

WIE GEHT DAS

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



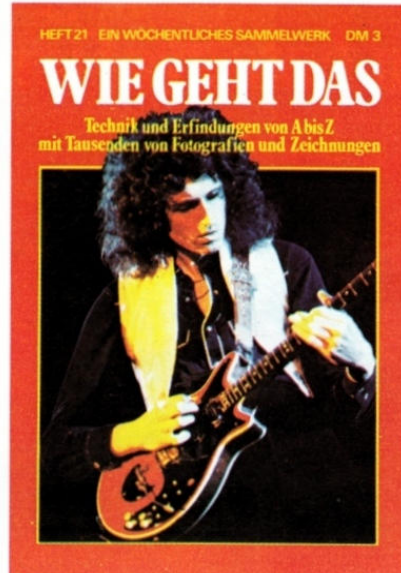
scan: **IGDL**

WIE GEHT DAS

Inhalt

Geophysik	533
Geosatellit	537
Gepäckförder- anlage	540
Gerichts- wissenschaft	542
Geschirrspül- maschine	546
Geschoß	548
Getreideheber	550
Getriebe	552
Getriebelock	555
Gewehr	558

In Heft 21 von Wie Geht Das



Die Gitarre ist heute eines der populärsten Musikinstrumente. Die erste Gitarre wurde wahrscheinlich in Spanien um 1270 gebaut. Gitarrenähnliche Instrumente sind jedoch bereits seit 1350 v. Chr. bekannt. Der Artikel über Gitarren in Heft 21 von Wie Geht Das beschreibt die wichtigsten heute gebräuchlichen Arten.

Seit Tausenden von Jahren ist Gold das wertvollste der Menschheit bekannte Metall. Es wurde hauptsächlich als Zahlungsmittel gebraucht. Heute finden sich jedoch auch zahlreiche wichtige industrielle Verwendungsbereiche. Über die Goldgewinnung, seine Verarbeitung und Anwendungsbereiche können Sie in Heft 21 von Wie Geht Das nachlesen.

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 gesamtes 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

Einzahlschein) 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 Überweiskopie Ihre vollständige Anschrift gut leserlich enthalten.



GEOPHYSIK

Die Untersuchung der Erdstruktur ist vom wissenschaftlichen Standpunkt her interessant, vom wirtschaftlichen Standpunkt aus aber wichtig, da neue Mineralien und Ölvorkommen entdeckt werden können.

Die Geophysik befaßt sich mit der inneren Struktur der Erde. Da hiermit die Untersuchung des ganzen Planeten Erde verbunden ist, umfaßt die Geophysik auch geologische (Studium der Erdoberfläche), mineralogische und ozeanographische Forschungen. Die Geophysik beschäftigt sich ebenso mit rein wissenschaftlichen Untersuchungen der Erdstruktur (z.B. die Entstehung von Vulkanen oder die Erforschung der Kontinentalverschiebungstheorie) wie auch mit der Suche nach Mineralien und Erdölvorkommen. Die hier angewendeten technischen Verfahren werden auch bei der Erforschung des Mondes oder anderer Planeten des Sonnensystems angewendet.

Seismologie (Erdbebenkunde)

Die Seismik ist die wichtigste Untersuchungsmethode in der Geophysik. Um das Innere der Erde zu erforschen, verwendet der Geophysiker Schallwellen niedriger Frequenz (etwas unter 100 Hz), die durch Explosion oder mit Vibratoren erzeugt werden. Die Schallwellen durchdringen Felsen gleicher Struktur und werden von verschiedenen Felsschichten reflektiert und an der Oberfläche empfangen. Mit diesen Methoden können nur Informationen über oberflächennahe Schichten des Erdkörpers erhalten werden. Über den inneren Aufbau der Erde geben Erdbebenwellen, die das Erdinnere durchwandern, genaueren Aufschluß. Die von verschiedenen Erdbebenstationen empfangenen Erdbebenwellen lassen Rückschlüsse auf den Aufbau des Erdinneren zu.

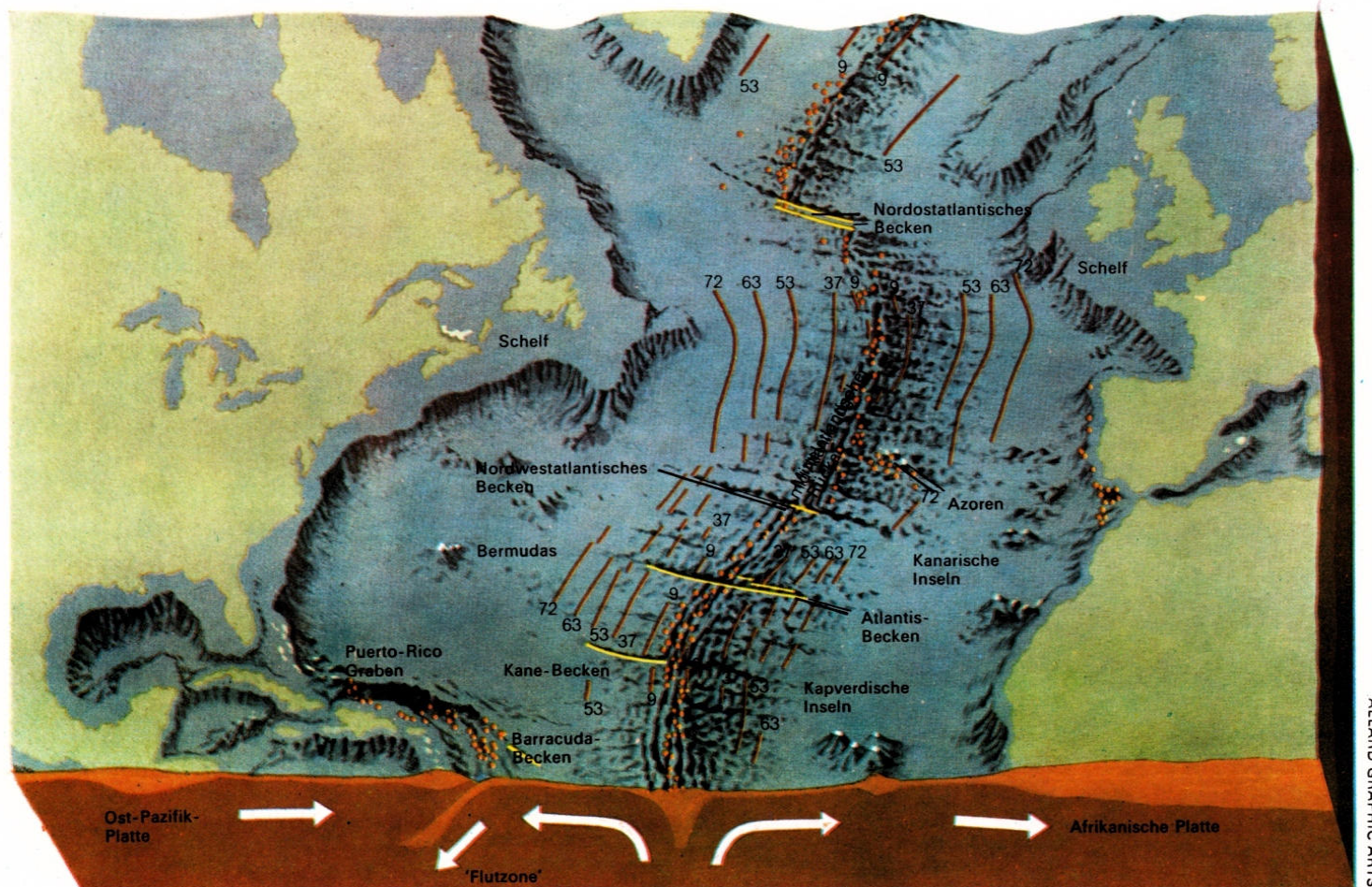
Durch seismische Methoden kann die ungefähre Struktur

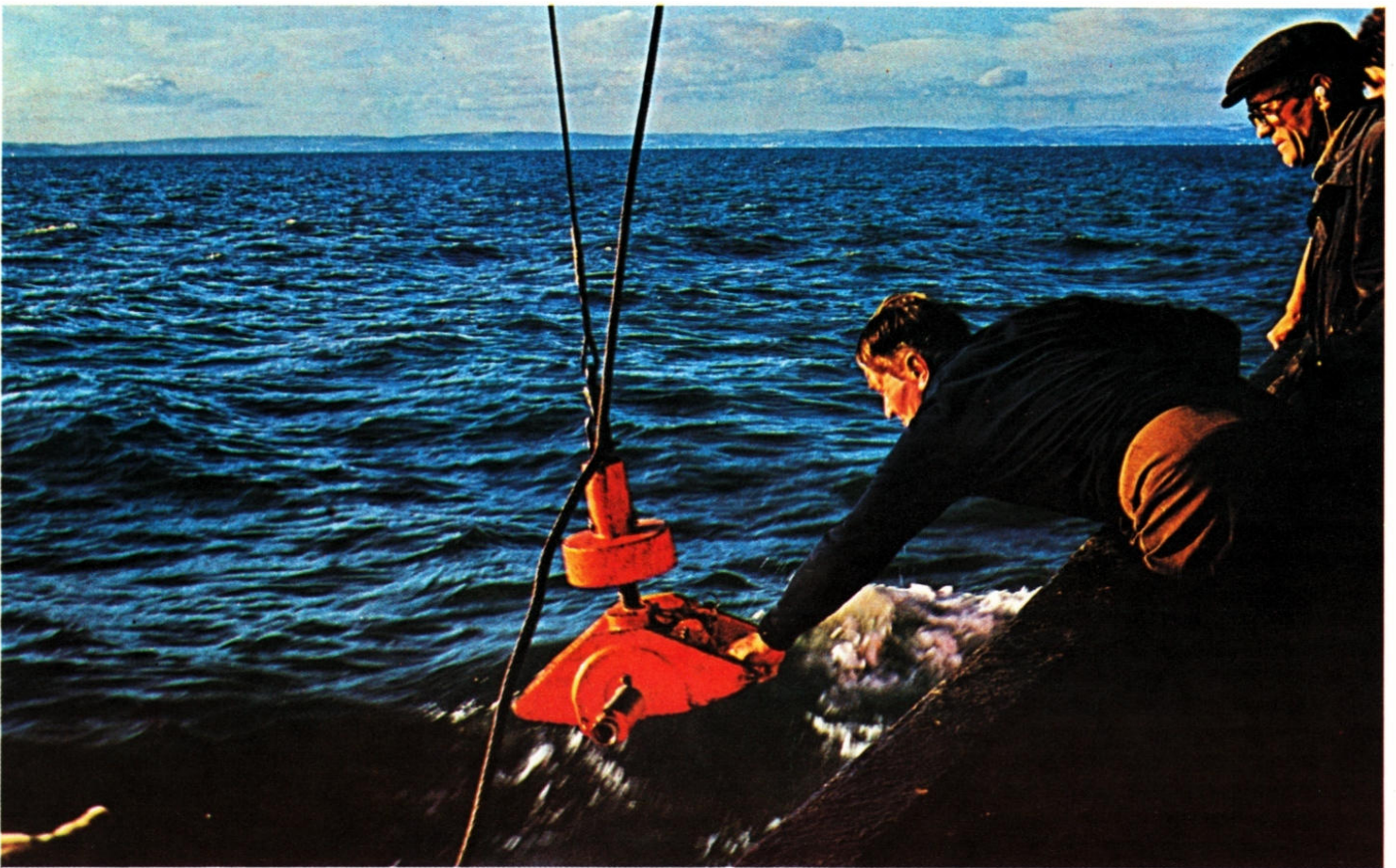
unter der Oberfläche des Felsens bestimmt werden, genauere Informationen hingegen lassen sich durch Bohrlochmessungen ermitteln. Hierbei werden in die betreffenden Felsen Löcher bis zu einer Tiefe von 4,5 km gebohrt; anschließend wird ein empfindliches Mikrophon oder Geophon in das Bohrloch hinabgelassen. Durch Abfeuern von Geschossen an der Oberfläche kann die Schallgeschwindigkeit in verschiedenen Gesteinsschichten festgestellt werden. Zusätzlich können die RADIOAKTIVITÄT und die elektrische Leitfähigkeit des Gesteins ermittelt werden.

Gravimeter

Die verschiedenen Gesteinsarten weisen unterschiedliche Dichten auf. Der Bereich hoher Gesteinsdichte hat eine größere Schwere als Gestein mit niedrigerer Dichte. Die Wirkung dieser Schwereanomalie ist sehr klein. Sie beträgt etwa 1 Millionstel der GRAVITATION ($9,81 \text{ m/s}^2$). Diese geringen Abweichungen werden mit einem Gravimeter, das nach dem gleichen Prinzip wie eine Federwaage arbeitet, bestimmt. Ein Gewicht hängt an einer sehr empfindlichen Spiralfeder, die aus feinem Draht oder Quarz besteht. Ein Zeiger gibt die Ablenkung, die durch die Erdanziehung hervorgerufen wird, an. Unabhängig von der Empfindlichkeit wurden sehr

Unten: Reliefkarte des Atlantiks. Er ist im Mittel 4 900 m tief. Durchbrochen wird der Atlantik von einem Tiefseerücken, der sogar bis an die Wasseroberfläche dringt. Ein Beispiel sind die Azoren. Die Umkehrpunkte des magnetischen Erdfeldes sind als rote Linien eingezeichnet (Zahlen = Millionen Jahre). Am Rande der Karibik dehnte sich der Meeresboden bis unter die Platte aus. Dies führte zur Bildung des Pazifik. Diese 'Flutzone' ist Ursache für die Entstehung des Puerto-Rico-Grabens. Die orangefarbenen Punkte kennzeichnen die Epizentren von Erdbeben.





Oben links: Ein Meeresbodenbohrer. Er rammt sich durch sein Drehmoment in den Boden. Die Seitenflossen am oberen Ende halten den Bohrer beim Absinken senkrecht. Er nimmt Spuren fast aller weichen Gesteine auf.

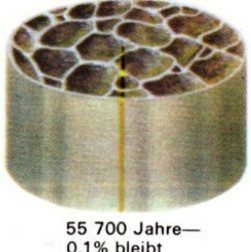
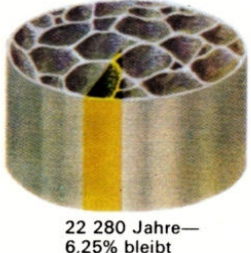
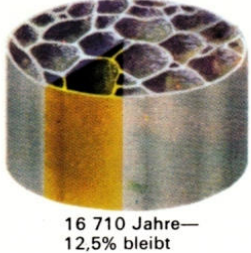
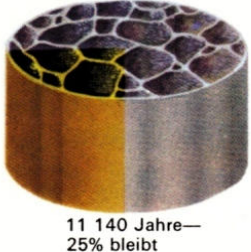
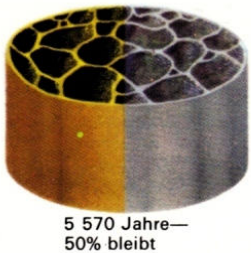
Oben rechts: Das Gehäuse, das hinter dem Seitenruder des Flugzeuges hervorragt, enthält ein Protonen-Magnetometer. Es untersucht magnetische Anomalien, die bei Messungen des Erdmagnetismus festgestellt werden.

Oben: Ein Sammler für Schlamm, kurz bevor er zum Meeresboden hinabgelassen wird. Er schnappt—einer Mausefalle ähnlich—zu, wenn er den Boden erreicht. Hierbei nimmt der Sammler Proben vom Meeresboden auf.

widerstandsfähige Gravimeter hergestellt, die in einer der beiden Arten angewendet wird. Um rasch einen Überblick über die Schwereverhältnisse eines Bereiches auf der Erdoberfläche zu erhalten, wird das Gravimeter in einem Flugzeug über die Fläche, die in Schnittlinien unterteilt ist, geflogen. Hierdurch bekommt man einen Eindruck von der allgemeinen Struktur des überflogenen Bereiches (wenige Hundert Quadratkilometer). Aus den Ergebnissen kann man wertvolle Rückschlüsse auf den Mineralanteil in dem betreffenden Bereich ziehen und wichtige wissenschaftliche Erkenntnisse sammeln. Auf diese Weise wurden beispielsweise die Erdölvorkommen in Alaska entdeckt.

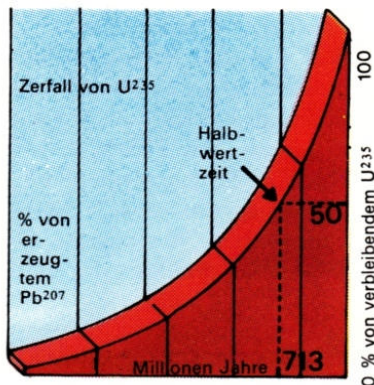
Alternativ hierzu können tragbare Gravimeter eingesetzt werden, die in rucksackähnlichen Behältern transportiert

ZERFALL DES KOHLENSTOFFISOTOPS



Links: Zerfallsrate radioaktiver Kohlenstoff-Isotope (^{14}C) zu Stickstoff-Isotopen (^{14}N). Alle lebenden Pflanzen und Tiere absorbieren ^{14}C aus der Atmosphäre. Da die Zerfallsrate von ^{14}C bekannt ist, kann der Zeitpunkt des Todes durch die Kohlenstoff-Isotope ermittelt werden.

Unten: Für alle radioaktiven Materialien kann für die Halbwertszeit eine Kurve angegeben werden, die einer sogenannten e-Funktion entspricht. Die Hälfte des Ausgangsmaterials zerfällt relativ schnell. Jede in dem Bild angegebene Zeitdauer entspricht einer Halbierung des radioaktiven Restmaterials.



Rechts: Den wichtigsten Beweis für die Kontinentaldrift findet man in magnetischen Anomalien alten Felsgesteins. Bei der Kristallisierung geschmolzenen Gesteins richten sich magnetisierte Eisenteile parallel zum Magnetfeld der Erde aus (ganz rechts). Vorausgesetzt das Magnetfeld der Erde ist unverändert geblieben, dann zeigt der Winkel der Abweichung den Grad der Verschiebung des Felsgesteins an. Das Bild zeigt die Kontinentalverschiebung für Südamerika und Afrika.

werden. Diese Technik kann in begrenztem Maße auf See angewendet werden. Im Vergleich zur seismischen Methode hat man mit diesem Verfahren eine preiswerte Möglichkeit, ein Gestein zu entdecken, das im Innern Erdölvorräte aufweist.

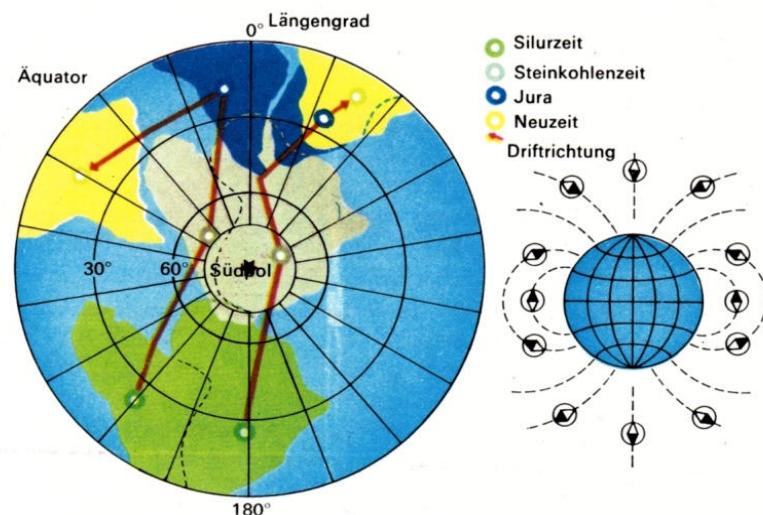
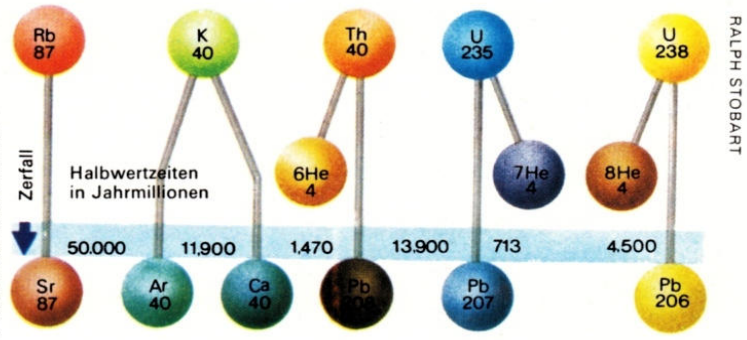
Magnetische Anomalien

Ebenso wie Regionen von hoher oder niedriger Erdschwere von Interesse sind, sind für den Geophysiker auch magnetische Anomalien von Bedeutung. Die hier verwendeten **MAGNETOMETER** haben eine kompaßähnliche Nadel, die durch eine feine Feder nicht in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet wird. Die Federspannung ist der magnetischen Feldstärke direkt proportional. In modernen Protonen-Magnetometern wird der Effekt ausgenutzt, daß das magnetische Feld die Energie der in einem Kristall befindlichen Protonen beeinflusst. Diese Erscheinung wirkt sich auf die in der Nähe befindlichen Elektronen aus, wodurch die elektrischen Eigenschaften des Kristalls geändert werden.

Magnetometer können ebenso wie Gravimeter auf dem Erdboden getragen oder in Flugzeugen transportiert werden, wobei ähnlich genaue, jedoch schnellere Messungen als am Erdboden vorgenommen werden können. Der Vorteil dieser Methode, magnetische Anomalien festzustellen, wird—beispielsweise in Australien—zur Entdeckung von ausgedehnten Eisenerzfeldern genutzt.

Bei dem üblichen geologischen Verfahren, Gesteinsproben aus einem Felsen zu entnehmen, können die Gesteinsproben durch magnetische Untersuchungen mit speziellen Magnetometern durchgeführt werden. Hierbei werden die Proben

Unten: Diese Isotopen werden von Geologen zur Altersbestimmung von Gestein und Fossilien benutzt. Die radioaktiven Ausgangsmaterialien sind mit ihren Halbwertszeit- und Endwerten abgebildet. Der gesamte Zerfallszeitraum dauert Millionen Jahre. Das Alter der Erde wird auf 4 500 Millionen Jahre geschätzt.





Oben: Seismische Messungen werden ausgeführt, indem man kleine Explosionen erzeugt oder mechanische Vibratoren benutzt. Die Schallwellen werden reflektiert und ihr aus dem Erdinneren kommendes Echo wird von Geophonen (rechts oben) empfangen,



die über den zu untersuchenden Bereich verteilt sind. Die aufgezeichneten Daten können mit Hilfe von Computern analysiert werden. Man erhält so Aufschluß über die Felsstruktur unterhalb der Erdoberfläche.

beispielsweise in Umdrehungen versetzt, wobei bei magnetischen Materialien durch das wechselnde Magnetfeld kleine elektrische Ströme in Spulen induziert werden. Hierbei stellt man fest, daß verschiedene Gesteinsschichten unterschiedliche magnetische Ausrichtungen haben. Beispielsweise können obere Schichten in Richtung des magnetischen Erdfeldes, tiefere Schichten in entgegengesetzter Richtung magnetisiert sein. Noch tiefer liegende Schichten können wieder die Struktur der oberen Schichten aufweisen. Dieser Paläomagnetismus zeigt, daß sich das magnetische Erdfeld mehrmals um 180° gedreht haben muß. Jede Drehung lief in Hunderttausenden von Jahren ab. Über die Ursachen dieser Erscheinung ist sich die Wissenschaft auch heute noch nicht im klaren. Die Beobachtung als solche gibt dem Geologen aber Aufschluß über die Erdkruste.

Beobachtungen mit Flugzeugen und insbesondere Tiefseeborungen zeigten, daß sich das Magnetfeld der Erde in aufeinanderfolgenden Schichten gedreht haben muß. Auf dem Meeresgrund können nebeneinanderliegende Gesteinszüge den gleichen Effekt zeigen.

Kontinentaldrift

Die Geophysiker sehen diese Gesteinszüge als überzeugenden Beweis für die Kontinentaldrift (Kontinentalverschiebungstheorie) an. Auf einer Weltkarte kann man leicht erkennen, daß die Ostküste Südamerikas und die Westküste Afrikas zusammenpassen würden. Bis vor kurzem wurden Theorien, nach denen die Landoberfläche der Erde einmal eine große Fläche (Pangaea) war, als unwahrscheinlich, wenn nicht sogar als absurd, angesehen. Die moderne Geophysik hat hier ihre Meinung geändert. Die neue Wissenschaft Platten-tektonik (globale Bewegung der Lithosphärenplatten) beschäftigt sich mit der Kontinentalverschiebungstheorie.

Der Geophysiker erklärt die paläomagnetische Umkehr so, daß neue Teile der Erdkruste längs der Tiefseerücken aus

dem Erdinneren gebildet wurden. Als sie sich von den Rücken wegbewegten, konnte sich das Meer weiter ausbreiten. Die bildhafte Vorstellung von der Kontinentalverschiebungstheorie wird weiter dadurch erschwert, daß sich Landstriche beim Ausdehnen des Wassers gedreht haben. Wie groß die Drehung war, kann dem fossilen Magnetismus im Gestein entnommen werden.

Beim Gegenwirken auf die Ausbreitung des Meeresbodens wurde in den Tiefen des Ozeans die Erdkruste ausgespült. Die Kruste des Meeresbodens dringt unterhalb der dickeren Erdkruste ein und vereinigt sich möglicherweise mit der Schmelze im Erdinneren. Dieser kraftvolle, geophysikalische Prozeß ist die Ursache von Erdbeben, die für die Gegend um Japan charakteristisch sind.

Weitere geophysikalische Verfahren

Weitere Beweise für Theorien, die auf das Ausbreiten des Meeresbodens hinweisen, erhält man aus Untersuchungen des Wärmestromes aus dem Erdinneren, speziell unter den Ozeanen. Temperaturmessungen, die von Forschungsschiffen auf dem Meer durchgeführt wurden, zeigten, daß der Wärmestrom nahe den Tiefseerücken größer als normal ist. Dies deutet auf die Richtigkeit dieser Theorien hin.

Die Geophysiker wenden auch Techniken an, die in anderen wissenschaftlichen Zweigen sehr verbreitet sind. Die archäologischen Methoden zur Altersbestimmung durch Thermolumineszenz und Radioisotope dienen auch zur Altersbestimmung der Felsen. Die Thermolumineszenz wird bei Eruptivgestein, d.h. einem Gestein, das ursprünglich geschmolzen war, sich heute aber verfestigt hat, angewendet. Beim Erhitzen einer Probe geben Elektronen, die durch radioaktiven Zerfall entstanden sind, Energie in Form elektromagnetischer Strahlung ab. Diese Strahlung wird erfaßt. Sie gibt Aufschluß darüber, welche Zeit seit dem Festwerden des Gesteins vergangen ist.

GEOSATELLIT

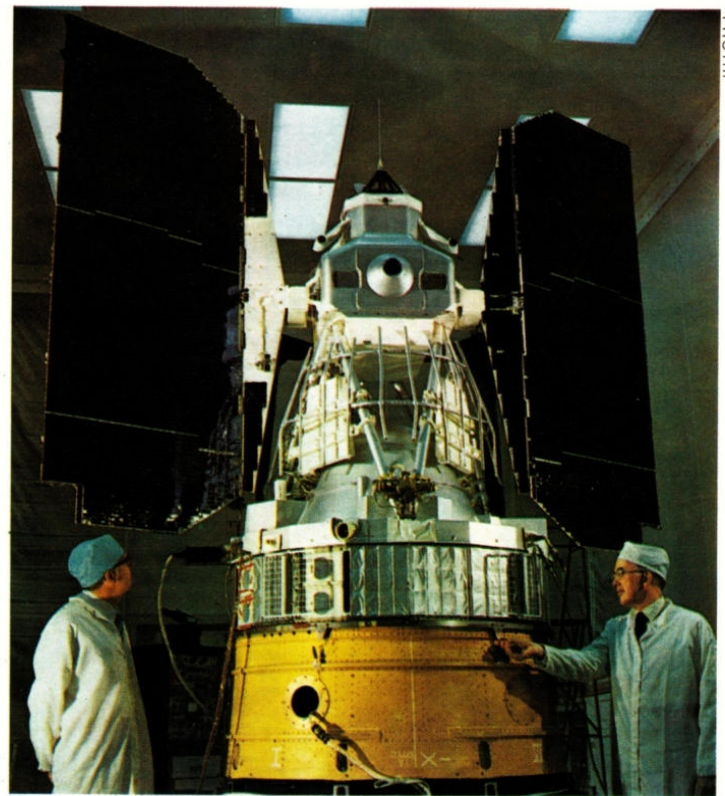
Als Geosatelliten bezeichnet man die Erde umkreisende Satelliten, die der geographischen, geologischen, geophysikalischen und meteorologischen Wissenschaft dienen.

Man unterscheidet geostationäre und ERDUMLAUFSATELLITEN. Geostationäre SATELLITEN umkreisen die Erde in einer geostationären UMLAUFBAHN. Sie scheinen am Himmel still zu stehen, weil sich ihre Umlaufbahn mit der Erdumdrehung deckt (synchron ist). Bei Erdumlaufsatelliten werden die Umlaufbahnen entsprechend dem jeweiligen Forschungszweck festgelegt. Während geostationäre Satelliten immer über dem Äquator stehen, können Erdumlaufsatelliten die Erde in beliebigen Winkeln zum Äquator umkreisen.

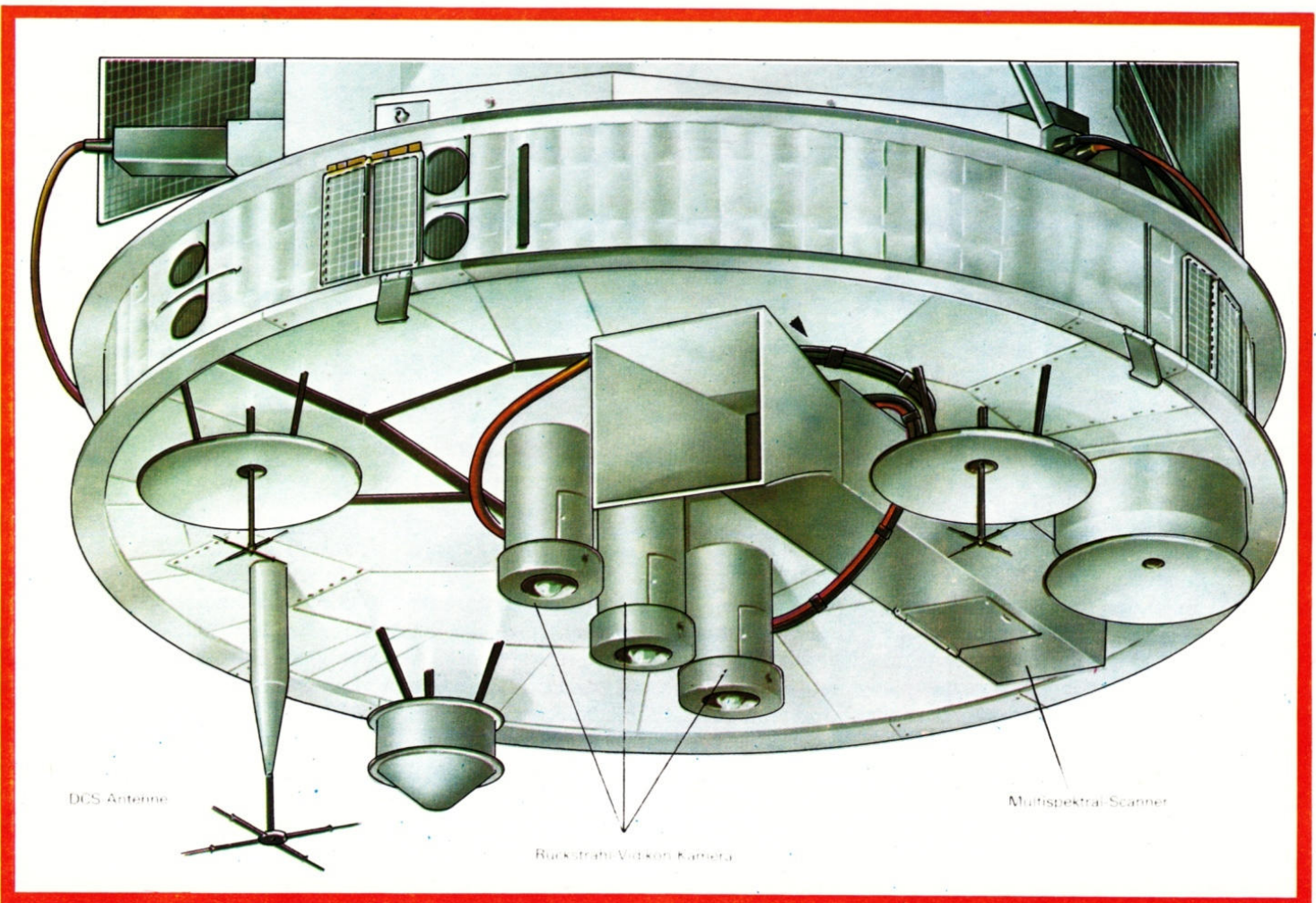
Der Wert der Erdbeobachtung und -forschung mit Hilfe von Satelliten wurde von den Militärs sofort, von den Wissenschaftlern nur langsam erkannt. Einer der populärsten 'Geosatelliten' ist—abgesehen von den Wettersatelliten, die streng genommen in die gleiche Kategorie fallen—der NASA-Satellit 'Landsat', ursprünglich als ERTS (Earth Resources Technology Satellite) bezeichnet. Er basiert auf der erfolgreichen Wettersatelliten-Serie 'Nimbus', dient jedoch ausschließlich der Erforschung der Erdoberfläche.

Landsat 1, im Jahre 1972 auf Erdumlaufbahn gebracht, ist nicht mehr aktiv, doch senden seine Nachfolger Landsat 2 (1975) und Landsat 3 (1978) ihre Daten zuverlässig zu den Bodenstationen. Als neue, verbesserte Version wird Landsat 4 vermutlich im Jahre 1981 in eine Umlaufbahn gebracht werden.

Landsat ist ein Satellit in orbitaler Umlaufbahn. Er umkreist die Erde in einem sehr steilen Winkel zum Äquator, also in einer 'polaren Bahn' innerhalb von 103 Minuten in



Der erste Satellit mit der Bezeichnung ERTS. Die Solarzellen sind ausgefahren und jeder Solarschirm kann der Sonne zugedreht werden. Im Bild unten ist die Anordnung der Sensoren des auch als Landsat bezeichneten ERTS zu sehen. Die vom Landsat ermittelten Werte dienen vor allem der geologischen und geophysikalischen Forschung.



etwa 920 km Höhe einmal. Dabei beobachtet er mit einem langsam fortschreitenden 'Terminator' einen etwa 185 km breiten Streifen der Erdoberfläche. Seine Umlaufbahn wird als 'solarsynchron' bezeichnet. Bezogen auf einen bestimmten Punkt der Erde, hat der Satellit nach 18 Tagen, in denen er 252 Umrundungen durchgeführt hat, die gleichen Lichtbedingungen wie vor dieser Zeitspanne. Hiervon ausgenommen ist der relativ kleine Bereich im Polargebiet.

Instrumentierung von Landsat

Die von den Satelliten zur Erdüberwachung benutzten Instrumente werden als 'Sensoren' bezeichnet (nach dem lateinischen 'sens', das 'Sinn'/'Wahrnehmung' bedeutet).

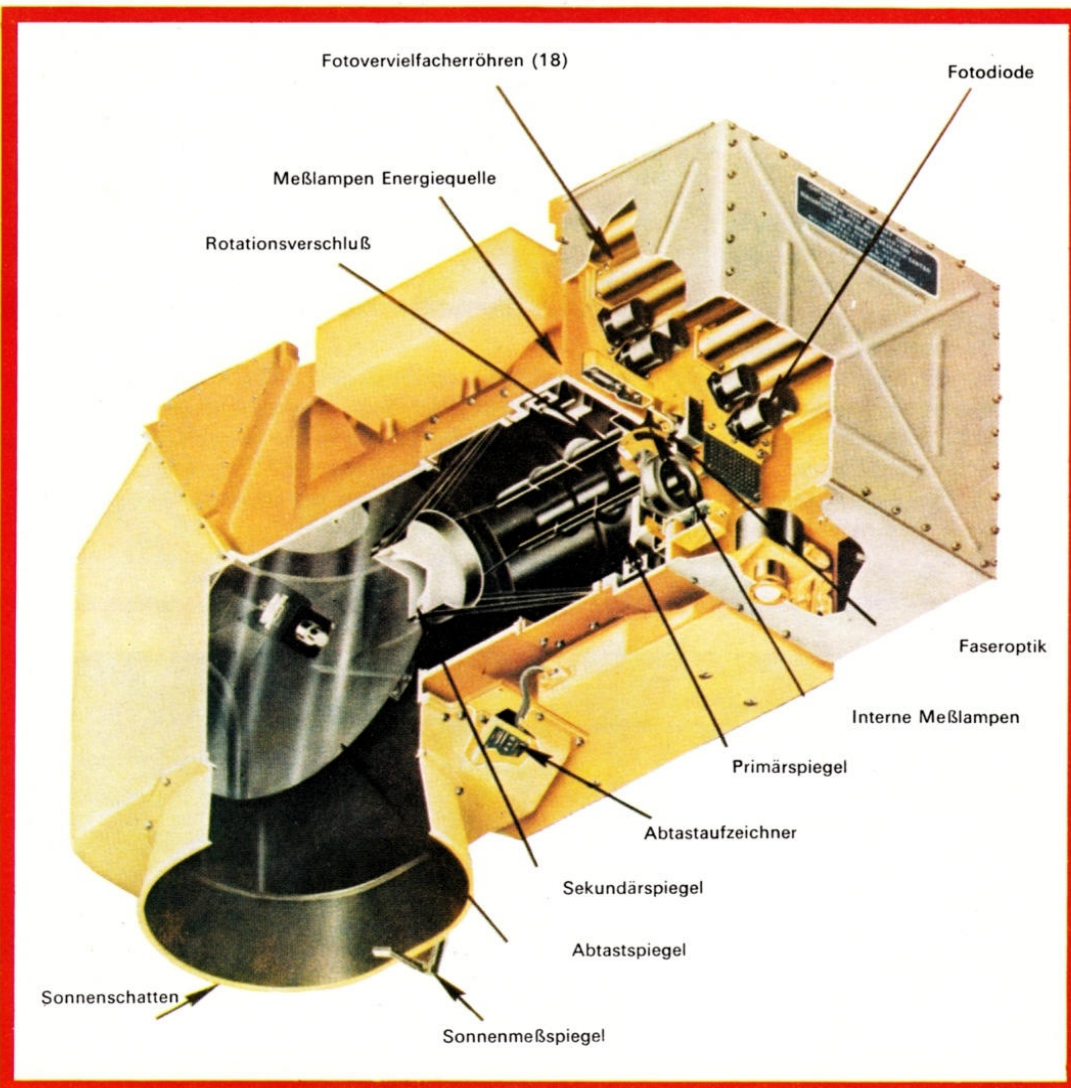
Die Hauptsensoren von Landsat sind ein Multispektral-Aufzeichner, d.h. ein elektronisches Gerät, das die 'Farben'

Weiter benützt Landsat wie die Wettersatelliten optisch/elektronische Kameras zur kontinuierlichen Aufzeichnung der 'Ereignisse' im überflogenen Gebiet. In der Hauptsache werden die von der Erde reflektierten Strahlungen aufgezeichnet, da Wissenschaftler festgestellt haben, daß jedes auf der Erde befindliche Objekt, ob Lebewesen oder tote Materie, in ganz charakteristischer Weise die von der Sonne ausgesandte Strahlung empfängt und reflektiert.

Elektromagnetische Eigenschaften

Die Hauptaufgabe von Landsat, wie von jedem anderen wissenschaftlich beobachtenden (oder militärisch überwachenden) Satelliten, ist das Erfassen charakteristischer Daten, die den Bodenstationen übermittelt werden. Das Spektrum der elektromagnetischen Wellen reicht von den kürzesten

Links: Querschnitt durch einen Multispektral-Aufzeichner. Dieses von der Hughes Aircraft Company entwickelte System wird in der ERTS-Serie verwendet. Neben der Firma Hughes war an der Entwicklung auch das Santa Barbara Forschungszentrum beteiligt. Die Arbeiten wurden im Auftrag der NASA durchgeführt.



Rechts unten: Funktionsweise und Aufbau des in der ERTS-Serie verwendeten Multispektral-Aufzeichner-Systems. ERTS ist mit zwei Aufzeichner-Systemen ausgestattet. Eines arbeitet mit einer dem Fernsehen ähnlichen Technik. Bei dem anderen, dem hier abgebildeten System, handelt es sich um eine mechanische Einrichtung.

in jeweils ganz bestimmten Grauwerten wiedergibt, sowie ein Rückstrahl-Vidikon als spezielle Elektronenröhre für Fernsehaufnahmen und -aufzeichnung mit Hilfe der von der Erde reflektierten elektromagnetischen Strahlung.

Darüber hinaus verfügt Landsat über eine Kommunikationsausrüstung, die die Übertragung der Bordsignale an bis zu tausend automatischen Bodenempfangsstationen auf der Erde, zum Teil in vollkommen unbesiedelten Gebieten installiert, ermöglicht.

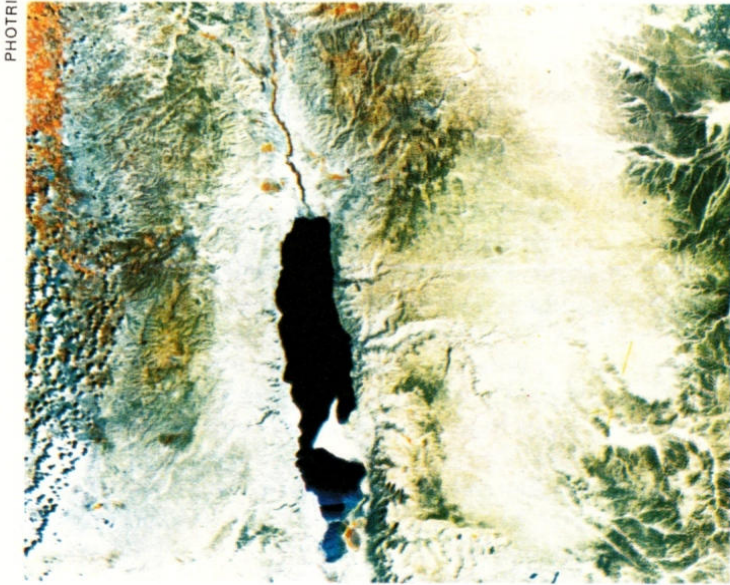
Außerdem gehören zur Bordinstrumentierung des Satelliten Geräte zur Speicherung der aufgenommenen Informationen und Daten, die beim Überflug über entsprechende Bodenstationen diesen entweder automatisch oder auf Abruf übertragen werden. Es ist das sogenannte DCS (Data Collection System), ein Datensammel- und -speichersystem.

Wellenlängen (Gammastrahlen) über das sichtbare Licht bis zu den kilometerlangen Rundfunkwellen.

Das Spektralband des sichtbaren Lichtes liegt im Bereich zwischen 770 nm und 410 nm (1 Nanometer=1 Milliardstel Meter). Nach der einen Seite des Spektralbandes geht es in den infraroten (IR) Bereich (etwa 300 µm bis 770 nm), auf der anderen Seite in den ultravioletten Bereich (UV=410 nm bis 0.02 nm).

Der Multispektral-Aufzeichner erfaßt vier Spektralbänder innerhalb dieser Bereiche und registriert reflektierte Wellen der jeweils entsprechenden Wellenlänge, wobei zwei Bänder im sichtbaren und je ein Band im UV- und im IR-Bereich liegen.

Wie auch in anderen meßtechnischen Bereichen werden die Energieniveaus der Strahlung erfaßt und in elektrische



Oben: Eine Falschfarbenaufnahme des Toten Meeres, die von einem Satelliten der Serie ERTS gemacht wurde. Bei dieser Technik wird mit Farbfiltern gearbeitet. Lebende Pflanzen erscheinen auf den Bildern rot anstatt grün. Auf dem Bild sind am linken oberen Rand und in der Mitte oben rote Farbflecken zu erkennen. Sie zeigen die vorhandene Wüstenvegetation an.

Signale umgewandelt, die als 'bits', also 'digitale' Signale mit den Zeichen '0' und '1' den Bodenstationen übertragen werden. Nach Empfang in den Bodenstationen werden sie in Lichtimpulse zurückverwandelt und können als Schwarz/Weiß-Bilder, als Farbbilder oder als sogenannte Falschfarbbilder wiedergegeben werden.

Falschfarbbilder

Um ein 'Falschfarbbild', ein Bild mit jeweils zur natürlichen Farbe 'falschen' oder 'verkehrten' Farben zu erhalten, sind Farbfilter erforderlich. Man kennt dies von den 'Negativfilmen' für Farbbilder, die zum Unterschied von 'Dias' umgekehrte Farben zeigen. Bei den Satellitenfiltern hat der Wissenschaftler die Wahl, für bestimmte 'Komplementärfarben' entsprechende Filter auszuwählen, die die Falschfarbe ergeben.

Landsat ist nun keineswegs das einzige Projekt auf dem Gebiet der 'Geosatelliten'. Neben den amerikanischen und europäischen Projekten (in Europa von der ESA—European Space Agency—geplant), hat auch die UdSSR bemerkenswerte Erfolge zu verzeichnen, wobei die UdSSR nicht nur

unter der Bezeichnung 'Kosmos' zahlreiche Geosatelliten in Umlaufbahn hat, sondern auch die kürzlich 'renovierte' Raumstation 'Saljut' betreibt. Besonders interessante Beobachtungsergebnisse verdankt sie der in der Raumstation Saljut installierten Multispektralkamera MKF 6 des VEB Zeiss Jena. Diese Kamera erzielt mit Hilfe von sechs Spektralkanälen Schwarz/Weiß-Aufnahmen, die elektronisch in Farbbilder umgesetzt werden. Die Farbtreue dieser Bilder ist besser als die von Farbkameras, da Farbkameras, wie auch das Farbfernsehen, in der Regel nur drei Farbkanaäle verwenden.

Weltweite Anwendungen

Mehr als 200 Länder benutzen die von Landsat und ähnlichen Satelliten übermittelten Daten für ihre geologischen, geophysikalischen und ähnlichen Forschungen. Inzwischen haben auch Italien, Brasilien und Kanada sowie Mitglieder der ESA eigene Satelliten im Programm oder bereits auf Umlaufbahn gebracht.

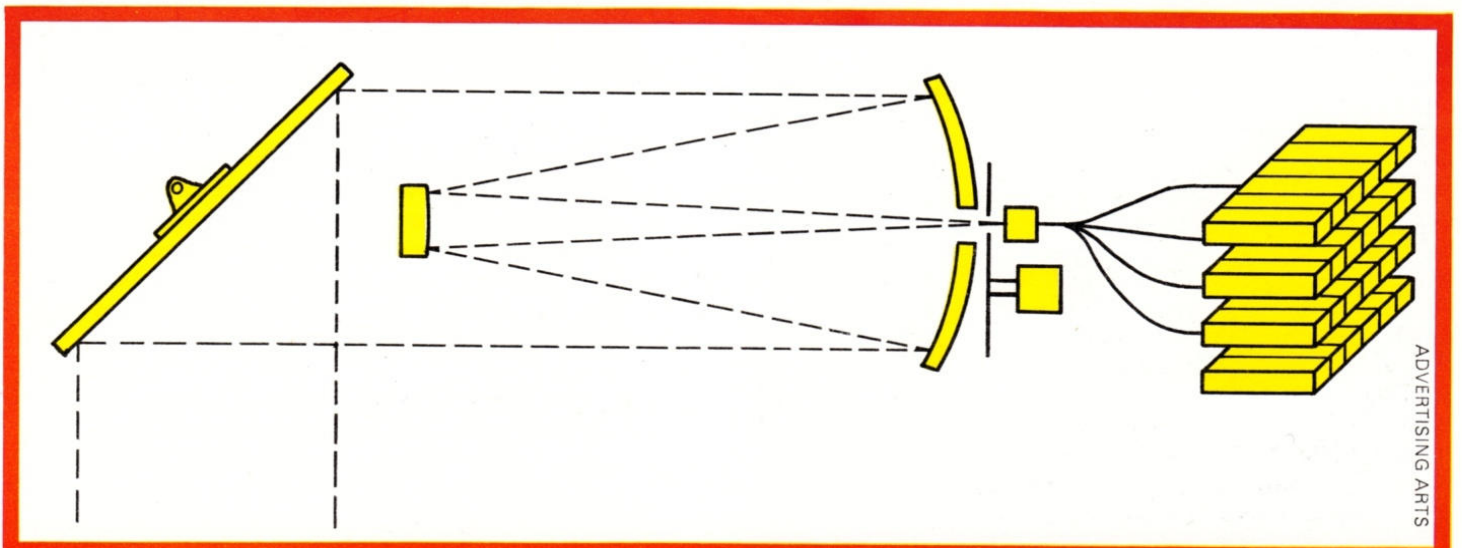
Die Vielfalt der Anwendungsmöglichkeiten der Geosatelliten ist praktisch unbegrenzt. Sie umfaßt: Kartographie, Land- und Forstwirtschaft, Umweltschutz, Prospektion von Bodenschätzen (Rohstoffquellen), Prospektion neuer Wasserreserven (Süßwasser), Ozeanographie.

Weitere Anwendungen der Geosatelliten findet man in den USA zur Vorhersage der Frühjahrsernte. Die USA, wie auch die UdSSR, setzen Satelliten zur Überwachung der Wanderzüge von Haustierherden, etwa von Schafen, und von wildlebenden Tieren ein.

Zahlreiche Länder benutzen die Satelliten zur Überwachung ihrer land- und forstwirtschaftlichen Anlagen sowohl hinsichtlich der 'Gesundheit' der Anlagen als auch möglicher Schädlinge oder—in großen Waldgebieten—zur Waldbrandüberwachung und, wie in den Wäldern am Amazonas, zum Schutz vor Raubschlag.

Obwohl Satellitenbilder Vorkommen von Erdöl, Kohle oder sonstigen Bodenschätzen nicht direkt zeigen können, sind aus ihnen doch Besonderheiten des Erdbodens ersichtlich, angefangen von Lagerstätten bestimmter Rohstoffe, wie eben Kohle oder Erdöl, über die Wasserverhältnisse bestimmter Gebiete, vor allem der Wüsten, bis zur Überwachung (von der UdSSR durchgeführt) des Drifts von Packeis und der unterschiedlichen Eisdicken in den Polarmeeren, um für die Schifffahrt in den Polarregionen optimale Routen festlegen zu können.

Darüber hinaus zieht auch die Fischerei Nutzen aus den Satellitenbildern, denn Fischschwärme, wie die der Heringe z.B., lassen sich eindeutig erkennen und auf ihrem Weg verfolgen.



GEPÄCKFÖRDERANLAGE

Eine der ärgerlichsten Widrigkeiten, die Passagieren einer Luftfahrtgesellschaft begegnen kann, ist der Verlust oder die Fehlleitung ihres Gepäcks.

Die Beförderung des Fluggepäcks stellt eine der Hauptschwierigkeiten dar, mit denen sich Fluggesellschaften beschäftigen müssen. Täglich werden auf der ganzen Welt etwa 3 Millionen Gepäckstücke abgefertigt; bei Verlust muß dem Fluggast eine Entschädigung gezahlt werden. Mit Unterstützung der größeren Fluggesellschaften und der für FLUGHÄFEN zuständigen Behörden wurden für die Abfertigung von Fluggepäck geeignete Einrichtungen geschaffen, die weitgehend mit Transportbändern arbeiten. Trotzdem muß Gepäck in der Praxis noch recht häufig von Hand umgeladen werden.

Drei Faktoren haben in neuerer Zeit die Aufgabe der Hersteller von Gepäckförderanlagen erschwert: Erstens hat die Einführung von Großraum-Düsenflugzeugen, von denen jedes 300 bis 500 Passagiere zu befördern vermag, zur Verwendung von Klein-Containern mit einem Fassungsvermögen von etwa 1000 Gepäckstücken geführt, die rasch und präzise abgefertigt werden müssen. Zweitens wurden wegen des zunehmenden Flugverkehrs Abfertigungsgebäude errichtet, deren Ankunfts- und Abflugsteige weit vom Hauptgebäude und den Flugschaltern oder Gepäckausgaben entfernt sind, was lange und oft komplizierte Transportband-Systeme erforderlich macht. Drittens hat der Bau mehrstöckiger Abfertigungsgebäude dazu geführt, daß das Gepäck Höhenunterschiede von 12 m oder mehr

überwinden muß; dabei sollte nicht zuviel teure Grundfläche aufgewendet oder das Aussehen des Gebäudes übermäßig beeinträchtigt werden.

Beförderungsverfahren

Bei jeder Art von Einrichtung für den Gepäcktransport müssen Einzelstücke so befördert werden, daß sie oder ihre Aufkleber nicht beschädigt bzw. die Aufkleber nicht abgelöst werden. Außerdem soll jedes Gepäckstück rasch, sicher, möglichst unauffällig und leise an seinen Bestimmungspunkt geleitet werden.

Die ersten Gepäckbeförderungsanlagen waren einfach und kurz, sie verbanden gewöhnlich nur zwei Punkte innerhalb des Abfertigungsgebäudes miteinander. Man hatte sie aus den in Fabriken, Post-Sortierzentren, Paket-Sortieranlagen und ähnlichen Einrichtungen verwendeten Sortierbändern abgeleitet. Daher war ihre Leistungsfähigkeit recht begrenzt. Eine moderne Anlage, die beispielsweise Abfluggepäck befördert, nimmt Gepäckstücke von Dutzenden von Abfertigungsschaltern auf und setzt sie an jedem gewünschten Flugzeug-Ladepunkt ab. Eine Anlage im Flughafen Orly von Paris beispielsweise bedient 56 Abfertigungsschalter und verfügt über 6 Zubringerbänder sowie ein Endlos-Ring-Transportband. Diese Anlage liefert Gepäck an 20 Flugzeug-Wartepositionen. Hinzu kommen eine weitere Ladestelle, an der Fehler bei der Eingabe korrigiert werden können, und eine Warteposition für Gepäck, das noch nach dem Ladeschluß für eine bestimmte Maschine aufgegeben wurde.

Am Flughafen Frankfurt hat die Transportband-Anlage eine Gesamtlänge von etwa 40 000 m; sie bedient 279 Abfertigungsschalter und transportiert das Gepäck mit einer

DOUGLASS ROWNSON



DOUGLASS ROWNSON



Oben: Die Hauptförder- oder Zubringerbänder transportieren das Gepäck auf ein Ringförderband. Von dort wird es auf Transportkarren verladen und zu den Flugzeugen gebracht. Das Anwachsen des Flugverkehrs hat auch eine Steigerung bei der Gepäckbeförderung mit sich gebracht. Die sechs Förderbänder im Londoner Flughafen Heathrow können pro Stunde 10 000 Gepäckstücke befördern.

Links: Gepäckabfertigungsschalter in der Flughalle drei des Flughafens Heathrow in London. Das Gepäck wird gewogen, gekennzeichnet und auf ein kurzes Förderband gelegt, das automatisch überwacht wird. Durch die Kennzeichnung der Gepäckstücke ist es möglich, sie in einer bestimmten Reihenfolge auf das Hauptförderband zu bringen.



Geschwindigkeit von 2,5 m/s (9 km/h.). 11 000 Elektromotoren treiben die computergesteuerten Bänder an; die Leistungsaufnahme der gesamten Anlage beträgt 14 000 kW.

Gepäckkennzeichnung

Die Abfertigung von Gepäck am Flughafen läßt sich in drei Phasen einteilen: Ankunft und Annahme, Beförderung im Gebäude, Weitergabe an die Maschine (Abfluggepäck) oder an den Fluggast (Ankunftsgepäck). Beim Abfluggepäck gehört zur ersten Phase die Kennzeichnung des Fluges und des Bestimmungsortes, die dem Flugschein entnommen werden. Die Gepäckaufgabe kann für jeden beliebigen Ort erfolgen, den die Maschine anfliegt. Gewöhnlich wird es zuerst gewogen und dann mit einem kleinen Anhänger gekennzeichnet, oft durch Anbringen eines Klebeetikettes mit dem Code des Bestimmungsortes, beispielsweise MUC für München. Bisweilen werden Passagiere zusätzlich aufgefordert, einen Aufkleber oder Anhänger mit Namen und Adresse anzubringen.

So gekennzeichnet, werden die Gepäckstücke auf ein Zubringerband hinter dem Abfertigungsschalter geladen, das sie zu einem anderen Teil des Gebäudes bringt. Dort werden sie von Hand nach Flugnummer und Bestimmungsort sortiert, oder, bei Verwendung automatischer Sortiereinrichtungen, mit Hilfe entsprechender Elemente in der Anlage an die Ladepunkte der Flugzeuge geleitet.

Gepäck von ankommenden Maschinen wird auf ein Transportband geladen, das es zu einer Stelle im Abfertigungs-

Oben: Erfahrene Wartungsteams mit moderner Ausrüstung sorgen dafür, daß die meisten Flugzeuge bereits eine Stunde nach der Landung wieder startbereit sind.

gebäude bringt, an der es die Fluggäste vor der Zollkontrolle an sich nehmen. Gepäck von Transitpassagieren wird vom ankommenden Flugzeug in das Anschlußflugzeug umgeladen.

Automatische Systeme sind für große und vielbenutzte Flughäfen von besonderem Interesse, da sie zur Verminderung der hohen Lohnkosten beitragen und zugleich den Gepäckfluß beschleunigen. Ein vergleichsweise einfaches Verfahren zur Lenkung eines Gepäckstücks vom Abfertigungsschalter zum Ladepunkt des Flugzeugs, für das es bestimmt ist, besteht darin, daß man ein magnetisch oder optisch gekennzeichnetes Etikett daran anbringt (siehe MASCHINELLES LESEN). Einrichtungen in der Beförderungsanlage 'lesen' das Etikett und leiten jedes Stück entsprechend seiner Codierung weiter.

Eine andere Möglichkeit ist die 'Reservierung' von Beförderungsraum in der Beförderungsanlage durch einen Computer. Ein an der Abfertigung eingehendes Gepäckstück wird automatisch gewogen, gekennzeichnet und bekommt eine Bestimmungsnummer mit Magnetcode. Es wird in eine Wartestellung geleitet und, sobald ein Platz dafür frei ist, vom Computer auf das Hauptförderband geleitet. Seinen Weg über das Förderband verfolgen magnetische Leseköpfe, die die Gepäckstücke schließlich über eine entsprechende Einrichtung in eine Sammelzone leiten.

GERICHTSWISSENSCHAFT

Die Untersuchung eines Tatorts, der Szene eines Verbrechens, mit wissenschaftlichen Methoden, die zum größten Teil in den forensischen Wissenschaften (Gerichtsmedizin, Gerichtskemie usw.) entwickelt wurden, führt oft zu Spuren, die auf andere Art nie gewonnen werden könnten. Die Kriminalistik bedient sich oft physikalischer und chemischer Hilfsmittel. Die Botanik, die Zoologie, die Fotografie und viele andere Disziplinen spielen bei kriminaltechnischen Untersuchungen jedoch ebenfalls eine wichtige Rolle.

Wenn ein Verbrechen entdeckt wird, tritt normalerweise zunächst der Kriminalbeamte in Aktion, dessen Aufgabe darin besteht, alle wichtigen Einzelheiten und Tatbestände zu vermerken und darauf zu achten, daß alle gerichtlich verwertbaren Indizien dem kriminaltechnischen Labor zugänglich gemacht werden. Hier handelt es sich um eine sehr verantwortungsvolle Aufgabe, die ein Höchstmaß an Sachkenntnis und Urteilsfähigkeit verlangt. Nichts darf verändert werden, bis alle erkennbaren Umstände festgehalten und Fotos vom Tatort angefertigt worden sind.

Verwertbare Spuren

Zu den verwertbaren Spuren gehören häufig am Tatort vorgefundene Textilfasern (z.B. von Kleidungsstücken), Glassplitter und Farbspuren (z.B. bei Fahrerflucht nach einem Verkehrsunfall), Blutspuren und andere Flecke,

selbst der Schmutz von den Fingernägeln eines Toten. Jeder dieser Anhaltspunkte kann schließlich einen wertvollen Hinweis auf einen möglichen Täter liefern.

Fingerabdrücke

Die Suche nach Fingerabdrücken ist eine erste Routinemaßnahme.

Zwei Menschen mit denselben Fingerabdrücken sind noch nie gefunden worden; dasselbe gilt für Abdrücke der Handflächen, der Zehen, selbst der Nase. Das Festhalten vorhandener Abdrücke stellt also einen wertvollen Anfang der Spurensicherung dar.

Leider sind die Abdrücke am Tatort oft verwischt, und deshalb wird solches Material vom Gericht nicht immer anerkannt (obwohl es der Polizei gute Hinweise auf den möglichen Täter geben kann). Außerdem kann der Täter Handschuhe getragen haben. Die Technik der Feststellung und Sicherung von Fingerabdrücken hat jedoch in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte gemacht, und man begnügt sich heute nicht mehr ausschließlich mit dem Aufbringen von feinen Staubteilchen, um Fingerabdrücke zu finden. So kann z.B. ultraviolettes Licht Fingerabdrücke sichtbar machen, die sonst sicher übersehen würden, oder es läßt sich mit Ninhydrid, einer chemischen Substanz,

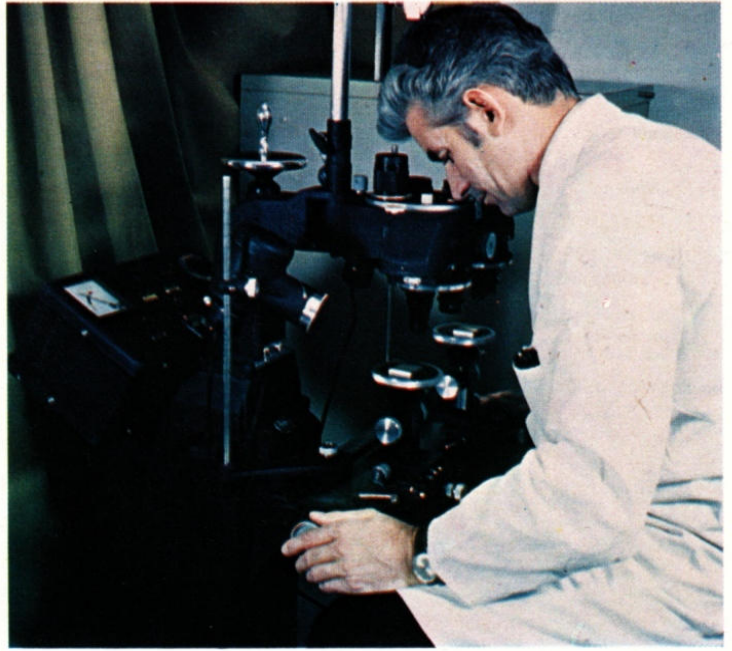
Die Sicherung aller Spuren am Tatort ist von besonderer Bedeutung. Der Kriminalbeamte gießt einen Fußabdruck mit Gips aus, um das Sohlenprofil festzustellen.





Oben: Ansetzen einer Ammoniaklösung zur Untersuchung von Kohlenstoffmonoxid im menschlichen Blut. Die Untersuchung wird im gerichtsmedizinischen Institut in Frankfurt durchgeführt.

Oben rechts: Ein Experte der Kriminalpolizei nimmt Untersuchungen mit einem Vergleichsmikroskop vor. Mit einem Vergleichsmikroskop können Spuren jeder Art ausgewertet werden: Fingerabdrücke, Scharten an Stichwaffen oder Schnittflächen oder auch die spezifischen Markierungen, die eine bestimmte Waffe an Geschossen hinterläßt.



Rechts: Ein Beamter der Kriminalpolizei bei der Spurensicherung an einem PKW. Bei gestohlenen oder aufgebrochenen PKWs wird bei der Spurensicherung vor allem nach Fingerabdrücken gesucht. Dabei wird ein besonderes Verfahren eingesetzt, bei dem mit einem Spezialpulver Finger Spuren am Lenkrad, der Zündanlage oder auf Glasflächen sichtbar gemacht werden. Im Labor werden dann Vergleiche angestellt.



die nach Kontakt mit den Schweißabsonderungen der Hautleisten eine rote Farbe annimmt, ein 'Kontaktabzug' eines Fingerabdrucks herstellen. Auf vergleichbare Weise können radioaktive Indikatoren Fingerabdrücke erkennen lassen—sogar auf rauen Oberflächen wie Textilien. Der Ninhydrid-Test hat sich bei der Identifizierung der Absender anonymer Briefe als sehr wertvoll erwiesen und wurde in vielen Kriminalfällen als Indizienbeweis herangezogen.

Analyse von Materials Spuren

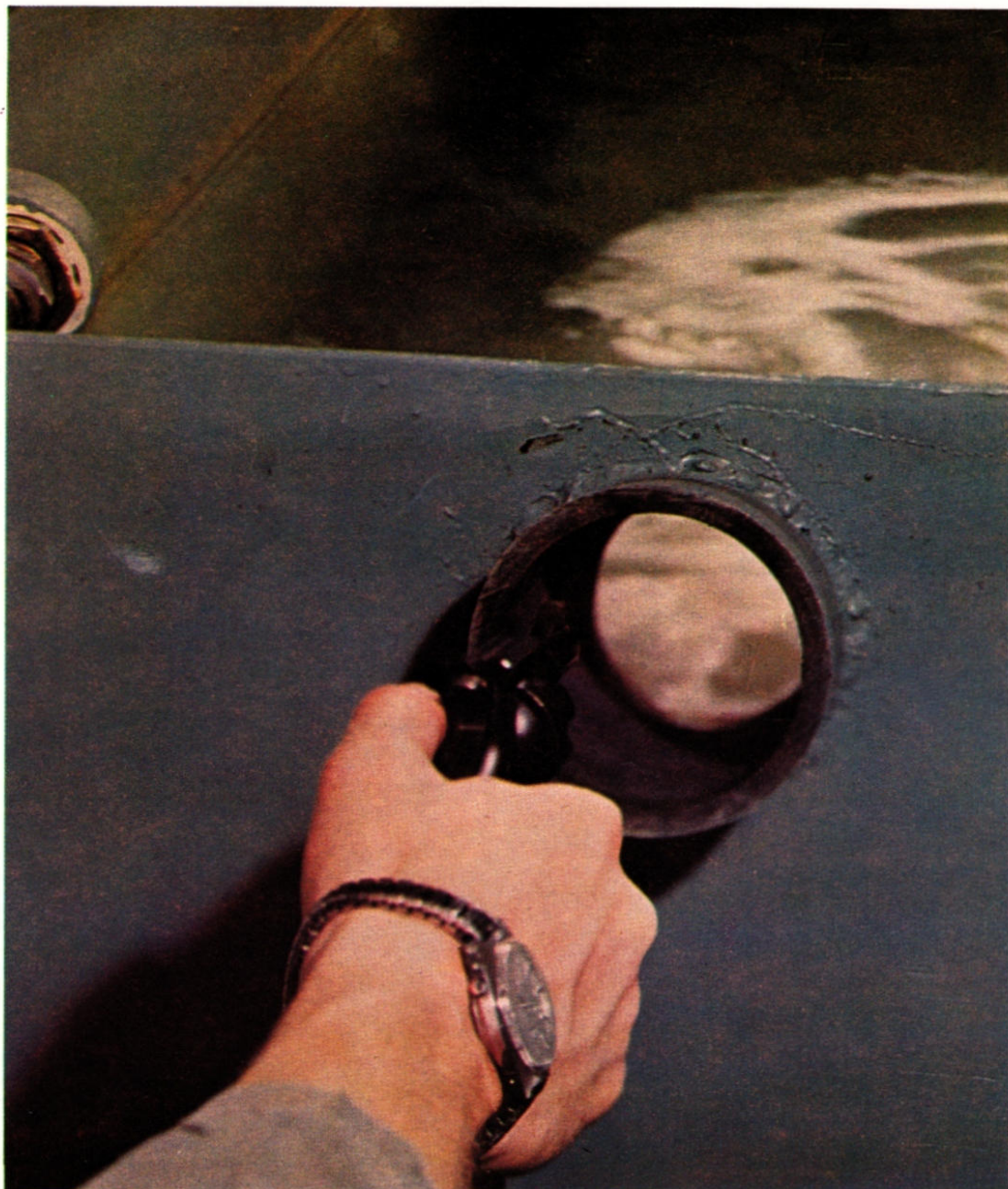
Die Hauptarbeit der Kriminaltechnik liegt jedoch bei der Analyse von Materials Spuren und -resten, die einen Hinweis auf den Täter bringen können. In den meisten Fällen handelt es sich dabei um reine Vergleichsuntersuchungen. So wurde z.B. in einem speziellen Falle eine zerbrochene Flasche sichergestellt. Ein winziges Bruchstück dieser Flasche fand sich im Hosenaufschlag eines Verdächtigen. Liegen die Verhältnisse so einfach, erübrigt sich eine vollständige chemische Analyse des Bruchstückes und der Flaschen-scherben, selbst wenn das Bruchstück dafür groß genug wäre. Vergleichsmessungen des Brechungsindex (des Vermögens, durchfallende Lichtstrahlen abzulenken, zu brechen) und der spezifischen Masse (oder der Dichte) reichen

gewöhnlich aus, um festzustellen, ob die Glasstücke dieselbe Herkunft haben können. Zur Bestimmung der spezifischen Masse wird durch Ausprobieren eine Mischung aus einer schweren und einer leichten Flüssigkeit gefunden, in der ein Glasstück weder schwimmt noch sinkt, also schwebt. Das fragliche Bruchstück wird dann ebenfalls eingetaucht; wenn es sich ebenso wie das Flaschenmaterial verhält, haben beide Stücke dieselbe spezifische Masse.

Textilfasern

Textilfasern können bei kriminalistischen Untersuchungen in zweierlei Hinsicht eine sehr wichtige Rolle spielen: Entweder können Gewebefäden, die bei einem Verdächtigen gefunden wurden, mit Bekleidungs- oder Polsterstoffen am Tatort übereinstimmen, oder am Tatort wurden Textilfasern gefunden, die von den Kleidern des Verdächtigen stammen könnten. Die 'verdächtige' und die Vergleichsfaser werden zunächst unter dem Mikroskop bei gewöhnlicher und bei ultravioletter Beleuchtung verglichen. Daraus ergibt sich, ob es sich um natürliche (Baumwolle oder Wolle) oder künstliche Fasern (Nylon, Polyester) handelt.

Die vorhandenen Farbstoffe werden dann herausgelöst und mittels Dünnschichtchromatographie in ihre Bestandteile



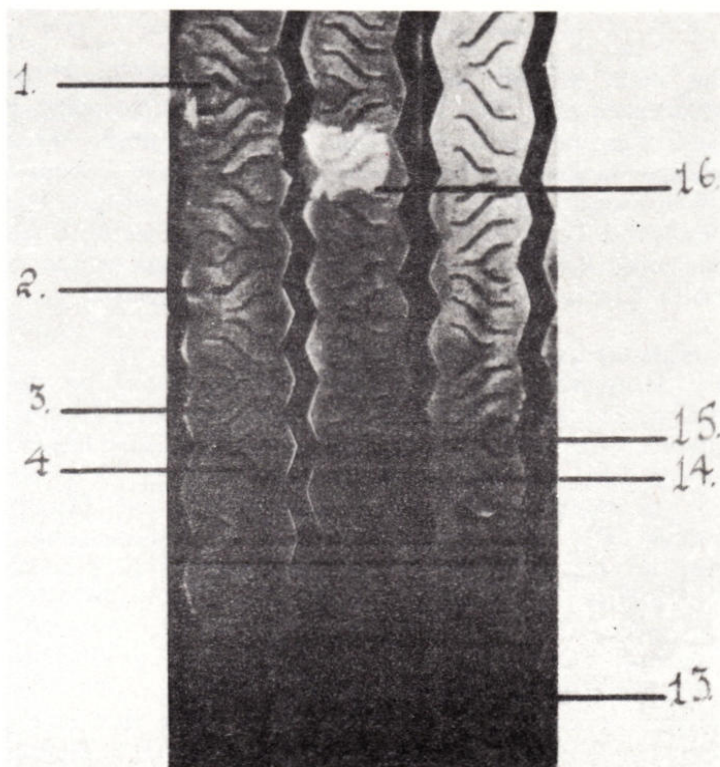
Links: Zu Vergleichsuntersuchungen wird hier im Laboratorium des amerikanischen Bundeskriminalamts (FBI) in Washington ein Geschöß ins Wasser gefeuert. Der Widerstand des Wassers ist vergleichsweise gering und ermöglicht es, das Geschöß ohne allzu große Deformationen abzufeuern und zu erhalten. Die Markierungen, die der Waffenlauf am Geschöß hinterläßt, werden dann mit denen der am Tatort gefundenen Geschosse verglichen.

Unten: Die beiden Fotos dienen zum Vergleich des Reifens eines Tatverdächtigen und eines am Tatort gefundenen Reifenabdrucks. Ähnliche Stellen auf beiden Reifenabdrücken werden gekennzeichnet, und wenn die Zahl der Übereinstimmungen hinreichend ist, dient ein solcher Vergleich als Indiz in einem Prozeß.

zerlegt. In der einfachsten Form der Chromatographie kann eine Lösung von Farbstoffen an Streifen aus absorbierendem, vorbehandeltem Papier 'hochklettern'. Da verschiedene Bestandteile verschieden schnell vorankommen, erfolgt eine Trennung der Farbstoffe in Bänder. Wenn die Fasern sich in allen genannten Tests gleich verhalten und synthetisch sind, so wird schließlich noch der spezielle Kunstfasertyp durch Infrarotspektroskopie festgestellt. Es kommt vor, daß all diese Untersuchungen mit einem einzigen kleinen Fädchen durchgeführt werden müssen.

Farbreste

Farben und Lacke stellen ein weiteres Beispiel für Vergleichsmethoden dar, z.B. wenn Farbflecke an einem Werkzeug eines Verdächtigen mit dem Anstrich eines aufgebrochenen Fensters verglichen werden. Lack von Automobilen blättert oft schuppenartig ab, wobei die verschiedenen Schichten wie Grundierung, Voranstrich und mehrere Deckschichten zum Vorschein kommen. Ist eine ungewöhnliche Außenschicht in zwei Vergleichsproben vorhanden (z.B. als Folge eines neuen Anstrichs), so ist die festgestellte Übereinstimmung von fast unanfechtbarer Beweiskraft. Die experimentelle Technik ist einfach, aber die Deutung der Beobachtungen erfordert hohe Fertigkeiten. Das Lackplättchen wird mit der Kante nach oben in ein Mikroskop



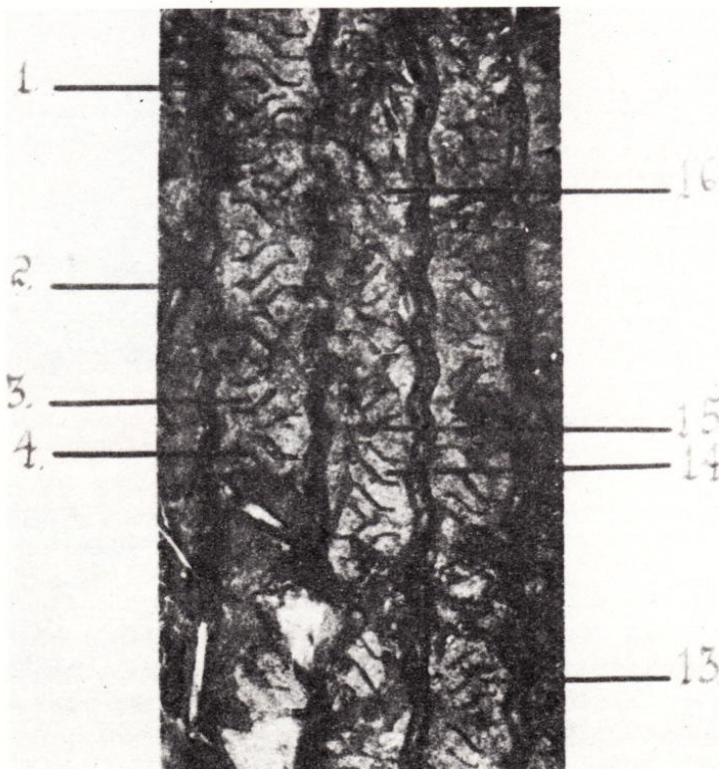


Das rechte Bild zeigt Spuren eines Schraubenziehers, der zum Aufbrechen einer Tür benutzt wurde. Der Abdruck zeigt, daß der Schraubenzieher eine kleine Kerbe und eine abgebrochene Ecke hatte. Später fand man bei einem Tatverdächtigen einen Schraubenzieher, der genau in das Profil paßte und daher als Beweisstück benutzt werden konnte.

geringer Vergrößerung gesetzt, und im reflektierten Licht können die einzelnen Schichten unterschieden werden. Bei einer neueren Untersuchungsmethode verbrennt man die Farbstreife, analysiert die entstehenden Verbrennungsgase gaschromatographisch (ein Verfahren analog zur Dünnschichtchromatographie, das zur Trennung verschiedener Substanzen in der Gasphase geeignet ist) und vergleicht die Resultate mit denen von Standardproben der Automobilhersteller.

Chemische Methoden

Die Methoden der chemischen Analyse sind von größter kriminalistischer Bedeutung, etwa beim Vergleich von Anstrichfarbspuren an Kleidungsstücken eines Verdächtigen mit dem Anstrich der Wände am Tatort oder bei der Identifizierung von Drogen, z.B. in der Toxikologie, der Lehre von den Giften. Hier gibt es sehr empfindliche Verfahren, die auf einer kräftigen Farbreaktion zwischen einer Spur der Droge und einem Reagens beruhen. Kleinste Mengen (Hundertstel eines Milligramms) reichen häufig zum Nachweis aus. So ist es beispielsweise möglich,



durch Herauslösen und Analysieren geringer Spuren nachzuweisen, daß sich in einer Tasche Haschisch befunden haben muß. Mit auf Nitrate empfindlichen Farbstests an Abstrichen von den Händen eines Verdächtigen läßt sich feststellen, ob er eine Feuerwaffe benutzt hat. Farbstests werden auch zur Identifizierung von Sperma- und Blutspuren und anderen Flecken auf Kleidungsstücken herangezogen. Oft hilft hier ultraviolettes Licht weiter — nicht nur bei der Suche nach Flecken, sondern auch bei ihrer Analyse: Durch Anwendung spezifischer Reagentien auf die zu prüfende Stelle und Einstrahlen ultravioletten Lichts können Fluoreszenzen angeregt werden, die man mit gewöhnlichem Licht kaum wahrnehmen würde.

Die bereits erwähnte Gaschromatographie wird sehr häufig zur Trennung von Dampf- und Gasgemischen herangezogen. Sehr verbreitet ist ihre Anwendung bei der Bestimmung des Blutalkoholgehalts, z.B. nach einem (positiven) Atemtest bei Verkehrsteilnehmern. Strömender Stickstoff nimmt den Alkohol aus der Blutprobe auf und führt ihn durch ein langes Rohr mit, in dem andere flüchtige Substanzen an der Oberfläche geeigneter Füllmaterialien kondensieren. Die am Ende austretende Alkoholmenge wird mit elektrischen Methoden bestimmt. Bei Brandstiftungsfällen können mit der Gaschromatographie winzige Mengen von Benzinresten in den verkohlten Überbleibseln des Feuers aufgefunden werden.

Botanik

Die Kriminalistik bedient sich auch botanischer Hilfsmittel, z.B. bei der Bestimmung von Pflanzenspuren. So können Pflanzenreste, ebenso wie Spuren des Erdreichs, die an den Schuhen eines Verdächtigen gefunden wurden, wertvolle Hinweise auf die von ihm zurückgelegten Wege geben. In einigen Safes wird Sägemehl zur Verkleidung benutzt (überraschenderweise schützt es den Inhalt gegen Verbrennung). Wenn ein solcher Safe gesprengt wird, kann das Sägemehl aufwirbeln und sich in Kleidungsstücken und Schuhwerk der Umstehenden festsetzen. Die Übereinstimmung von Sägemehlproben, die von gemischten und ungewöhnlichen Holzarten stammen, ist von starker gerichtlicher Beweiskraft, aber große Erfahrung ist nötig, aus kleinen Mengen sehr seltener Holzarten schlüssige Resultate zu gewinnen.

GESCHIRRSPÜLMASCHINE

Die Geschirrspülmaschine zählt zu den willkommensten arbeitssparenden Einrichtungen im modernen Haushalt.

Die Wasseranschlüsse für die Maschine sind entweder fest installiert, oder der Zu- und Ablauf des Wassers erfolgt über Schlauchverbindungen, die an den Wasserhahn angeschlossen sind. Den meisten Maschinen wird ausschließlich Kaltwasser zugeführt, da sie über eigene Heizelemente verfügen. Eine Pumpe beseitigt Schmutzwasser über eine Ablaufleitung. Ist diese fest installiert, muß sie sich in der richtigen Höhe befinden, damit nicht das zum Waschen benötigte Wasser versehentlich aus der Maschine abläuft. Als zusätzliche Sicherung kann am Ablaufschlauch eine Entlüftung zur Außenluft angebracht sein.

Heizeinrichtung, Pumpen und Motoren

Die Leistungsaufnahme der Heizelemente liegt zwischen 1800 W und 2750 W. Es handelt sich dabei normalerweise um Widerstandsheizelemente aus einer ummantelten Heizspirale, die durch eine Isolierung aus verdichtetem Magnesiumoxidpulver von dem sie umgebenden Metallrohr getrennt ist. Ein solches Heizelement kann unbedenklich in Wasser eingetaucht werden, ein THERMOSTAT steuert seine Funktion.

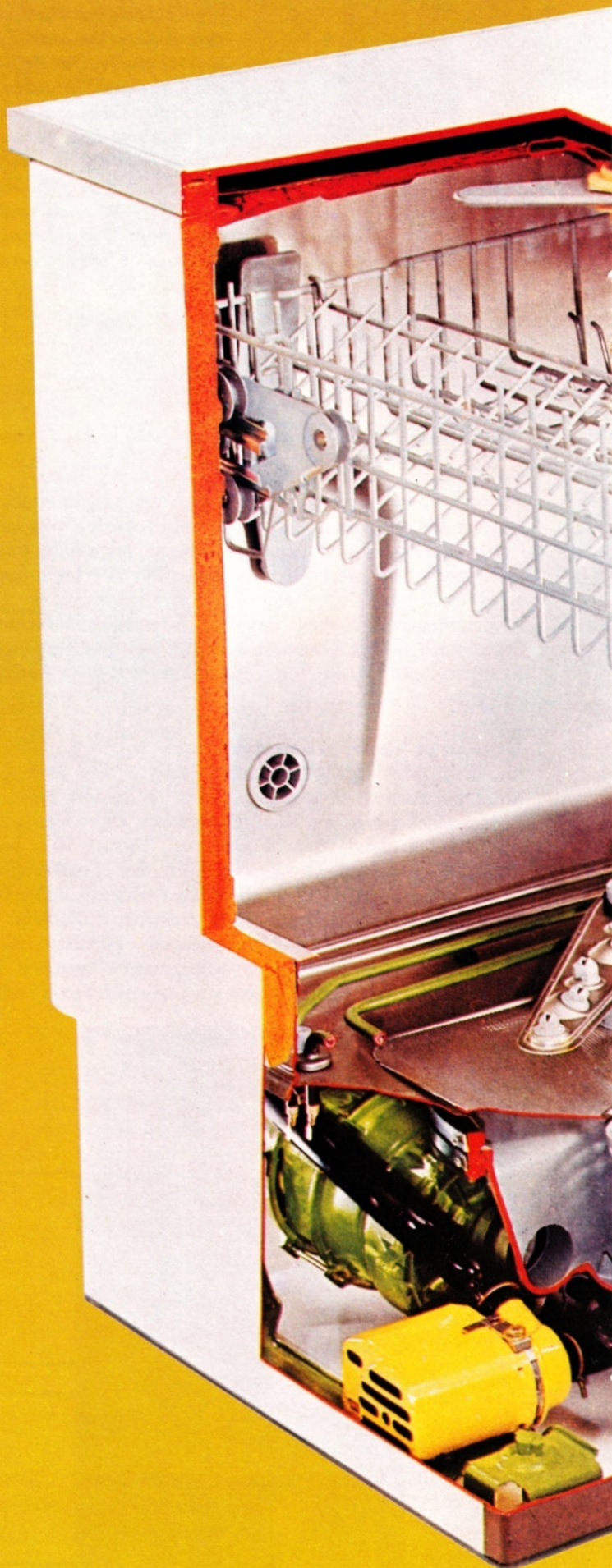
Geschirrspülmaschinen sind mit mehreren Lamellenpumpen ausgestattet, die Wasserdruck an die Sprüharme leiten und schmutziges Wasser abpumpen. Bei einigen Maschinen betätigt ein Motor beide Pumpen; die meisten verfügen jedoch über getrennte Motoren. Sie werden durch in den Wicklungen befindliche Überlastschalter geschützt, die bei zu großer Wärmeentwicklung die Stromzufuhr unterbrechen.

Funktion

Im allgemeinen verfügt eine Geschirrspülmaschine über mehrere Programme, die je nach Verschmutzungsgrad des Geschirrs und der Art der zu waschenden Teile über Drucktasten oder -knöpfe angewählt werden können. Ein normales Programm beginnt mit kaltem oder warmem Spülen, wäscht dann mit einem Geschirrspülmittel heiß und spült zum Schluß mehrere Male. Beim Spülen kann ein Klarspüler verwendet werden, der zum Entspannen des Wassers dient. Der letzte Spülgang erfolgt im Normalfalle heiß, damit das Geschirr besser trocknet. Dabei dient das Heizelement als Wärmequelle.

Das Wasch- und Spülwasser wird durch rotierende Arme oberhalb und unterhalb des Korbes gesprüht. Hierzu hat jeder dieser Arme eine Anzahl von Bohrungen. Das Geschirrspülmittel und der Klarspüler befinden sich in Behältern, die automatisch zum richtigen Zeitpunkt im Programmablauf die erforderliche Menge freigeben. Gewöhnlich verfügt die Maschine zum Enthärten des Wassers über einen eingebauten Ionenaustauscher, der gelegentlich mit Salz gefüllt werden muß.

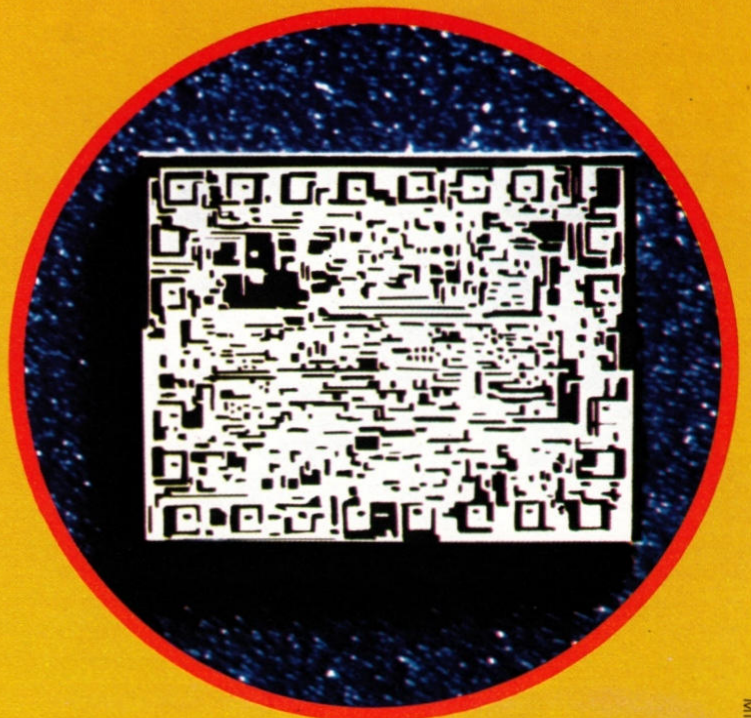
Der Ablauf des gewählten Programmes erfolgt automatisch über eine Zeitsteuerung. Sie wird oft durch einen runden Drehknopf mit verschiedenen Einstellungen betätigt. Durch Drehen des Knopfes nach rechts beginnt das Programm. Während des Programmablaufes dreht sich der Knopf langsam einmal herum. Bei einigen Maschinen gibt es Kontrollleuchten, die anzeigen, welcher Programmteil gerade stattfindet. In manchen Fällen läßt sich der Knopf auch hineindrücken oder herausziehen, so daß zu jedem Zeitpunkt der Programmablauf unterbrochen werden kann, um Teile in die Maschine zu geben oder aus ihr herauszunehmen.



Schnittzeichnung einer Geschirrspülmaschine. Pumpen und Motoren befinden sich im unteren Teil der Maschine, Steuereinrichtungen und Spülmittelbehälter in der Tür. Die Maschine arbeitet mit Heißlufttrocknung.



Dieser Mikroprozessor ist in den neuesten Miele-Geschirrspülmaschinen eingebaut; er führt rund 6 000 Funktionen aus.



GESCHOß

Trotz der Fortschritte in der Gewehrtechnik blieb die Konzeption der Geschosse über 400 Jahre lang weitgehend unverändert.

Bedeutend später nach der Erfindung der Kanone, gegen Ende des 14. Jahrhunderts, wurden die ersten Handfeuerwaffen entwickelt. Es waren primitive Vorrichtungen, die aus einem

Zündloch folgte zunächst das Luntenschloß, dann das Radschloß, danach das Steinschloß und zu Beginn des 19. Jahrhunderts folgte das Zündhütchen. Trotz dieser Erfindungen und der Einführung gezogener Läufe um 1780 wurde das kugelförmige Geschöß nicht verändert, bis in England im Jahre 1823 Hauptmann Norton die längliche Patrone erfand.

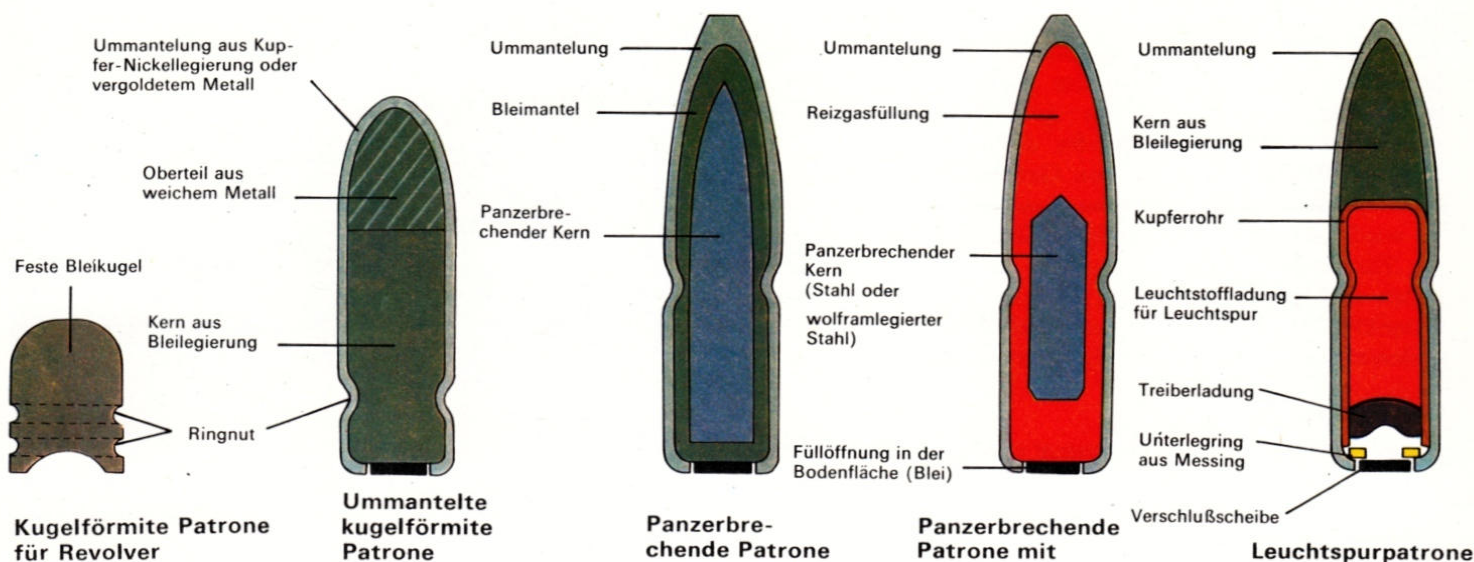
Sie bestand aus einem Bleikern, der von einem harten Metallmantel umgeben war. Diese neue Patrone mußte so

eisernen Rohr bestanden, das an einem Ende verschlossen und auf einem langen Stück Holz, dem Schaft, befestigt war. In dem verschlossenen Rohrende befand sich eine kleine Bohrung, das Zündloch, durch die das Schießpulver, das zuvor in den Lauf gefüllt worden war, mit Hilfe eines Streichholzes entzündet wurde. Als Geschosse wurden kleine runde Steine oder entsprechend große, geformte Metallstücke verwendet, deren Durchmesser dem Rohrdurchmesser entsprach. Bei zu kleinen Geschossen wurde der fehlende Umfang mit Streifen aus Watte, Wolle oder Papier ausgeglichen und auf diese Weise eine Abdichtung zwischen dem Schießpulver und dem zu kleinen Geschöß erreicht.

Während der nächsten fünf Jahrhunderte wurde der Abfeuermechanismus der Gewehre vielfach verändert. Dem

beschaffen sein, daß sie beim Abfeuern einen Rückschlag von ungefähr 30 000 g und Zentrifugalkräften standhielt, die sich aus einer Drallgeschwindigkeit von 200 000 U/min entwickeln. Weitere Verbesserungen folgten während der nächsten 40 Jahre; insbesondere verfeinerte man die Patronenspitze, man gab ihr eine spitzbogige Kurvenform. Auch die Bodenfläche der Patrone wurde verbessert, indem sie einen stromlinienförmigen, konischen Geschößzapfen erhielt. Beide Verbesserungen verringerten den Luftwiderstand, wodurch sich die Reichweite vergrößerte, die Flugbahn stabilisierte und die Zielsicherheit größer wurde. Patronen neuester Machart haben eine Länge, die ungefähr dem fünffachen Kaliber, d.h. dem fünffachen Lauddurchmesser, entspricht. Sie verfügen über eine spitzbogige Kurvenform zur Patronen-





Oben: Fünf verschiedene Patronenarten werden gezeigt. Von der kugelförmigen Patrone für geringe Fluggeschwindigkeiten bis zur Patrone mit roter Leuchtspurentwicklung. Die ummantelte Patrone wird gegen Menschen und größere Geschosse dieser Art zur Panzerbekämpfung eingesetzt.

Links: Leuchtspurgeschosse beim Einsatz im Vietnamkrieg. Sie werden hier im Bild von umgebauten Flugzeugen des Typs 'Dakota' auf Vietkongstellungen in der Nähe Saigons abgeschossen.

Rechts: Ein Maschinengewehr der amerikanischen Armee vom Typ M-60, wie es im Vietnamkrieg eingesetzt wurde, und die dazugehörige Munition.



spitze hin von zweieinhalbfachem Kaliber. Der Winkel des konischen Geschoßzapfens beträgt 9° . Er ist von einem Metallmantel aus einer Kupfer-Nickellegierung umgeben und enthält entweder einen Stahlkern, ein Sprengmittel oder eine Reizgas Mischung. Im Gegensatz zur Granate hat eine Patrone keinen Führungsring. Indem der Durchmesser der Patrone eine Winzigkeit größer ist als der des Gewehrlaues wird sie nach dem Abfeuern in die spiralförmig in den Lauf eingearbeiteten Züge gepresst. Zusätzlich wird die Bodenfläche der Patrone durch den Abfeuerdruck leicht gestaucht, wodurch sie sich ebenfalls in die Züge im Lauf presst. Durch den Vorwärtsdruck, verbunden mit der jeweiligen Mündungsgeschwindigkeit, erhält sie ihren Drall.

Bleipatrone

Runde Bleikugeln, auch Schrotkugeln genannt, werden in entsprechenden Schrotgewehrpatronen verwendet. Sie sind kleiner als der Lauddurchmesser und werden so in den Gewehrlauf eingelegt, daß sie vor einem Dichtungsstreifen aus Pappe liegen, der die Pulvergase beim Abfeuern zum

Gewehrlauf hin abdichtet. Längliche Bleipatronen werden als Munition für Handfeuerwaffen verwendet, die für geringe Fluggeschwindigkeiten konstruiert sind, wie z.B. Revolver oder kleinkalibrige Gewehre, deren Kaliber etwa 5,6 mm beträgt. Diese Patronen sind eingefettet, um zu verhindern, daß sich im Lauf und in den Zügen Blei ablagert.

Ummantelte Patrone

Patronen, die für hohe Fluggeschwindigkeiten konstruiert sind, haben eine Ummantelung aus einer Kupfer-Nickellegierung oder aus vergoldetem Metall. Die normale Patrone, im allgemeinen 'Kugel' genannt und für den Einsatz gegen Menschen und andere einfache Ziele vorgesehen, enthält einen Kern aus einer Bleilegierung, d.h. das Blei ist durch den Zusatz von Antimon oder Zinn verhärtet. Um der Patrone gute ballistische Eigenschaften wie z.B. Längsstabilität zu geben, ist die spitzbogige Patronenspitze nicht völlig mit dem Bleikern ausgefüllt. Mit Hilfe eines kleinen Papier- bzw. Kunststoffstreifens wird der Schwerpunkt der Patrone zur Bodenfläche hin verschoben.

GETREIDEHEBER

Schüttgut, wie beispielsweise Getreide, muß oft in möglichst kurzer Zeit so gefördert werden, daß möglichst wenig Bodenfläche dafür erforderlich ist. Dies geschieht mit Hilfe von Getreidehebern.

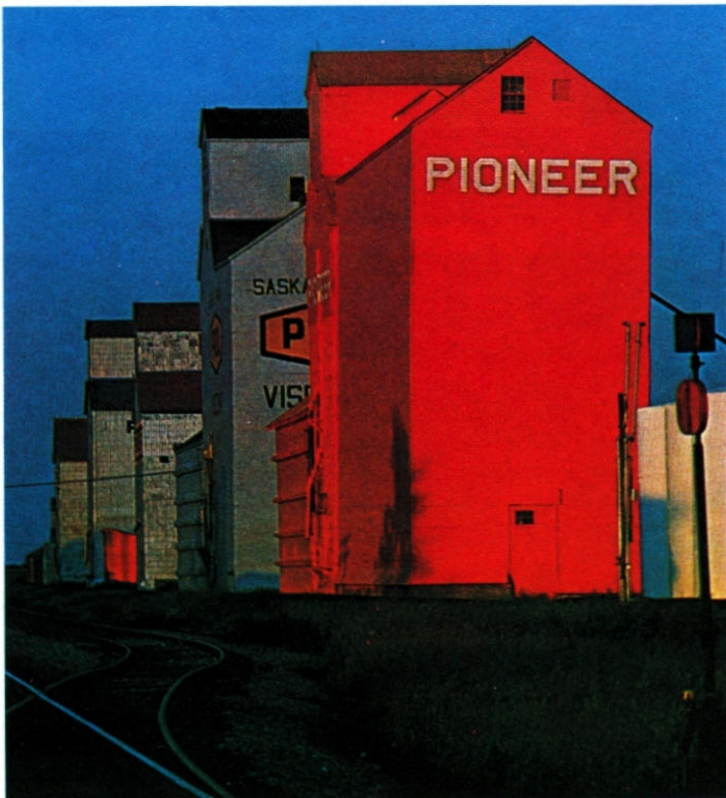
Es wird eine Reihe verschiedener Getreideheber verwendet; die Haupttypen sind: Eimerheber, Kettenheber, Saugrohrheber und Heber nach dem Prinzip der ARCHIMEDISCHEN SCHRAUBE. Oft finden sie auch bei der Abfertigung von anderem SCHÜTTGUT als Getreide Verwendung.

Eimerheber

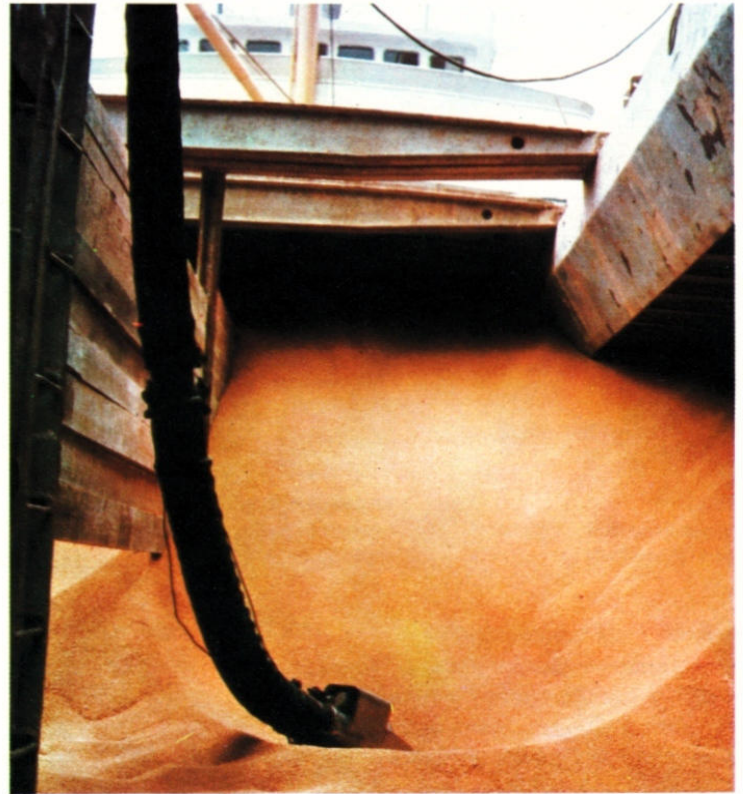
Dieser Heber wird am häufigsten verwendet und dient in vielen Industriezweigen zur Höhenförderung der unterschiedlichsten Materialien, wie z.B. Getreide oder Kalk. Hubhöhen und Förderleistung können sehr unterschiedlich sein, sie reichen beispielsweise von 3 m Hubhöhe und 2 t/h bis 60 m oder 90 m Hubhöhe und 2000 t/h bei großen Getreidehebern. Wichtig ist, daß die Art des Hebergerätes dem zu fördernden Material angepaßt wird. Die Entleerung erfolgt entweder durch Fliehkraft oder durch Ausschütten. Bei mit Fliehkraft arbeitenden Anlagen verläßt das Material den Behälter tangential zu seiner Richtung unter Einwirkung der natürlichen Fliehkraft, während im anderen Fall die Eimer am Entladepunkt vollständig gekippt werden. Die Eimer werden entweder von einem Förderband oder von einer Kette bewegt. Beim zentrifugalen Entladen ist die Verwendung des Riemenantriebs häufiger, während die Anlagen, die mit Kippentleerung arbeiten, von einer Kette, bei größeren Anlagen auch von zwei Ketten, angetrieben werden.

Saugheber

Diese Art von Getreideheber findet sich vorwiegend in HAFENANLAGEN zum Löschen von Seeschiffen auf Leichter oder in Ufersilos. Der Durchsatz kann bis zu 2000 t/h



Oben: Eine Reihe von Getreidehebern an einer Eisenbahnlinie in den nordamerikanischen Getreidegebieten.



Oben: Das Rohr eines Saughebers, der Getreide aus dem Laderaum eines Schiffes fördert. Der Heber kann ortsfest sein und das Getreide direkt in die Kammern eines Silos blasen.

betragen. Das Getreide wird durch Vakuum, das ein Zentrifugal- oder Axialgebläse an der Entleerungsseite erzeugt, über gelenkige Saugrohr-Leitungen gehoben. Die an Gerüsten hängenden Saugrohre können auch bei fast entleerten Schiffen noch über die Decksluken eingebracht werden, und die Saugstücke lassen sich in die entferntesten Winkel der Laderäume führen. Ähnliche Systeme mit einer Kapazität von 70 t/h bis 80 t/h werden fest auf Anhängern installiert und von eigenen Dieselaggregaten angetrieben. Diese kleinen Heber sind beweglich und im wesentlichen ebenso flexibel wie die ortsfesten Anlagen.

Kettenheber

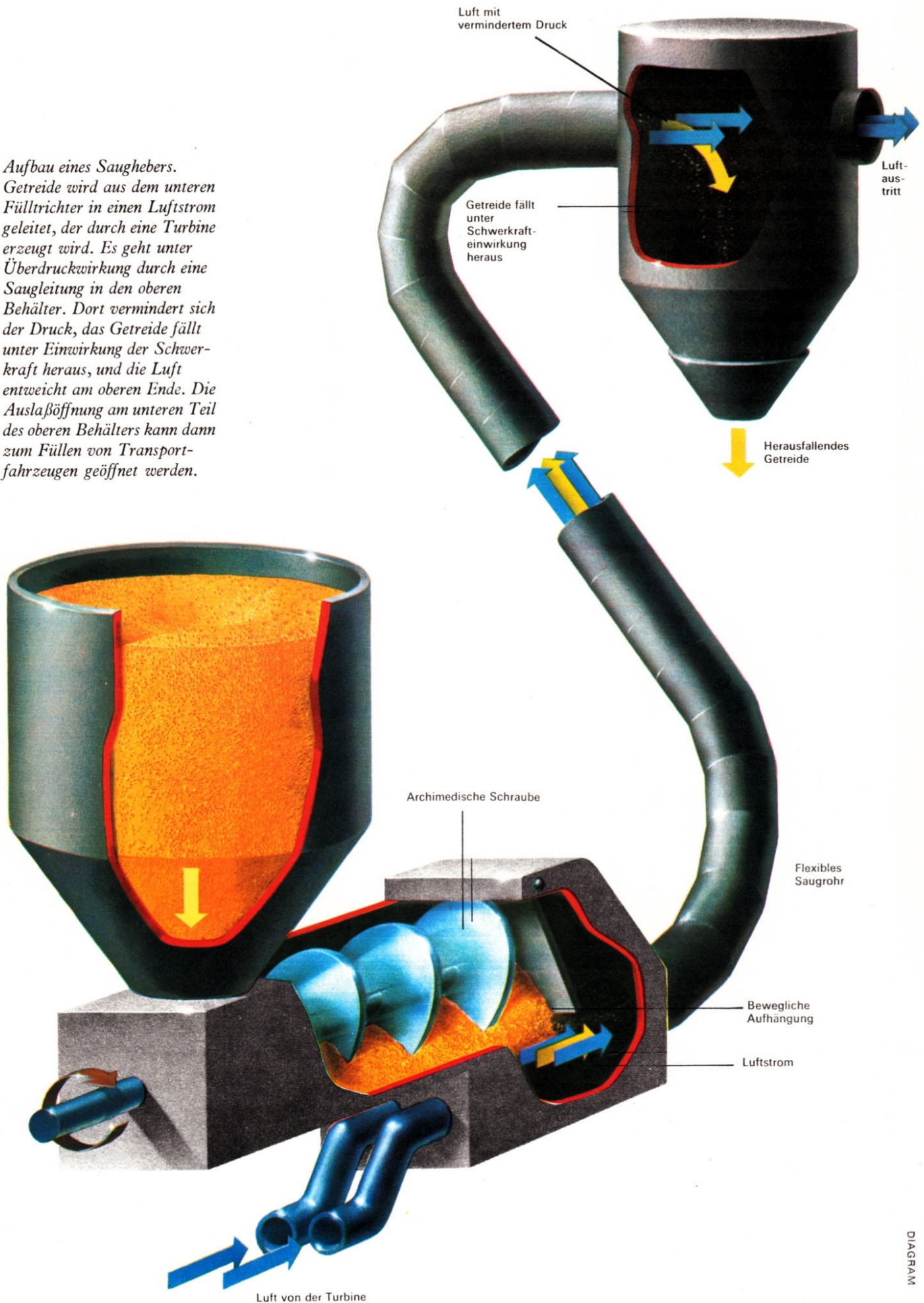
Er besteht aus einem Stahlrohr, in dessen Inneren eine Endloskette läuft, auf deren Gliedern sich Schaufeln befinden, die das Getreide fördern. Bei solchen Geräten füllt das Material den gesamten Heber von der Eingangs- bis zur Ausgangsseite an; auf diese Weise schiebt sich die ganze Menge zusammen mit der Kette durch das Gehäuse (Füllungsprinzip). Bei diesem Verfahren kann in der Waagerechten, in der Senkrechten oder in beiden Richtungen gefördert werden.

Archimedische Schraube

Bei dieser Anlage, oft auch 'Förderschnecke' genannt, wird wie beim Kettenheber das ganze Gehäuse mit dem Transportgut gefüllt. Normalerweise ist die Maschine in einem Winkel von 70° bis 80° gegen die Horizontale geneigt und etwa 9 m lang. Sie ist auf einem zweirädrigen Fahrgestell angebracht und kann 20 t/h bis 30 t/h fördern. Häufiger Anwendungsbereich sind landwirtschaftliche Großbetriebe.

Senkrechte Förderschnecken sind eine Erweiterung der horizontal arbeitenden Archimedischen Schraube und arbeiten ebenfalls nach dem Füllungsprinzip. Durch Steigungs- und Durchmesserunterschiede der Schnecke können sie Material senkrecht nach oben befördern.

*Aufbau eines Saughebers.
Getreide wird aus dem unteren Fülltrichter in einen Luftstrom geleitet, der durch eine Turbine erzeugt wird. Es geht unter Überdruckwirkung durch eine Saugleitung in den oberen Behälter. Dort vermindert sich der Druck, das Getreide fällt unter Einwirkung der Schwerkraft heraus, und die Luft entweicht am oberen Ende. Die Auslaßöffnung am unteren Teil des oberen Behälters kann dann zum Füllen von Transportfahrzeugen geöffnet werden.*



GETRIEBE

Ein **Zahnradgetriebe**, bestehend aus zwei oder mehreren ineinandergreifenden Zahnradern, dient zur **Kraftübertragung** zwischen den einzelnen Teilen einer Maschine. Autos, Uhren, Werkzeugmaschinen, Kameras und viele andere aus dem modernen Leben nicht mehr wegzudenkende Gegenstände sind mit ganz unterschiedlichen Zahntrieben ausgestattet. Die Erfindung des Zahnrades wird in ihrer technologischen Bedeutung nur von der des Rades selbst übertroffen.

Zahnradgetriebe dienen in erster Linie zur Übertragung von einer Kraftquelle, etwa einem **VERBRENNUNGSMOTOR** oder einem **ELEKTROMOTOR**, ausgehenden Bewegungen auf eine Welle, die Nutzarbeit leisten kann, z.B. die Antriebswelle in einem Kraftwagen oder die Spindel einer Werkzeugmaschine. Die Kraftübertragung muß dabei in einem geeigneten Drehzahlbereich erfolgen. Bei zwei ineinandergreifenden Zahnradern wird das größere 'Rad', das kleinere 'Ritzel' oder Triebfling genannt. Treibt das Ritzel das Rad, handelt es sich um ein **Untersetzungsgetriebe**; treibt dagegen das Rad das Ritzel, liegt ein **Übersetzungsgetriebe** vor. Die erste Möglichkeit ist häufiger anzutreffen, da

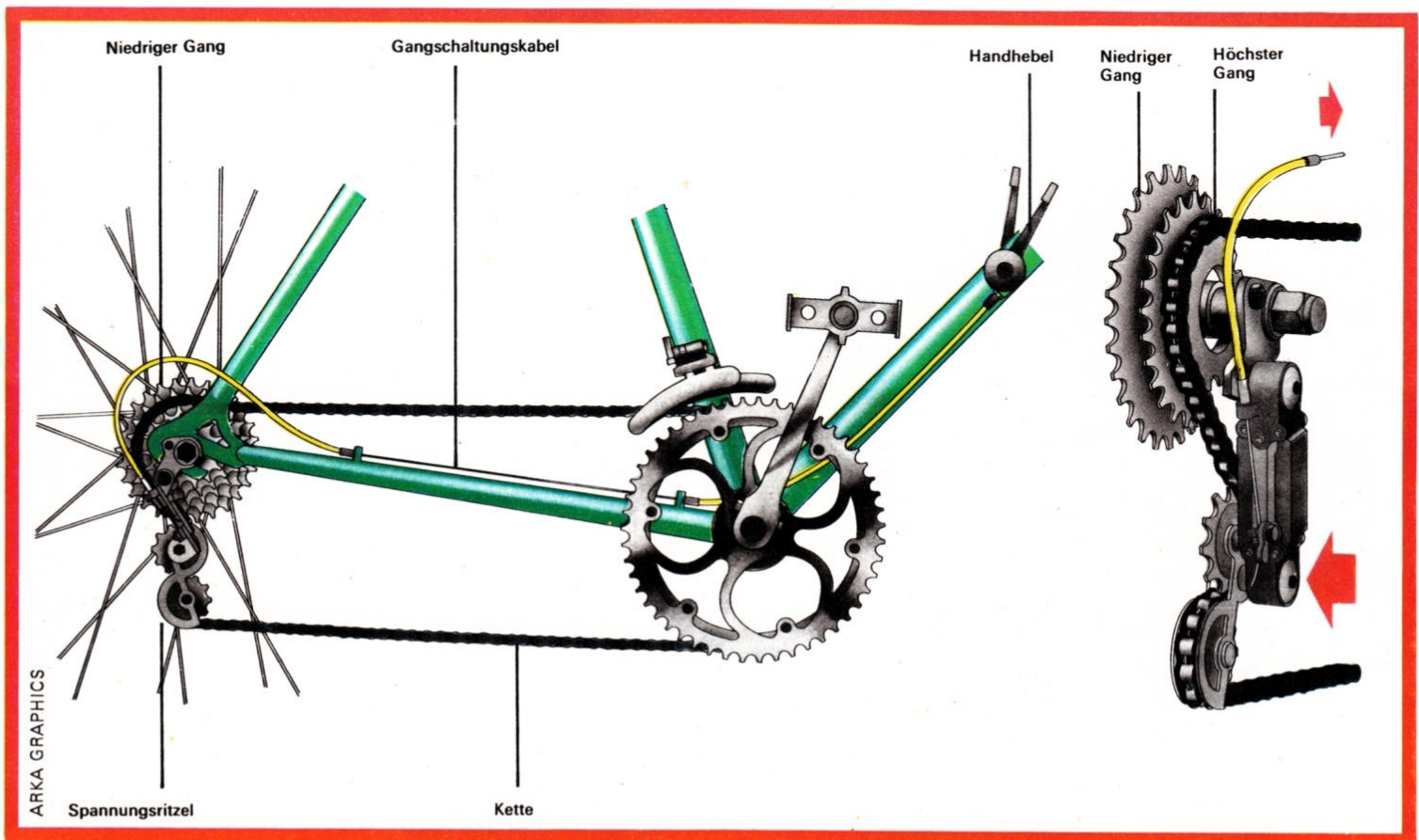
bestimmt die mögliche Unter- oder Übersetzung. Hat z.B. das Ritzel 20 Zähne, das Rad 60, so ist das Verhältnis 1:3, d.h. auf eine Umdrehung des Rades kommen drei Umdrehungen des Ritzels. Da die Zähne eines Ritzels mehr Arbeit zu leisten haben als die des dazugehörigen Rades, wird das Ritzel gelegentlich aus härterem Material gefertigt, um den Verschleiß auszugleichen.

Treibt ein Zahnrad ein anderes, drehen sie sich in entgegengesetzter Richtung (es sei denn, eins von beiden hat eine Innenverzahnung). Sollen sie in einer Richtung laufen, wird ein drittes Zahnrad, ein sogenanntes **Zwischenzahnrad**, dazwischengeschaltet. Derartige Zwischenzahnrad finden häufig bei Kraftwagengetrieben, hier speziell für den Rückwärtsgang, Verwendung.

Zahnradgetriebe lassen sich in folgende Kategorien unterteilen: **Stirnradgetriebe**, **Kegelradgetriebe**, **Schraubenradgetriebe** und **Schneckengetriebe**.

Stirnradgetriebe

Stirnradgetriebe sind der wohl gängigste Typ. Sie sind geradzahnt und dienen der Bewegungsübertragung bei parallelen Wellen bzw. zwischen zwei Wellen, deren Achsen in einer Ebene liegen. Ihr Wirkungsgrad kann bei über 95% liegen.



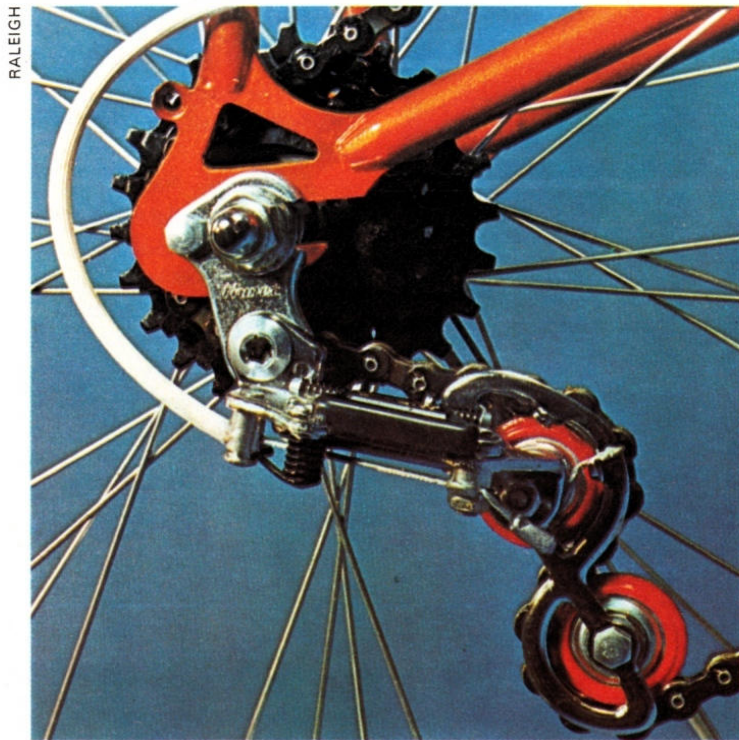
die Drehzahl z.B. eines Elektromotors normalerweise viel zu hoch ist, um ohne Drehzahlverminderung von einer Maschine genutzt werden zu können. Auch Verbrennungsmotoren in Autos brauchen Untersetzungen, aber aus anderen Gründen.

Übersetzung

Die zweite wichtige Funktion eines Zahnradgetriebes liegt in der Bereitstellung von brauchbaren Übersetzungen: z.B. drei oder vier Vorwärtsgänge in einem AUTOMOBIL oder verschiedene Schneidgeschwindigkeiten bei einer DREHBANK. Unter dem Übersetzungsverhältnis versteht man das Verhältnis der Zähnezahlen eines Zahnradpaares zueinander; es

***Oben:** Fahrradgangschaltung. Durch Herunterdrücken des Hebels am Rahmen wird die Spannung im Bowdenzug erhöht und der Hebel mit der Spannrulle bewegt sich über den Zahnkränzen, die jeweils einen Gang repräsentieren. Mit dem zweiten Kettenrad stehen insgesamt 10 Gänge zur Verfügung.*

Im Profil gesehen, beschreiben die Zahnflanken eine Evolvente. Die Zahnflanken müssen bogenförmig ausgebildet sein, da sonst die Zahnräder weder geräuscharm noch vibrationsfrei arbeiten können und der Verschleiß zu hoch wäre. Die Evolventenverzahnung hat sich als besonders geeignet erwiesen, da die Kraftübertragung zwischen Zahn-



Oben: Moderne Fahrradschaltung. Die bei solchen Schaltungen verwendeten Ketten sind voll vernietet, weil die Federklammer, das Verbindungsstück bei normalen Fahrradketten, sich verklemmen oder abspringen würde.

radpaaren, deren Flanken Evolventen darstellen, selbst dann bestmöglich funktioniert, wenn der Achsabstand zwischen den Wellen geringfügig differiert.

Planetengertriebe

Ein Rädergetriebe, bei dem sich ein oder mehrere kleine Planetenräder auf einem Sonnenrad abwälzen, während sie selbst in einem äußeren, feststehenden Hohlradkranz geführt werden, nennt man Umlaufrädergetriebe oder PLANETENGETRIEBE. (Ein Hohlrad ist ein innenverzahntes Stirnrad.) Ein Planetengetriebe erlaubt die problemlose Wahl zwischen mehreren Übersetzungen, ohne daß Zahnräder in Eingriff und wieder außer Eingriff gebracht werden müssen, da sich die Drehzahl durch Verriegelung von einzelnen Getriebe-teilen variieren läßt. Derartige Getriebe finden in Fahrrädern, AUTOMATIKGETRIEBEN u.ä. Verwendung.

Ein flaches Metallstück mit länglichem Querschnitt und einseitiger Evolventenverzahnung heißt Zahnstange. Ein Zahnstangengetriebe, bei dem ein Stirnrad auf einer Zahnstange hin und her läuft, findet man in der Lenkung mancher Kraftfahrzeuge, in hydraulischen TÜRSCHLIESSERN und für Pendelbewegungen von Maschinentischen oder -aufspannköpfen.

Kegelradgetriebe

Kegelräder sind, wie der Name schon sagt, konisch geformt. Sie werden zur Bewegungsübertragung bei sich schneidenden Wellen verwendet. Die herkömmlichen Kegelräder sind geradzahnt, wobei sich die Zähne jedoch in Länge und Tiefe verjüngen; würde man sie verlängern, so würden sie sich auf einem Punkt der Wellenachse außerhalb des eigentlichen Getriebes treffen.

Kegelschraubgetriebe (Hypoidkegelgetriebe) haben ebenfalls Kegelräder mit Geradzähnen, die jedoch in einem bestimmten Winkel zur Wellenachse abgeschrägt sind. Sie dienen der Bewegungsübertragung zwischen zwei Wellen, deren Achsen sich kreuzen, allerdings nicht in einer Ebene.

Schraubenradgetriebe

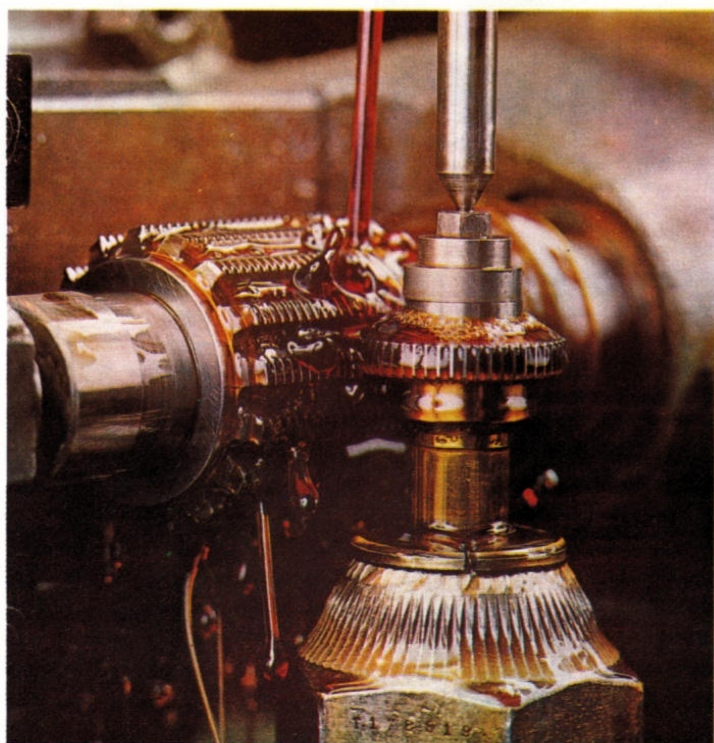
Konisch und zylindrisch geformte Zahnräder können mit einer Spiralverzahnung versehen sein. Sie eignen sich dann zur Kraftübertragung zwischen in beliebigem Winkel zueinander stehenden Wellen, je nach der Schraubenlinie der Zähne. Solche Getriebe nennt man Schraubenrad- bzw. Schrägradgetriebe. Die bogenförmigen Zähne greifen in die entsprechenden Gegenzähne ein, während das vorausgehende Zahnradpaar noch Kontakt hat; die Flanken beider Räder 'gleiten' somit in Richtung der Schraubung aneinander vorbei, wodurch eine relativ geräuscharme Kraftübertragung bei guter Laufruhe möglich wird. Schraubenradgetriebe können ebenso wie Kegelschraubgetriebe zur Bewegungsübertragung zwischen zwei nicht in gleicher Ebene liegende Wellen eingesetzt werden. Ihre Laufeigenschaften und ihre baulichen Variationsmöglichkeiten lassen sie als Ritzel und Planräder im DIFFERENTIAL eines Kraftwagens ihren idealen Verwendungszweck finden. Ein solches Differential zeichnet sich durch ruhigen Lauf aus; auch kann die Antriebswelle des Kraftwagens unterhalb der Hinterachse liegen, wodurch sich der Schwerpunkt des Wagens tiefer legen läßt.

Wird ein Schraubenradgetriebe zur Kraftübertragung bei parallelen Wellen verwendet, ergibt sich ein Seitenschub, der unerwünscht sein kann. Um diesen zu vermeiden, kann man zwei Schraubenradsätze einsetzen, deren Schub sich in entgegengesetzter Richtung aufhebt. Für diesen Anwendungsbereich eignen sich insbesondere aus einem Stück geschnittene Zahnräder mit Schrägverzahnung in Pfeilform, sogenannte Pfeilrädergetriebe.

Schneckengetriebe

Wird ein schrägverzahntes Zahnradpaar zur Kraftübertragung bei zwei Wellen, deren Achsen sich kreuzen—allerdings nicht in einer Ebene—eingesetzt, sind sehr große Übersetzungen möglich. In einem solchen Fall ist das Übersetzungsverhältnis gewöhnlich 1:100. Das Ritzel ist mit einem oder mehreren spiralförmig umlaufenden Gängen

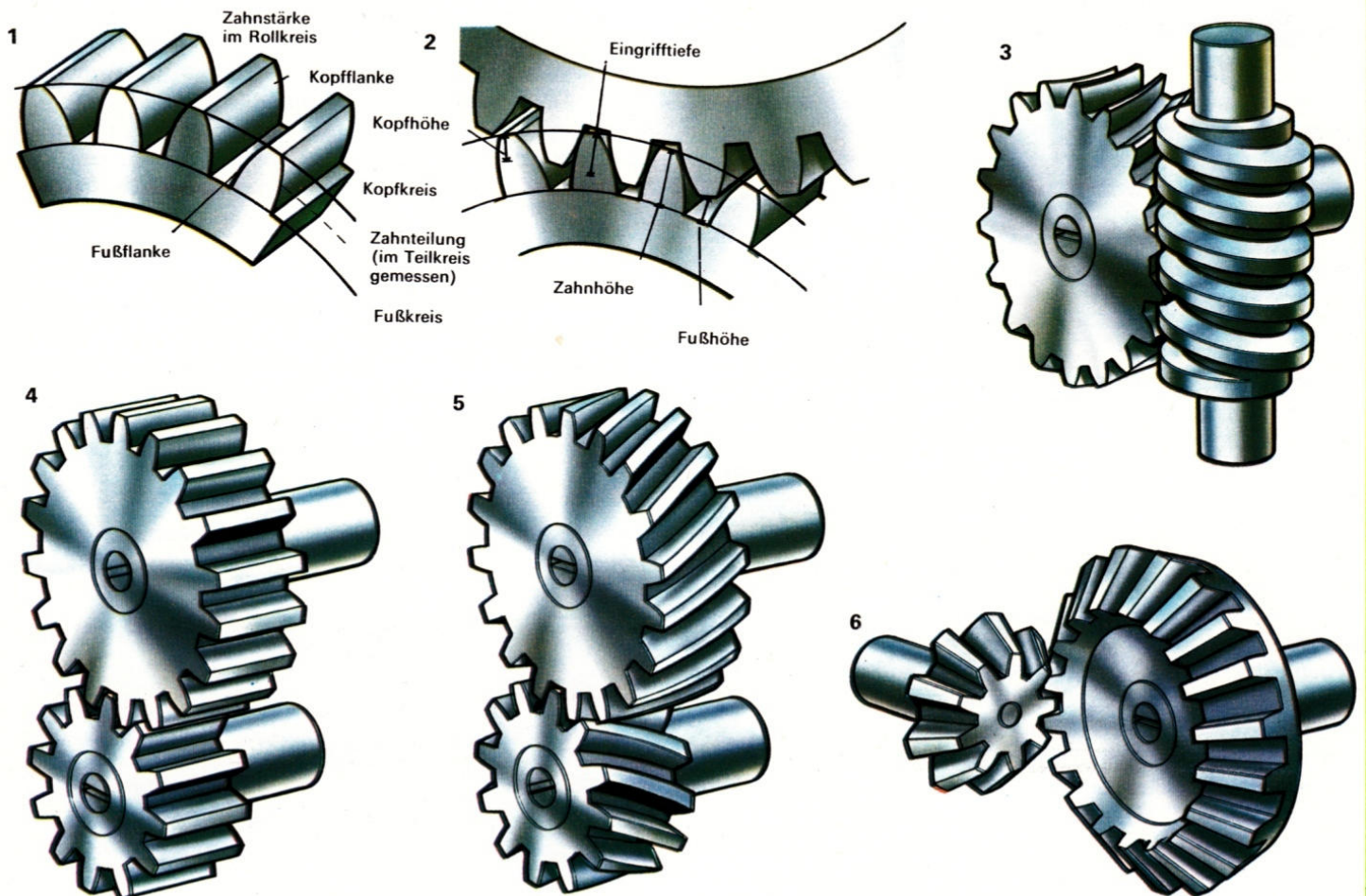
Unten: Schneiden eines Stirnrades unter Verwendung von Schneidöl mittlerer Viskosität. Das Öl kühlt, schmiert und reinigt. Schneidöle enthalten je nach Verwendung bestimmte Zusätze.





Links: Überprüfen der Zähne eines doppelt schrägverzahnten Ritzels für das Getriebe einer Schiffsdieselmachine durch einen Ingenieur.

Unten: 1. Stirnrad mit Evolvente. 2. Stirnradzähne im Diagramm. 3. Schneckengetriebe mit einer Übersetzung 18:1. Dies bedeutet bei einer Schneckendrehzahl von 360 U/min eine Drehzahlverminderung auf 20 U/min für das Rad. Anwendung: z.B. Förderbandantrieb. 4. Stirnräder in Eingriff. 5. Schrägverzahnte Räder in Eingriff. Es entsteht ein Axial Schub. 6. Kegelradgetriebe.



versehen, die einem Schraubengewinde ähneln. Es wird nun 'Schnecke' genannt.

Die Drehzahlverminderung eines solchen Schneckengetriebes ist sehr groß, es gelangt deshalb als Untersetzungsgetriebe, z.B. zwischen einem Elektromotor und einem langsam laufenden Transportband, zum Einsatz. Normalerweise kann das Großrad nicht die Schnecke treiben, da die Schraubenlinie der Schnekenzähne viel größer als die der Radzähne ist. Ist eine solche Einheit dennoch so ausgelegt, daß das Rad die Schnecke antreiben kann, liegt der Wirkungsgrad bei über 50% und das Getriebe kann als Übersetzungsgetriebe Verwendung finden, beispielsweise als Antrieb für einen KOMPRESSOR.

Nichtmetallische Getriebe

Wo große Laufruhe bei hohen Drehzahlen erwünscht und das Drehmoment nicht zu hoch ist, können ein Rad oder beide Räder eines Zahnradpaares aus Kunststoff oder einem ähnlichen nichtmetallischen Material gefertigt werden. So ist beispielsweise beim Kraftwagen das Stirnrad, das über die Kurbelwelle mittels einer Kette die Nockenwelle antreibt, häufig aus einem nichtmetallischen Werkstoff gearbeitet. Die Drehzahl dieses Rades ist hoch, seine Funktion sehr wichtig, die Beanspruchung des Materials jedoch relativ gering.

Vergleiche GETRIEBEBLOCK

GETRIEBEBLOCK

Wie bei vielen anderen Maschinen muß auch beim Kraftwagen der vom Motor ausgehende Kraftfluß über Zahnräder, die in einem Getriebeblock zusammengefaßt sind, geleitet werden, um bei gleicher Motordrehzahl verschiedene Fahrgeschwindigkeiten zu erreichen.

Beim Kraftwagen liegt der Getriebeblock zwischen dem Motor und den Antriebsrädern. Dies ist erforderlich, weil ein VERBRENNUNGSMOTOR bei niedrigen Drehzahlen nicht viel Leistung abgibt. Um den Kraftwagen nach dem Anlassen aus dem Stillstand in Bewegung zu setzen, muß das Übersetzungsverhältnis zwischen Motor und Antriebsrädern so sein, daß sich die Kurbelwelle relativ schnell dreht. Bei einem einfachen Dreiganggetriebe dreht sich die Kurbelwelle je nach gewähltem Gang etwa 4-, 8- oder 12mal pro Umdrehung der Antriebsräder.

Dreiganggetriebe

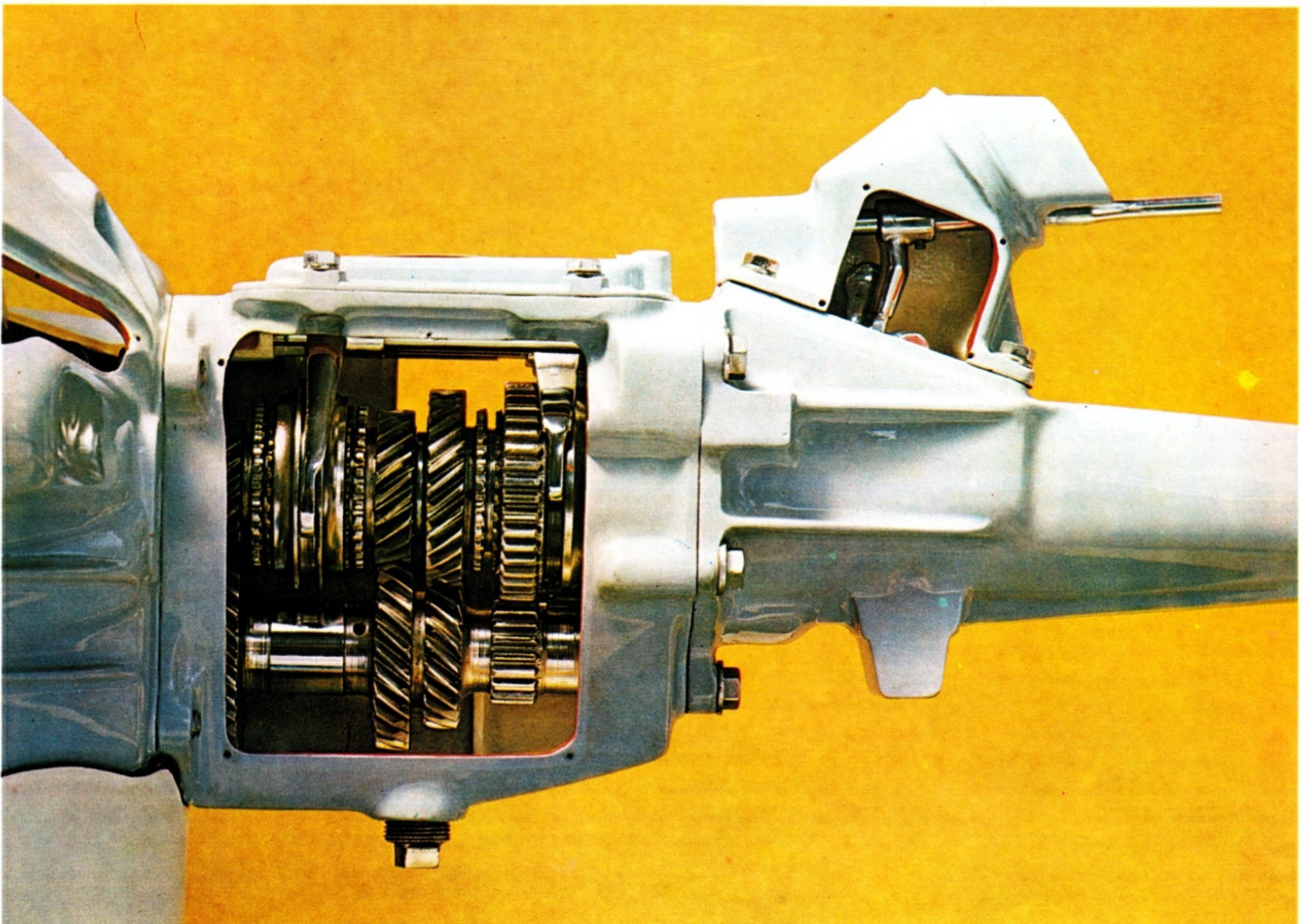
Ein Dreiganggetriebe besteht aus einer Kupplungswelle mit aufsitzendem Kupplungszahnrad, das sich dreht, wenn die KUPPLUNG eingerückt ist, einer Vorgelegewelle mit mehreren Vorgelegezahnradern, von denen jeweils eines mit dem Kupplungsrad in Eingriff ist und von diesem angetrieben wird, sowie der Getriebehauptwelle, die die Kraft auf die Gelenkwelle (Antriebswelle) überträgt und auf der zwei Zahnräder unterschiedlicher Größe sitzen, die auf der Welle verschiebbar sind. Jedes der beiden Zahnräder auf der Getriebehauptwelle hat eine Schaltgabel, d.h. einen Bügel, mit dessen Hilfe es sich auf der Welle hin und her schieben läßt. Die Schaltgabeln werden vom Fahrer über

den Schalthebel, der zwischen dem Fahrerraum und dem oberen Ende des Getriebegehäuses nach allen Seiten schwenkbar gelagert ist, gewählt und betätigt.

Wählt der Fahrer den ersten Gang, d.h. den Anfahrtsang, wird das größere der beiden auf der Getriebehauptwelle sitzenden Zahnräder bis zum Eingriff mit dem kleinsten Zahnrad auf der Vorgelegewelle längs verschoben. Dann wird die Kupplung eingerückt. Die Kraft kann nun vom Motor über das Getriebe auf die Räder übertragen werden. Das Übersetzungsverhältnis zwischen Getriebewelle und Vorgelegewelle ist 3:1, das Verhältnis zwischen der Kupplungswelle und den Rädern etwa 12:1 (aufgrund eines weiteren Zahnradvorgeleges im DIFFERENTIAL, d.h. eines weiteren Radsatzes, der die Kraft zwischen Gelenkwelle und Rädern überträgt).

Hat der Kraftwagen eine ausreichende Geschwindigkeit, etwa 16 km/h, erreicht, schaltet der Fahrer in den zweiten Gang, indem er das kleinere auf der Getriebehauptwelle sitzende Zahnrad mit dem großen Vorgelegewellenrad in Eingriff bringt. Die Übersetzung beträgt nun 2:1 und etwa 8:1 zwischen der Kurbelwelle und den Rädern. Bei Erreichen der gewünschten Dauergeschwindigkeit schaltet der Fahrer in den dritten Gang (direkten Gang), indem er das kleinere Getriebehauptwellenrad in Längsrichtung gegen das Kupplungsrad drückt. Die seitlichen Zähne des Kupplungsrades greifen ineinander, und das Übersetzungsverhältnis ist jetzt 1:1, d.h. Getriebehauptwelle und Kupplungswelle (und damit auch die Kurbelwelle) laufen mit gleicher Geschwindigkeit

Unten: Querschnitt durch ein Getriebe eines Fordmotors vom Typ V-4. Die Synchronisiervorrichtung bei diesem modernen Vierganggetriebe erlaubt, die Zahnräder auch in Eingriff zu belassen, wenn sie nicht benutzt werden.



um. Das Übersetzungsverhältnis zwischen Kurbelwelle und Rädern ist nun 4:1. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß der Motor bei jeder Fahrgeschwindigkeit in dem Drehzahlbereich arbeiten kann, in dem er ein ausreichendes Drehmoment abgibt.

Rückwärtsgang

Der Rückwärtsgang sitzt am hinteren Ende der Vorgelegewelle und treibt ein kleines Zwischenzahnrad an, das mit dem größeren Zahnrad auf der Getriebehauptwelle ineinandergreift, wenn der Fahrer in den Rückwärtsgang schaltet. (Greifen zwei Zahnräder ineinander, drehen sie sich in entgegengesetzter Richtung. Das Zwischenzahnrad sorgt dafür, daß sie in derselben Richtung laufen, so daß der Wagen seine Fahrtrichtung ändert.)

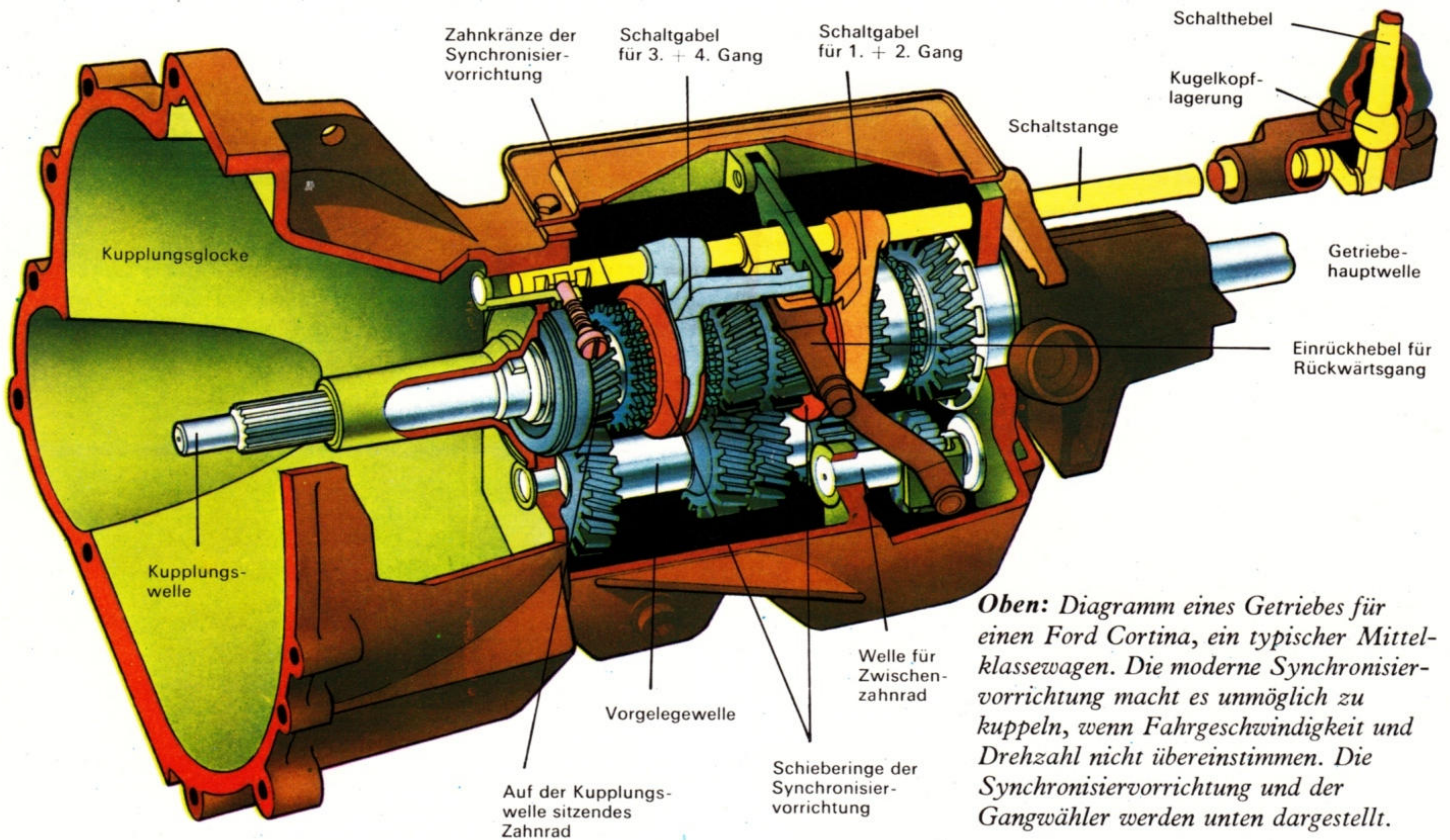
Bei einem Getriebe ist Drehzahlverminderung gleichbedeutend mit Erhöhung des Drehmoments. Dies bedeutet, daß das Getriebe bei Einlegen des ersten Ganges eine geringere Geschwindigkeit von dem kleinen Vorgelege-

wellenrad auf das größere Zahnrad auf der Getriebehauptwelle überträgt. Wenn sich zwei Zahnräder zusammen drehen, dreht das größere langsamer. Es wird aber von der Kurbelwelle ein größeres Drehmoment übertragen, um über die Gelenkwelle die Trägheit der Masse zu überwinden und den Wagen in Gang zu setzen.

Amerikanische Personenkraftwagen mit leistungsstarken Motoren haben in der Regel ein Dreiganggetriebe. Die kleineren europäischen Kraftwagen verfügen gewöhnlich über 4 oder 5 Vorwärtsgänge, da der nutzbare Drehzahlbereich des Motors kleiner ist. Wegen des Drehmoments, das erforderlich ist, um einen vollbeladenen Lastkraftwagen in Bewegung zu setzen, kann sein Getriebe 16 oder mehr Vorwärtsgänge haben.

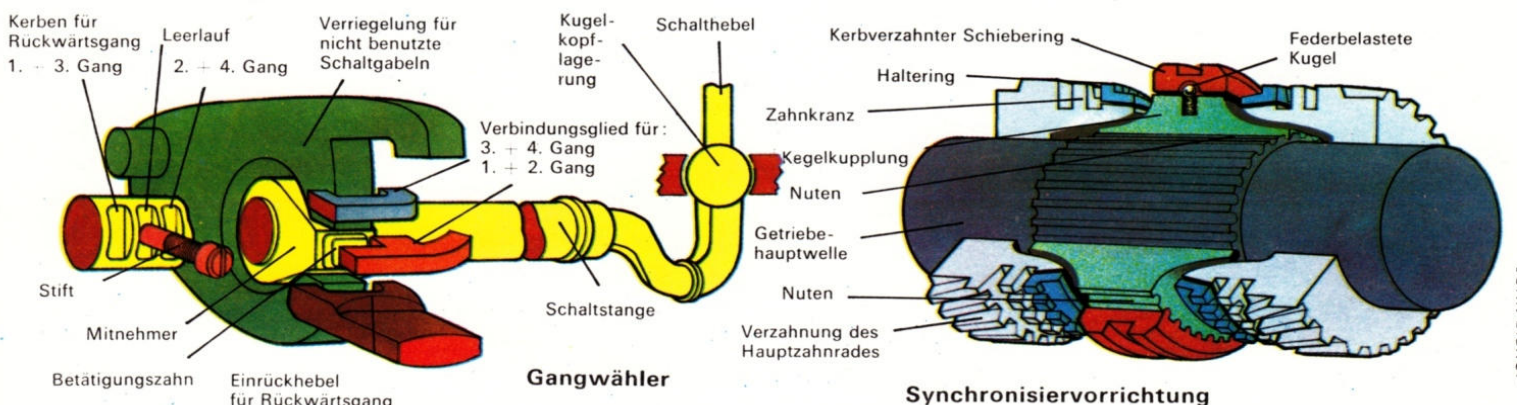
Synchrongetriebe

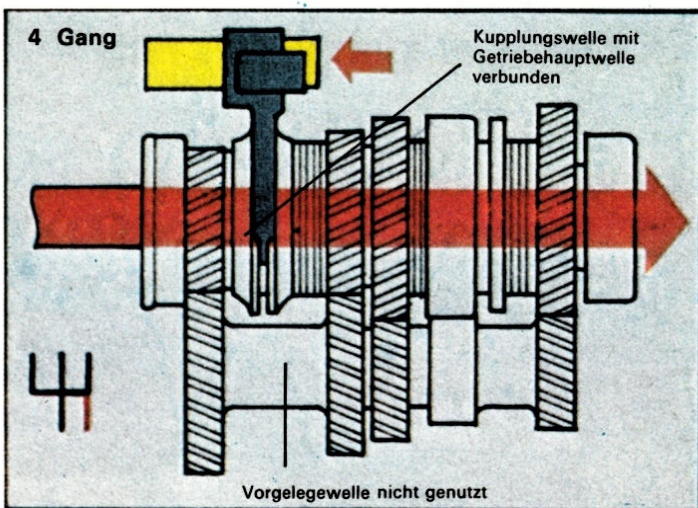
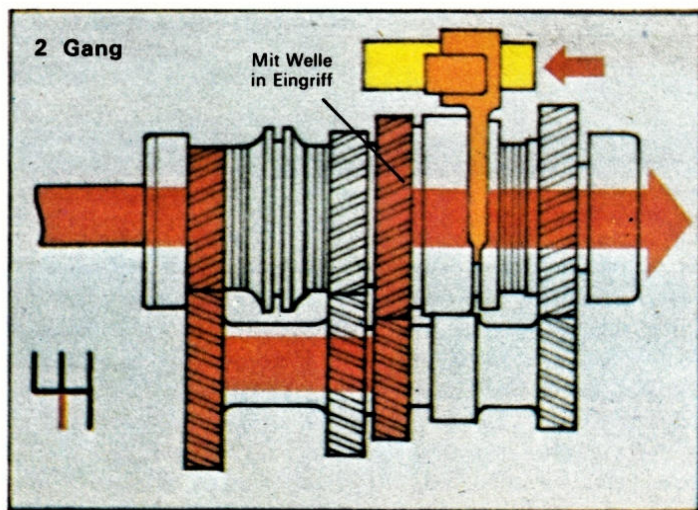
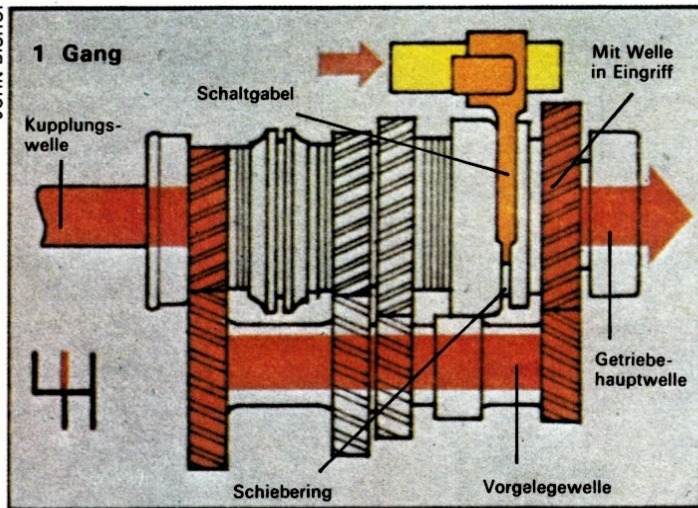
In der Pionierzeit des Automobils waren die Getriebe einfache Vorrichtungen der o.a. Art. Es gehörten Muskelkraft und Fingerspitzengefühl dazu, die einzelnen Gänge



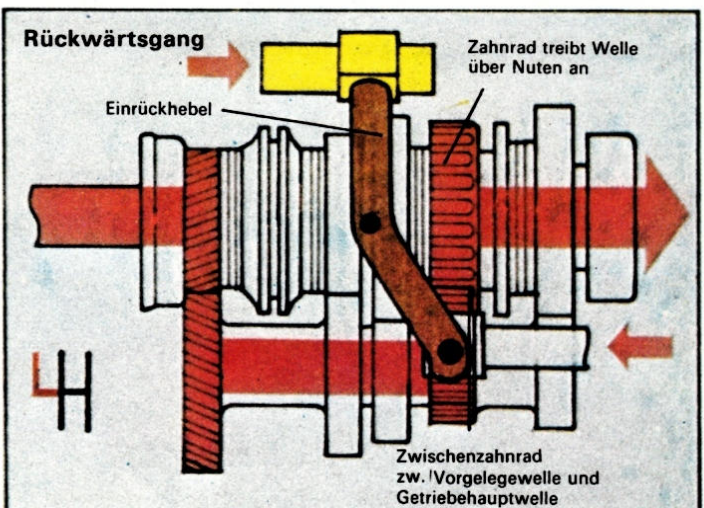
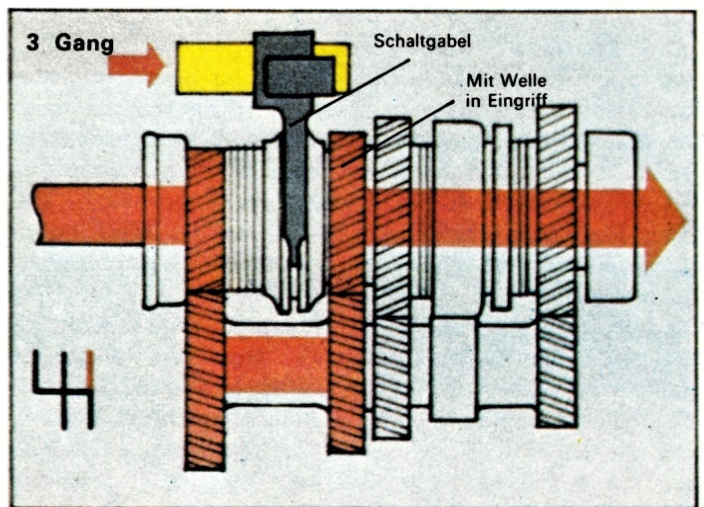
Unten: Der Schalthebel bewegt sich vorwärts und rückwärts bzw. seitwärts. Dadurch wird die Schaltstange in entgegengesetzter Richtung bewegt bzw. gedreht. Durch das Drehen greift der Betätigungszahn in eines der drei Verbindungsglieder, von denen zwei auf die Vorwärtsgänge wirken und eins auf den Rückwärtsgang. Die nicht gebrauchten Schaltgabeln sind verriegelt.

Unten: Alle Zahnräder sind in ständigem Eingriff, bleiben jedoch im Freilauf, bis die Verbindung zur Getriebehauptwelle hergestellt wird. Dies geschieht schrittweise durch Verschieben eines genuteten Rings, der zunächst Zahnrad und Welle synchronisiert und dann die beiden Zahnsätze überbrückt und so für einen starren Antrieb sorgt.





1. Gang: Die hintere Schaltgabel ist zurückgeschoben, um das hintere Zahnrad mit der Getriebehauptwelle in Eingriff zu bringen. Das Zahnrad auf der Kupplungswelle treibt die Vorgelegewelle und damit die Getriebehauptwelle über das eingerückte Zahnrad. **2. Gang:** Die hintere Schaltgabel ist nach vorn geschoben, um ein anderes Zahnrad mit der Welle in Eingriff zu bringen. Die Kraft wird über die Vorgelegewelle übertragen. **3. Gang:** Dieses Mal wandert die vordere Schaltgabel zurück, um das benachbarte Zahnrad mit der Welle zu verbinden. **4. Gang:** Die vordere Schaltgabel wird nach vorn geschoben und verbindet die Kupplungswelle mit der Getriebehauptwelle unter Ausschalten der Vorgelegewelle, wodurch ein direkter Antrieb erfolgt. **Rückwärtsgang:** Der Einrückhebel rückt ein kleines Zwischenrad zwischen die Vorgelegewelle und die in den Rand des hinteren Synchronrings geschnittenen Zähne, so daß die Getriebehauptwelle rückwärts läuft.



stoßfrei zu schalten. Die Zahnkanten der Zahnräder waren abgerundet, damit sie so ruckfrei und geräuscharm wie möglich in Eingriff gebracht werden konnten. Das Herunterschalten war besonders schwierig, da zweimal gekuppelt werden mußte (mit 'Zwischengas').

Mit der wachsenden Zahl der Fahrzeughalter mußte das Schalten vereinfacht werden. Die Getriebe wurden dabei immer komplizierter. Man entwickelte die sogenannten Synchrongetriebe, bei denen die Zahnräder vor dem Einrücken auf gleiche Drehzahl gebracht und so geräuschlos ineinandergeschaltet werden können. Dazu wurden die Flanken der Zahnräder mit konischen Abschnitten versehen, die ineinander paßten; Reibung setzte die Zahnräder in Bewegung, bevor die Zähne tatsächlich ineinandergriffen. Bei manchen Synchrongetrieben sind alle Zahnradpaare

dauernd in Eingriff; eine Kraftübertragung findet jedoch erst statt, wenn eine verschiebbare 'Schaltklaue' das entsprechende Zahnrad mit der Antriebswelle verbindet. Zunächst waren bei den meisten Getrieben nur die oberen Gänge synchronisiert, heute trifft dies in der Regel jedoch auf alle Gänge zu.

Heute sind viele Kraftwagen mit AUTOMATIKGETRIEBEN ausgerüstet, doch viele Fahrer ziehen den direkten Kontakt zum Auto, den ihnen das Schalten von Hand vermittelt, vor. Rennfahrer verwenden so gut wie ohne Ausnahme Schaltgetriebe, da sich gerade durch gekonntes Schalten am Berg und in den Kurven wertvolle Sekundenbruchteile gewinnen lassen.

Vergleiche KUPPLUNG

GEWEHR

Durch die in den Gewehrlauf eingearbeiteten Züge wird das Gewehr zur treffsichersten aller gebräuchlichen Feuerwaffen, da sie dem Geschöß Drehbewegung und damit Längsstabilität verleihen.

Ein Gewehr ist eine Handfeuerwaffe, die dem abgefeuerten Geschöß Drehbewegung, auch Drall genannt, und somit größere Treffsicherheit verleiht. Dieser Drall wird durch Züge hervorgerufen, die spiralförmig in die Innenseite des Gewehrlaufs eingearbeitet sind und in die sich ein leicht erhabener Führungsring aus Weichmetall einpreßt, der sich am Geschöß befindet. Dieser einmal gewonnene Drall, der eine kreiselähnliche Längsstabilität zur Folge hat, wird von dem Geschöß bis in das Ziel beibehalten. Er verhindert fehlerhaftes Flugverhalten aufgrund von Mängeln in der Form und Festigkeit des Geschosses.

Das Prinzip des Dralls, den Geschosse während ihres Flugwegs haben, ist alt: Schon Pfeile und Speere erhielten einen Drall, lange bevor es überhaupt die ersten Gewehre gab. Schon bald, nachdem Feuerwaffen so klein hergestellt werden konnten, daß sie in der Hand zu tragen waren, gab es Gewehre, deren Läufe spiralförmige Züge hatten. Die ersten Handfeuerwaffen dieser Art waren das Werk unbekannter Erfinder im späten 14. Jahrhundert, wahrscheinlich waren es Deutsche.

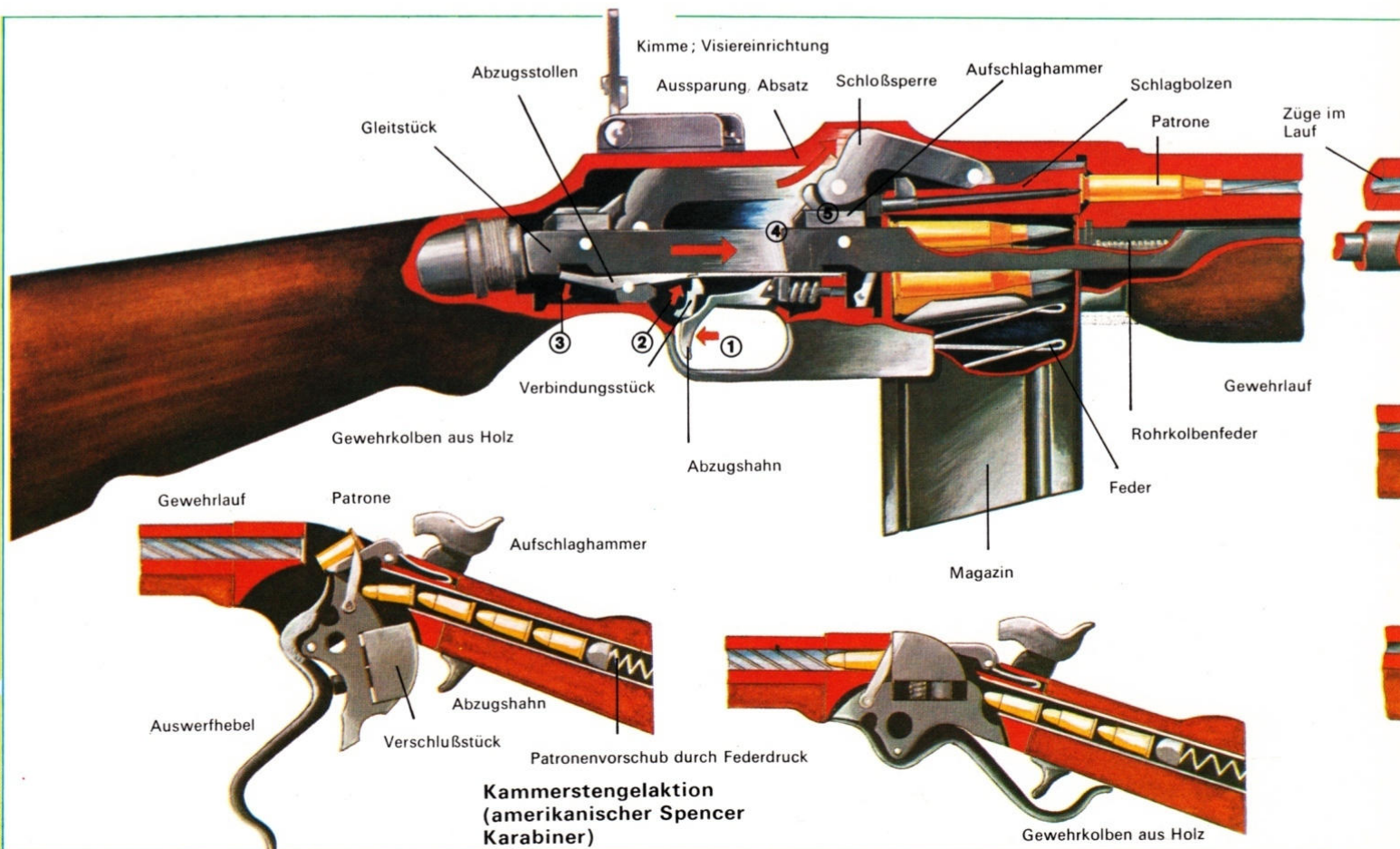
Während der nächsten drei Jahrhunderte benutzten in der Hauptsache Sportschützen Gewehre, obwohl sie in geringer Anzahl auch schon den Armeen zur Verfügung standen. Bei diesen Gewehren handelte es sich sämtlich um Vorderlader, die den Nachteil hatten, daß das kugelförmige Geschöß genau in den Lauf paßte und daß man Rückstände des Schießpulvers nach Abschuß der Kugel aus den Zügen im Lauf beseitigen mußte. Für die meisten Vorderlader wurden Geschosse verwendet, die stramm in den Lauf paßten und



DR. HERMANN FRASS/BAVARIA

mit dem Ladestock in den Verschuß gepresst oder gehämmert werden mußten, was natürlich Zeit in Anspruch nahm.

Mit der Erfindung des Hinterladers zwischen 1860 und 1870 veränderte sich die gesamte Gewehrtechnik hinsichtlich der Züge und des Dralls. Es war nicht länger nötig, das Geschöß über die Laufmündung den Lauf hinunterzupressen, da das Gewehr über den Verschluß am hinteren Laufende nachgeladen werden konnte. Bald danach erhielten die Geschosse eine zylindrische, d.h. aerodynamische Form, wodurch sie mehr Wirkung erzielten, da der Luftwiderstand besser überwunden werden konnte. Mit der Erfindung des



Links: Jäger im Abteital bei Corvara in den Südtiroler Dolomiten. Die hier gezeigte Waffe ist mit einer Fernzieleinrichtung ausgestattet.

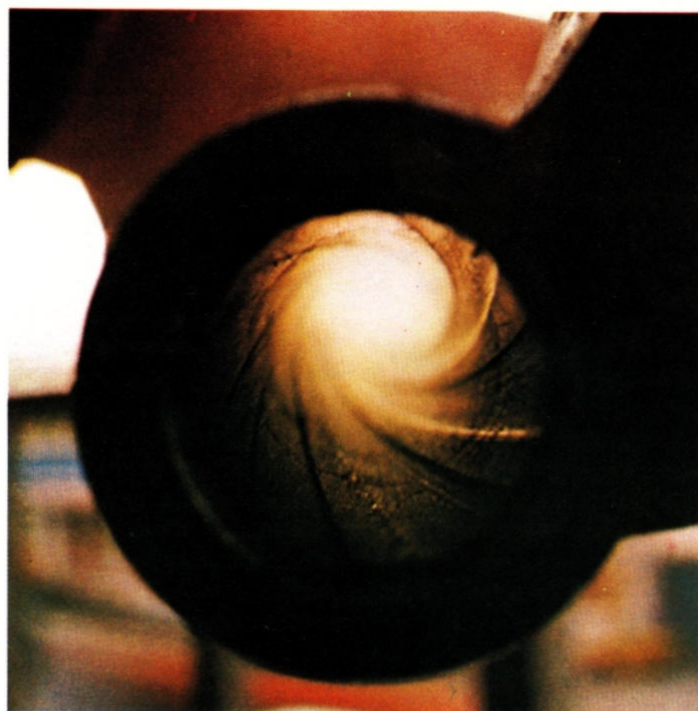
Rechts: Innenansicht eines Gewehrlaufs. Die spiralförmig eingearbeiteten Züge und das im Lauf stehengebliebene Material sind deutlich zu erkennen.

raucharmen Schießpulvers Ende des 19. Jahrhunderts, das beim Schießen ein hochverdichtetes Gas im gasdichten Verschuß bildete, war die endgültige Gewehrform gefunden.

Gewehrschloss

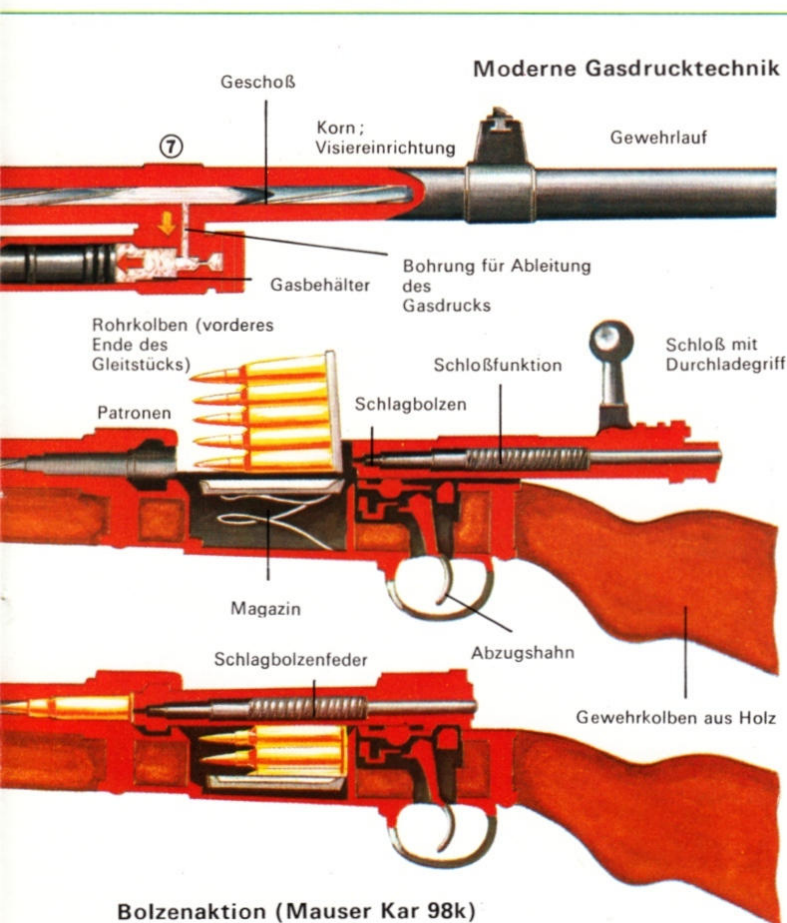
Die Gewehre haben sich in den letzten 70 Jahren nur wenig geändert. Die einzigen wesentlichen Verbesserungen waren verschiedene Selbstladetechniken und die Entwicklung noch kleinerer Kaliber. Alle älteren Gewehre mußten nach jedem Schuß von Hand nachgeladen werden; hierfür gab es eine Vielzahl von Vorrichtungen, von denen einige noch heute angewendet werden. Das Nachladen über den Gewehrverschluss—eines der ältesten Verfahren—hat sich in der Praxis am besten bewährt. Bei dieser Art des Nachladens wird der Verschuß nach Einlegen einer neuen Patrone mit Hilfe des Schlosses, an dem sich der Durchladegriff befindet und zu dem das Schließchen mit Sicherungseinrichtung gehört, verriegelt. Im Schloß, dessen vorderes Ende eine kleine Bohrung aufweist, befindet sich der Schlagbolzen mit Schlagbolzenfeder, der von der Sicherungseinrichtung arretiert werden kann. Beim Öffnen des Schlosses nach dem Schuß wird der Schlagbolzen zurückgenommen und die Schlagbolzenfeder gespannt, gleichzeitig wird die leere Patronenhülse ausgestoßen. Nach dem Nachladen wird der Verschuß wieder verriegelt; das Gewehr ist für den nächsten Schuß feuerbereit.

Die ersten Gewehre mit Verschuß waren ausnahmslos Einzelschußgewehre, bei denen jede Patrone einzeln in den



MM RATHORE

Verschuß eingelegt und die leere Hülse nach dem Schuß herausgenommen werden mußte. Es ist noch nicht lange her, seit das Repetiergewehr entwickelt wurde, an dessen Verschuß ein Magazin mit mehreren Patronen angesetzt werden konnte; das Nachladen erfolgte über die Patronenführung im Verschuß. Die Entwicklung des Repetiergewehres basiert auf umfangreichem technischen Wissen und Können sowie auf großer Erfahrung; auch hier hat sich die schon bewährte Verschußtechnik, deren wichtigstes Teil das Schloß ist, als beste und einfachste Lösung erwiesen. An den Verschuß wird ein Magazin angesetzt, und mehrere Patronen werden durch eine Patronenzuführungsfeder in die Patronenführung eingedrückt. Wird das Schloß von dem Schützen vorwärtsgeschoben und verriegelt, wird die oberste Patrone in den Verschuß eingeführt. Durch Ziehen am Abzug wird die arretierte Schlagbolzenfeder freigegeben. Sie läßt den Schlagbolzen kraftvoll nach vorne schnellen, wobei die Schlagbolzenspitze durch eine im vorderen Ende des Schlosses befindliche Bohrung auf die Zündplatte der Patrone schlägt. Dadurch wird das Schießpulver, das sich in der Patronenhülse befindet, entzündet und entwickelt ein hochverdichtetes Gas,



Links: Funktion eines Browninggewehrs—ein Gasdruckrepetiergewehr. Beim Ziehen des Hahns(1) wird das Verbindungsstück und der Abzugsstollen(2) angehoben, der das Gleitstück(3) entriegelt. Die Rohrkolbenfeder drückt das Gleitstück vorwärts(4), wodurch die Schloßsperre verriegelt wird. Das Gleitstück wird weiter vorwärts gedrückt(5) und läßt den Schlagbolzen auf die Zündplatte der Patrone schlagen(6). Amerikanischer Spencer Karabiner (unten ganz links)—Darstellung der Auswerfhebel- und Nachladefunktion. Die leere Patronenhülse wird durch Vorschieben eines Auswerfhebels ausgeworfen und eine neue Patrone in den Verschuß eingeschoben, von wo sie durch Zurückziehen des Auswerfhebels in den Lauf geschoben wird. Ein deutscher Karabiner 98 k (rechts im Bild)—Schloß- und Nachladefunktion. Der Verschuß wird durch Hochdrücken des Durchladegriffs und Zurückziehen des Schlosses geöffnet. Die Patronen werden ins Schloß eingedrückt. Wird das Schloß heruntergedrückt und nach vorn geschoben, wird der Verschuß verriegelt und die oberste Patrone in die Patronenführung eingeschoben. Nach dem Zünden der Patrone wird die Hülse durch Zurückziehen des Schlosses ausgeworfen.



PHOTRI

Links: Ein Guerilla im Dschungel von Angola. Er ist mit einem russischen Sturmgewehr vom Typ AK 47 bewaffnet. Dieses Sturmgewehr gehört nicht nur zur Standardausrüstung der Streitkräfte des Warschauer Paktes, sondern wird auch von vielen Untergrundorganisationen der Dritten Welt verwendet.

Unten: Nahaufnahme des Sturmgewehrs AK 47. Es handelt sich um ein modernes automatisches Gewehr. Beim Gasdruck-Repetiergewehr muß das Schloß nach jedem Schuß zum Nachladen geöffnet und wieder verriegelt werden. Beim AK 47 erfolgt das Nachladen automatisch mittels Gasdruck. Die so gewonnene Zeit läßt eine sehr viel höhere Schußfolge als bei herkömmlichen Repetiergewehren zu.

das die Patrone aus der Hülse in den Lauf drückt, wo sie ihren Drall bekommt. Nach dem Schuß wird der Verschuß durch Zurückholen des Schlosses geöffnet, wobei eine Hülsenziehkralle in den Hülsenziehring an der Patrone eingreift und diese aus dem Verschuß herauszieht. Der Hülsenauswerfer stößt die leere Patronenhülse mit Hilfe der Hülsenauswerferfeder aus dem Verschuß heraus.

Gewehre dieser Art wiegen einschließlich Munition etwa 4,5 kg, ihr Kaliber ist ohne Unterschied etwa 8 mm. Ihre Reichweite beträgt etwa 1800 m; sie schießen treffsicher über eine Entfernung von 800 m auf ein Ziel von 60 mm². Ein Präzisionsgewehr schießt sogar noch weiter.

Selbstladende Gewehre

Gewehre für militärische Zwecke werden nicht mehr von Hand betätigt. Sie haben alle ein selbsttätiges Nachladesystem, so daß der Schütze nur noch den Abzugshahn ziehen muß. Das Nachladen erfolgt über die Rückstoßkraft, d.h. durch das hochverdichtete Gas des verbrannten Schießpulvers. Der Schütze braucht nur ein neues Ziel anzuvisieren und nach jedem Schuß den Abzugshahn zu ziehen. Automatisch

nachladende Gewehre sind komplizierter aufgebaut als von Hand nachzuladende Gewehre. Für militärische Zwecke ist jedoch der mit dem selbsttätigen Nachladen verbundene Vorteil wichtiger. Auch einige Sportgewehre sind mit einer selbsttätigen Nachladeeinrichtung ausgestattet; der Bedarf auf diesem Gebiet ist jedoch gering. Im allgemeinen machen sich diese Sonderausgaben nicht bezahlt, da sich für Wettkampf- oder Zielschießen Einzelschußgewehre besser eignen.

Visiereinrichtung

Kann der Schütze das Gewehr nicht richtig auf sein Ziel richten, ist die Treffsicherheit eines Gewehres von untergeordneter Bedeutung. Die Visiereinrichtung ist ein sehr wichtiger, aber auch teurer Bestandteil eines Gewehres.

Für Wettkampf- und Sportschießzwecke sowie für militärische Aufgaben gibt es Visiereinrichtungen mit Zielfernrohr. Dabei handelt es sich um ein gewöhnliches terroristisches Fernrohr mit einer Vorrichtung im Sehfeld—gewöhnlich ein Fadenkreuz—, die mit dem Ziel in eine Linie gebracht werden kann.



COOPER BRIDGEMAN LIBRARY

Erfindungen 16: DER WEBSTUHL

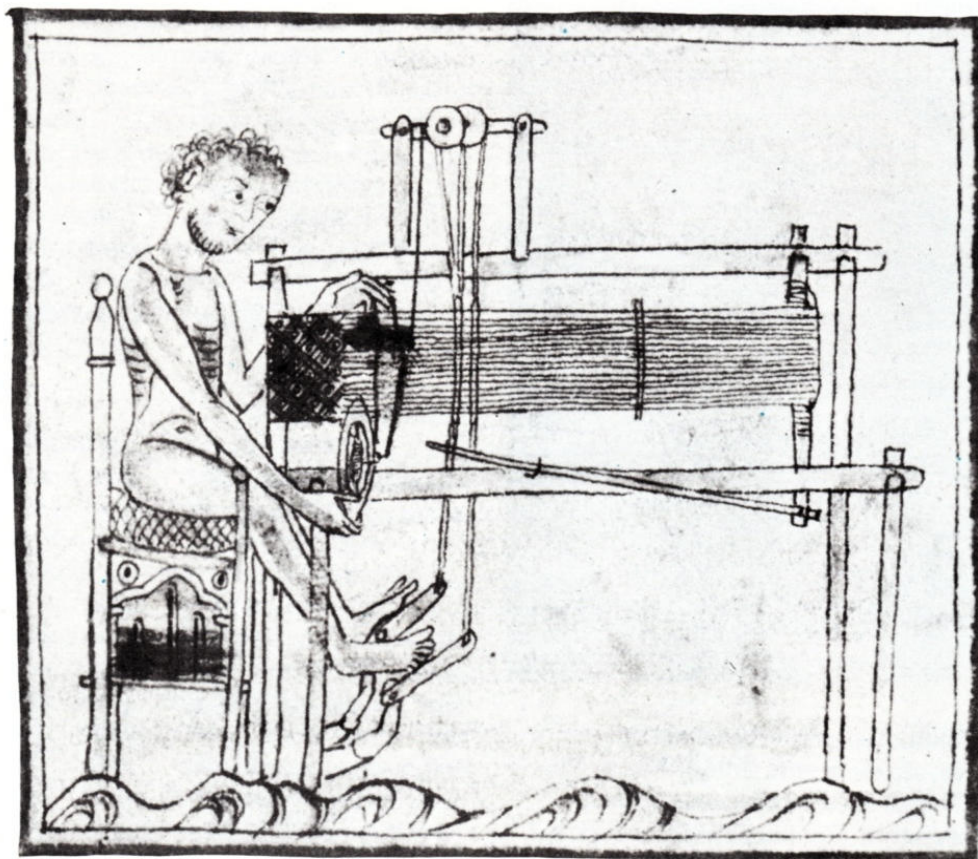
Ein Webstuhl ist eine Vorrichtung, bei der eine Anzahl parallel verlaufender Fäden (die Kette oder die Kettfäden) unter Spannung gehalten wird. Im rechten Winkel zu den Kettfäden werden 'Schußfäden' (der Schuß) eingewoben. In seiner einfachsten Form besteht der Webstuhl lediglich aus zwei, in einer gewissen Entfernung voneinander angeordneten, parallelen, waagerechten Hölzern, die auf jeder Seite durch einen in den Erdboden getriebenen Pflock (einem Zelthering ähnlich) gehalten werden. Die Kette ist dabei zwischen den beiden Hölzern gespannt. Die früheste Abbildung eines solchen horizontalen Webgerätes findet sich auf einem ägyptischen Tonteller aus der Zeit um 4000 v. Chr.

Die Weberei der Frühzeit

Die Kunst des Webens, und damit die Geschichte des Webstuhls, ist jedoch weit älter als diese frühen Darstellungen. Gewebereste wurden an vielen Grabungsstätten aus der Jungsteinzeit (d.h. ab etwa 8000 v. Chr.) gefunden. Oft fand man an Grabungsstätten steinerne oder beinerne Wirtel (Antriebsrollen) von Spindeln aus der gleichen Epoche, mit deren Hilfe Wolle zu Fäden gesponnen wurde.

In der Vorzeit kannte man nur die Möglichkeit, die Schußfäden rasch durchzuschieben, indem man abwechselnd jeden zweiten Faden von Hand hochhob. Man ersann einen Trennstab, der im rechten Winkel zur Kette so zwischen den Fäden lag, daß sich immer abwechselnd ein Faden über und der andere darunter befand. Durch Anheben des Trennstabes entstand zwischen den Kettfäden ein Zwischenraum (das Fach), durch den man das Weber-schiffchen von Hand schob. In der

Unten: Griechische Vase um 450 v. Chr., die Telemach, Penelope und einen Webstuhl zeigt.



Oben: 'Der Alexanderroman', ein altfranzösisches Versepos aus der Mitte des 13. Jahrhunderts, zeigt diesen Litzenwebstuhl.

Unten: Chinesischer Seidenwebstuhl aus dem 19. Jahrhundert. Der Helfer hinter dem Webstuhl hebt vermutlich die Litzenstäbe.





Oben: Teppichweberei bei den Navajoindianern. Früher wurde das Webgerät zwischen zwei Bäume gespannt. Der flache Holzstab ist das Weberschiffchen.

Unten links: Junge Türcinnen, die einen Teppich auf einem Webstuhl herstellen, der dem oben gezeigten indianischen ähnelt.

Unten rechts: Eine türkische Nomadenfrau webt inmitten römischer Grabstätten westlich von Tarsus einen Kelimteppich.

Gegenrichtung mußte jedoch der Schußfaden noch immer zwischen den einzelnen Kettfäden hindurchgeführt werden. Diese Schwierigkeit wurde dadurch überwunden, daß man die unter dem Trennstab liegenden Fäden mittels Schnurschlaufen an einem Litzenstab (auch Hilfe genannt) befestigte. Wurde jetzt der Litzenstab angehoben, entstand zwischen den Kettfäden ein weiteres 'Fach', durch das man das Schiffchen zurückführen konnte. Der Litzenstab muß schon vor dem Jahre 4000 v. Chr. bekannt gewesen sein.

Hochwebstühle

Der Hauptnachteil des einfachen Horizontal-Webgerätes war sein großer Platzbedarf. In warmen Ländern, wie Ägypten und anderen Ländern des Vorderen Orients, konnte man den Webstuhl im Freien aufstellen, was in Gegenden mit weniger milder Witterung nicht möglich war. Hier wurde ein Webstuhl entwickelt, der sich auch im Inneren von Gebäuden verwenden ließ. Das ursprüngliche Webgerät wurde jetzt zwischen zwei senkrechten Trägerpfosten gegen eine Wand gelehnt, wobei die Kettfäden an einem oberen Querholz hingen. Anstelle des unteren Querholzes aber verwendete man gewöhnlich Gewichte aus Ton oder Stein, da diese die Kettfäden gleichmäßiger gespannt hielten. Diese 'Gewichtswebstühle' tauchten in Europa bereits in der frühen Bronzezeit, um das Jahr 2000 v. Chr., auf und wurden über 3000 Jahre, also bis zum Auftreten des Trittwebstuhls um das Jahr 1200 n. Chr. verwendet.

Seidenweberei

Die Chinesen begannen etwa 500 v. Chr., Seidenraupen zu züchten und mit Seide zu weben. Um komplizierte Muster weben zu können, mußten sie einen Webstuhl mit zahlreichen Litzenstäben verwenden. Offenbar erwies sich die durch das Anheben der Litzenstäbe erforderliche häufige Unterbrechung der Arbeit als lästig, denn etwa um das Jahr 200 v. Chr. verfügten die Chinesen über einen Webstuhl, bei dem die Litzenstäbe mit Hilfe pedalbetätigter Rollen ('Tritte') über Kordeln gehoben werden konnten. So hatte der Weber beide Hände für seine Arbeit frei. In abgewandelter Form verbreitete sich dieser Webstuhl in den Ländern arabischer Sprache und fand dann im 13. Jahrhundert seinen Weg nach Europa.

Transportable Webstühle

In der Antike gab es viele Hirtenvölker, die in Zelten wohnten und ständig mit ihrem Vieh umherzogen. Sie hätten schwere Webstühle unmöglich dauernd zusammenpacken und transportieren können. Die Nomaden Arabiens und Zentralasiens entwickelten daher Webgeräte, bei denen ein Ende an einem Zeltpfosten befestigt war und die Kette durch einen Gürtel um den Leib des Webers straffgehalten wurde. An die Stelle der Litzenstäbe trat ein Stapel beinerer oder hölzerner Täfelchen mit je einem Loch oben und unten, durch das die Kettfäden hindurchliefen. Verdrehte man den ganzen Stapel nach hinten oder vorne, wurden Fäden so angehoben und gesenkt, daß sich das Weberschiffchen hindurchführen ließ.

