

HEFT 14 EIN WÖCHENTLICHES SAMMELWERK ÖS 25
SFR 3.50 DM 3

WIE GEHT DAS

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



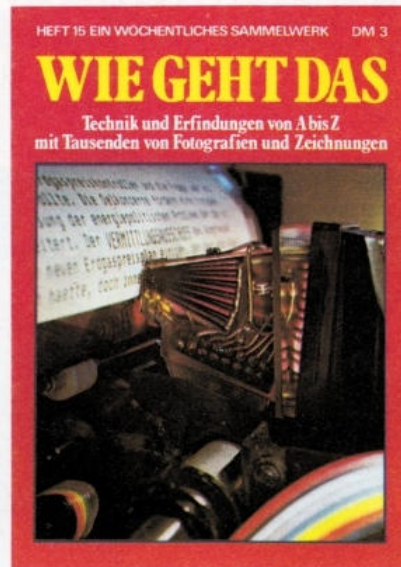
scan: **IGDL**

WIE GEHT DAS

Inhalt

Fahrkarten-automaten	365
Fahrsimulator	368
Fahrstuhl	369
Fahrzeug-schmierung	372
Fallschirm	375
Fangnetzanlage	380
Färben	382
Farbfernseher	385
Farbfilmkopien	391

In Heft 15 von Wie Geht Das



Das internationale Telex-System gewinnt immer mehr an Bedeutung und expandiert ständig – nicht zuletzt, weil es billiger ist, 'fernzuschreiben' als zu telefonieren! Der Artikel 'Fernschreiber' in Heft 15 von Wie Geht Das beschreibt die Arbeitsweise, das Code-System und den Aufbau des Telex-Netzes.

Das weltweite Kommunikationssystem einschließlich Telex beruht heute vielfach nicht mehr auf Kabel-, sondern auf Satellitenübermittlung. In der nächsten Ausgabe von Wie Geht Das können Sie sich über die Entwicklung dieser Satelliten informieren.

WIE SIE REGELMÄSSIG JEDE 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. Außerdem können Sie alle 'Erfindungen' dort hineinlegen.

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 Ordnern 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 11 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, 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 lesbar enthalten.



FAHRKARTENAUTOMATEN

Der Verkauf von Eisenbahnfahrkarten—aber auch beispielsweise von Parkscheinen—ist heute weitgehend automatisiert.

Verkaufsautomaten werden entweder durch den Kassierer oder mit Münzen bzw. Geldscheinen bedient. Die Mechanik beider Arten ist im wesentlichen gleich; bei den Münzautomaten wird der Hebel oder die für den Kassierer bestimmte Tastatur durch eine Vorrichtung zum Prüfen von Münzen ersetzt. Da die Gehälter gestiegen sind und die Tarife vereinfacht wurden, haben sich Münzautomaten in vielen Bereichen durchgesetzt. Man trifft sie auf Parkplätzen, im Bahn- und Busverkehr und an vielen anderen Stellen an.

Ausgabemechanismus

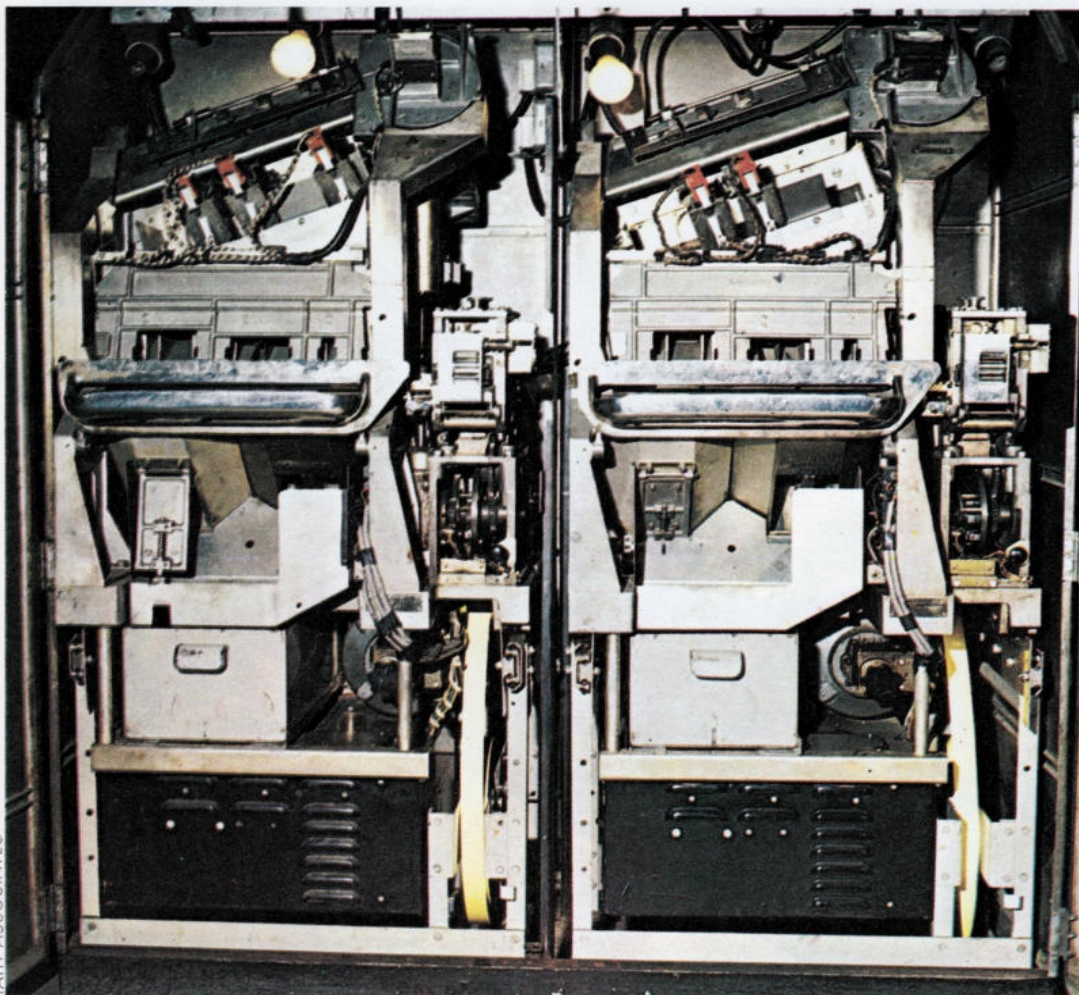
Man kennt drei Arten von Fahrkarten: im voraus bedruckte Fahrkarten, teilweise im voraus bedruckte Fahrkarten und Fahrkarten, die während der Ausgabe bedruckt werden. Je nach Ausgabetyp ist der Ausgabemechanismus mehr oder minder kompliziert.

Die im voraus bedruckte Fahrkarte hat immer Vorschublöcher, die sich zumeist an der Trennkante der Fahrkarten befinden. In diese Löcher greifen Stifte eines Vorschubrades ein, das sich so weit dreht, wie eine Fahrkarte lang ist. Auf derselben Welle wie das Vorschubrad sitzt ein Zahnrad, dessen Zahl der Zähne der Zahl der Vorschubstifte entspricht. Dieses Zahnrad wird durch eine Sperrklinke oder eine besondere, stufenförmige Haltescheibe am Zurückdrehen gehindert. Das Zahnrad rastet in eine Zahnstange (ein gerades Metallstück mit Zähnen an einer Kante) ein. Die



COLORIFIC

Oben: Dieser halbautomatische Fahrkartendrucker gibt eine Vielzahl von Fahrkarten aus. Der Schalterbeamte hat aber fast genauso viel Arbeit wie beim Verkauf von Einzelfahrkarten.



Links: Fahrkartenautomat in einem Bahnhof der Londoner U-Bahn. Die leeren, auf der Rückseite mit einem Oxid zur Betätigung der Eingänge beschichteten Fahrkarten werden von der Maschine mit Fahrpreis, Ausgabebahnhof, Datum und einer laufenden Nummer bedruckt. Zwei Fahrkarten werden im voraus bedruckt, damit die Druckfarbe trocknet, bevor der Käufer damit in Berührung kommt. Die Vorrichtungen mit den roten Enden oben an jedem Automaten sind Magnete, die die Maschine in Gang setzen, wenn eine Münze eingeworfen wurde.

1 Messer

2 Magnetische
Datenrolle

3 Druckwalze

4 Andruckwalzen

5 Farbwerk

6 Fahrkarten-Ausgabewalze

7 Ausgeworfene Fahrkarte

8 Zahnriementrieb

9 Münzentrichter

10 Wahltasten

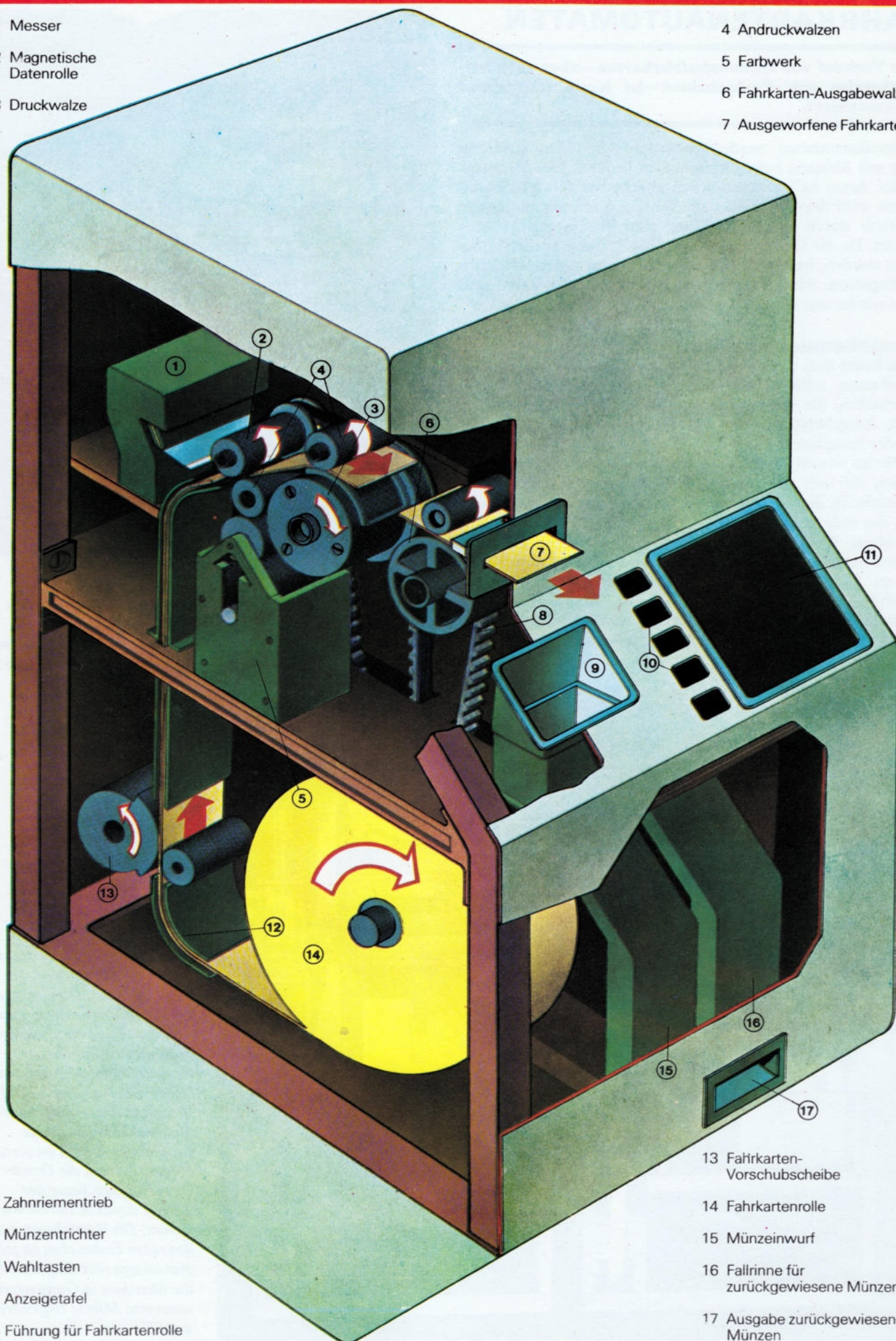
11 Anzeigetafel

12 Führung für Fahrkartenrolle

13 Fahrkarten-
Vorschubscheibe

14 Fahrkartenrolle

15 Münzeinwurf

16 Fallrinne für
zurückgewiesene Münzen17 Ausgabe zurückgewiesener
Münzen

Vorwärtsbewegung des Vorschubrades wird durch die Zahnstange gesteuert, indem sie eine bestimmte, von Hand durch Anschläge einstellbare Strecke zurückläuft. Wird die Zahnstange freigegeben, bringt sie eine Feder in die Ausgangsstellung zurück. Alle vorgewählten Fahrkarten werden vorgeschoben. Am Ende dieses Arbeitsablaufes springt ein Messer vor und schneidet die Fahrkarten von der Rolle ab.

Fahrkartendruck

Teilweise im voraus bedruckte Fahrkarten werden auf ähnliche Weise ausgegeben. Der Vorschub jedoch geht nur über die Länge einer einzigen Fahrkarte, so daß die Druckvorrichtung auf den bereits auf der Fahrkarte vorhandenen Druck ausgerichtet werden kann. Die Zahnstange ist als Schaltklinke ausgebildet, die in diesem Falle nur eine Zahnstange mit einem Zahn ist. Die Zeit, während der sich die Schaltklinke zurückbewegt, ist für das Aufbringen eines zusätzlichen Aufdruckes ausreichend. Dieser Vorgang wiederholt sich für eine beliebige Zahl von Fahrkarten.

Den Druckstempel bilden meist gravierte Walzen, die sich über dem zum Bedrucken vorgesehenen Feld der Fahrkarte befinden. Die Walzen werden durch Knöpfe oder Zahnräder von Hand oder elektromechanisch auf den gewünschten Wert eingestellt. Ein Druckkissen drückt die Fahrkarte gegen die Walze, vor der ein Farbband liegt. Sobald das Bedrucken der Fahrkarte beendet ist, tritt der Ausgabemechanismus in Aktion.

Für Fahrkarten, die bei der Ausgabe mit dem vollen Aufdruck versehen werden, sind unterschiedliche Maschinen entwickelt worden. Meist handelt es sich um verkleinerte Ausführungen der normalen Druckmaschine. Bei einer typischen Bauart wird ein Stück unbedrucktes Papier von einer Rolle abgeschnitten, kommt zwischen zwei Walzen, von denen eine mit den Drucktypen versehen ist. Beide Walzen drehen sich mit der Vorschubgeschwindigkeit des Papiers und geben das Papier schließlich aus.

Das Fahrscheinpapier wird zwischen zwei Walzen vorge-

schoben. Die größere Walze hat einen Antrieb und führt für jeden Fahrschein eine Umdrehung aus. Von ihrer Oberfläche ist ein Stück weggeschnitten, so daß ein hochstehender Rand entsteht, der genauso lang wie der Fahrschein ist. Es wird also immer nur ein Fahrschein vorgeschoben und dann angehalten, obwohl die Walze sich fortlaufend drehen kann. Die Länge der Lücke auf der Walze läßt der Maschine Zeit, den Fahrschein abzuschneiden und ihn zwischen den eingravierten Drucktypen und der Andruckwalze zu erfassen. Kurz bevor die Drucktypen mit dem Fahrschein in Berührung kommen, werden sie durch eine Walze mit Druckfarbe versehen.

Das Bedrucken des Fahrscheines ist ein unterbrochener Vorgang, weil die Vorwärtsbewegung des Fahrscheines von dem zwischen den Drucktypen und der Andruckwalze herrschenden Druck abhängt. Der Abstand zwischen dem Fuß einer Drucktype und der Oberkante einer anderen kann, auf der Walze gemessen, 26 mm betragen, aber nur 4 mm am Fahrschein, weil sich dieser nicht bewegt, wenn keine Berührung zum Drucken besteht. Oft ist der Fahrschein nach Abschluß des Bedruckens für den Käufer oder Schalterbeamten noch nicht greifbar; ein weiteres Walzenpaar ist für die Ausgabe erforderlich.

Je nach Vielfalt und Häufigkeit des Bedruckens sind noch andere Druckverfahren in Gebrauch. Beim fliegenden Druckverfahren sind Reihen von Ziffern und Buchstaben auf eine Walze graviert, wobei sich zehn oder zwanzig Spalten ergeben können. Die Walze befindet sich ständig in schneller Drehung, und das Bedrucken geschieht durch winzige elektromagnetische Hämmer, die in jeder Spalte auf eines der gewählten Zeichen schlagen, während diese 'vorbeifliegen'. Beim Mosaikdrucker werden Nadeln in unterschiedlichen Reihenfolgen elektromagnetisch betätigt. Auf diese Weise entstehen mit Hilfe eines dazwischenliegenden Farbbandes Zeichen. Auf Grund der hohen Arbeitsgeschwindigkeit und der Vielfalt der Wahlmöglichkeiten ist für diese Verfahren elektronischer Betrieb erforderlich.

Rechts: Fahrkartenautomat der Städtischen Verkehrsbetriebe in Berlin (West) für den U-Bahnverkehr. Der Automat hat sechs verschiedene Tarifstufen. Die Umschaltung auf verbilligte Tarife für Rentner, Arbeitslose, Schüler und Studenten erfolgt automatisch. Die Wechselgeldrückgabe ist ebenfalls voll automatisiert.



Links: Schnittbild eines Fahrkartenautomaten. Er ist durch Einwurf einer Münze zu betätigen, wenn nur Fahrkarten einer einzigen Art auszugeben sind, oder durch Wahlkosten, die Informationen an die Druckwalze geben. Die Zahnriemen sorgen dafür, daß die verschiedenen Funktionsteile des Automaten in der richtigen Reihenfolge arbeiten.

FAHRSIMULATOR

Durch Verwendung eines Fahrsimulators können sich Fahrschüler in der Beherrschung eines Fahrzeugs üben, ohne wirklich zu fahren.

Ein vollständig ausgerüsteter Fahrsimulator vermittelt das Gefühl für das Gas- und Bremspedal, für die Lenkung und die Getriebebeschaltung eines modernen Automobils, während der Fahrschüler zugleich über eine realistisch nachgebaute Straße, mit Verkehr und allerlei wirklichkeitsgetreuen Gefahrensituationen, 'fahren' muß. Das 'Automobil' steht dabei jedoch auf einer festen Plattform in der Fahrschule, die 'Straße' ist ein durch die Windschutzscheibe eines in Bewegung befindlichen Fahrzeuges aufgenommener Film. Der Simulator ermöglicht damit dem Fahrschüler das Üben von

entsprechende Motordrehzahl zu gering ist. Ebenso muß die Kupplung, in die eine Reibvorrichtung eingebaut ist, mit deren Hilfe das Aufnehmen der Last simuliert wird, bei jedem Gangwechsel ordnungsgemäß betätigt werden.

Der Lenkmechanismus weist einen 'Nachlauf' auf, so daß das Gefühl für die Räder auf der Straße simuliert wird. Ebenso spürt man den Unterschied zwischen sanftem, mittlerem und scharfem Bremsen.

Bis zu 32 Simulatoren lassen sich am Steuerpult des Fahrlehrers anschließen. Dort werden auch alle wichtigen Tätigkeiten eines jeden Fahrschülers mit einem Binärcode auf der Tonspur eines Films über Computer aufgezeichnet. Alle Anzeigen auf der 'Fehlertafel' werden dem Fahrlehrer wiederholt, der auf diese Weise das Tun – und die Fortschritte – eines jeden Fahrschülers, dessen falsche Reaktionen jeweils einzeln auf einem digital anzeigenden Zählwerk gespeichert

WERNER DEGENER LEHRMITTEL



Dieser Fahrsimulator besteht aus zwei Teilen – dem Fahrstand und einem Bildschirmgerät. Der Fahrstand hat wie ein normales Auto Kupplungs- pedal, Bremse, Gaspedal, Steuerrad und Anzeig- instrumente sowie den Geschwindigkeitsmesser. Das Bildschirmgerät zeigt den Straßenverkehr mit Ampeln und anderen Verkehrszeichen. Fahrstand und Bildschirm- gerät sind zusammengeschaltet, so daß der Fahrschüler wie in einer echten Verkehrssituation reagieren muß.

Fahrtechniken und verhilft ihm zugleich in einer Vielzahl von Situationen zu einem 'Gefühl' für das Fahrzeug.

Jede Bedienungstätigkeit wird elektronisch am Pult des Fahrlehrers angezeigt. Er kann den Fahrschüler unterschiedlichen Situationen aussetzen und auf diese Weise dessen Reaktionsvermögen und Anpassungsfähigkeit prüfen. Dabei gewinnt der Fahrschüler realitätsnahe Erfahrungen, die ihm helfen, mit wirklichen Verkehrsbedingungen fertigzuwerden.

Der Fahrschüler sitzt im Simulator genauso wie in einem modernen Automobil. Vor seinem Fahrersitz befinden sich Lenkrad, Geschwindigkeitsmesser, der Hebel für den Richtungsblinker und das Automatik – oder handgeschaltete Getriebe, die Betätigungseinrichtungen für Feststell- und Betriebsbremse, Kupplung, Gaspedal, Scheinwerferschalter mit Abblendschalter, Öldruckmesser oder -warnleuchte und Rückspiegel. Außerdem ist eine 'Fehler-Tafel' angebracht, die dem Schüler sofort anzeigt, ob er den Motor 'abgewürgt' hat, mit nicht gelöster Feststellbremse fährt, die Geschwindigkeitsbegrenzung überschreitet oder ob er im Verhältnis zu im Film gezeigten Situationen zu heftig oder zu wenig bremsen oder lenkt. Eine zusätzliche, beleuchtete Anzeigetafel zeigt dem Schüler, welcher Gang eingelegt ist. Dies hilft ihm, den richtigen Getriebegang zum richtigen Zeitpunkt und passend zur Fahrzeuggeschwindigkeit zu wählen. Bei einer bestimmten Motordrehzahl 'zieht' der Motor nicht mehr; der Fahrschüler kann in einem hohen Gang nicht weiter fahren, wenn die

werden, verfolgen kann. Auch ist vom Fahrlehrerpult aus eine Geschwindigkeitsbegrenzung einprogrammierbar, die der Fahrlehrer, wenn er zum Beispiel entscheidet, daß eine bestimmte Situation eine Beschränkung auf 30 km/h verlangt, in das System eingeben kann. Die Fehlertafel zeigt dem Fahrschüler dann eine etwaige Überschreitung dieser Geschwindigkeitsbegrenzung an. Rückwärtsfahren und Einparken lassen sich mit Hilfe von Spiegeln üben, die zusammen mit Projektionstechniken das Bild liefern, das sich dem Fahrschüler bieten würde, wenn er über seine Schulter schauen würde.

Für die Tätigkeiten eines jeden Fahrschülers kann während des gesamten Kontrollvorganges ein getrennter Bewertungsbogen ausgedruckt werden.

Die das Verkehrsgeschehen simulierenden Farbfilm wurden durch die Windschutzscheibe eines Fahrzeuges aufgenommen, das sich wie im normalen Straßenverkehr bewegt. Um Gefahrensituationen aller Art einüben zu können, wurden die Filme entsprechend bearbeitet. Die Projektion erfolgt auf eine breite Fläche, damit der Fahrschüler nicht durch Ereignisse abgelenkt wird, die sich außerhalb der Projektionsfläche abspielen. Die Verwendung unterschiedlicher Filme sorgt für Abwechslung; spezielle Filme sind zur Verdeutlichung bestimmter Gesichtspunkte erhältlich. Der Fahrlehrer kann den Film kommentieren, anhalten, umspulen und erneut vorführen, so daß besondere Situationen, die der Fahrschüler nicht beachtet hat, hervorgehoben werden können.

FAHRSTUHL

Der elektrische Aufzug ist aus modernen Wohn- und Bürohochhäusern nicht mehr wegzudenken.

Ein Aufzug ist eine Anlage, die Personen oder Lasten zwischen den einzelnen Stockwerken eines Gebäudes in senkrechter Richtung befördert. Er besteht aus einem geschlossenen Fahrkorb mit einem Gegengewicht und wird von einem durch einen ELEKTROMOTOR angetriebenen Drahtseil auf und ab bewegt. Die erste in der Praxis verwendete spannungsgeregelte Aufzugsteuerung bestand aus einem Gleichstrom-Hubmotor und einem Motorgenerator, der seinerseits Wechselstrom speist war. Heute werden bei der Mehrzahl der Aufzugsanlagen, deren Geschwindigkeit zwischen 122 m/min und 152 m/min liegt, Getriebemotoren verwendet.

schnittliche Fahrzeit auf ein Minimum herabzusetzen. Bei dem einfachsten System läßt sich der Aufzug durch Drücken eines der Rufknöpfe heranholen. Die Station mit dem ersten Rufsignal wird als erste angefahren; beim Betreten des Fahrkorbes wählt der Fahrgast durch Betätigen des entsprechenden Druckknopfes die gewünschte Etage, die der Aufzug dann anfährt. Die anderen Stockwerke werden in der Reihenfolge der empfangenen Rufsignale angefahren.

Automatische Steuerung

Die einfachste automatische Steuerung erfordert nur einen Rufknopf auf jedem Stockwerk, gleichgültig, aus wievielen Aufzügen die gesamte Liftanlage besteht. Das Nahen eines Fahrkorbes wird durch ein Lichtsignal in Form eines nach oben oder unten weisenden Pfeiles über dem entsprechenden Schachtzugang angezeigt.



Aufzugsteuerungen

Wenn auch ständig neue Materialien, wie Kunststoffplatten und rostfreier Stahl, das Aussehen der Fahrkörbe verändert haben, hat sich das Fördersystem in den letzten 50 Jahren kaum geändert.

Im Gegensatz dazu ist die Aufzugsteuerung seit ihren Anfängen, als man durch Ziehen an einem Seil ein Druckventil betätigte oder eine Schiene über die Schalttafel-Kontakte gleiten ließ, sehr stark weiterentwickelt worden.

Druckknopf- und Tastersteuerungen im Fahrkorb und an den Schachtzugängen, automatisches Beschleunigen und Abbremsen sowie die Forderung nach höheren Fahrgeschwindigkeiten führten zu den heute üblichen genormten Steuerungen, die mit einer geringen Anzahl an Kabinen einen äußerst schnellen Service bieten.

Eines der Ziele des modernen Aufzugsbaus ist, die durch-

Oben: Die Eingangshalle des Regency Hotels in Atlanta, Georgia, USA. Panorama-Lifte gleiten an einer Säule entlang, die die Stockwerke miteinander verbindet und von der aus man Zugang zu den einzelnen Etagen hat.

Alle Aufzugsanforderungen sind in Sektoren aufgeteilt, die jeweils eine Anzahl benachbarter Etagen umfassen. Die Zahl der Sektoren entspricht der Anzahl der Fahrkörbe. Ein Fahrkorb wird immer dann zum Anfahren einer Station innerhalb des Sektors freigegeben, wenn sich die Türen geschlossen haben und keine bereits zugeteilten Rufsignale zuvor zu bedienen sind.

Sobald ein Fahrkorb frei ist, wird er in das Fördersystem wieder eingegliedert, wobei der jeweils nächste Fahrkorb dem zuerst zu bedienenden Sektor zugeordnet wird. Die Auswahl erfolgt mittels einer elektronischen Steuereinrichtung, die ständig den Standort aller Fahrkörbe der Liftanlage mit dem



Oben: Ein Paternoster im Pressehaus Hamburg. Diese Beförderungsmittel werden auch 'Umlaufaufzüge' genannt. Sie werden jedoch allmählich durch Rolltreppen ersetzt.

Links: Eine Touristenattraktion in Niagara, Kanada: der 228 Meter hohe Skylon-Turm. Während man im Panorama-Lift hinauffährt, hat man einen Ausblick auf die Niagara-Fälle.

zuerst anzufahrenden Rufsignal vergleicht.

Viele Aufzugsanlagen arbeiten besonders zeitsparend, indem der Aufzug sofort in Gang gesetzt wird, sobald kein Fahrgast mehr zu- oder aussteigt. Dies wird mit Hilfe von FOTOZELLEN überwacht, die in den seitlichen Türkanten eingelassen sind.

Die meisten Aufzugsteuerungen arbeiten elektromechanisch, doch eine steigende Zahl von Aufzugsanlagen wird neuerdings elektronisch gesteuert. Die Fahrkorbbewegungen werden mittels einer komplexen Anordnung von LOGIKSCHALTUNGEN überwacht.

Gegengewichte

Bei Personenaufzügen wird das Fahrkorbgewicht in der Regel durch ein schweres Gegengewicht, das dem Gewicht des leeren Fahrkorbes zuzüglich etwa 40% der maximalen Nutzlast entspricht, ausgeglichen. Das Gegengewicht soll die zum Aufwärtsbewegen des Fahrkorbes erforderliche Kraft verringern und durch eine gewisse Abbremswirkung die Geschwindigkeit des abwärts fahrenden Fahrkorbes steuern helfen.

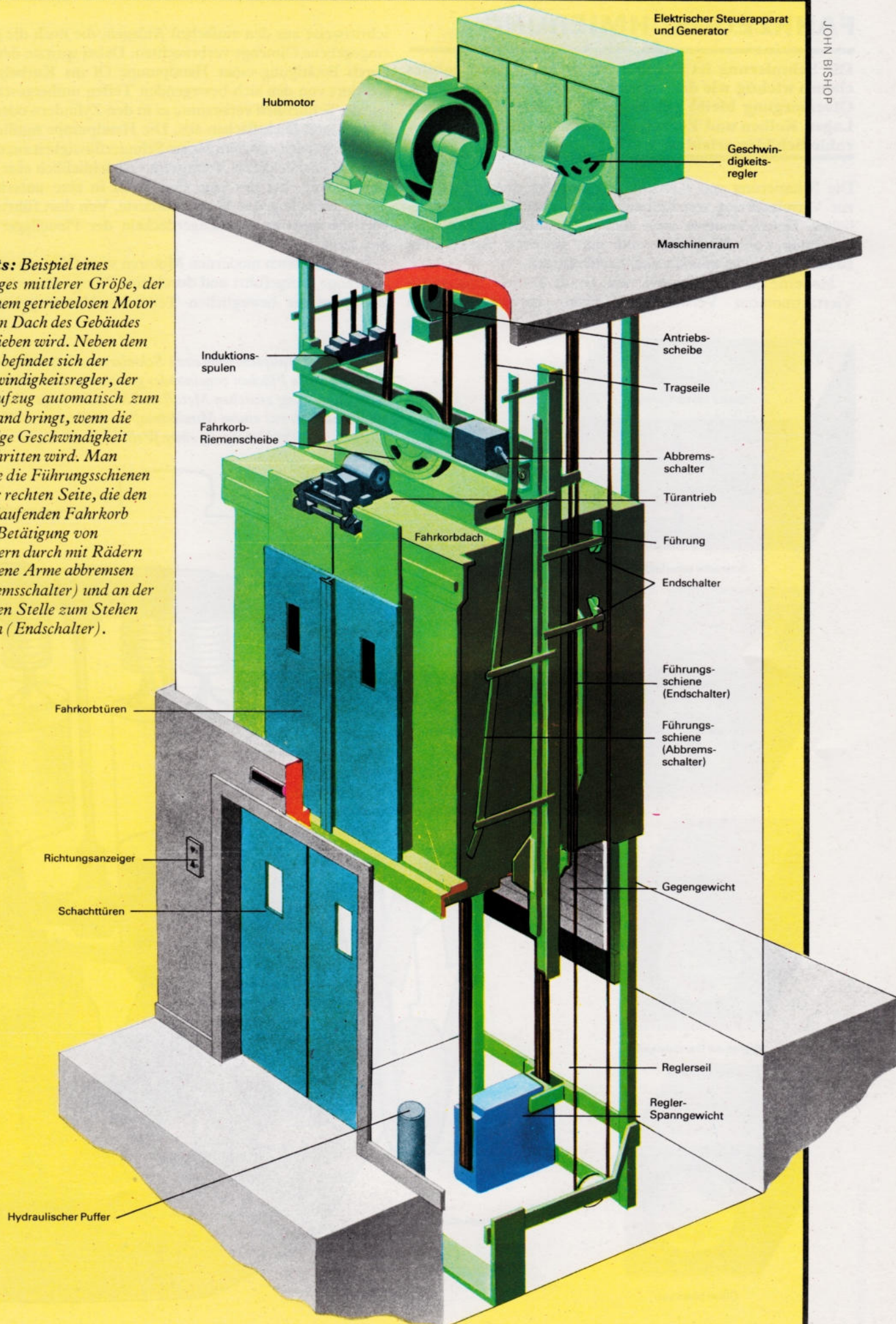
Sicherheitsvorrichtungen

Die Sicherheit der Fahrgäste steht beim Aufzugsbau an erster Stelle. Die Fahrgeschwindigkeit der Kabine wird normalerweise durch Geschwindigkeitsregler gesteuert, die auf die Motor- und Bremskreise wirken. Sobald die Geschwindigkeit des abwärts fahrenden Korbes eine vorgegebene Grenze überschreitet, wirken starke Bremsvorrichtungen, die von einem Kabel, das mit einem Geschwindigkeitsregler an der Aufzugswinde verbunden ist, ausgelöst werden, auf die Führungsschienen und bringen den Fahrkorb ruckfrei und sicher zum Stillstand. Hydraulische Puffer oder Aufsetzfedern am Schachtboden aller Aufzugsanlagen sorgen dafür, daß ein durchfallender Fahrkorb oder ein fallendes Gegengewicht bei Ansprechen des Reglers sicher zum Stehen kommen.

Viele moderne Aufzugsanlagen verfügen über Vorrichtungen, die das Gewicht des beladenen Fahrkorbes abtasten. Ist der Fahrkorb voll beladen, reagiert er nicht auf Anforderungen von außen und hält nur bei entsprechendem Signal von innen. Bei Übergewicht wird der Start nicht ausgelöst und der Fahrkorb nicht in Gang gesetzt.

Alle Aufzugsanlagen werden durch Türverriegelungen zusätzlich gesichert. Diese sorgen dafür, daß der Fahrkorb sich nicht in Bewegung setzt, bevor nicht alle Türen geschlossen sind, daß sich die Schachttüren nur öffnen, wenn auch ein Fahrkorb hinter ihnen steht und daß die Fahrkorbtüren geschlossen bleiben, bis die Kabine an einer Station zum Stehen gekommen ist. Betritt oder verläßt ein Fahrgast die Kabine, wenn sich die Türen bereits zu schließen beginnen, sorgen zusätzliche Sicherheitseinrichtungen dafür, daß diese sich erneut öffnen. Viele Fahrkörbe sind mit einer Falltür in der Decke ausgestattet, um einen Ausstieg der Fahrgäste zu ermöglichen, wenn der Aufzug zwischen zwei Stockwerken steckenbleiben sollte.

Rechts: Beispiel eines Aufzuges mittlerer Größe, der von einem getriebelosen Motor auf dem Dach des Gebäudes angetrieben wird. Neben dem Motor befindet sich der Geschwindigkeitsregler, der den Aufzug automatisch zum Stillstand bringt, wenn die zulässige Geschwindigkeit überschritten wird. Man beachte die Führungsschienen auf der rechten Seite, die den vorbeilaufenden Fahrkorb durch Betätigung von Schaltern durch mit Rädern versehene Arme abbremzen (Abbremschalter) und an der richtigen Stelle zum Stehen bringen (Endschalter).



FAHRZEUGSCHMIERUNG

Die Schmierung ist für den Motor eines Automobiles ebenso wichtig wie die Versorgung mit Kraftstoff. Ohne Ölversorgung bleibt ein Motor bald stehen, und seine Lager, Kolben und Zylinderlaufbahnen können irreparable Schäden erleiden.

Die Schmierung von Kraftfahrzeugmotoren dient nicht nur zur Verminderung von Reibung und Verschleiß bei beweglichen Teilen, sondern auch zur Wärmeableitung, zur Verringerung von Korrosion und zur besseren Abdichtung zwischen Zylinderwänden und Kolbenringen.

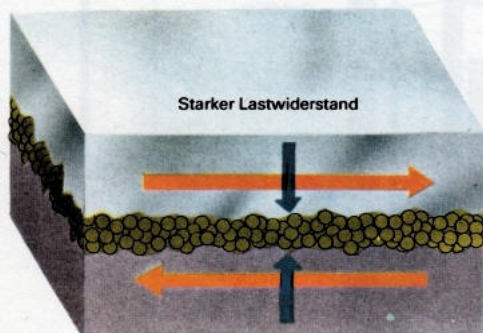
Moderne Schmiersysteme, wie sie in Diesel- und Otto-Viertaktmotoren Verwendung finden, entwickelten sich

schrittweise aus den einfachen Anlagen, die noch die gesamte eingegebene Ölmenge verbrauchten. Dabei spritzte der Fahrer durch Betätigung einer Handpumpe Öl ins Kurbelgehäuse, das dort von den sich bewegenden Teilen umhergeschleudert wurde. Schließlich verbrannte es in den Zylindern oder trat an Lagern und Dichtflächen aus. Die Handpumpe mußte erneut betätigt werden, um dem Motor Schmierflüssigkeit zuzuführen.

An die Stelle dieses Verfahrens trat schließlich eine Art der Schmierung, bei der eine Pumpe Öl in eine unterhalb der Kurbelwelle liegende Wanne förderte. Von dort führten Leitvorrichtungen an den Lagerdeckeln der Pleuellager das Öl den Lagern zu.

In den meisten modernen Motoren wird Öl in einem Sumpf (Ölwanne) mitgeführt und durch eine Pumpe über eine Filteranlage an die beweglichen Teile des Motors geleitet. Der

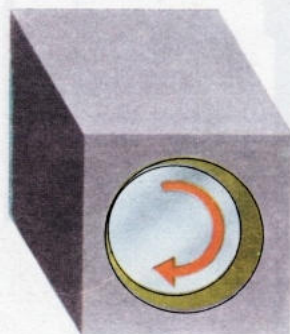
Unten: Die Hauptaufgabe eines Schmiermittels besteht darin, sich bewegende Flächen voneinander getrennt zu halten, damit keine Berührung zwischen Metall und Metall erfolgt. Dadurch können sie sich mit einem Mindestmaß an Reibung und Verschleiß bewegen. Die Drehbewegung einer Welle in einem Lager erzeugt



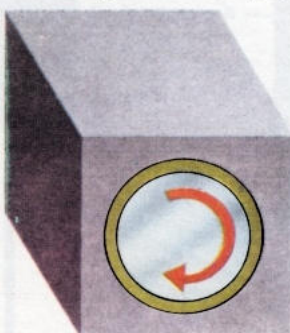
Starker Lastwiderstand



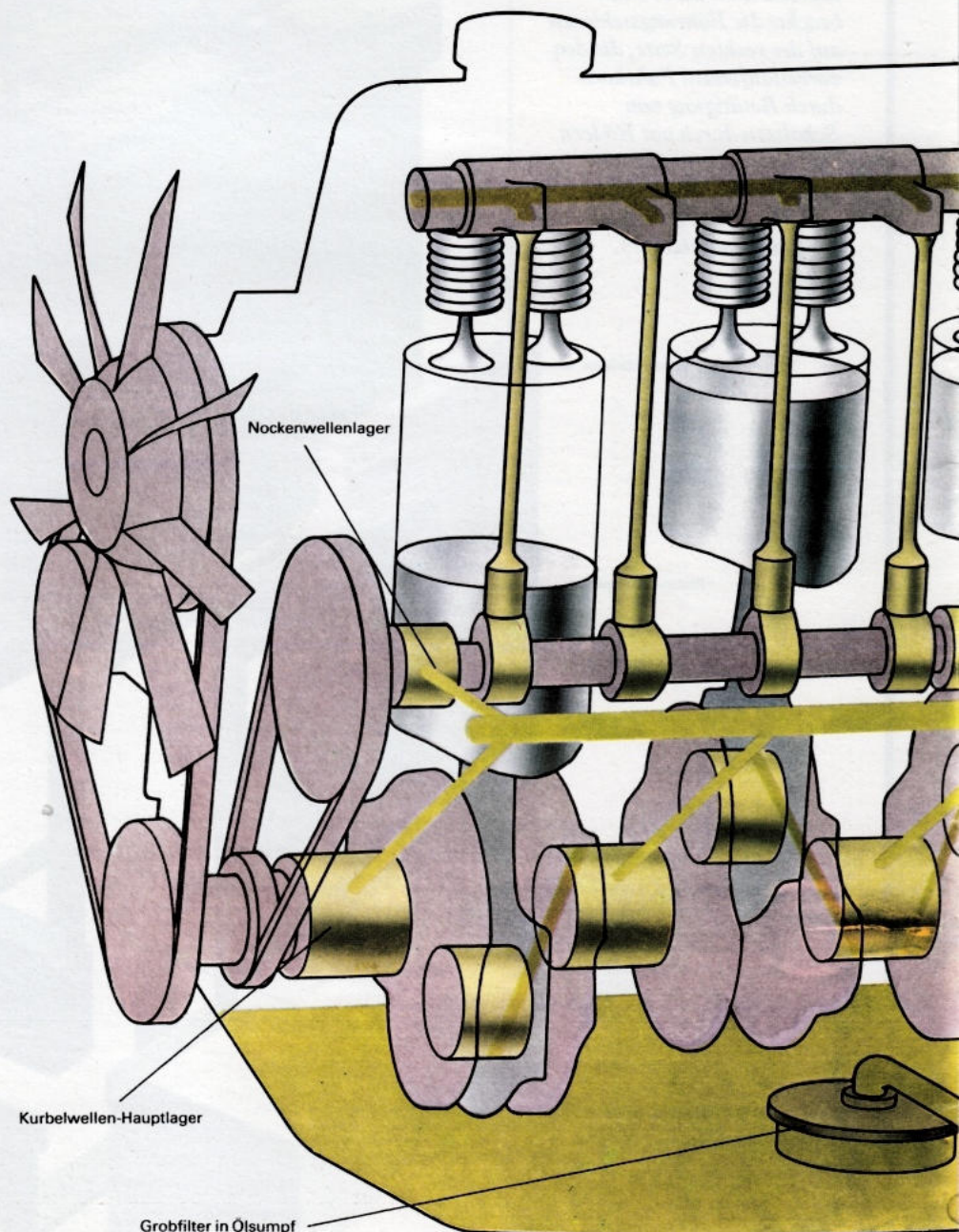
Schwache Scherfestigkeit



Beginn der Drehbewegung



Ölfilm bildet sich



Nockenwellenlager

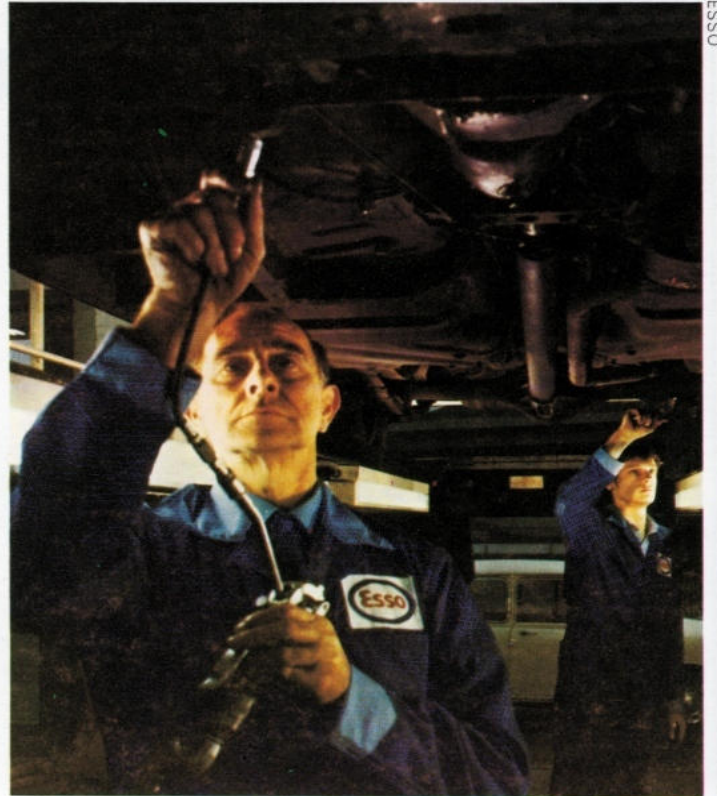
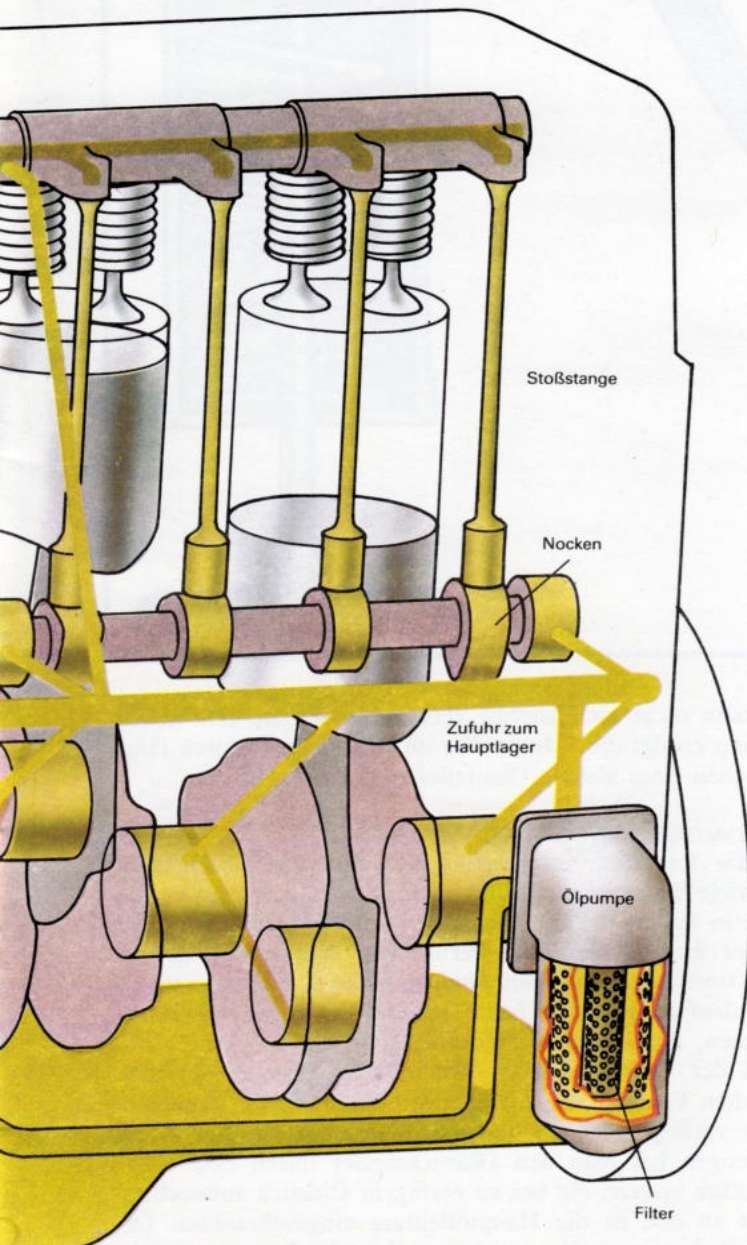
Kurbelwellen-Hauptlager

Grobfilter in Ölwanne

Sumpf ist gewöhnlich der am tiefsten gelegene Teil des Kurbelgehäuses. Er dient als Vorratsbehälter für das Öl und zugleich als Kühler. Die Kühlwirkung wird dadurch erreicht, daß die Ölwanne in den Luftstrom unterhalb des Fahrzeugbodens hinausragt. Sie kann durch zusätzliche Kühlrippen an der Wanne verstärkt werden. Die Pumpe ist normalerweise am Kurbelgehäuse angeflanscht. Der Antrieb erfolgt von der Kurbelwelle entweder unmittelbar oder über die Nockenwelle. Die verbreitetsten Arten von Ölpumpen sind Zahnradpumpen, bei denen zwei miteinander kämmende Zahnräder das Öl nach oben saugen, und Rotorpumpen.

Bei letzteren läuft ein exzentrisch innerhalb des Gehäuses angebrachter Rotor um, und Leitschaufeln, die um ihn herum angeordnet sind, führen das Öl in ähnlicher Weise vom Einlaß zum Auslaß, wie die sich drehenden Leitschaufeln bei einem KOMPRESSOR.

einen Ölfilm um die Welle herum, der sie trägt und der einen Abstand zwischen ihr und dem Lager schafft. Die Pumpe saugt Öl aus dem Sumpf und drückt es an die Lagerflächen, von wo es schließlich zur erneuten Verwendung in den Sumpf zurückkehrt ('Druckumlaufschmierung').



Oben: Absmieren der Vorderradaufhängung eines Fahrzeugs. Zur Schmierung des Motors und der Kraftübertragung wird Öl verwendet, die meisten anderen Haupt-Schmierstellen am Fahrzeug werden mit Fett versorgt. Fortschritte in der Fahrzeugkonstruktion führten zur Senkung der Schmierintervalle.

Filter

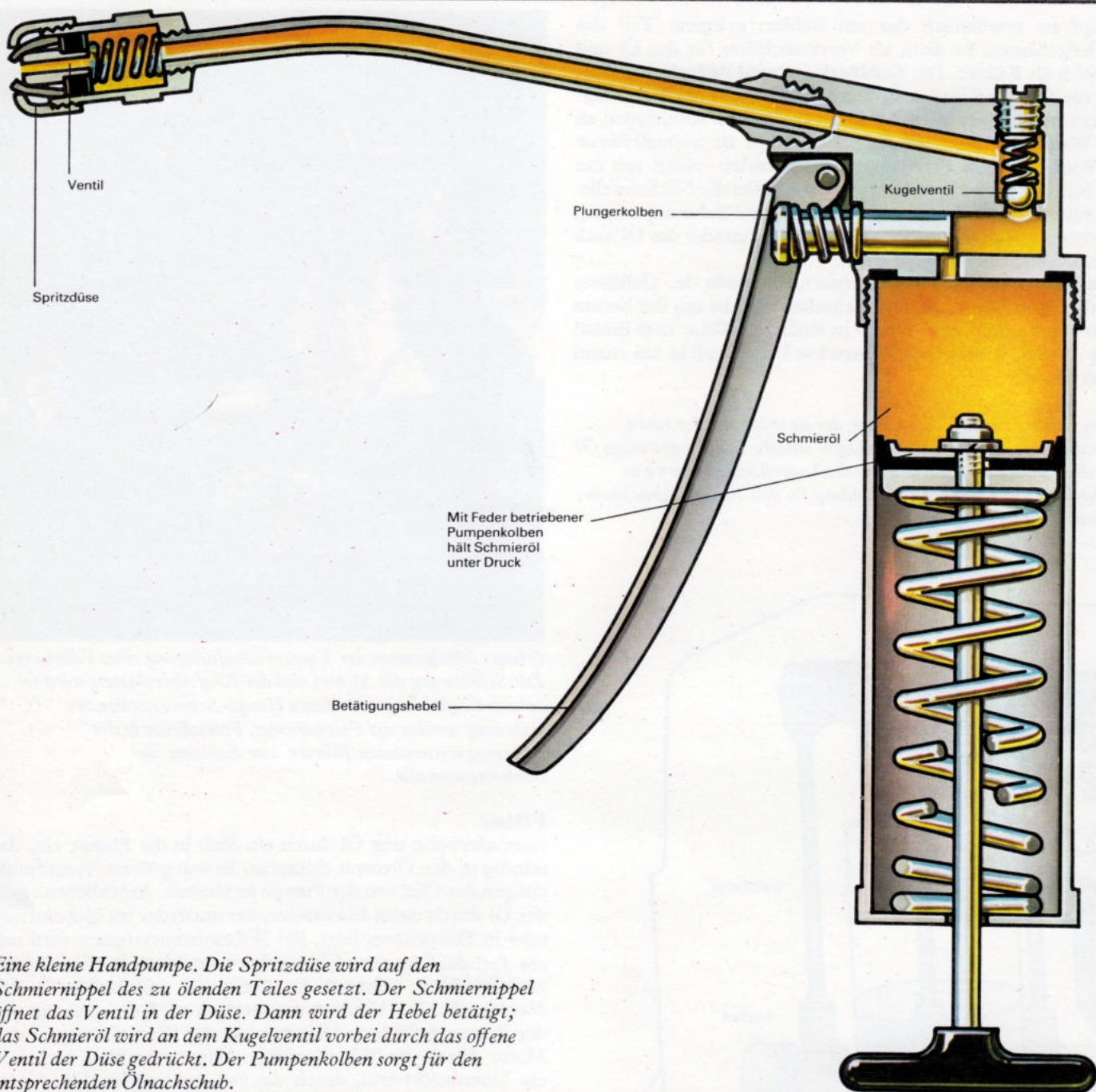
Normalerweise tritt Öl durch ein Sieb in die Pumpe ein, das ständig in den Ölvorrat eintaucht. Es soll gröbere Verschmutzungen des Öles von der Pumpe fernhalten. Anschließend geht das Öl durch einen Feinfilter, der entweder im Nebenstrom oder in Hauptstrom liegt. Bei Nebenstromsystemen wird nur ein Teil des Öles zum Filter geleitet und dann in die Ölwanne zurückgeführt, während das übrige Öl unmittelbar in den Motor geht. Bei Hauptstromsystemen wird die gesamte von der Pumpe geförderte Ölmenge vor der Weiterleitung in den Motor durch das Filter geführt. Hauptstromfilter enthalten ein Überdruckventil, durch das bei verstopftem Filter oder zu kaltem und damit zu dickflüssigem Öl das Schmiermittel in die Ölwanne zurückfließt.

Filter können aus den verschiedensten Materialien hergestellt werden; sie müssen lediglich in der Lage sein, feinste Abriebteilchen auszufiltern, ohne den Durchfluß des Öles zu behindern. Eine häufig verwendete Art von Filtereinsatz besteht aus kunstharzimprägniertem Papier, das zu einem Stern mit vielen Zacken gefaltet und in einem gelochten Metallzylinder eingesetzt wird. Öl tritt durch die Löcher im Zylinder ein, geht durch den Filtereinsatz und fließt aus einem in der Mitte des Zylinders befindlichen Austrittsrohr ab.

Üblicherweise verwendete Hauptstromfilter halten alle Teilchen mit einem Durchmesser von mehr als 15 µm (Mikrometer), 95% aller Teilchen von mehr also 10 µm und 90% aller Teilchen von mehr als 5 µm zurück. Im Laufe der Zeit setzt der Filter sich schließlich zu und verliert damit an Wirksamkeit, weshalb er von Zeit zu Zeit ausgewechselt werden muß.

Der Weg des Öles im Motor

Vom Filter fließt das Öl bei modernen Motoren mit einem Druck von 2,8 bar bis 4,2 bar in eine Haupt-Ölleitung, die über



Eine kleine Handpumpe. Die Spritzdüse wird auf den Schmiernippel des zu ölenden Teiles gesetzt. Der Schmiernippel öffnet das Ventil in der Düse. Dann wird der Hebel betätigt; das Schmieröl wird an dem Kugelventil vorbei durch das offene Ventil der Düse gedrückt. Der Pumpenkolben sorgt für den entsprechenden Ölnachschub.

kleinere Bohrungen im Zylinderblock mit den beweglichen Teilen, wie z. B. Hauptlagern, Nockenwellenlagern, Kipphebeln und Steuerrädern, verbunden ist. Nachdem es durch die Kurbelwellen-Hauptlager hindurchgegangen ist, fließt ein Teil des Öles in die Ölwanne zurück, das übrige Öl geht durch Bohrungen in der Kurbelwelle an die Pleuellager.

Zylinderwände und Kolbenbolzen werden gewöhnlich mit Öl geschmiert, das aus den Pleuellagern weggeschleudert wird, oder aber durch eine Ölbohrung in der Pleuellstange.

Bei Motoren, die mit hohen Öltemperaturen arbeiten, kann ein Ölkühler im Druckkreislauf des Öles eingebaut werden. Für einige Hochleistungsmotoren verwendet man die sogenannte 'Trockensumpf'-Schmierung. Dabei befindet sich Öl außerhalb des Motors in einem Vorratsbehälter, der zugleich als Ölkühler dienen kann. Es wird von dort durch einen Filter in den Motor gepumpt und durch eine weitere Pumpe im Ölsumpf abgepumpt und an den Vorratsbehälter zurückgeleitet.

Bei den meisten Zweitakt-Ottomotoren dient das Kurbelgehäuse zur ersten Verdichtung des Kraftstoff/Luft-Gemisches

und kann nicht als Ölsumpf verwendet werden. Bei diesen Motoren erfolgt die Schmierung im allgemeinen durch Hinzumischen eines kleinen Ölanteiles zum Kraftstoff.

Überwachungseinrichtungen

Um die Funktion des Öldruck-Kreislaufs zu überprüfen, sind viele Fahrzeuge mit Öldruckmessern ausgerüstet. Sie waren in früheren Zeiten durch eine dünne Kapillarleitung mit der Haupt-Ölbohrung verbunden. Wegen der Bruchgefahr und des damit zusammenhängenden Druckverlustes im Ölkreislauf arbeitet man heute ausschließlich mit elektrischen Systemen, die am Öldruckschalter angeschlossen sind. Ein Abfall der Öldruckanzeige oder ständig geringer Öldruck zeigt dem Fahrer, daß entweder ein Fehler in der Schmieranlage vorliegt oder der Ölvorrat zu gering ist. Bei vielen Fahrzeugen hat man den Öldruckmesser durch eine Kontrollleuchte ersetzt, die bei zu geringem Öldruck aufleuchtet. Sie ist an den in die Hauptölleitung eingeschraubten Öldruckschalter angeschlossen, dessen Kontakte bei zu geringem Druck in der Anlage schließen.

FALLSCHIRM

Fallschirme haben unzähligen Fliegern beim Absturz von Flugzeugen das Leben gerettet. Sie bilden auch die Voraussetzung für das Kunstspringen, eine der aufregendsten Sportarten, die wir kennen.



BAVARIA

Zum Fallschirm gehört der Packsack, der den Schirm aufnimmt, und das Gurtzeug. Das Gurtzeug ist so eingerichtet, daß es den Springer nicht verletzt, wenn sein Fall durch die Öffnung des Schirms heftig abgebremst wird. Ferner muß der Springer sich schnell vom Gurtzeug freimachen können, wenn er auf Wasser niedergeht oder bei hohen Windstärken, die ihn über den Boden schleifen lassen können, landet. Der Fallschirmspringer zieht erst einige Sekunden nach dem Absprung vom Flugzeug die Zugleine, damit der sich öffnende Fallschirm sich nicht im Flugzeug verfangen kann. Der Zug an der Leine entfernt einen Stift, der die Klappen am Packsack geschlossen hält. Ein kleiner Hilfsfallschirm, der zusammengefaltet zwischen den Klappen liegt, wird durch eine Feder ausgestoßen, gerät in den Luftstrom und zieht den Hauptfallschirm aus dem Packsack. Bei den Fallschirmen, die die Fallschirmjäger beim Militär verwenden, ist eine Verbindungsleine am Flugzeug angebracht, damit sich der Schirm automatisch öffnet. Aus Kampfflugzeugen werden die Piloten mit Sitz und Fallschirm aus dem Flugzeug geschleudert. Der Fallschirm entfaltet sich automatisch (siehe SCHLEUDERSITZ).

Als sichere Sinkgeschwindigkeit gilt 6,6 m/s. Fallschirmjäger brauchen für diese Sinkgeschwindigkeit einen größeren Fallschirm, weil sie im Gegensatz zu Piloten, die 'aussteigen' müssen, und Sportspringern noch schweres Gepäck mit sich führen. Freifallspringer legen Tausende von Metern im freien Fall zurück, wobei sie Geschwindigkeit und Richtung des Falles durch Körperbewegungen beeinflussen können. Das Sportspringen unterliegt strengen Sicherheitsvorschriften; Freifallspringer müssen ihren Schirm in der Mindesthöhe von 670 m entfalten. Ein Fallschirmspringer trifft am Boden mit einer Endgeschwindigkeit auf, die einem Sprung aus einer Höhe von etwa 2,6 m entspricht.

Aufbau

Ein Fallschirm entfaltet sich, wenn die von unten eintretende

Viele Neugierige sind bei dieser erfolgreichen Landung eines Parakommandos zu sehen.



Luft durch den Stoff, aus dem der Schirm besteht, aufgehalten wird, so daß sich der hier bildende Druck nach außen ausbreitet. Ist die Durchlässigkeit (Porosität) des Stoffes zu groß, genügt der Druck nicht, den Schirm voll zu entfalten. Er 'schluckt dann Luft', wie es im Fachjargon heißt. Bei geringer Porosität des Stoffes entfaltet sich der Schirm schnell, jedoch versetzt ihn die an der Unterkante entweichende Luft in Schwingungen. Der am Schirm hängende Springer macht diese Schwingungen mit, weil der Widerstand seines Körpers gegen diese Querbewegung geringer ist als der des Fallschirms.

Ein aus konzentrischen Ringbändern zusammengefügter Fallschirm benötigt die die Last tragenden Hauptgurte sowie weitere schmale Bänder, die von der Spitze über die Ringe hinweg nach außen verlaufen. Während des Entfaltens flattern alle Bänder, bis der Luftdruck, der sich von der Spitze nach außen ausbreitet, die radial verlaufenden Bänder spannt und das Flattern jedes folgenden Rings eindämmt. Die Schnelligkeit, mit der sich der Schirm entfaltet, hängt von der Zahl dieser Radialbänder ab.

Im Jahre 1942 bemerkte man, daß ein Fallschirm ohne Öffnung, bei dem eines der Radialbänder während des Entfaltens eingerissen war, nicht in Schwingungen geriet, sondern stetig in der dem Riß entgegengesetzt liegenden Richtung zu Boden sank. Man versah daraufhin einen Fallschirm mit einem offenen Einsatz und zwei Griffen an den unteren Ecken dieses Einsatzes. Es stellte sich heraus, daß ein leichter Zug den Einsatz an einer Seite verformte und der Fallschirm so in einem gewissen Maß steuerbar war. Heute kann ein Springer seinen Schirm so gut steuern, daß er ein Ziel auf wenige Zentimeter trifft. Wichtig sind bei solchen fortschrittlichen Fallschirmen die Mittelleine, die die Spitze nach unten zieht, um das Entfalten zu beschleunigen, die Steuerschlitze, die schnelle Änderungen der Richtung und Geschwindigkeit ermöglichen, sowie die Verlängerungsteile, die den Schirm ausbreiten und den Schwingungen entgegenwirken, die bei einer schnellen Wendung entstehen.

Das Prinzip, an der Vorderseite eines segelnden Fallschirms einen Auftrieb zu erzeugen, führte zwangsläufig zum Bau von Stoff-Flügeln. Eine erfolgreiche Bauart ist nahezu dreieckig, innen verspannt, um die Gestalt zu erhalten, und hat Schlitze, um den Auftrieb auf die Oberfläche zu verlängern. Ein solcher Schirm entfaltet sich schnell und muß sorgfältig gesteuert werden, damit sich der Springer nicht verletzt. Der rechteckige Fallschirm mit seinem durch Staudruck aufblasbarem Vorderteil und 'Klappen' an der Hinterkante läßt sich wie ein Segelflugzeug fliegen. Da er sich nicht wie ein kreisförmiger Fallschirm um eine Achse drehen läßt, muß man mit ihm das Ziel ansteuern und die Auftriebskraft vernichten, um die Geschwindigkeit zu verringern. Dieser Vorgang ist vergleichbar mit einem Vogel, der landet. Solche Flügelbauarten sind zwar wirksam, ihre Herstellung jedoch ist schwierig. Dies führte zur Entwicklung von regenschirmähnlichen Formen, die gute Segelflugeigenschaften haben. Aus einem praktisch undurchlässigen Stoff fertigt man einen Kegel, bei dem eine Hälfte bei einem Neigungswinkel von etwa 45° zur Kegelachse die Oberfläche eines Tragflügels bildet. Zwei große, mit einem feinen Netz bedeckte Öffnungen befinden sich auf der Rückseite des Kegels. Sie dienen zur Steuerung während des Geradeaus- und Kurvenfluges.

Herstellung

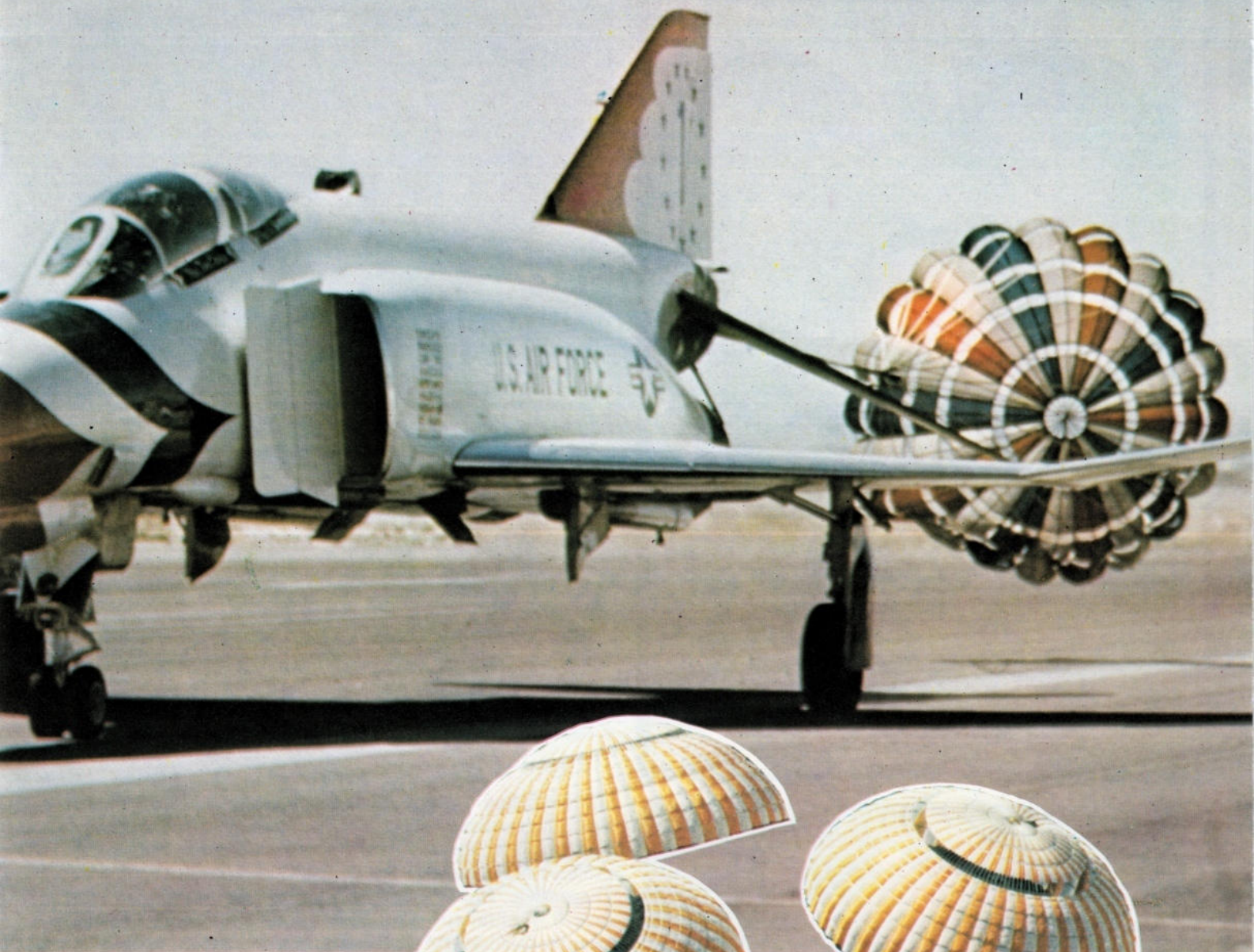
Die meisten Fallschirme sind aus Dreieckteilen aufgebaut, die man aus bis zu 200 Lagen bestehenden Stoffschichten zusammennäht. Die Umriss der Einzelteile, die die Form des Fallschirms bestimmen, werden auf die Stoffschicht gezeichnet und mit einem elektrischen Messer zugeschnitten. Jedes Teil muß so berechnet sein, daß der Fallschirm die richtige Größe und Form erhält. Da die Kosten ein wichtiger



ZEFA



PHOTRI



Oben links: Fallschirm mit geöffneten Einsätzen, die es ermöglichen, ihn durch Ziehen an Nylonleinen durch Veränderung der Öffnungsweite zu steuern.

Oben: Ein Phantom-Jet benutzt bei der Landung einen Fallschirm, um zusätzliche Bremskraft zu gewinnen.

Links: Ein ferngelenktes Flugzeug landet relativ reibungslos durch einen Fallschirm. Diese Flugzeuge verwendet man bei Zielübungen.

Rechts: Die Landung des Apollo-16-Raumschiffes im Pazifik am 27. April 1972. 3 Fallschirme öffneten sich beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre in etwa 9000 m Höhe, um den Fall abzubremesen.





Oben: Aufbau eines Fallschirms.

Links: Eine Öffnung oben am Fallschirm läßt die unter Druck stehende Luft entweichen und ermöglicht ungestörtes Sinken (1). Würde diese Öffnung fehlen, würde die Luft über die Unterkante des Schirms abfließen und heftige Schwankungen verursachen (2) und (3). Eine Öffnung an der Seite des Schirms hat eine Strahlwirkung und läßt den Schirm waagrecht zum Erdboden treiben (4) und (5). Der Springer kann den Fallschirm durch Ziehen an Leinen steuern.



Oben: Untersuchung und Verpacken eines Fallschirms.

Faktor sind, wählt man einen den Leistungsanforderungen gemäßen Entwurf. Die Entwürfe reichen vom Spezialfallschirm mit vielen, sehr unterschiedlichen Teilen bis hin zur flachen Scheibe mit einigen wenigen, schräg angesetzten Teilen. Die Bauart muß auch einen stetigen Arbeitsfluß an den Nähmaschinen gewährleisten, wobei möglichst geringe Stoffmengen verarbeitet werden sollten.

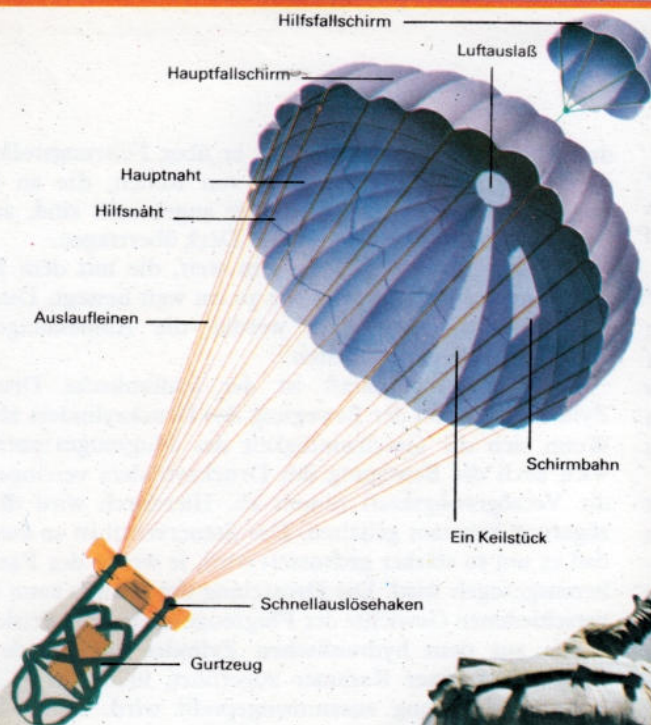
Als der Umfang der Fallschirme, die zum Abwurf von Lasten bestimmt waren, immer größer wurde (im entfalteten Zustand bis 20 m Durchmesser, ging man dazu über, sie aus fünf Teilen zu fertigen: Einem kräftigen Oberteil, das die beim Entfalten auftretenden Kräfte aufnimmt, und vier leichteren Seitenteilen, die sich entfalten und den vollen Luftwiderstand erzeugen. Dieses Verfahren ermöglicht es, die Werkstätten für die Fertigung von Springer-Fallschirmen zu benutzen. Außerdem sind die Teile einzeln zu lagern, bis sie

zur Fertigung eines Fallschirms benötigt werden. Dieses Fertigungsverfahren wurde weiterentwickelt. Man fertigt Stoffquadrate, die sich zu drei verschiedenen Fallschirmgrößen zusammensetzen lassen. Jedes Quadrat mißt 4 m in der Diagonalen. Die Quadrate werden zu Kreuzen zusammengestellt: fünf für eine Masse von 230 kg, zwölf für 690 kg und zwanzig Quadrate für 1150 kg. Tragleinen und Gurte werden getrennt gefertigt und stehen bei Bedarf zum Zusammenbau zur Verfügung.

Als deutsche Ingenieure Bänderfallschirme entwarfen, fertigten sie zunächst eine Basis aus Bändern. Daraus schnitten sie die Fallschirmteile, nachdem die die Last tragenden Gurte aufgenäht waren. Dafür benötigte man Spezial-Laufnähmaschinen. Sind solche Maschinen nicht vorhanden, muß man die Bänder auf einer Vorrichtung auslegen und – meist mit einer heißen Nadel – festheften. Erst dann können sie zusammengeheftet werden. Um diese Schwierigkeit zu umgehen, wurde der Ringschlitz-Fallschirm entwickelt. Die hier verwendeten Stoffringe waren bedeutend breiter als die Bänder. Diese Ringe hatten an den Kanten Verstärkungen und konnten mit den für Springer-Fallschirme üblichen Verfahren weiterverarbeitet werden. Bänderkonstruktionen werden auch heute noch überall dort verwendet, wo es auf große Festigkeit ankommt. Fallschirme dieser Bauart sind mit mehr als der doppelten Schallgeschwindigkeit geflogen.

Werkstoffe

Bis zum Zweiten Weltkrieg wurden Fallschirme aus Naturfasern wie Flachs, Baumwolle und Seide gefertigt, später auch aus modifizierten Zellulosefasern wie Viskose und Azetatseide. Die Fallschirmgrößen waren allerdings von der Dicke der Baumwolle und des Flachses sowie vom hohen Preis der Seide abhängig, bis schließlich im Jahre 1939 in Deutschland und Amerika die Kunstfaser Nylon entwickelt wurde. Die außerordentliche Festigkeit und Dehnbarkeit dieser endlos



spinnbaren Kunstfaser ermöglichten die Herstellung von vielerlei dünnen Geweben, die der Naturseide gleichen, ihr jedoch bei der Beanspruchung durch das Entfalten des Fallschirms überlegen sind. Dank automatischer Endbearbeitung und Heißfixierung lassen sich große Mengen solcher Fasern mit sehr geringen Toleranzen herstellen. Der Hauptnachteil des Nylon-Fallschirmstoffes liegt darin, daß er – ein thermoplastischer Werkstoff – bei plötzlicher Reibung unter Druck stellenweise schmelzen kann, was zu erheblichen Schäden führen kann. Dies läßt sich durch einen dünnen Überzug aus Silikon vermeiden; die wichtigste Vorsichtsmaßnahme ist jedoch sorgfältiges Packen, damit die Entfaltung in der richtigen Reihenfolge abläuft.

Freifaller der Bundeswehr beim Absprung aus einem Hubschrauber. Laut Sicherheitsbestimmungen muß der Fallschirm spätestens 670 m über dem Boden geöffnet werden. Ausschnitt: ein voll entfalteter Fallschirm beim Hinabschweben.

FANGNETZANLAGE

Die Fangnetzanlage ist eine etwas seltsame, jedoch sehr effektive Methode, Flugzeuge beim Landen auf einem Flugzeugträger zum Halten zu bringen.

Landen Flugzeuge auf einem Flugzeugträger, müssen sie auf einer Länge von 60 Metern aus einer Geschwindigkeit von 240 km/h abgebremst werden. Da ein Flugzeug bis zu 23 t wiegt, ist seine kinetische Energie (halbe Masse x dem Quadrat der Geschwindigkeit) beachtlich. Im vorliegenden Beispiel beträgt die kinetische Energie 50 Millionen Joule.

Die Verzögerung darf allerdings auch nicht zu abrupt erfolgen, da sich sonst der Pilot das Genick brechen kann, das Fahrgestell des Flugzeuges überbeansprucht oder die Landebahn zerstört wird. Im Idealfall sollte die Verzögerung langsam zunehmen. Sie sollte beim Wert Null beginnend, auf einen Maximalwert ansteigen und dann solange konstant bleiben, bis das Flugzeug zum Stillstand kommt.

Fangnetzanlagen erfüllen diese Forderungen. Im Prinzip arbeiten sie alle auf die gleiche Weise. Am Ende des Flugzeuges befindet sich ein Fanghaken, der beim Landeanflug bis über die Räder hinausreicht. Kommt das Flugzeug auf Deck, verfängt sich der Haken in einem quer über das Deck gespannten Fangseil; dieses Fangseil ist bogenförmig aufgespannt, damit sich der Haken verfangen kann. Die Enden des Fangseiles sind mit einer energieabsorbierenden Vorrichtung verbunden, die in den letzten Jahren weiterentwickelt wurde, um dem steigenden Gewicht der Flugzeuge Rechnung zu tragen.

Energieabsorptionssysteme

Das verbreitetste Energieabsorptionssystem nutzt den Raumeffekt einer hydraulischen Flüssigkeit, die einen Kolben durch ein Steuer- oder Drosselventil verschiebt. Wenn der Fang-

draht herausgezogen wird, läuft er über Führungsrollen, die die Bewegung über eine Serie von Rollen, die an beiden Seiten der feststehenden Zylinder angebracht sind, auf den beweglichen Druckzylinder unter Deck übertragen.

Der Fangdraht wird z.B. 5 m weit, die mit dem Kolben verbundene Führungsrolle nur 30 cm weit bewegt. Durch die Reduktion der Bewegung werden die Abmessungen des Kolbens in Grenzen gehalten.

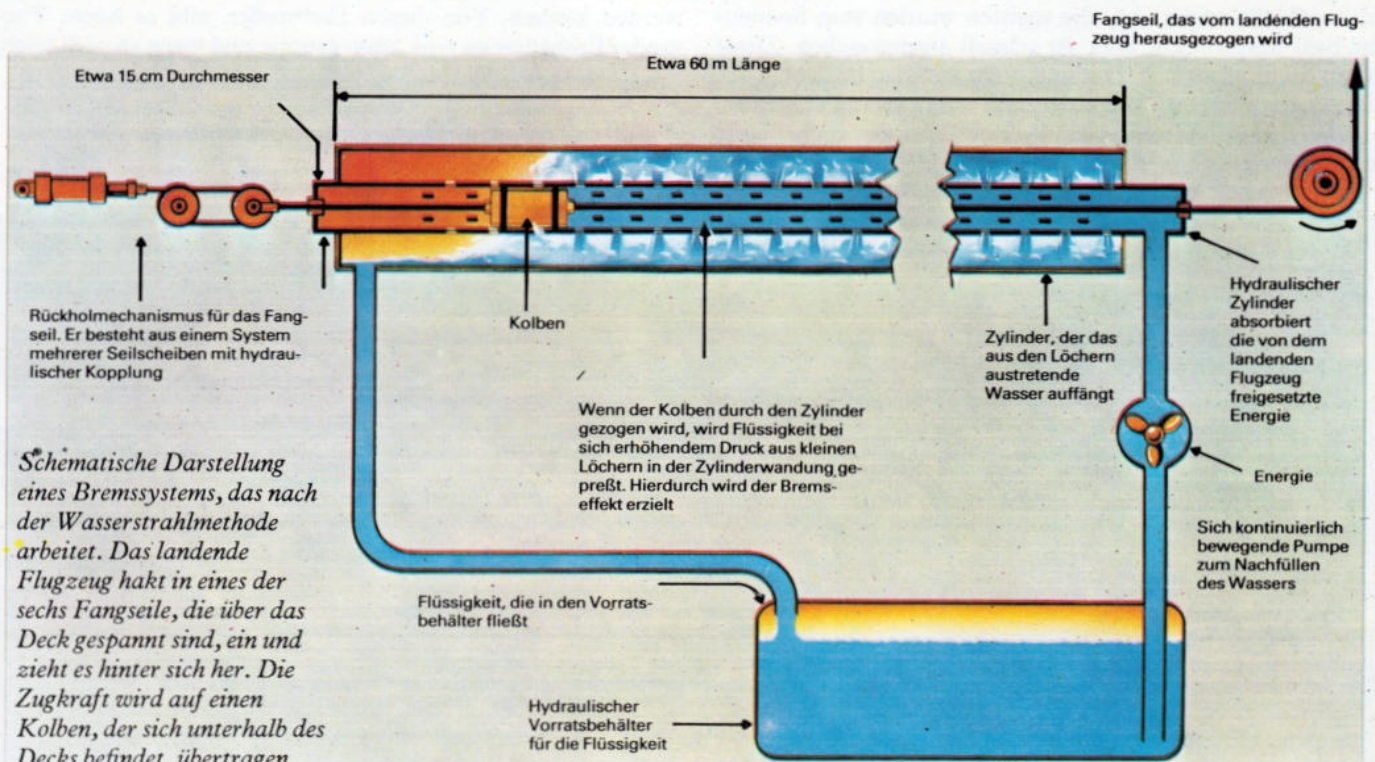
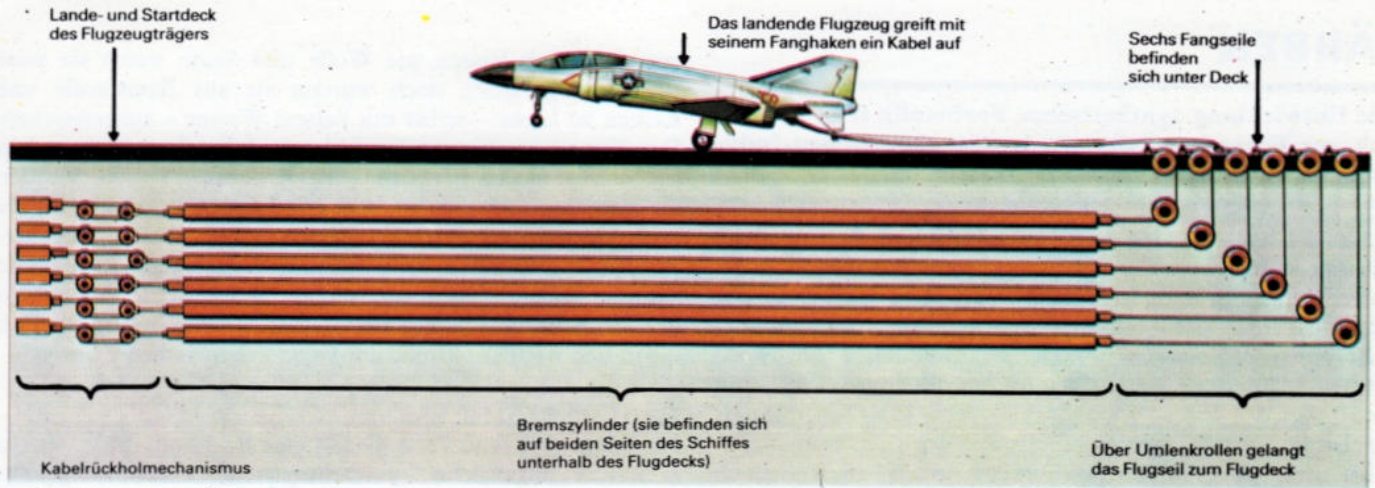
Die Verzögerungskraft ist der hydraulische Druck im Zylinder, der von der Bewegung des Druckzylinders abhängt. Wenn sich die Geschwindigkeit des Flugzeuges verringert, wird auch die Bewegung des Druckzylinders verringert und die Verzögerungskraft nimmt ab. Hierdurch wird die Verzögerung konstant gehalten. Das Steuerventil ist so ausgelegt, daß es um so stärker gedrosselt wird, je weiter der Fangdraht herausgezogen wird. Die Drosselung des Ventils kann auf die verschiedenen Gewichte der Flugzeuge eingestellt werden.

Die aus dem hydraulischen Zylinder austretende Flüssigkeit wird einer Kammer zugeführt, in der ein Gas zur Energiespeicherung zusammengepreßt wird. Diese Energie wird dazu verwendet, den Druckzylinder zurückzuholen und die Fangseile wieder aufzurollen. Weiter treibt das komprimierte Gas die hydraulische Flüssigkeit unter Zuhilfenahme einer Pumpe, die die Energieverluste ausgleicht, wieder in den Zylinder zurück.

Dieser Vorgang muß relativ schnell ablaufen, wenn viele Flugzeuge in relativ kurzer Zeit landen sollen. Nachdem ein Flugzeug gelandet ist, werden die Fangseile auf Bruchstellen hin überprüft und rückgespult. Der ganze Vorgang dauert etwa 20 s.

Unten: Dieses Flugzeug setzt zur Landung auf einem Flugzeugträger an. Es hat einen Fanghaken, der zwischen den Trieberrädern zu sehen ist.





Das große Gewicht moderner Flugzeuge macht das beschriebene System wegen der kurzen Landebahn ungeeignet. Deshalb wurde im Jahre 1968 das Wasserstrahlverfahren eingeführt. Hier wird der hydraulische Druckzylinder durch das Wasserstrahlverfahren ersetzt. Im Gegensatz zum alten Rollensystem wirkt das Wasserstrahlverfahren direkt. Eine Seilscheibe enthält wie zuvor das Fangseil unter Deck. Jetzt herrscht aber keine mechanische Verzögerungskraft, sondern der Draht wirkt direkt auf einen Kolben ein, der sich in einem mit Wasser gefüllten Zylinder von 60 m Länge befindet. Längs des Zylinders sind eine Reihe von Löchern angebracht, die sich nacheinander öffnen, wenn sich das Fangseil ausdehnt. Man erhält eine nahezu konstante Kraft. Das aus den Löchern austretende Wasser wird von einem Zylinder, der den Druckzylinder umgibt, aufgefangen.

Der Vorteil dieses Systems liegt darin, daß es für Gewichte von Flugzeugen zwischen 4,5 t bis 23 t programmiert werden kann. Lange Zeit traten Entwicklungsprobleme auf, die heute überwunden sind. Die Rückstellzeit mußte etwa in der gleichen Zeit erfolgen wie bei dem älteren System, also in etwa 20 s. In dieser Zeit muß der Zylinder wieder mit Wasser gefüllt sein, wobei keine Luftblasen auftreten dürfen, da sie beim Verzögern des Flugzeuges zu unheilvollen Stößen führen.



Oben: Manchmal kann ein Flugzeug keine Fangseile verwenden. Es wird dann durch Fangnetze gestoppt.

FÄRBEN

Die Entwicklung synthetischer Farbstoffe trug wesentlich zur Entstehung der modernen chemischen Industrie bei.

Echtes Färben, im Gegensatz zum einfachen Anfärben der Oberfläche, hängt von der Fähigkeit eines Farbstoffes ab, in das Faserinnere eindringen zu können und dort zu verbleiben. Die echte Färbung beruht bei löslichen Farbstoffen auf der chemischen Affinität zur Faser, bei unlöslichen Farbstoffteilchen auf deren Unvermögen, durch die engen Kapillaren wieder aus der Faser, beispielsweise beim Waschen, hinauszugelangen.

Bis weit in das 19. Jahrhundert waren ausschließlich natürliche Färbemittel bekannt, von denen nur wenige licht- und waschecht waren, d.h. die meisten wurden vom Sonnenlicht bald ausgebleicht oder zu schnell ausgewaschen. Diese Farben waren nicht sehr rein und nicht wirklich brillant.

Die ersten synthetischen Farbstoffe waren zwar leuchtender als alle früher verwendeten Farbstoffe, ihre Licht- und Waschechtheit jedoch war noch immer schlecht. Zum Färben

von tierischen Fasern wie Wolle und Seide waren sie zwar recht gut geeignet, doch wurden sie aus Baumwolle und Leinen zu leicht – selbst mit kaltem Wasser – ausgewaschen. Der Grund hierfür ist die fehlende Affinität zwischen dem Farbstoff und den Pflanzen- (d.h. Zellulose-) fasern. Wurden die Fasern jedoch gebeizt, d.h. mit Lösungen von Gerbsäure und Metallsalzen – diese wurden gelegentlich direkt verwendet – behandelt, so wurden die Farbstoffe fixiert und konnten nicht mehr ausgewaschen werden. Sie hatten mit der Beize unter Bildung unlöslicher Verbindungen reagiert, die in den Kapillarräumen der Fasern festgehalten wurden.

Azofarbstoffe

Im Jahre 1858 fand Peter Griess eine Reaktion, durch welche zahlreiche organische Verbindungen über die Azogruppe $-N=N-$ unter Bildung von Farbstoffen miteinander verknüpft werden können. Von diesen Farbstoffen gibt es heute Tausende. Enthalten sie eine Säuregruppe und lösen sie sich leicht

Um dieses dreifarbige Muster zu drucken, werden die Farbstoffe einzeln auf den Stoff aufgebracht.



in Wasser, werden sie als Säurefarbstoffe bezeichnet. Sie binden sich an den in allen tierischen Fasern vorhandenen basischen Bestandteil (Protein) unter Bildung einer stabilen chemischen Verbindung. Zu Zellulosefasern zeigen sie keine Affinität.

Andere Azofarbstoffe hingegen eignen sich gut zum Färben von Zellulosefasern, in denen sie als große, wenig lösliche Komplexe festgehalten werden, sobald man gewöhnliches Kochsalz oder Glaubersalz (Natriumsulfat) zum Färbebad zusetzt. Sie werden in großem Umfang verwendet; man bezeichnet sie als Substantiv- oder Direktfarbstoffe. Im Laufe der Jahre entstanden aus der Entwicklung der Azofarbstoffe äußerst lichtechte Produkte. Die Waschechtheit ist zwar mäßig, besonders bei höheren Temperaturen, sie kann jedoch verbessert werden, indem man das gefärbte Material mit Metallsalzen oder anderen Substanzen behandelt, die das Farbstoffmolekül vergrößern.

Bei einigen Wollfarbstoffen werden bei der Herstellung Metallatome (z.B. Chrom) in das Molekül eingebaut. Diese Metallkomplexfarbstoffe besitzen eine ganz besonders hohe Licht- und Waschechtheit.

Bestimmte Azofarbstoffe für Zellulosefasern können völlig wasserunlöslich gemacht werden, indem man ihre Bestandteile in der Faser selbst zur Reaktion bringt. In diesem Falle wird die Faser mit der Lösung einer Farbstoffkomponente behandelt, anschließend wird überschüssige Lösung abgepresst oder abzentrifugiert. Beim Zusatz der Lösung der zweiten Komponente entsteht dann innerhalb der Faser ein unlöslicher Farbstoff von hoher Echtheit. Im Handel werden diese Farbstoffe als Eisfarben geführt.

Küpenfarbstoffe

Küpenfarbstoffe sind auf Zellulosefasern äußerst licht- und waschecht. Zu dieser Farbstoffklasse gehört auch der bekannte Naturfarbstoff Indigo, der schon seit Jahrtausenden beim Färben verwendet wird. Heute wird Indigo synthetisch erzeugt; seine Verwendung beschränkt sich jedoch im wesentlichen auf das Färben von verhältnismäßig lichtechtem blauem Drillich (Blue Jeans). Moderne Küpenfarbstoffe basieren meist auf Anthracen. Sie sind wasserunlöslich, kön-

Stufen bei der Herstellung von Metallkomplex-Farbstoffen, die durch wässrige Suspension im ersten Schritt der Synthese erzielt werden. Eine Filterpresse (unten) dient der Entwässerung. Es bleibt der zu trocknende Filterkuchen. Zuschläge werden in einem kontinuierlich arbeitenden Knetter verteilt (rechts).



Oben: Färbegruben in Fez. Nach Fez wurde ein roter Filzhut benannt, der mit einem Farbstoff, gewonnen aus einer dort vorkommenden Beere, gefärbt war.

nen jedoch durch Behandeln mit geeigneten Chemikalien vorübergehend wasserlöslich gemacht werden. Durch Einwirkung von Luft oder Eintauchen in spezielle Behandlungsbäder nach dem Färben werden diese Chemikalien inaktiviert, und der unlösliche Küpenfarbstoff wird bleibend in die Zellulosefaser eingebettet.

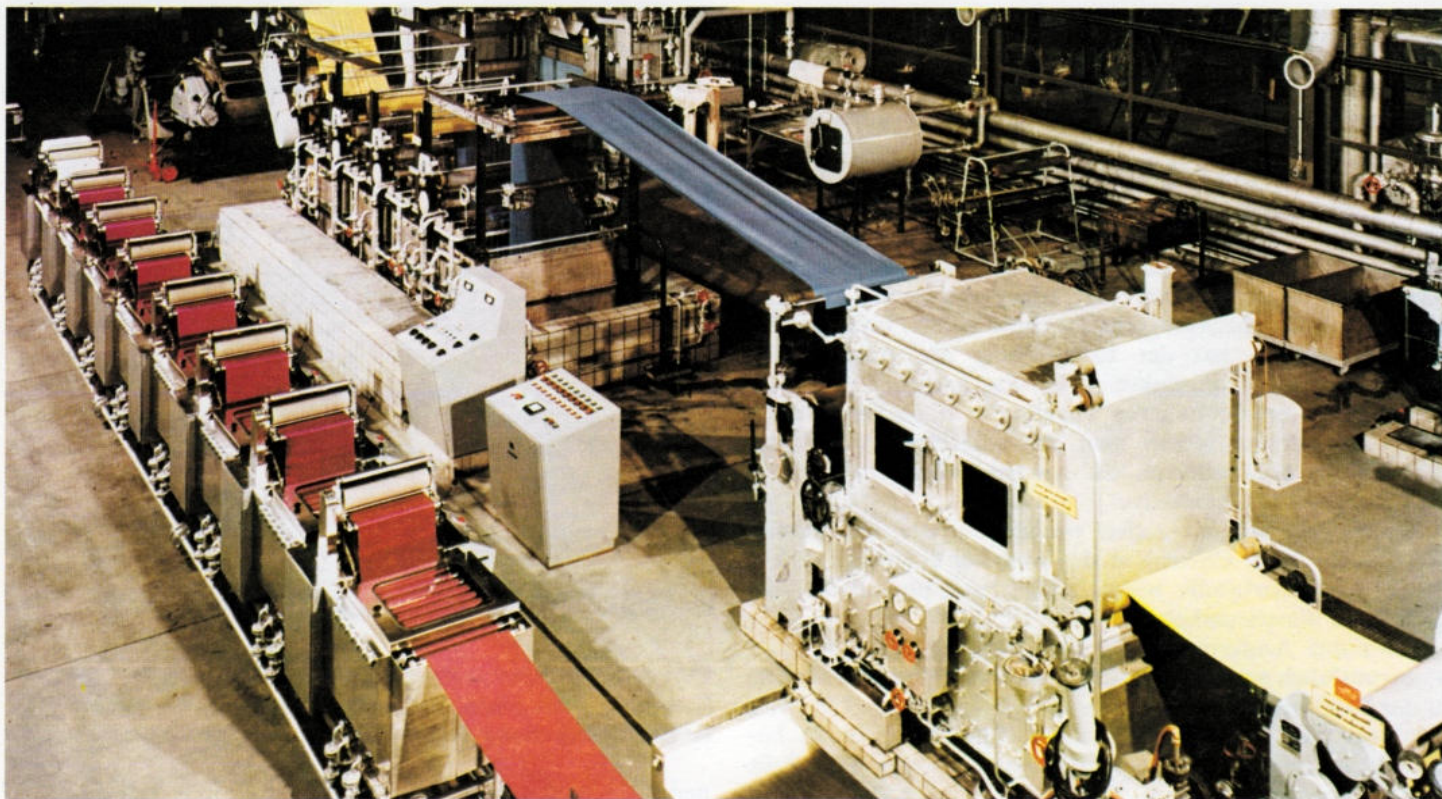
Schwefelfarbstoffe

Die Schwefelfarbstoffe sind in Gegenwart von Natriumsulfid löslich. Das Natriumsulfid wird nach dem Färben inaktiviert, worauf der erneut unlösliche Farbstoff in der Zellulosefaser festgehalten wird. Diese Farbstoffe sind zwar nicht so brillant und lichtecht wie die Küpenfarbstoffe; sie sind jedoch waschecht. Es werden hauptsächlich Schwarz- und Brauntöne eingesetzt.

Reaktivfarbstoffe

Auch die in jüngster Zeit entwickelten Reaktivfarbstoffe besitzen auf Zellulosefasern gute Echtheitseigenschaften. Ihre Herstellung erfolgt durch Einbau einer sehr reaktionsfähigen





Oben: Kontinuierliches Küpen-Heißdampf-Färbeverfahren. Das Gewebe wird mit in Wasser fein verteiltem Farbstoff imprägniert. Im Dämpfer erfolgt die Reduktion und Lösung des Farbstoffes. Zu diesem Zeitpunkt ist die Färbung blau, erhält aber nach der Oxidation des Farbstoffes ihre gelbe Farbe zurück.

Gruppe, die zur chemischen Bindung mit der Zellulose fähig ist, in lösliche Azo- oder Anthracenfarbstoffe. Die Reaktivfarbstoffe machen wegen ihrer Brillanz, ihren guten Echtheitseigenschaften und der einfachen Anwendung den Küpenfarbstoffen Konkurrenz.

Dispersionsfarbstoffe

Die bisher beschriebenen Farbstoffe sind im wesentlichen zum Färben von Naturfasern bestimmt; sie machen mehr als 50% der Weltproduktion an Textilfarbstoffen aus. Zu Beginn der Herstellung von regenerierten Zellulosefasern (Rayon) aus Baumwollintere (Linters sind beim Egrenieren am Samen hängengebliebene kurze Baumwollfasern; siehe BAUMWOLLE) und Holzzellstoff. Anfang des 20. Jahrhunderts wurden mit Baumwollfarbstoffen gute Ergebnisse erzielt. Bei Acetatfasern (hergestellt aus Essigsäure und Zellulose) traten jedoch Schwierigkeiten auf; aus diesem Grunde wurden in den zwanziger Jahren die ersten Dispersionsfarbstoffe entwickelt. Es handelt sich hierbei um wasserunlösliche Azo- und Anthracenfarbstoffe, die sich im Zelluloseacetat bei erhöhter Temperatur lösen. Man stellt sie in Form sehr feinteiliger, wäßriger Dispersionen her, die durch Kolloide wie Seife oder Leim stabilisiert werden. Bei 80°C bis 85°C dringt der dispergierte Farbstoff in die Faser ein, von der er dann festgehalten wird.

Färbemethoden

Das Färben ist ein geschwindigkeitsbestimmter Vorgang. Da der Farbstoff Affinität zur Faser haben muß, hat er die Neigung, aus der Lösung zur Faser zu wandern. Wichtig ist, daß diese Wanderung gleichmäßig erfolgt. Um dies zu erreichen, muß entweder das zu färbende Material oder das Färbebad in Bewegung gehalten werden, damit die Färbeflüssigkeit gleichmäßig durch das Material fließt. Einmal verwendete Färbeflüssigkeit muß von der Faseroberfläche ent-

fernt und erneut mit dem restlichen Färbebad gut gemischt werden, damit die Abnahme der Farbstoffkonzentration im Färbebad stetig verläuft.

Alle Färbemaschinen sind beheizt, da die Affinität zwischen Farbstoff und Material mit steigender Temperatur zunimmt. Bei Polyesterfasern liegt das Affinitätsmaximum weit über dem Siedepunkt von Wasser (100°C). Man verwendet daher Färbegefäße mit Überdruck, da die Siedetemperatur des Wassers durch Ausübung von Druck erhöht wird.

Beim Färben mit Pigmenten spielt die Affinität zwischen Farbstoff und Faser keine Rolle. Mit organischen und anorganischen Farbstoffen der in Lacken und Anstrichen verwendeten Art werden feine, wäßrige Suspensionen hergestellt. Anschließend wird ein wasserlösliches Harz zugegeben, das beim Erhitzen unlöslich wird. Nach dem Imprägnieren mit Pigment und Harz wird das Material getrocknet und rasch auf eine Temperatur von etwa 120°C erhitzt. Das nun unlösliche Harz haftet fest an der Faser und hält gleichzeitig das Pigment fest. Die Fasern werden auf diese Weise zwar nur an der Oberfläche angefärbt, trotzdem ist diese Methode vielseitig anwendbar.

Beim Gewebedruck werden nur bestimmte Bereiche einer Gewebbahn gefärbt oder es werden mehrere Farben nebeneinander auf das Gewebe aufgebracht. Man verwendet zum Drucken die auch beim Färben üblichen Farbstoffe. Beim Gewebedruck werden jedoch relativ konzentrierte Lösungen mit Verdickungsmitteln (Stärkepaste, Alginate usw.) in Pasten überführt. Diese werden mit Siebschablonen oder gravierten Metallwalzen aufgedruckt. Selbstverständlich benötigt man für jede Farbe ein eigenes Sieb oder eine eigene Walze. Nach dem Färben wird das Tuch getrocknet und gedämpft, damit der Farbstoff in die Faser eindringt. Schließlich wird das wasserlösliche Verdickungsmittel ausgewaschen.

Farbechtheit

Heute werden von gefärbten und bedruckten Textilien Echtheitseigenschaften erwartet, die früher unerreichbar waren. Es gibt zahlreiche Echtheiten (z.B. Schweißechtheit, Säureechtheit, Bügelechteit), wobei es dem Verbraucher besonders auf Licht- und Waschechtheit ankommt.

FARBfernSEHER

Seit der Erfindung des Fernsehens in den dreißiger Jahren hat sich das Fernsehen zum wichtigsten und beliebtesten Nachrichtenmedium der modernen Welt entwickelt. Heute hat fast jede Familie in der Bundesrepublik einen Fernsehapparat, und die Mehrzahl der Apparate, die verkauft werden, sind Farbfernseher.

Der erste Arbeitsablauf in einer Fernsehsendung ist die optische Abbildung der Szene, die übertragen werden soll. Diese Aufgabe übernimmt eine elektronische Fernsehkamera, die in folgende Baugruppen unterteilt ist: Kamerakopf mit Vorverstärker, Horizontal- und Vertikalablenkgeräten; Kameraverstärker; Bedieneinheit, in der sämtliche Regeleinrichtungen zur Einstellung des Bildsignales enthalten sind, und Bildkontrollvorrichtung mit Oszilloskop und Bildmonitor.

Die Szene wird zunächst über eine ähnliche Optik, wie sie von der Filmkamera her bekannt ist, auf eine Fotokatode geworfen. Die Fotokatode ist auf der Rückseite einer ebenen Frontglasplatte aufgedampft und besteht aus mehreren Schichten einer chemischen Zusammensetzung. Mit Hilfe der Fotokatode sollen die auftreffenden Lichtquanten (Photonen) die quasifreien Elektronen der Schicht in einen so hohen Energiezustand bringen, daß sie das Katodenmaterial ver-

lassen (Fotoemission). Auf die Elektronen wirkt ein elektrostatisches Feld ein, das von zwei zylinderförmigen Elektroden erzeugt wird. Die Elektronen werden beschleunigt und prallen auf eine Speicherplatte.

Die Speicherplatte besteht aus einer dünnen Spezialglasfolie, die elektrisch so beschaffen ist, daß die auftreffenden Ladungen schnell durch sie hindurchtreten können.

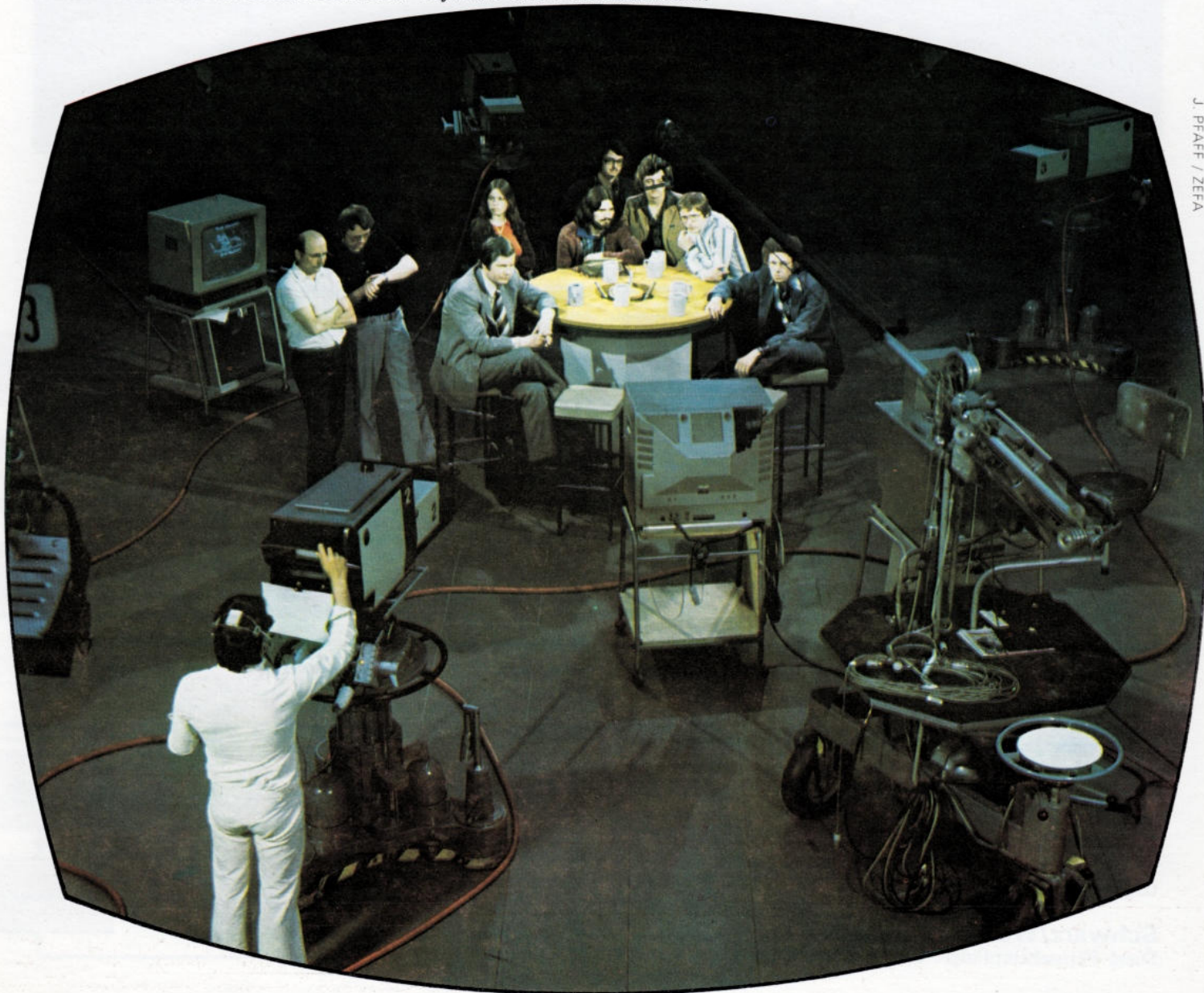
Man erhält nun auf der Speicherplatte ein dem optischen Bild entsprechendes positives Ladungsbild, das von der Rückseite her mit Hilfe eines Elektronenstrahlsystems abgetastet wird. Der Elektronenstrahl tastet von links nach rechts ab, bis die Unterkante der Abbildung erreicht ist.

Je größer die Anzahl der Zeilen ist, die in einer vollständigen Abtastung zugrundegelegt werden, desto höher ist die Auflösung des Fernsehsystems. In den meisten europäischen Ländern werden 625 Zeilen verwendet, was eine sehr gute Auflösung ergibt. In Europa wird jede vollständige Abtastung innerhalb von $1/25$ Sekunden durchgeführt, so daß in jeder Sekunde 25 vollständige Bilder übertragen werden (im Vergleich zu 24 Bildern im Kinofilm).

Die Bildröhre (Katodenstrahlröhre)

Um das Bild auf dem Fernsehapparat reproduzieren zu können, wird eine Bildröhre (KATODENSTRAHLRÖHRE) benutzt. Diese Röhre arbeitet ebenfalls mit einem Elektronenstrahl, der

Unten: Studioszene mit Kamerateam bei der Aufnahme einer Fernsehdiskussion.





auf einen Schirm geworfen wird. Der Strahl tastet in genau der gleichen Weise ab wie der Strahl der Kameraröhre. Der Fernsehbildschirm ist mit einer gleichförmigen Schicht belegt, die Licht emittiert, wenn sie vom Elektronenstrahl getroffen wird. Wird die Dichte des Elektronenstrahles vom Lichtsignal der aufnehmenden Kamera gesteuert, wird auf dem Fernsehbildschirm eine Reproduktion der ursprünglichen aufgenommenen Szene aufgebaut.

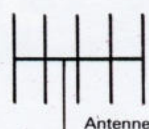
Dies bedeutet, daß er in jedem Augenblick am gleichen Punkt der gleichen Zeile wie der Kamerastrahl sein muß. Die Präzision dieser Bewegungen wird mit Hilfe der Synchronsignale gewährleistet. Ein Signal, das unter dem Namen Zeilensynchronsignal bekannt ist, wird jedesmal dann gesendet, wenn der Abtaststrahl in der Kameraröhre die rechte Seite des Bildes erreicht. Dieses Signal wird dann im Fernsehapparat dazu benutzt, den Bildröhrenstrahl auf die linke Bildschirmseite zu richten. Ein ähnliches Signal ist unter der Bezeichnung Bildsynchronsignal bekannt. Es wird immer dann gesendet, wenn der Abtaststrahl in der Kameraröhre den unteren Bildrand erreicht. Dieses Signal wird im Empfänger dazu verwendet, den Bildröhrenstrahl auf den oberen Bildschirmrand zu richten.

Die Kombination von Bild- und Synchronsignalen nennt man Videosignal. Es ist das Signal, das von der Kamera zur Bildschirmröhre gesendet wird. Dies geschieht entweder durch eine direkte Kabelleitung wie beim Kabelfernsehen oder durch hochfrequente elektromagnetische Wellen wie beim üblicheren Aussenden des Fernsehprogrammes. Amplitudenmodulation (AM) wird bei Fernsehsendungen ganz allgemein zum Übertragen von Videosignalen verwendet.

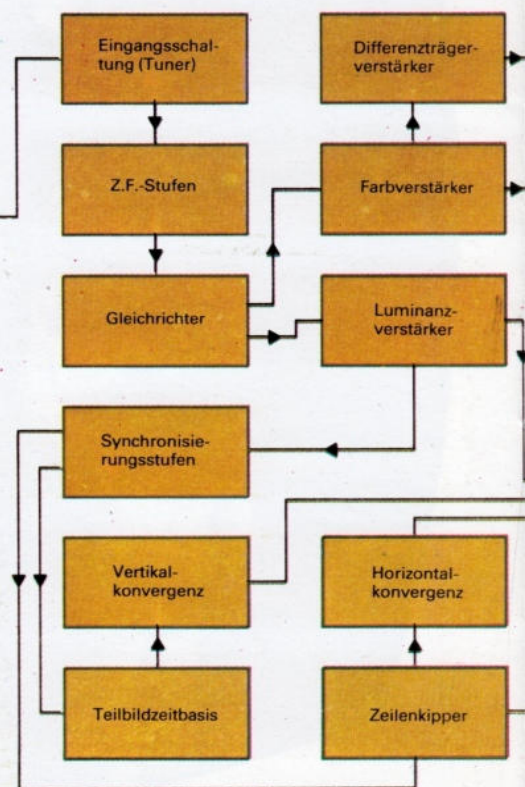
Schwarz/Weiß-Fernsehempfänger

Diese Fernsehempfänger arbeiten nach dem Überlagerungs-

Oben: Ein Kontrollraum im 'Studio Hamburg' (ARD). Die Tontechniker wählen die Mikrofone aus, die benutzt werden und regulieren Lautstärke und Klang. Die Studiotechnik kann besondere Effekte schaffen wie Echos und Stimmen verzerren, so daß ein Telefongespräch vorgetäuscht wird.



Rechts: Beim PAL-Verfahren wird die Polarität des (R-Y)-Signals auf abwechselnden Zeilen senderseitig umgekehrt. Am Empfänger wird diese Umkehrung rückgängig gemacht. Bei einer unerwünschten Phasenänderung ergibt der Mittelwert der so ungepolten Zeilen ein Bildsignal ohne Phasenfehler.

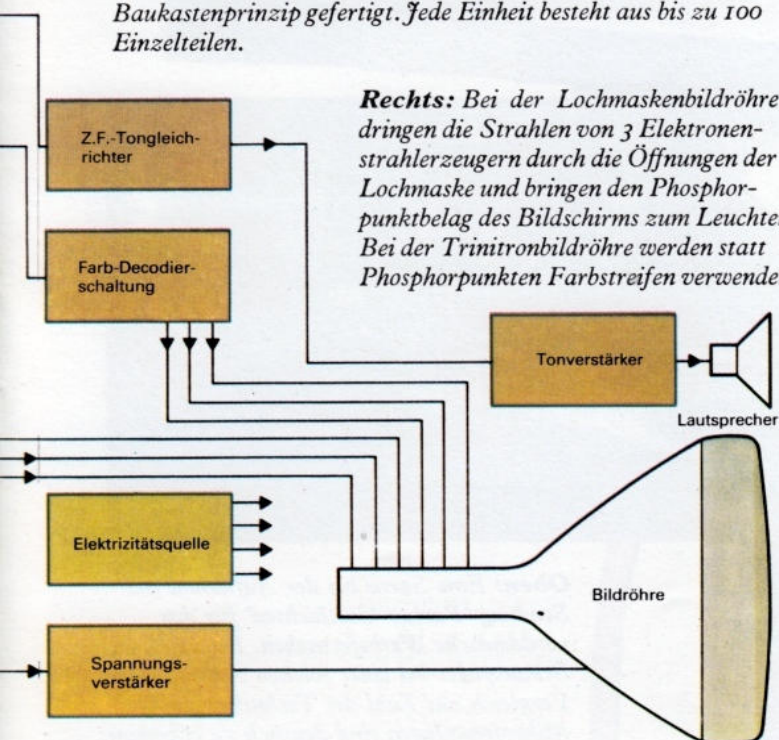


empfängerprinzip; dies bedeutet, daß der größte Teil der Verstärkung und der Trennschärfe des Empfängers von einem Verstärker vorgenommen wird, der unter dem Namen Zwischenfrequenz-Verstärker (siehe auch RADIO) bekannt ist. Die Trägerfrequenz jedes Sendesignales, das von der Eingangsstufe des Empfängers (Tuner) aufgenommen wird, wird auf die Zwischenfrequenz geändert und dem Zwischenfrequenz-Verstärker zugeführt. Der Tuner enthält eine Frequenzumsetzer-Stufe und einen vorgeschalteten Trägerfrequenzverstärker, der unter dem Namen H.F.-Verstärker (H.F. = Hochfrequenz) bekannt ist.

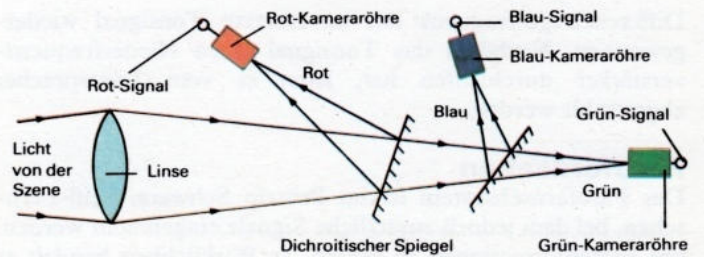
Die Video- und Tonsignale für den gewählten Kanal werden in den ersten Stufen des Empfängers gemeinsam verstärkt. Später jedoch werden sie wieder getrennt und von hierfür bestimmten Schaltkreisen weiterverarbeitet. Das Video-Signal wird vom modulierten Träger mit Hilfe einer Hochfrequenzgleichrichterschaltung (Video-Demulator) zurückgewonnen. Es wird anschließend nach weiterer Verstärkung auf die Bildröhre übertragen. Die Synchronsignale werden vom Videosignal in der Amplitudensiebstufe getrennt. Die Zeilensynchronsignale wirken auf den Zeilen-Oszillator ein, der mit ihrer Hilfe nachgestimmt wird, so daß sich Sender und Empfänger im Gleichlauf befinden. Das Ausgangssignal des Zeilen-Oszillators wird Ablenkspulen zugeführt, die um den Bildröhrenhals angeordnet sind. Diese Ablenkspulen steuern die waagerechte Abtastung. Die Frequenz des Zeilen-Oszillators kann zusätzlich durch den Zeilenfangregler justiert werden. Damit können geringe Frequenzabweichungen von Hand nachgestimmt werden. Der Bildoszillator – er dient der vertikalen Ablenkung des Elektronenstrahles – kann vielfach auch von außen nachgestimmt werden; das Bedienelement heißt Vertikalfang.

Der Bildgleichrichter liefert nicht nur das eigentliche Bildsignal, sondern er bildet auch die Differenz aus der Bild- und der Tonzwischenfrequenz. Diese Differenz beträgt 5,5 MHz und wird Differenzträgerfrequenz oder zweite Zwischenfrequenz genannt. Das Tonsignal bleibt weiter in ihr enthalten. Das mit 5,5 MHz immer noch hochfrequente Signal durchläuft anschließend eine Verstärkerstufe. In einer Gleichrichterschaltung wird aus der frequenzmodulierten

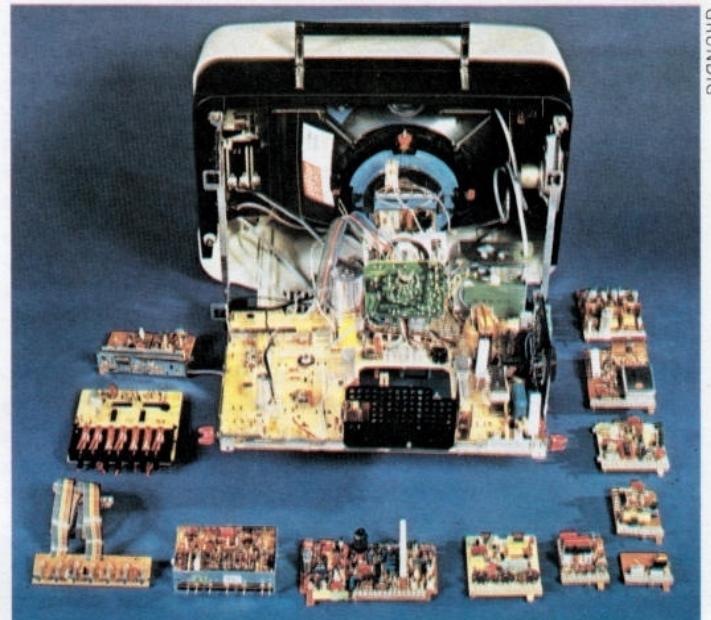
Oben rechts: Moderne Farbfernsehgeräte werden nach dem Baukastenprinzip gefertigt. Jede Einheit besteht aus bis zu 100 Einzelteilen.



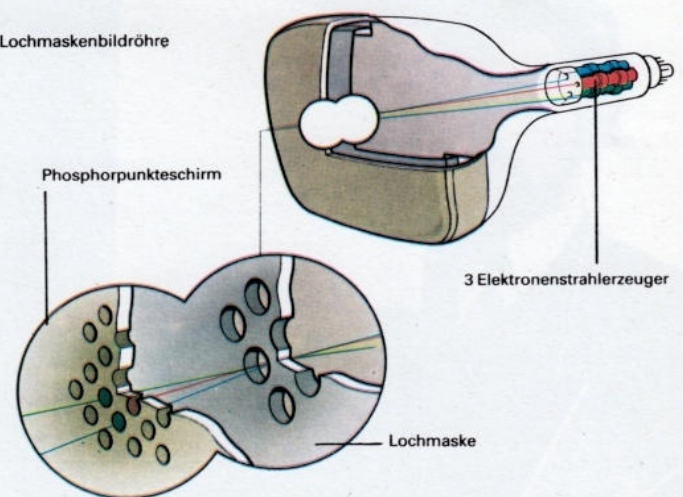
Rechts: Bei der Lochmaskenbildröhre dringen die Strahlen von 3 Elektronenstrahlerzeugern durch die Öffnungen der Lochmaske und bringen den Phosphorpunktbelag des Bildschirms zum Leuchten. Bei der Trinitronbildröhre werden statt Phosphorpunkten Farbstreifen verwendet.



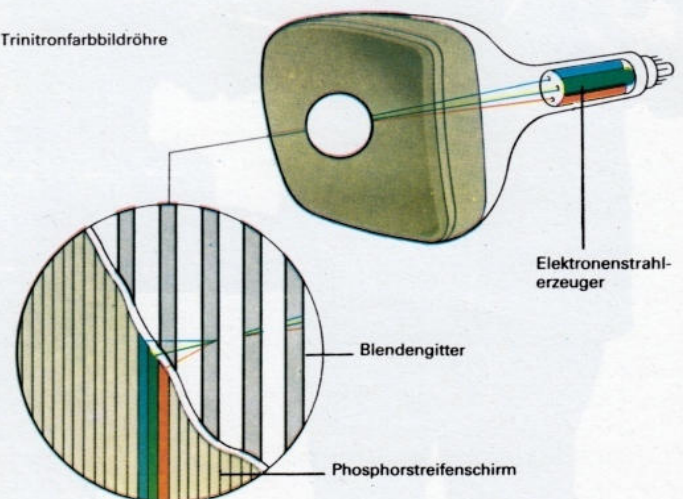
Oben: Das in die Kamera fallende Licht wird durch Spiegel reflektiert, die nur eine bestimmte Lichtfrequenz widerspiegeln.



Lochmaskenbildröhre



Trinitronfarbbildröhre



Differenzträgerfrequenz das unverzerrte Tonsignal wiedergewonnen. Nachdem das Tonsignal einen Niederfrequenzverstärker durchlaufen hat, kann es vom Lautsprecher abgestrahlt werden.

Farbfernsehen

Das Farbfernsehsystem ist im Prinzip Schwarz/Weiß-Fernsehen, bei dem jedoch zusätzliche Signale eingebracht werden, um Farbinformationen zu liefern. In Wirklichkeit handelt es sich bei dem Bild, das von einem Farbfernseher abgegeben wird, grundsätzlich um ein Schwarz/Weiß-Bild, bei dem gewisse Bereiche mit Farbe ausgefüllt werden.

Um nun einen Farbbempfänger in die Lage zu versetzen, die richtige Farbe für jeden Bereich des Bildes zu reproduzieren, benötigt er zwei Informationen: die Grundfarbe (oder Farbwert) und ihre Stärke (oder Sättigung). Der Farbwert (ob bei Rot, Gelb oder Grün oder irgendeiner anderen Farbe) wird durch die Stellung der Farbe im Spektrum bestimmt. Die Sättigung ist das Maß der Stärke oder Schwäche der Farbe. Ist der Farbwert Rot, kann die Farbe Karmesin, Rosa oder eine dazwischenliegende Farbtönung haben. Karmesin ist eine gesättigte, Rosa eine ungesättigte Farbe.

R-, G- und B-Signale

Grün kann durch Mischen von blauer und gelber Farbe hergestellt werden; Violett durch Mischen von Blau und Rot. So ist es tatsächlich durch die Verwendung von nur drei Primärfarben möglich, praktisch alle bekannten Farben durch Variieren der Mischungsverhältnisse zu erzeugen. Dieses Prinzip wird genauso wie beim Farbdruck auch beim Farb-

fernsehen verwendet. Die Farben, die für das Fernsehen ausgewählt wurden, sind Rot, Grün und Blau (abgekürzt: R, G und B). Es ist deshalb erforderlich, das Bild der Originalfarbszene zu analysieren und zu messen, welcher Bruchteil der jeweiligen Hauptfarben Rot, Grün oder Blau beigesteuert wird.

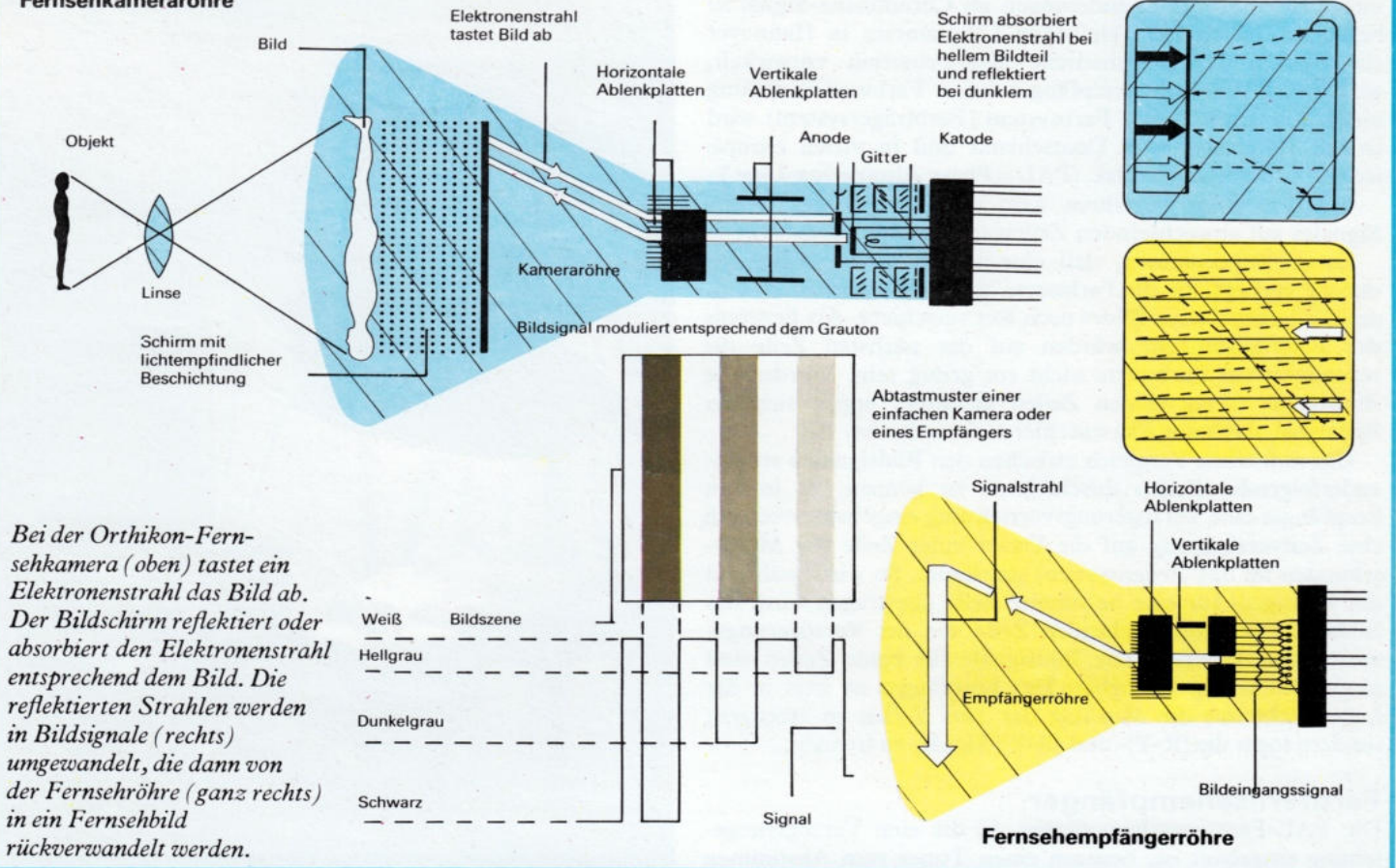
Diese Analyse wird in der Farbfernsehkamera durchgeführt. Das Bild wird mit Hilfe eines dichroitischen Prismas in seine roten, grünen und blauen Komponenten zerlegt. Die drei Farben treten an unterschiedlichen Stellen des Prismas aus und werden über Spiegel auf drei getrennte Kameraröhren gelenkt. Bei diesen optischen Bauteilen handelt es sich um eine Sonderkonstruktion. Sie sind in der Lage, Licht, das zu bestimmten Bereichen des Spektrums gehört, zu reflektieren. Das restliche Licht wird ungehindert durchgelassen. Die roten, grünen und blauen Abbildungen, die auf diese Weise gebildet werden, werden auf die Fotokathoden der drei identischen Kameraröhren fokussiert, bei denen jede Katode, wie bei der Schwarz/Weiß-Anlage, mit einem Elektronenstrahl ausgestattet ist. Die drei Elektronenstrahlen werden auf ihre entsprechenden Aufnahmeobjekte gerichtet und tasten sie mit genauem Gleichlauf ab. Von den Röhren werden drei Bildsignale empfangen, wobei eine Röhre den roten, eine andere den grünen und die dritte den blauen Farbinhalt eines Bildes wiedergibt. Beträgt die Summe aller drei Ausgangsspannungen eins, ergibt sich Weiß, wie sie sonst aus einer einzigen Röhre einer Schwarz/Weiß-Fernsehkamera kommen würde. Dieses Signal, das als Leuchtdichte-Signal bezeichnet wird, ist das Grundsignal, das in einem Farbfernsehsystem gesendet wird: Es ist das Luminanz-Signal, was durch einen Schwarz/Weiß-Empfänger aufgenommen und wiedergegeben wird.

Links: Kameramann mit einer elektronischen Farbfernsehkamera.



STUDIO HAMBURG

Oben: Eine Szene bei der Aufnahme der Sendung 'Pariser Geschichten' für das norddeutsche Werbefernsehen. Die Zahl der Schauspieler bei einer solchen Aufnahme ist im Vergleich zur Zahl der Techniker gering. Mikrofonanlagen sind deutlich zu erkennen.

Fernsehkameraröhre**Übertragung von Farbinformationen**

Die drei Ausgangsleistungen der Farbkameraröhren müssen auf den Eingang des Empfängers übertragen werden, weil eine Farbfernsehröhre rote, grüne und blaue Eingaben erfordert. Um Informationen über drei sich ändernde Farbanteile eines Bildes, wie die Farben Rot, Grün und Blau, zu übertragen, werden drei getrennte Signale benötigt.

Diese Signale müssen jedoch nicht die R-, G-, und B-Bildsignale selbst sein. Es genügen drei, die Anteile R, G und B enthaltende Signale, weil man von diesen R-, G- und B-Signalen durch algebraische Umrechnungen Signale in einem Schaltkreis (in der sogenannten Matrix) erhalten kann.

Der Ablauf in der Matrix erfolgt ähnlich wie beim Lösen simultaner Gleichungssysteme in der Algebra. Ein Signal, zu dem R-, G- und B-Werte gehören, existiert bereits als das Luminanzsignal, was gewöhnlich durch ein Y dargestellt wird. Außerdem werden noch zwei andere Signale benötigt. Die beiden gewählten Signale sind die (R-Y)- und (B-Y)-Signale; sie werden auch als Farbdifferenzsignale V und U bezeichnet. Zur Übertragung der beiden Farbdifferenzsignale wird ein Zwischen- bzw. Hilfsträger verwendet. Es ist eine Anzahl von Verfahren entwickelt worden, bei denen der Zwischenträger von zwei unabhängigen Signalen moduliert und am Empfänger wiedergewonnen wird.

NTSC-System

Das erste Farbfernsehsystem war das NTSC (National Television System Committee). Es wurde im Jahre 1954 in den USA eingeführt und wird dort auch heute noch ebenso wie in Japan, Kanada und Mexiko verwendet. Bei diesem System wird der Farbwischenträger von zwei Farbdifferenzsignalen durch ein Verfahren, das man Quadraturmodulation nennt, amplitudenmoduliert.

Bei diesem Verfahren wird die Trägerschwingung in zwei Komponenten aufgelöst. Danach wird jede Komponente von

einem Farbdifferenzsignal einzeln amplitudenmoduliert. Eine Besonderheit dieses Systems ist, daß während der Modulation der Zwischenträger selbst unterdrückt wird. Dies ist möglich, weil die Farbinformation in den Seitenbändern enthalten ist. Die Unterdrückung des Zwischenträgers verbessert die Qualität des kompatiblen Schwarz/Weiß-Bildes dadurch, daß das feine Muster, das sonst auf dem Empfangsschirm erzeugt würde, entfernt wird.

Nach der Modulation werden die zwei Farbdifferenzsignale zur Bildung des Chrominanz- oder Farbartsignals kombiniert. Die Farbdifferenzsignale werden im Empfänger in einem Schaltkreis, der als Quadraturdemodulator bezeichnet wird, wiedergewonnen. Zu dessen Betrieb wird ein Bezugssignal benötigt, das sehr genau mit der senderseitigen Zwischenträgerfrequenz übereinstimmen muß. Deswegen werden einige Schwingungen des Farbtägers sofort nach jedem Zeilensynchronsignal übertragen (Farb-Synchronisierungssignal).

Während der Übertragung wird das Chrominanz-Signal dem Luminanz-Signal überlagert. Die Wirkung der Quadraturmodulation und die nachfolgende Kombination der zwei Farbdifferenzsignale erzeugen bei der Zwischenträgerfrequenz ein neues Signal, von dem die Amplitude und die Phase die Farbinformation übermitteln. Die Farbart wird durch die Phase des Chrominanz-Signales, das zum Hilfsträgergleichlaufimpuls in Beziehung steht, die Sättigung von der Amplitude des Chrominanz-Signales dargestellt.

Dieses System arbeitet recht gut, hat aber den Nachteil, daß bei einer Phasenveränderung des Chrominanz-Signales im Empfänger Farbtonänderungen auftreten. Unerwünschte Phasenänderungen treten im Übertragungsgerät (insbesondere in Videogeräten) und im Empfänger selbst auf. Deshalb ist es wichtig, daß in einem NTSC-Empfänger eine Phasenübersteuerungskontrolle eingebaut ist, die zur Erzielung des richtigen Farbtönen von Hand bedient werden kann.

Um den Auswirkungen von reproduzierten Farbwerten mit

ungewünschten Phasenänderungen im Chrominanz-Signal zu begegnen, haben die Telefunken-Laboratorien in Hannover ein System für automatische Kompensation entwickelt, wodurch PAL-Fernsehempfänger keine Farbwerteinstellung mehr benötigen. Dieses Farbsystem (Farbträgersystem) wird in der Bundesrepublik Deutschland und in vielen europäischen Ländern eingesetzt. (PAL=Phase Alternating Line.)

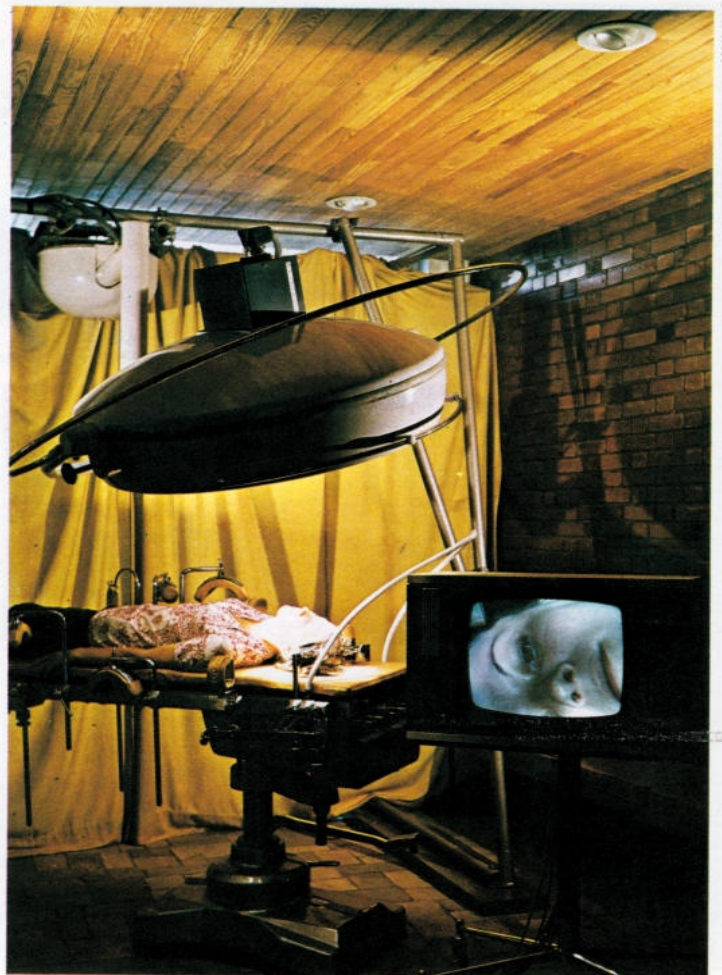
Bei dem PAL Verfahren wird die Polarität des (R-Y)-Signales auf abwechselnden Zeilen senderseitig umgekehrt.

Es sei angenommen, daß eine unerwünschte Phasenänderung vorliegt, die die Farbwerte auf einer bestimmten Zeile des wiedergegebenen Bildes nach Rot verschiebt. Als Ergebnis der Polaritätsumkehr würden auf der nächsten Zeile die reproduzierten Farbwerte nicht rot genug sein. Werden die Bildsignale dieser beiden Zeilen gemittelt, ergibt sich ein Bildsignal, das keine Phasenfehler mehr aufweist.

Um nun einen Vergleich zwischen den Bildsignalen aufeinanderfolgender Zeilen durchführen zu können, ist in den Empfänger eine Verzögerungsvorrichtung eingebaut, wodurch eine Zeitverzögerung auf die Dauer einer Zeile (64 Mikroskunden im 625-Zeilensystem) stattfindet. So wird, während das Bildsignal für eine bestimmte Zeile übertragen wird, das Bildsignal der vorhergehenden Zeile von der Verzögerungsvorrichtung geliefert. Die Bildsignale für beide Zeilen sind somit gleichzeitig verfügbar. Der Empfänger ist jetzt in der Lage, nicht nur die Mittlung der zwei Zeilen zu erzeugen, sondern sogar die (R-Y)- und (B-Y)-Signale zu trennen.

Farbfernsehempfänger

Die PAL-Farbfernsehempfänger, in die eine Verzögerungsleitung eingebaut ist, besitzen einen Tuner zum Abstimmen auf den gewünschten Sender, einen Bildzwischenfrequenzverstärker, der auf eine Mittenfrequenz abgeglichen ist, einen Bildgleichrichter, ein Amplitudensieb, in dem die Synchronpulse vom Bildsignal getrennt werden, sowie Zeilen- und Bildablenkungsschaltungen wie in einem Schwarz/Weiß-Empfänger. Der Ton wird durch Frequenzmodulation mittels eines hochfrequenten Trägers, der um 5,5 MHz vom Bildträger versetzt eingestellt ist, übertragen. Dadurch wird das sogenannte Zwischenträgerverfahren (Intercarrier) des Tonempfanges möglich. Alle Schaltkreise, die vor dem Bildgleichrichter liegen, und ihm nachgeschaltete Verstärker haben ein so breites Frequenzband, daß darauf die Bild- und die Tonsignale aufgezeichnet werden können. Im Gegensatz zum Schwarz/Weiß-Fernsehempfänger wird hier der Tonzwischen-



Oben: Kabelfernsehsysteme werden in Banken, in der Industrie und in der Medizin verwendet. Kameras und Empfänger sind durch Kabel verbunden. Beim hier abgebildeten System verfolgen Medizinstudenten den Verlauf einer Operation.

träger nicht gleichzeitig im Videogleichrichter erzeugt. Es könnte sonst eine unerwünschte neue Differenzfrequenz auftreten, die aus dem Tonträger und dem Farbhilfsträger gebildet wird. Im PAL-Farbfernsehempfänger wird deshalb eine weitere Gleichrichterschaltung hinzugefügt, in der die 5,5 MHz Intercarrierfrequenz gewonnen wird. Ein auf diese Frequenz abgestimmter Tonzwischenfrequenzverstärker folgt auf den Gleichrichter. Um ein Signal für den Lautsprecher zu liefern, wird allerdings ein FM-Detektor, dem ein Niederfrequenzverstärker nachgeschaltet ist, erforderlich.

Es ist möglich, eine Matrix, die die (R-Y)-, (B-Y)- und Y-Signale aufnimmt, zu verwenden, die dann von diesen Signalen die entsprechenden R-, G- und B-Signale ableiten, die direkt auf den Eingang der Farbbildröhre gelegt werden können. Die gebräuchlichere Form ist jedoch, eine Matrix so zu entwerfen, daß sie das dritte Farbdifferenzsignal (G-Y) erzeugt. Die Bildröhrengitter werden nun mit den (R-Y)-, (G-Y)- und (B-Y)-Signalen, die Katoden vom Y-Signal gespeist. So haben jedes Gitter und jede Katode das Y-Signal gemeinsam. Sie heben sich hierdurch auf. In Wirklichkeit werden nach Bedarf die Gitter von R-, G- und B-Signalen gespeist. Wenn der Farbfernseher ein Schwarz/Weiß-Bild übertragen soll, spürt ein Schaltkreis die Abwesenheit des Farbsynchronisier-Signales auf und sperrt den Farbverstärker (Chrominanzverstärker) so, daß keine Signale auf die Bildröhrengitter geleitet werden. Das Y (Leuchtdichte)-Signal wird nach wie vor auf die Röhrenkatoden – wie beim Schwarz/Weiß-Empfänger – angelegt; der Farbfernseher reproduziert ein Schwarz/Weiß-Signal.



Oben: Ein Kontrollraum im 'Studio Hamburg' (ARD). Die Position und Stärke der Beleuchtung werden von hier aus kontrolliert. Der Bildtechniker prüft die Bildqualität.

FARBFILMKOPIEN

Mit Hilfe von modernen Entwicklungsverfahren können mit geringen Kosten Farbfilmkopien von hoher Qualität hergestellt werden.

Farbfotographien können in verschiedenen Verfahren hergestellt werden; das bedeutendste ist das Negativ/Positiv-Verfahren, bei dem eine Farbfilmkopie von einem Kamera-Negativfarbfilm hergestellt wird.

Alle Farbfotomaterialien enthalten drei getrennte Schichten, von denen jede in der Lage ist, Licht von etwa einem Drittel des sichtbaren Spektrums entsprechend den drei Primärfarben Rot, Grün und Blau aufzunehmen. Wenn das Material entwickelt wird, wird das aufgenommene Bild in jeder Schicht in einer Farbe hergestellt, die komplementär zu dem Licht ist, das es erzeugte. Somit wird das Bild in der Rot aufnehmenden Schicht zyanfarben (blau-grün, weißes Licht abzüglich roter Komponente), das in der Grün aufnehmenden Schicht wird Magentarot (blau-rot, weißes Licht abzüglich grüner Komponente) und das in der blauen Schicht wird Gelb (weißes Licht abzüglich blauer Komponente). Bei der Herstellung eines Farbbildpositivs von dem Farbnegativ werden die gleichen Funktionen wiederholt, wobei ein Papiermaterial verwendet wird.

Da die Farbstoffe in den Farbfilmen nicht sehr rein sind, würde ein auf diese Weise hergestellter Abzug verschwommene, unreine Farben aufweisen. Um dies zu verhindern, enthält der Film eine Maske, die diese Mängel korrigiert. Diese Maske gibt dem Film die typische orange Farbe.

Herstellung des Abzuges

Farbabzüge werden gewöhnlich von einem Farbnegativ hergestellt; hierbei wird ein Vergrößerungsgerät verwendet, das ein Bild des Negativs auf das Papier projiziert. Ein solches Vergrößerungsgerät kann für die Herstellung von Farbabzügen verwendet werden, wenn dafür gesorgt wird, daß farbige optische Filter (lichtabsorbierende Folien) im Lichtweg verwendet werden. Die gewählte Einstellung hängt davon ab, wie die Abzüge belichtet werden sollen.

Die einfachste Methode besteht darin, drei aufeinanderfolgende Belichtungen durch ein dunkelrotes, ein dunkelgrünes und ein dunkelblaues Filter vorzunehmen. Diese belichten die Rot, Grün und Blau aufnehmenden Schichten des Kopiermaterials einzeln. Dies ist als additives oder Dreifarben-Abziehverfahren bekannt, bei dem nur die drei erwähnten Filter erforderlich sind, die unter den Linsen angebracht werden können.

Ein schnelleres Verfahren, das sehr häufig angewendet wird, ist das Abziehen mit weißem Licht. In diesem Falle wird eine einzelne Belichtung mit weißem Licht vorgenommen, das mit Hilfe von hellgelben, magentaroten oder zyanfarbenen Filtern die sich in dem Vergrößerungsgerät befinden, auf die Farbe eingestellt wurde. Die Filter sind so eingestellt, daß gewährleistet ist, daß jede der drei Schichten genau zur gleichen Zeit belichtet wird. Der Filtersatz, der zur Einstellung der Farbe der Lichtquelle verwendet wird, wird zusammengestellt, indem aus einer Reihe von Filtern mit verschiedenen Farbtiefen ausgewählt wird: Um zufriedenstellend arbeiten zu können, ist ein Satz von 18 Filtern, 6 von jeder Farbe, erforderlich.

Professionell verwendete Farbbild-Vergrößerungsgeräte ent-

Stadien der Herstellung eines Farbabzuges. Oben sieht man das Negativ. Ein Farbabzug-Analysator würde gleiche Mengen jeder Farbe annehmen und die Kopierfilter dementsprechend einstellen. Wenn eine Farbe naturgemäß überwiegt, in diesem Fall



Magentarot, sind diese Filter falsch; es wird ein Stich der Komplementärfarbe Grün auftreten (mittleres Bild). Bei dem letzten Abzug wurde die Grün-Filterung erhöht und die der Komplementärfarbe Magentarot verringert.

halten oft Filteranordnungen, die eine kontinuierliche Veränderung der Farbe des Kopierlichtes über einen großen Bereich durch einfaches Drehen eines Rades gestatten.

Entwicklung

Anschließend muß das belichtete Papier entwickelt werden, um das Farbbild herzustellen. Die Materialien der verschiedenen Hersteller erfordern ihre eigenen speziellen Entwicklungs-Chemikalien und -Verfahren. Zu den wesentlichen Punkten, die bei den meisten Verfahren üblich sind, gehören Farbentwicklung sowie Bleichfixieren.

Die farbgebende Entwicklung ergibt für jede Farbe ein gewöhnliches Schwarz/Weißbild, zusammen mit einem zusätzlichen farbigen Farbstoffbild.

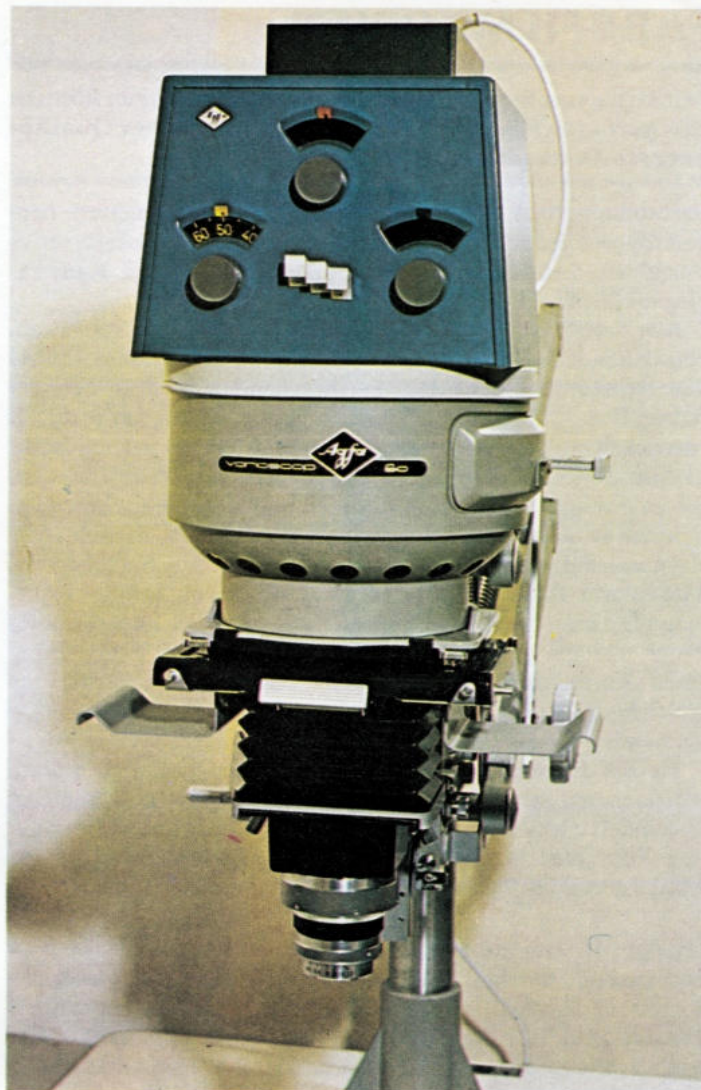
Während des Bleichfixierstadiums wird durch die Bleichwirkung das Silber, das die schwarzen Bilder erzeugt, entfernt; es bleibt nur das Farbbild übrig. Durch die Fixierwirkung werden alle Silberverbindungen entfernt, wodurch das Material gegenüber weiteren Belichtungen stabil wird. Bei einigen Verfahren werden das Bleichen und Fixieren durch zwei Lösungen bewirkt, die nacheinander in dieser Reihenfolge angewendet werden.

Zur Entfernung von unerwünschten Chemikalien werden eine oder mehrere Zwischenwässerungen durchgeführt. Zur Verbesserung der Qualität des Fertigabzuges können zusätzliche Behandlungen vorgenommen werden.

Auswahl der Filter

Die Anforderungen an Belichtung und Filterung beim Entwickeln der einzelnen Farbnegative sind wegen unterschiedlicher Herstellungsmethoden von Film und Papier, den Belichtungsbedingungen der Kamera, der Bearbeitung von Film und Abzug und der Farbe des ungefilterten Lichtes der Vergrößerungslampe sehr verschieden. Im allgemeinen müssen Amateure, die Abzüge herstellen, nach der 'trial and error' -Methode (Probieren) arbeiten. Ein erster Abzug wird mit einer Reihe von Belichtungen und einem durchschnittlichen Filtersatz hergestellt. Nach der Entwicklung kann anhand des Versuchsabzuges die richtige Belichtungszeit bestimmt werden. Der Abzug weist wahrscheinlich infolge einer fehlerhaften Filterzusammenstellung einen Farbstich auf. Wenn der Abzug insgesamt einen Gelbstich hat, kann dies durch Erhöhen der Gelbfilterung korrigiert werden; ein Grünstich kann durch Reduzierung der Magentarotfilterung korrigiert werden usw. Nachdem entsprechende Veränderungen am Filtersatz vorgenommen worden sind, wird ein zweiter Abzug gemacht, der weitere Einstellungen der Filterung und der Belichtung notwendig machen könnte, bevor der endgültige Abzug gemacht wird.

Der Aufwand an Material und Zeit ist bei diesem Verfahren zu hoch, als daß es im professionellen oder industriellen Bereich angewendet werden könnte. Bei solchen Anwendungsgebieten ist es üblich, die von dem Bild auf das Negativ übertragenen Mengen von rotem, grünem und blauem Licht mit Hilfe einer FOTOZELLE und Filtern zu messen. Ein Vergleich mit den Ablesungen auf einem ähnlichen 'Master'-Negativ ermöglicht eine direkte Bestimmung der korrekten Filterung. Dies wird erleichtert, wenn es auf dem Film einen bekannten grauen Fleck, in dem alle Farben zu gleichen Anteilen vorliegen, gibt. Alternativ wird in einer sehr flexiblen Methode, die bei Amateur-Farbabzügen durch automatische Vervielfältiger angewendet wird, das Prinzip der Integration zu Grau angewendet. Eine oder mehrere Fotozellen bestimmen den Gehalt von Rot, Grün und Blau in jedem Negativ. Es wird eine Belichtung vorgenommen, die von der Annahme ausgeht, daß der Bildinhalt einer gleichmäßigen grauen Farbe äquivalent ist. Bei einem großen Prozentsatz von Amateurbildern entstehen durch dieses



AGFA GEVAERT

Ein Farbfilm-Vergrößerungsgerät. Das Negativ wird in den Bottich über dem Faltenbalg gelegt; die drei Einstellscheiben am dem Lichtkasten verändern den Zyanfarben-, Magentarot- und Gelb-Gehalt des Lichtes.

Verfahren recht gute Abzüge. Wenn das Bild einen großen Bereich von einer Farbe enthält, wird der daraus resultierende Abzug einen Stich der Komplementärfarbe aufweisen; man sagt, er hat einen 'Interimage-Effekt'. Solche Abzüge sollten noch einmal gemacht werden, nachdem die Bedienelemente des Kopiergerätes von Hand richtig eingestellt wurden.

Andere Methoden

Farbabzüge können auch direkt von Farbdias, d.h. Diapositiven, hergestellt werden, wobei eine Art von Farbpapier verwendet wird, das eine kompliziertere Bearbeitung erfordert. Aufgrund des Fehlens der Farbkorrekturmasks ist die Farbqualität nicht so gut wie bei dem Negativ/Positiv-Verfahren, das oben beschrieben wurde.

Für spezielle Anwendungsgebiete stehen andere Verfahren zur Verfügung. Bei der Farbübertragung wird der Abzug durch aufeinanderfolgende Farbübertragungsbilder von getrennten Aufzeichnungen des roten, grünen und blauen Gehaltes des Bildes zusammengesetzt. Farbübertragungsabzüge sind von hoher Qualität und gestatten noch Korrekturen des Fertigabzuges. Ausbleich-Verfahren erzeugen Bilder, indem die Farbstoffe der auf dem Film befindlichen Farbschichten beim Belichten ausgebleicht werden. Hierbei können Farben mit besserer Farbsattheit und höherer Farbbeständigkeit verwendet werden.

Erfindungen 10: GLAS

Um 2 000 v. Chr. wurde in Mesopotamien die Entdeckung gemacht, daß eine Mischung aus Quarzsand und Alkalisalzen, wie z.B. Soda oder Pottasche, bei starkem Erhitzen schmilzt und sich schließlich verflüssigt. Es bildet sich Glas. Lange vor dieser Entdeckung wurde im Nahen Osten von Handwerkern ein Material hergestellt, das sich aus den gleichen Bestandteilen zusammensetzte. Es ist unter der Bezeichnung 'Ägyptische Fayence' bekannt geworden. Man verwendete Ägyptische Fayence zur Herstellung von Amuletten und kleinen Gefäßen. Das Gemisch aus Quarzsand und Alkalisalzen wurde nur bis zum Schmelzpunkt der Sandkörner erhitzt. Diese Masse wurde auf das Grundmaterial aufgebracht, wodurch ein glasiger Überzug entstand. So ist Glas durch Überhitzen Ägyptischer Fayence entstanden.

Glasbearbeitung

Mesopotamische Handwerker bearbeiteten Glas, indem sie es abkühlen ließen und anschließend mit Schleifwerkzeugen, wie beispielsweise Stein, schliffen. Diese Technik wurde lange Zeit zur Herstellung von Amuletten und Gefäßen verwendet. Man entdeckte aber bald, daß sich

Glas leichter bearbeiten läßt, wenn man es in plastischem Zustand läßt. Gefäße wurden auf zwei Arten hergestellt: Entweder häufte man um einen Stab Sand, der in geschmolzenes Glas gefüllt wurde. Nach dem Entfernen und Erkalten des Glases wurde der Sand von der Form entfernt. Oder es wurde so verfahren, daß man zuerst einen Glasstab herstellte, anschließend eine Anzahl von Glasstäben erhitze, um eine Form legte, wieder erhitze und dann auf einer Steinplatte hin- und herrollte, um eine glatte Oberfläche zu erhalten.

Gefärbtes Glas

Man hatte sich früher nicht sehr darum bemüht, klares, farbloses Glas zu fertigen, denn das Rohmaterial enthielt viele Verunreinigungen. Bei Eisenverunreinigungen kann das Glas grünlich oder bernsteinfarben wirken. Bei anderen Verunreinigungen wird das Glas beispielsweise undurchsichtig. Häufig werden der Glasschmelze Kupferverbindungen zugesetzt, um sie blau einzufärben. Vielfach wurden auch Glasfäden aus weißem oder bernsteinfarbenem Glas auf die Oberfläche eines Gefäßes aufgebracht und nach dem Wiedererhitzen durch Rollen in sie eingebracht.

Glasblasen

Diese komplizierten Verfahren bei der Glasbearbeitung wurden bis ins zweite Jahrhundert angewendet. Danach führte sich in der Levante das Glasblasen ein.

Es waren tatsächlich Hufschmiede, die herausfanden, daß man mit langen Eisenrohren geschmolzenes Glas aus der Schmelze nehmen und blasen kann. Durch Wiedererwärmen konnte das Glas in die gewünschte Form gebracht werden. Bis zu diesem Zeitpunkt war die Bearbeitung von Glas ein Monopol des Mittleren Ostens. Sie breitete sich dann aber rasch im Römischen Reich aus.

Als Alternative zum Glasblasen bevorzugten einige Handwerker noch Gußformen. Das geschmolzene Glas wurde in eine Gußform geblasen, die eine Prägung des herzustellenden Glasgefäßes enthielt. Mit Einführung der Technik des Glasblasens wurde die Durchsichtigkeit von Glasgefäßen angestrebt. Um Unreinheiten, speziell Eisenverbindungen, zu vermeiden und um klares, farbloses Glas zu erhalten, widmete man sich mit großer Sorgfalt der Auswahl und Vorbereitung der Glaszutaten. Kobalt- und Magnesiumerze wurden für blaues oder purpurfarbenes Glas verwendet. Türkis und Grün, die



Oben: Ägyptische Fayence. Sie wurde häufig zur Herstellung kleiner Amulette und Flakons benutzt.

Links: Ein gemustertes Glasgefäß. Das geschmolzene Glas wurde um einen Sandkern gelegt. (600 bis 400 v. Chr.)

Rechts: Ein syrisches Flakon in der Form eines Kopfes. Das Glas wurde unter willkürlichem Hinzufügen von farbigem Material geblasen.



durch Zusatz von Kupferverbindungen entstanden, kannte man schon seit vielen Jahrhunderten. Durch Hinzufügen von Magnesiumdioxid wurde Eisenoxid, das in verunreinigtem Sand vorkommt, eliminiert. Das Glas wurde hierdurch schmutziggelblich.

Verzierungen

Um achatähnliche Materialien zu erhalten, wurden verschiedene Sorten von gefärbtem Glas gemischt. Fäden, Verbindungslinien und Rosetten aus Glas konnten auf die Glasoberfläche aufgebracht werden. Fäden aus farbigem Glas konnten zu Bündeln zusammengefaßt und dann geschmolzen werden. Wurden sie durchgeschnitten, bildeten sie durch Aufschmelzen auf die Glasoberfläche hübsche Verzierungen. Durch Fräsen von Glas (mit einem Steinrad) wurden einige

sehr bemerkenswerte Glaswaren geschaffen. Dies sogenannte Portlandvase (auch Barberini-Vase genannt) im Britischen Museum wurde aus blauem Glas geblasen, wobei die untere Hälfte in weißes Glas getaucht wurde. Das weiße Glas wurde dann mit einer Polierscheibe bearbeitet; dadurch entstanden verschiedene Figuren in weißer Reliefdarstellung, die sich deutlich vom blauen Hintergrund abheben.

Fensterglas

Stücke aus klarem Glas wurden geblasen und mit Zangen geöffnet, solange es noch verformbar war. Durch schnelles Drehen der Glasbläserpfeife bildete sich dann eine runde Glasfläche, aus der Fenster Scheiben geschnitten wurden.

Wie in vielen anderen Techniken gelang es den Römern auch hier,

besseres Fensterglas herzustellen. Römisches Glas hatte weniger Blasen als das ägyptische Glas, da die Römer die Glasschmelze höher erhitzen konnten.

Modernes Glas

Bleikristallglas wurde im Jahre 1675 entdeckt. In jüngster Zeit wurden optische Gläser, Glasfasern, hitzebeständiges Glas, splitterfreies Glas und getöntes Glas geschaffen.

Im Jahr 1913 wurde Flachglas dadurch hergestellt, daß man geschmolzenes Glas automatisch senkrecht hochzog. Dieses Glas hatte allerdings eine gewellte Oberfläche. Im Jahre 1959 schließlich entdeckte die Firma Pilkington das 'Floatglas' ein Flachglas, das auf einer Zinnschmelze, schwimmend erstarrt. Die Oberfläche des Glases wird dadurch sehr glatt und eben.

BRITISH MUSEUM / MICHAEL HOLFORD



ANTONELLO PERISSINOTTO



Ganz links: Die Portlandvase, das bekannteste Beispiel für die römische Kamee-Glaskunst. Sie datiert aus dem 1. Jahrhundert n. Chr. Töpferei-Kopien dieser Vase wurden von Josiah Wedgwood im Jahre 1790 hergestellt.

Links: Ein Gefäß aus Millefioriglas aus dem 1. Jahrhundert n. Chr. Es wurden verschiedenfarbige, gebündelte Glasstangen hergestellt, die unter einem bestimmten Winkel geschnitten wurden. Hierdurch konnte der Millefiori-Effekt (Tausend Blumen) erzielt werden. Das Glas wurde in einer Form gepreßt, um das Gefäß zu formen.

Unten: Eine Sammlung kleiner, römischer Flakons, die wahrscheinlich zur Aufbewahrung von Kosmetika dienten.



SCALA