

HEFT 49 EIN WÖCHENTLICHES SAMMELWERK ÖS 25
SFR 3.50 DM 3

WIE GEHT DAS

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



scan:[GDL]

WIE GEHT DAS

Inhalt

Schraubenherstellung	1345
Schreibmaschinen	1349
Schrotflinte	1353
Schuhherstellung	1355
Schüttguttransport	1358
Schutz- und Abwehranlagen	1362
Schwefel	1365
Schweißen	1369

WIE SIE REGELMÄSSIG JEDO 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 notieren Sie Ihre Bestellung auf der Rückseite des Giroabschnittes.

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.

In Heft 50 von Wie Geht Das

HEFT 50 EIN WOCHENTLICHES SAMMELWERK 25,- DM 3

WIE GEHT DAS

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



Wasserflugzeuge und Amphibien sind heute weniger üblich als vor dreißig Jahren, aber sie werden noch in vielen Ländern zur Küstenbewachung eingesetzt und für Transporte in Gebiete, wo es viele Gewässer, aber keine Flugplätze gibt. Alles über diese anpassungsfähigen Luftfahrzeuge in Ausgabe 50 von Wie Geht Das.

Das Segelschiff spielte eine bedeutende Rolle in der Entwicklung des internationalen Handels, und große Segelschiffe waren zu Beginn dieses Jahrhunderts immer noch in Gebrauch. Lernen Sie alles über diese Schiffe nächste Woche in Wie Geht Das.

SAMMELORDNER

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

SO BEKOMMEN SIE IHRE SAMMELORDNER

1. Sie können die Sammelordner direkt bei Ihrem Zeitschriftenhändler kaufen (DM 11 pro Exemplar in Deutschland, öS 80 in Österreich und sfr 15 in der Schweiz). Falls nicht vorrätig, bestellen Sie den Händler gern für Sie die Sammelordner.

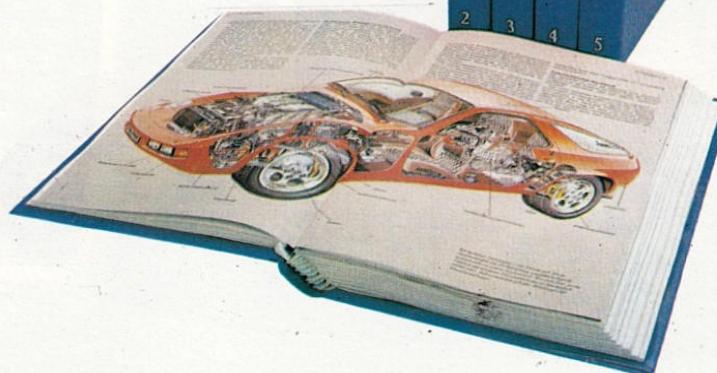
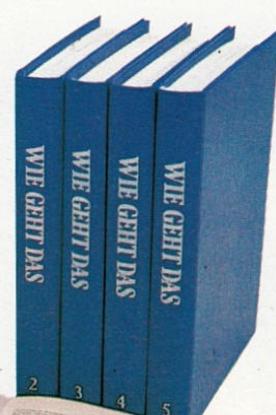
2. Sie bestellen die Sammelordner direkt beim Verlag. Deutschland: Ebenfalls für DM 11, bei: Verlagsservice, Postfach 280380, 2000 Hamburg 28. Bitte füllen Sie eine Postzahlkarte aus, an: Verlagsservice, Postfach 280380, 2000 Hamburg 28, Postscheckkonto Hamburg 3304 77-202 Kennwort: SAMMELORDNER.

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

Schweiz: Der Sammelordner kostet sfr 15. Bitte überweisen Sie den Betrag durch die Post (grüner Einzahlungsschein) auf das Konto: Schmidt-Agence AG, Kontonummer Basel 40-879 und notieren Sie Ihre Bestellung auf der Rückseite des Giroabschnittes.

Einzahlungsschein) auf das Konto: Schmidt-Agence AG, Kontonummer Basel 40-879 und notieren Sie Ihre Bestellung auf der Rückseite des Giroabschnittes.

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



SCHRAUBENHERSTELLUNG

Obwohl die Herstellung von Schrauben anfangs sehr schwierig war, gehören sie zu den ältesten, billigsten und einfachsten Mitteln, um Bauteile fest miteinander zu verbinden und sie später wieder ohne Beschädigung zu lösen.

Schrauben wurden — zwar in noch recht grober Form — verwendet, seit Archimedes (287 v. Chr. bis 212 v. Chr.) das Prinzip der gewundenen Schnecke bekanntgemacht hatte. Doch erst in der Renaissance traten in Europa bei handwerklich gefertigten Gegenständen wie Großuhren und Waffen metallene Schrauben in größerer Zahl in einer Form auf, die etwa den uns heute bekannten Schrauben entspricht. Dabei muß beachtet werden, daß das Wort Schraube hier, wie auch im allgemeinen Sprachgebrauch, auf sogenannte Schneidschrauben und auf Schraubenbolzen angewandt wird. (Eine ältere Unterscheidung ist die nach Holz- und Metallschrauben.) Der Unterschied besteht darin, daß die Schneidschrauben konisch geformt sind und spitz zulaufen. Sie schneiden sich ein eigenes Haltegewinde, z.B. in Materialien wie Kunststoff, Holz oder Metall. Die Gewindegelenke oder Schraubenbolzen, bisweilen auch Maschinenschrauben oder Metallschrauben genannt, sind zylindrisch und brauchen daher ein Haltegewinde. Dazu werden sie durch eine Bohrung gesteckt und bekommen auf der Gegenseite eine Mutter aufgeschraubt, oder das Haltegewinde ist bereits in der zylindrischen Bohrung vorgeschnitten, so daß sie in das Metall hineingeschraubt werden können. Der Grund dafür, daß metallene Schrauben erst sehr spät in größerer Zahl verwendet wurden, lag in der Schwierigkeit, die mit der Herstellung des Gewindes am Schraubenrohling verbunden war. In früheren Zeiten mußte ein Gewinde entweder mühselig mit der Hand gefeilt oder dadurch hergestellt werden, daß man einen Draht spiralförmig um ein Stück Rundmaterial

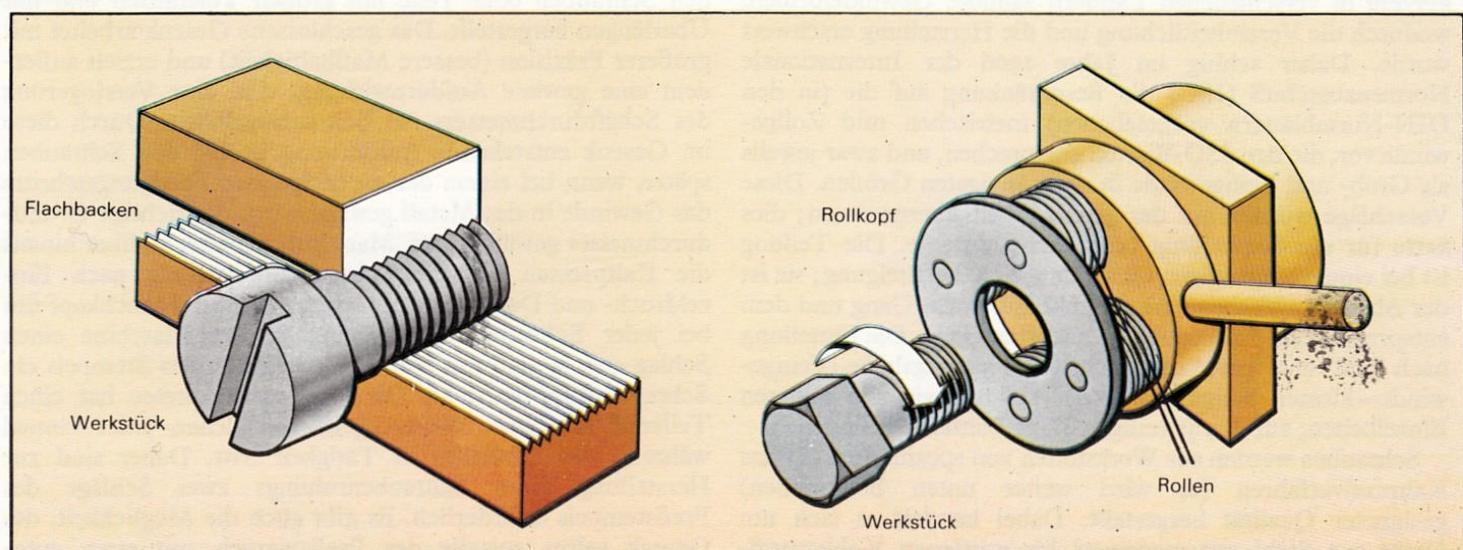
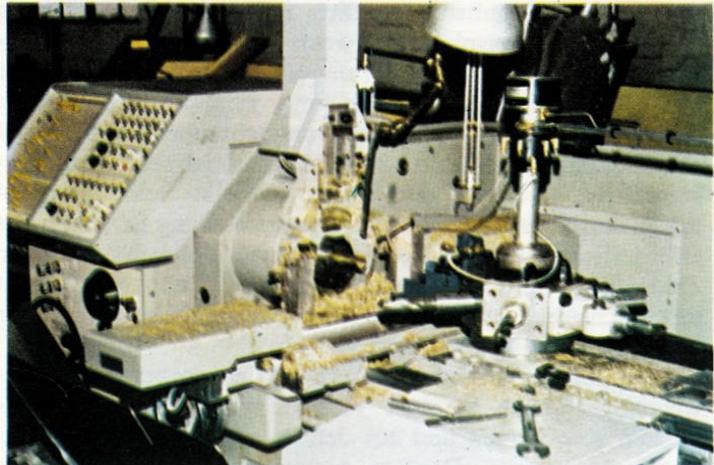
Rechts: Eine programmgesteuerte Maschine zum Schneiden von Gewinden in relativ geringen Stückzahlen. Das aus der Antriebsachse rechts herausragende Werkzeug ist ein Gewindebohrer zur Herstellung von Innengewinden.

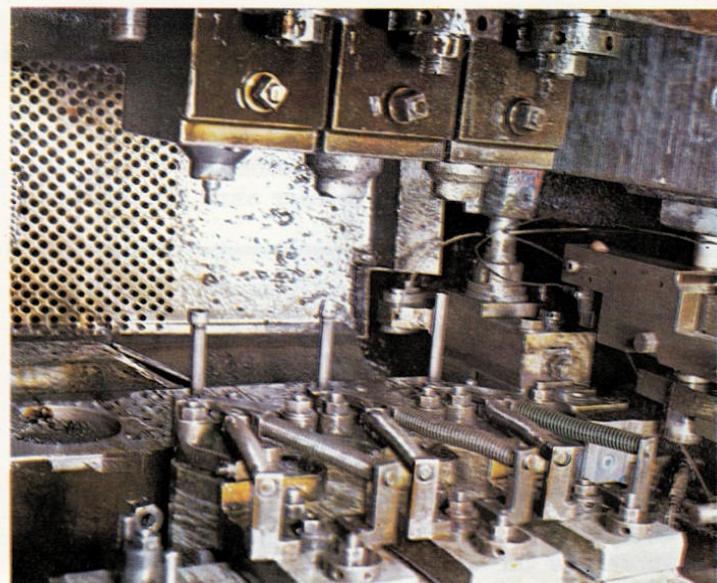
Unten: Zwei Arten der Gewindeherstellung mittels plastischer Verformung auf der Oberfläche des Schraubenrohlings. Beim Gewindestralen wird der Rohling zwischen einer feststehenden und einer beweglichen Gewinderollbacke abgerollt, während beim Gewinderollen umlaufende Rollwerkzeuge das Gewinde herstellen.

legte und in dieser Stellung festlötete. Damit waren zwei Schrauben zwangsläufig niemals einander gleich.

Schon Leonardo da Vinci (1452 bis 1519) legte Entwürfe für Gewindeschneidmaschinen vor, doch wird die eigentliche Erfindung der ersten brauchbaren Maschine zur Herstellung zylindrischer Schrauben dem Franzosen Jacques Besson zugeschrieben, der sie im Jahre 1586 vorgestellt haben soll. Der nächste Schritt auf dem Wege zur industriellen Fertigung von Schrauben wurde im Jahre 1760 getan. Zwei Engländer, die Brüder Job und William Wyatt, erhielten zu jenem Zeitpunkt ein Patent auf ein Verfahren, mit dem Schrauben in der bis dahin unerhörten Menge von knapp zehn Stück pro Minute hergestellt werden konnten. Später richteten sie eine Schraubenfabrik ein, eines der ersten bekannten Beispiele für industrielle Massenfertigung. Doch erst Henry Maudslay (1771 bis 1831), ebenfalls ein Engländer, erfand zwischen 1800 und 1810 das auf wissenschaftlicher Grundlage beruhende Präzisionsverfahren, das noch heute Anwendung findet, nämlich die Schraubenherstellung auf einer Schneidbank (DREHBANK). Die erste Schneidbank baute Maudslay selbst.

Etwa zur selben Zeit konstruierte und baute in den Vereinigten Staaten von Amerika David Wilkinson seine Schraubenschneidbank. Im Jahre 1845 stellte Stephen Fitch die erste Revolverdrehbank vor, die er speziell zur Herstellung von Schrauben für einen Auftrag zur Lieferung von Feuerwaffen entwickelt hatte. Kurz nach dem amerikanischen Bürgerkrieg erfand Christoph Walker die vollautomatische Schraubendrehbank (Drehautomat), da er Schrauben haben wollte, mit denen die von ihm hergestellten Repetiergewehre sich günstiger montieren ließen. Wie bei vielen anderen Erfindungen war also auch hier, wie schon ein altes gri-





chisches Wort sagt, 'der Krieg der Vater der Dinge'.

Obschon noch heute Schraubengewinde des öfteren in Metall geschnitten werden, findet in der Massenfertigung von Schrauben und anderen mit Gewinden versehenen Verbindungsteilen hauptsächlich das Gewinderollen (oder mit einem abgewandelten Verfahren das Gewindewalzen) Anwendung. Der amerikanische Erfinder William Keane soll es im Jahre 1836 vorgestellt haben. Allerdings hatte er damit zunächst nur wenig Erfolg, da das für die Herstellung der Schraubenrohlinge verwendete Vormaterial von einer Qualität war, die es unter dem Druck der Rollbacken splittern ließ.

Mit spanabhebenden Verfahren, bei denen vom Werkstück durch einen Schneidstahl Metallspäne abgenommen werden, stellt man Schrauben eigentlich nur in sehr begrenztem Umfang her — beispielsweise wenn es sich um Verbindungssteile von ungewöhnlicher Form oder um Verbindungssteile handelt, die für übliche Herstellungsverfahren zu klein oder zu groß sind. Zum Schneiden von Schraubengewinden auf abgelängtem Rund- oder Sechskantmaterial setzt man herkömmliche Drehautomaten bzw. spezielle Schraubenautomaten ein. Diese Art der Schraubenherstellung ist wegen des erforderlichen hohen Materialeinsatzes, des relativ großen Zeitbedarfes und der hohen anteiligen Lohnkosten recht unwirtschaftlich. Allerdings sind auf diese Weise hergestellte Schrauben von hervorragender Qualität.

Schrauben werden — entsprechend dem vorgesehenen Verwendungszweck — in einer Vielzahl von Größen, mit zahlreichen Kopfformen und aus den unterschiedlichsten Werkstoffen hergestellt. Darüber hinaus gab es noch bis vor kurzem in verschiedenen Ländern zahllose Gewindeformen, wodurch die Vereinheitlichung und die Herstellung erschwert wurde. Daher schlug im Jahre 1966 der Internationale Normenausschuß (ISO) die Beschränkung auf die (in den DIN-Normblättern vorgesehenen) metrischen und Zollgewinde vor, die den ISO-Werten entsprechen, und zwar jeweils als Grob- und Feingewinde in den gängigsten Größen. Diese Vorschläge wurden auf der ganzen Welt übernommen; dies hatte für die Herstellung beachtliche Vorteile. Die Teilung ist bei einem eingängigen Gewinde gleich der Steigung; sie ist der Abstand zwischen einem Punkt auf einem Gang und dem entsprechenden Punkt auf dem nächsten Gang. Die Einteilung nach 'fein' und 'grob' entspricht der Steigungshöhe (Feingewinde = kleiner Steigungswinkel); sie ist, wie alle anderen Einzelheiten, auf den jeweiligen DIN-Blättern zu finden.

Schrauben werden aus Werkstoffen von spezifischer, für das Kaltpreßverfahren (es wird weiter unten beschrieben) geeigneter Qualität hergestellt. Dabei handelt es sich um Draht aus Stahl mit niedrigem bis mittlerem Kohlenstoff-

gehalt sowie um Draht aus Edelstahl, Messing, Nickel- und Aluminiumlegierungen. Wenn auch einige dieser Werkstoffe schwieriger zu bearbeiten sind als andere, ist doch das Vorgehen bei der Fertigung insgesamt weitgehend gleich. Unabhängig vom Fertigungsverfahren ist die Werkstoffgüte von ausschlaggebender Bedeutung, denn nur bei einwandfreiem Material kann das Auftreten von Rissen und anderen Mängeln vermieden werden.

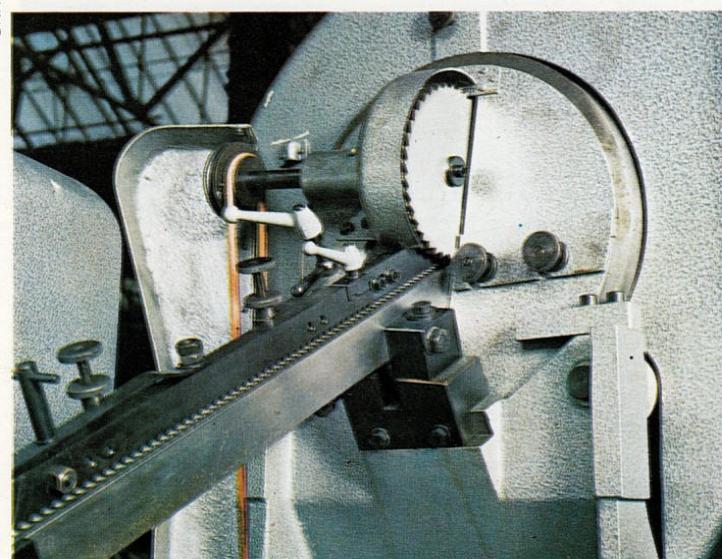
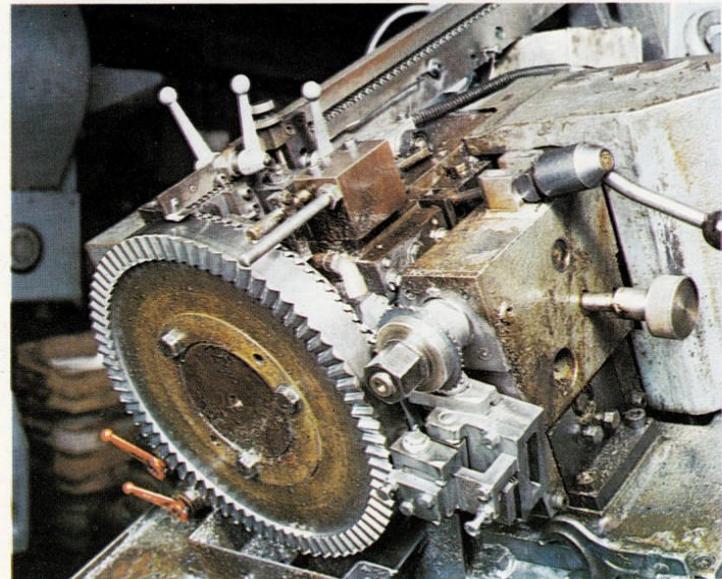
Kaltpressen

Nach diesem Verfahren werden eigentlich überall Schraubenköpfe vorbestimmter Größe und Form an einem Ende des blanken Stab- oder Drahtmaterials hergestellt (siehe SCHMIEDEN). Die Fertigung ist ein vergleichsweise rasch ablaufender kontinuierlicher Prozeß. Der Draht läuft von einer auf einer Abwickelvorrichtung angebrachten Rolle ab. Das Ende dieser Rolle kann mit dem Anfang der folgenden verschweißt sein. Vor der Maschine wird das Material durch eine Richtanlage geführt. Die Maschine schneidet es in einer bestimmten Reihenfolge auf Länge und stößt es so oft in ein Gesenk aus Wolframkarbid, bis die gewünschte Kopfform (beispielsweise sechseckig, rund, vertieft usw.) erreicht ist. Nach diesem Arbeitsgang wird der Schraubenrohling automatisch zur Weiterbearbeitung in einen Auffangbehälter ausgestoßen.

Es gibt zwei Grundtypen von Kaltpreßmaschinen, die sich nach der Art der verwendeten Werkzeuge unterscheiden — im einen Fall ein geteiltes (offenes) und im anderen Fall ein ungeteiltes (geschlossenes) Gesenk. Im offenen Gesenk werden Schrauben oder Teile mit großen Toleranzen und mit Überlängen hergestellt. Das geschlossene Gesenk arbeitet mit größerer Präzision (bessere Maßhaltigkeit) und erzielt außerdem eine gewisse Aufdornwirkung, d.h. eine Verringerung des Schaftdurchmessers am Schraubenrohling. Durch diese im Gesenk entstehende Aufdornung ist bei den Schrauben später, wenn bei einem der nachfolgenden Fertigungsschritte das Gewinde in das Metall gewalzt wird, der richtige Grunddurchmesser gewährleistet. Man unterscheidet darüber hinaus die Kaltpressen für die Schraubenherstellung nach Einzeldruck- und Doppeldruckpressen. Ein Einzelstauchkopf übt bei jeder Schwingradumdrehung an der Maschine einen Schlag aus, so daß mit jedem Niedergehen des Stempels ein Schraubenkopf entsteht. Die Doppeldruckpresse hat einen Teilkopf mit zwei Werkzeugen, von denen jedes einmal während des Umlaufes in Tätigkeit tritt. Daher sind zur Herstellung eines Schraubenrohlings zwei Schläge des Preßstempels erforderlich. Es gibt auch die Möglichkeit, das Gesenk selbst anstelle des Preßstempels mit einer auto-

Links und unten: Eine Bilderfolge zur Darstellung der Massenproduktion von Schrauben. Im Bild links außen wird eine Kaltpreßmaschine mit der Drahtzuführung im Vordergrund gezeigt. Diese Maschine stellt mit zwei Schlägen des Preßstempels auf das im Gesenk liegende Drahtende den Schraubenkopf her und schneidet ihn ab. Im Bild daneben ist eine andere Art von Maschine zu erkennen, eine sogenannte Transfermaschine mit vielen 'Einzelstationen' für die jeweiligen Arbeitsgänge.

Das Bild unten zeigt eine Maschine zur Herstellung der Kopfschlitzte. Hier werden die Rohlinge fest in die Halterillen auf dem Umfang des Rades eingespannt. Bei seinem langsamen Umlauf stellt ein Scheidstahl die Schlitzte in den Köpfen her. Das Bild darunter zeigt die Vorschubeinrichtung der Gewinderollmaschine, die im Bild rechts unten zu sehen ist. Es gibt drei Arten der Gewindeherstellung mittels Walz- und Rollwerkzeugen, bei denen bis zu 2 000 Schrauben pro Minute hergestellt werden können. Zum Walzen der Rollen muß der Außendurchmesser des Rohlings um ein geringes kleiner sein als der der fertigen Schraube, da die Herstellung des Gewindes durch plastische Materialverformung erfolgt; d.h. das von unten zur Herstellung des Gewindegrundes 'verschobene' Material wandert nach oben und bildet dort die Flanken des Gewindes. Für das Gewindeschneiden hingegen (siehe Zeichnungen auf Seite 1345 unten) hat der Rohling denselben Außendurchmesser wie das fertige Stück. Bei diesem Verfahren wird Material abgespant, wodurch es zu Fabrikationsabfällen kommt.



matischen Teileinrichtung zu versehen. Die Produktionsgeschwindigkeit liegt, abhängig von Länge und Durchmesser der Schraube, bei 100 bis 550 Stück pro Minute.

Eine fortschrittlichere Art der Kaltpresse ist die Transfermaschine. Es handelt sich dabei eigentlich um eine Reihe von Einzeldruckköpfen mit ungeteilten Gesenken, die durch einen Übertragungsmechanismus miteinander verbunden sind. Solche Maschinen werfen den Rohling nach jedem Schlag aus und leiten ihn zum weiteren Formen an die nächste Fertigungsstation weiter. Einer der Vorteile bei diesem Verfahren liegt darin, daß Abgraten, Dickenabnahme und das Herstellen der Anlaufschrägen in einer Maschine stattfinden. Seiner Arbeitsweise nach ist das Kaltpressen ein sehr lautes Verfahren, so daß die neuesten Konstruktionen mit schalldämmenden Abdeckungen versehen werden.

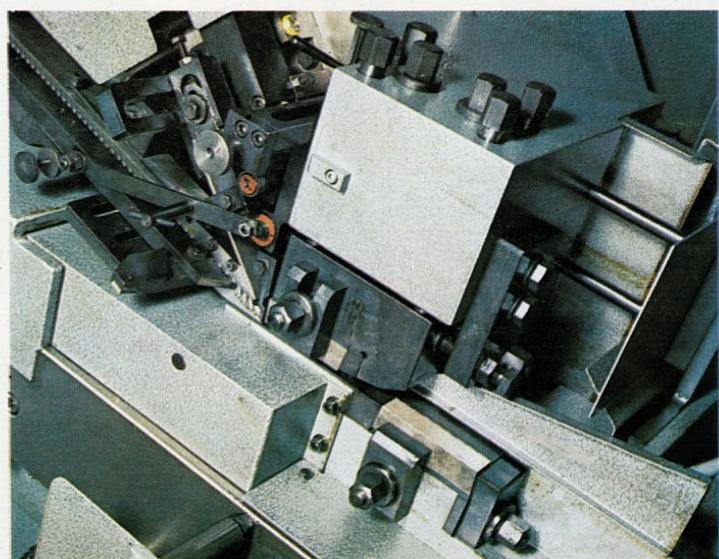
Das Kaltpressen hat eine Reihe von Vorzügen. Zu ihnen gehört das große Produktionsvolumen und die Tatsache, daß keinerlei Fabrikationsabfälle auftreten. (Daher zählt man das Kaltpressen auch zu den 'spanlosen' Herstellungsverfahren.) Außerdem folgt beim Kaltpressen das Korngefüge des Metalls der Umrißform des Kopfes, womit Belastungsspitzen vermieden werden, vor allem dort, wo die Unterseite des Kopfes in den Schaft übergeht. Es ist bei diesem Verfahren möglich, selbst für Zwecke, die hohe Festigkeit erfordern, niedriggekohlte Stähle einzusetzen, da das Kaltpressen die mechanischen Eigenschaften des Metalls verbessert.

Der eigentliche Nachteil des Verfahrens liegt darin, daß es sich nicht für alle Größen anwenden läßt. Die Herstellung sehr kleiner und sehr großer Schrauben ist nach diesem Verfahren oft unwirtschaftlich — bei den erstgenannten wegen der schwierigen Handhabung, und bei den letzteren, weil für sie große Maschinen hoher Preßleistung erforderlich sind.

Zu den Schritten zwischen dem Kaltpressen der Schrauben und dem Gewindewälzen kann das Anbringen von Schlitzten im Kopf, die Dickenverminderung und die Herstellung der Anlaufschrägen gehören.

Gewindewälzen

Dieser je nach verwendetem Werkzeug auch als 'Gewinderollen' bezeichnete Vorgang ist ebenfalls ein Kaltverformungsverfahren (Druckumformen). Die Gewindeform wird dem Schraubenschaft dadurch eingeprägt, daß er in einem Arbeitsgang unter genau berechnetem Druck durch gehärtete Flachwerkzeuge (Rollbacken) oder, beim Gewinderollen, durch einen Rollkopf mit mehreren Rollen geführt wird, die jeweils das Gewindeprofil aufweisen. Die scharfen Kanten auf den Rollbacken oder Rollen bringen durch



plastische Verformung Metall dazu, den Raum zwischen den Gewindeflanken zu füllen. Da vom Rohling, auf den das Gewinde aufgewalzt wird, kein Material abgespant, sondern lediglich 'verschoben' wird, muß er einen etwas kleineren Durchmesser haben als die fertige Schraube — etwa entsprechend dem Flankendurchmesser des Gewindes.

Diesen Flankendurchmesser bezeichnet man auch als wirksamen Durchmesser. Er ist der Durchmesser eines gedachten Zylinders, dessen Oberfläche durch die Gewindeprofile an einer Stelle hindurchgehen würde, an der die Breite der verbleibenden Gewindenut halb so groß wäre wie die Grundsteigung. Bei einem vollkommenen Gewinde, d.h. einem Gewinde, bei dem die Gewindenut und der Gang von gleicher Größe sind, ist das die Stelle, an der das Maß des Ganges und der Nut gleich sind.

Es gibt drei verschiedene Verfahren zur Herstellung von Gewinden auf kaltem Wege: Das Gewindewälzen mit Flachwerkzeugen (Flachbacken), das Walzen mit angetriebenen

Automatische Schraubenschneidmaschine zur Herstellung hochwertiger Qualitätsschrauben für die Flugzeug- und Raumfahrtindustrie. Diese Methode ist zwar verhältnismäßig langsam und kostspielig, aber man erhält Schrauben höchster Präzision.

Rundwerkzeugen (Rollen) sowie das Gewinderollen mit nicht angetriebenen Rundwerkzeugen. Nach den beiden erstgenannten Verfahren lassen sich — je nach Durchmesser des Rohlings — pro Minute zwischen 60 Stück und 250 Stück herstellen, während beim letzteren Verfahren eine Fertigung von 60 Stück bis 2 000 Stück pro Minute möglich ist. Die Flachwerkzeuge bestehen aus einer feststehenden und einer beweglichen Gewinderollbacke, zwischen denen das Werkstück abgerollt wird. Beim Gewinderollen mit Rundwerkzeugen wird der Rohling zwischen zwei oder drei umlaufenden zylindrischen Rollwerkzeugen bearbeitet.

Trotz mancher entgegengesetzter Meinung kann man sagen, daß gewalzte Schraubengewinde den geschnittenen überlegen sind. Sie haben dieselben mechanischen Eigenschaften wie kaltgepreßte Werkstücke. Man hat aber im Gegensatz zu geschnittenen Gewinden einen nicht unterbrochenen Faserverlauf im Metall. Da bei gewalzten Gewinden der Gewindegang auf Druck beansprucht wird, haben sie eine bessere Dauerstandfestigkeit, vor allem bei Verwendung von Stählen mit mittlerem Kohlenstoffgehalt. Außerdem entsteht beim Abrollen zwischen den Werkzeugen ein Gewinde ohne alle Spuren von Schnidwerkzeugen an den glatten und gleichsam preßpolierten Flächen der Flanken und am Gewindegang. An diesen Stellen kommt es also zu keinerlei Belastungen.



SCHREIBMASCHINEN

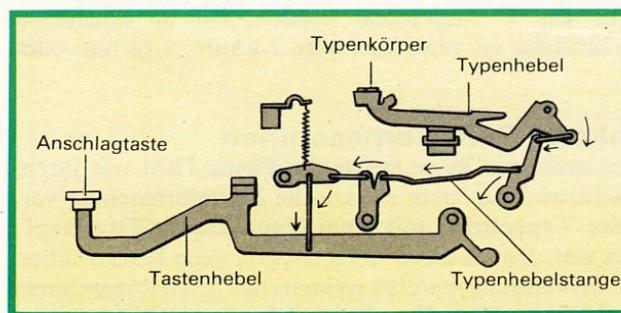
Mit einer Schreibmaschine läßt sich ein Text erheblich schneller als mit der Hand schreiben. Außerdem ist er viel leichter lesbar als ein handschriftlicher Text.

Das Funktionsprinzip der mechanischen Schreibmaschine beruht auf solch einfachen technischen Grundsätzen, daß es seltsam anmutet, daß die erste, wirklich funktionsfähige Schreibmaschine erst im Jahre 1873 vollständig entwickelt war. Obgleich seit Anfang des 18. Jahrhunderts zahlreiche Erfinder Schreibmaschinen zu bauen versuchten, wurde die Schreibmaschine erst im Jahre 1867, als Christopher Sholes und Carlos Glidden in den USA das erste funktionsfähige Modell ihrer Schreibmaschine herstellten, allgemein anerkannt und bis zur Serienreife verbessert. Dieses Modell wurde nach Durchführung zahlreicher Änderungen im Jahre 1873 von der Remington Company übernommen. Die ersten 'Remington' Schreibmaschinen wurden im Jahre 1874 gebaut und auf der Jubiläumsausstellung anlässlich der Hundertjahrfeier Amerikas im Jahre 1876 ausgestellt.

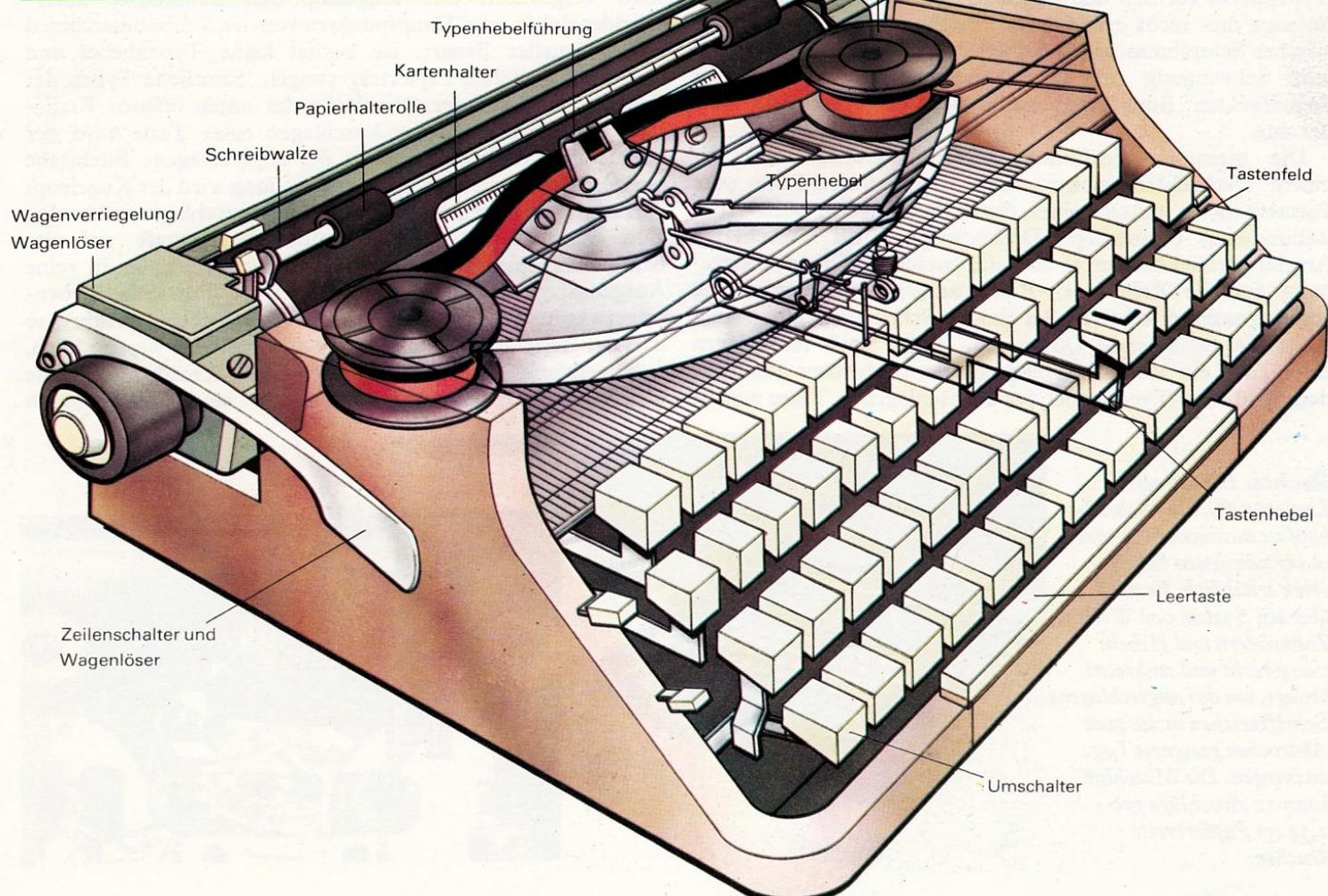
Zwei der wichtigsten Einrichtungen der Schreibmaschine, ein Tastenfeld mit Hebelanordnung und ein Einzieh- und Auswerfmechanismus, waren bereits über ein Jahrhundert

vorher — als Grundmechanismus von Klavieren und Zeituhren — vervollkommen worden. Die Schreibmaschine besitzt, ebenso wie das Klavier, ein Tastenfeld und eine zugehörige Hebelanordnung, durch die ein kleiner Hammer nach Hinunterdrücken einer Taste einen bestimmten Zielpunkt anschlägt. Bei der Schreibmaschine ist dieser Zielpunkt ein Papierbogen, vor dem ein Farbband eingespannt ist. Jeder der hier Typenhebel genannten Hämmer besitzt einen Kopf (Typenkörper) mit einem erhabenen, in Spiegelschrift dargestellten Buchstaben, der beim Aufprall auf das Farbband seinen Abdruck auf das Papier überträgt.

Das um eine Gummiwalze (Schreibwalze) herum geführte Papier muß nach dem Anschlagen eines jeden Buchstabens um jeweils ein Schriftzeichen nach links bewegt werden, um für den nächsten Buchstaben Platz zu schaffen. Dies geschieht, indem sowohl das Papier als auch die Schreibwalze auf einen beweglichen Wagen (Papierträgerwagen) montiert werden. Der Papierträgerwagen wird mit Hilfe eines dünnen Drahtseiles durch Federkraft über zwei Schienen nach links bewegt; bei jedem Schalten einer neuen Zeile mit gleichzeitiger Bewegung des Wagens nach rechts wird die Feder neu gespannt. (Bei modernen Schreibmaschinen mit ortsfestem Papierträger bewegt sich statt dessen der Typenträgerwagen mit jedem Anschlag nach rechts und mit jeder Zeilenschaltung nach links.)



Durch den Mechanismus der Schreibmaschine wird der auf die Anschlagtaste ausgeübte Druck in einen kräftigen Impuls umgewandelt, der den Typenhebel gegen die Schreibwalze schleudert. Der Tastenhebel ist auch mit einem Gestänge verbunden, das den Wagen und die Farbbandspule weiterbewegt. Der Umschalter senkt den Typenkorb, so daß die Großbuchstaben sich abdrücken.



Ein durch die Verlängerung des Typenhebelgestänges betätigter Auslösemechanismus lässt den Wagen nach Hinterdrücken (Anschlag) jeder Taste um einen halben Schritt vorrücken, hält den Wagen unmittelbar vor dem Anschlag des Typenkörpers auf dem Papier an und lässt ihn nach erfolgtem Anschlag um einen weiteren halben Schritt weiterrücken. Der Typenhebel fällt in seine Ausgangslage zurück, sobald der Fingerdruck nicht mehr auf die Anschlagtaste einwirkt.

Bei einigen früheren Schreibmaschinen waren die Typenhebel und -körper für Groß- und Kleinbuchstaben getrennt. Bei allen modernen Typenhebelmaschinen liegen Groß- und Kleinbuchstaben auf demselben Typenkopf, wobei erstere jedoch etwas höher angeordnet sind und nur nach Herunterdrücken der rechten oder linken Umschalttaste (Umschalter) auf das Farbband und somit auch auf das um die Walze herumgeführte Schreibmaschinenpapier auftreffen. In der Praxis finden zwei Umschaltungssysteme Verwendung: entweder wird der Wagen angehoben (Wagenumenschaltung) oder aber der Typenkorb gesenkt (Segmentumschaltung).

Damit der Schreibende das soeben geschriebene Wort lesen kann, ist das Farbband so angeordnet, daß es normalerweise unterhalb der Schreibzeile liegt und mittels einer Führung bei jedem Anschlag vor den Typenkörper gehoben wird. Gleichzeitig wird das Farbband um etwa eine Anschlagslänge von der linken Spule ab- und auf die rechte Spule aufgewickelt.

Elektrische Schreibmaschinen

Jahrelang bemühten sich die Hersteller, den elektrischen Strom für die Schreibmaschine nutzbar zu machen; aber es dauerte doch bis in die fünfziger Jahre, ehe die elektrischen Schreibmaschinen außerhalb der USA ein spürbarer Verkaufserfolg wurden. Für die Konstrukteure der Anfangszeit war es kein Problem, die Typenhebel durch einen elektrischen Motor zu bewegen. Die Hauptschwierigkeit bestand darin, die Typenhebel vor den Schwingungen des Motors zu schützen. Solange dies nicht erreicht war, zeigte das Schriftbild elektrischer Schreibmaschinen ein minderwertiges Aussehen, weil jede Schwingung des Typenhebels den auf dem Papier abgedruckten Buchstaben mehr oder weniger stark verwischte.

Die meisten elektrischen Schreibmaschinen sind mit einem Wechselstrommotor ausgerüstet, der eine Rolle oder Riemenscheibe mittels eines elastischen Flach-, Keil- oder Zahnriemens in ständiger Drehbewegung hält. Durch den Antriebsriemen kommt es zu einer 'weicheren' Kraftübertragung auf die Rolle oder Riemenscheibe, die demzufolge schwingungsarm arbeitet. Bei einigen Schreibmaschinen trägt die Rolle umlaufende Quernuten, in die nach Anschlagen einer Taste ein Metallzahn eingreift, der nach vorne geschleudert wird, den Typenhebel der angeschlagenen Taste auslöst

und den Aufprall des zugehörigen Typenkörpers auf das Maschinenpapier bewirkt. Andere Maschinen besitzen Gummiringe, die nach Anschlagen einer Taste in einen Metall- oder Nylonnocken eingreifen, wobei der Nocken diese Bewegung auf den Typenhebelmechanismus überträgt.

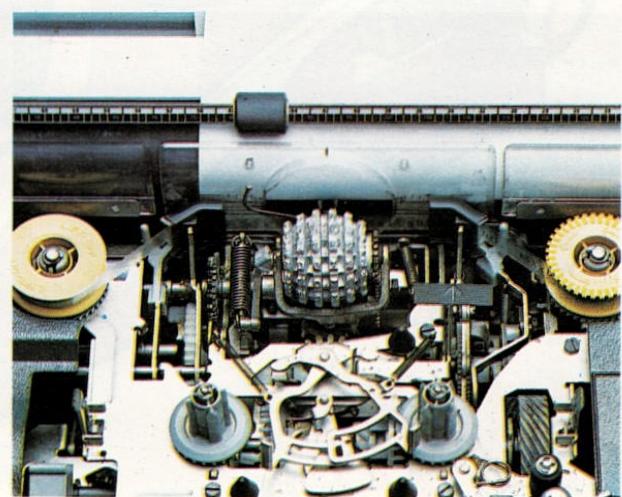
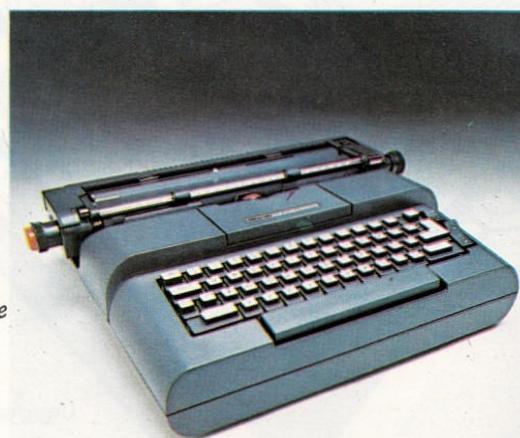
In jedem Falle überträgt die Antriebsrolle bzw. die Riemenscheibe nur einen kurzen Impuls auf den Typenhebel. In dem Augenblick, in dem der Typenkörper auf das Maschinenpapier aufschlägt, ist der Kraftschluß bereits wieder unterbrochen. Demzufolge bewegt sich der Typenkörper im Augenblick des Auftreffens auf das Papier völlig frei durch eigene Bewegungsenergie. Die Folge hiervon ist ein sauber ausgeführter Abdruck seines Buchstabens. Ein noch klareres Schriftbild lässt sich erreichen, wenn bei der Bewegung des Papierträgerwagens die unterschiedlichen Buchstabenbreiten berücksichtigt werden. Bei einer normalen Schreibmaschine steht für das breite 'W' der gleiche Abstand wie für das schmale 'i' oder ein Komma zur Verfügung. Dies führt zu einem ungleichförmigen Aussehen des maschinenschriftlichen Textes im Vergleich mit einem gedruckten Text, bei dem die Buchstabenbreite im Verhältnis zu den einzelnen Abständen berücksichtigt wird. Diese proportionalen Abstände lassen sich bei einer Schreibmaschine erreichen, indem ein Schalt-Schritt des Wagens in mehrere Teilschalt-Schritte zerlegt wird, z.B. fünf Teilschalt-Schritte für ein 'W' und zwei Teilschalt-Schritte für das 'i' vorgesehen werden. Die so erhaltenen Abstände betragen 1,5 mm, 2,11 mm, 2,3 mm, 2,54 mm oder 2,6 mm.

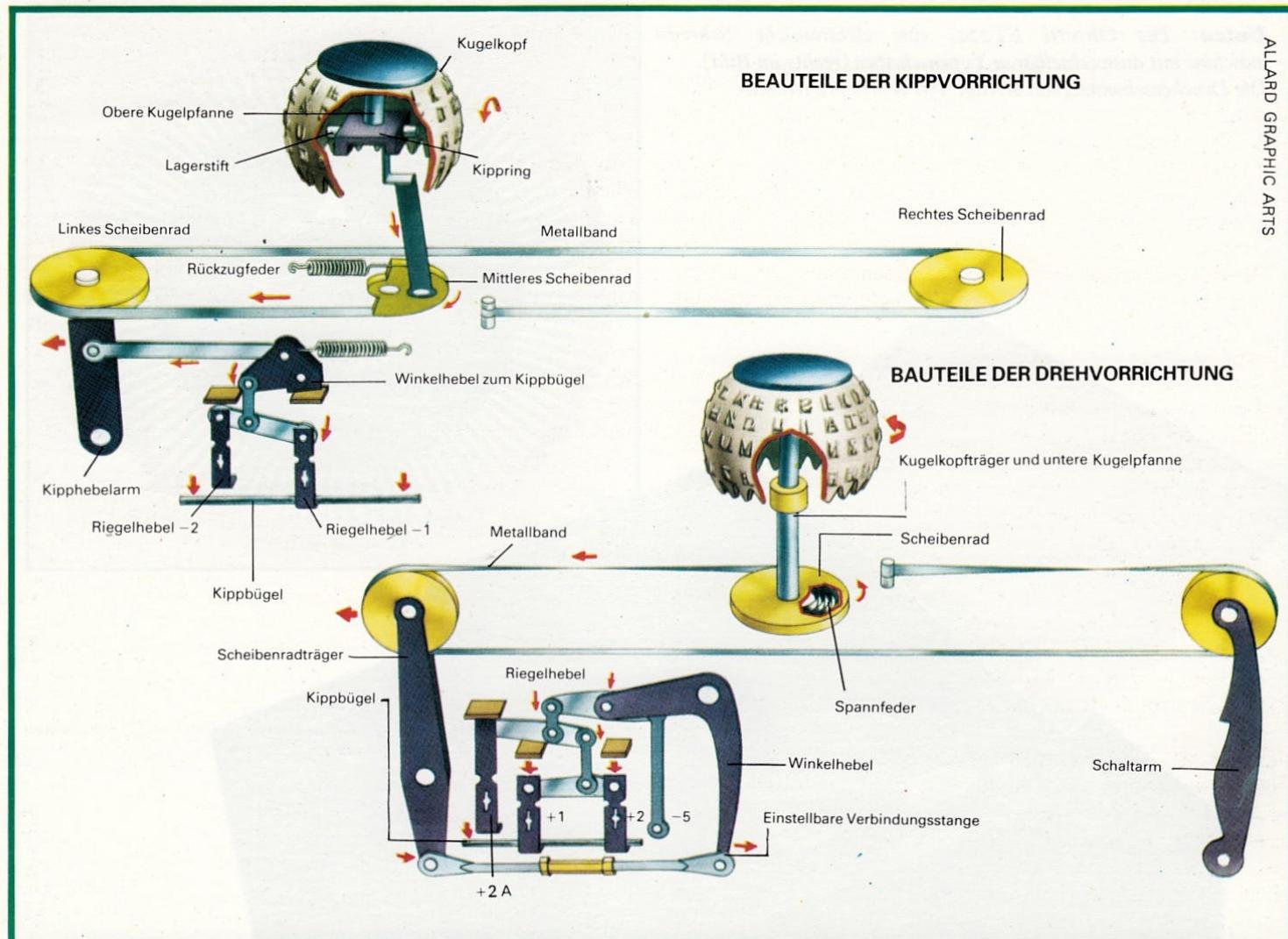
Schreibkopf-Schreibmaschinen

Anfang der sechziger Jahre stellte die Firma IBM mit ihrem Modell 'Selectric' die erste elektrische Schreibmaschine vor, die statt der Typenhebel mit einer Typenkugel (Kugelkopf) ausgerüstet war. Durch diese völlig andere, neue Konstruktion wurde der Anwendungsbereich elektrischer Schreibmaschinen stark vergrößert. Die Kugelkopf-Schreibmaschine unterscheidet sich in zwei Hauptpunkten von den Schreibmaschinen konventioneller Bauart: sie besitzt keine Typenhebel und keinen beweglichen Papierträgerwagen. Sämtliche Typen der Selectric sind auf der Oberfläche des unten offenen Kugelkopfes angeordnet. Beim Anschlagen einer Taste wird der Kugelkopf soweit gedreht, bis der angeschlagene Buchstabe vor dem Farbband liegt. In dieser Stellung wird der Kugelkopf verriegelt und gegen das Farbband geschlagen, um den Buchstaben durch die ausgeübte Schlagkraft auf das Maschinenpapier zu übertragen. Danach wird der in seine Ausgangslage zurückgekehrte Kugelkopf mit dem Papierträgerwagen um einen Schreibschritt nach rechts geführt, so daß der nächste Buchstabe sofort angeschlagen werden kann.

Kugelköpfe gibt es mit 88 und 96 Schriftzeichen, die gleichmäßig auf dem Kugelkopf verteilt sind. Der heute am

Rechts: Die Olivetti Lexicon 90C. Der Schreibkopf ist auswechselbar und in verschiedenen Schriftarten erhältlich. Er wird über ein System von Wellen, Zahnrädern und Hebeln waagerecht und senkrecht bewegt, um das angeschlagene Schriftzeichen in die zum Abdrucken geeignete Lage zu bringen. Die Maschine kann 12 Anschläge pro 2,54 cm Papierbreite drucken.





Bauteile der Kipp- und Drehevorrichtung einer IBM-Kugelkopf-Maschine. Die Kipp- und Dreheriegel beider Systeme sind in der Maschine selbst nebeneinander angebracht. Mit Ausnahme des Riegels -5 werden alle Riegel vom Kippbügel für die Linksdrehrichtung ausgelöst. Die Kippvorrichtung zeigt den Moment, in dem der Riegel -2 ganz vom Kippbügel hochgezogen ist. Der tiefer hängende Riegel -1 wird zum Wählen der Kippstellung -1 heruntergezogen. Die Drehevorrichtung ist für eine nach links gerichtete Wahlstellung -3 eingestellt. Bei der Wahl einer Linksdrehrichtung bleibt der nicht abgebildete Riegel -5 in seiner Ausgangslage.

häufigsten eingesetzte Kugelkopf mit 96 Schriftzeichen ist in zwölf senkrechte Reihen mit je 8 Buchstaben bzw. Zeichen eingeteilt, wobei sich eine weitere, gleichmäßige Verteilung der Schriftzeichen in 4 von rechts nach links verlaufende Reihen ergibt. Somit enthalten die 48 gleichmäßigen Felder jeweils zwei Schriftzeichen. Neben dieser Einteilung ist der Kugelkopf noch einmal in zwei Halbkugeln eingeteilt. Auf der vorderen Hälfte sind die Kleinbuchstaben und auf der hinteren Hälfte die Großbuchstaben mit den jeweils zugehörigen Zeichen angeordnet. Beim Anschlagen eines Großbuchstabens dreht sich der Kugelkopf um 180°.

Befindet sich der Kugelkopf in der Ausgangsstellung, d.h. wenn keine Kipp- oder Drehbewegung gewählt wurde, drückt er das Schriftzeichen aus, das sich in der obersten Reihe (Kippwinkel 0°) der mittleren senkrechten Reihe (Drehstellung 0°) der auf dieser Seite des Kugelkopfes angeordneten Schriftzeichen befindet. Um irgendeinen anderen Buchstaben schreiben zu können, ist die Maschine mit einem System kleiner, kugelgelagerter, durch Stahlbänder miteinander verbundener Scheibenräder ausgerüstet, mit deren Hilfe der

Kugelkopf in die zum Schreiben des gewünschten Buchstabens erforderliche Lage gekippt und gedreht werden kann.

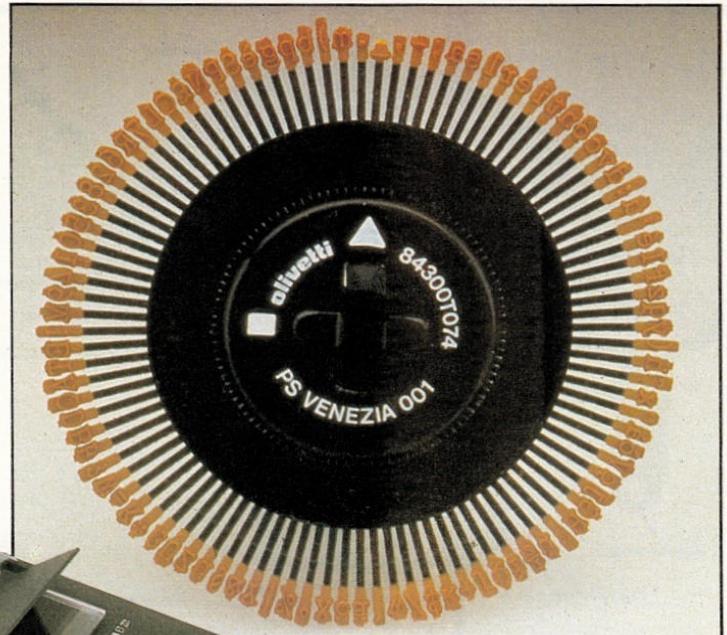
Funktionsvorgänge beim Anschlagen eines Schriftzeichens

Die Wahl der Schriftzeichen geschieht durch ein mit den zur Bewegung des Kippmechanismus und zum Transport des Farbbandes benutzten Scheibenrädern verbundenes Riegel-System. Während der Durchführung eines Anschlages (Schreibschritt) werden diese Riegel durch einen über Nocken bewegten Kippbügel nach unten gedrückt. Zur Ausrüstung gehören zwei Kippbügel, die entweder einzeln oder als Paar zur Erzeugung der drei Kippbewegungen benutzt werden. Wird lediglich der Kippriegel -1 benutzt, wird der Kugelkopf in Kippstellung -1 bewegt. Wird nur der Kippriegel -2 in Betrieb gesetzt, bewegt sich der Kugelkopf in Kippstellung -2. Bei einer gleichzeitigen Benutzung beider Kippriegel wird der Kugelkopf in die Kippstellung -3 bewegt.

Das für die Drehbewegung bestimmte Gestänge arbeitet nach demselben System, wenn auch die Vorgänge komplizierter verlaufen. Zur Ausrüstung der Maschine gehören vier Dreheriegel: R - 1, R - 2, R - 2A und der negative Riegel -5. Der Kugelkopf muß sich aus seiner Ausgangsstellung (Drehstellung 0) in zwei Richtungen drehen. In Linksdrehrichtung ('positive' Richtung) kann er sich in bis zu fünf Stellungen und in Rechtsdrehrichtung ('negative' Richtung) ebenfalls in bis zu fünf Stellungen bewegen.

Werden Stellungen in positiver Drehrichtung verlangt, wird der negative Riegel -5 nicht ausgelöst. Die für die positiven Drehstellungen erforderlichen Riegelkombinationen sind: R - 1 für Stellung 1, R - 2 für Stellung 2, R - 1 und R - 2 für Stellung 3, R - 2 und R - 2A für Stellung 4 und R - 1,

Unten: Die Olivetti ET221, eine elektronische Schreibmaschine mit auswechselbaren Typenscheiben (rechts im Bild). Die Druckgeschwindigkeit beträgt 350 Worte pro Minute.



OLIVETTI



R-2 und R-2A für Stellung 5.

Beim Auslösen eines negativen Riegels wird der Kugelkopf um fünf Stellungen nach rechts gedreht. Um die weiteren vier negativen Stellungen zu erhalten, wird der negative Riegel -5 in Verbindung mit einem oder mehreren der positiven Riegel benutzt. Z.B. wird die negative Drehstellung -3 durch Benutzung des negativen Riegels -5 in Verbindung mit dem Riegel R-2 erreicht, denn zwei Einheiten einer positiven Bewegung ergeben bei einer Kombination mit fünf negativen Bewegungen im Endergebnis drei negative Bewegungen. Ein unter dem Tastenfeld angebrachter Wählelementmechanismus betätigt die für einen Anschlag erforderlichen Riegel, sobald eine Taste heruntergedrückt wird.

Der Kugelkopf wird mit Hilfe des über die mit einer Führungsnuß versehenen Laufschiene geführten Typenträgerwagens von Anschlag zu Anschlag fortbewegt. Die Laufschiene wird durch eine Aufsitzmanschette im Typenträgerwagen geführt, an dem ebenfalls ein Nockensatz zur Ausführung der Schlagbewegung untergebracht ist, mit der der Kugelkopf während eines Schreibschrittes gegen das Farbband und somit auch gegen das Papier geschlagen wird. Die Nocken bewirken außerdem die Farbband-Bewegung und betätigen die Hebevorrichtungen. Ein kleiner, in der Aufsitzmanschette angebrachter Metallhaken, der Anschlagstift, greift in die Führungsnuß der Laufschiene ein. Während eines

Schreibschrittes dreht sich die Laufschiene um 360°, die dabei den Anschlagstift und damit gleichzeitig auch die Aufsitzmanschette und die damit verbundenen Nocken dreht. Die in einer Kassette zusammengefaßten Farbbandspulen sind zusammen mit dem Farbbandzoneneinsteller, dem Zeilenrichter, dem Kartenhalter, dem Typenaufschlageinsteller, dem Schreibstellenanzeiger und dem Kugelkopf selbst im Typenträgerwagen zusammengefaßt, mit dem sie sich auch fortbewegen.

Außer den Kugelkopfmaschinen der Firma IBM sind mittlerweile auch mit Schreibköpfen ausgerüstete elektrische Schreibmaschinen anderer Firmen wie Adler, Remington, Olivetti und Olympia erhältlich, deren Schreibköpfe sich im Grunde nicht von denen unterscheidet, die von IBM benutzt werden. Eine Ausnahme hierzu bilden die mit Typenscheiben ausgerüsteten Olivetti- und Xerox-Schreibmaschinen.

In jüngster Zeit sind mikroprozessorgesteuerte, elektrische Schreibmaschinen auf den Markt gekommen, die Texte speichern können, verschiedene Schriftgrößen haben und Blocksatz ermöglichen. Diese Schreibmaschinen haben eine Schreibscheibe mit einem Vorrat von 100 Zeichen.

SCHROTFLINTE

Flinte nennt man ein Gewehr mit glattem Lauf, das für den Schrotschuß bestimmt ist. Mit einer Schrotflinte ist es möglich, eine große Anzahl von Schrotkugeln auf einmal abzuschießen und aufgrund der Streuwirkung Vögel im Fluge zu treffen. Dies wäre mit Einzelschüssen, die aus einem Einzelschußgewehr abgefeuert werden, nur sehr schwer möglich.

Die Handschußwaffen der Frühzeit waren ausnahmslos für militärische Zwecke hergestellt worden. Es dauerte nicht lange, bis sie auch als Jagd- und Sportgewehr benutzt wurden. Sehr bald war es allgemein üblich, daß die besitzenden und einflußreichen Kreise ihre eigenen Jagdgewehre hatten und damit auf Wild schossen. Es gibt viele solcher altertümlichen Jagdgewehre, die in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts hergestellt wurden. Die Hersteller von Sport- und Jagdgewehren fanden sehr schnell heraus, daß ihre Gönner und Kunden Jagdwaffen wünschten, die einerseits nützlich waren, mit ihren Rosettengravuren andererseits aber auch dem Prestige dienlich waren. Es wurde viel Geld in Gewehre investiert, die für Repräsentations- und Dekorationszwecke bestimmt waren. Erst im 18. Jahrhundert wurden Sport- und Jagdgewehre so preiswert, daß sie auch weniger begüterte Menschen ihr eigen nennen konnten. Von diesem Augenblick an setzte ein schneller Fortschritt in Entwurf und Herstellung ein.

Obwohl die Handfeuerwaffen der Frühzeit sowohl Einzelschüsse als auch verschieden große Schrotkugeln schossen, entwickelte sich aus ihnen nach und nach ein ganz bestimmtes Gewehrmuster, die Schrotflinte. Die heutigen Schrotflinten

Unten: Ein Mann beim Abfeuern einer Schrotflinte. Die meisten Modelle haben keine Visiereinrichtung und werden gefühlsmäßig auf das Ziel gerichtet. Hingegen müssen sich die Läufe genau vor dem Auge des Schützen befinden.

unterscheiden sich ganz entscheidend von den herkömmlichen Gewehren. Auch ihre Herstellung erfordert eine besondere Fertigkeit.

Eine Schrotflinte hat einen glatten Lauf und eignet sich für Patronen mit kleinen Schrotkugeln bzw. Schrotkörnern. Sie wird hauptsächlich zum Schießen auf Vögel und Niederwild, wie z.B. Kaninchen, Hasen usw. gebraucht. Es ist nahezu unmöglich, mit einem Einzelschußgewehr einen Vogel im Fluge zu treffen. Dagegen können mit einer Schrotflinte viele Schrotkugeln abgefeuert werden. Aufgrund der Streuung, die dem Schrotschuß eigen ist, breiten sie sich aus und bilden in der Luft ein ganz bestimmtes Streubild. Deswegen braucht der Schütze auch weniger genau zu zielen als mit einem Einzelschußgewehr. Der Wirkungsbereich ist gewöhnlich klein, nicht weiter als etwa 30 m vom Standort des Schützen entfernt. Obwohl die Reichweite einige hundert Meter beträgt, ist der Gefahrenbereich gering.

Die meisten Schrotflinten schießen Schrotladungen von 30 g. Die Schrotgrößen entsprechen einem über 200 Jahre alten Nummernsystem, nach dem die kleinste Schrotgröße die höchste Nummer hat, nämlich Nr. 8 oder Nr. 9. Die größte Schrotgröße hat dagegen die niedrigste Nummer, etwa Nr. 3. Bei der Jagd auf Niederwild wird Schrotgröße Nr. 5 oder Nr. 6 bevorzugt; 10 Schrotkugeln der Größe Nr. 6 wiegen 1 Gramm.

Die Schußleistung einer Schrotflinte wird von der Anzahl der Schrotkugeln bestimmt, die auf 30 m Entfernung in einen Streubereich von 76 cm treffen. Eine gute Schrotflinte, die eine Schrotladung von etwa 32 g der Schrotgröße Nr. 6 abfeuert, muß eine Treffsicherheit von 240 Schrotkugeln in diesem Streubereich haben. Dies bedeutet, daß eine Schrotkugel auf eine Fläche von 20 cm² auftrifft. Mit aller Wahrscheinlichkeit wird alles, was sich innerhalb dieses Bereiches befindet, von wenigstens einer Schrotkugel getroffen. Dabei genügt eine Schrotkugel, um die meisten Vögel und kleines Niederwild zu töten.

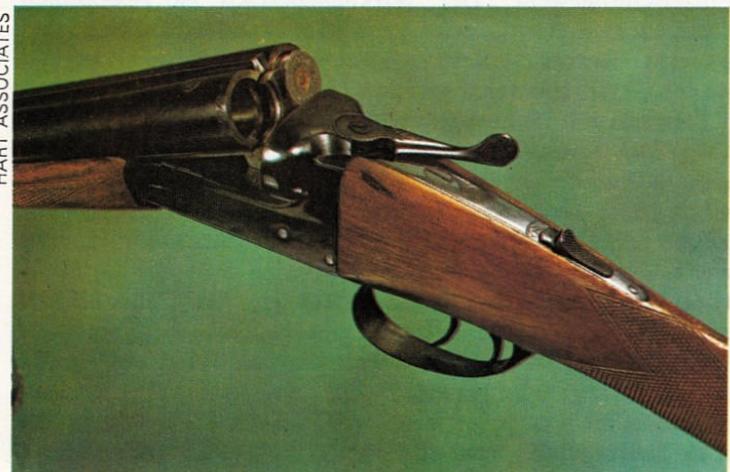
Tontaubenschützen schießen auf dünne, gebrannte, schalenförmige Tonscheiben, die von Wurfmaschinen mittels



Federkraft in die Luft geschleudert werden und auseinanderbrechen, wenn sie getroffen werden. Da sie schwer zu treffen sind, nimmt der Schütze Schrotgröße Nr. 8, um ein verdichtetes Streubild zu erzielen.

Kaliber

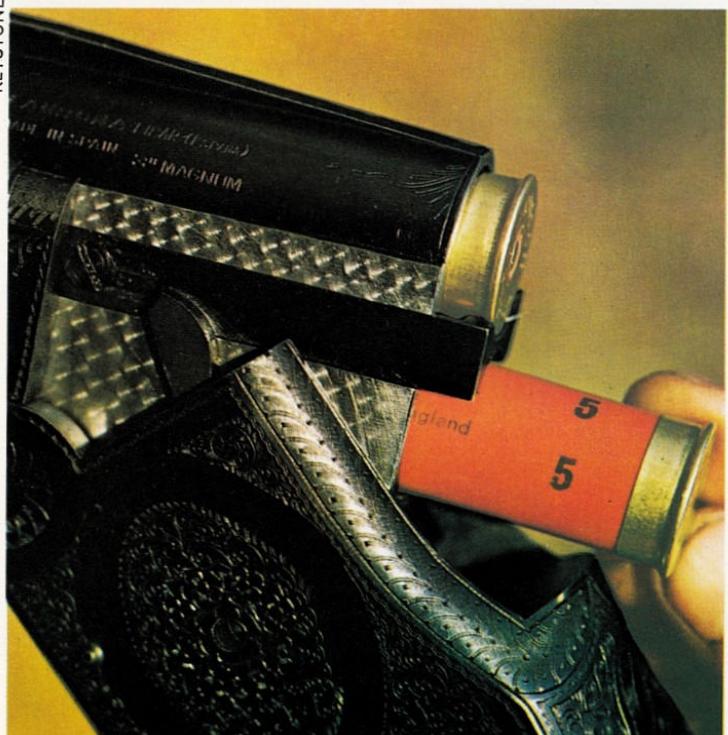
Das Kaliber einer Schrotflinte wird durch eine Zahl angegeben, die sich aus der Anzahl von runden Bleikugeln ergibt, die in den Laufdurchmesser paßt, bis das Gewicht von 1 englischen Pfund (454 g) erreicht ist. Ein Laufdurchmesser, in den eine Bleikugel von 1/16 dieses Gewichtes, nämlich 28 g, paßt, hat das Kaliber 16. Kommen 12 Bleikugeln auf 1 englisches Pfund, ergibt sich daraus das Kaliber 12 usw.



Oben: Schrotflinten werden auf einheitliche Weise nachgeladen, indem die Läufe nach vorne und unten gekippt werden. Gleichzeitig werden die leeren Patronenhülsen durch einen Ejektor ausgeworfen, neue in das Patronenlager eingeführt und durch eine Kippbewegung nach oben in die Läufe geschoben.

Unten: Einlegen einer Patrone in das Patronenlager einer Schrotflinte Kaliber 12 mit Doppellauf oben und unten. Die Zahl 5 auf der Patrone gibt die Schrotgröße an. Die Größen Nr. 5 und Nr. 6 werden für die Niederwildjagd verwendet; je kleiner der Zahlenwert, umso größer sind die Schrote.

HART ASSOCIATES



Dieses Verfahren ist sehr alt und allgemein verbindlich. Das gebräuchlichste Kaliber, nämlich Kaliber 12, hat einen echten Durchmesser von 1,853 cm.

Konstruktion

Die Läufe von Schrotflinten sind im allgemeinen im Inneren zur Mündung hin verengt; diese Mündungsverengung wird auch 'Choke' genannt. Läufe mit Mündungsverengung bewirken nach dem Abfeuern der Schrotladung ein dichteres Streubild, wodurch sich die Treffsicherheit bei größeren Reichweiten erhöht. Seitlich nebeneinander angeordnete Läufe sind ein 'Monoblock'. Schrote, die aus einem solchen Monoblock abgefeuert werden, haben einen so großen Streubereich, daß sie am Ziel vorbeifliegen, ohne es zu treffen. Die Fluggeschwindigkeit der Schrotkugeln wird durch die Mündungsverengung nicht erhöht. Schrotflinten haben selten den gleichen 'Choke' in den Läufen. Der rechte Lauf, der immer als erster abgefeuert wird, hat einen geringeren 'Choke' für Nahziele. Der linke Lauf wird danach abgefeuert; sein 'Choke' ist stärker und er schießt dadurch auch weiter.

Schrotflinten der Frühzeit waren einläufig; Sportschützen und Jäger forderten jedoch sehr bald einen zweiten Lauf für den schnellen Schuß. Hieraus entwickelte sich die Doppelflinte, deren Läufe wegen des Steinschloß-Abzugsmechanismus, der damals gebräuchlich war, nebeneinander angeordnet waren. Diese Laufausführung ist auch heute noch sehr gängig, es gibt aber auch andere Ausführungen. Heute wird als Schloßeinrichtung gerne das Blitzsystem verwendet. Tontaubenschützen bevorzugen z.B. Schrotflinten mit Doppellauf oben und unten, und manche Schützen bevorzugen sogar heute noch die einläufige Schrotflinte. Es gibt selbsttätig nachladende und halbautomatische Schrotflinten.

Halbautomatische Schrotflinten haben ein Magazin und werden vom Schützen nachgeladen und gespannt, wobei dieser ein bestimmtes Teil am Lauf bewegt. Meistens ist es der vordere Handschutz, der in Pumpbewegung hin- und hergeschoben wird, was zu dem Spitznamen 'Pumpflinte' oder auch 'Posaunenflinte' geführt hat. Selbsttätig nachladende Schrotflinten funktionieren in gleicher Weise wie selbsttätig nachladende Gewehre. Sie verwenden den Rückschlag oder das beim Abfeuern frei werdende Verbrennungsgas zur Betätigung des Nachlademechanismus. Die Magazine von Schrotflinten können bis zu fünf Patronen aufnehmen.

Patronen für Schrotflinten sind seitenparallele Zylinder aus Pappe oder Kunststoff mit einer Bodenkappe aus dünnem Messing. Sie erzeugen einen geringen Treibschub, der den einschlägigen Gewehrnormen entspricht. Hierdurch liegt die Mündungsgeschwindigkeit der Schrote etwas über der Schallgeschwindigkeit. Dies hat zur Folge, daß die Läufe nur ein geringes Gewicht haben; so wiegt z.B. eine gute doppel-läufige Schrotflinte weniger als 3 kg.

Schrotflinten werden über einen Kipplaufverschluß nachgeladen, d.h. die Läufe werden nach vorne abgekippt. Hierauf werden die leeren Patronenhülsen durch den Ejektor ausgeworfen, neue in das Patronenlager eingelegt und durch eine Kippbewegung des Kipplaufverschlusses nach oben in die Läufe geschoben.

Schrotflinten werden in vielen Ländern hergestellt; der Kenner weiß, daß die besten und schönsten aus England kommen. Eine von einem englischen Spitzenbüchsenmacher angefertigte Flinte kann mehrere tausend englische Pfund kosten. Sie wird so nach den Wünschen und Bedürfnissen des Kunden angefertigt, als handele es sich um einen maßgeschneiderten Anzug. Diese Sorgfalt ist nötig, damit sich die im Monoblock zusammengefaßten Läufe genau vor dem Auge des Schützen befinden, wenn dieser die Flinte in den Anschlag hebt. Hierdurch muß der Schießvorgang zum Anvisieren des Ziels nicht unterbrochen werden.

KEYSTONE

SCHUHHERSTELLUNG

Ursprünglich wurden Schuhe ausschließlich in Handarbeit hergestellt, ein zeitraubendes, mühsames und kostspieliges Verfahren. Mit Beginn des 20. Jahrhunderts ist jedoch auch die Schuhindustrie zur maschinellen Massenproduktion übergegangen.

Das Schuhwerk als Fußbekleidung hat seinen Ursprung in den ersten Versuchen primitiver Völker, die Füße zum Schutz in die Häute der auf der Nahrungssuche erlegten Tiere zu wickeln. Bis zum Jahre 2000 v. Chr. war die Anfertigung von Schuhen zum Gewerbe geworden, mit dem sich der Lebensunterhalt verdienen ließ; ein Wandbild aus Theben aus dem Jahre 1495 v. Chr. zeigt zwei Männer bei der Herstellung von Sandalen.

Schutzpatron der Schuhmacher ist der heilige Crispin, der ungefähr 300 n. Chr. geboren wurde. Als Handwerk machte die Schuhmacherei in Europa eine stürmische Entwicklung durch, die jedoch bis ins 19. Jahrhundert hinein keinerlei Fabriken kannte; selbst noch nach dieser Zeit wurden die meisten Arbeitsgänge von Heimarbeitern erledigt. Die Umstellung auf maschinelle Fertigung begann etwa um 1860 mit starken Impulsen aus den USA und hat seit 1950 eine solche Ausweitung erfahren, daß heute nahezu die gesamte Schuhfabrikation voll mechanisiert ist.

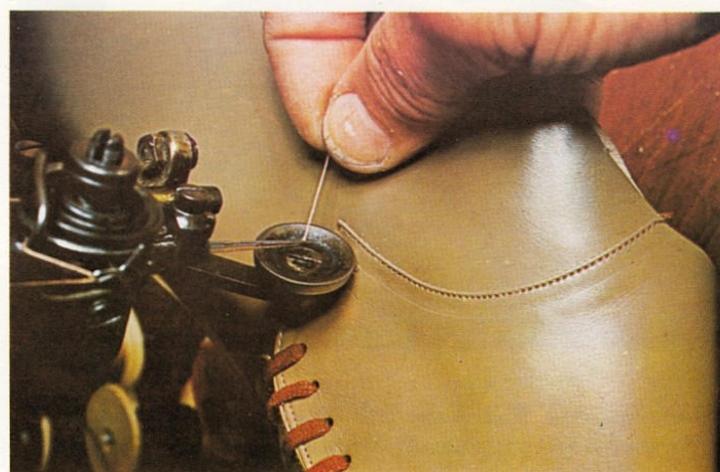
Aufbau eines Schuhs

Ein fertiger Schuh oder Stiefel besteht aus dem Oberteil (Schaft) und der Sohle. Schuhherstellung ist, auf einen einfachen Nenner gebracht, die getrennte Fertigung des Schafts und seine Anbringung an der Sohle, wofür es, arbeitstechnisch gesehen, eine Vielzahl von Möglichkeiten gibt. Auch heute noch wird der Schaft, insbesondere bei Herrenschuhen, meistens aus Leder hergestellt, doch werden in zunehmendem Maße auch Kunststoffe, in erster Linie PVC und Polyurethan, verwendet.

Die einzelnen Teilstücke, aus denen sich der Schaft zusammensetzt und die je nach Modell und Schuhtyp unterschiedliche Formen aufweisen, werden in der Zuschneiderei auf einer Stanzmaschine ausgestanzt und daran anschließend in der Stepperei auf einer speziellen Nähmaschine zusammenge näht. Schaftteile aus PVC-Material lassen sich alternativ auch mit Hilfe von Hochfrequenzwellen an den Nahtstellen quasi zusammenschweißen. Zur Versteifung des Zehen- und Fersenbereichs dienen entsprechende Zehen- und Fersenkappen. Diese wurden üblicherweise aus Harzpappe hergestellt, doch sind inzwischen auch hier Plastikmaterialien weit verbreitet. Ist der Schaft zusammengefügt, gelangt er in die Zwickerei.

Leisten

Zur Weiterverarbeitung wird der Schaft auf einen Leisten aufgezogen. Der Leisten ist eine Fußnachbildung, früher ausschließlich aus Holz, heute häufig auch aus Kunststoff, über die der Schuh gearbeitet wird. Als Verbindungsstück zwischen Schaft und Sohle dient die sogenannte Brandsohle, einst aus Leder, heute jedoch in der Mehrzahl aus Hart- oder Lederpappe gefertigt. Sie wird mit Hilfe kleiner Stahlstifte ('Täckse') zunächst auf den umgedrehten Leisten gehetzt. Der Schaft wird darübergestülpt, seine Enden umgebogen und auf der Brandsohle längs der Kante festgeheftet ('gezwickt'). Früher geschah dies in Handarbeit: Der Schuhmacher zog den Schaft mit der Zwickzange über den Leisten und zwickte das Oberleder mit Täcksen in die Brandsohle. Inzwischen sind für diese Arbeiten Maschinen entwickelt worden, die zunächst ebenfalls Täckse verwendeten, heute jedoch häufiger mit Klebstoffen arbeiten. Seit Beginn der sechziger Jahre hat man immer wieder versucht, den gesamten Arbeitsgang auf nur



Anfertigung von Schuhen nach Maß. Aus einem rohen Buchenholzleisten (**links**) wird ein Leisten hergestellt, der genau dem Fuß des Kunden entspricht. Dazu wird der Rohleisten an den zu korrigierenden Stellen mit einem Stift markiert und an diesen Stellen vom Leistenmacher mit einem Spezialmesser nachgearbeitet, um dem Leisten die gewünschte Form zu geben. Das Leder wird dem Leisten entsprechend zugeschnitten, wobei Packpapierstücke als Schablonen dienen. In einem weiteren, als 'Steppen' bezeichneten Arbeitsgang (**ganz oben**) werden die einzelnen Schaftteile zusammenge näht. Dann wird der Schaft über den Leisten gezogen und an diesem befestigt. Die Brandsohle wird mit dem Schaft verbunden und mit einem Stück Filz beklebt, damit der fertige Schuh später nicht quietscht. Schließlich werden Schaft, Brandsohle und Außensohle von Hand fest vernäht und die Absätze angebracht (**oben**).



Oben: Zuschneiden der Einzelteile für die Schäfte auf einer modernen Fertigungsstraße. Die Maschine kann mehrere Stücke gleichzeitig schneiden.

einer Zwickmaschine abzuwickeln, doch die meisten Schuhfabriken setzen nach wie vor zwei oder drei Maschinen ein, um Brandsohle und Schaft in den drei wichtigsten Zonen eines Schuhs — Kappe, Gelenk und Absatz — miteinander zu verbinden.

Ein weiterer wichtiger Bestandteil eines Schuhs ist das Gelenk, das als Stütze für den Fuß in der Mitte eingelegt wird. Es ist bei hochhackigen Damenschuhen, wo Sohlen und Absätze in Kurven verlaufen, unentbehrlich. Bei diesem Schuhtyp besteht das Gelenk aus Stahl und dort, wo die Beanspruchung geringer ist, wie etwa bei Herrenschuhen mit flachem Absatz, gelegentlich auch aus Holz. Abhängig von der individuellen Schuhkonstruktion können Schaft und Brandsohle noch weitere Arbeitsgänge erfordern, bevor die Laufsohle befestigt werden kann.

Verschiedene Schuhkonstruktionen

Seit Schuhe fabrikmäßig hergestellt werden, sind mehrere unterschiedliche Konstruktionsarten entwickelt worden. Heute unterscheidet man Rahmenschuhe, geklebte Schuhe, formgepreßte und im Spritzgußverfahren hergestellte Schuhe. Diese Begriffe kennzeichnen die Methode, nach der Sohle und Schaft miteinander verbunden werden und manchmal auch das Material, aus dem die Sohle besteht. Ein Rahmenschuh hat meistens eine Ledersohle, die mit Täcksen und Doppelnäht am Schaft befestigt ist, aber auch geklebt sein kann. Beim geklebten Schuh werden das Oberleder auf die Brandsohle und die Sohle, die aus Leder, Hartgummi, Kreppgummi, Mikrozellgummi, PVC, Polyurethan o.ä. Material bestehen kann, an den Oberledereinschlag geklebt. Im Spritzgußverfahren hergestellte Schuhe setzen die Verwendung von

PVC oder Polyurethan voraus, bei formgepreßtem ('vulkanisiertem') Schuhwerk ist Gummi das Grundmaterial.

Befestigung der Sohle

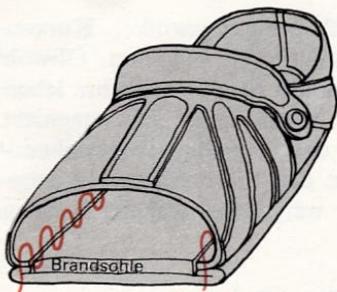
Dieser Arbeitsgang kann je nach Schuhtyp mehr oder weniger arbeitsintensiv sein. Die Herstellung eines Rahmenschuhs erfordert z.B. eine Vielzahl von Einzeloperationen, im Spritzgußverfahren hergestellte oder vulkanisierte Schuhe dagegen nur einige wenige. Beim Pressen bzw. Spritzen in Formen wird der zunächst aus Schaft und Brandsohle bestehende Schuh in eine Form eingeschlossen, das Sohlenmaterial füllt die dafür vorgesehenen Hohlräume in der Form aus und wird mit dem Oberschuh verbunden. Die eingesetzten Maschinen können sehr groß und im Einzelfall mit bis zu 48 ringförmig angeordneten Einzelformen ausgerüstet sein. Die Produktivität derartiger Maschinen ist unter Umständen sehr hoch; dies setzt jedoch wiederum einen hohen Durchlauf voraus, so daß diese Anlagen am sinnvollsten zur Herstellung von weniger der Mode unterworfenem Schuhwerk eingesetzt werden.

Spezialschuhe

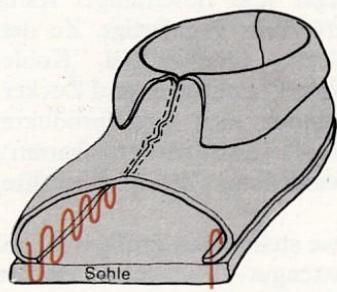
Neben dem herkömmlichen Schuhwerk zum täglichen Gebrauch gibt es andere Schuhtypen für spezielle Verwendungszwecke. Dazu zählen z.B. Sicherheitsschuhe für die Industrie, deren Kappen aus Stahl auch größter Belastung widerstehen; zudem haben diese Schuhe gelegentlich eine stählerne Zwischensohle als Schutz gegen am Boden herumliegende scharfe Teile wie Stahlspäne in Maschinenhallen oder Nägel auf Baustellen. Schuhe mit ausgeprägt antistatischen Eigenschaften sind überall dort zweckmäßig, wo bereits der kleinste Funken ein Feuer oder eine Explosion auslösen könnte.



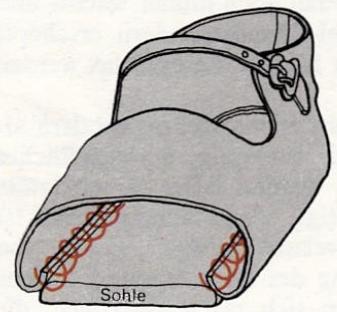
Oben: In der Stepperei. Die einzelnen Schaftteile werden auf einer Spezialnähmaschine zusammengenäht.



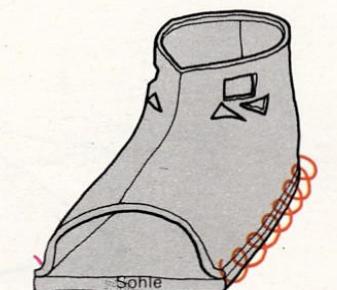
Naht, die Schaft und Außensohle verbindet.



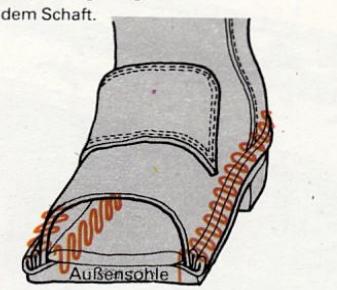
Naht, die Sohle und Schaft verbindet.



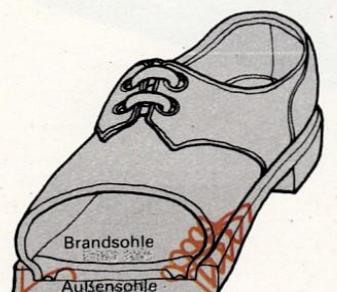
Naht als Verbindung von Sohle und Schaft.



Nahtverbindung zwischen der am Rand rillenförmig ausgebildeten Sohle und dem Schaft.



Naht, die Schaft und Außensohle verbindet.



Rahmen, Schaft und Brandsohle sind fest miteinander vernäht.

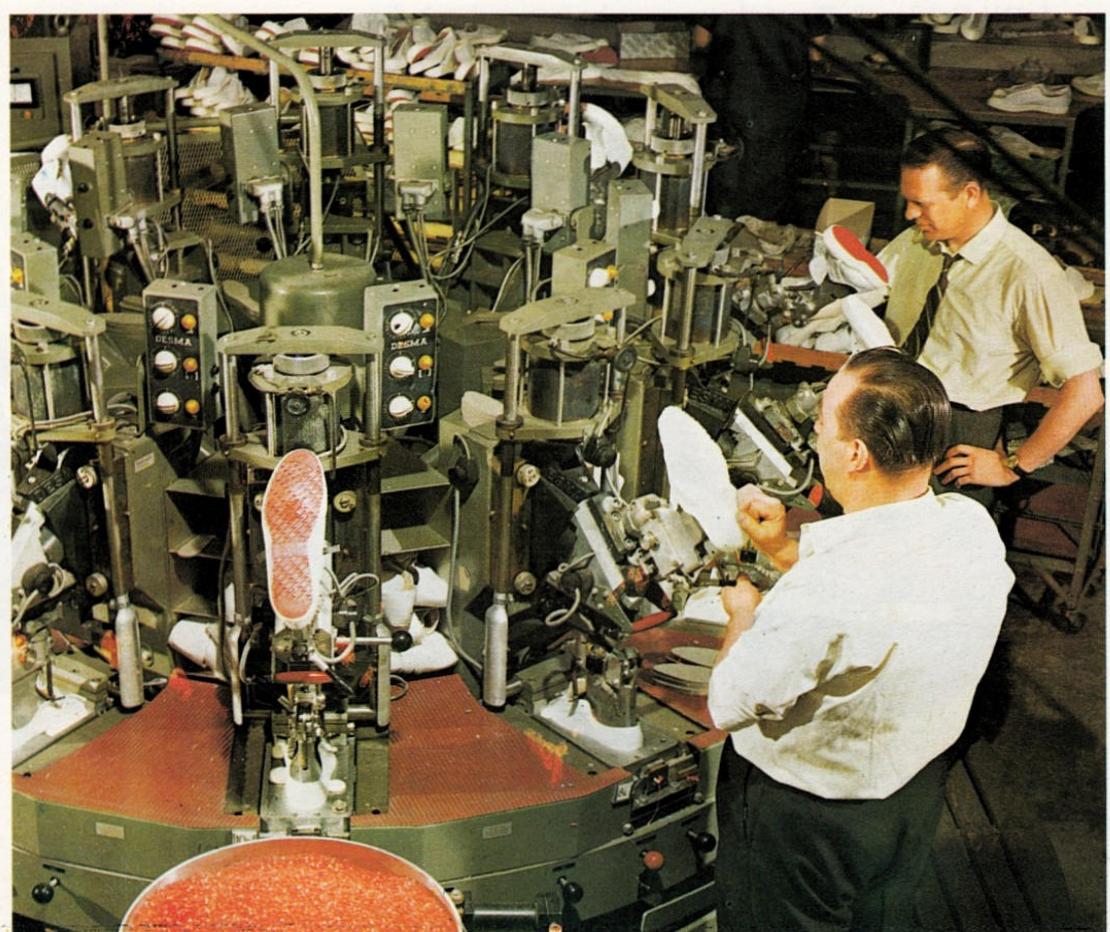
Links: Methoden der Verbindung von Schaft und Sohle vom Mittelalter bis heute. Die Bilder 1 bis 4 zeigen einfache, im Mittelalter gebräuchliche Verfahren, Bild 5 einen anspruchsvoller gearbeiteten Stiefel etwa aus dem 14. Jahrhundert mit einer einfachen Brandsohle. Bild 6 verdeutlicht die Nahtführung an einem modernen Rahmenschuh, bei dem zwischen Brandsohle und Außensohle eine Füllschicht liegt.

Rechts: Hier wird der Schaft über den Leisten gezogen und befestigt. Im darauffolgenden Arbeitsgang werden der Schaft und die Sohle miteinander verbunden.

Unten: Rote PVC-Sohlen mit einem auffallenden Blitz-Muster werden an die Leinen-schäfte von Dunlop-Sport-schuhen der Marke 'Roter Blitz' angespritzt. Im gleichen Arbeitsgang wird der weiße Anschlußstreifen um die Schuhkanten gelegt. Mit Maschinen, die Gummi- oder Kunststoffteile zusam-menschweißen oder -kleben, lassen sich sehr große Stückzahlen produzieren.

Schuhhersteller

Die Herstellung von Schuhen ist nicht länger ein Privileg wohlhabender Industrienationen. Seit moderne Produktionsmaschinen hauptsächlich von Deutschland, Großbritannien und Italien in alle Welt exportiert werden, ist es für ein aufstrebendes Entwicklungsland relativ einfach, eine eigene Schuhindustrie aufzubauen. Die Länder mit dem höchsten Lebensstandard sind naturgemäß auch die mit den höchsten Lohnkosten, und so geht in diesen Ländern die heimische Schuhindustrie in dem Maße zurück, in dem Nationen wie Japan, Taiwan, China, Brasilien und Hongkong als Schuhexporteure auf den Weltmarkt drängen.



SCHÜTTGUTTRANSPORT

Es ist weit billiger, Ladungen in großen Mengen ('Massengut' oder 'Schüttgut') zu transportieren als in einzeln abgepackten Gebinden. Für das Packen und Auspacken ist kein finanzieller oder zeitlicher Aufwand erforderlich. Der Vorgang des Ladens und Entladens bedingt nur einen vergleichsweise unbedeutenden Einsatz an Arbeitskräften.

Die Beförderung von Massengütern (vor allem von Kohle und Getreide) auf dem Seeweg ist mindestens so alt wie das Eisenschiff, das seinen Siegeszug etwa 1860 antrat. Zum Laden und Löschen dieser Schiffe war ein Heer von billigen Arbeitskräften nötig, die hauptsächlich mit Körben und Schaufeln ausgerüstet waren. Später traten mechanische Hebevorrichtungen an ihre Stelle, die Eisenbahnwaggons über die Schiffsluken heben und ihren Inhalt durch Kippen der Fahrzeuge unmittelbar in die Laderäume fördern konnten. Mit Greifern versehene Kräne löschten die Ladung (d.h. sie holten die Ladung aus den Laderäumen heraus).

Noch lange nach dem Ersten Weltkrieg wurden zahlreiche Güter, die heute als Schüttgüter transportiert werden, in Säcken oder Fässern befördert. Die Anwendung solcher Verfahren erforderte eine große Zahl von Arbeitskräften — eine Kolonne von Schauerleuten lud im Laderaum des Schiffes die einzelnen Einheiten, aus denen die Ladung bestand, auf ein Ladenetz; ein Kran hievte das volle Netz über die Schiffsreling ans Ufer, und eine zweite Arbeiterkolonne lud den Inhalt des Netzes auf bereitstehende Lastwagen, die mit ihrer Ladung zum Lagerhaus fuhren, wo eine dritte Arbeiterkolonne die Güter stapelte. Es überrascht daher nicht, daß die Umladekosten teilweise bis zu 50% der gesamten Frachtkosten ausmachten.

Gemessen an der Gütermenge, die von Seeschiffen befördert werden kann, ist der Schüttgütertransport auf der Straße und auf der Schiene pro Transporteinheit unbedeutend. Die Größe von Eisenbahnwaggons ist immer durch die

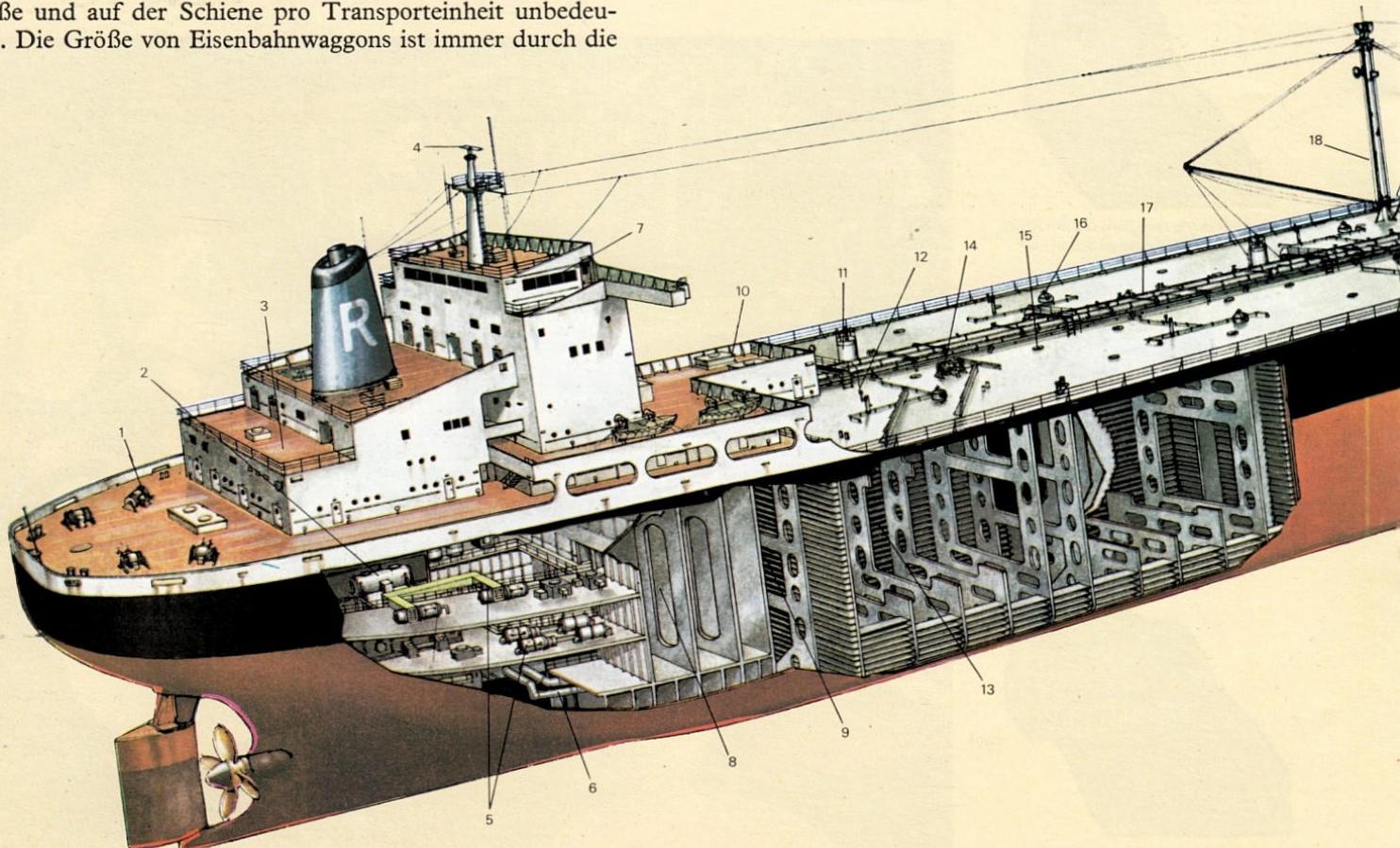
lichte Weite von Tunnels, durch Steigungswinkel, Kurvenradien und die Höhe von Signalbrücken begrenzt. Obwohl gesagt wird, daß wir im Zeitalter des Straßenverkehrs leben, hat der Gütertransport auf der Straße lange Zeit stagniert. Dies röhrt zum Teil daher, daß das ursprünglich bestehende Straßennetz auf die Bedürfnisse des Pferdefuhrwerks zugeschnitten war, weshalb es besser war, Güter mit der Bahn zu versenden.

Allgemein übliche Schüttgüter

Heute wird eine Vielzahl flüssiger und rieselfähiger fester Güter erfolgreich im Massengutverkehr abgefertigt. Zu den letztgenannten gehören Metallerze, Düngemittel, Kohle, Kalk, Zement, Getreide, Mehl, feste Chemikalien und Zucker. Unter den flüssigen Stoffen finden sich Erdölprodukte, pflanzliche Öle, Latex (der Milchsaft verschiedener Pflanzen), verflüssigte Gase, flüssige Chemikalien, Wein, Obstsäfte, Milch, Wasser und Bier.

Rohöl und Raffinerieerzeugnisse stellen den größten Anteil an der pro Jahr verschifften Massengut-Tonnage; an zweiter Stelle folgt Getreide. Der Umfang an Erzladungen nimmt ständig zu, da der Bedarf an Metall noch immer wächst und die Erzlagerstätten in den Stahl-Erzeugerländern erschöpft sind, weshalb Erze überseesischer Herkunft eingeführt werden müssen.

Die Gründe dafür, Güter nicht zu verpacken, sondern als Schüttgut zu versenden, sind eindeutig wirtschaftlicher Natur. Beim Schüttgutversand werden keine Arbeitskräfte zum Ein- und Auspacken benötigt, Verpackungsmaterial ist nicht erforderlich, und eine relativ geringe Anzahl von Arbeitskräften kann den Vorgang des Löschens und Ladens überwachen. Massengüter lassen sich rasch abfertigen, die Schiffe haben daher kürzere Liegezeiten in den Häfen und können eine größere Zahl von Reisen im selben Zeitraum (z.B. einem Jahr) unternehmen.



Schiffe

Das eindrucksvollste Massengut-Transportschiff der Gegenwart ist der Öltanker. Die Tonnage dieser Schiffe lag vor 1939 gewöhnlich bei 12 000 t Tragfähigkeit, während seit Anfang der siebziger Jahre rund 250 000 t ein durchaus üblicher Wert sind. Inzwischen befahren bereits erheblich größere Tankerriesen die Weltmeere; der zur Zeit größte Tankerriesse hat eine Tragfähigkeit von 483 000 t.

Der Einsatz der Supertanker war einerseits dadurch bedingt, daß man das Rohöl nicht mehr in den Förderländern veredeln ließ, sondern es zum Veredeln in die Verbraucherländer brachte, zum anderen aber auch durch die Schließung des Suez-Kanales, wodurch es erforderlich wurde, Öl vom Persischen Golf um die Südküste Afrikas herum, statt wie zuvor durch das Mittelmeer, zu transportieren. Außerdem zeigte sich, daß die Transportkosten pro Einheit erheblich geringer waren, wenn die Tankergröße über 70 000 t stieg. Von anderen Faktoren einmal abgesehen nehmen die Kosten für Arbeitskräfte (Besatzung) nicht im selben Maße zu wie die Größe des Tankers.

Lade- und Löschiereien werden zwar oft weit draußen im Tiefwasser, wie z.B. vor Wilhelmshaven am Jadebusen, eingerichtet, dennoch ist der Tiefgang von Supertankern oft zu groß, als daß sie vollbeladen unmittelbar an die Löschiereien heranfahren könnten. In solchen Fällen muß ein Teil der Ladung in einem geschützten Tiefwasserbecken auf kleinere Schiffe umgeladen werden.

Neben Tankschiffen für Erdöl und Erdölprodukte fährt gegenwärtig auf den Meeren eine Vielzahl von Frachtern für flüssige und trockene Massengüter. Bestimmte Schiffe werden ausschließlich für den Transport eines einzigen Gutes gebaut, beispielsweise Tanker für verflüssigtes Methangas. Zur Aufnahme dieser Ladung befinden sich im Rumpf eine Anzahl

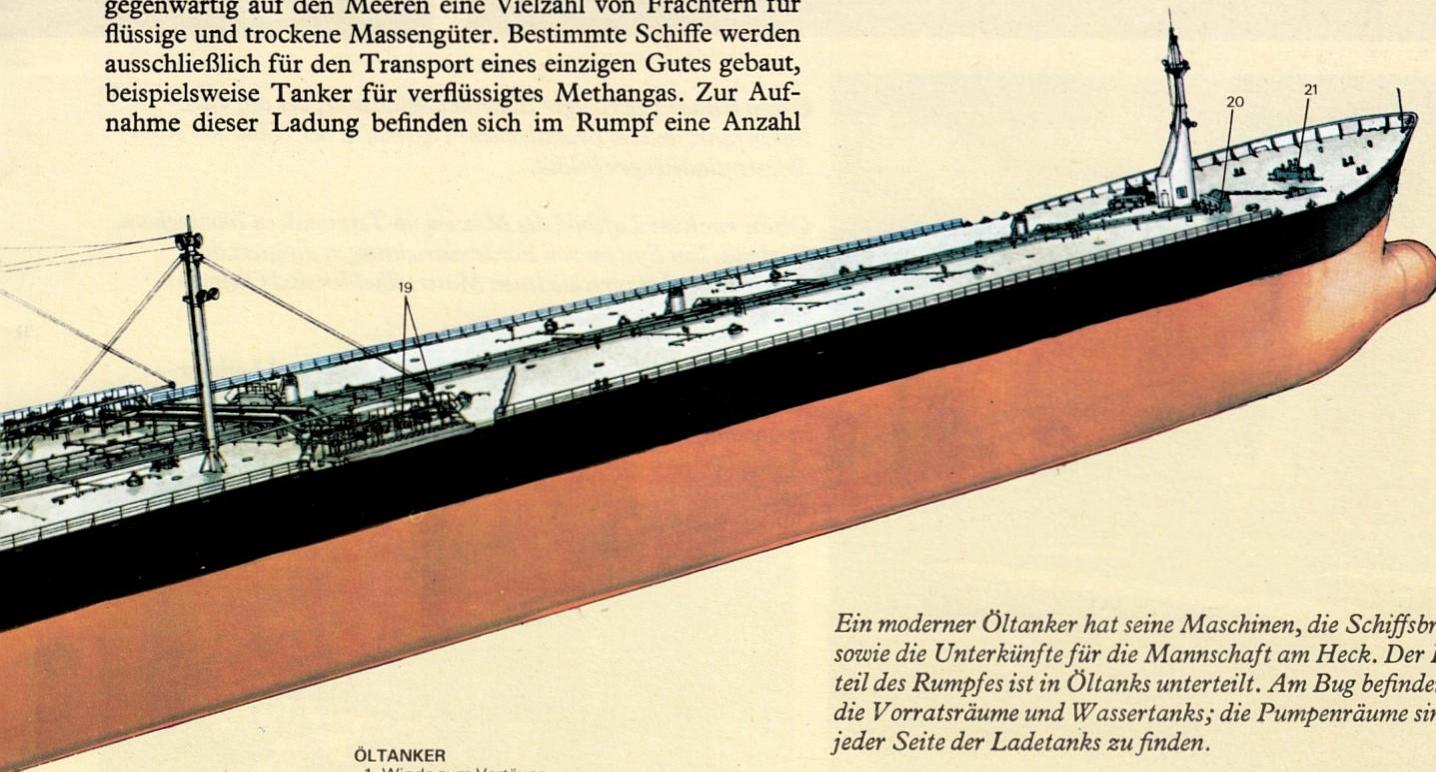
einzelner isolierter und gekühlter Gastanks. Solche Schiffe können nur zwischen bestimmten Häfen verkehren, und zwar solchen Häfen, die über die für Laden, Löschen und Lagerung der Ladung erforderlichen Einrichtungen verfügen. Die Ladefähigkeit dieser Schiffe beläuft sich im Normalfalle auf 12 000 t bis 14 000 t.

Außerdem werden in Tankern Melasse (Zuckerrohr-Rückstände zur Produktion von Spiritus, Viehfutterbeigabe, usw.), pflanzliche Öle, Waltran (auch Walöl genannt), Bitumen, verschiedene Chemikalien und Lösungsmittel sowie Wein und Natronlauge (Ätznatron) befördert. Es gibt sogar Tanker von mehr als 10 000 t Ladefähigkeit speziell zum Transport von flüssigem Phosphor.

Schiene und Straße

Wenn auch Güterwaggons aus leicht einsehbaren Gründen Größenbeschränkungen unterliegen, können heute aufgrund fortschrittlicher Trassenführung, Druckluft- und Unterdruckbremsen und gesteigerter Lokomotivleistungen größere Nutzlasten in Zügen mit größeren Waggons befördert werden. In den Vereinigten Staaten von Amerika sind Güterzüge mit einem Ladegutgewicht von 30 000 t keineswegs ungewöhnlich.

Im Vergleich zu lediglich 95 400 l bei den größten Tankwagen in Europa und Australien laufen in den USA teilweise auch Tankwagen mit einem Fassungsvermögen bis über



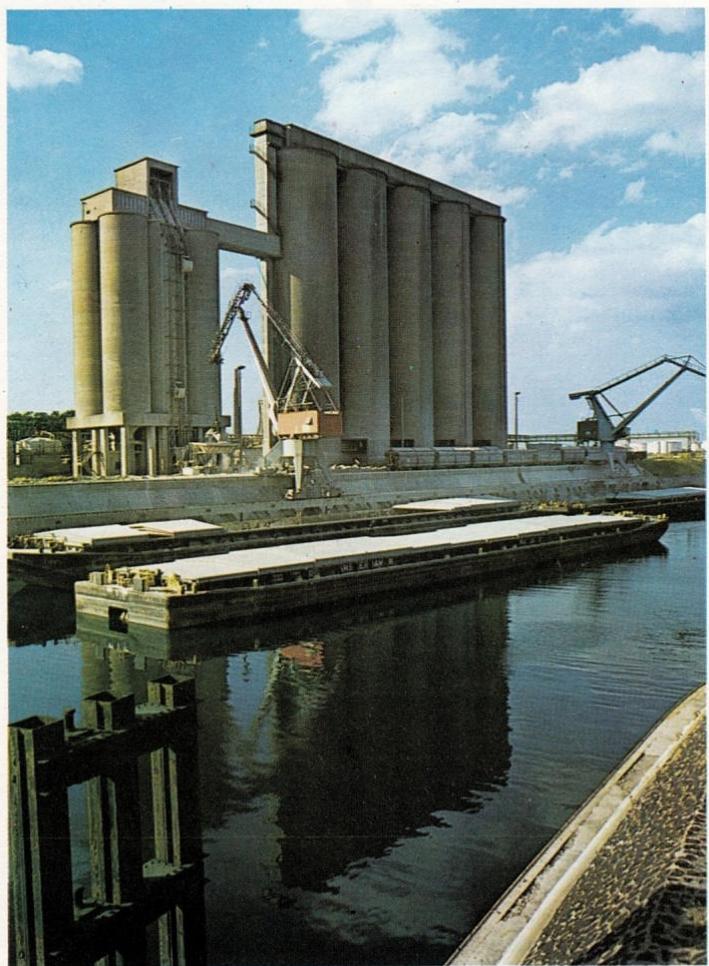
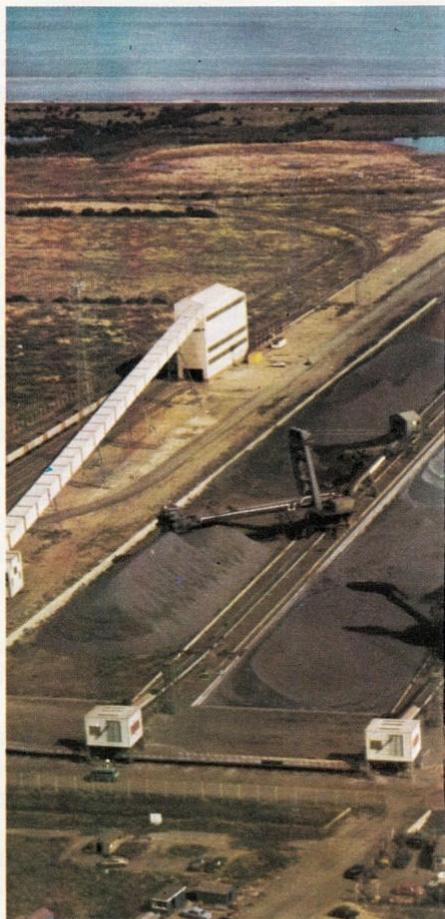
ÖLTANKER

- 1 Winde zum Vertauen
- 2 Kessel
- 3 Messe und Kabinen der Mannschaft
- 4 Radar
- 5 Maschinraum
- 6 Wasserzuflußrohre
- 7 Brücke, Funkraum und Karterraum
- 8 Heizöltanks
- 9 Ballasttank
- 10 Pumperraum
- 11 Feuerlöschturn
- 12 Feuerlöscher
- 13 Ladetank
- 14 Winde zum Vertauen
- 15 Zugang zur Tankreinigungsanlage
- 16 Tankklüsen
- 17 Dampfrohre zur Tankreinigung
- 18 Ladebäume zum Anbordziehen der Ladeschläuche
- 19 Lösch- und Lademarken
- 20 Ankerwinden
- 21 Winde zum Vertauen

Ein moderner Öltanker hat seine Maschinen, die Schiffsbrücke sowie die Unterkünfte für die Mannschaft am Heck. Der Hauptteil des Rumpfes ist in Öltanks unterteilt. Am Bug befinden sich die Vorratsräume und Wassertanks; die Pumpenräume sind auf jeder Seite der Ladetanks zu finden.

116 000 l. Der Höchstwert liegt in Afrika gegenwärtig bei etwa 61 000 l, in Brasilien und anderen Ländern Südamerikas bei rund 70 000 l.

Neben Öl und Produkten der Petrochemie befördern spezielle Tankwagen viele andere Flüssigkeiten und Chemikalien sowie pulverförmige und gekörnte Materialien wie Zement, Kalk, Mehl, Stärke und Kunststoffkügelchen. Die Entladung von Fahrzeugen mit derartigen Gütern (Staubbehälterwagen) erfolgt gewöhnlich mittels Pneumatik- oder Saughebern oder aber mittels Schwerkraftentladung durch den Boden der Tankfahrzeuge, die dann 'Selbstentladewagen' genannt werden.



Oben: Aufnahme von Getreidesilos in Godorf/Wesseling am Rhein in der Nähe von Köln. Links neben den Silos sind die Schüttkästen der Getreideheber zu erkennen, die das relativ leicht fließende Getreide wirtschaftlich befördern.

Oben links: Ein riesiger Eimerkettenförderer, der auf Gleisketten fährt und im Braunkohlen-Tagebau in der Nähe von Köln Selbstentladewagen belädt.

Oben rechts: Luftbild des Massengut-Terminals in Immingham, England. Ein System von Fördereinrichtungen dirigiert das Material zu den verschiedenen Materialhalden und Gleisan schlüssen.

Unten: Die herkömmliche Methode des Lösch- und Ladeverfahrens mittels Ladestropp, hier im Bild am Royal Albert Dock in London, England.





BARNABYS



Oben: Ein Super-Öltanker. Die Pumpen eines solchen Tankers können eine Förderleistung von 10 000 t/h haben, die das Laden oder Löschen innerhalb von 24 Stunden ermöglichen.

Für bestimmte Zwecke können die Tanks gekühlt oder beheizt sein. Beispielsweise sind in Spanien die Tankfahrzeuge für flüssigen Asphalt stark isoliert und haben Heizeinrichtungen, die die Ladung auf einer Temperatur von 250°C halten. In Eisen- und Stahlwerken wird die Metallschmelze oft von den Hochöfen und Schmelzöfen in speziell für diesen Zweck gebauten Tankwagen mit einem Fassungsvermögen

von über 250 t zu den Verarbeitungsstätten transportiert.

Zum Transport vieler fester Massengüter wie Kohle, Erz, Getreide, Holzspäne, Kalkstein und Zuschlagstoffe (bei der Metallerschmelzung verwendete Zusätze) dienen entweder die bereits beschriebenen Selbstentladewagen oder Großraumwagen für Schüttgüter.

Straßenfahrzeuge befördern die gleichen Schüttgüter wie die Bahn. Die Nutzlast von Lkws hat stark zugenommen, so daß inzwischen Sattel- oder Gliederzüge mit einer Nutzlast von 40 t bis 50 t verfügbar sind. Allerdings beschränken viele Länder die Größe der Straßen-Güterfahrzeuge wegen der allzu großen Umweltbelastung und wenden sich verstärkt dem Gütertransport auf der Schiene zu.

Förder- und Hebeeinrichtungen

Inzwischen sind immer mehr Häfen auf den Massenumschlag von Schüttgut eingestellt. Um möglichst wirtschaftlich zu arbeiten sind neben raschem Transport zügig arbeitende Lösch- und Ladeeinrichtungen von großer Bedeutung. Dies hat zur Einrichtung zahlreicher spezieller Förderanlagen geführt. Während für den Umschlag verpackter Güter Paletten, Gabelstapler, Kräne und Schlingen erforderlich sind, setzt man beim Schüttgut zwar kapitalintensivere, aber auch weit größeren Durchsatz leistende Pumpen, Kompressoren (Luftpresser), Förderbänder, Heber oder Rohrleitungen (Pipelines) ein. In Pipelines werden Flüssigkeiten und Gase transportiert. Die wichtigsten und bekanntesten sind Wasser, Rohöl, Raffinerieerzeugnisse, Erdgas und Koksgas. Pumpstationen sind in bestimmten Abständen in die Pipelines eingebaut und sorgen für den zur Beförderung des Gutes notwendigen Druck. Raffinerieerzeugnisse wie Dieselöl, Heizöl und Benzin können hintereinander durchgepumpt werden, da sie sich nur in äußerst geringem Umfang miteinander vermischen.

Die Wahl des jeweiligen Verfahrens wird von den Eigenschaften des Materials bestimmt: Fließfähigkeit, Schmirgelwirkung, Korrosionswirkung, Feuchte, Staubentwicklung, Entwicklung giftiger Gase oder leichte Verschmutzbarkeit.

Flüssigkeiten werden gewöhnlich mit bordeigenen Pumpen der Schiffe und mit in die Lastfahrzeuge integrierten Pumpen geladen und gelöscht. Ein großer Übersee-Öltanker hat Pumpen mit einer Förderleistung von 10 000 t/h, so daß bei einem sehr geringen Bedarf an Arbeitskräften ein vollständiges Laden oder Löschen innerhalb von 24 Stunden möglich ist.

Getreide beispielsweise fließt leicht. Hierdurch kann mit Hilfe moderner Anlagen, zu denen (normalerweise fest am Ufer installierte) Saugheber und nach dem Prinzip der archimedischen Schraube arbeitende Schneckenheber gehören, ein Geteidetransportschiff an einem modern ausgerüsteten Getreideterminal mit einer Förderleistung von 2 000 t/h beladen und gelöscht werden. Beim Umgang mit Schüttladungen von Getreide, Mehl und anderen körnigen oder pulverförmigen Feststoffen muß das Auftreten statischer Elektrizität sehr sorgfältig vermieden werden, weil die staubgeschwängerte Atmosphäre leicht entzündlich ist und der bei einer statischen Entladung auftretende Funke eine schwere Explosion auslösen kann.

Das Fördern und Laden von Kohle, Koks und Erz geschieht oft vollautomatisch mit Fördermengen von 4 000 t/h.

Als Stetigförderer dienen Pump-, Saug-, Blas- und Schrauben- oder Schneckenförderer, während zu den nicht-stetigen Förderereinrichtungen unter anderem Luftseilbahnen gehören, die sich von einem Bergwerk aus oft kilometerweit erstrecken und deren Loren ihren Inhalt durch Schwerkraft unmittelbar in den Laderaum eines Schiffes entladen. Weitere nicht-stetige Fördermöglichkeiten sind mit den riesigen Gleiskettenkränen gegeben, wie sie im Tagebau mit Kübeln von 60 t Ladefähigkeit oder mehr eingesetzt werden.

SCHUTZ-UND ABWEHRANLAGEN

Moderne technische Systeme wie Fernsehanlagen, Funkanlagen, Alarmschleifen mit Schwingungs- und Wärmefühlern tragen heute ebenso dazu bei, die 'totale Sicherheit' für gefährdete Komplexe zu gewährleisten, wie der althergebrachte Kontrollgang einer Wachmannschaft.

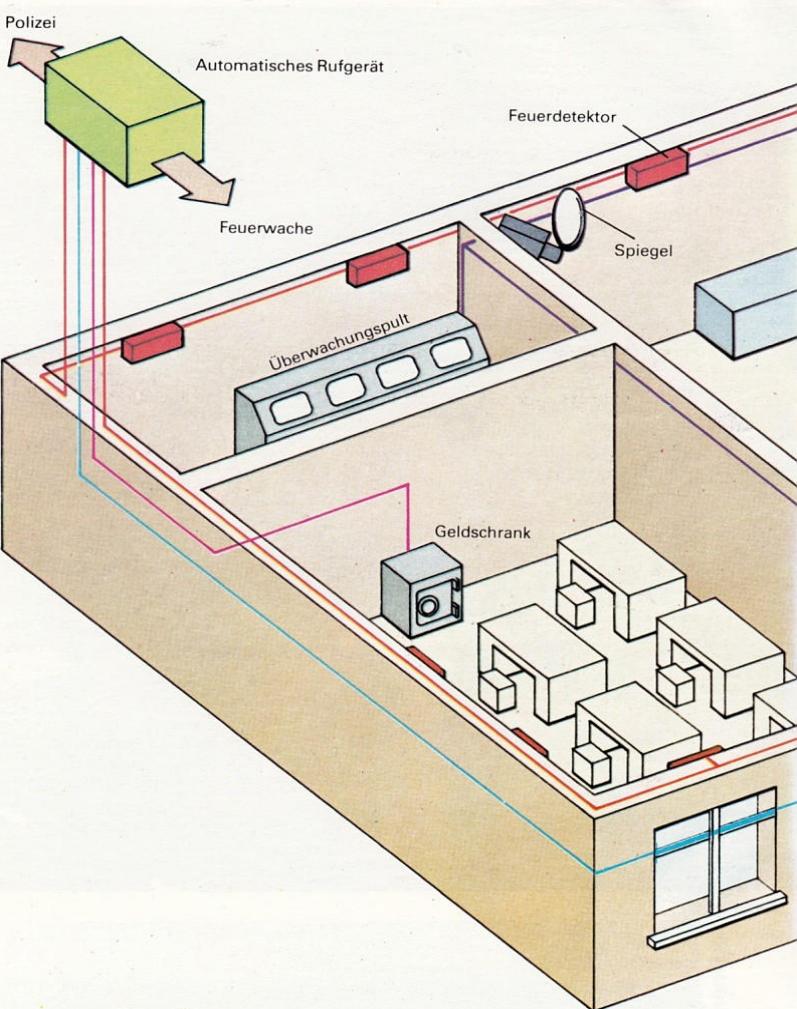
Sicherheitssysteme unterteilt man in zwei Hauptkategorien: Systeme, die dem Feuerschutz dienen und Systeme, die Schutz gegen Diebstahl von Eigentum oder Informationen gewährleisten. Zur zweiten Gruppe gehört auch der Einbruchalarm, der in dem Beitrag HAUSSECURITÄTSANLAGEN näher behandelt wurde. Beide Kategorien werden im allgemeinen als ein zusammengefaßter Komplex von Sicherheitsfirmen bearbeitet und vertrieben.

Geschichtliches

Im Jahre 1883 hat George Lush Pearson ein Patent für seine Erfindung angemeldet, die 'Alarm vermittels einer elektrischen Verbindung auslöst'. Damit war anfänglich eine sich drehende Lampe — manchmal waren es auch Glocken — gemeint, die sich außerhalb des zu schützenden Grundstückes befand. Es dauerte jedoch 40 Jahre bis Einbruchalarmanlagen allgemein eingeführt wurden. Seitdem baute man Anlagen, die z.B. auf Ultraschall, Mikrowellen, Infrarotlicht, Fernsehen, stromdurchflossene Drähte, Magnetbandaufzeichnungen, Druckrohre, Schwingungsfühler, Temperaturfühler, kapazitive Fühler, Mikrofone und eine Reihe von Schaltertypen basieren.

Moderne Sicherheitssysteme

Angesichts des großen Angebotes der heute erhältlichen Anlagen muß der Hersteller eines umfassenden Feuerschutz- und Einbruchssicherungssystems sehr genau überlegen, wo und wie die Anlage arbeiten soll, bevor er sich entscheidet,

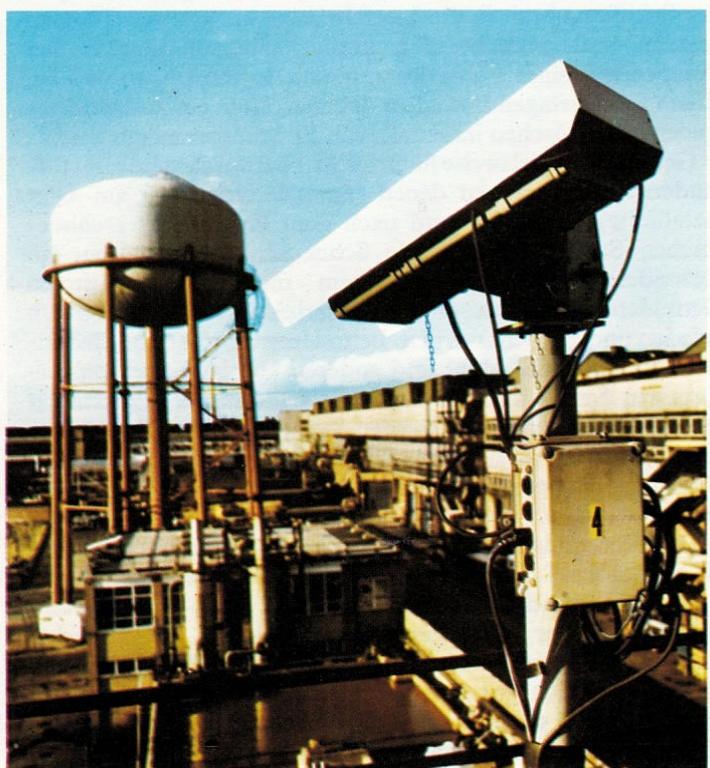


nach welchem physikalischen Prinzip (ULTRASCHALL, MIKROWELLEN usw.) das System arbeiten soll.

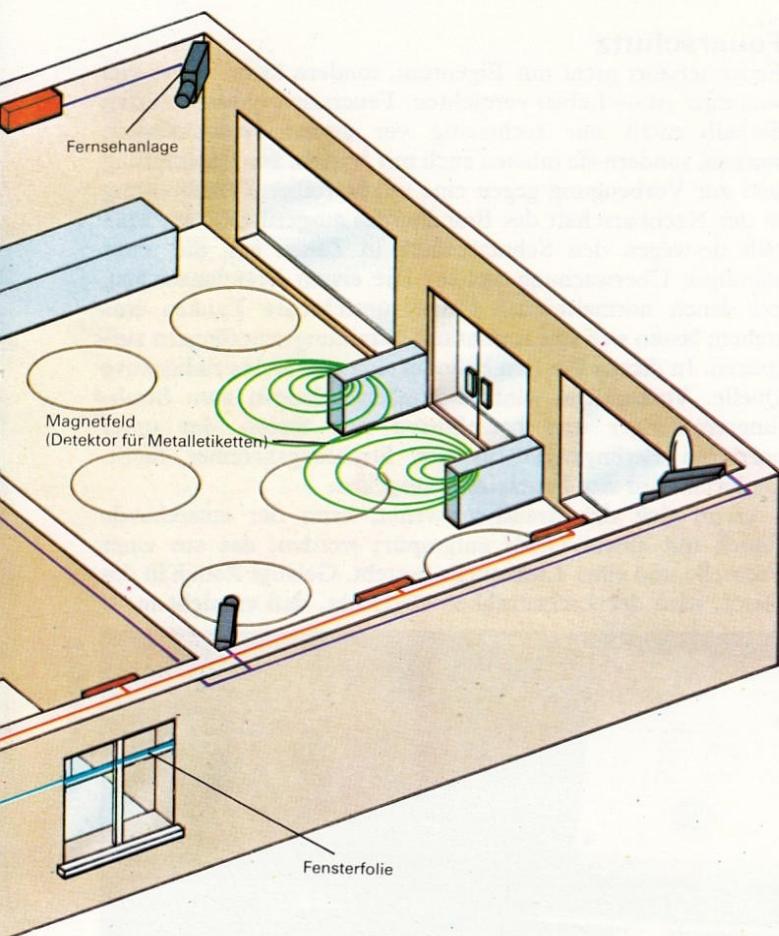
Unveränderbare Alarmanlagen baut man, um eine hörbare oder sichtbare Warnung an einen mit der Bewachung beauftragten Mitarbeiterstab abzugeben. Zur Bewachung kommen Polizisten, Feuerwehrleute oder private Überwachungsfirmen in Frage. Der Einsatz von Menschen ist ein wichtiger Bestandteil eines jeden Sicherheitssystems. Bei Geschäften, Fabriken oder Gebäuden verläßt man sich überwiegend auf Warendetektive, Kontrolleure oder Wachmannschaften. Setzt man Menschen ein, beginnt die Sicherheit der Gebäude schon dadurch, daß man bei der Auswahl der Wächter nur Leute zuläßt, an deren Redlichkeit kein Zweifel besteht.

Heute stellen alle großen Sicherheitsunternehmen uniformierte Wachleute zur Verfügung, die gut durchtrainiert und entweder nach polizeihähnlichen oder militärischen Grundsätzen organisiert sind. Diese Gesellschaften besitzen Wachhunde und verfügen zum Transport von Geld oder Wertsachen über bewehrte Fahrzeuge. Gewöhnlich besteht eine Funkverbindung zur Zentrale. Arbeiten die Wachleute innerhalb von Gebäuden, erhalten sie von der Geschäftsführung oft erweiterte Rechte, die sie ermächtigen, Büros zu durchsuchen oder Firmenangehörige zu befragen.

Die Wachgesellschaften garantieren die Durchführung regelmäßiger Kontrollgänge auf den Grundstücken, wobei die Sicherheitsanlagen so beschaffen sein können, daß das Kontrollpersonal besondere Schlüssel besitzen muß. Die Kontrollgänge finden in vorgegebenen periodischen Abständen statt. Mit Hilfe der Schlüssel werden Tonbänder codiert, die man täglich überprüft. Darüber werden Berichte angefertigt, die anschließend dem Kunden zugeschickt werden.



Oben: Eine von sechs Fernsehkameras, mit denen das Gelände einer Automobilfabrik überwacht wird.



Oben: Signale der Fernsehüberwachungsanlage werden vom Geschäftsräum zum Steuerpult geleitet. Feueralarm wird der Feuerwehr und Polizei automatisch gemeldet. Das Magnetfeld am Ausgang spürt die mit Metalletiketten versehenen Waren auf.

Überwachung von Geschäftslokalen

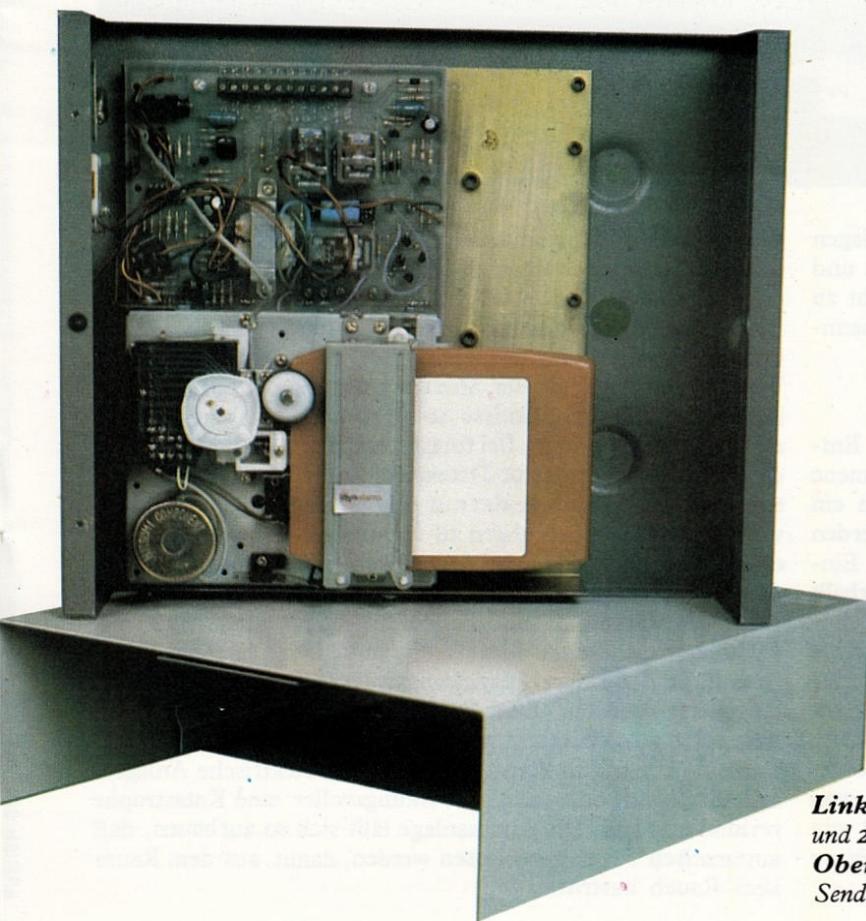
In Geschäftslokalen werden gewöhnlich Fernsehgeräte, Spiegel und Alarmschleifen so angeordnet, daß sie von einem zentral gelegenen Bereich aus das Verhalten der Kunden überwachen oder vorbeugend die Schaufensterauslagen vor Diebstahl schützen. Zusätzlich leistet jedoch der erfahrene Warenhausdetektiv unschätzbare Dienste bei der Beobachtung der Gewohnheiten potentieller Ladendiebe und bei der Überprüfung der Ehrlichkeit des Verkaufspersonals.

Ein von Warenhausdetektiven oft ausgeübter Trick ist der 'Testkauf'. Er wird von zwei Detektiven ausgeführt, die zusammenarbeiten. Beide gehen mit Waren, die sie angeblich kaufen wollen, zu einer Registrierkasse. Die Detektive notieren sich heimlich den Kassenstand vor und nach den Einkäufen, wobei sie aufmerksam alle Vorgänge im Kassenzimmer beobachten. Bemerken sie etwas Verdächtiges, weisen sie sich gegenüber dem Kassierer aus und sind in der Lage, genaue Einzelheiten der Unregelmäßigkeiten aufzudecken.

Seit längerem gibt es auch Diebstahlschutzanlagen, die voraussetzen, daß alle verkäuflichen Gegenstände mit einem Metalletikett versehen sind. Zahlt der Kunde für die Waren, muß der Verkäufer mit einem speziellen Werkzeug das Etikett entfernen. Versucht ein Dieb, die Ware mit dem Etikett aus dem Laden zu bringen, verursacht das Metalletikett eine Störung des Magnetfeldes, das von der am Geschäftsausgang installierten Schutzanlage erzeugt wird (siehe METALLDETEKTOR). Eine solche Anlage kann jedoch den Kunden in eine unangenehme Lage bringen, wenn der Verkäufer vergißt, das Etikett zu entfernen, oder wenn Metallgegenstände in der Tasche des Kunden einen Alarm auslösen.

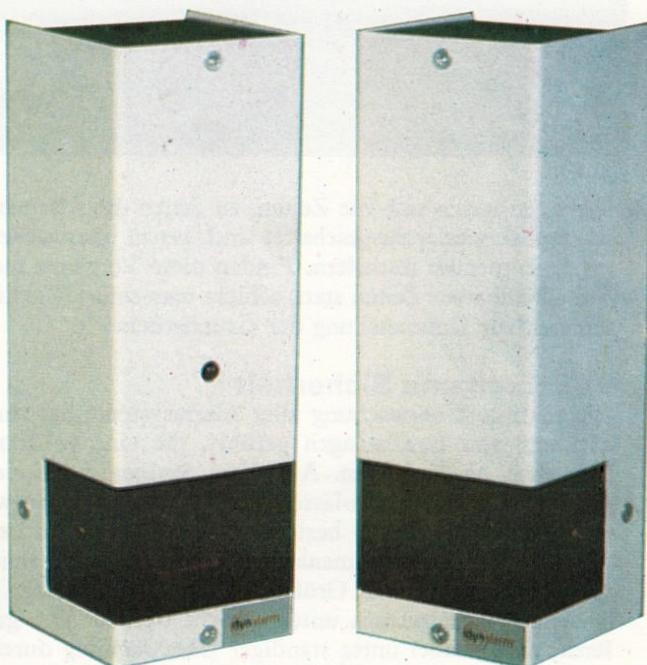
Weitergabe des Notalarms

Wird durch eine elektronische Anlage ein Eindringling oder ein Feuerausbruch festgestellt, muß sofort die Polizei oder die Feuerwehr — oftmals auch beide — alarmiert werden. Dies läßt sich mit einer automatischen Wähleinrichtung oder einer



Links: Ferngesteuertes Kontrollgerät mit Außenalarmaneinheit und 2-Zonen-Kontrollbereich.

Oben: Diese Alarmanlage ist mit einem Infrarotstrahlensender und -Empfänger ausgerüstet.



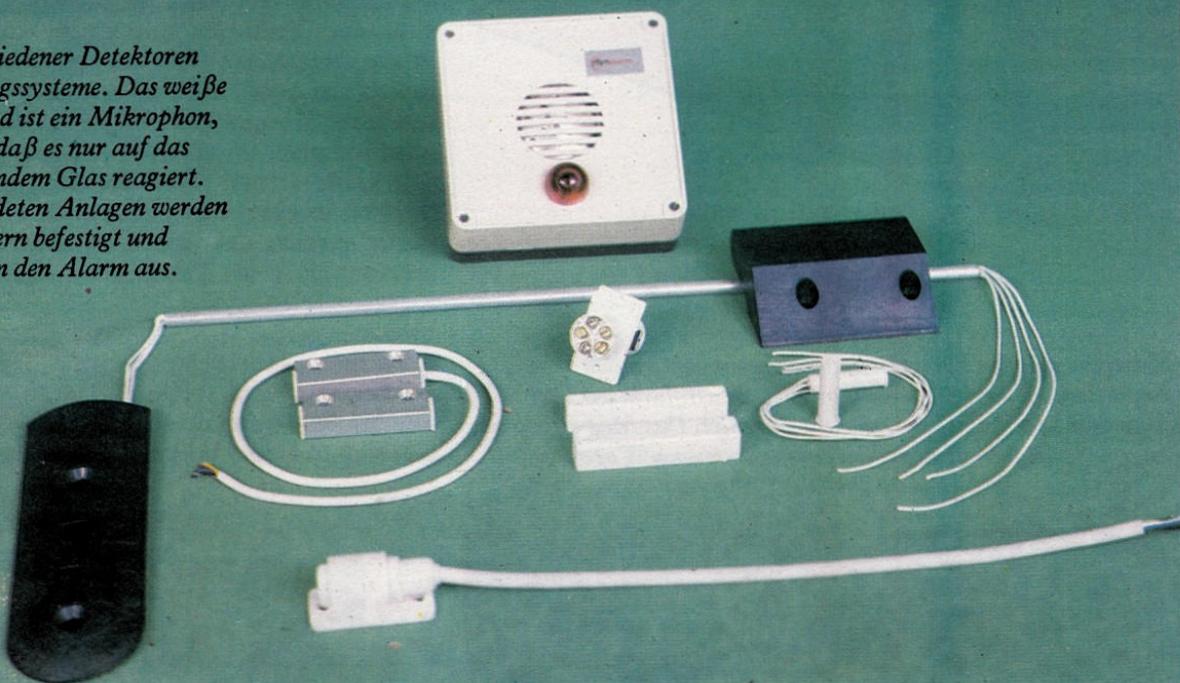
direkten Verbindung zur Polizei- und Feuerwache erreichen. Allerdings stieg bei den Polizeistationen in letzter Zeit die Zahl der Alarmanlagen in solchem Maße an, daß sich die Polizisten schon für ihre Abschaffung ausgesprochen haben. Einige Polizeiwachen fielen Umorganisationssplänen zum Opfer; viele sind nur zwölf Stunden täglich besetzt. Aus diesen Gründen hat man Alarmsysteme gebaut, bei denen mehrere Grundstücke über ein einziges Postkabel abgesichert werden. Das Kabel wird zu einer Zentralstation geführt, die von Angestellten einer Wachgesellschaft besetzt gehalten wird. Zusammengefaßte Gruppen von Alarmanlagen werden zu einer Sammelanlage geführt, die das Kabel überwacht; jede Alarmmeldung läuft durch die Anlage. Die Signale leitet man danach entweder zu einer anderen Sammelstelle oder sie gelangen direkt zur Zentralstation. Die Überwachungseinrichtung untersucht ständig elektronisch die Alarmverbindungen, um sicherzustellen, daß die Fernleitung und ihre Schnittstellen einwandfrei arbeiten. Von der Zentralstation gelangen die Meldungen sofort entweder zu einer besetzten gehaltenen Polizeiwache oder zur Feuerwache. Mit solchen

Feuerschutz

Feuer zerstört nicht nur Eigentum, sondern kann — was viel wichtiger ist — Leben vernichten. Feueralarmsysteme dürfen deshalb nicht nur rechtzeitig vor einem Feuerausbruch warnen, sondern sie müssen auch mit Mitteln zur Bekämpfung und zur Vorbeugung gegen eine unkontrollierte Ausbreitung in der Nachbarschaft des Brandherdes ausgerüstet sein. Man teilt deswegen den Schutzbereich in Zonen ein, die unter ständiger Überwachung stehen. Die ersten Brandanzeichen, bei denen normalerweise kleine, unsichtbare Funken entstehen, lassen sich mit Ionisations-Strahlungsempfängern aufspüren. In diesen Geräten befindet sich eine kleine radioaktive Quelle. Vorhandene winzige Funken gelangen zum Strahlungsempfänger und beeinflussen den Strom, der unter normalen Bedingungen in der Strahlungskammer fließt. Dadurch wird der Feueralarm ausgelöst.

Wenn sich der Brand ausweitet, kann der entstehende Rauch mit einem Gerät aufgespürt werden, das aus einer Fotozelle und einer Lichtquelle besteht. Gelangt Rauch in das Gerät, wird der Lichtstrahl so abgelenkt, daß er nicht mehr

Eine Auswahl verschiedener Detektoren für Einbruchssicherungssysteme. Das weiße Gerät im Hintergrund ist ein Mikrofon, das so eingestellt ist, daß es nur auf das Geräusch von brechendem Glas reagiert. Alle anderen abgebildeten Anlagen werden an Türen oder Fenstern befestigt und lösen bei deren Öffnen den Alarm aus.



DYNALARM

Systemen lassen sich die Zeiten, zu denen die Alarmanlagen eingeschaltet oder ausgeschaltet sind, genau überwachen und auf Dokumenten festhalten. Finden diese Vorgänge nicht zu den vereinbarten Zeiten statt, schickt man sofort Wachmannschaften zur Untersuchung der Grundstücke.

Vollkommene Sicherheit

Die zentrale Überwachung aller Alarmsysteme hat zur Entwicklung von Großanlagen geführt, die eine vollkommene Sicherheit gewährleisten. Auf diese Systeme kann sich ein ganzes Stadtzentrum verlassen; die Schutzfunktionen werden schon im Baustadium berücksichtigt. Herkömmliche Einbruch- und Feueralarmanlagen können überall innerhalb eines Komplexes in der Größenordnung von mehreren Zehntausend Quadratmetern untergebracht werden. Der gesamte Bezirk steht dabei unter ständiger Überwachung durch eine pausenlos besetzte Sicherheitszentrale. Fernsehanlagen und Kontrollgänge des Wachpersonals dienen einer zusätzlichen Erhöhung der Sicherheit. Zum wirksamen Feuerschutz gehören automatische Wasserberieselungsanlagen, von Hand auszulösende Glasbruchalarmmeldeanlagen und ein Rauchüberwachungssystem. Eine Zentralstation kann bis zu 166 verschiedene Ortschaften beobachten.

die Fotozelle trifft, wodurch ein Alarm ausgelöst wird.

Temperaturänderungen lassen sich mit Bimetallstreifen erfassen. Dies sind zwei innig miteinander verbundene Metallstreifen, die unterschiedliche, materialspezifische Ausdehnungskoeffizienten besitzen. Bei einer vorbestimmten Temperatur biegt sich der Streifen aufgrund der unterschiedlichen Dehnungsverhältnisse so stark auf, daß eine Alarmmeldung erfolgen kann. Bei fortgeschrittenen Bränden werden die Flammen von Infrarot-Detektoren aufgespürt. Gewöhnlich reagieren diese Alarrrmelder nur auf das Flackern der Flamme, um falsche Alarmmeldungen zu verhindern. Infrarotstrahlung entsteht nämlich schon bei jedem heißen Ofen oder anderen normalen Heizquellen.

Es gibt Steuerungen, die so aufgebaut sind, daß die Meldung irgendeines Alarms ein automatisches System so beeinflußt, daß sofort die wirkungsvollsten Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Das System entscheidet, ob Wasser eingesetzt werden muß, wenn die Alarmmeldung aus einem Gebäude kommt, in dem Computer bzw. elektrische Anlagen installiert sind, oder ob Gas wirkungsvoller eine Katastrophe verhindern kann. Die Alarmanlage läßt sich so aufbauen, daß automatisch Türen geschlossen werden, damit aus dem Raum kein Rauch austritt.

SCHWEFEL

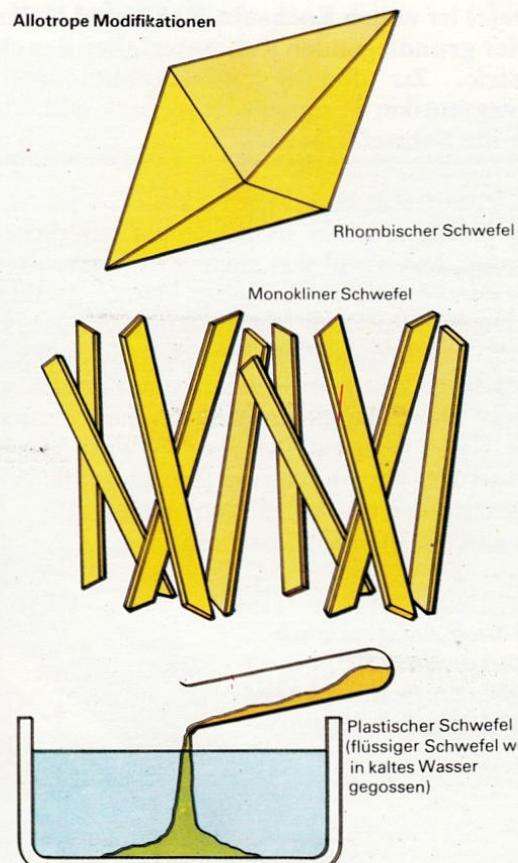
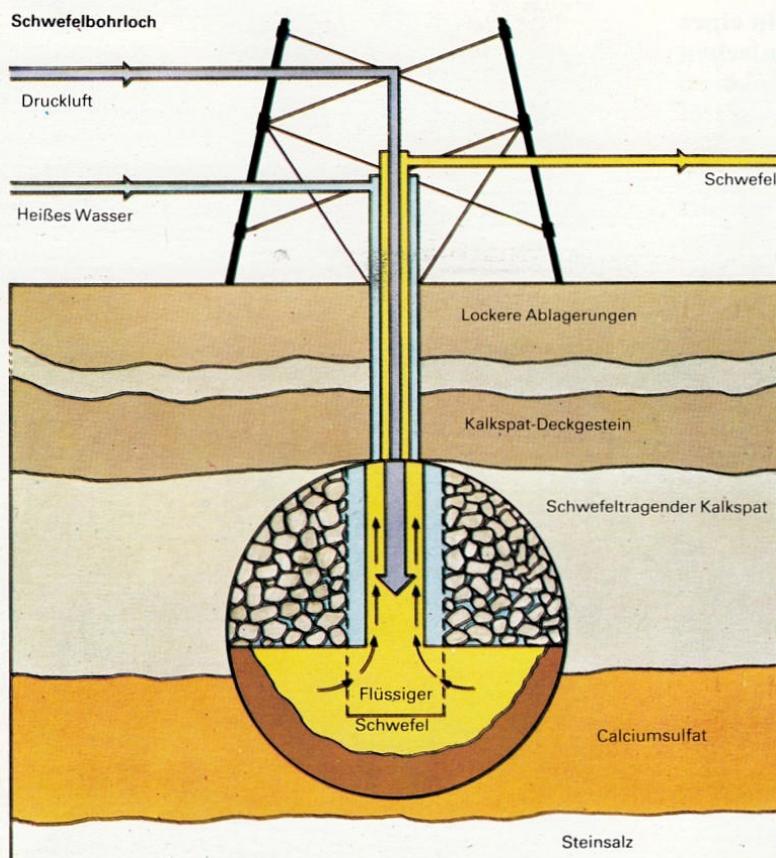
Schwefel ist neben Kochsalz, Kohle und Kalkstein eines der vier grundlegenden Rohmaterialien der chemischen Industrie. Zu den Schwefelverbindungen gehören Pharmazeutika, Fungizide, Räucher- und Bleichmittel sowie die Schwefelsäure.

Schwefel mit dem chemischen Zeichen S ist schon seit der Antike bekannt. Da er in Sizilien in natürlichem Zustand vorhanden war, stand den alten Mittelmeervölkern ein ausreichender Vorrat zur Verfügung. Homer erwähnte seine für die Medizin nützlichen Eigenschaften um 900 v. Chr. Die Dämpfe von brennendem Schwefel (Schwefeldioxid, SO₂) wurden lange Zeit zum Bleichen von Textilien und zur allgemeinen Desinfektion durch Ausräuchern verwendet.

Der Name kann auf das Sanskrit-Wort 'sulveni' zurückgeführt werden, das die Grundlage für das lateinische Wort 'Sulphurium' bildet. Im Englischen ist er auch als 'brimstone'

Die in dieser Anlage jährlich gewonnenen 340 000 t Schwefelsäure finden vielseitige Verwendungsmöglichkeiten.



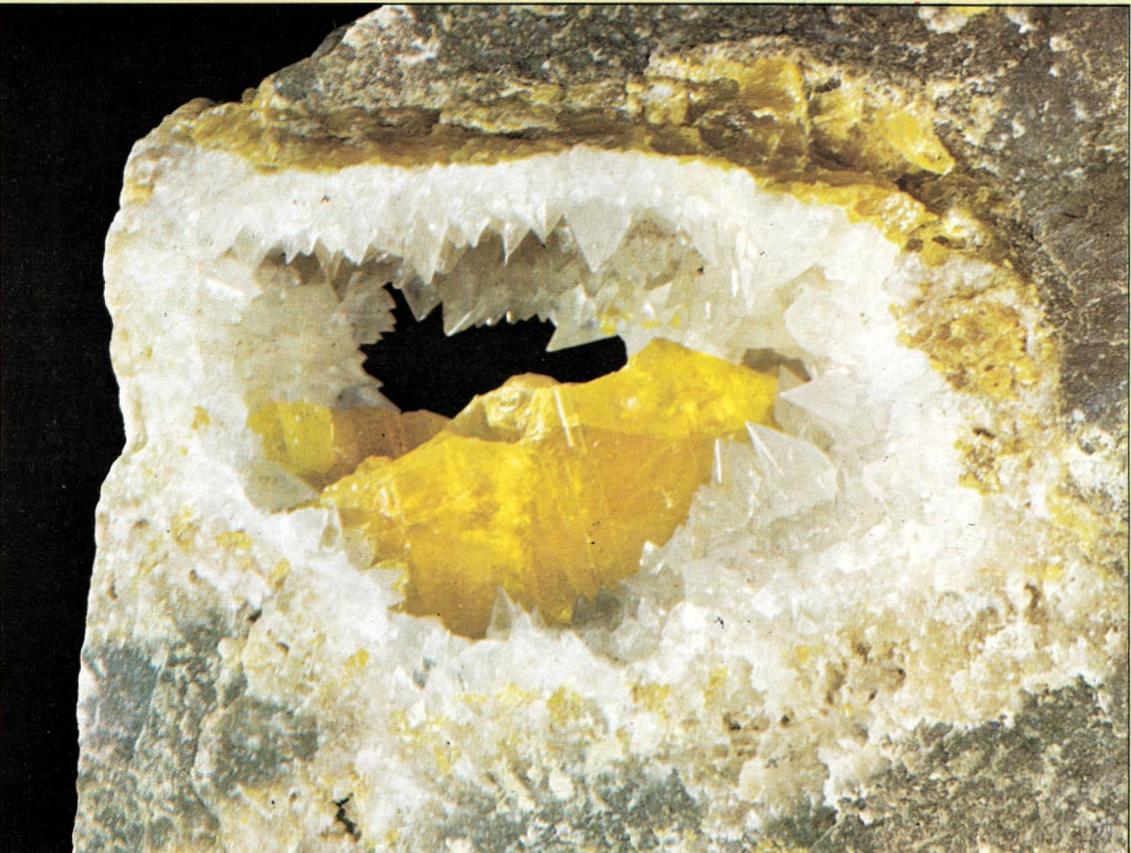


bekannt, was von dem deutschen Wort 'Brennstein' hergeleitet ist und soviel wie 'brennender Stein' bedeutet. Für den Alchimisten war Schwefel neben Quecksilber ein wesentlicher Bestandteil aller Metalle. Erst seit den Arbeiten von Lavoisier im späten 18. Jahrhundert wird es als ein chemisches Element im modernen Sinne klassifiziert.

Physikalische Eigenschaften

Im Periodensystem (einer Tabelle, in der die Elemente entsprechend ihrer Atomgewichte angeordnet sind — siehe CHEMIE) befindet sich Schwefel fast am Ende der dritten Periode. Dementsprechend ist es ein Nichtmetall und gegen Wärme und Elektrizität ein guter Isolator. Bei Zimmertemperatur ist er ein gelber kristalliner Festkörper, der geschmackfrei und geruchlos ist. Es gibt zwei grundlegende kristalline Formen oder allotrope Modifikationen; die stabileren von beiden, die als Alphaschwefel (α -Schwefel) bekannt ist, hat eine orthorhomatische Kristallstruktur und schmilzt bei 113°C . Bei über 95°C wandelt sich α -Schwefel in Betaschwefel (β -Schwefel) um. Betaschwefel hat eine monokline Kristallstruktur und schmilzt bei 119°C . Der Übergang von der einen zur anderen Form findet recht langsam statt, so daß ein α -Schwefel, der schnell erhitzt wird, schon schmilzt, bevor sich überhaupt ein β -Schwefel bilden kann. Ähnlich ist es, wenn die Betaform aus der Schmelze kristallisiert wird oder wenn α -Schwefel zwischen 95°C und 113°C gehalten und anschließend schnell auf Zimmertemperatur abgekühlt wird. Denn dann werden die monoklinen Kristalle von β -Schwefel in einem metastabilen (scheinbar stabilen) Zustand gehalten; in einem Zeitraum von etwa einem Tag verwandeln sie sich jedoch in die Alphaform. Kristalle der Alphaform können aber direkt durch Kristallisation aus einer Lösung von Schwefel in Schwefelkohlenstoff (CS_2) hergestellt werden.





Ganz links: Graphische Darstellung der Schwefelgewinnung aus einer schwefeltragenden Formation nach dem Frasch-Verfahren. Im äußeren Rohr nach unten geleitetes, überhitztes Wasser schmilzt den Schwefel, der mit Hilfe von Luft, die im mittleren Rohr nach unten geblasen wird, zur Oberfläche gelangt. Die Formation liegt gewöhnlich etwa 200 m unter der Erdoberfläche.

Schwefel kommt in mehreren allotropen Modifikationen vor — am häufigsten rhombenförmig als ein natürliches Mineral im Kalkspat, wie im Bild links. Wenn heißer flüssiger Schwefel in Wasser gegossen wird, entsteht plastischer Schwefel (linke Seite unten).

Schwefelblüte (Mitte) ist ein Beispiel für amorphen, nichtkristallinen Schwefel; monokliner Schwefel (darunter) ist bei über 95°C die stabilste kristalline Form des Elementes.

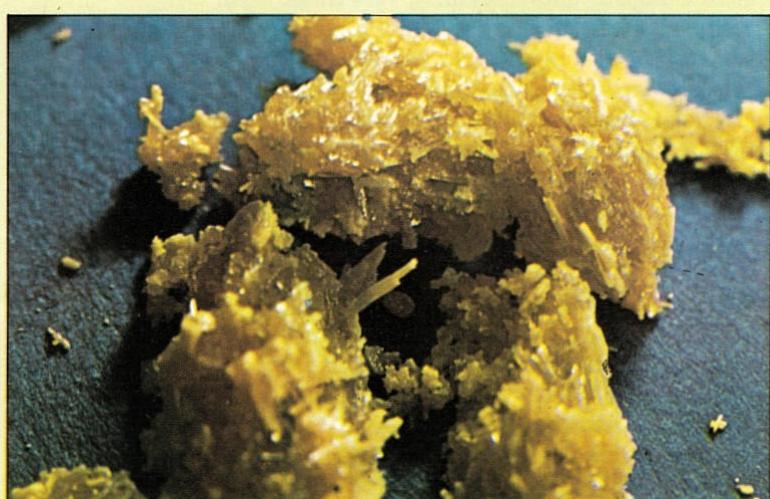


verwandelt er sich in die kristalline α -Form. Andere Arten von nichtkristallinem Schwefel, die im allgemeinen als amorpher Schwefel bekannt sind, können durch die Einwirkung von Licht auf Lösungen von Schwefel in Schwefelkohlenstoff oder durch verschiedene Reaktionen, die den Schwefel aus Lösungen seiner Verbindungen ausfällen, gebildet werden. Durch Sublimation (unmittelbarer Übergang von festem in gasförmigen Zustand) hergestellte Schwefelblüte besteht zu einem Teil aus der amorphen Form, die abgetrennt werden kann, indem man den kristallinen Bestandteil herauslöst.

Vorkommen und Gewinnung

Das Vorkommen von Bergschwefel (ungebundener Schwefel und keine schwefelhaltige Verbindung) steht im Zusammenhang mit Gebieten, wo vulkanische Tätigkeit zu verzeichnen ist. Die Ablagerungen in Sizilien enthalten etwa 20% Schwefel, der durch Verbrennen des Gesteins mit einer begrenzten Luftzufuhr in Brennöfen gewonnen wird. Der Teil des bereits verbrannten Schwefels liefert Wärme, um den Rest herauszuschmelzen, wobei es billiger ist, den Schwefel selbst als Brennstoff zu verwenden anstatt Kohle oder Öl zu importieren. Die Brennöfen werden normalerweise in Gruppen betrieben, um somit den Wärmebedarf zu reduzieren und den Schwefelverlust auf einem Minimum zu halten.

Die extensiven Lagerstätten in Amerika und Mexiko liegen im Durchschnitt etwa 200 Meter unter der Erdoberfläche und können nicht nach herkömmlichen Verfahren abgebaut werden. Statt dessen wird der Schwefel nach einer von Hermann Frasch (1851 bis 1914) erfundenen Methode an die Oberfläche gebracht. Mit drei konzentrischen Rohren wird eine Bohrung in die Schwefel tragenden Schichten niedergebracht und überhitztes, unter Druck stehendes Wasser von 180°C in dem äußeren Rohr nach unten geleitet. Dieses schmilzt den Schwefel aus dem Gestein in der Umgebung der Bohrlochsohle heraus. Der geschmolzene Schwefel wird mit Hilfe von Druckluft durch das mittlere Rohr als eine Art von Schaum an die Oberfläche gedrückt. Er wird in große Gefäße geleitet, wo er sich verfestigt. Seine Reinheit ist größer als 99%, und er ist zum sofortigen Verbrauch geeignet.



Plastischer Schwefel wird erzeugt, indem man flüssigen Schwefel, der fast den Siedepunkt erreicht hat, in kaltes Wasser gießt. Er ist nichtkristallin, wobei er eine unterkühlte Form der viskosen Schmelze ist; wenn man ihn stehenlässt,



Erdgas ist eine ergiebige Quelle für Schwefel in Form von Schwefelwasserstoff (H_2S). In den Erdgasfeldern Frankreichs, der USA und Kanadas wird ein ganz beträchtlicher Teil des gesamten Bedarfes der Welt gewonnen. Der Schwefelwasserstoff wird teilweise verbrannt, um Schwefeldioxid (SO_2) herzustellen, das sich dann unter Bildung von Schwefel und Wasser mit dem Rest des Schwefelwasserstoffes verbindet.

Schwefel wird aus Schwefeldioxid zurückgewonnen, das in Abgasen von Hüttenprozessen, wie z.B. der Reduktion von sulfidischen Erzen, und auch in Abgasen von Kraftwerksofen, die schwefelhaltige Kohle verbrennen, vorhanden ist. Normalerweise wird das Schwefeldioxid durch Absorption in Lösungen von Chemikalien, wie z.B. basischem Aluminiumsulfat, angereichert und dann durch weißglühenden Koks zu Schwefel reduziert.

Schwefelverbindungen

Die gebräuchlichste schwefelhaltige Verbindung ist Schwefelsäure (H_2SO_4), von der sich die Sulfate, d.h. die das Ion SO_4^{2-} enthaltenden Salze, ableiten. Sie wird aus Schwefeldioxid hergestellt (siehe SÄUREHERSTELLUNG); aus diesem Grund werden etwa 85% des gesamten hergestellten Schwefels verbrannt, um das Dioxid zu erzeugen.

Auf den ersten Blick könnte es nun so aussehen, als ob die sorgfältige Oxidation des in Erdgas vorhandenen Schwefelwasserstoffs zur Herstellung von Schwefel, und nicht von Schwefeldioxid (siehe oben), ziemlich sinnlos ist. Elementarer Schwefel ist jedoch viel leichter zu handhaben und billiger zu transportieren als Schwefeldioxid (bei Zimmertemperatur ein Gas mit stechendem Geruch). Schwefeldioxid wird auch als Kühlmittel verwendet, des weiteren als Bleichmittel in Anwendungsbereichen, wo die stärkere Wirkung von Chlor unerwünscht ist, und für die Nahrungsmittelkonservierung. Es wird auch in großen Mengen in der Papierindustrie verbraucht.

Oben: In dieser Erdgasaufbereitungsanlage der NEAG III in Sulingen (Niedersachsen) werden bei der Schwefelentziehung von Erdgas täglich etwa 700 t Schwefel gewonnen.

Schwefelwasserstoff (H_2S), ein giftiges Gas mit dem Geruch von verfaulten Eiern, ist bei der chemischen Analyse von Bedeutung und kann ganz einfach durch die Einwirkung einer Säure auf ein Sulphid hergestellt werden.

Schwefel reagiert bei hohen Temperaturen mit Kohlenstoff und bildet Schwefelkohlenstoff, eine Flüssigkeit, die bei der Herstellung von Kunstseide aus Zellulose nach dem Visko- seerverfahren und bei der Herstellung von Stickstofftetrasulphid, einem Fungizid und Insektizid, verwendet wird.

Schwefel ist das bei der Vulkanisation von Gummi verwendete Vernetzungsmittel. Bei diesem Verfahren werden auch aromatische Schwefelverbindungen als Beschleuniger verwendet. Viele wichtige Antibiotika, besonders die Penicilline, die Kephalosporine und die Sulfonamide, sind schwefelhaltige Verbindungen. Schwefel ist auch ein Bestandteil einer Reihe von schnelltrocknenden Zementen.

Schwefel und schwefelhaltige Verbindungen sind in geringen Mengen in den meisten Fossilbrennstoffen vorhanden. Während der Verbrennung des Brennstoffes werden sie in Schwefeldioxid, einer der größeren Luftverschmutzer, umgewandelt. Das Problem besteht darin, daß sich Schwefeldioxid sehr leicht in Wasser löst, wobei schweflige Säure (H_2SO_3) entsteht, die zwar nur eine schwache Säure ist, aber mit der Zeit das Steinmaterial an Gebäuden angreift und eine ungünstige Wirkung auf Tiere und Pflanzen (insbesondere Flechten) hat. Die Schwefeldioxidverunreinigung kann drastisch reduziert werden, indem man entweder Schwefel aus dem ursprünglichen Brennstoff entfernt oder ihn aus den Abgasen des jeweiligen Prozesses absorbiert; dies verteuert jedoch das Verfahren erheblich.

SCHWEISSEN

In allen Zweigen der metallverarbeitenden Industrie werden Schweißverfahren angewendet. Schweißverbindungen findet man ebenso an Schiffen und Brücken wie an Öl-Pipelines oder häuslichen Installationen.

Unter Schweißen versteht man die unlösbare Verbindung von Metallteilen unter Einwirkung von Wärme, Druck oder einer Kombination aus beiden. Frühe Zeugnisse dieser Technik sind ein dem ägyptischen König Tut-ench-Amun gehörender feuergeschweißter Helm (etwa 1350 v. Chr.) und ein hammergeschweißtes Goldblech aus Irland (um 1000 v. Chr.). Ein frühes Beispiel für eine Werkstoffverbindung durch 'Hartlöten', ein dem Schweißen ähnliches Verfahren, ist eine verzierte Kupferplatte, die vor 3000 v. Chr. in Mesopotamien hergestellt wurde.

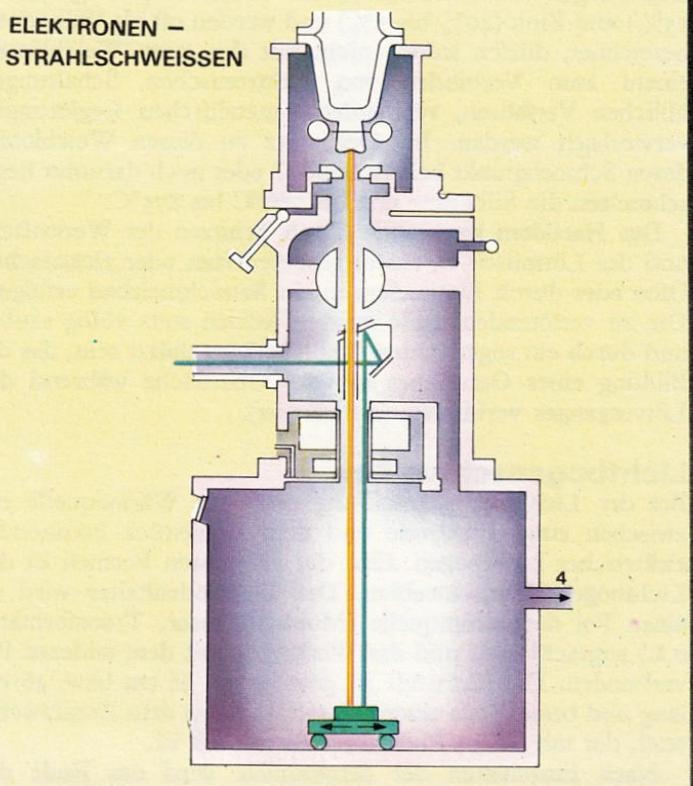
Gasschweißen

Beim Gasschmelzschweißen werden die Werkstücke durch Aufschmelzen des Grundwerkstoffes im Bereich der Schweißstelle miteinander verbunden, zumeist unter Verwendung eines Zusatzwerkstoffes (Schweißstab, Schweißdraht). Als Wärmequelle dienen mit Brenngas-Sauerstoff-Flammen arbeitende Schweißbrenner. Sauerstoff und Brenngas (Acetylen, Propan) werden dem Schweißbrenner aus getrennten Gasflaschen zugeführt; die erreichten Flammentemperaturen liegen bei bis zu 3000°C.

Hartlöten

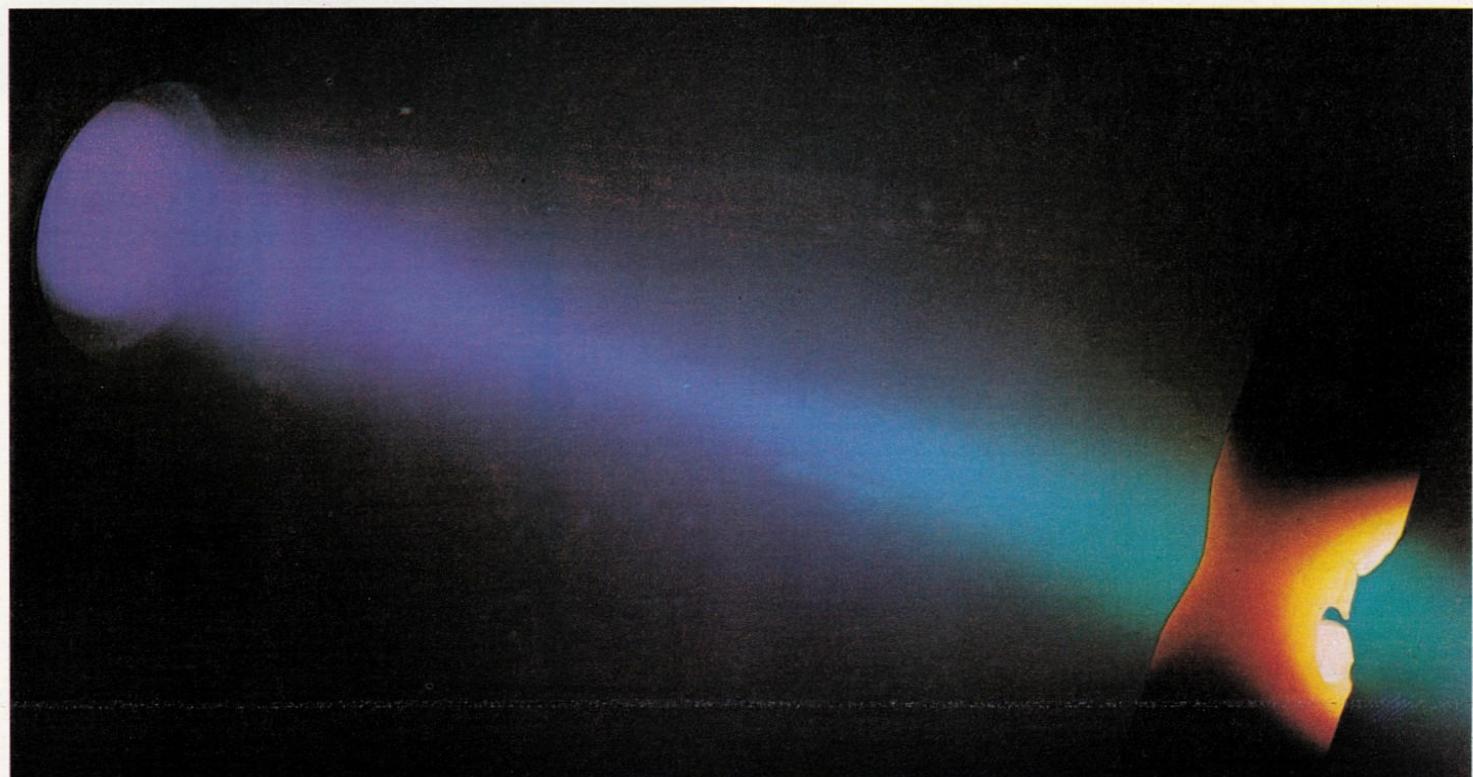
Beim Hartlöten, einem Verfahren, bei dem die zu verbindenden Metallstücke auf über 400°C erhitzt werden und ein eisenfreier Zusatzwerkstoff, das Hartlot, als Bindemittel dient, werden ebenfalls Acetylen-Sauerstoff-Brenner verwendet. Die Hartlote schmelzen bei niedrigeren Temperaturen als die zu verlötzenden Teile und sorgen nach Wiedererstarrung für eine feste Verbindung.

Eines der gängigsten Verfahren, das Hartlöten mit Silberlegierungen, gelangt in der Silberwarenindustrie und überall dort zum Einsatz, wo hohe Widerstandsfähigkeit und Stoßfestigkeit gefordert werden. Die verwendeten Hartlote bestehen aus



Oben: Elektronenstrahl-Schweißvorrichtung. Elektronen aus einer Elektronenkanone (1) laufen durch ein Fokussiersystem (3) und treffen auf ein Werkstück, das auf einem Rollwagen mit Servosteuerung befestigt ist (5). Die Kammer ist an der Seite an ein Vakuumsystem angeschlossen (4). Entsprechend angebrachte Spiegel (2) gestatten eine Beobachtung des Werkstückes von außen.

Unten: Beim Elektronenstrahlschweißen, das vorwiegend in Vakuumkammern erfolgt, wird die in einem Elektronenstrahlbündel gespeicherte Energie zur Erzeugung der zum Schmelzen des Metalls erforderlichen Wärme verwendet. Das Bild zeigt einen 25-kW-Elektronenstrahl, der durch ein 3,8 cm dickes Rohr aus rostfreiem Stahl geschickt wird.



Legierungen von Silber (10% bis 80%), Kupfer (50% bis 15%) und Zink (40% bis 5%) und werden oft als 'Silberlote' bezeichnet, dürfen jedoch nicht mit den zum 'Weichlöten', einem zum Verbinden von elektronischen Schaltungen üblichen Verfahren, verwendeten metallischen Legierungen verwechselt werden. Im Gegensatz zu diesen Weichloten, deren Schmelzpunkt bei etwa 200°C oder noch darunter liegt, schmelzen die Silberlote erst bei 700°C bis 875°C.

Das Hartlöten kann auch durch Erhitzen der Werkstücke und des Lötmittels in einem gasbefeuerten oder elektrischen Ofen oder durch Eintauchen in ein Salzschmelzbad erfolgen. Die zu verlötzenden Teile müssen jedoch stets völlig sauber und durch ein sogenanntes Flußmittel geschützt sein, das die Bildung eines Oxidfilmes auf der Oberfläche während des Lötverganges verhindert (z.B. Borax).

Lichtbogenschweißen

Bei der Lichtbogenschweißung dient als Wärmequelle ein zwischen einer Elektrode und dem Werkstück brennender elektrischer Lichtbogen. Eine der gängigsten Formen ist das Lichtbogen-Handschweißen. Der Elektrodenhalter wird an einen Pol der Stromquelle (Motorgenerator, Transistor o.ä.) angeschlossen und das Werkstück mit dem anderen Pol verbunden. Die Elektrode ist gewöhnlich 36 cm bzw. 46 cm lang und besteht aus einem Metalldraht aus dem Zusatzwerkstoff, der mit einem Flußmittel ummantelt ist.

Nach Einschalten der Stromquelle wird das Ende der Elektrode zum Werkstück geführt. Dabei bildet sich ein heißer elektrischer Lichtbogen, der den Grundwerkstoff an der Schweißstelle und die Spitze der Elektrode erwärmt. Das



Oben: Vier bedeutende Schweißverfahren: Gasschmelz-, Unterpulver-, Plasma- und Laserstrahlschweißen.

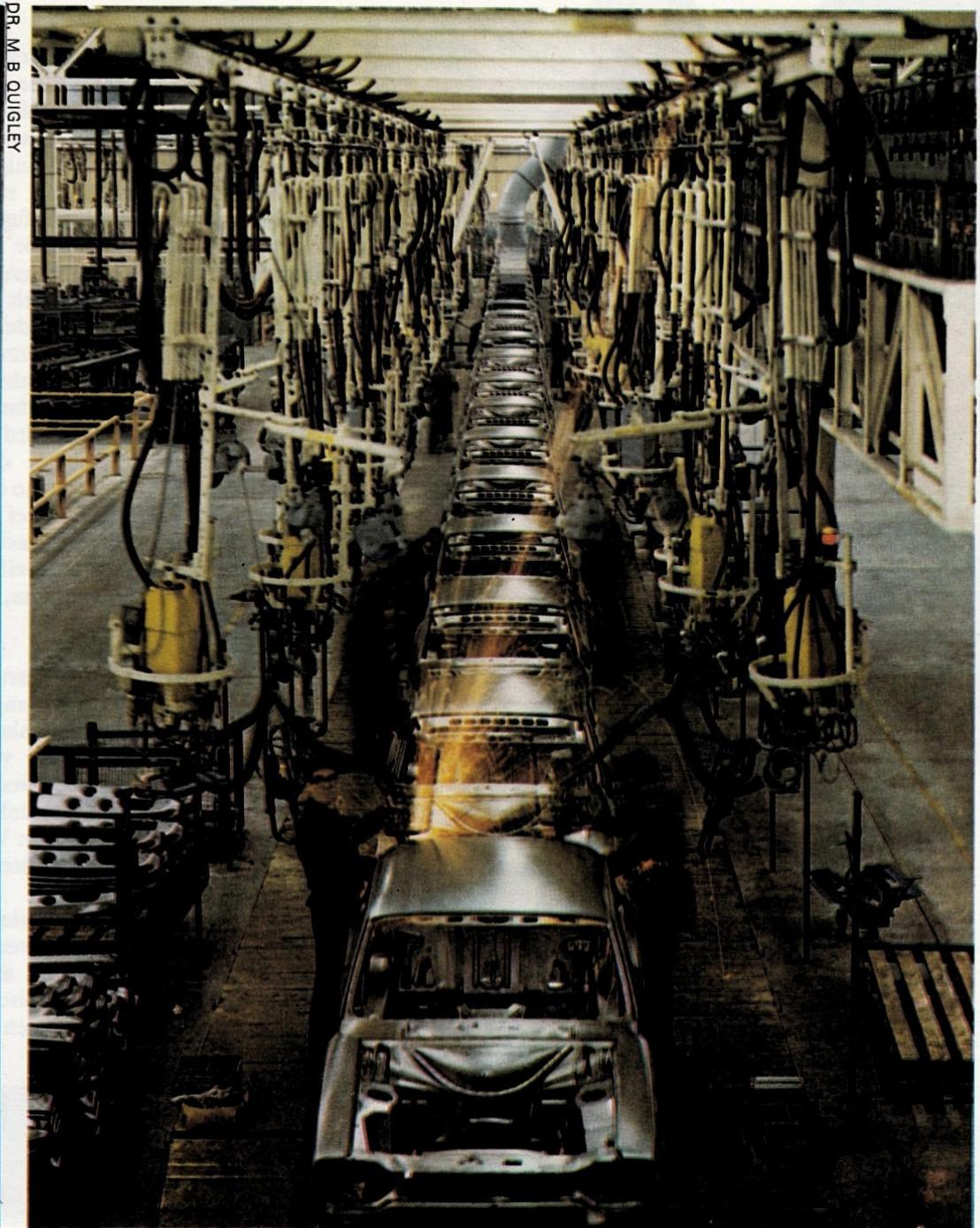


Oben: Uneingeschränkter Argonlichtbogen. Das Edelgas Argon verhindert eine Oxidation des Metalls. Da die meiste Wärme an der Anode erzeugt wird, wird das Werkstück normalerweise als positiver Pol geschaltet — und dadurch auch ein Selbstverzehren der Elektrode vermieden.

von der Elektrode abschmelzende Metall und das Flußmittel werden über den Lichtbogen auf das Werkstück aufgebracht.

Das zum Lichtbogen-Handschweißen erforderliche Gerät ist im allgemeinen preiswert, gut transportierbar und lässt sich deshalb sowohl in der Werkstatt als auch unter freiem Himmel, z.B. auf Werften oder Baustellen, einsetzen. Nachteilig ist jedoch, daß, da die einzelnen Elektroden relativ kurz sind, nur relativ kurze Schweißnähte pro Elektrode gelegt werden können, was häufiges Absetzen und Neuanfangen mit entsprechenden Kerbstellen zur Folge hat.

Viele der beim Lichtbogen-Handschweißen gegebenen Beschränkungen treffen auf das Lichtbogenschweißen unter Schutzgas, zu dem das Metall-Inertgas-Verfahren und das CO₂-Lichtbogenschweißen gehören, nicht zu. Hier brennt der Lichtbogen zwischen einer endlosen Elektrode (Rollen-



DR. M. B. QUIGLEY

draht) und dem Werkstück. Der Schmelzbereich wird gegen Reaktionen mit der Außenatmosphäre durch Zuführen eines geeigneten Gases oder Gasgemisches abgeschirmt.

Der Elektrodendraht passiert eine Hochleistungsschweißpistole und wird von aus einer Gasflasche zugeführtem Gas umhüllt. Zwischen dem Draht und dem Werkstück wird ein Lichtbogen gezogen, und am Ende des Drahtes bildet sich ein Tropfen geschmolzenen Metalls. Dieser schmilzt von der Elektrode ab und wird über den Lichtbogen auf das Werkstück geleitet. Dieser Vorgang wiederholt sich 200 mal pro Sekunde.

Bei den verwendeten Gasen handelt es sich um Argon, Helium oder ein Gemisch aus beiden (beim Metall-Inertgas-Schweißen) bzw. um Kohlenstoffdioxid (beim CO₂-Lichtbogenschweißen). Mit den Edelgasen lassen sich bessere Schweißergebnisse erzielen als mit CO₂, doch liegen auch die Kosten erheblich höher. Dieser Unterschied kann durch Verwendung einer mit einem Flussmittel gefüllten Röhrelektrode anstelle einer Volldraht-Elektrode ausgeglichen werden. Eine solche Seelenelektrode kann mit oder ohne CO₂-Abschirmung verwendet werden.

Die Seelenelektrode ermöglicht schnellere Materialauf-

Oben: Widerstandspunktschweißung in der Automobilserienproduktion. Druckeinwirkung verbessert das Schweißergebnis.

bringung bei geringerer Wärmeeinwirkung und verringert so das Risiko einer Zerstörung des Werkstückes. Ein weiterer Vorteil dieser 'gaslosen' Schweißdrähte ist, daß beim Arbeiten an besonders exponierten Stellen, wie z.B. auf Brücken, kein Schutzgasmantel erforderlich ist und somit auch nicht weggeweht werden kann.

Ein weiteres Schweißverfahren unter Verwendung einer Rollendraht-Elektrode ist das Unterpulverschweißen. Dabei wird das Werkstück von einer Flussmittelschicht abgedeckt, und der Lichtbogen brennt unter dieser losen Pulverschicht — daher der Name.

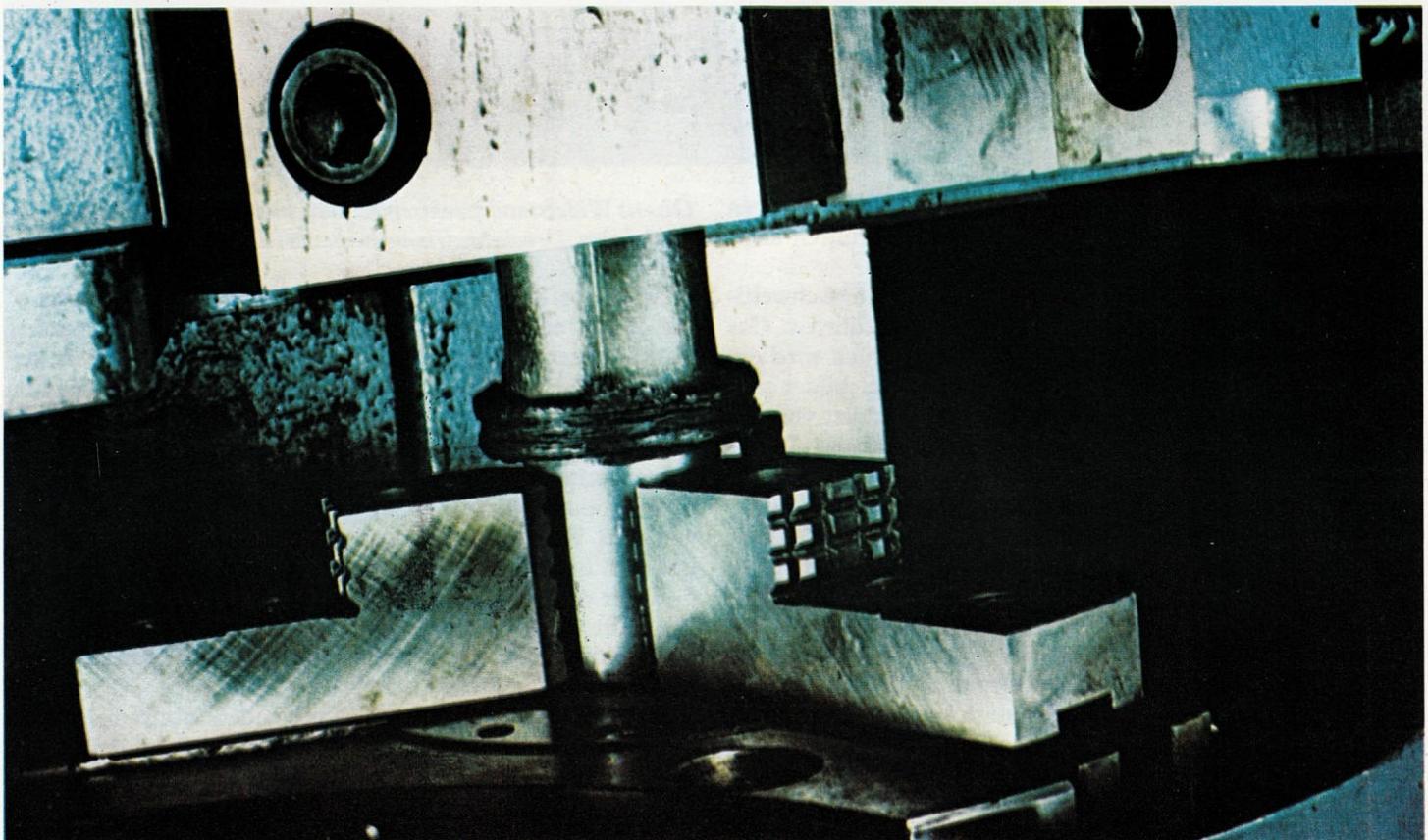
Andere wichtige Spielarten der Lichtbogenschweißung sind das Wolfram-Inertgas-Verfahren sowie das Plasmaschweißen. Beim WIG-Verfahren brennt der Lichtbogen als Wärmequelle zwischen einer nichtabschmelzenden Wolframelektrode und dem Werkstück. Elektrode, Lichtbogen, Schmelzbad und die benachbarten erhitzten Bereiche des Werkstückes werden durch sie umhüllendes Edelgas (Argon oder Helium) gegen Verunreinigungen abgeschirmt.



PICTUREPOINT

Oben: Reparatur des Eimers eines Eimerkettentrockenbaggers durch Gasschweißen.

Unten: Reibschweißen zweier zylindrischer Werkstücke. Ein Teil wird schnell rotierend gegen den anderen, stillstehenden gepreßt. Dies führt zu Wärmeentwicklung und Schmelzen der Schweißflächen. Das stillstehende Werkstück rotiert losgelöst mit dem anderen. Die Schweißstelle kühlt ab und verfestigt sich.



WELDING INST

Dieses Verfahren eignet sich am besten zum Schweißen dünner Teile. Obwohl viele seiner Anwendungsbereiche lediglich solche Schweißverbindungen betreffen, bei denen die Werkstückteile ohne Zusatzwerkstoff miteinander verschmolzen werden, wird bei einigen jetzt auch ein zusätzlicher Schweißdraht verwendet, der mit der Hand zugeführt wird und der Füllung der Schweißfuge dient. Das WIG-Verfahren findet in zunehmendem Maße in der Kerntechnik und der Raumfahrtindustrie Verwendung.

Das Plasmaschweißen ähnelt dem Wolfram-Inertgas-Verfahren mit dem Unterschied, daß der verwendete Lichtbogen durch eine enge Düse direkt unter der Elektrode eingeschnürt wird. Dadurch wird der Lichtbogen konzentriert und die Geschwindigkeit des Gases, das ebenfalls durch diese Düse austritt, erhöht. Das Gas wird zu einem Strom elektrisch geladener Teilchen (Ionen), dem Plasma; dabei können Temperaturen von bis zu 30 000°C erreicht werden. Das Verfahren läßt sich sowohl bei dünnen als auch bei dicken Werkstoffen anwenden. Durch die hohen Lichtbogen-temperaturen wird das Schweißen einer ganzen Reihe von Metallen, darunter Aluminium, Titan und rostfreier Stahl, überhaupt erst möglich.

Widerstandsschweißen

Bei der Widerstandsschweißung wird die Erwärmung mit einem durch das Werkstück hindurchfließenden elektrischen Strom erzielt. Aufgrund der verwendeten wassergekühlten Elektroden bleibt das Schmelzen auf den Bereich der eigentlichen Schweißstelle beschränkt. Das Widerstands-Punktschweißen dient vor allem dem Verbinden von Blechteilen bei der Herstellung von Karosserien oder auch Haushaltsgeräten wie z.B. Waschmaschinen.

Das Nahtschweißen ist eine Ausweitung des Punktschweißens, bei dem die zu verschweißenden Stücke durch durchlaufende Schweißnähte anstelle getrennter Schweißpunkte vereinigt werden. Typische Beispiele hierfür sind das Anschweißen von Regenrinnen an Automobildächer sowie die Herstellung von Rohren.

Erfindungen 45: UHR

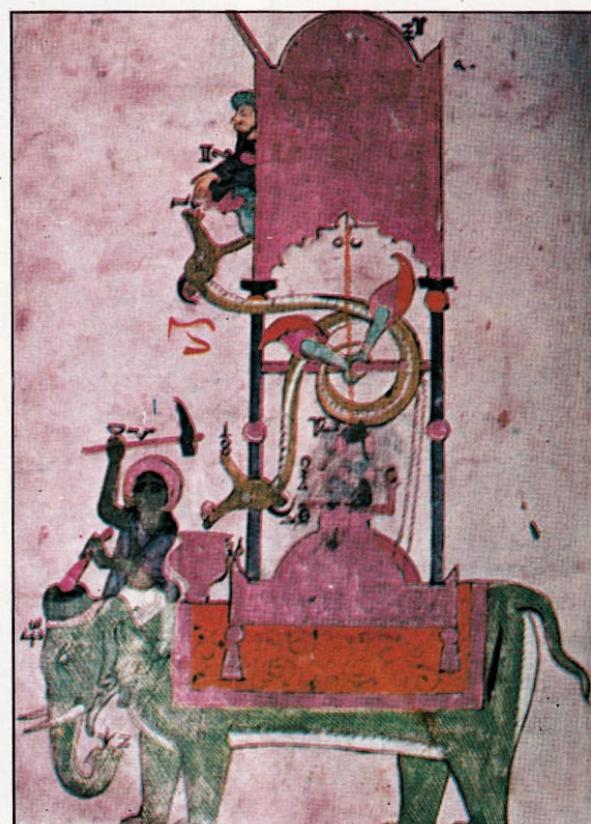
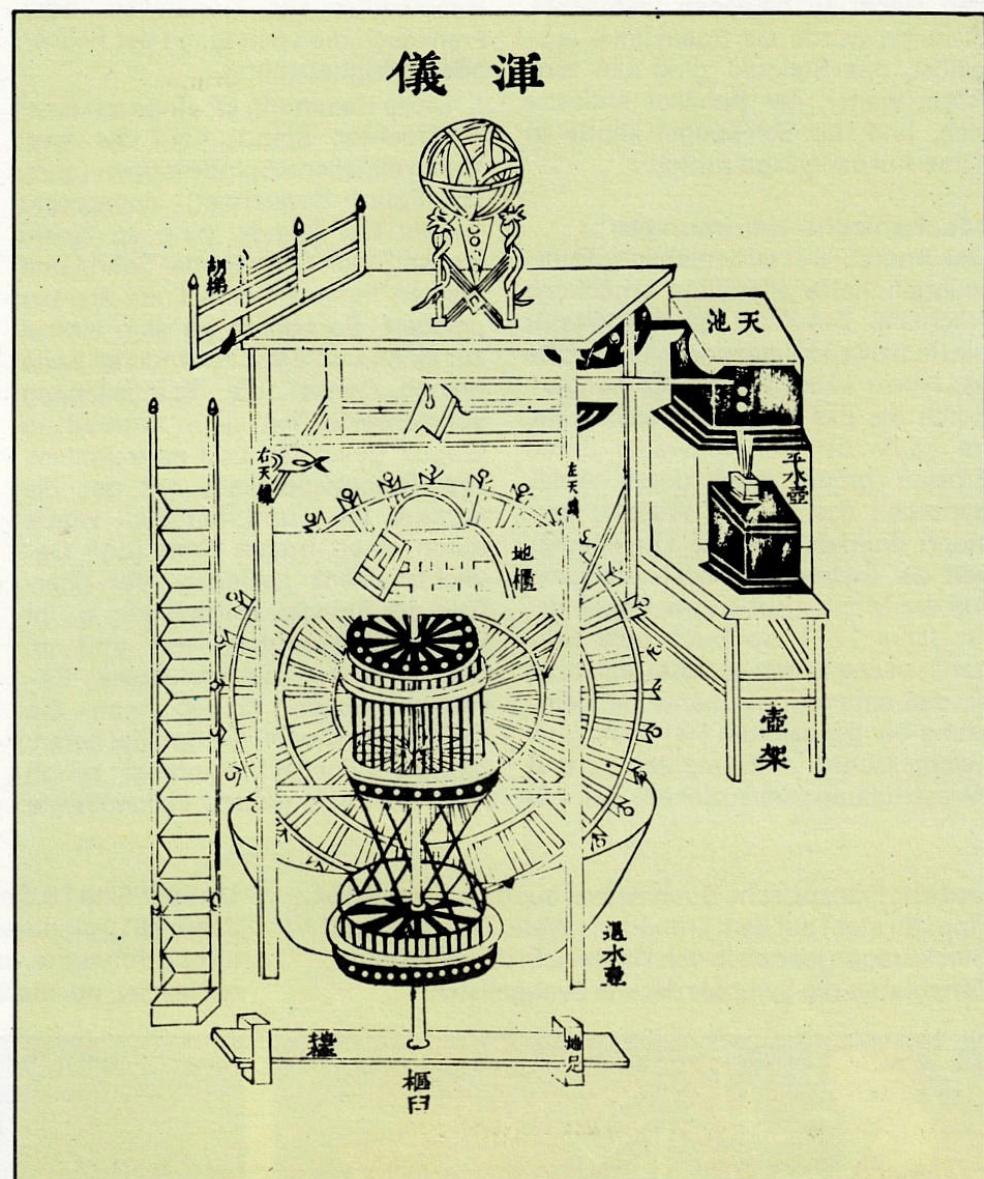
Die mechanische Uhr trat im späten Mittelalter auf, um zwei recht unterschiedliche Bedürfnisse zu befriedigen: Einmal wurde ein einfacher Zeitmesser benötigt, der die Stunden der Arbeit und des Gebetes anzeigen konnte, zum anderen brauchten Astronomen eine Antriebsmaschine für ihre Astrolabien, mit denen sie die jeweilige Stellung von Sonne, Mond und Sternen zueinander beobachten und untersuchen konnten.

Wasseruhren

Im frühen Mittelalter wurden einige dieser Aufgaben von einer Art Wasseruhr erfüllt (in der Antike als Klepsydra bekannt). Dabei entleerte sich ein Gefäß über einen bestimmten Zeitraum oder lief in einer gegebenen Zeit voll Wasser. Am Ende eines jeden Zeitraumes mußte ein Aufseher die Uhr neu füllen, so daß ihre Genauigkeit von seiner Aufmerksamkeit abhing. Doch verfügte Karl der Große bereits um 800 über eine Wasseruhr, die automatisch zu jeder vollen Stunde eine Bronzekugel in ein Becken fallen ließ, eine einfache Art von Schlagwerk. In den folgenden drei Jahrhunderten wurden die Schlagwerke immer ausgereifter und traten oft in Gestalt von mechanisch angetriebenen Figuren auf, die eine Glocke anschlugen.

Hydraulische Gangregler

Schlagwerke früher Wasseruhren wurden üblicherweise von einem Fallgewicht und einem Schnuranztrieb in Gang gesetzt. Dabei war die Schnur um eine Welle gewickelt, die über Zahnräder, Hebel und Führungsrollen den Bewegungsimpuls an die Figuren weiterleitete. Später kam man dann zu der Erkenntnis, daß man Zeitmesser und Astrolabien mit Hilfe eines Gewichts- und Schnuranztriebes in Gang halten konnte, vorausgesetzt, man hatte eine Möglichkeit zur Regulierung der Fallgeschwindigkeit des Gewichtes. Da man Wasser schon seit längerer Zeit in Uhren verwendete, lag es nahe, daß man zuerst auf einen wasserbetriebenen Gangregler verfiel. Dabei wurde im Normalfall das Gewicht durch eine Sperrklinke und ein Steigrad daran gehindert, der Schwerkraft auf kürzestem Wege zu folgen und herabzufallen. Freigegeben wurde die Sperrklinke durch das freie Ende eines Schwengels, auf



Oben: Der Uhrturm von Su Sung, erbaut etwa um 1094 von Hsian Hsiang Fa Yao. Wahrscheinlich arbeitete das Werk mit einer mechanischen Hemmung und wäre somit Entwicklungen in Europa um zwei Jahrhunderte voraus gewesen. Eine andere Quelle beschreibt Yi Hsing als Erfinder, um das Jahr 725 n.Chr. Uhren mit mechanischer Hemmung treten in Europa seit Ende des 13. Jahrh. auf.

Links: Illustration aus dem Werk 'Das Buch von den wunderbaren mechanischen Erfindungen' des al-Jazari, zusammengestellt in Bagdad im 13. Jahrh., für den Sultan von Amid. Sie zeigt einen Elefanten, welcher eine mechanische Uhr trägt.

dessen festem Ende sich ein Wasserbehälter befand. In ihn tropfte so lange Wasser, bis dessen Gewicht den Hebel zu bewegen vermochte. Dadurch wurde die Sperrlinke ausgelöst, das Steigrad ging um eine Raste weiter, der Behälter entleerte sich, und der Schwengel kehrte in seine Ausgangslage zurück.

Mechanische Hemmungen

Der Antrieb wasserbetriebener Hemmungen hatte allerdings erhebliche Nachteile. Bei Kälte fror das Wasser ein, in heißen Klimazonen verdampfte es. Hinzu kam, daß die Öffnungen, durch die das Wasser herauströpfte, im Laufe der Zeit entweder durch Erosion größer oder durch Ablagerungen (bei hartem Wasser) verstopft wurden, was die Ungenauigkeit der Instrumente noch steigerte. Als der Mönch Robert der Engländer im Jahre 1271 ein Buch über zeitgenössische Uhren verfaßte, erkannte er, daß eine rein mechanische Hemmung der gemischten Hemmung aus mechanischen Elementen und Wasserfüllung vorzuziehen sei. Er

stellte fest, daß mehrere Menschen an der Lösung dieser Aufgabe arbeiteten. Einige Jahre später fand ein Handwerker aus Norditalien oder Frankreich die Lösung mit der Foliot- oder Waaghemmung.

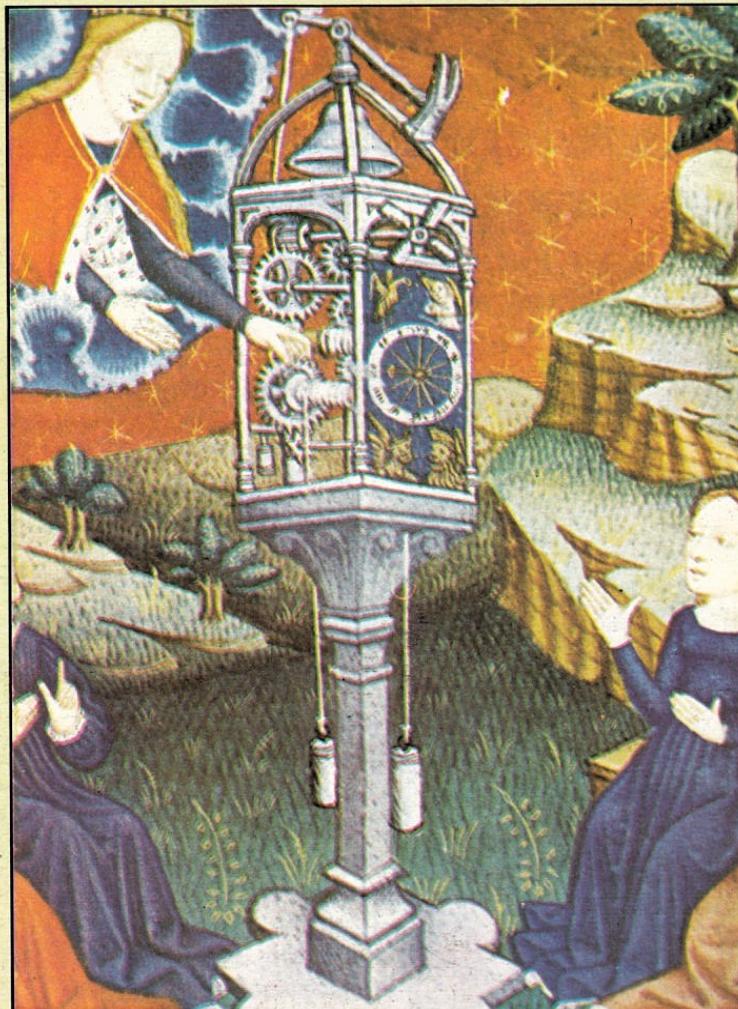
Diese Hemmung arbeitete mit einer senkrechten Spindel, auf der zwei kleine metallene Spindellappen (auch als Foliot bezeichnet) angebracht waren. Die Spindel hing an einem kurzen Stück Schnur oder Sehne und war an ihrem unteren Ende drehbar gelagert. So konnte sie sich einmal zur einen und dann zur anderen Seite drehen, wobei die Spindellappen abwechselnd mit dem Kronrad in Eingriff gelangten und es freigaben. Die Geschwindigkeit, mit der die Spindel hin- und herging, wurde durch einen kurzen Stab (den Gewichtsbalken) gesteuert, der oberhalb der Spindel, rechtwinklig zu ihr versetzt, angeordnet war und an dessen beiden Enden kleine Gewichte hingen. Schob man die Gewichte näher an die Spindel heran, ging sie schneller hin und her; schob man sie nach außen, verlangsamte

sie ihre Bewegung. Damit ließ sich der Gang solcher Uhren ziemlich leicht regeln.

Spiralfedern und Pendel

Um 1400 ging man dazu über, in Türschlössern spiralförmig gewickelte Federn zu verwenden, die dann bald auch in den Schlössern von Schloßgewehren, deren Zündmechanismus mit einem federbelasteten Hammer arbeitete, eingesetzt wurden. Spiralfedern traten erstmals im Jahre 1430 an die Stelle von Uhrengewichten. Damit war eine weit kompaktere Bauweise von Zeittümern möglich, die besonders für Reisende und Seeleute geeignet waren, da sie durch die Bewegung von Kutschen und Schiffen nicht so leicht vom genauen Gang abgebracht werden konnten. Doch blieb die Waaghemmung bis etwa 1650, als das schwingende Pendel den auf- und abgehenden Balken in vielen Uhren ablöste, üblich. Damit war die Möglichkeit zum Bau von Standuhren, wie wir sie heute kennen, geschaffen.

Unten: Französische Buchmalerei aus dem Jahre 1454. Eine Uhr steht auf dem Erdboden; Werk, Zifferblatt und Glocke ragen jedoch in den Himmel. In den Ecken des Zifferblattes die Symbole der vier Evangelisten.



Unten: Eine 18,5 cm hohe, von Nicholas Lemaire im Jahre 1619 signierte Tischuhr. Das Federwerk hat eine konische Schnecke, um die ein Stück Darm oder Kette gewickelt ist, um die Spannung der Feder konstant zu halten.

