Nullpunkt. Mit dem Bildteil, einem elektronischen Zusatzgerät zum UHF-Rundsuchradar, kann man feste Einrichtungen wie z.B. Rollwege, Start- und Landebahn usw. als Geländeskizze sichtbar machen. Es können aber auch alle unerwünschten Radarechoimpulse von ortsfesten Einrichtungen, die sich in unmittelbarer Umgebung befinden, gelöscht werden (Festzeichenlöschung). Dadurch sind nur solche Radarimpulse erkennbar, die von Objekten kommen, die sich bewegen, wie z.B. Flugzeuge beim Rollen auf dem Flug- bzw. Vorfeld.

UHF-Rundsuchradaranlagen gibt es in drei Ausführungen: Gebietsradarkontrollanlagen, Annäherungsradar kontrollanlagen und Lande- und Flugfeldüberwachungsradar anlagen. Gebietsradarkontrollanlagen haben eine Reichweite bis zu 550 km, die Reichweite von Annäherungsradar kontrollanlagen



liegt bei 95 km bis 280 km, und die Lande- und Flugfeldüberwachungsanlagen haben eine Reichweite, die sich auf den unmittelbaren Flugplatzbereich beschränkt. Moderne Radarkontrollsysteme haben eine so scharfe Bildauflösung, daß einzelne Flugzeugtypen nach Form und Größe erkennbar sind.

Flugzeuge ohne bordeigene Landehilfen müssen während der Landung vom Kontrollturm überwacht werden. Hierfür sind zwei Präzisions-Landeradar anlagen erforderlich. Bei einem Verfahren, das auch als GCA-Anflug bekannt ist, wird das Flugzeug durch Sprechfunk in den Anflugsektor geführt.

**Links:** Mit Hilfe des Instrumenten-Landesystems wird der Endanflug aller Flugzeuge unterstützt. Dies geschieht durch schmal gebündelte Funkleitstrahlen. Vier Funkbaken strahlen kegelförmig von unten vertikal in die Höhe; zwei weitere Funkbaken strahlen in je einem Winkel von 3° bis 4° nach oben in Anflugrichtung (Landekurs und Gleitweg). Diese Funkbaken sind in genau vorgeschriebenen Abständen vom Aufsetzpunkt des Flugzeuges angebracht.



Während des Anfluges erscheint auf den beiden Bildschirmen der Landeradaranlage ein heller Punkt, der sich bewegt und die Höhen- und Seitenlage des Flugzeuges, bezogen auf die Soll-Landeanflugbahn, anzeigt. Dabei erfolgt die eine Anzeige aus einer Entfernung von 16 km, die andere aus 5 km Entfernung. Sie zeigen den Landekurs und den Gleitwinkel bezogen auf die Landebahn an.

Bei diesem Landeverfahren kann nur alle vier Minuten ein Flugzeug landen. Auf den meisten Flughäfen im internationalen Flugverkehr landet aber in jeder Minute mindestens ein Flugzeug. Das GCA-Anflugverfahren wird daher nur noch



**Links und oben:** Der Kontrollturm des Frankfurter Flughafens. Im obersten Stock arbeitet die BFS-Anflugkontrolle, die auch den Betrieb auf den Start- und Landebahnen regelt.

auf militärischen Flugplätzen oder sehr kleinen zivilen Flugplätzen durchgeführt. Es wurde durch die UHF-Rundsuchanflugradaranlage ersetzt. Diese zeigt aber nur die Entfernung zum Flughafen an. Der FS-Kontrollbeamte informiert den Flugzeugführer über Sprechfunk über die gegenwärtige Flughöhe, die das Flugzeug in diesem Augenblick haben muß. Mit diesen Informationen muß der Flugzeugführer seine Höhe halten.

Diese Radaranlagen gehören alle zu den Primärradar-systemen, die aufgrund der vom Flugzeug oder anderen Objekten reflektierten Radarechopulse die für den Anflug erforderlichen Informationen erhalten.

**Sekundärradarsysteme.** Modern ausgestattete Flughäfen bevorzugen eine zwar kompliziertere, aber verlässlichere Form der Radarkontrolle. Sie ist als Sekundärrundseuchradarsystem bekannt, bzw. als *Sekundär-Rundseuchradarsystem*. Voraussetzung für dieses System ist aber, daß im Flugzeug ein 'Transponder' (Antwortsender) vorhanden ist. Der Empfängerteil dieses Gerätes empfängt die von der Rundseuchradaranlage ausgestrahlten Pulse. Im Senderteil, der als Impuls wiederholer arbeitet und mit seiner Frequenz wenige Kilohertz von der Empfangsfrequenz abweicht, werden diese Impulse, zusammen mit einigen verschlüsselten Informationen wie Identität (Rufzeichen) und Flughöhe, der Sendefrequenz aufmoduliert. In seiner Funktion als Funkmessortungsgerät erhält die Sekundär-Rundseuchradaranlage zusätzlich zur primären Entfernungs- und Richtungsermittlung die Sekundärergebnisse des Antwortsenders.

Sekundär-Rundseuchradaranlagen gestatten eine unmittel-



bare Identifizierung des Flugzeuges auf dem Bildschirm, auf dem die jeweiligen Informationen als verschlüsselte Buchstaben und Zahlen entsprechend der Fortbewegung des Flugzeuges erscheinen. Die Sekundäranzeigen sind vor allem gegen Witterungseinflüsse störungsfreier und deshalb von großem Wert für die Flugzeugkontrolle. Für bestimmte Flugzeugkategorien, die in besonderen Flugverkehrsräumen fliegen, ist die Ausrüstung mit einem Antwortsender vorgeschrieben.

### Instrumenten-Landesystem

Flugzeuge, die sich im Anflug auf einen Flugplatz befinden, werden vom Kontrollturm bis zum Endanflug überwacht. Während des Endanfluges, der mit Hilfe des Instrumenten-Landesystems erfolgt, überwacht der Flugzeugführer selbst den Sinkflug bis zum Aufsetzpunkt und das Ausrollen.

Das Prinzip des Instrumenten-Landesystems beruht auf zwei festen Funkfeuern, deren jeweiliger Leitstrahl so polarisiert ist, daß eine kreuzförmige, horizontale und vertikale Leitebene gebildet wird. Dabei ist die vertikale Leitebene der *Landekurs* und die horizontale Leitebene der *Gleitweg*. Bei den Leitstrahlen wird ein Ton aufmoduliert, der im Hörbereich liegt. Außerdem befinden sich in der vertikalen Leitebene, d.h. im Landekurs, drei vertikal abstrahlende Funkbaken. Sie heißen *Voreinflugzeichen*, *Haupteinflugzeichen* sowie *Platzeinflugzeichen* und sind in vorgeschriebenen Abständen vom Aufsetzpunkt aufgestellt. Über ein Kreuzzeigerinstrument und Anzeigeleuchten, die unmittelbar vor dem Flugzeugführer in der Instrumententafel angeordnet sind, kann dieser die Fluglage in den Leitebenen erkennen und sie notfalls in Flughöhe und Anflugkurs korrigieren.

Beim Endanflug auf den Flugplatz fliegt der Flugzeugführer in die Leitebenen des Instrumenten-Landesystems hinein und überfliegt dabei das Voreinflugzeichen, das die Gleitwegeebene in einer Höhe von etwa 170 m durchbricht. Im Augenblick des Überfliegens leuchtet die Anzeigeleuchte für das Voreinflugzeichen auf. Zeigt das Kreuzzeigerinstrument in diesem Augenblick ein Kreuz an, dessen Schenkellängen genau gleich lang sind, dann weiß der Flugzeugführer, daß er in 170 m Höhe auf genauem Landekurs ist. Das Haupteinflugzeichen durchbricht die Gleitwegeebene in etwa 60 m Höhe und das Platzeinflugzeichen etwa in 15 m Höhe; letzteres zeigt dem Flugzeugführer an, daß er sich unmittelbar vor dem Aufsetzpunkt befindet. Der Landeanflug wird nunmehr nach Sicht fortgesetzt.

Flugzeuge mit entsprechender flugelektronischer Ausrüstung können mit Hilfe eines ortsfesten Instrumenten-Landesystems

*Die Landekursantenne auf dem Flugplatz Kairo. Die Antenne sendet einen Leitstrahl auf die Mitte der Landebahn aus.*

unter Zuhilfenahme einer automatischen Selbststeueranlage (engl. 'Autopilot') und weiterer elektronischer Navigationshilfen, wie Funkhöhenmesser und ähnliches, einen Landeanflug mit Blindlandung bei Null-Sicht durchführen. Die Hauptschwierigkeit ist hierbei die Notwendigkeit, alle für eine Blindlandung erforderlichen bordeigenen Anlagen und Geräte in doppelter oder sogar dreifacher Stückzahl mitzuführen, um größtmögliche Zuverlässigkeit zu gewährleisten.

Es hat bereits im Rahmen von Blindlandepräprobungen mehrere Tausend Blindlandungen mit kommerziellen Flugzeugen, d.h. mit Fracht- und Passagierflugzeugen, gegeben, jedoch immer unter Sichtverhältnissen, die als zufriedenstellend und nicht als Null-Sicht angesehen werden konnten. Der Flugzeugführer hat zwar alle für eine Blindlandung erforderlichen Anlagen und Geräte eingekuppelt oder eingeschaltet, überwacht jedoch den Lande- und Endanflug und ganz besonders das Aufsetzen persönlich, um die Landung sofort durch Handsteuerung weiterzuführen, falls dies erforderlich sein sollte. Absolute Blindlandungen ohne Beteiligung des Flugzeugführers werden erst möglich sein, wenn die hierfür erforderlichen flugelektronischen Anlagen und Geräte voll ausgereift sind.

Eine parallel hierzu verlaufende Entwicklung zielt auf die automatische Führung von Flughafenbetriebsfahrzeugen, wie z.B. Feuerwehr, Krankenwagen und Passagierzubringerbusse, ohne daß der Fahrer eingreifen muß.

### Warteraum

Bei starkem Luftverkehr, der auf den Flughäfen zu Verstopfungen führt, müssen Flugzeuge Warteräume aufsuchen, von wo aus sie dann nach und nach in den Landeanflugsektor geführt werden. Flugzeuge im Warteraum fliegen in einem Kreis mit großem Durchmesser in verschiedenen Höhen übereinander gestaffelt, jedoch durch vertikale Sicherheitsabstände von 300 m voneinander getrennt. Das am niedrigsten fliegende Flugzeug wird als erstes zur Landung aufgefordert. Sodann werden alle anderen Flugzeuge in diesem Warteraum von dem FS-Kontrollbeamten aufgefordert, in die nächst tiefere Warteraumebene einzufliegen. Dabei müssen die vorgeschriebenen vertikalen Sicherheitsabstände natürlich eingehalten werden. Alle weiteren Flugzeuge werden dann in die freigewordenen, oberen Warteraumebenen eingewiesen.

## ANKER

**Mit einem Anker wird ein Schiff am Meeresboden festgemacht, im allgemeinen durch eine Kombination des Eigengewichtes und des Eindringens in den Boden.**

Die Form eines typischen Ankers bewirkt, daß eine horizontal wirkende Kraft den Anker fest in den Boden eindringen läßt, während eine Kraft in Aufwärtsrichtung den Anker ohne weiteres freimacht. Das Kabel bzw. die Kette, mit der er am Schiff befestigt ist, muß über gewisse Strecken flach am Meeresboden liegen, wenn die Verankerung wirksam sein soll. Die Länge des für diesen Zweck erforderlichen Kabels muß drei- bis achtmal so groß wie die Tiefe des Wassers sein. Das Hieven des Ankers wird durch Einziehen des Kabels erreicht. Bei diesem Vorgang bewegt sich das Schiff, bis es eine Stellung über dem Anker einnimmt, wobei das Kabel ungefähr senkrecht steht und der Anker freikommen sollte.

Um ungefähr 100 v. Chr. begann man, metallene Anker mit Ankerstöcken (Querstücken) aus Blei zu verwenden. Innerhalb kurzer Zeit entwickelte sich der traditionelle feste Anker, der bis spät ins 19. Jahrhundert benutzt wurde.

Die Flügel dieses Ankertyps befinden sich auf Armen, die rechtwinklig zum oberen Querstück oder Stock stehen. Falls sich beim ersten Kontakt zwischen Anker und Meeresgrund der Ankerstock zuerst eingräbt, tendiert der Anker unter der

Einwirkung einer Zugkraft dazu, sich solange zu drehen, bis ein Ankerflügel in Eingriff kommt.

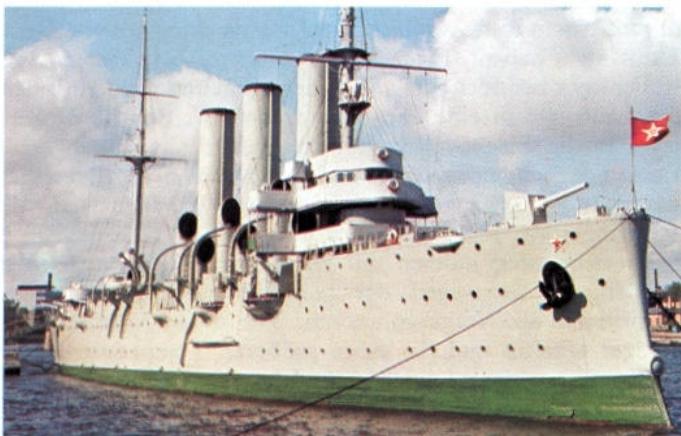
Der auf den meisten modernen großen Schiffen verwendete Ankertyp ist der stocklose Anker. Die großen Schaufeln dieses Ankers sind schwenkbar und können sich um maximal 45° herausschwenken. Aus den Ankerflügeln herausragende Schlagstücke stellen sicher, daß die Ankerflügel sich im Meeresgrund festfahren. Eine in horizontaler Richtung auf das Kabel einwirkende Zugkraft verstärkt außerdem die Verankerrung. Da diese Vorrichtung keinen Ankerstock aufweist, kann sie bis an die Öffnung des Klüsenrohres gezogen werden, bis nur noch die Arme und die Ankerschaufeln herausragen.

Eine Abart dieser Konstruktion ist der Danforth-Anker, bei dem am unteren Ende des Ankers ein kleiner Ankerstock für Stabilisierzwecke Verwendung findet. Zwei weitere Typen, der CQR- und der Pfluganker, weisen eine einzige, pflugartige Schaufel auf, die sich mit wachsender Zugkraft immer tiefer in den Meeresboden eingräbt.

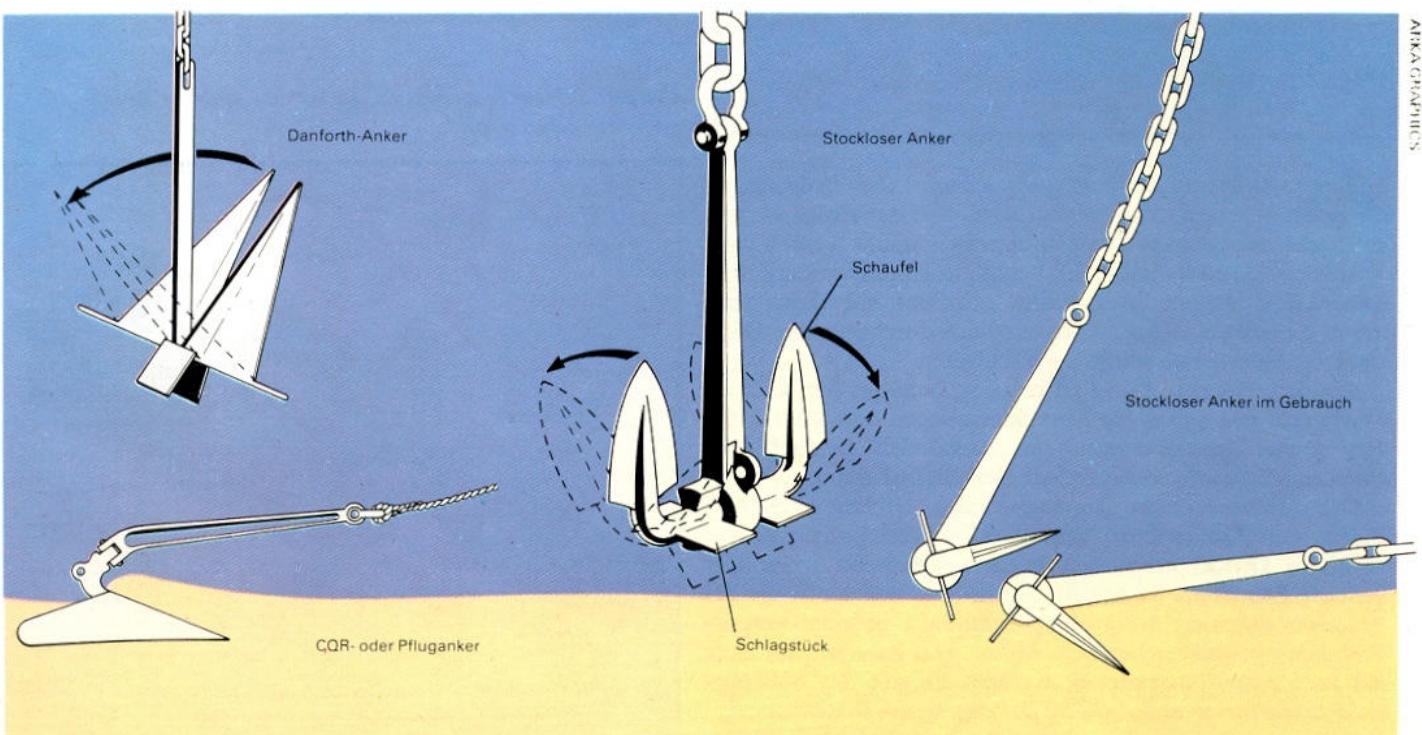
Zu anderen Ankertypen gehören der Dregganker mit vier bis fünf Armen, die in Vorsprünge am Meeresboden einhaken. Dieser Anker wird häufig zum Mitreißen verlorener Gegenstände verwendet. Der Pilzanker besitzt eine Form, die ihn zur Dauerverankerung von Feuerschiffen und Baggern im weichen Meeresboden geeignet macht. Seine pilzartige Form läßt ihn tief eindringen und durch Saugkraft festfahren. Der Seeanker ist ein aus Holz und Leinwand bestehendes konisches Gebilde. Er wird über den Bug ausgefahren; die Schleppwirkung schwingt das Schiff herum, so daß es in Richtung der herankommenden Wellen steht.

**Links:** Das sowjetische Panzerschiff Aurora mit verstautem Anker.

**Unten:** Eine Bildfolge, die einige der im Text beschriebenen Anker zeigt. Das Bild unten zeigt den stocklosen Anker. Beim Herunterlassen fallen die Ankerflügel auf einer Seite der Mittellage herab, wie dies durch die gestrichelten Linien dargestellt ist. Berührt ein Schlagstück den Meeresboden, werden die Flügel in Zugrichtung geschwenkt, wie dies aus der ersten Seitenansicht hervorgeht. Während die Zugrichtung horizontaler wird, beginnen sich die Ankerflügel einzugraben.



ZFA



WIKICHRISTIC

## ANLASSER

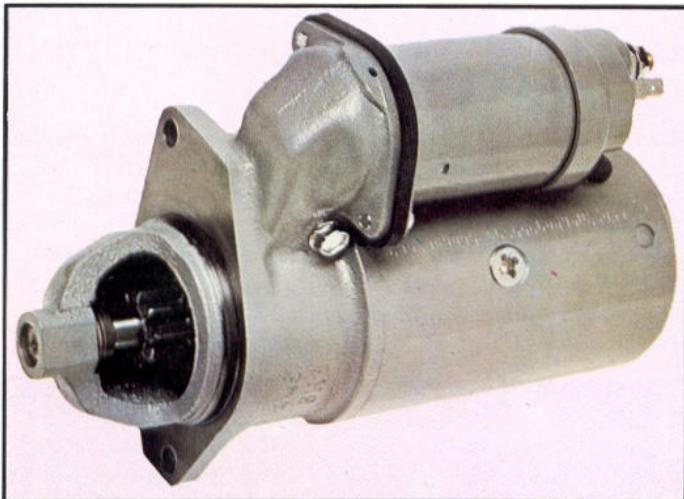
**Mit der Anlasseranlage eines Autos wird die Kurbelwelle des Motors aus dem Ruhezustand auf eine Drehgeschwindigkeit gebracht, die den Motor anspringen und arbeiten lässt. Nach dem Anspringen schaltet sich der Anlasser-Elektromotor selbstständig ab.**

Der Anlasser für VERBRENNUNGSMOTOREN ist in den meisten Fällen ein auf das Schwungrad des Motors wirkender Elektromotor, der seine Spannung aus der Batterie bezieht. Die erforderliche elektrische Leistung reicht von 0,6 kW für MOTORÄDER bis 18 kW für sehr große DIESELMOTOREN.

Die Elektromotoren für Anlasser haben *Serienwicklung*. Dies bedeutet, daß die Läuferwicklungen mit den Statorwicklungen, kurz Anlasserspulen genannt, in Serie verbunden und so bemessen sind, daß sie kurzzeitig Hochspannung erzeugen, ohne dabei die zulässige Höchsttemperatur zu überschreiten. Die Hochspannung wirkt so auf die Anlasserspulen, daß eine Welle mit Ritzel das Trägheits- und Reibungsmoment eines im Stillstand befindlichen Motors mit einem starken Anfangsdrehmoment überwindet, um den Motor in kürzester Zeit so zu beschleunigen, daß sich die Batterie nicht erschöpft.

Während der Motor arbeitet, das Auto also fährt, ist der Anlasser totes Gewicht, sozusagen Ballast. Aus diesem Grunde

**Unten:** Anlasser mit eingelegtem Ritzel, der bei einem der beiden Anlaßverfahren Anwendung findet.



muß er so klein und leicht wie möglich sein. Dies bedeutet für die Leistung, die ihm abverlangt wird, daß der Anlaßvorgang auf höchstens zwei bis drei Minuten beschränkt werden darf. Würde der Anlassermotor die benötigte Hochspannung über längere Zeit liefern müssen, müßte er größer und stärker sein, um zu vermeiden, daß die Anlasserspulen durchbrennen. Dann wäre der Anlasser allerdings auch schwerer.

Um den Motor in Gang zu bringen, benötigt der Anlasser Starkstrom von 150 A für Mittelklassewagen und 1000 A für sehr große Lastkraftwagen. Ein Anlaßrelais betätigt über einen Anlaßverteiler verschiedene elektrische Kontakte.

Der Motor erreicht das notwendige Drehmoment nur, indem ein Zahnradpaar, dessen ATA-Verhältnis (ATA = absoluter Druck) etwa 12 t beträgt, gekuppelt wird. Der kleinere Zahnkranz ist das *Ritzel*, das sich auf der Welle des Anlassers befindet; der größere Zahnkranz befindet sich am Kupplungsgehäuse neben dem Motor. Das Zahnradpaar kann auf zwei Arten eingekuppelt werden. Es gibt das *Schwungradanlaßverfahren* und *Anlassen mit eingelegtem Ritzel*.

Bei diesem Anlaßverfahren wird das hohe Beschleunigungs-

moment der Anlasseranlage ausgenutzt, das auf ein fest auf der Anlasserwelle sitzendes Ritzel wirkt und dieses in einen Zahnkranz eingreifen läßt. Wenn der Motor läuft und der Anlasser abschaltet, kuppelt das Ritzel selbsttätig aus.

Auf der Anlasserwelle sitzt eine starke Pufferfeder, die das Kraftmoment des Ritzels aufnehmen soll, wenn es auskuppelt. Eine zweite, elastische Feder hält das Ritzel bei laufendem Motor im ausgekuppelten Zustand. Diese Anlasseranlage wird für kleinere und mittelgroße Autos benutzt.

### Anlassen mit eingelegtem Ritzel

Diese Art des Anlassens ist bei Diesel- und Vergasermotoren weit verbreitet. Das Anlaßrelais wird durch einen Magnetschalter ersetzt, der sich auf dem Anlasser befindet. Bevor das Ritzel in den Zahnkranz des Schwungrades eingekuppelt wird, muß sichergestellt sein, daß die Zähne des Ritzels und Zahnkratzes ineinandergreifen. Ist dies nicht der Fall, müssen Ritzel oder Zahnkranz nachgestellt werden und anschließend so in Deckung sein, daß sie greifen. Damit Beschädigungen vermieden werden, ist für die Paßgenauigkeit zu sorgen, indem der Magnetschalter, bevor er betätigt wird, eine Feder zusammendrückt, die sich beim Einschalten der Zündung entspannt und das Ritzel paßgenau in den Zahnkranz eingreifen läßt.

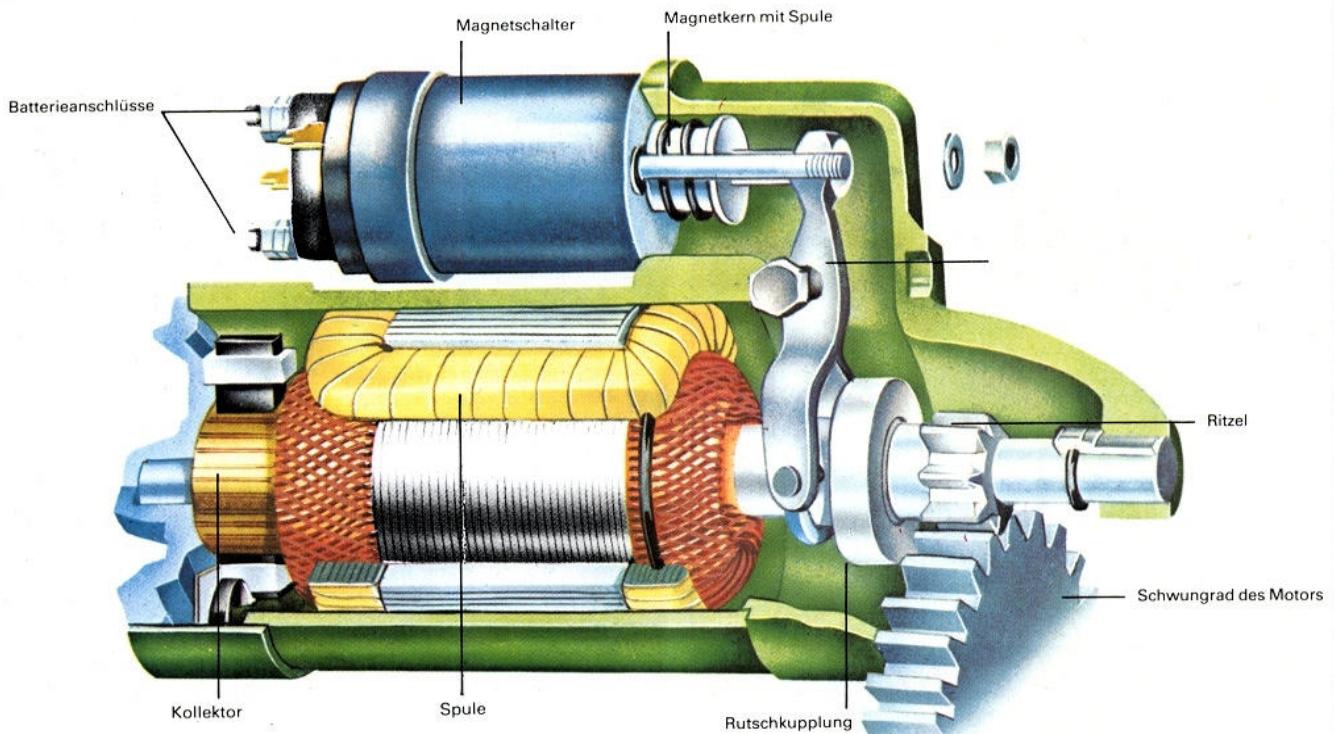
Der Anlasser kann jetzt auch bei laufendem Motor eingekuppelt bleiben. Um Schäden am Motor zu vermeiden, muß das Ritzel eine Rutschstellung oder Rutschkupplung haben, die aus einem Außen- und einem Innenlaufring besteht. Beide Laufringe haben Flächenzahnsegmente, in denen sich Rollenlager befinden, die von Federn gehalten werden. Indem die Laufringe in eine Richtung drehen, werden die Rollenlager in die Flächenzahnsegmente gedrückt, wodurch beide Laufringe ineinandergreifen und ein Drehmoment übertragen wird. In entgegengesetzter Richtung verhalten sich die Laufringe nach dem Freilaufprinzip.

Dieselmotoren müssen mit eingelegtem Ritzel angelassen werden, da sie wegen der hohen Verdichtung schwerer anspringen als Vergasermotoren. Da diese Anlaßmethode ruhiger arbeitet und für einen größeren Temperaturbereich geeignet ist, wird sie immer häufiger angewendet.

### Vergleiche ELEKTROMOTOR

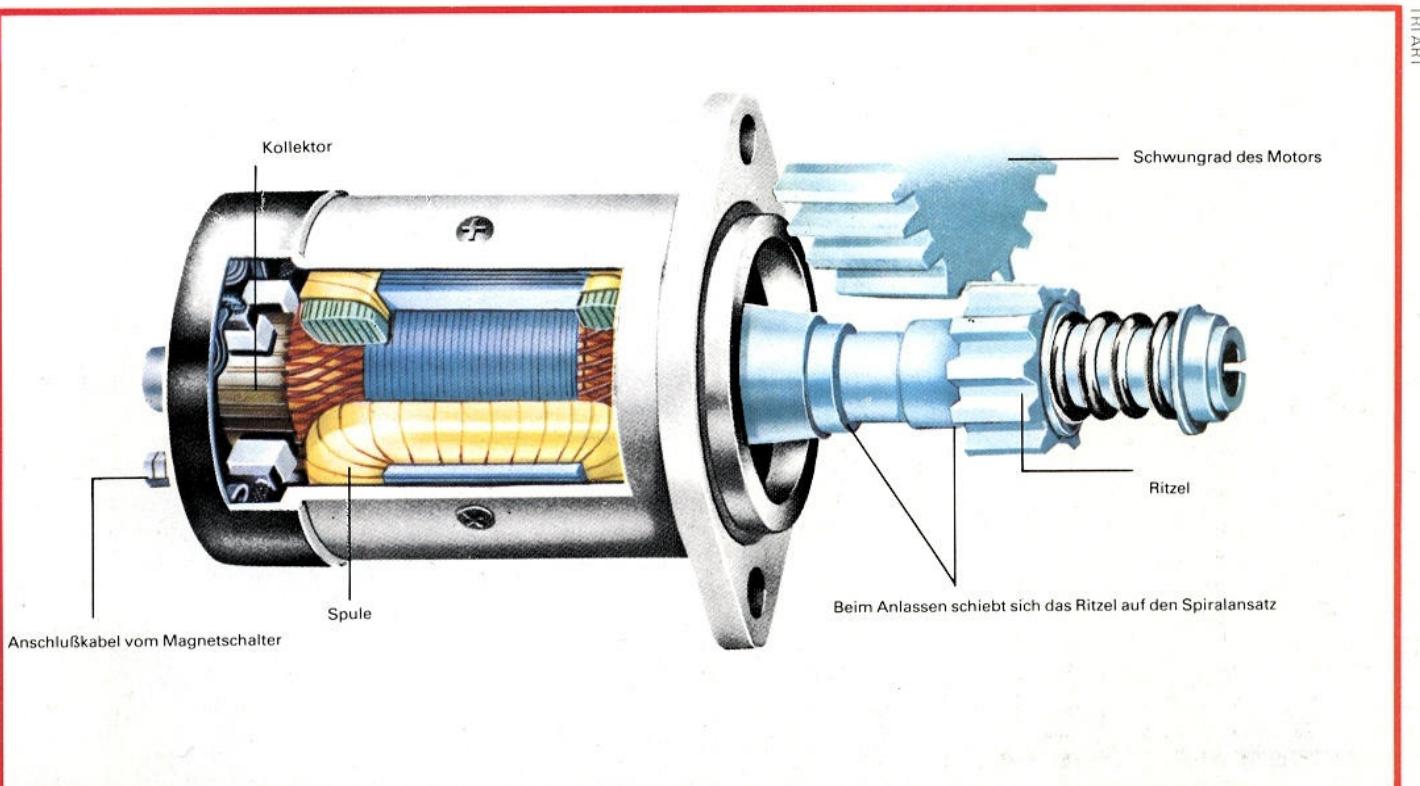
**Unten:** Schwungradanlasser, der bei dem anderen Anlaßverfahren benutzt wird.

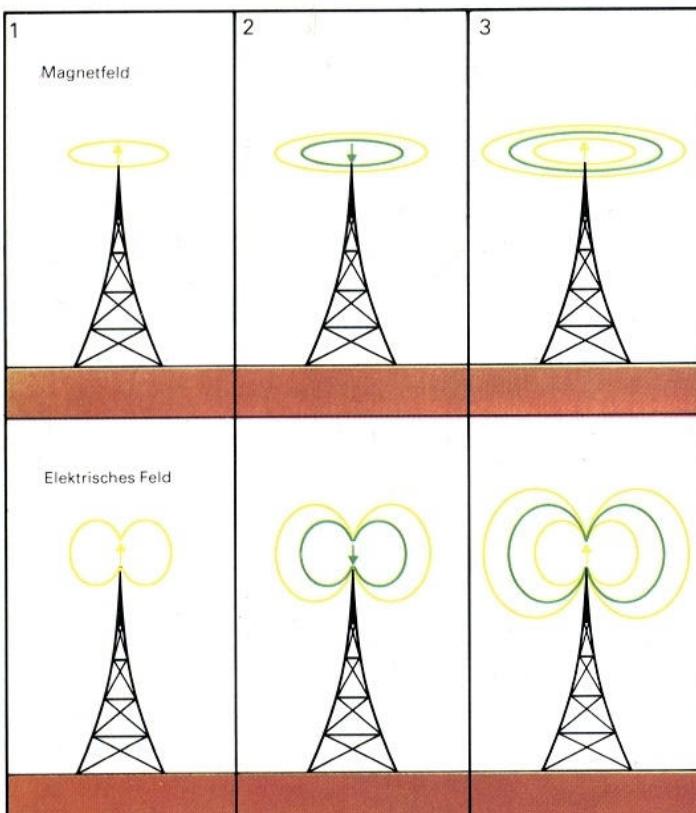




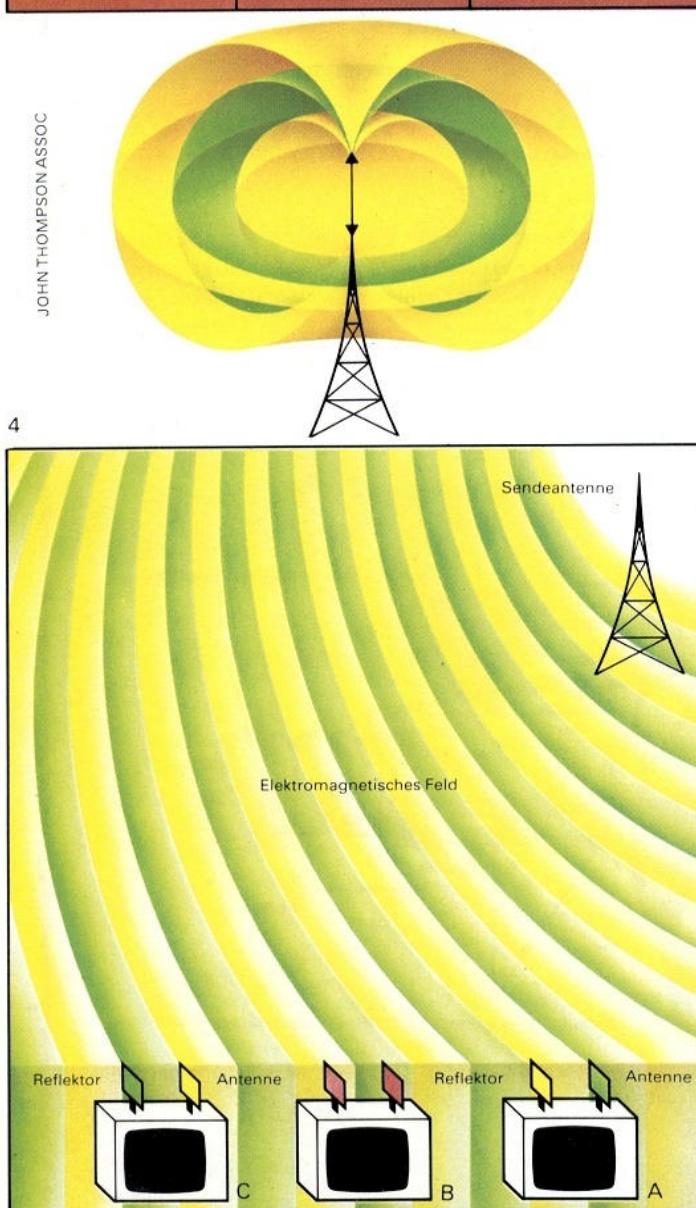
**Oben:** Anlassen mit eingelegtem Ritzel. Bevor der Anlasser Anlaßstrom erhält, wird das Ritzel (der kleinere Zahnkranz) von dem Magnetschalter in den (größeren) Zahnkranz des Schwungrades gezogen. Der Magnetschalter befindet sich auf dem Anlasser.

**Unten:** Anlaßvorgang bei der Verwendung eines Schwungradanlassers. Wenn der Anlasser betätigt wird, schiebt sich das Ritzel über den schraubenförmigen Teil der Welle und greift in den Zahnkranz des Schwungrades ein. Diese Methode ist für Dieselmotoren ungeeignet.





JOHN THOMPSON ASSOC



## ANTENNE

Eine Antenne ist eine Vorrichtung zum Aussenden oder Empfangen von Funkwellen. Eine Sendeantenne wandelt die elektrischen Signale eines Senders (Radio, Fernsehen oder Radar) in elektromagnetische Wellen um, die sich in den Raum ausbreiten. Eine Empfangsantenne empfängt die elektromagnetischen Wellen und wandelt sie wieder in elektrische Signale um, die von einem Empfänger, wie Radio-, Fernseh- oder Radargerät, entschlüsselt und verstärkt werden können.

Ein Funksender erzeugt ein Signal in Form eines elektrischen Wechselstromes, d.h. ein Signal, das in der stromführenden Leitung hin- und herschwingt (oszilliert). Pro Sekunde können zwischen Zehntausend und einer Milliarde Schwingungen auftreten. Man nennt die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde Frequenz, deren Einheit das Hertz (Hz) ist. Der in der Sendeantenne oszillierende elektrische Strom erzeugt außerhalb der Antenne elektromagnetische Wellen, die sich ähnlich Wasserwellen in einem Teich, in den man einen Stein geworfen hat, ausbreiten. Gelangt die ausgesendete elektromagnetische Welle zu einer Empfangsantenne, wird in dieser ein oszillierender Strom erzeugt, dessen Frequenz der Frequenz der elektromagnetischen Welle entspricht. Der induzierte Strom ist sehr schwach. Er muß verstärkt werden, um das ursprünglich ausgesendete Signal z.B. für das menschliche Ohr zugänglich zu machen.

In der Atmosphäre sind gleichzeitig sehr viele Funkwellen unterschiedlicher Frequenz, die von der Empfangsantenne empfangen werden. Um Signale einer bestimmten Frequenz in einem Radio- oder Fernsehgerät zu erhalten, lassen sich an den Geräten bestimmte, schmale Frequenzbänder einstellen. In

**Links:** Eine Antenne strahlt sowohl ein elektrisches als auch ein magnetisches Feld ab. Die Polarität dieser Felder verändert sich mit der Richtung des elektrischen Stromes in der Antenne. Dadurch ergeben sich Wellen, die sich in alle Richtungen ausbreiten (1, 2, 3). Die Wellenlänge ist der Abstand zwischen den Maxima zweier Wellenberge (von gelber zu gelber Linie). Die gemeinsame Form der beiden Felder ist aus Bild 4 zu ersehen.

Die Wellen breiten sich von der Sendeantenne aus und können von jeder richtig eingestellten Empfangsantenne innerhalb des entsprechenden Bereiches empfangen werden (links unten). Um die Funktion von Reflektoren zu erläutern, zeigt das Bild außerdem eine einfache Fernsehgeräteantenne mit einem Reflektor. Hierbei trifft der Wellenberg (grün) auf die Antenne (A) und einen Augenblick später auf den Reflektor (C). Von dort wird der Wellenberg mit entgegengesetzter Polarität reflektiert (wie bei einer Spiegelreflektion von links nach rechts). Dieses Echosignal — jetzt infolge seiner veränderten Polarität gleichbedeutend mit dem Wellental — erreicht die Hauptantenne gleichzeitig mit dem darauf folgenden nicht reflektierten Wellental (gelb) und verdoppelt damit die Stärke des Signales.



diesen Frequenzbändern werden nur Signale erfaßt, deren Frequenz innerhalb des eingestellten Frequenzbandes liegt. Statt von Frequenz einer elektromagnetischen Welle kann man auch von ihrer Wellenlänge sprechen. Beide Größen hängen über die Lichtgeschwindigkeit zusammen, denn das Produkt aus Frequenz und Wellenlänge ist gleich der Geschwindigkeit des Lichtes (300 000 km/s). Je höher also die Frequenz einer elektromagnetischen Welle ist, um so kleiner ist die Wellenlänge. Zu einer Frequenz von 1000 kHz (1 kHz = Tausend Hertz) gehört eine Wellenlänge von 300 m.

Eine Antenne wird in ihrer Leistungsfähigkeit verbessert, wenn ihre Wellenlänge in einem genauen Verhältnis zur Wellenlänge des Signales steht, das die Antenne empfängt bzw. aussendet; anderenfalls kann es zu einer gegenseitigen Störung der Wellen kommen. Die Länge einer Antenne beträgt im Idealfalle die Hälfte oder ein Viertel der abgestrahlten oder empfangenen Wellenlänge.

Eine perfekte Universalantenne gibt es weder für die Übertragung noch für den Empfang. Wenn ein Radiogerät genau auf eine Wellenlänge eingeregelt ist, muß es für alle übrigen Wellenlängen ungenau sein. Daher hat die Antenne eines Radiogerätes eine Kompromißlänge für den Frequenzbereich, der von dem Radio insgesamt empfangen werden kann. Aus verständlichen Gründen kann eine Radioantenne nicht ein Viertel der zu empfangenden Wellenlänge betragen, da sie zu lang wäre. Wegen ihrer sehr verkürzten Länge geht die Leistungsfähigkeit der Empfangsantenne stark zurück. Die schwache Empfangsleistung der Radioantenne kann nur durch eine starke Sendeleistung des Senders ausgeglichen werden.

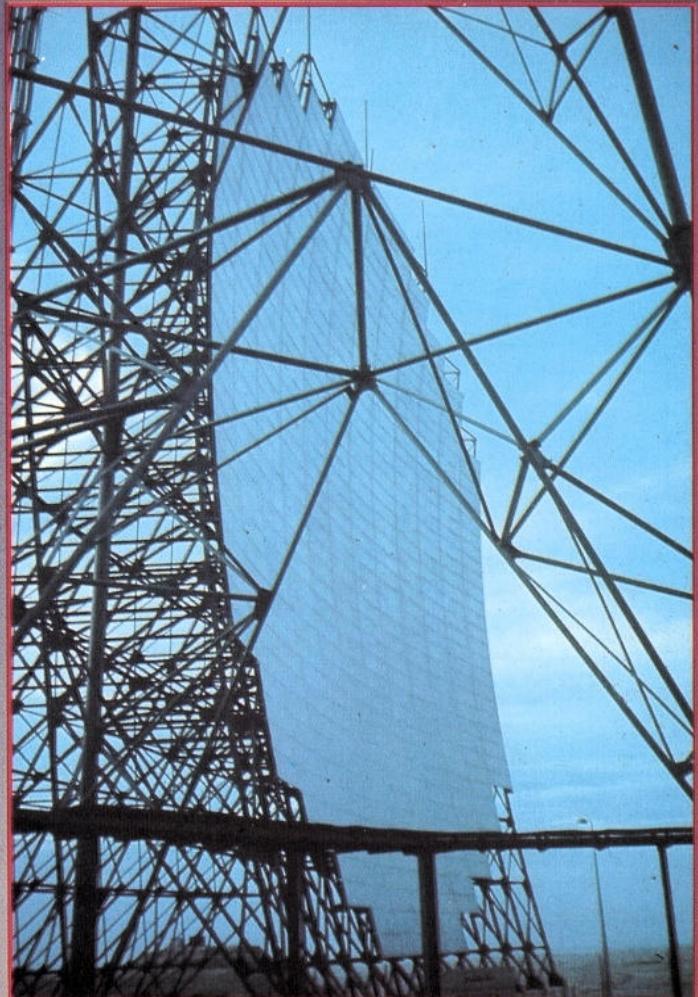
### Antennenarten

Die einfachste Form einer Antenne ist ein einzelner, aufgerichteter Draht. Diese Antennenform wurde in den Anfängen des Radios von Guglielmo Marconi (1874 bis 1937) vorgestellt, der herausfand, daß er mit Hilfe eines Drahtes anstelle eines Metallzylinders den Bereich seines Senders von 100 m auf bis zu 1,5 km erweitern kann.

Diese Art Antenne heißt Monopolantenne. Sie ist mit nur einem Pol des Senders verbunden; der andere Pol ist geerdet. Der elektrische Strom fließt zwischen Antenne und Erde und bildet zwischen beiden ein elektromagnetisches Feld.

Die am häufigsten eingesetzte Antennenausführung ist die Dipolantenne. Sie ist in ihrer einfachsten Form eine sogenannte Linearantenne, die aus zwei sich gegenüberliegenden Stäben gleicher Länge besteht, die in ihrer Gesamtlänge der Hälfte, einem Viertel oder einem Achtel der Wellenlänge der elektromagnetischen Welle entsprechen. Jeder Stab ist mit einem Pol des Senders verbunden. Untereinander sind sie durch das sich ausbildende elektromagnetische Feld verbunden. Eine Erdung ist nicht notwendig, da sich die Stäbe gegenseitig erden.

Eine Sendeantenne kann entweder senkrecht oder waag-



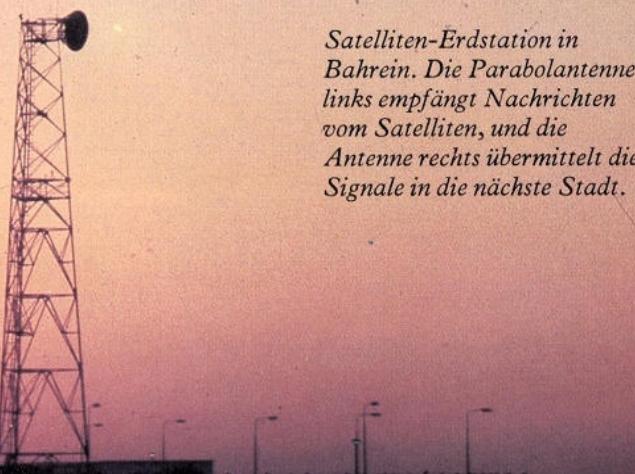
Eine troposphärische Streuungsantenne, die Signale von der Troposphäre zurückprallt.

recht aufgestellt werden, vorausgesetzt, die Empfangsantenne wird auf die gleiche Weise errichtet. Senkrechte Antennen übertragen *vertikal polarisierte* Wellen, die auf eine horizontale Empfangsantenne eine geringe Wirkung haben, und umgekehrt. Zur Erzielung bestmöglicher Ergebnisse sollte die Empfangsantenne in genau dem gleichen Winkel wie die Sendeantenne aufgestellt werden.

### Richtcharakteristik

Die *Richtcharakteristik* (Winkelempfindlichkeit) einer Antenne wird durch die vergleichsweise leistungsschwachen Antennen tragbarer Transistorgeräte klar verdeutlicht. Es gibt zwei Arten solcher Antennen: Die *Ringantenne*, eine lange Drahtschleife, die viele Male um das Innere des Transistorgehäuses gelegt ist; die *Ferritantenne*, bei der der Draht um ein magnetisches Material gewickelt ist, das ihre Leistung verbessert. Für bestmöglichen Empfang sollte die Schleifenebene bzw. eine Ebene im rechten Winkel zur Ferritstange durch den Sender verlaufen. Die Leistung eines tragbaren Transistors oder eines Fernsehgerätes mit einer Innenantenne hängt davon ab, in welche Richtung die Antenne zeigt.

Fernseh-Funkpeilwagen bedienen sich der Richtcharakteristik von schwenkbaren, mit leistungsstarken Empfängern verbundenen Ringantennen, um die von den Magnetspulen eines Fernsehgerätes ausgesendeten, schwachen Funksignale zu orten. Der Bediener dreht die Schleife so lange, bis er das stärkste Signal empfängt. Durch die Richtung, in die die Schleife weist, weiß er in welcher Richtung sich das Gerät befindet.



Satelliten-Erdstation in Bahrain. Die Parabolantenne links empfängt Nachrichten vom Satelliten, und die Antenne rechts übermittelt die Signale in die nächste Stadt.

Für Hi-Fi-Empfang (High Fidelity = hohe Wiedergabetreue) in Radio- und Fernsehgeräten überträgt man die Signale im VHF (Very High Frequency = sehr hohe Frequenz, 30 MHz bis 300 MHz) oder im UHF-Bereich (Ultra High Frequency = ultrahohe Frequenz, 300 MHz bis 3000 MHz). Da sich diese elektromagnetischen Wellen nur geradlinig ausbreiten, benötigt man zu ihrer Übertragung über längere Entfernung Zwischenverstärker. Befindet sich ein Empfänger genau zwischen zwei, verschiedene Programme abstrahlenden Sendern, kann dies zu Empfangsproblemen führen. Um dieses Problem zu beseitigen, verwendet man Empfangsantennen mit starker Richtcharakteristik, die den gewünschten Sender anpeilen.

### Fernsehantenne

Die klassische Version einer richtungsstarken Antenne ist eine gewöhnliche Hausfernsehantenne.

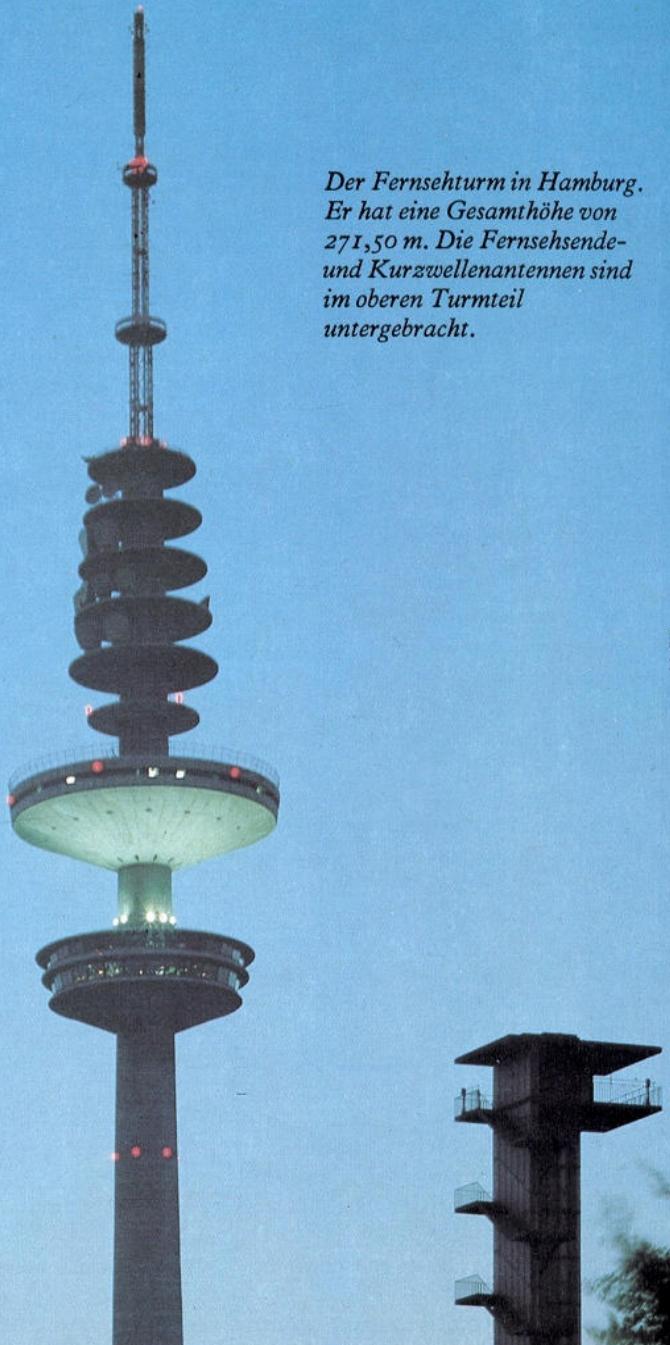
Sie besteht aus einer horizontal polarisierten Halbwellen-Dipolantenne; das UHF-Band, das in vielen Ländern beim Farbfernsehen eingesetzt wird, umfaßt Wellenlängen von 1 m bis zu 0,1 m. Die Dipolantenne ist auf den Sender eingepegelt. Vor ihr (vom Sender aus gesehen) befindet sich eine Reihenanordnung aus *Direktoren*, dies sind einfache Metallstäbe von etwa der gleichen Länge wie der Dipol, die aber nicht mit ihm oder dem Gerät verbunden sind. Hinter dem Dipol befindet sich eine Reihe aus Reflektoren, die ähnlich aussehen.

Die Direktoren und Reflektoren nehmen das Signal auf. Dadurch entsteht in ihnen ein kleiner elektrischer Strom, so daß sie das Signal, wenn auch sehr schwach und mit veränderter Phase, d.h. positiv statt negativ und umgekehrt, wieder abstrahlen. Durch diese Verfahren wird das Signal verstärkt, da durch sorgfältiges Positionieren der Reflektoren die reflektierten Wellen gleichzeitig mit den direkten Wellen an der Antenne ankommen und damit die Stärke des Signals verdoppeln.

Alle anderen Reflektoren und Direktoren werden so voneinander aufgestellt, daß sie die gleiche Funktion ausüben. Dieser Effekt kommt zustande, wenn die Antenne den Sender genau anpeilt. Andernfalls breiten sich die Echosignale diagonal zwischen den Stäben aus und legen damit eine größere Entfernung zurück. Dadurch kommt es zu einer Phasenverschiebung. Die Echosignale erleiden eine Abschwächung oder können sich sogar auslöschen.

*Der Fernsehturm in Hamburg.  
Er hat eine Gesamthöhe von  
271,50 m. Die Fernsehsende-  
und Kurzwellenantennen sind  
im oberen Turmteil  
untergebracht.*

ZEFA



## ANTIBIOTIKA

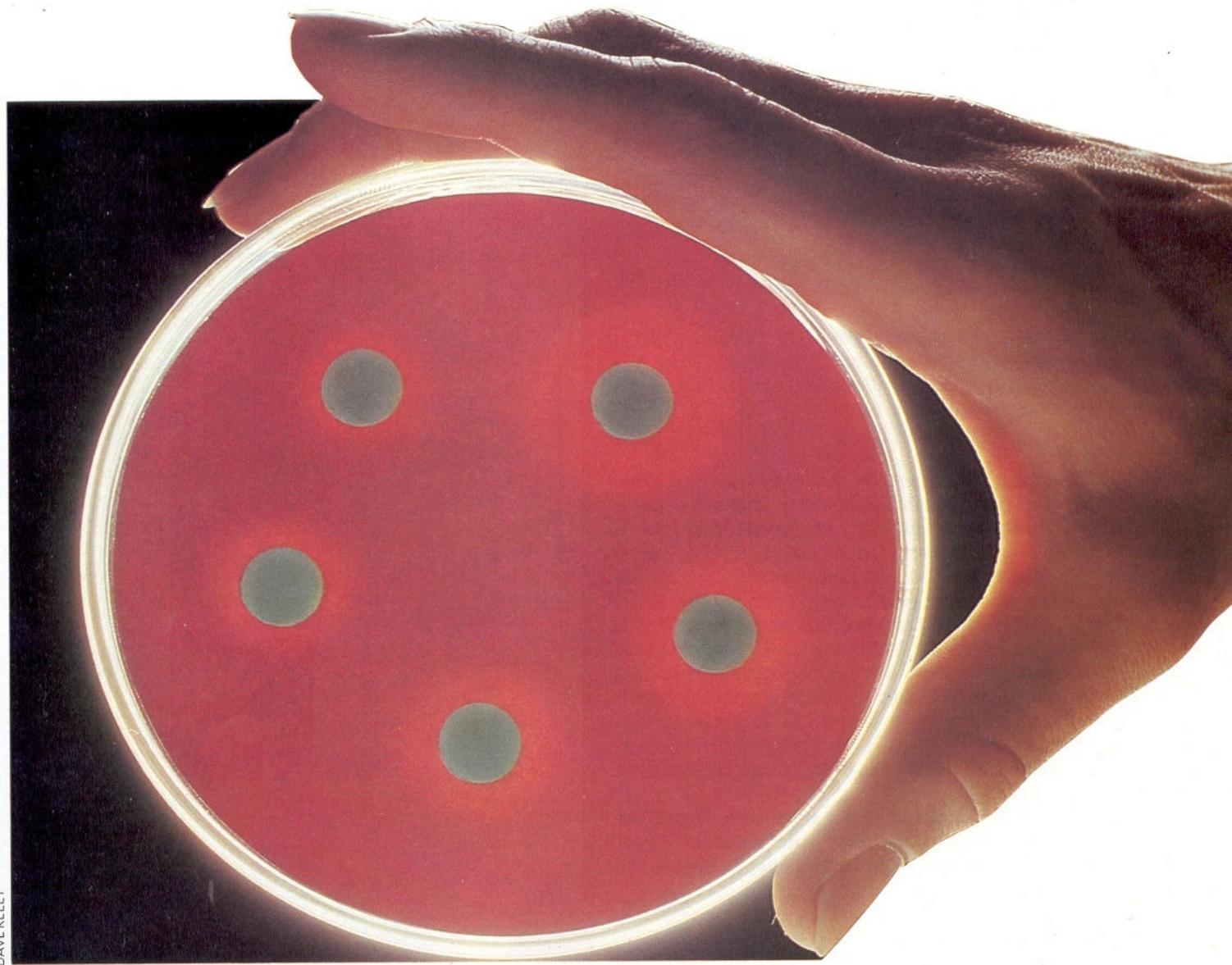
**Antibiotika sind chemische Substanzen, die von bestimmten Kleinlebewesen gebildet werden. In geringer Konzentration hemmen oder vernichten sie das Bakterienwachstum bei Menschen, Tieren und Pflanzen.**

Die Krankheiten werden entsprechend ihrer Erscheinungsform in drei Hauptkategorien unterteilt: Krankheiten, die durch Funktionsstörungen des Körpers verursacht werden (z.B. Zuckerkrankheit), Infektionskrankheiten, die durch Kleinlebewesen, die aus Zellen bestehen, verursacht werden (z.B. Lungenerkrankungen und Wundstarrkrampf) und Viruskrankheiten, die durch Viren verursacht werden (z.B. Grippe). Viren sind Kleinstlebewesen und bestehen nicht aus Zellen, sondern setzen sich aus Großmolekülen zusammen. Als Krankheitserreger nisten sie sich in Gewebezellen von Mensch und Tier ein und verbrauchen deren Substanz.

krankungen können durch Antibiotika nicht beeinflußt werden. Substanzen, die die Viren verletzen, schädigen auch den Wirt. Würde man beispielsweise den Nährboden des Virus' vernichten, würden auch die Gewebezellen des Wirtes vernichtet werden.

Seit der Entdeckung und fortschreitenden Entwicklung der Antibiotika sind Todesfälle, die auf Pilz- und bakterielle Infektionskrankheiten zurückzuführen sind, erheblich zurückgegangen. Tuberkulose, die durch Tuberkelbakterien hervorgerufene Knötchenkrankheit, die vor der Jahrhundertwende und noch lange Zeit danach für die höchste Todesrate verantwortlich war, befindet sich im Aussterben. Heute sterben nur noch wenige Menschen an Lungenerkrankungen.

Antibiotika werden aus Bakterien, Pilzen und einer Zwischenstufe, den Schimmelpilzen wie Pinselschimmel, Gießkannenschimmel und Strahlenschimmel, hergestellt. Neben den natürlichen Antibiotika gibt es synthetische Antibiotika, die auf chemischem Wege gewonnen werden. Des weiteren kennt man Antibiotika, die durch Modifikation der Moleküle



DAVE KELLY

Antibiotika haben Heilwirkung bei Infektionskrankheiten, die durch Kleinlebewesen (z.B. Bakterien und Kleinpilze) verursacht werden. Durch Verabreichen von Antibiotika werden die biochemischen Vorgänge im Kleinlebewesen bei Infektionskrankheiten beeinflußt. Die Wirtsorganismen (Menschen, Tiere und Pflanzen) sind gegen die Antibiotika immun, weil ihre biochemischen Vorgänge andere sind. Viruser-

**Oben:** Das Bild veranschaulicht eine Antibiotika-Prüfmethode. Durch Aufschwemmen von Bakterien auf Blut-Agar (Mischung aus Blut mit gelatiner Seetangsubstanz) und 18-stündiger Inkubation bei Körperwärme kann die heilende Wirkung von Antibiotika auf Bakterien erforscht werden. Den Grad der Wirkung erkennt man an der Schnelligkeit und der Menge der Ausstreuung um jedes Prüfmuster.

natürlicher Antibiotika gewonnen werden. Die beiden letzten Gruppen sind keine natürlichen Antibiotika, in ihrer Heilwirkung sind sie diesen jedoch gleichwertig. Es wurden bis jetzt über 2000 Antibiotika erkannt oder synthetisch entwickelt, von denen etwa 60 in den Medikamentenhandel gelangten.

### Entdeckung des Penicillins

Das erste Antibiotikum, das *Penicillin*, wurde von dem englischen Bakteriologen Sir Alexander Fleming (1881 bis 1955) im Jahre 1928 in London zufällig entdeckt. Bei seinen Laborarbeiten bemerkte er, daß eine *Staphylokokken*-Kultur mit einer Schimmelkultur des grünen *Penicillium* in Be-



POPPERFOTO

**Oben:** Penicillinkulturbehälter aus Glas vor 30 Jahren. Der Inhalt ist eine Pinselschimmelkultur (*Penicillium*). In der Endphase der Herstellung wird das Penicillin in großen Tanks aus rostfreiem Stahl fermentiert.

rührung gekommen und verschmutzt worden war. Von dieser hatten sich Substanzen ausgetragen und die benachbarten Staphylokokken vernichtet. Staphylokokken verursachen Furunkel und Blutvergiftung. Laborversuche haben bewiesen, daß Bakterienschimmel auch andere krankheitserregende Bakterien vernichten oder zumindest in ihrer Ausbreitung hemmen kann. Die Forschungsarbeiten dauerten jedoch mehrere Jahre, bis die Isolierung und Reindarstellung der Aktivsubstanz gelang, die bis dahin höchst unbeständig war. Das in sehr kleinen Mengen isolierte Penicillin bewies seine Wirksamkeit gegen viele bakterielle Infektionskrankheiten. Es erwies sich als ungiftig und zeigte keine Nebenwirkungen, außer bei Kranken, die allergisch gegen Penicillin reagierten.

Die Entdeckung des Penicillins löste unter dem Druck der Kriegs- und Nachkriegsverhältnisse umfangreiche Forschungsarbeiten nach weiteren Antibiotika aus; es begann die kommerzielle Großproduktion.

### Herstellungstechniken

Die Herstellung des Penicillins wurde nach der zunächst einzigen möglichen Methode begonnen. Sie bestand in der Ausschöpfung der labormäßigen Fertigung. Die *Penicillium*-

Schimmelkultur wurde in Tausenden von kolbenförmigen Laborflaschen auf einer Nährflüssigkeit angesetzt. Nachdem sie sich ausgetragen hatte, wurde sie abgefiltert und das Rohpenicillin extrahiert. Der Ertrag war jedoch sehr gering. Darüber hinaus gab es weitere Probleme hinsichtlich der Verschmutzung, d.h. Beeinträchtigung der Penicillinkulturen durch andere Kleinstlebewesen.

Inzwischen hatten sich die Hersteller von Penicillin in den Vereinigten Staaten einem verbesserten Verfahren zugewandt. Sie perfektionierten die Tief-Fermentierung, d.h. die Einwirkung hierfür geeigneter Moleküle auf die Kulturen. Dieses Verfahren findet für die Herstellung der meisten Substanzen mit antibiotischer Heilwirkung Verwendung.

Das Prinzip der Tief-Fermentierung beruhte auf der Entdeckung einer Abart des *Penicillium*. Diese wurde in die Nährflüssigkeit eingetaucht angesetzt, während sie vorher nur die Oberfläche mit einer dünnen Schicht überzog. Dadurch erhöhte sich der Ertrag an Rohpenicillin aus einer bestimmten Menge Nährflüssigkeit. Verbessertes Filtern und

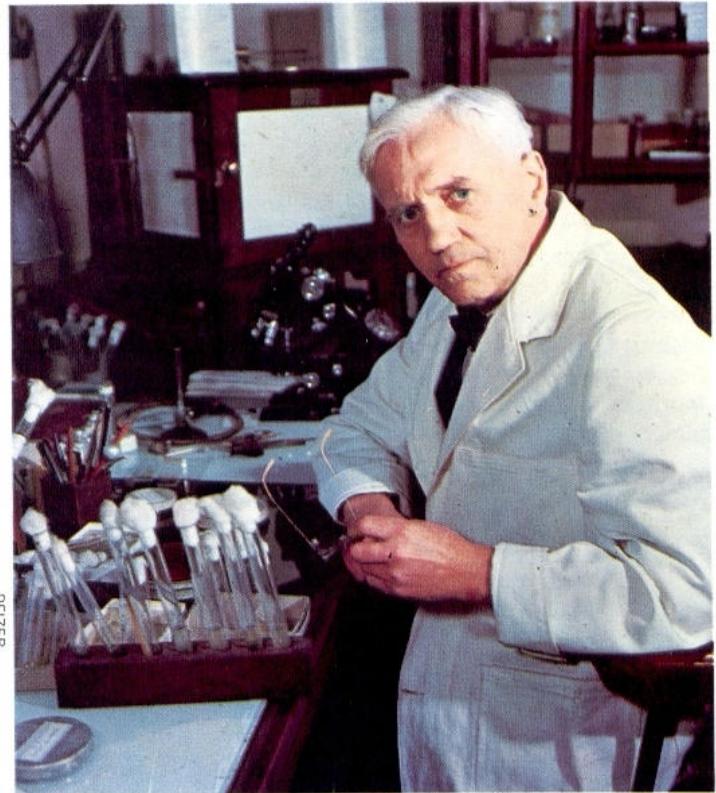


**Rechts:** Symmetrische Schimmelpilzkultur des grünen *Penicillium Chrysogenum*. Eine bestimmte Mutation dieser Schimmelpilzkultur wurde zur wichtigen Mutterkultur fast aller in der Humanmedizin verordneten Penicillin-Antibiotika.

künstliche Mutationen des Pinselschimmels führten zu einer weiteren Ertragssteigerung, bis schließlich die Entdeckung einer neuen Nährflüssigkeit den Ertrag an Rohpenicillin verzehnfachte.

In modern eingerichteten Herstellungsstätten für Penicillin werden sorgfältig gefilterte und ausgewählte Mutterkulturen unter streng kontrollierten Bedingungen angesetzt, um in der laufenden Herstellung eine gleichbleibend hohe Qualität zu gewährleisten. Kleine Nebenkulturen werden in besonderen Anzuchtbehältern aus Glas umgesiedelt, damit sie sich in einer geeigneten Nährflüssigkeit entwickeln können; danach werden sie in einen größeren Anzuchtbehälter umgesiedelt. Hier entwickelt sich die Penicillinkultur ein weiteres Mal und wird dann in immer größere und leistungsfähigere Fermentieranlagen gegeben, bis sie ihren endgültigen Zustand und ihre Qualität erhalten hat. Dieser Fermentertank hat ein Fassungsvermögen von etwa 136 000 Litern.

Die *Penicillium*-Kultur entwickelt sich in einer sterilisierten, die Penicillin-Moleküle verändernden Nährflüssigkeit, die aus



POPPERFOTO

**Oben:** Professor Alexander Fleming in seinem Laboratorium. Hier begannen mit der Entdeckung des Penicillins im Jahre 1928 die Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Antibiotika.

einem Nebenprodukt der Stärkeherstellung sowie aus Zucker besteht. Die endgültige Fermentierung ist nach ein bis zwei Wochen abgeschlossen. Dann wird der Inhalt des Fermentertankes abgelassen und die Penicillinkulturen werden ausgefiltert. Diese mit Penicillin angereicherte Flüssigkeit wird chemisch gereinigt und konzentriert. Eine abschließende chemische Behandlung führt zur Ablagerung des Penicillins in kristalliner Form, das dann ein weiteres Mal ausgefiltert und in einer Lösung gewaschen wird, um Unreinheiten zu beseitigen. Anschließend wird es getrocknet und gelagert.

Jede Fertigungsserie wird einer rigorosen Qualitätskontrolle unterzogen, um Wirksamkeit und Reinheit zu gewährleisten. Die gesamte Herstellung erfolgt unter absolut sterilen Verhältnissen. Durch Verändern der Bestandteile und Zusammensetzung der Nährflüssigkeit werden chemisch unterschiedliche Penicillinarten gewonnen. Auch das Penicillin-Molekül kann durch chemische Behandlung weiter verbessert werden. Hierdurch wird halbsynthetisches Penicillin gewonnen, das in der Natur nicht vorhanden ist. Weitere umfangreiche Verbesserungen des Ausgangsmoleküls können völlig neue Antibiotika hervorbringen, wie z.B. *Ampicillin* und *Cephalexin*. Andere Antibiotika werden durch Anwendung ähnlicher Fermentierungsverfahren gewonnen.

### Anwendung der Antibiotika

Penicillin und verwandte Antibiotika haben eine außerordentlich gute Heilwirkung gegenüber vielen bakteriellen Infektionskrankheiten. Andere Antibiotika haben eine Heilwirkung, die sich auf ganz bestimmte kleine Gruppen von Mikroorganismen beschränkt. Die *Tetracycline* (z.B. *Aureomycin* und *Terramycin*) sowie *Chloramphenicol*, das eine Heilwirkung bei Flecktyphus bzw. Fleckfieber besitzt, sind sogenannte *Breitband-Antibiotika*. Sie können wegen ihrer umfassenden Heilwirkung bei vielen Infektionskrankheiten angewendet werden.

Allergien und unerwünschte Nebenwirkungen unterschiedlichen Ausmaßes können bei Patienten auftreten, die mit Antibiotika behandelt werden. Bei einigen können sich Hautausschläge bilden, bei anderen schwellen Lippen und Zunge, wieder bei anderen führt die Behandlung mit Tetracyclinen zu einer Veränderung der Darmflora mit Durchfall als Folge. Da aber die Tetracycline in hohem Maße ungiftige Heilmittel sind, werden sie nach dem Penicillin, das preiswerter ist, am häufigsten verabreicht.

Auf dem Gebiet der Antibiotika hat es jedoch einen schweren Rückschlag gegeben. Es konnten sich Bakterienstämme entwickeln, die widerstandsfähig gegen herkömmliche Antibiotika sind. Krankheiten, die früher schnell auf antibiotische Heilmittel reagierten, verursachen heute Behandlungsschwierigkeiten.

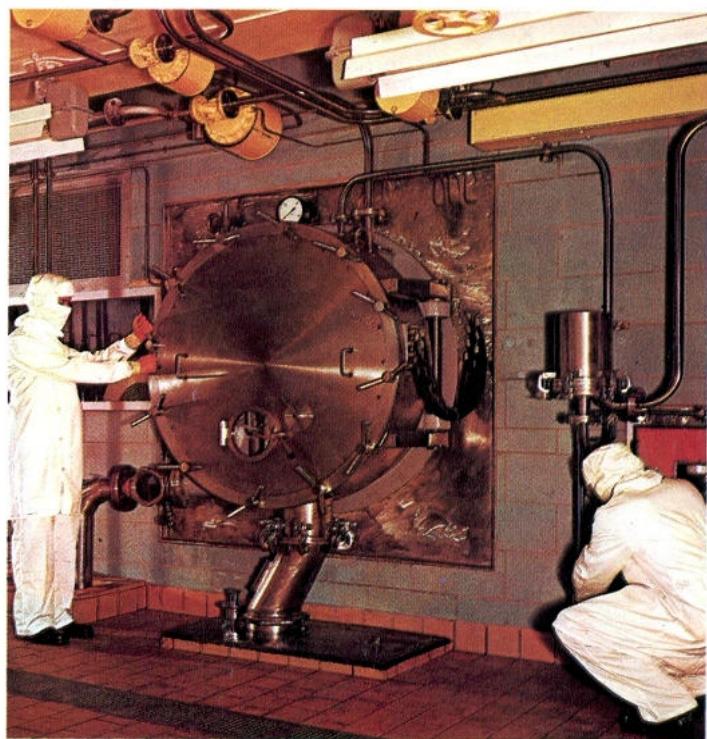


**Oben:** Zwei Antibiotika-Kristallisierungsanlagen mit der dazu gehörenden Rohrverbindungsschalttafel. Hier wird das Antibiotikum in Vorbereitungstanks gelöst und dann durch Filtern sterilisiert. Anschließend wird es über die Rohrverbindungs-schalttafel in die Kristallisierungsanlagen befördert. Die ganze Anlage ist keimfrei. Die Schalttafel kann die Flüssigkeit aus verschiedenen Tanks in jede der beiden Kristallisierungsanlagen leiten.

Bestimmte neu entwickelte Staphylokokken-Stämme zeigen eine besonders starke Widerstandsfähigkeit gegenüber Antibiotika, die besonders auf Entbindungsstationen von Krankenhäusern Besorgnis erregt. Im Jahre 1960 war jedoch ein verbessertes Penicillin, das *Staphocillin*, entwickelt worden. Dieses neue antibiotische Heilmittel kann Bakterienstämme

vernichten, die gegenüber Penicillin widerstandsfähig sind.

Es gibt Fälle, in denen ein Antibiotikum einen bestimmten Bakterienstamm vernichtet, wo ein anderes Antibiotikum versagt hat. Dies bedeutet, daß verschiedene Antibiotika Bakterienstämme auf unterschiedliche Art und Weise vernichten. So verhindert z.B. Penicillin die Bildung neuer bakterieller Zellwände, wodurch die Bakterien entweichen



**Oben:** Letzte Stufe im Kristallisierungsprozeß. Die antibiotischen Kristalle werden in einer Lösung gewaschen und anschließendvakuumgetrocknet. Der Mann links überwacht den Durchlauf der Lösung, während der Mann rechts eine Probe des Rückstandes zieht, um zu gewährleisten, daß keine Antibiotika verlorengehen.

können. Chloramphenicol beeinträchtigt dagegen die Zusammensetzung des Proteins (Proteinsynthese) und damit auch das Wachstum der Bakterien. Diese erneuern sich unter normalen Voraussetzungen außerordentlich schnell. Einige Antibiotika verlangsamen die Erneuerungsrate so stark, daß die körperlichen Abwehrkräfte genügend Zeit haben, die Bakterien zu vernichten.

Es ist bekannt, daß einige Antibiotika das Wachstum beim Vieh fördern; aus diesem Grunde werden dem Viehfutter kleine Mengen Antibiotika beigemischt. Befürchtungen, daß gegen Antibiotika resistente Bakterienstämme über das Schlachtvieh, wo sie sich weiterentwickeln können, in den Menschen gelangen, sind der Grund dafür, daß in vielen Ländern nur ganz wenige ausgewählte Antibiotika, von denen keines in der Humanmedizin angewendet wird, zur Beimischung in das Viehfutter freigegeben sind.

### Forschung

Sowohl in den Vereinigten Staaten als auch in Japan ist viel Forschungsarbeit für Antibiotika, die bei Landwirtschaft und Gartenbau verwendet werden, geleistet worden. Mit entsprechenden antibiotischen Substanzen sollen Pflanzenschädlinge, wie Rostpilz und Brand, bekämpft werden. Die Großproduktion dieser Antibiotika macht es möglich, daß in Japan jährlich 10 000 Tonnen Blasticidin-S für die Immunisierung des Reiskornes gegen Reis-Mehltau (eine schwere Schadpilzkrankheit) eingesetzt werden.

## APFELWEINHERSTELLUNG

**Apfelwein, ein alkoholisches Getränk aus dem vergorenen Saft von Mostäpfeln, wird schon seit mindestens 2000 Jahren hergestellt.**

Die ersten Apfelweine wurden aus wilden Früchten bereits im prähistorischen Europa hergestellt. Der Apfelanbau hingegen verbreitete sich erst um 400 n.Chr. Bis zum 13. Jahrhundert hatten sich Nordspanien, Nordwestfrankreich und England zu Zentren der Apfelweinbereitung entwickelt. Im frühen Mittelalter fand der Apfelwein in den Schriften der Mönche vielfach Erwähnung, ein Zeichen dafür, daß man das Getränk in den Klöstern zu genießen wußte.

Bis in unser Jahrhundert war die Apfelweinbereitung im wesentlichen eine Heimindustrie. Der größte Teil der Produktion erfolgte auf den Gütern, die die Äpfel anbauten. Inzwischen aber hat sich die Apfelweinherstellung zu einer modernen Großindustrie entwickelt, die das Getränk nicht nur herstellt, sondern in Flaschen, Dosen und Fässern abfüllt und auf dem internationalen Markt absetzt.

### Mostäpfel

Es gibt über 350 verschiedene Mostapfelsorten, von denen jede ihr eigenes Aroma hat. Das endgültige Aroma des Apfelweins wird in starkem Maße von der Vielfalt der verwendeten Äpfel

**Unten:** Bei der typischen Apfelweinherstellung werden die Äpfel durch eine Schwemmrinne (Wasserkanal) zur Obstmühle gefördert, wo sie zu Brei verarbeitet werden. Der Saft wird durch Auspressen zwischen Holzplatten gewonnen und zu einem Gärfaß geleitet. Zur Einleitung des Gärprozesses wird Hefe beigegeben: Unerwünschte natürliche Hefekomplexe werden durch Zusatz von schwefliger Säure abgetötet.

bestimmt. Der Saft kann aus verschiedenen Apfelsorten gemacht und damit Stärke und Aroma nach Belieben verändert werden. Sehr häufig werden andere Fruchtsäfte, wie z.B. Birnensaft, mit dem Apfelsaft vermengt. Die meisten Mostäpfel werden in Frankreich angebaut. Dann folgen Deutschland, England, Spanien, Portugal, Australien, Neuseeland, Südafrika und weitere Länder in Süd- und Nordamerika.

Die Ernte der Mostäpfel und die Apfelweinherstellung beginnen im Herbst (in Europa und Nordamerika im September). Bei der Ernte werden die Äpfel von den Bäumen geschüttelt, aufgelesen und zur Verarbeitung gebracht. Dort werden sie sortiert und in große Betongruben gekippt.

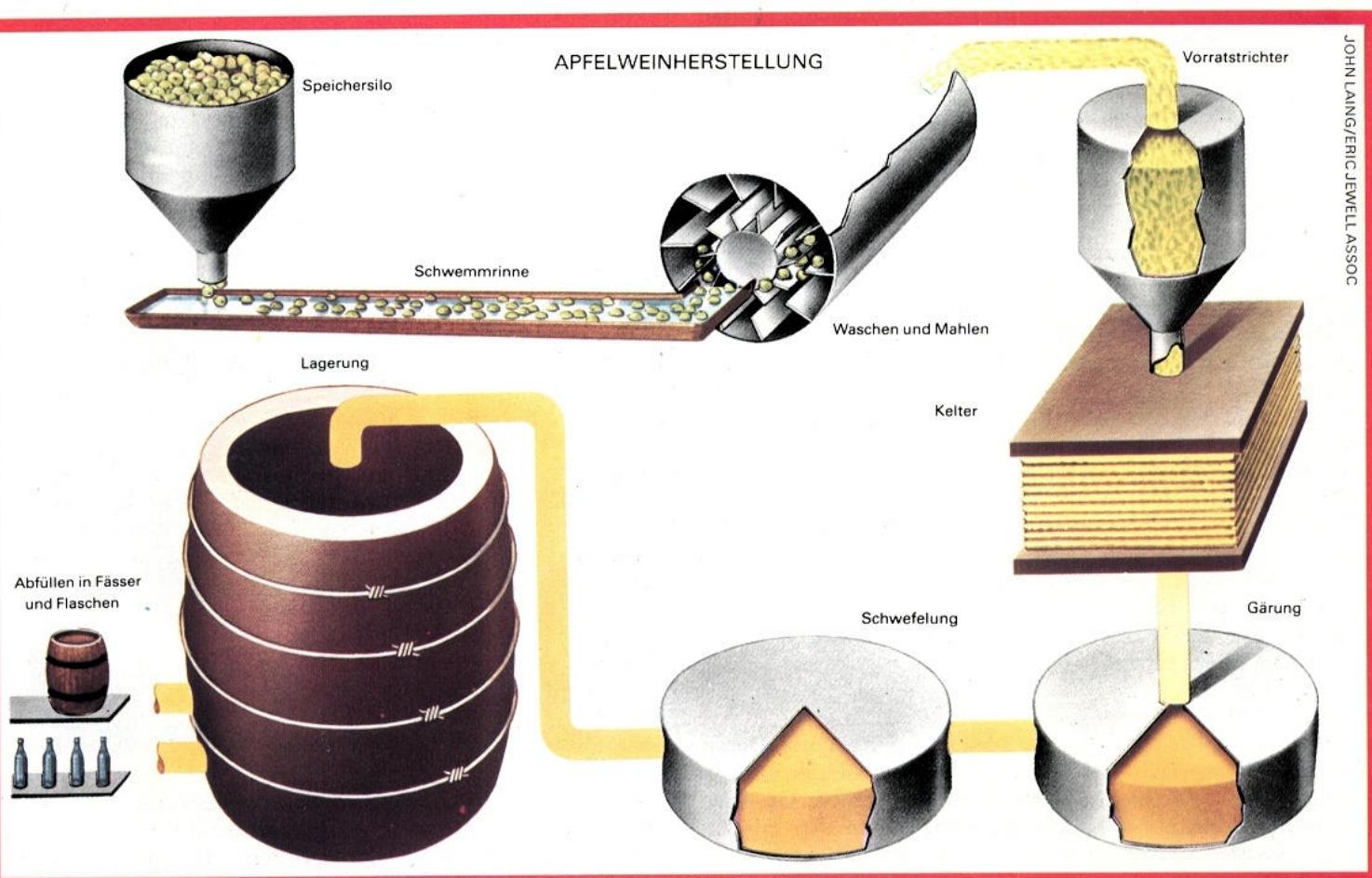
### Mahlen

Die Äpfel werden gewaschen und kommen in eine Mostmühle aus Stahl oder rostfreiem Stahl. Mit Hilfe rotierender Messer oder durch Schleudern gegen feststehende Messer zerkleinert sie die Äpfel zu einem Brei. Die Fruchtmasse wird in Schichten ausgebreitet und in grobmaschige Nylontücher gewickelt, die die Masse während des Kelterns festhalten.

### Keltern

Anschließend wird ein 'Kuchen' aufgeschichtet, der aus mehreren Lagen Holzbrettern besteht, die mit der in Tüchern gewickelten Apfelmasse abwechseln. Ein Kuchen umfaßt etwa zwölf oder mehr Fruchtfleischlagen. Er kommt in eine Presse, die Kelter, die hydraulisch oder mittels einer Spiralschraube betrieben wird, wobei der Druck von unten ausgeübt wird.

Mit ihrer Kraft von etwa 300 t entzieht die Kelter dem Fruchtfleisch den größten Teil des Saftes. Nach dem ersten Entsaftungsvorgang werden die Schichten der Fruchtmasse aus den Tüchern geschüttelt, aufgelockert und eingewickelt. Danach werden sie noch einmal gekeltert, um den restlichen Saft auszupressen.



## Gärung

Der Saft wird in großen Fässern vergoren. Zur Beschleunigung des Gärvorgangs können Hefekulturen beigesetzt werden. Die Gärzeit schwankt je nach Art der verwendeten Säfte, die sich in Zucker-, Säure- und Stickstoffgehalt unterscheiden. Sie beträgt aber im allgemeinen fünf bis sechs Wochen. Die Süße eines Apfelweins hängt von seinem Zuckergehalt ab. Wenn ein süßer Wein gewünscht wird, muß der Gärvorgang abgebrochen werden, bevor sich der gesamte Zuckergehalt in Alkohol umgesetzt hat. Für einen trockenen Apfelwein darf die Gärung andauern, bis der Zuckergehalt auf ein niedriges Niveau abgesunken ist.

Nach beendetem Gärprozeß wird der Apfelwein aus den Fässern gepumpt und gefiltert. Dabei wird er durch mehrere Lagen eines Faserstoffes, z.B. Papiermasse, gepreßt. Apfelwein



H.P. BULMER

**Oben:** Dieser mechanische Baumschüttler ist auf einen Traktor montiert worden, der dem Baumschüttler mit Hilfe einer hydraulischen Pumpe Kraft überträgt. Der Griff, der sich um die Bäume schließt, besteht aus Gummiroollen.

muß etwa sechs Monate lang liegen, bis er trinkfertig ist. Manche Sorten werden über zwei Jahre lang gelagert und können dann als 'Spitzenapfelwein' bezeichnet werden. Diese Lagerung sowie die Tatsache, daß Mostäpfel nur im Herbst gekeltert werden, machen umfangreiche Lagerräume erforderlich.

Im Laufe der Zeit wurden die Fässer immer größer. Ihr Fassungsvermögen betrug ursprünglich 450 Liter und stieg bis heute auf 270 000 Liter an. Diese großen Apfelweinbehälter sind aus Eiche. Wegen der Verknappung des Eichenholzes nach dem Ersten Weltkrieg wurde im Jahre 1919 der erste mit Glas ausgekleidete rechteckige Behälter gebaut. Er hatte ein Fassungsvermögen von 450 000 Litern.

In Hereford, England, wurde im Jahre 1970 der größte Alkoholtank der Welt mit einem Fassungsvermögen von 5 Millionen Litern gebaut.

## Abfüllung

Wenn der Apfelwein fertig ist, wird er auf Flaschen, Dosen oder Fässer abgefüllt. Bevor er in die Abfüllmaschine kommt, muß er auf 1,7°C abgekühlt und gefiltert werden. Oft wird dem Apfelwein etwas Hefe zugegeben, um in den Fässern einen leichten Gärprozeß in Gang zu setzen. Dadurch erhält der Apfelwein einen besonderen Geschmack.



H.P. BULMER

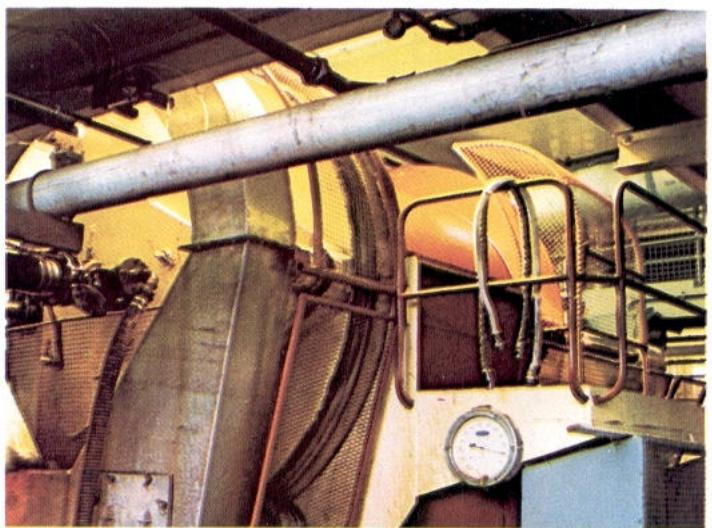
**Oben:** Diese Erntemaschine pflückt alle fünf Minuten eine Tonne Äpfel. Sie arbeitet wie ein riesiger Staubsauger. Zusätzlich besitzt sie eine Vorrichtung, die die Äpfel von Abfall, wie Blättern und Zweigen, trennt.

## Mechanische Apfelernte

Mit der Zunahme des Weltbedarfes an Apfelwein wurden neue Methoden zur Bewirtschaftung von Apfelpflanzungen entwickelt, um in stärkerem Maße von der menschlichen Arbeitskraft unabhängig zu sein und einen optimalen Ertrag aus dem Boden herauszuholen. Die Pflanzdichte von Apfelbäumen liegt zwischen 75 und 750 Bäumen pro Hektar.

In Gartenbauversuchsanstalten gelang es, auf einen Hektar bis zu 100 000 Apfelbäume zu pflanzen. Auf solchen Plantagen sind die 'Bäume' nur noch Stöcke, an deren Spitzen das Obst wächst. Der Gesamtertrag pro Hektar Pflanzfläche ist jedoch hoch, und die Apfelernte kann mechanisch betrieben werden. Die entsprechenden Maschinen sind automatisiert und werden mittels Pulsen, die durch unter der Erde verlegten Drähten zu den Maschinen geleitet werden, um die Bäume herumgesteuert. Die Bäume werden geschüttelt, die Früchte fallen ab und werden in einen Sammelbehälter gesaugt.

## Vergleiche BIER



H.P. BULMER

**Oben:** Eine hydraulisch arbeitende Vertikalpresse. Eine Einheit besteht aus zwei solcher Pressen, die auf einer Vertikalachse zusammengebaut sind. Während die eine Presse arbeitet, wird die andere beschickt.

## APOLLO-PROGRAMM

Die ersten Programme zur Erforschung der Mondoberfläche kosteten den amerikanischen Staat 24 Milliarden Dollar. Bis zum Ende der Mondflüge im Jahre 1973 hatten 12 Astronauten die Mondoberfläche betreten und insgesamt 350 kg Mondgestein zur Erde gebracht.

Neil Armstrong war der erste Mensch, der am 20. Juli 1969 den Mond betrat. Acht Jahre zuvor hatte Präsident John F. Kennedy den amerikanischen Raumfahrtwissenschaftlern den Auftrag gegeben, noch vor 1970 einen Menschen auf dem Mond landen zu lassen. Dies war der Startschuß für das ehrgeizige Raumfahrtprojekt Apollo. Um es durchzuführen zu können, mußte die größte und stärkste Rakete und das komplizierteste Raumschiff konstruiert und gebaut werden, die es je gab.

Für die beabsichtigten Mondlandungen mußte das Apollo-Raumschiff so konstruiert sein, daß es aus verschiedenen Modulen oder Kapseln bestand.

### Kommandokapsel

In der *Kommandokapsel* befand sich das sogenannte Nervenzentrum des Raumschiffes. Die Kapsel war konusförmig gebaut und hatte einen Durchmesser von 3,20 m in der Höhe und 3,90 m in der Grundfläche. In der Kommandokapsel waren die Datenverarbeitungsanlage, Navigationsinstrumente und der Aufenthaltsraum der Astronauten untergebracht.

Die Kommandokapsel war der einzige Teil des Raumschiffes, der zur Erde zurückkehrte. Ihre Wandstärke betrug 1,8 cm am Scheitelpunkt und 6,9 cm in der Grundfläche. Sie mußte den Hitzeeinwirkungen standhalten können, die beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre auf sie einwirkten. Das Innere der Wandung bestand aus einem wabenförmigen Strukturaufbau aus rostfreiem Stahl. Die Außenflächen waren mit einem Hitzeschild versehen, der aus einem Phenol-Epoxyharz bestand. Während des Wiedereintritts der Raumkapsel in die Erdatmosphäre verglühte dieser Hitzeschild und verminderte die Reibungshitze, indem er abblätterte.

### Versorgungskapsel

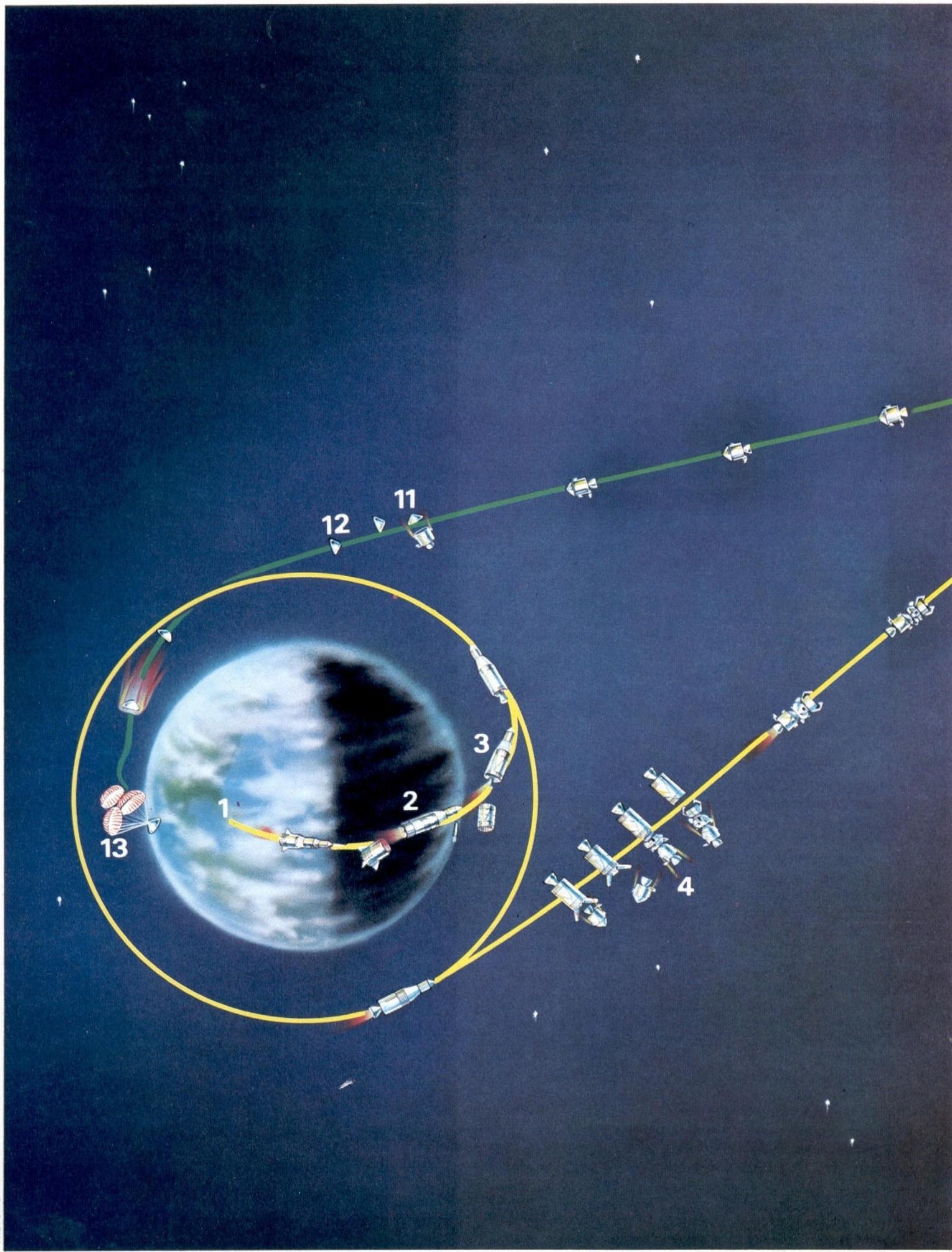
In der Kommandokapsel befand sich nur die Menge Sauerstoff und Elektrizität, die für die Rückkehr zur Erde benötigt wurde. Die Sauerstoff-, Strom- und Wasserversorgung erfolgte hauptsächlich von der *Versorgungskapsel* aus. Ihre Form war zylindrisch. Sie befand sich unmittelbar hinter der Kommandokapsel und hatte den gleichen Durchmesser, nämlich 3,90 m, und war 7,40 m lang. Die für die Lebenserhaltung erforderlichen Energien wurden in drei Kraftstoffzellen erzeugt, in denen sich Sauerstoff direkt mit Wasserstoff verband und Elektrizität sowie Wasser erzeugte. Der Sauerstoff wurde zur Erzeugung von Atmungsluft direkt aus den Tanks genommen. Der größte Teil der Versorgungskapsel war von einem Raketentriebwerk ausgefüllt, das eine Schubkraft von 9300 kg hatte und das Raumschiff in die Mondumlaufbahn trug. Außerdem diente dieser Raketentriebwerk zur Rückfahrt in die Erdumlaufbahn, wenn das Mondlandungsunternehmen erfolgreich abgeschlossen war.

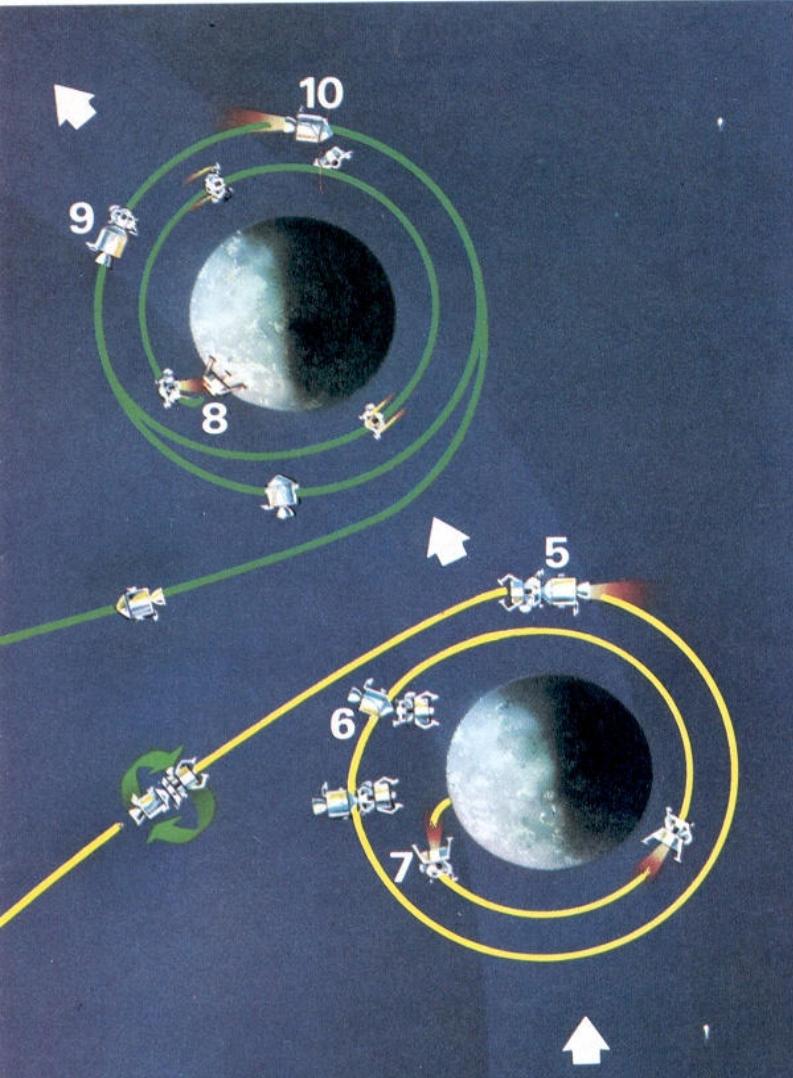
### Mondlandekapsel

Das dritte Modul, die *Mondlandekapsel*, kann als erstes echtes Raumfahrzeug angesehen werden. Seine Aufgabe bestand darin, zwei der drei Astronauten von der Kommandokapsel wie mit einer Fähre auf den Mond und wieder zur Kommandokapsel zu bringen. Auf aerodynamische Grundsätze brauchte bei der Konstruktion der Mondkapsel keine Rücksicht genommen zu werden, da ihr Einsatz ausschließlich im

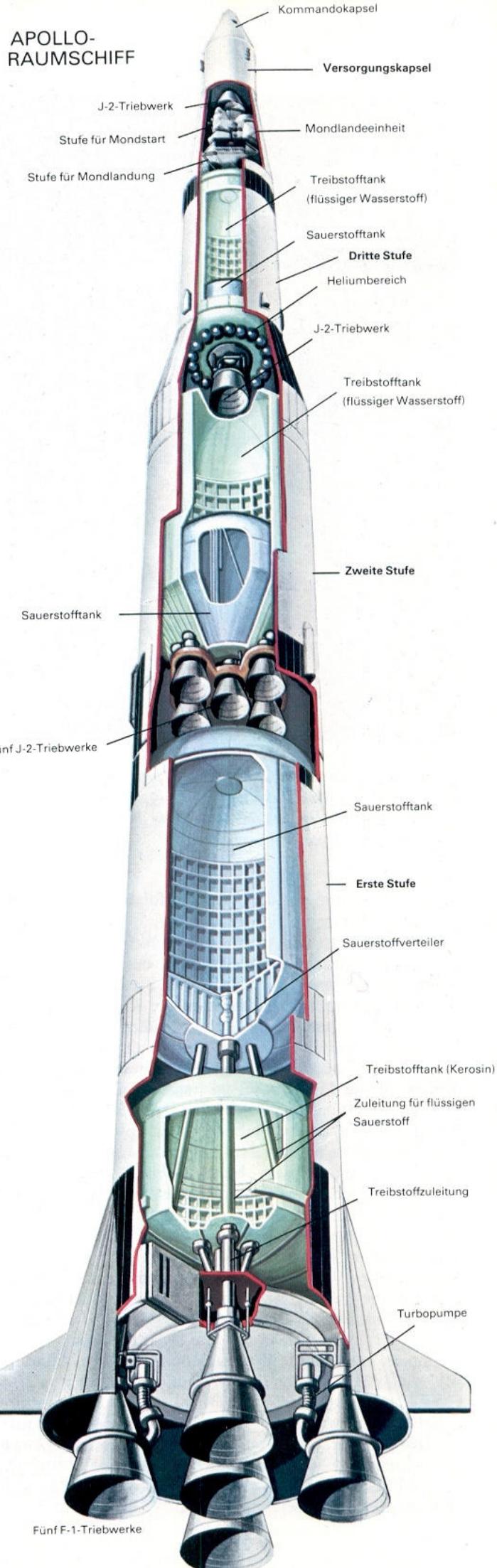


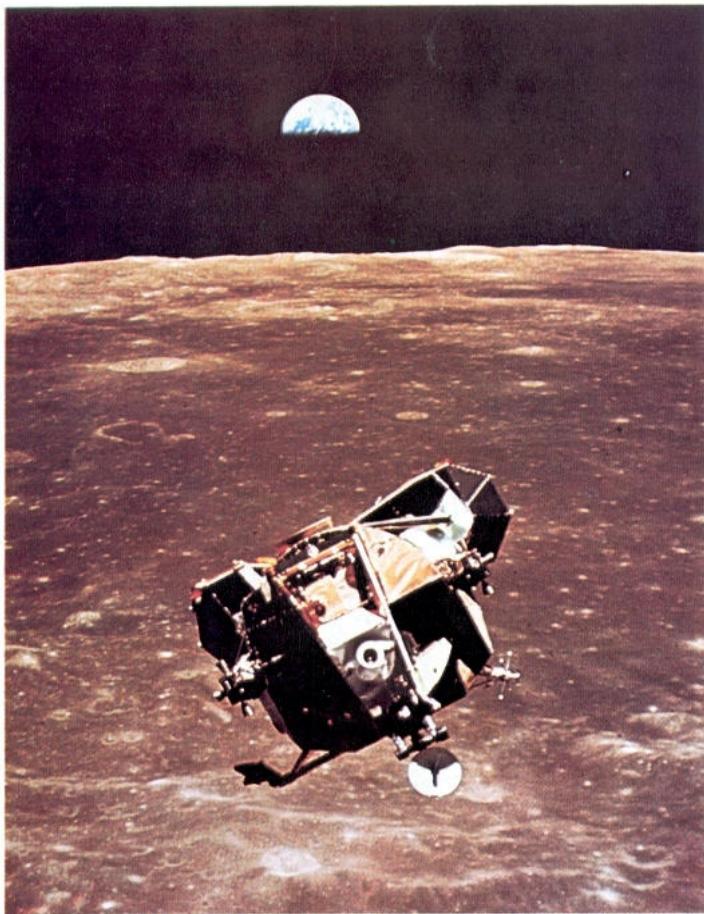
Abheben des Apollo-11-Raumschiffes im Juli 1969. Oben — auf der Spitze der Kommandokapsel — befindet sich eine kleine Rakete. Diese soll in einer Gefahrensituation die Kommandokapsel von der Saturn-V-Rakete abheben, um eine Rückkehr zur Erde sicherzustellen.





Die 111 m hohe Saturn-V-Rakete (rechts), die konstruiert wurde, um drei Männer auf den Mond zu schießen und wieder zur Erde zurückzubringen. Links sind die wesentlichsten Stufen der Fahrt und Rückkehr bildlich dargestellt: 1. Die Saturn-V-Rakete wird auf Kap Kennedy abgeschossen. 2. Kurze Zeit nach der Zündung der Trägerrakete fällt die erste Stufe ab. 3. Die zweite Stufe fällt ab. 4. Die Raumkapsel trennt sich von der Ankopplungsstelle, dreht sich um ihre Achse und koppelt sich selbst an die Mondfähre an. Die dritte Stufe wird abgeworfen. 5. Die Raumkapsel feuert Raketen ab, um das Raumschiff abzubremsen. 6. Die Mondfähre löst sich von der Raumkapsel. 7. Die Mondfähre landet auf dem Mond. 8. Die Mondfähre verlässt den Mond, um zu der wartenden Raumkapsel zurückzukehren. Der untere Teil der Mondfähre diente als Startrampe. 9. Die Mondfähre koppelt an die Raumkapsel an. 10. Die obere Stufe der Mondfähre wird abgeworfen. 11. Die Versorgungskapsel wird abgeworfen. 12. Die Kommandokapsel dreht sich so, daß der Hitzeschild zur Erde weist. 13. Um die Kommandokapsel weich auf dem Meer aufzuschlagen zu lassen, werden Fallschirme verwendet.





**Oben:** Mondkapsel Apollo 11. Mit ihr landete der erste Mensch auf dem Mond. Am 20. Juli 1969 verließ der amerikanische Astronaut Neil Armstrong die Mondkapsel und betrat den Mond.

Raumvakuum und auf dem Mond erfolgte. Sie war achteckig und hatte eine Art dreibeiniges Gestell.

Nach dem Start des Apollo-Raumschiffes wurde die Mondkapsel, die sich ursprünglich hinter der Versorgungskapsel befand, abgekoppelt. Mit Hilfe von Steuerdüsen wurde die Versorgungskapsel zusammen mit der Kommandokapsel um 180° gedreht. Dann wurde die kombinierte Versorgungs- und Kommandokapsel an die Mondkapsel angedockt. Durch ein Lukensystem wechselten zwei Astronauten von der Kommando- in die Mondkapsel und steuerten sie mit Hilfe von Steuer- und Bremsdüsen auf den Mond. Beim Abheben vom Mond blieb der untere Teil der Mondkapsel zurück. Nur der obere Teil kehrte mit den Astronauten zu dem aus Kommando- und Versorgungskapseln bestehenden Raumschiff zurück, das während des Mondlandeunternehmens im Mondumlauf blieb.

### Apollo-Unternehmen

Unbemannte Versuchsfüge im Rahmen des Apollo-Programmes begannen im Februar 1966 mit dem Start einer Saturn-1B-Rakete in die Erdumlaufbahn. Die amerikanische 'National Aeronautics and Space Administration' (NASA = Nationale Luft- und Raumfahrtbehörde) hat diese Rakete für viele Starts im Apollo-Programm verwendet. Mit einer Länge von 68 m, einem Gewicht von 660 t und einer Schubkraft von 744 000 kg aus der ersten Triebwerksstufe war sie ideal geeignet, die 29,5 t schwere kombinierte Versorgungs- und Kommandokapsel in eine Erdumlaufbahn zu bringen. Ihre Schubkraft reichte jedoch nicht aus, um für Landungen auf dem Mond eingesetzt zu werden.

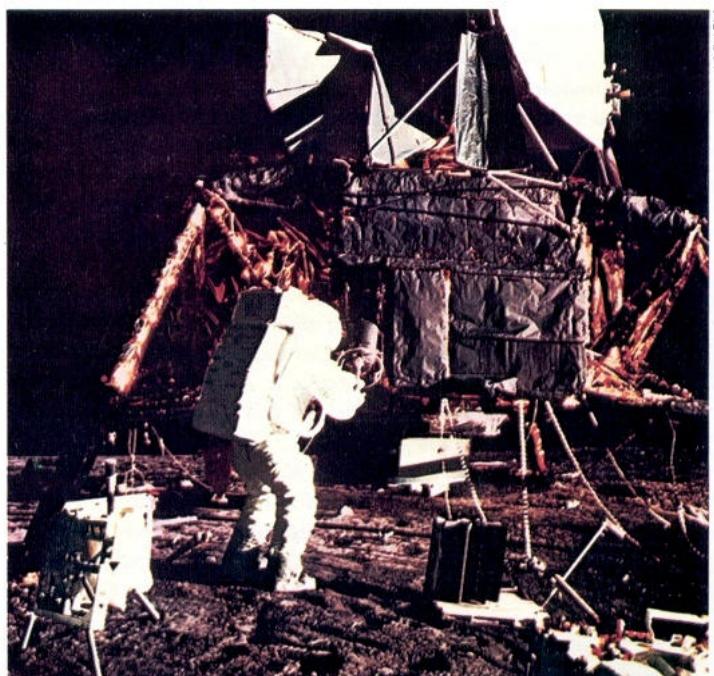
Die ersten Apollo-Astronauten wurden am 7. Oktober 1968 mit der überaus erfolgreichen Apollo-7-Kapsel in eine Erdumlaufbahn gebracht. Dies erfolgte 18 Monate nach dem schwersten Unglück in der amerikanischen Raumfahrt, als die Astronauten Virgil Grissom, Edward White und Roger Chaffee im Januar 1967 während eines simulierten 'countdown' (Startvorbereitungsphase) bei einem Brand ums Leben kamen. Die Raumkapsel mußte umkonstruiert werden, um solch schwerwiegende Feuerrisiken künftig zu vermeiden.

Als Trägerrakete für das Mondlandeunternehmen entwickelte die NASA die größte und leistungsfähigste Rakete, die je gebaut wurde. Es war die Saturn-V-Rakete. Sie ragte 111 m in die Höhe und wog, voll aufgetankt und beladen, 2,900 t. Die erste Triebwerksstufe hatte eine Schubkraft von 3 450 000 kg. Trotz ihrer Länge und Kompliziertheit war die Saturn V eine der zuverlässigsten Raketen, die je gebaut wurde. Bei insgesamt 13 Starts traten nie Probleme auf.

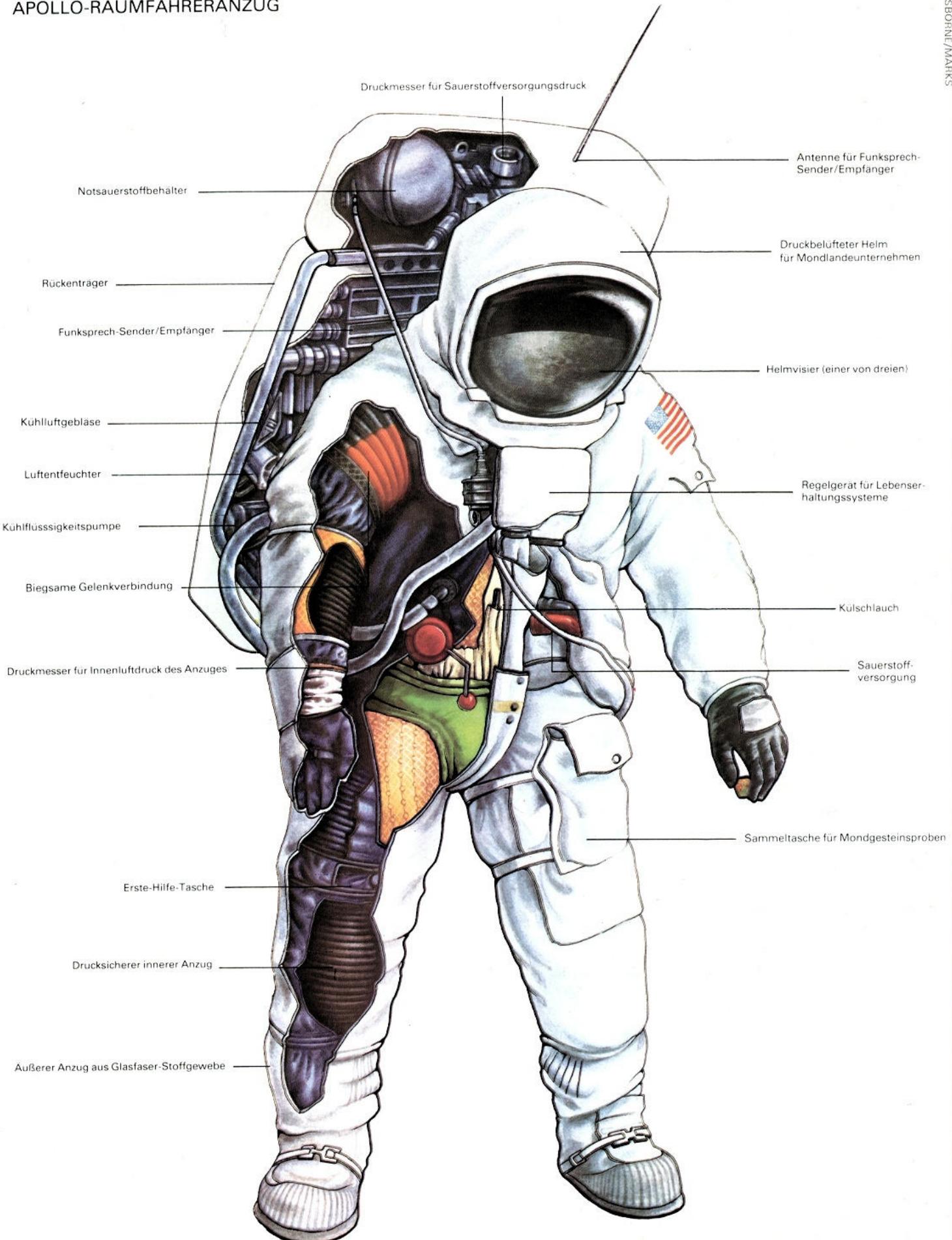
In Jahre 1968 erfolgte der erste Start einer Saturn-V-Rakete, die eine mit drei Astronauten bemannte Apollo-8-Raumkapsel in eine Mondumlaufbahn brachte, nachdem vorher zwei Versuchsfüge erfolgreich gewesen waren. Im Jahre 1969 folgten vier weitere Apollo-Unternehmen. Das erste war eine Erprobung der Mondkapsel in einer Erdumlaufbahn. Apollo 10 war dann bereits eine Hauptprobe im Rahmen des beabsichtigten Mondlandeunternehmens, wobei sich die Astronauten der Mondoberfläche bis auf 15 km näherten. Der Höhepunkt kam im Juli 1969, als die Astronauten Neil Armstrong und Edwin (Buzz) Aldrin mit der Mondkapsel auf dem Mond landeten, während Michael Collins in der Kommandokapsel den Mond umkreiste.

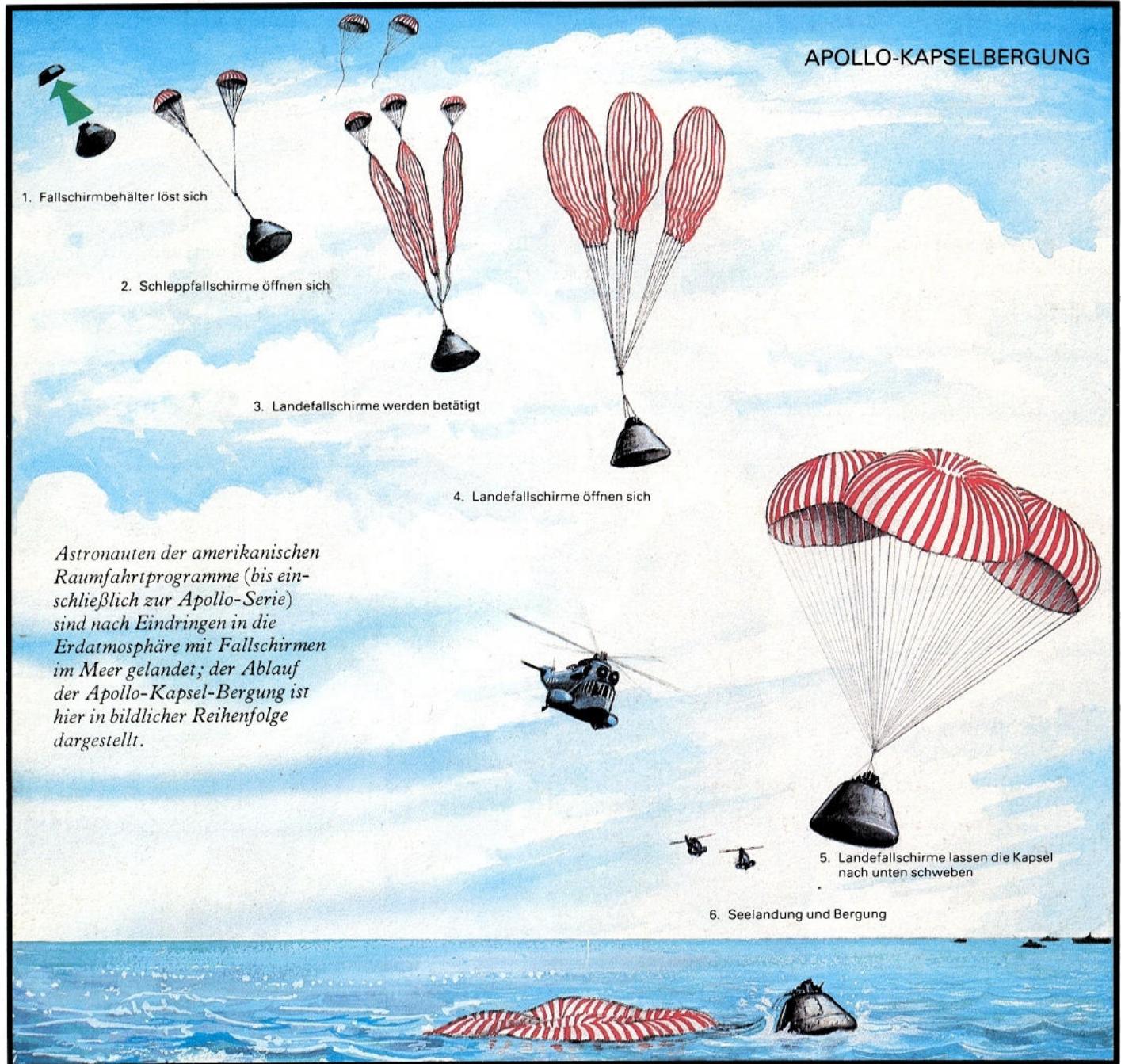
Es gab insgesamt sieben Apollo-Mondflüge. Dabei sollte man den Erfolg von Apollo 12 erwähnen. Die Kapsel landete nur wenige Hundert Meter von einer unbemannten Mondsonde, die zweieinhalb Jahre vorher auf dem Mond gelandet worden war. Das daran anschließende Mondlandeunternehmen Apollo 13 wurde jedoch beinahe zu einer Katastrophe. Ein defekter Sauerstofftank in der Versorgungskapsel explodierte und legte die Sauerstoff-, Strom- und Wasservers-

**Unten:** Ein amerikanischer Astronaut baut während des Apollo-12-Mondlandeunternehmens im November 1969 in unmittelbarer Nähe des Mondlandemodules einen Generator mit Kernantrieb auf.



## APOLLO-RAUMFAHRERANZUG





Astronauten der amerikanischen Raumfahrtprogramme (bis einschließlich zur Apollo-Serie) sind nach Eindringen in die Erdatmosphäre mit Fallschirmen im Meer gelandet; der Ablauf der Apollo-Kapsel-Bergung ist hier in bildlicher Reihenfolge dargestellt.

sorgung für die Raumkapsel lahm. Nur dadurch, daß die Besatzung in die für nur zwei Astronauten vorgesehene Mondkapsel krochen und die Lebenserhaltungsenergien dieser Kapsel nutzten, konnten sie sicher zur Erde zurückkehren. Dabei durften sie erst im allerletzten Augenblick kurz vor dem Wiedereintritt in die Erdatmosphäre in die Kommandokapsel zurückkehren.

Im Verlaufe der sechs erfolgreichen Mondlandungen wurden von den Astronauten wertvolle Geräte und Instrumente zurückgelassen, wie z.B. Seismometer zur Registrierung von 'Mondbeben', Instrumente zur Messung des Wärmeaustritts aus dem Mond und Winkelreflektoren, mit denen Laserstrahlen reflektiert werden sollten, um die Entfernung Erde-Mond zu messen. Diese Messungen wichen auf einer Entfernung von 384 000 km nur um 30 cm ab. Mit den Apollo-15-bis-17-Unternehmen wurde auch ein geländegängiges Mondfahrzeug zum Mond transportiert. Mit Hilfe von zwei 26-V-Batterien, die an jedem der vier Räder angebaut waren, konnte das Fahrzeug bis zu 92 km weit bei einer Geschwindigkeit von 14 km/h fahren. Die Astronauten brachten etwa 350 kg Mondgestein zur Erde zurück.

### **Skylab und Apollo/Sojus-Programm**

Das Apollo-Programm war mit dem letzten Mondflug im Januar 1972 nicht zu Ende. Ursprünglich waren weitere Mondlandungen geplant. Sie wurden jedoch wegen Kürzungen im Raumfahrthaushalt gestrichen. Die vorhandenen festen Werte wie Startrampen, Mond- und Raumkapseln usw. fanden bei anderen Programmen und Unternehmen Verwendung. Der letzte Start einer Saturn-V-Rakete im Jahre 1973 trug die amerikanische Raumstation 'Skylab', zu deutsch Himmelslaboratorium, in eine Umlaufbahn. Sie ist am 28. Juni 1979 über Australien abgestürzt.

Das letzte Apollo-Unternehmen vor der Entwicklung des Nachfolgers der 'Space Shuttle' (Weltraumfähre), war das gemeinsame amerikanisch-sowjetische Erprobungsprogramm mit Apollo/Sojus-Kapseln im Juli 1975. Eine Apollo-Raumkapsel, die mit einer besonderen tunnelähnlichen Durchstiegsschleuse ausgestattet wurde, dockte in einer Erdumlaufbahn mit einem sowjetischen Sojus-Raumschiff an. Als Symbol des guten Willens auf internationaler Ebene konnten sich die amerikanischen und sowjetischen Astronauten frei von einer Raumkapsel in die andere begeben.

## ARCHIMEDISCHE SCHRAUBE

Bereits seit altägyptischer Zeit ist die Archimedische Schraube als primitives Verfahren bekannt, Wasser in die Höhe zu transportieren.

Das Prinzip der Archimedischen Schraube ist einfach. Sie besteht aus einer Wendelung, die von einem eng anliegenden, wasserdichten Zylinder umgeben ist. Das eine Ende dieser Wendelung befindet sich im Wasser. Die Schraube wird dann gedreht, wobei das in die Wendelung hineinfließende Wasser um die Achse der Wendelung so lange in die Höhe transportiert wird, bis es oben herausfließt.

### Entwicklungsgeschichte

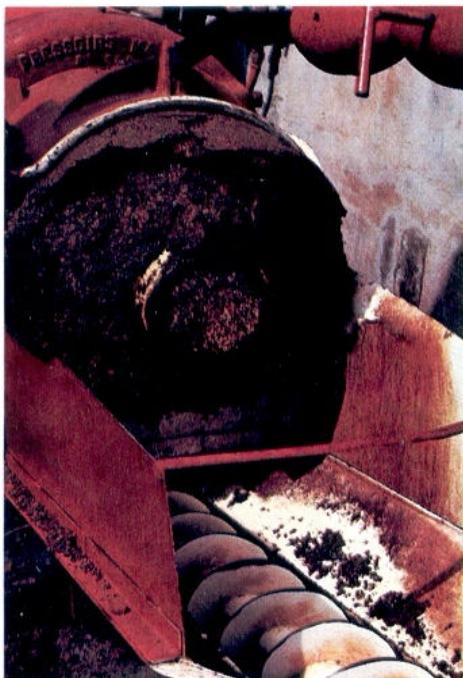
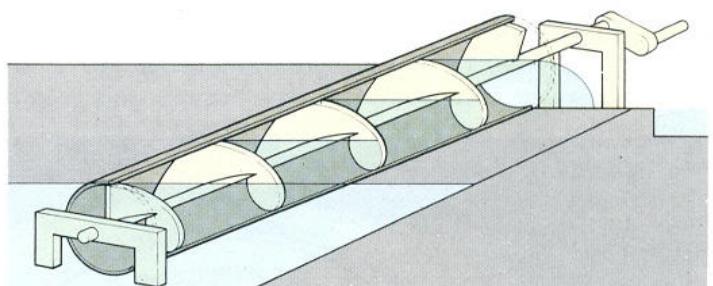
Obwohl Archimedes (287 bis 212 v.Chr.) die Entwicklung der Archimedischen Schraube zugeschrieben wird, glaubt man heute, daß die Ägypter sie schon vorher kannten. Auf jeden Fall war bereits den Griechen mehr als 300 Jahre v. Chr. das Prinzip wendelförmiger, hölzerner Spiralschrauben, die es damals sowohl in der Holzverarbeitung als auch im Bauwesen zum Zusammenfügen von Teilen gab, bekannt. Man gab der Archimedischen Schraube wahrscheinlich ihren Namen, weil Archimedes auf den Gebieten Mathematik, Mechanik und Wehrtechnik so erfolgreich gearbeitet hatte.

In einer Überlieferung aus dem letzten Jahrhundert v.Chr. erwähnte Diodorus die Bewässerung des Nil-Deltas mit Hilfe der Archimedischen Schraube, die sie 'Cochlea' (Wasserschnecke) nannten. Sie wurde schon damals über eine Tretmühle angetrieben. Diese Arbeitsweise ist auf den Wand-

malereien von Pompeji dargestellt. Mit Hilfe von Archimedischen Schrauben, die hintereinander angeordnet waren und eine Länge von etwa 5 m hatten, wurde das Wasser aus den römischen Silberminen in Spanien herausbefördert. Viel später erst wurden Handkurbeln angebracht. Diese Form trifft man auch heute noch in Ober-Ägypten an, wo Archimedische Schrauben für die Landbewässerung eingesetzt werden.

Eine Anpassung an neue Verhältnisse war die Umstellung auf den Antrieb durch Pferde, wie dies in den damaligen 'Niederlanden' wie Holland, Belgien und Luxemburg viele Jahre lang geschah. Vom 15. Jahrhundert an erfolgte der Antrieb über Windmühlen. So wurden z.B. durch Wind angetriebene Spiralpumpen eingesetzt, um bei Hochwasser ein Überfluten Hollands zu verhüten.

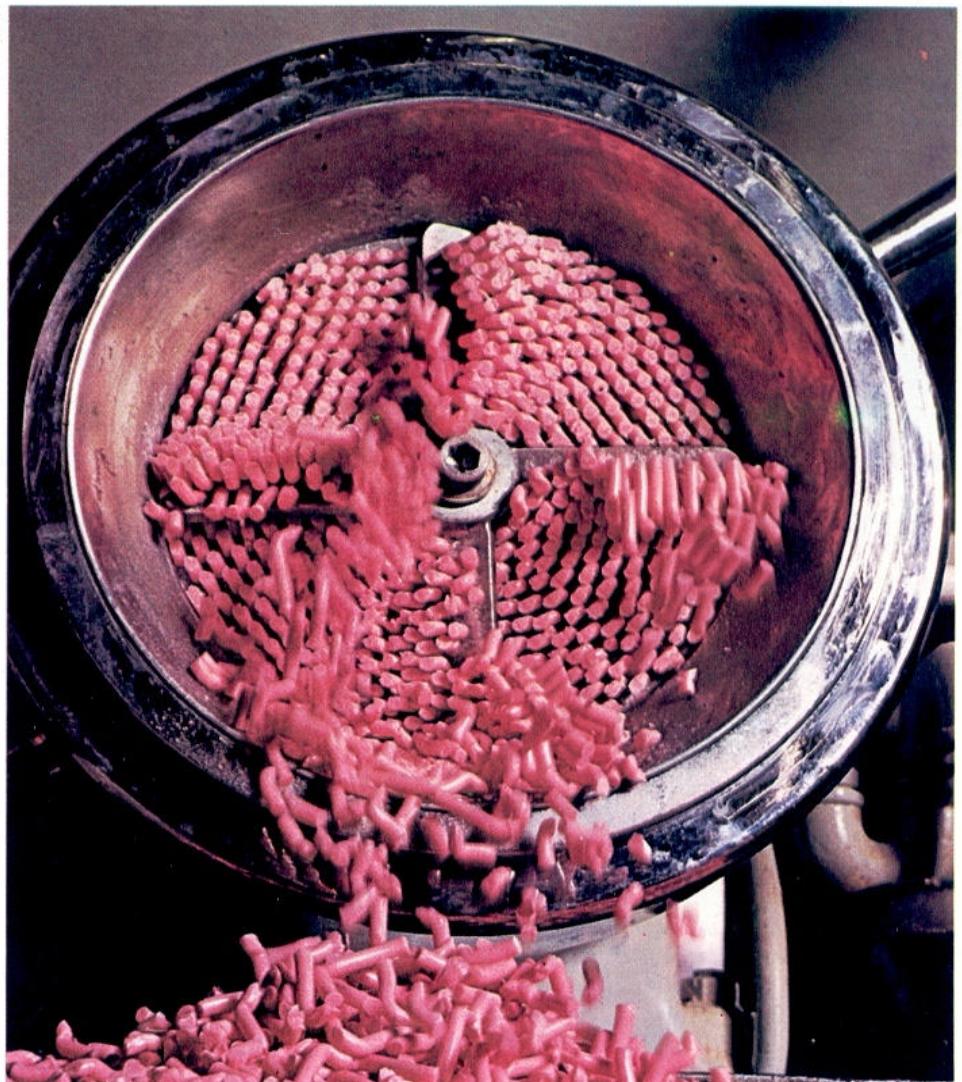
Eine typische Archimedische Schraube wurde in Holland aus Eichenholz hergestellt. Sie hatte einen Durchmesser von etwa 1,5 m, eine Drehgeschwindigkeit von 40 U/min bis 50 U/min und eine Förderhöhe von etwa 3,5 m. Ihre Förderleistung war mit 40 000 l/min erstaunlich groß.



*Oben: Ungewöhnlicher Einsatz einer Archimedischen Schraube bei der Traubenernte auf einem Weingut auf Cypern.*

**Oben rechts:** Die Archimedische Schraube kann Wasser oder andere Stoffe in die Höhe transportieren.

**Rechts:** Die Archimedische Schraube wird auch bei der Seifenherstellung verwendet. Sie drückt den Seifenstrang durch eine Lochplatte.



TRIART

YARDLEY

## ARMBANDUHR

Die Laufwerkruhr mit ihren Federn und Rädchen ist eine nahezu perfekte mechanische Vorrichtung, die 24 Stunden pro Tag und 365 Tage pro Jahr arbeitet. Bei einem Gangfehler von 20 Sekunden pro Tag bedeutet dies eine mittlere tägliche Abweichung von nur 0,023" ...

Die Ganggenauigkeit der Laufwerkuhren wird nur von der Genauigkeit der Quarz- und ATOMUHREN übertroffen. Dabei entspricht die Ganggenauigkeit der Laufwerkuhren der Genauigkeit von wissenschaftlichen Instrumenten wie z.B. chemischen Waagen, jedoch mit dem Unterschied, daß diese keiner so derben Behandlung ausgesetzt sind wie beispielsweise Armbanduhren.

### Bestandteile einer Laufwerkruhr

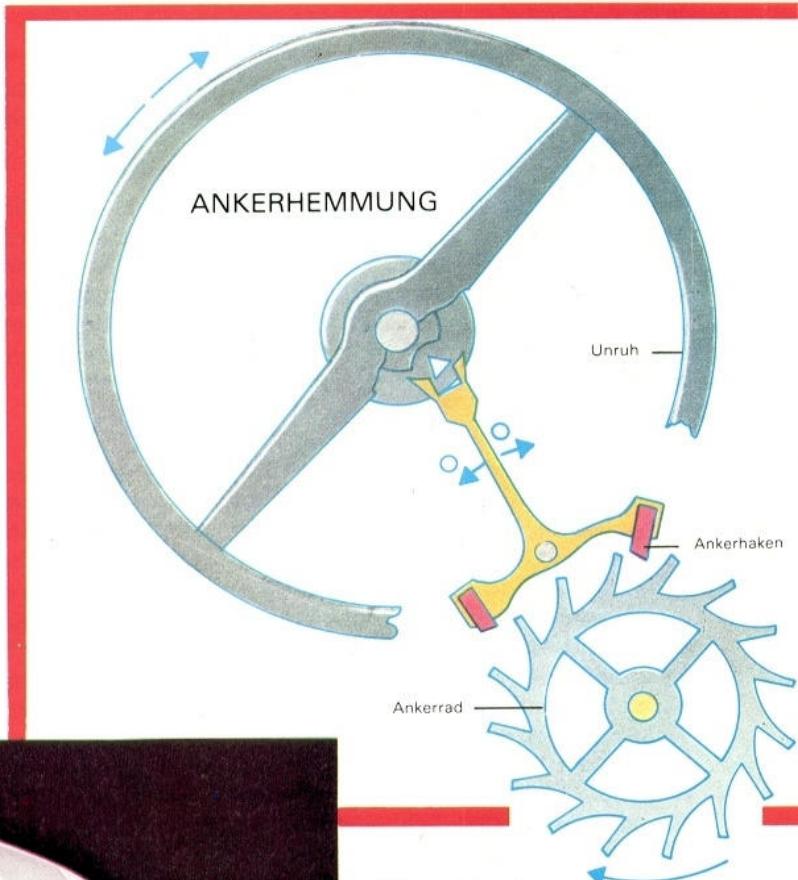
Eine Laufwerkruhr besteht aus mehreren Baugruppen. Da ist zunächst die Uhrfeder; sie besteht aus einer stählernen Spiralfeder, die sich in einem Federgehäuse befindet. Die Federspannung liefert den Antrieb für das Laufwerk. Dieser wird durch eine Reihe von Zahnrädchen auf die *Hemmung* übertragen, die das Laufwerk in seinem Ablauf, d.h. in der Vorwärtsbewegung der Zahnrädchen, hemmt, andererseits



aber entsprechend der verstrichenen Zeit die *Unruh* freigibt, die somit eine steuernde Funktion einnimmt. Die Bewegungsrichtung der Unruh ändert sich wechselweise mit gleicher Geschwindigkeit. Das Gegenstück zur Unruh ist das Pendel einer Stand- oder Wand-Uhr.

### Entwicklungsgeschichte

Die Laufwerkruhr wurde etwa vor 500 Jahren entwickelt. Die Uhrfeder geht auf eine Erfindung des Nürnberger Bürgers Peter Henlein (1485 bis 1542) zurück. Sie wurde erstmals im späten 15. Jahrhundert als Antrieb für tragbare Uhren benutzt, wahrscheinlich ebenfalls in Nürnberg. Im frühen 16. Jahrhundert wurden diese Uhren durch Verwendung einer Schweineborste als Unruhfeder kleiner, so daß es von diesem Zeitpunkt an echte tragbare Uhren gab. Diese Uhren aus der Frühzeit des Uhrmacherhandwerks hatten eine spindelförmige Hemmung und bereits ein einfaches Steigrad. Die Schweineborste war eine sehr primitive Form der Unruhfeder; sie war auf etwa zwei Drittel ihrer Länge so angeordnet, daß sie wegen ihrer Steifheit in einem festgelegten Pendelbereich, d.h.



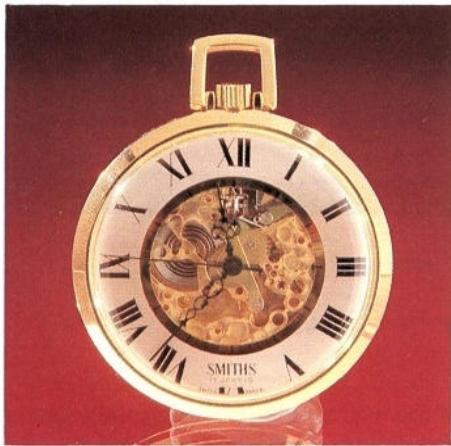
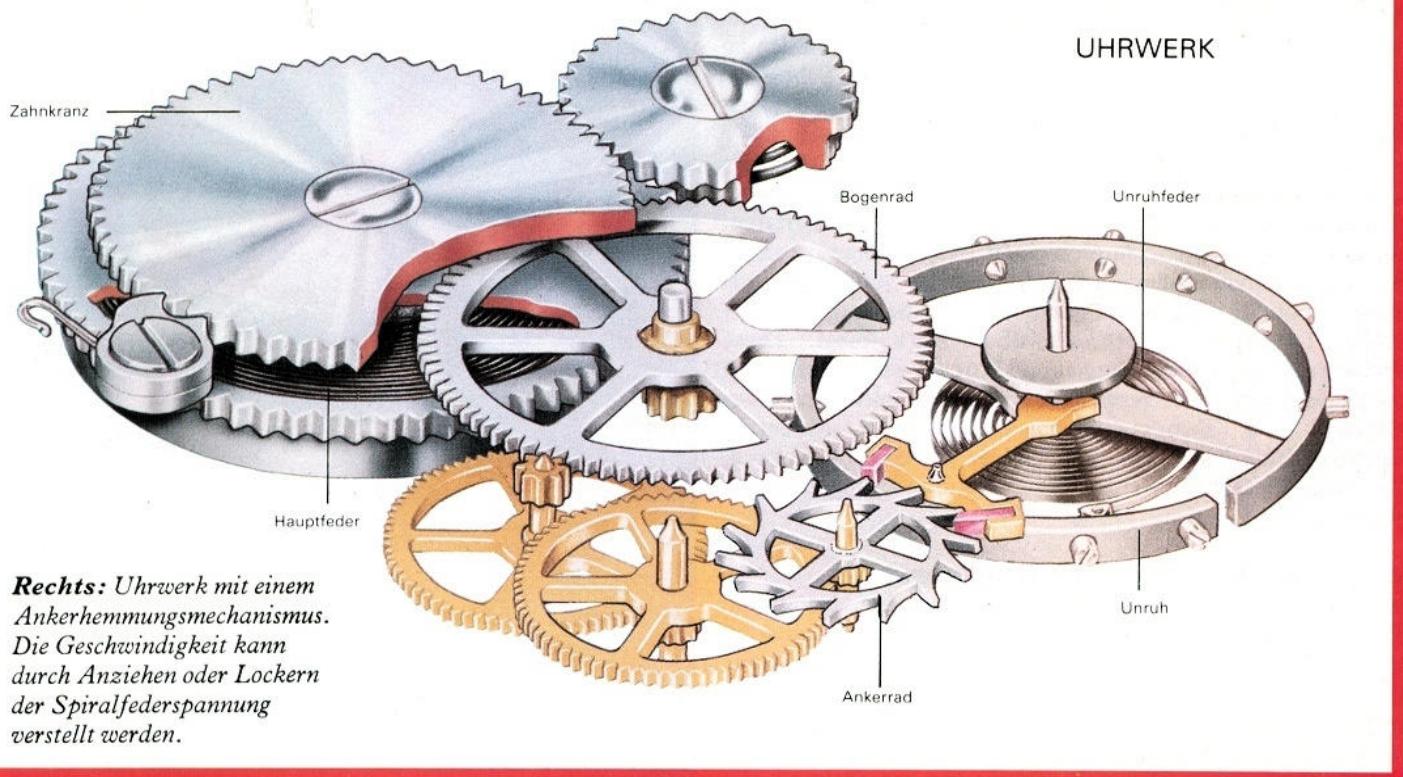
**Oben:** Ein Ankerhemmungsmechanismus. Die beiden Ankerhaken fassen abwechselnd in das Ankerrad, um somit einen Ankerzahn nach dem anderen weiterzudrehen. Die Schwingung der Ankerhaken wird durch das Ausdehnen und Zusammenziehen der Spiralfeder innerhalb der Unruh erzeugt.

**Links:** Die winzigen Schrauben dieser Armbanduhr haben nur einen Durchmesser von 0,3 mm.

Bereich der wechselseitigen Richtungsänderung bei gleicher Geschwindigkeit, als Puffer diente.

Die ersten Uhren befanden sich häufig in feinisierten, mit Edelsteinen besetzten Uhrgehäusen und waren kaum mehr als ein teures Spielzeug. Die Gangunterschiede der Laufwerke müssen wohl bis zu 15 Minuten pro Tag betragen haben. Sie verfügten auch nur über einen Stundenzeiger, den Minutenzeiger gab es erst im späten 17. Jahrhundert.

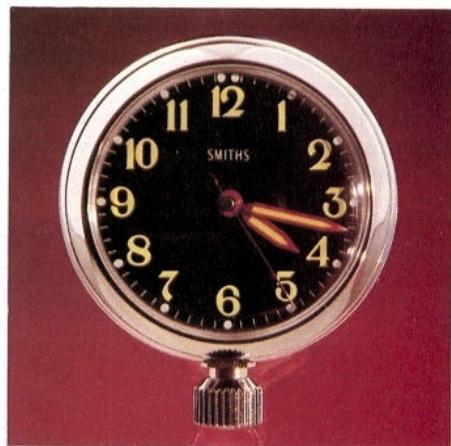
In der Zeit von 1675 bis 1800 wurde die Konstruktion von Taschen- und Armbanduhren entscheidend verbessert. Es gelang ein technischer Sprung, der von den primitiven und altägyptischen Uhren mit Spindelhemmung zu ausgezeichnet konstruierten Chronometern führte, die eine Ganggenauigkeit von weniger als zwei Sekunden pro Tag hatten. Der erste Schritt in Richtung einer Verbesserung der Spindeluhr wurde mit der Einführung der Unruhfeder getan, die auch hin und wieder 'Haarfeder' genannt wurde. Diese Feder wurde zuerst von dem englischen Wissenschaftler Robert Hooke (1635 bis 1703) im Jahre 1658 erfunden. Noch im Laufe desselben Jahrhunderts wurde die Feder von dem holländischen



Taschenuhr



Schiedsrichter-Stoppuhr



Magnetische Ansteckuhr

SMITHS

Wissenschaftler Christiaan Huygens (1629 bis 1695) sowie dem Abbé Hauteville in ihrer Form und Funktion so weiterentwickelt, daß daraus eine dünne Spiralfeder aus Stahl mit fünf bis zehn Spiralen entstand. Diese Feder wurde in der Mitte am Steigrad angebaut, während das äußere Ende am Regulator verstiftet wurde. Sie wurde so zu einer Art Brücke, auf der das obere Lager des Steigrades auflag. Die Unruhfeder wird durch die wechselseitigen Bewegungen der Unruh, die ihre Richtung im allgemeinen fünf- bis sechsmal ändert, ge- und entspannt. Die Zeit, die von der Unruh für jede volle Änderung der Bewegungsrichtung benötigt wird, ist grundsätzlich abhängig von der Spannkraft der Unruhfeder und dem Gewicht des Steigrades.

Es war bald erkennbar, daß die verbesserte Unruh eine sehr genau arbeitende Zeitsteuerung wäre, wenn sie sich so ungehindert wie möglich bewegen könnte, also durch die Hemmung nicht mehr als unbedingt nötig gehemmt würde. Die alte Form der Spindelhemmung wurde durch die verbesserte, zylinderförmige Hemmung ersetzt. Diese ermöglichte der Unruh ein bedeutend freieres Bewegungsspiel. Trotzdem gab es immer

noch beträchtliche Schwierigkeiten durch Reibungseffekte, die noch nicht beseitigt werden konnten. Eine genau gearbeitete Zylinder-Hemmung konnte auf eine Ganggenauigkeit von zwei Minuten pro Tag einreguliert werden.

Ein wichtiger Durchbruch gelang mit der Erfindung des Ankers im Jahre 1759 durch Thomas Mudge (1715 bis 1794). Der Anker ermöglicht der Unruh ein ungehindertes Bewegungsspiel, es sei denn, sie wechselt die Richtung. Dieser Anker ist mit wenigen Verbesserungen auch heute noch bei Qualitäts-Armbanduhren als Anker mit Edelsteinlagerung in Gebrauch.

### Temperaturausgleich

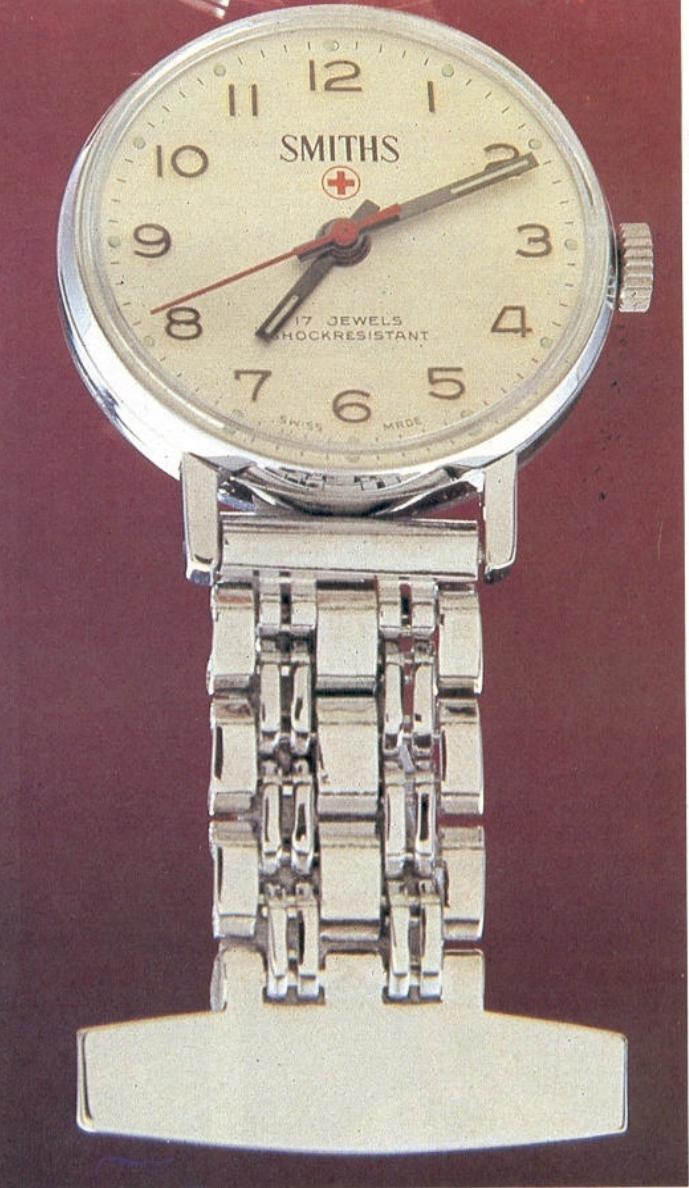
Uhrmachern des 18. Jahrhunderts bereiteten die Gangungenauigkeiten durch Temperaturänderungen große Schwierigkeiten. Diese kamen von der Unruhfeder, die aus Stahl war und sich bei niedrigen Temperaturen, d.h. bei Kälte, zusammenzog, also kürzer wurde, und sich bei höheren Temperaturen, d.h. bei Wärme, ausdehnte, also länger wurde. Diese Unterschiede verursachten einen Fehler von etwa acht

Sekunden pro Tag und Grad Celsius. Eine Lösung dieses Problems wurde dringend erforderlich, um genaue Zeitmesser, nämlich Chronometer für die Schiffahrt, herstellen zu können. Jedes Jahr konnten Tausende von Tonnen Schiffslieferungen nicht ausgeführt werden, weil es keine zuverlässigen Möglichkeiten zur genauen Längengradbestimmung gab.

Der Engländer John Harrison (1693 bis 1776) löste dieses temperaturabhängige Problem mittels einer Temperaturoausgleichsvorrichtung. Diese bestand aus einem Bimetallstreifen, der aus Stahl- und Messingschichten zusammengesetzt war. Bei Wärmeeinwirkung dehnt sich Messing stärker aus als Stahl, wodurch sich der Bimetallstreifen bei unterschiedlichen Temperaturen unterschiedlich stark biegt. Diese Vorrichtung wurde zum Längen und Kürzen der tatsächlichen Länge der Unruhfeder verwendet und glich damit Gangfehler aufgrund von Temperaturschwankungen aus. Modernet Laufwerkuhren haben eine Unruhfeder aus einer Legierung, die von durchschnittlichen Temperaturänderungen nicht beeinflusst wird.

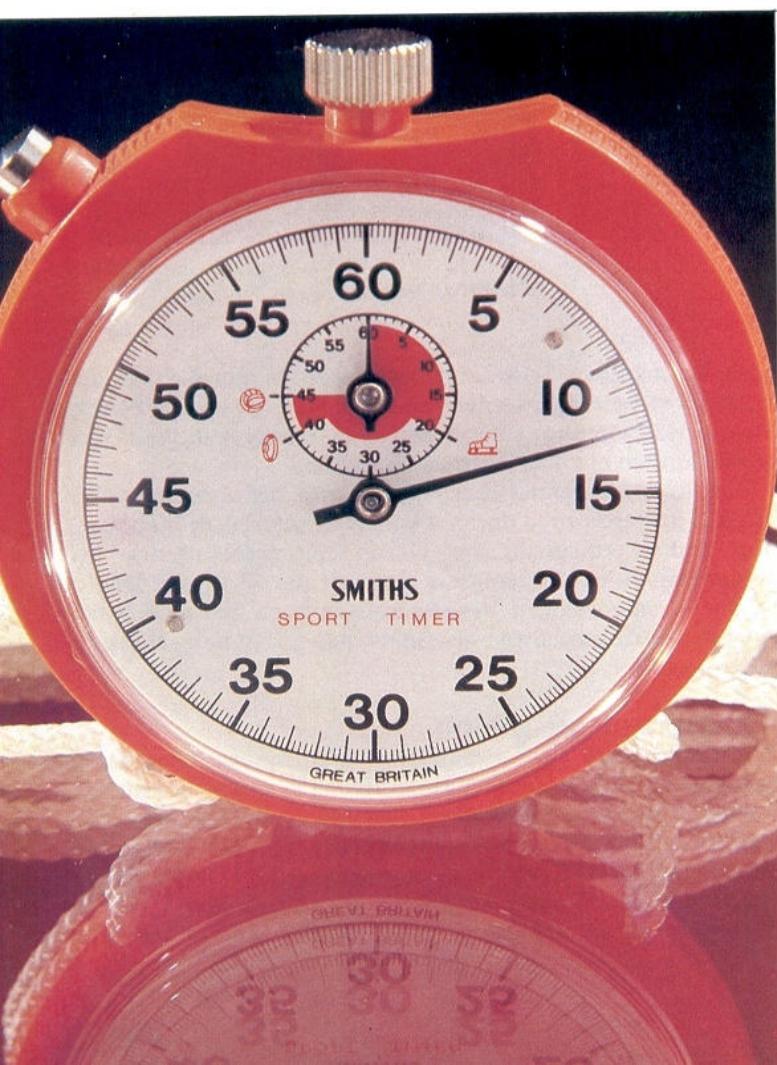
### Weiterentwicklung der Uhrentechnik

Seit dem 18. Jahrhundert werden in Laufwerkuhren Edelsteine (Rubine) als Lagersteine verwendet. Seit den vergangenen 70 bis 80 Jahren werden hauptsächlich synthetische Rubine für diese Zwecke genommen. Bevor der Abbau natürlicher Rubine methodisch entwickelt war, wurde Messing als Lagermetall verwendet. Diese Lager unterlagen jedoch einem hohen Verschleiß. Bald war es allgemein üblich, für das Steigrad, die Hemmung, die Unruh und das Zahnräderwerk mit Edelsteinen ausgekleidete Lager zu wählen. Eine moderne, vollkommen mit Edelsteinlagern ausgestattete Taschen- bzw. Armbanduhr hat wenigstens 17 Steine. Der Volksmund sagt dazu '17-steinige Uhr' bzw. 'Die Uhr läuft auf 17 Steinen'. Durch diese Edelsteinlager werden alle Verschleißteile weitgehend geschützt.



**Oben:** Ansteckuhr für Krankenschwestern.

**Links:** Stoppuhr für Sportveranstaltungen.



Seit dem Ersten Weltkrieg wurde die Uhrenfabrikation aufgrund der Serienherstellung, die hauptsächlich in der Schweiz entwickelt wurde, stark verbessert. Hierdurch wurde es möglich, genaue und zuverlässig arbeitende kleine Taschen- und Armbanduhren zu erschwinglichen Preisen herzustellen, um die wachsende Nachfrage zu decken. Die Mode, Uhren am Handgelenk zu tragen, machte die Herstellung von automatischen Uhren zu einer Zukunftsaufgabe. Diese Uhren ziehen sich durch die Handbewegungen selbsttätig auf, indem sich ein exzentrisch gelagerter Rotor, der sich hinter dem Laufwerk befindet, bei jeder Arm- bzw. Handbewegung hin- und herbewegen kann. Die Schwungkraft dieses Rotors zieht die Uhr über ein Untersetzungsgetriebe auf.

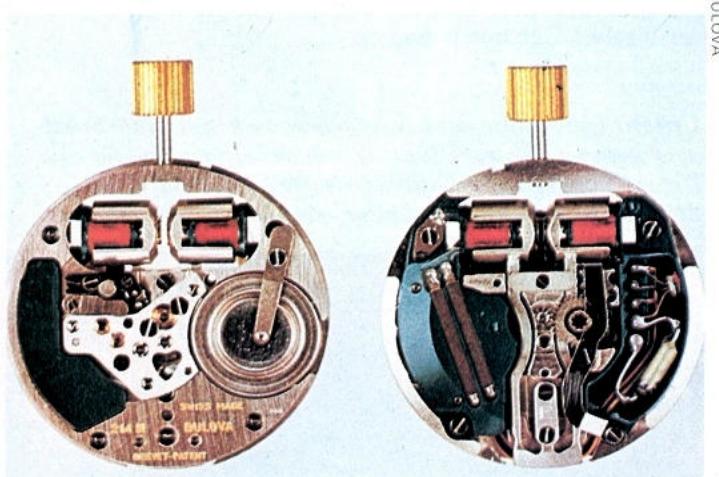
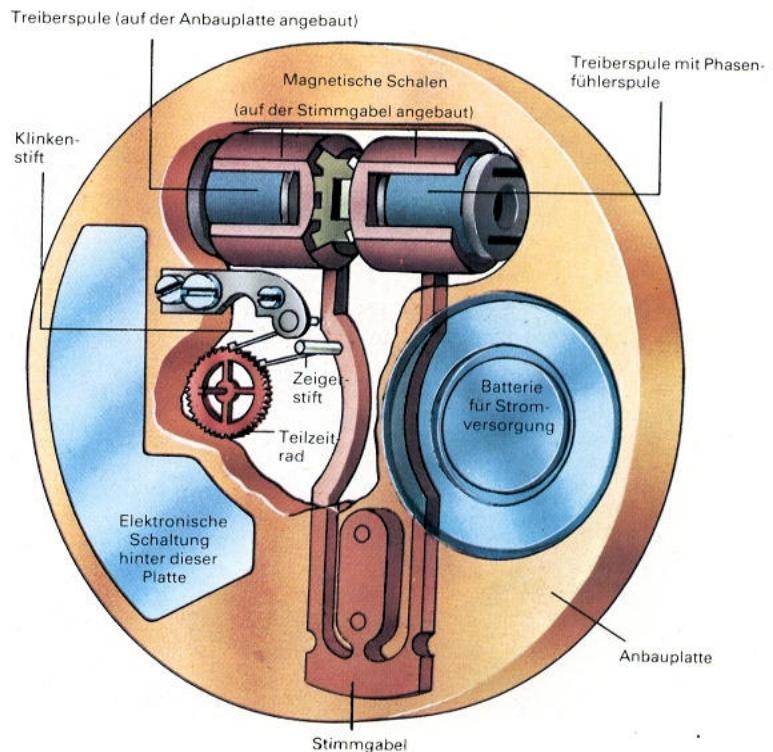
Das erste Patent für eine automatische Armbanduhr wurde im Jahre 1923 erteilt, obwohl es bereits im späten 18. Jahrhundert sich selbsttätig aufziehende Taschenuhren gab. Idee und Fertigungsprinzip wurden in den dreißiger Jahren von verschiedenen Schweizer Uhrenherstellern übernommen. Seit Ende des Zweiten Weltkrieges sind viele erstklassige Modelle auf den internationalen Uhrenmarkt gebracht worden. Abgesehen von dem Vorteil, eine Armbanduhr nicht von Hand aufziehen zu müssen, wurde auch die Ganggenauigkeit wesentlich verbessert, indem die Uhrfeder weitgehend aufgezogen bleibt. Dies macht sich in einer gleichmäßigeren Übertragung der Antriebskraft der Uhrfeder auf die Hemmung vorteilhaft bemerkbar.

## ARMBANDUHR, elektronische

**Elektronische Uhren sind nicht nur genauer und zuverlässiger als herkömmliche Laufwerkuhren, sie können auch in größeren Stückzahlen zu einem Preis hergestellt werden, der mit dem für mechanische Uhren konkurrenzfähig ist.**

Die ersten Uhren, die statt eines Laufwerkes eine Spannungsversorgung haben, wurden bereits in den fünfziger Jahren hergestellt. Dies wurde durch den Einbau kleinsten Batterien in der Größe von Hörgerätebatterien ermöglicht; ihre Betriebsdauer reicht bis über ein Jahr.

Bei herkömmlichen Uhren wird die Unruh mit Hilfe der Hemmung von der Uhrfeder angetrieben, nicht so bei der elektrischen Uhr. Hier werden in der Grundausführung Unruh und Unruhfeder als Motor verwendet, wobei die Bewegungskraft von einer Induktionsspule ausgeht, die auf der Unruh sitzt. Dies bedeutet, daß die Spule während jeder Bewegung der Unruh für kurze Dauer elektrisch erregt wird und einen Induktionsstrom erzeugt, der die Unruh über einen kleinen Elektromagneten anstößt. Der Strom wird von einem leichten Federkontakt ein- und ausgeschaltet. Dieser Kontakt rastet in einen Stift ein, der sich in der Nähe der Achse der



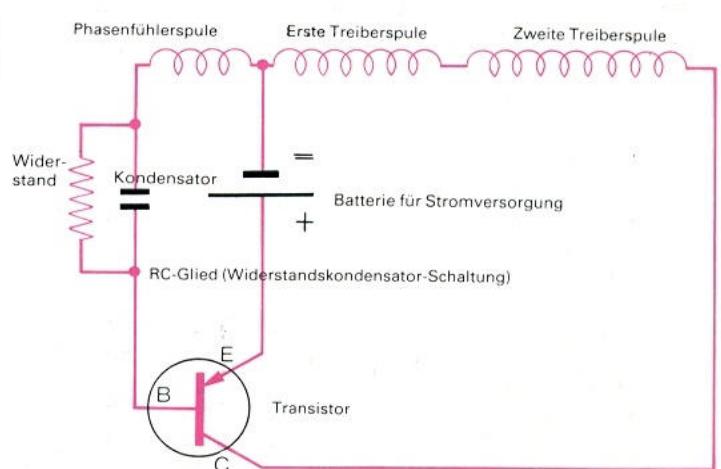
**Oben:** Die 'Bulova-Accutron' war die erste stimmgabelgesteuerte Uhr. Das Bild zeigt Vorder- und Rückansicht. Auf den Zinken der Stimmgabeln sind die Elektromagnete zu erkennen. Durch sie beginnt die Stimmgabel zu schwingen. Die silberfarbene Scheibe ist die Batterie.

Unruh befindet. Die Uhrzeiger werden über eine angepaßte Ankerhemmung angetrieben.

Bei anderen Modellen dieser Uhrentechnik wurde auf den Federkontakt verzichtet, der durch ein elektronisches Schaltsystem ersetzt wurde. Die Spule auf der Unruh überträgt die Bewegung, die von der Unruh kommt, auf einen Elektromagneten, der in der Spule einen kleinen Induktionsstrom erzeugt. Dieser triggert einen TRANSISTOR (Halbleiterbauteil), d.h. der Induktionsstrom steuert einen Transistor an. Der Transistorschaltkreis betätigt einen Schalter, wodurch Pulse zur Unruh gelangen und diese anstoßen.

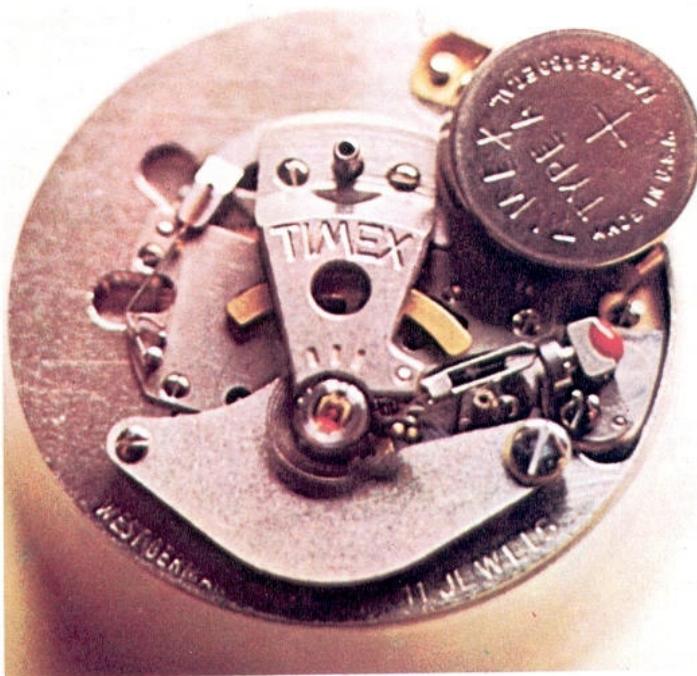
### Stimmgabelgesteuerte Uhren

Bei herkömmlichen Armbanduhren beträgt die Abweichung von der genauen Zeit drei bis vier Sekunden pro Tag. Bemühungen, eine Alternative zur Unruh zu finden, führten in den fünfziger Jahren zu Versuchen mit stimmgabelgesteuerten Uhren. Die erste brauchbare Uhr dieser Art kam in den frühen sechziger Jahren in den Handel.



**Oben:** Funktionsprinzip einer elektronischen Armbanduhr. Sie bezieht ihre Ganggenauigkeit von der genauen Resonanzfrequenz einer Stimmgabel. Sie wird durch Elektromagnete, die auf dem Ende der Stimmgabel sitzen, in Schwingungen versetzt. Durch Schneiden des Magnetfeldes wird ein Induktionsstrom erzeugt, der als Impuls über ein RC-Glied (Widerstandskondensator-Schaltung) einen Transistor ansteuert und dadurch die Stimmgabel im richtigen Augenblick elektrisch anstößt.

Der Vorteil dieser Uhren liegt darin, daß die Stimmgabel mit einer sehr konstanten Frequenz schwingt. Dabei tritt jedoch ein Problem auf. Wenn die Stimmgabel als normale Zeitsteuerung benutzt wird, muß sie dauernd schwingen, d.h. immer wieder angestoßen werden; außerdem muß die sehr kleine Amplitude die Zeiger weiterbewegen können. Dies geschieht mit Hilfe eines elektromagnetischen Impulssystems, das über einen Transistor angesteuert wird. Am Ende der beiden Stimmgabelzinken ist jeweils ein Elektromagnet angebaut, und eine der Magnetspulen ist über einen Abgriff als Phasenfühlerspule ausgebildet. Bei jeder Schwingung der Stimmgabel wird das magnetische Kraftlinienfeld des Elektromagneten der Phasenfühlerspule geschnitten, wodurch ein kleiner Induktionsstrom in ihr erzeugt wird; dieser steuert den Transistor an, der einen Impuls an die Treiberspulen abgibt.



**Oben:** Die einfachste Form einer elektronischen Armbanduhr ähnelt einer Laufwerkruhr. Die Unruh wird jedoch durch einen Elektromagneten angetrieben.

Dadurch werden die Elektromagnete zusammen mit den Stimmabelzinken, auf denen sie sitzen, zurückgestoßen; außerdem werden Pulse erzeugt, die für die Aufrechterhaltung der Stimmabelschwingungen erforderlich sind. Dieser Gangzyklus wiederholt sich bei den ursprünglichen, stimmabelgesteuerten Uhren 360mal pro Sekunde. Bei neueren Uhren dieser Art liegt die Stimmabelfrequenz höher.

Die Zeiger der stimmabelgesteuerten Uhren werden durch ein Unterstellungszahngetriebe weiterbewegt, auf das ein sogenanntes Indexrad (*Teilzeitrad*) wirkt, dessen äußerster Rand 300 feinste Zähne hat; es befindet sich unmittelbar neben der Stimmabel. An einem Zinken dieser Stimmabel ist eine Blattfeder angebaut, deren Spitze mit einem Edelstein besetzt ist. Bei jedem vollen Gangzyklus rastet die Spitze der Blattfeder in eine Zahnung des Teilzeitrades ein und bewegt dieses um einen Zahn weiter. Ein vollständiger Umlauf des Teilzeitrades dauert etwas weniger als eine Sekunde. Der Gangunterschied einer stimmabelgesteuerten Uhr beträgt höchstens zwei Sekunden pro Tag. Wegen der geringen Größe und hohen Zuverlässigkeit der stimmabelgesteuerten Uhren wurde ausschließlich dieser Uhrentyp im Satelliten- und Raumfahrtprogramm der Vereinigten Staaten verwendet.

### Quarz-Armbanduhren

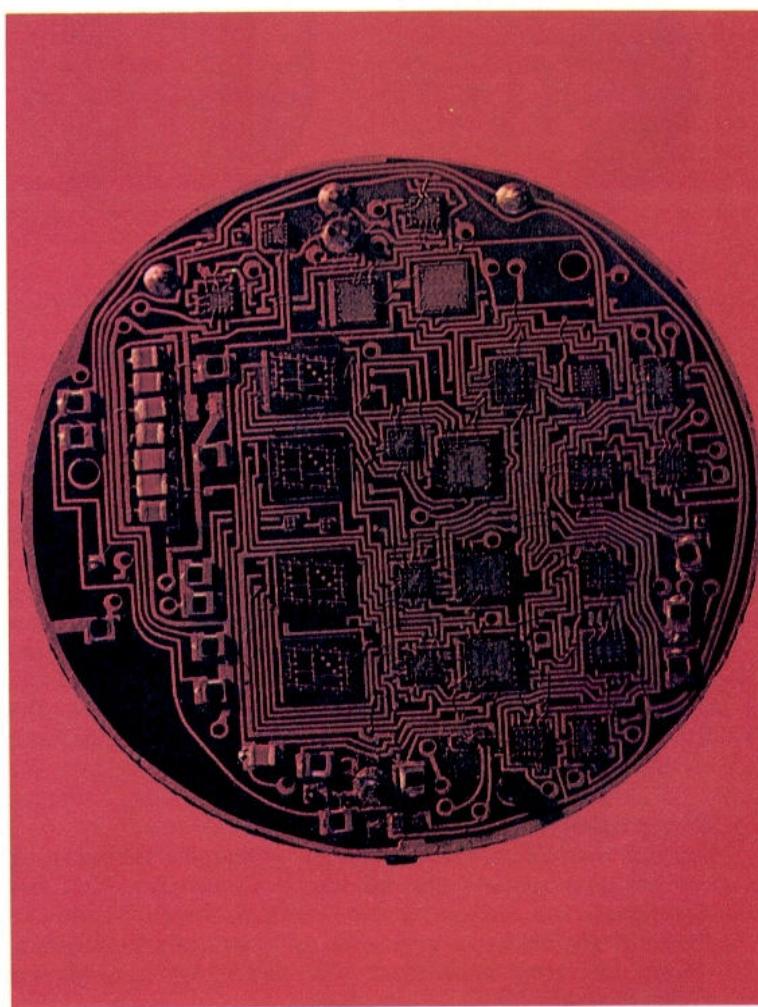
Entwicklungen auf dem Gebiet der Mikroelektronik ermöglichen die Konstruktion von *Quarz-Armbanduhren*, die im wesentlichen genauso funktionieren wie die zuvor für Industriezwecke entwickelten Quarz-Uhren. Es haben sich auf diesem Gebiet zwei Hauptausführungen herausgebildet. Die eine benutzt einen Quarzoszillator zur Erzeugung von Wechselstrom, der als Stromversorgung für einen kleinen E-Motor benötigt wird, der die Zeiger über ein Unterstellungsgetriebe weiterbewegt. Die andere Ausführung hat keine beweglichen Teile, die Zeitangabe erfolgt digital entweder über eine Flüssigkeitskristall- oder eine Leuchtdiodenanzeige (LED). Die Flüssigkeitsanzeige (LCD) basiert auf der Lichtreflexion; die Zeitangabe kann daher in der Nacht bzw. in dunklen Räumen nicht abgelesen werden. Dafür bietet dieses Prinzip einen geringen Stromverbrauch. Bei der Digitalanzeige mittels

LED werden lichtemittierende Dioden von Pulsen angesteuert und zum Aufleuchten gebracht; der Stromverbrauch ist jedoch vergleichsweise höher. Quarz-Uhren mit Digitalanzeige über LED haben an ihrem Gehäuse einen Druckschalter. Durch Drücken des Schalters leuchten die einzelnen Ziffern auf.

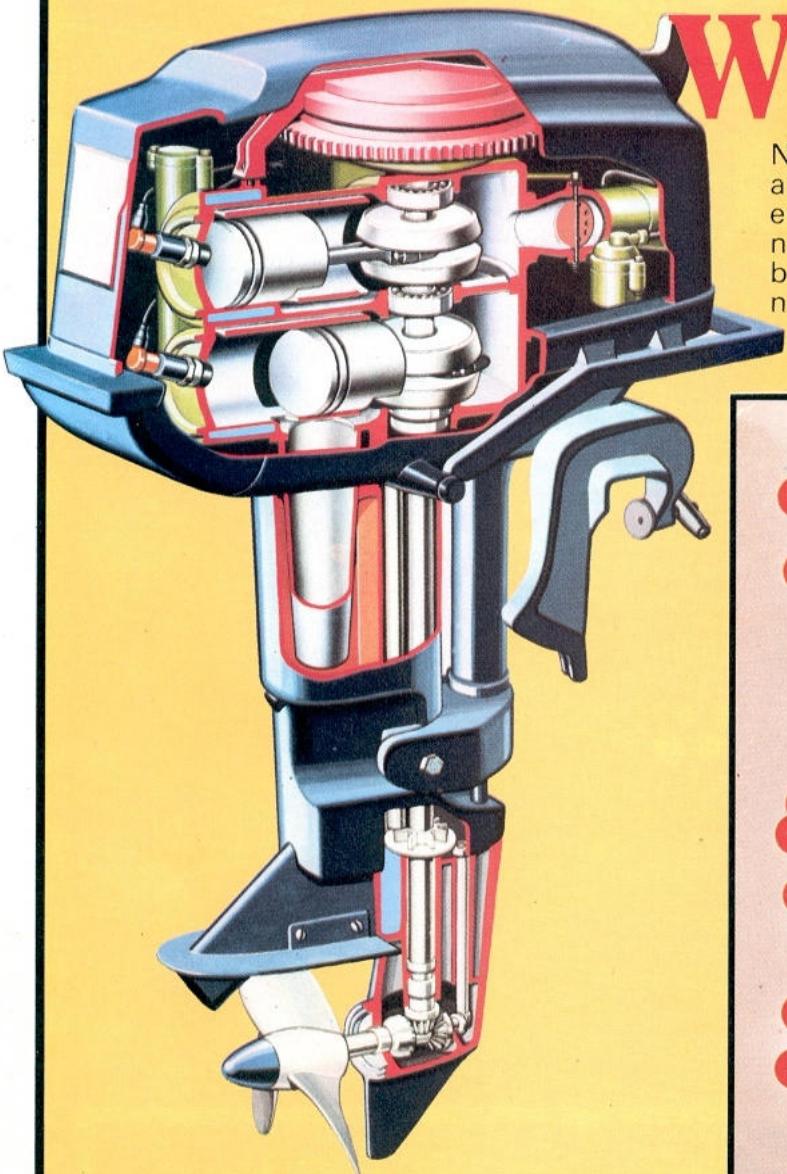
### Sonnenbatterien

Vor kurzem wurden in den Vereinigten Staaten von Amerika Quarz-Armbanduhren mit Solarzellen entwickelt. Auf dem Zifferblatt einer solchen Uhr befinden sich zwei kleine Sonnenbatterien, die durch das Sonnenlicht aufgeladen werden. Ihre Betriebsdauer nach einer Aufladung beträgt bei völliger Dunkelheit mindestens sechs Monate. Die LED-Anzeige gibt nicht nur die Uhrzeit in Stunden, Minuten und Sekunden an, sondern darüber hinaus Tag und Monat. Für diese Kalenderangaben müssen die Länge der Monate und die Schaltjahre einprogrammiert werden. Dieses Programm reicht bis zum Jahr 2100 und berücksichtigt beim Tagesdatum die jährlichen Verschiebungen. Da in dieser Ausführung keine gewöhnlichen Batterien, die entweder in Abständen aufgeladen oder ausgetauscht werden müssen, verwendet werden, kann das 'Laufwerk' dieser Uhren in einem wasserdichten, mit einem stoßdämpfenden Gallert gefüllten Uhrgehäuse versiegelt werden. Die Zeiteinstellung bei diesen Uhren erfolgt über einen kleinen Elektromagneten, der sich an der Außenseite des Gehäuses befindet und Schalter betätigt, die sich im versiegelten Gehäuse befinden.

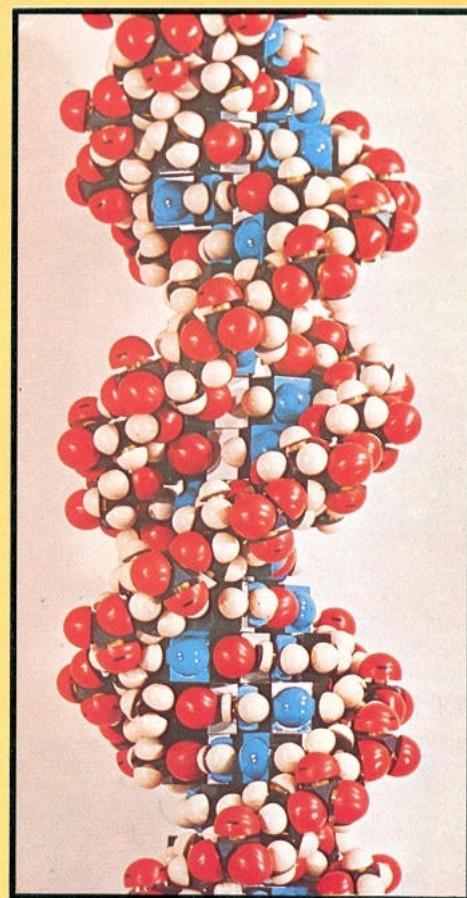
**Unten:** Leiterplatte mit Leiterbahnen, auch 'gedruckte Schaltung' genannt. Quarz-Uhren eignen sich besonders gut für eine Digitalanzeige, da das Gesamtsystem auf dem Prinzip der Mikroelektronik beruht und keine beweglichen Teile mehr hat.



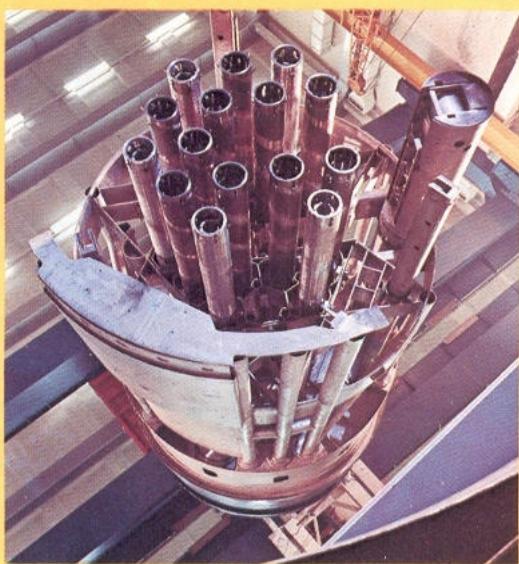
# WAS ERWARTET SIE IN HEFT 3 - VON WIE GEHT DAS



Neuzeitliche Freizeitboote werden von Motoren angetrieben, für die die neuesten Konstruktionserkenntnisse herangezogen wurden. Schlagen Sie nach, wie Verbrennungsmotoren moderne Rennboote antreiben, lesen Sie den Artikel über den neuesten Wankelmotor in WIE GEHT DAS



Worin unterscheiden sich Atome und Moleküle? Wie verändern sich Atome, wenn sie Moleküle bilden? Mit der Aufklärung der Struktur des Mikrokosmos haben sich Denker wie Mendeljew, Einstein und Bohr auseinandergesetzt. Zu welchen Ergebnissen gelangten sie?



Die Kernenergie, durch Kernfusion oder durch Kernspaltung gewonnen, könnte die Energieprobleme der Erde für alle Zeit lösen. Lesen Sie, wie weit wir uns diesem Ziel genähert haben. Lassen Sie sich erklären, wie ein Kernreaktor arbeitet, und wie die schnellen Brüter ihren eigenen Spaltstoff erzeugen.

Hierüber informiert Sie  
**WIE GEHT DAS**  
Kaufieren Sie  
Heft 3  
bei Ihrem  
Zeitschriften-  
händler.

