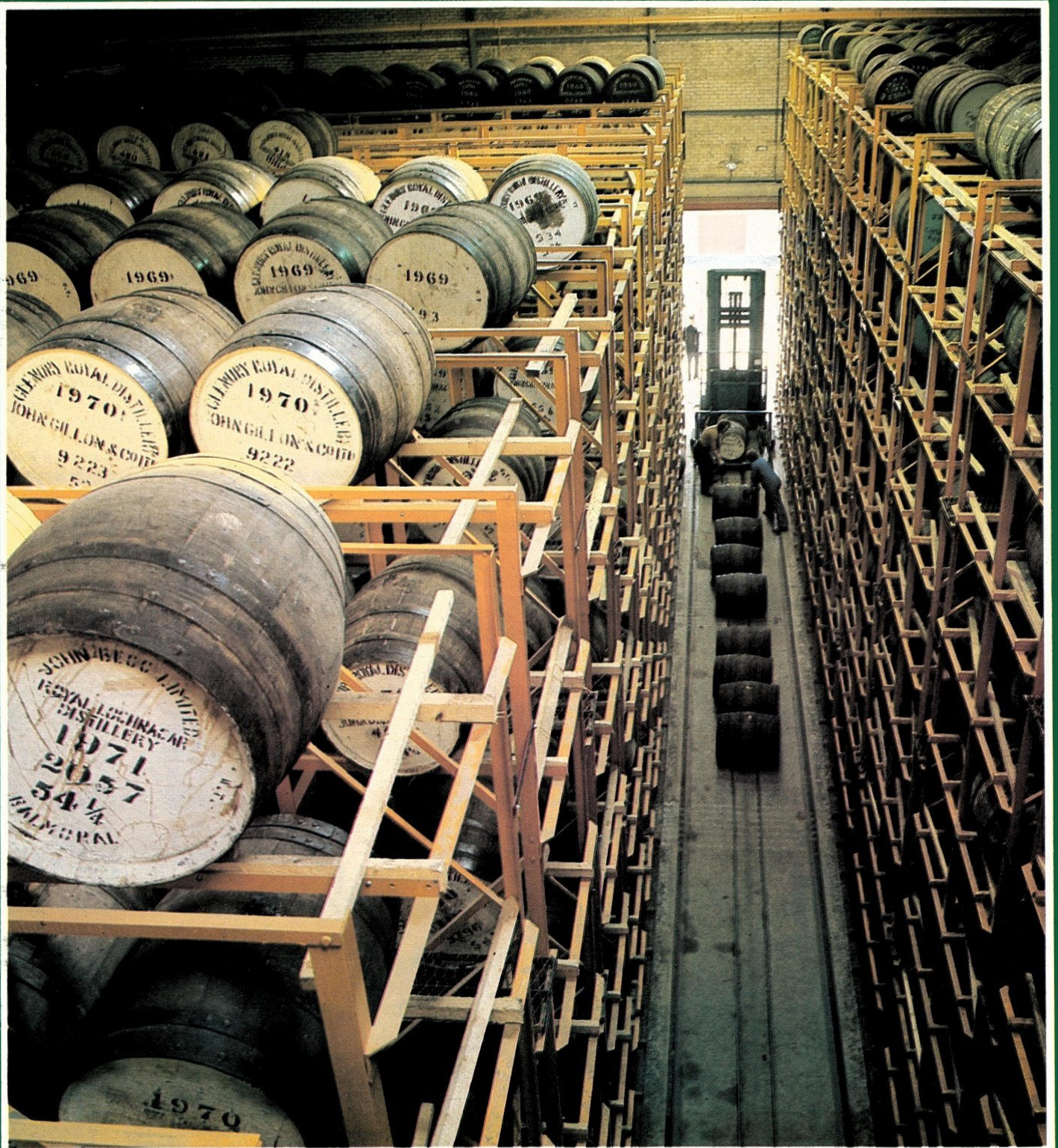


HEFT 53 EIN WÖCHENTLICHES SAMMELWERK ÖS 25 SFR 3.50 DM 3

# WIE GEHT DAS

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





---

scan: **IGDL**



# WIE GEHT DAS

## Inhalt

Spiegel	1457
Spielfilm-herstellung	1459
Spinnerei	1464
Spirituosen	1468
Sportgeräte	1473
Sprengstoffe	1479
Spritzguß	1484

## In Heft 54 von Wie Geht Das



Die Stahlindustrie ist einer der wichtigsten Industriezweige, da zahlreiche andere Produktionsbereiche wie zum Beispiel die Autoindustrie ohne Stahl nicht arbeiten können. Die verschiedenen Arten der Stahlherstellung werden in Heft 54 von Wie Geht Das beschrieben.

Vor zwanzig Jahren waren Stereoanlagen noch verhältnismäßig selten. Heute sind nahezu alle Tonwiedergabegeräte für den privaten Gebrauch stereophon — mit Ausnahme von Fernsehgeräten und kleinen Transistorradios. Die Grundprinzipien der Stereophonie und der Quadrophonie werden in einem Beitrag im nächsten Heft von Wie Geht Das behandelt.

### WIE SIE REGELMÄSSIG JEDE WOCHE IHR HEFT BEKOMMEN

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

### ZURÜCKLIEGENDE HEFTE

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

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

Schweiz: Das einzelne Heft kostet sfr 3,50. Bitte überweisen Sie den Betrag durch die Post (grüner Einzahlungsschein) auf das Konto: Schmidt-Agence AG, Kontonummer Basel 40-879 und 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.

### SAMMELORDNER

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

### SO BEKOMMEN SIE IHRE SAMMELORDNER

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

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

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

Schweiz: Der Sammelordner kostet sfr.15. Bitte überweisen Sie den Betrag durch die Post (grüner

Einzahlschein) auf das Konto: Schmidt-Agence AG, Kontonummer Basel 40-879 und 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 leserlich enthalten.



### 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.



## SPIEGEL

**Jedes Objekt reflektiert einen Teil des auftreffenden Lichtes. Die Oberflächen von ebenen Spiegeln sind so glatt und blank, daß sie nahezu das gesamte Licht reflektieren und nur wenig Licht absorbieren.**

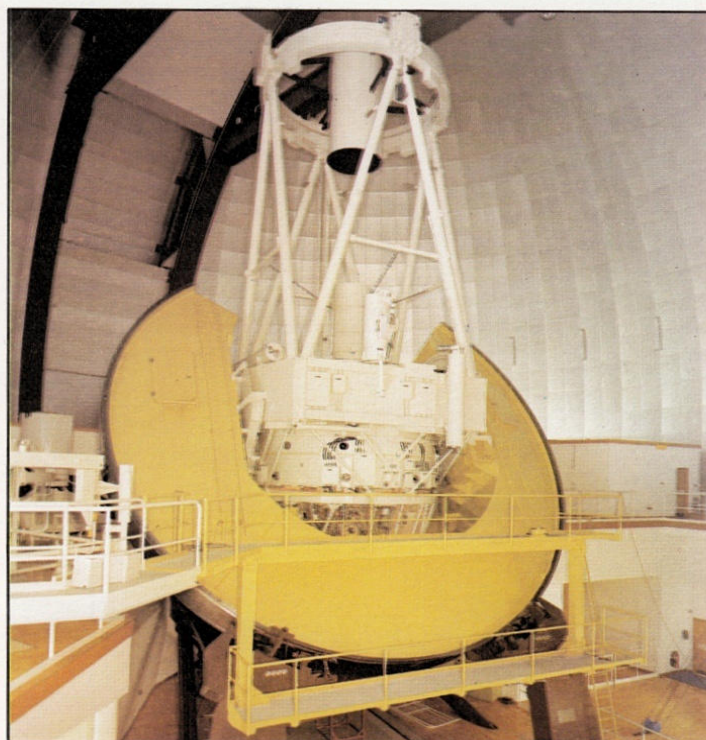
Spiegeloberflächen unterscheiden sich von anderen Oberflächen durch ihre extreme Glätte. Bei der Reflexion von Lichtstrahlen erfolgt keine diffuse Reflexion und keine Überlagerung der einzelnen Lichtstrahlen. Unter diffuser Reflexion versteht man ein Oberflächenelement, das einen einfallenden Lichtstrahl in alle Richtungen reflektiert. Trifft dagegen ein Lichtbündel auf einen ebenen Spiegel, wird das reflektierte Licht in einer ganz bestimmten Richtung, die von der Orientierung des Spiegels zum Lichtstrahl abhängt, reflektiert (reguläre Reflexion). Die reflektierten Lichtstrahlen scheinen für einen Beobachter bei der regulären Reflexion von einem neuen Zentrum auszugehen. Er vermutet einen Gegenstand dort, woher ihn die Lichtstrahlen erreichen. Deshalb erscheint dem Beobachter das vom Spiegel reflektierte Licht so, als komme es von einer Lichtquelle, die hinter dem Spiegel liegt (sogenanntes virtuelles Bild). Die Untersuchung dieser Abbildungsgesetzmäßigkeiten ist Teil der physikalischen Disziplin 'Optik'.

Der übliche Haushaltsspiegel ist eben und besteht aus einer Glasscheibe, deren Rückseite mit einem dünnen Silberfilm beschichtet ist. Die Bilder des Haushaltsspiegels sind den gespiegelten Gegenständen gleich, jedoch seitenverkehrt; so ist etwa das Spiegelbild einer linken Hand eine rechte Hand. Andere Spiegel, wie die Rückspiegel von Automobilen, sind konvex und erzeugen verkleinerte, seitenverkehrte Bilder. Konkave Spiegel, z.B. Rasierspiegel, vertauschen ebenfalls die Seiten und vergrößern die Gegenstände. Verzerrungsspiegel, wie man sie als Scherzartikel kaufen kann, sind teils konkav, teils konvex geformt, so daß einige Teile des Objektbildes gestreckt, andere aber gestaucht sind.

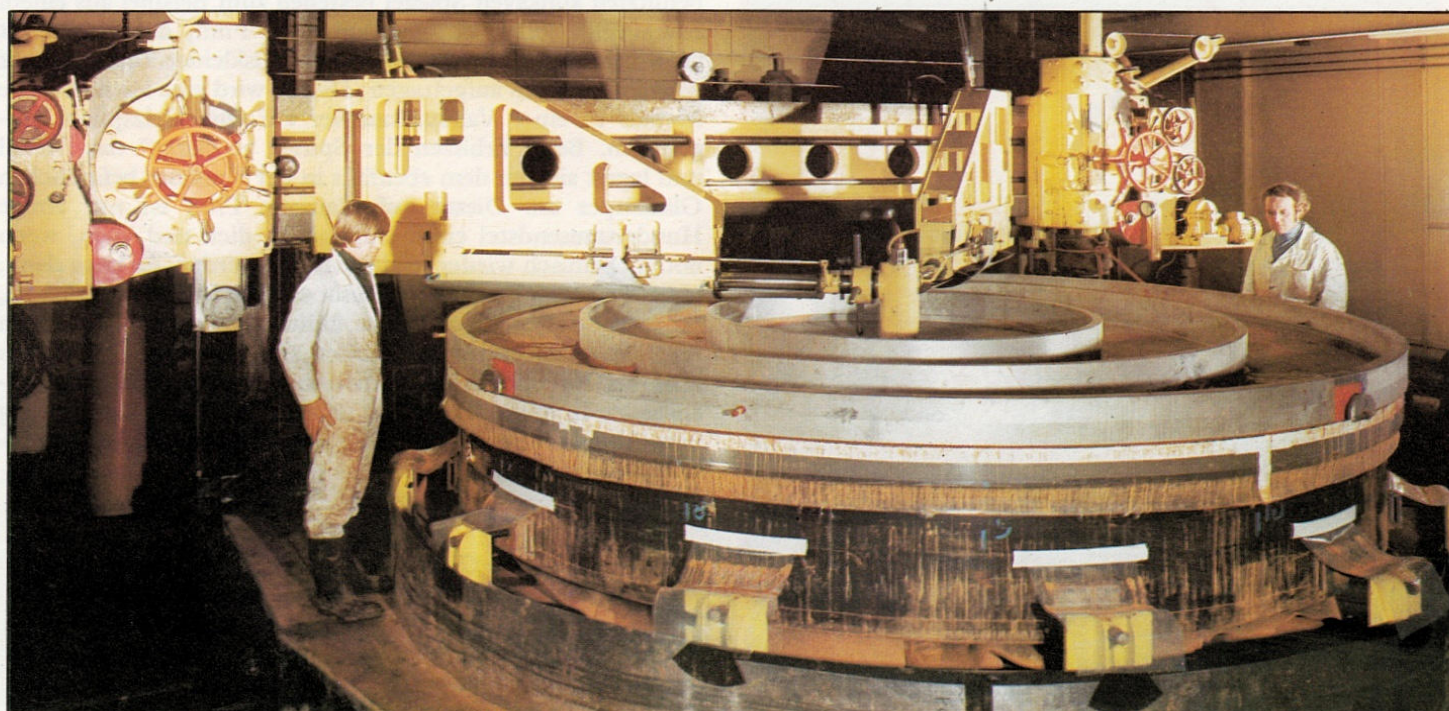
**Rechts:** Das 'Anglo-Australische Teleskop', das einen Spiegel von fast 4 m Durchmesser hat. **Unten:** Eine Spiegelpoliermaschine, auf der Spiegel bis zu 5 m Durchmesser poliert werden.

Bilder von Gegenständen können auch durch mehrfache Reflexion erzeugt werden; zweifache Reflexion zum Beispiel beseitigt die Seitenumkehr. Mit zwei gewöhnlichen Spiegeln läßt sich ein Spiegel bauen, der ein nicht seitenverkehrtes Bild erzeugt.

Sogenannte 'halbdurchlässige' Spiegel bestehen aus Glas, das von einer dünneren Silberschicht als üblich überzogen ist. Diese Schicht reflektiert fast das gesamte auftreffende Licht (gleichgültig von welcher Seite es einfällt). Ein geringer Teil des Lichtes durchdringt den Spiegel. Sitzt auf der einen Seite des Spiegels ein Beobachter in einem abgedunkelten Raum, während der Raum auf der anderen Seite des Spiegels normal erleuchtet ist, so wird das meiste von dort ausgehende Licht reflektiert und erzeugt ein helles Bild, das den kleinen Anteil von Licht verschleiert, der den Spiegel durchdringt. Dennoch reicht das durchkommende Licht aus, um dem Beobachter ein klares Bild des erleuchteten Raumes zu geben.

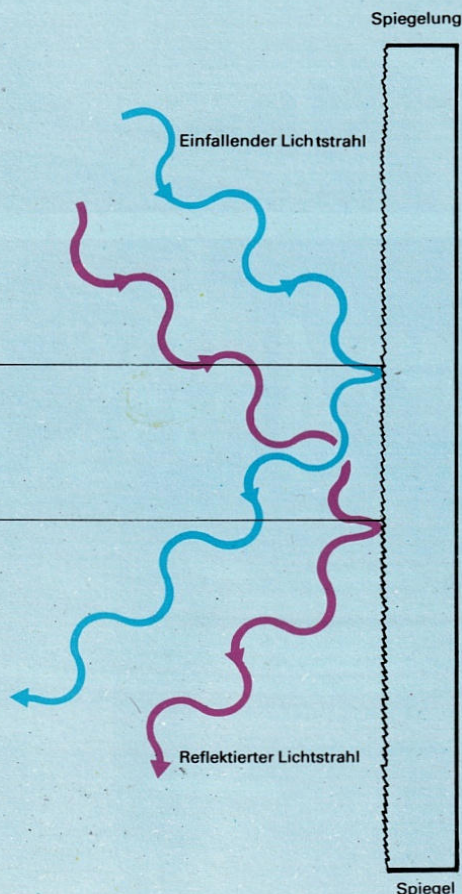
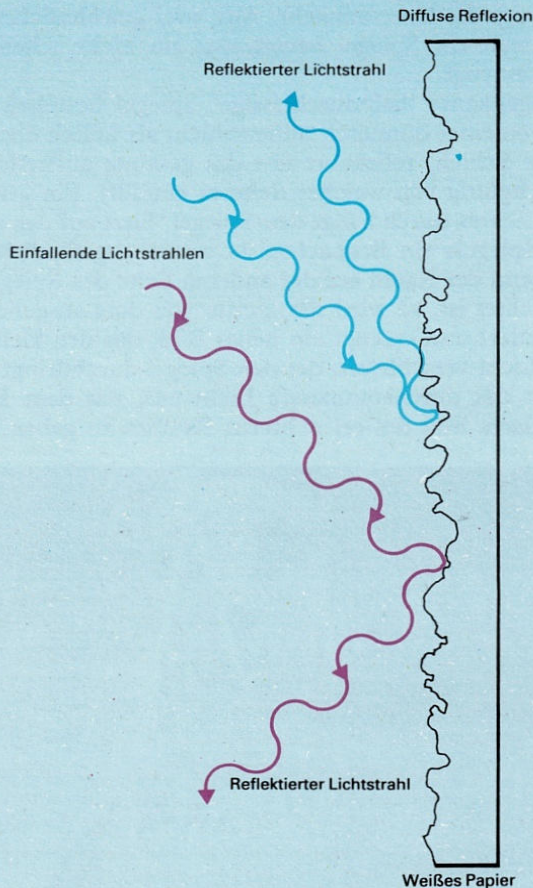


ANGLO-AUSTRALIAN TELESCOPE



GRUBB PARSONS





## Spiegelherstellung

Zu allen Zeiten wurden Metalle als Spiegel bevorzugt, da sie stark reflektieren, in jede Form gegossen werden können, durch Polieren hohe Oberflächenglätte erhalten und dennoch strapazierfähig sind. Die Ägypter, Etrusker, Griechen und Römer stellten schon Jahrhunderte vor Christi Geburt Handspiegel aus Bronze her, die oft reich verziert waren. Luxuriöse Spiegel wurden aus Silber hergestellt.

Der römische Schriftsteller Plinius (24 bis 79) berichtet auch über Spiegel aus Glas mit einer Zinn- oder Silberschicht, doch dieses Prinzip wurde bis in das Mittelalter hinein selten angewendet. Spiegel dieser Bauart wurden in großem Umfang erstmals im sechzehnten Jahrhundert von venezianischen Handwerkern hergestellt. Sie legten ein großes Stück Zinnfolie flach aus und überzogen es mit Quecksilber, das bei Zimmertemperatur flüssig ist; das überschüssige Quecksilber preßten sie durch ein darauf gelegtes Papier heraus. Danach wurde vorsichtig eine Glasscheibe darüber gelegt und das Papier herausgezogen. Die untere Seite der Glasscheibe wurde dann von einem Amalgam, einer chemischen Verbindung aus Zinn und Quecksilber, bedeckt. An der Rückseite des Glases war dann nur noch eine schützende Rückwand anzubringen.

Diese Technik wurde im 19. Jahrhundert durch ein von Justus von Liebig (1803 bis 1873) erfundenes chemisches Verfahren verdrängt. Liebig fand heraus, wie sich Silber aus einer Lösung an Glas anlagern läßt. Diese Methode wird heute benutzt, um Spiegel für den täglichen Gebrauch herzustellen. Um die empfindliche Silberschicht vor Kratzern zu schützen, wird sie zusätzlich mit Kupfersulphat und anderen Chemikalien überzogen und schließlich mit Farbe überstrichen. Bei halbdurchlässigen Spiegeln fehlen diese Schichten; an ihrer Stelle werden durchsichtige Lacke benutzt.

Das Glas eines gewöhnlichen Spiegels liefert eine völlig glatte Oberfläche und schützt zugleich die reflektierende Silberschicht. Es hat den Nachteil, einen Teil des einfallenden Lichtes zu absorbieren und durch Reflexion an der Vorder- und Rückseite Mehrfachbilder zu erzeugen. Diese Mehrfachbilder sind gegenüber dem durch Reflexion an der Silberschicht entstandenen Bild zu schwach, als daß sie im Alltagsgebrauch störend wirkten. Zur wissenschaftlichen Arbeit werden jedoch häufig an der Vorderseite versilberte Spiegel benutzt, um Mehrfachbilder zu vermeiden.

Die in einem modernen astronomischen Reflexionsteleskop benutzten konkaven Spiegel bestehen zum Beispiel aus einem Aluminium- oder Chrom-Aluminium-Film, der eine exakt geformte Glas- oder Aluminiumform auskleidet. Diese Schicht wird im Vakuum aufgetragen: Hierzu wird eine kleine Menge Metalls in einer Vakuumkammer auf eine Heizspirale aufgetragen. Beim Erhitzen der Spirale verdampft das Metall und lagert sich an dem ebenfalls in der Kammer befindlichen Glaskörper an. Dieser aufgedampfte Film ist nur einige Hunderttausendstel eines Millimeters dick und kann, wenn nötig, chemisch wieder leicht entfernt werden. Er kann dann, ohne die genau gearbeitete Glasoberfläche zu beeinträchtigen, erneuert werden. Es ist heute üblich, Spiegel in Teleskopen und ähnlichen optischen Geräten alle paar Jahre, spätestens aber bei Nachlassen der Reflexionsfähigkeit, erneut zu verspiegeln. In große Teleskope ist eine besondere Vorrichtung zum Aluminiumaufdampfen (in der Nähe der Beobachtungsbühne) eingebaut.

**Links:** Ob sich eine Oberfläche wie ein Spiegel verhält, hängt davon ab, wie grob die Oberflächenstruktur im Vergleich zur benutzten Lichtwellenlänge ist. Oben eine Fläche, deren Unregelmäßigkeiten von der Größenordnung der Lichtwellenlänge sind; das Licht wird in alle Richtungen gestreut. Die glattere Oberfläche unten hingegen wirkt als Spiegel.



## SPIELFILMHERSTELLUNG

**Die Herstellung eines Spielfilmes ist zeitraubend, schwierig und teuer; schließlich sollen die Spielszenen echt und die Trickaufnahmen überzeugend wirken.**

Zeichnen Sie ein 'Strichmännchen' an den Rand einer Buchseite. Zeichnen Sie auch auf die folgenden Seiten dieses Männchen, und verändern Sie dabei nur ein wenig die Arm- oder Beinhaltung. Nun lassen Sie die Buchseiten rasch durch die Finger gleiten, so daß die Einzelbilder sich zu einer geschlossenen Bewegung aneinanderfügen; das Männchen wird lebendig.

Beim genauen Hinschauen können natürlich noch die einzelnen Bilder unterschieden werden. Sobald aber mehr als etwa 12 Bilder in der Sekunde aufeinanderfolgen, ist ihre Trennung — bedingt durch die Trägheit des menschlichen Auges bzw. des Gehirns — nicht mehr möglich.

Während der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurden dann auch die ersten Versuche zur Herstellung von Laufbildern nach dieser Umblättermethode gemacht. Eine abgewandelte Form war ein rotierender Zylinder mit Schlitzen, die jeweils kurzzeitig ein geringfügig verändertes Bild im Inneren des Zylinders zeigten. Der entscheidende Durchbruch gelang im Jahre 1895 den Brüdern Lumière aus Frankreich. Sie nahmen eine Serie von Fotos auf einem Filmstreifen auf und projizierten jedes einzelne Bild für jeweils Sekundenbruchteile hintereinander. Sie hatten damit den Vorläufer des modernen Kinos geschaffen.

Da jedes Einzelbild eine Belichtungszeit von ungefähr  $1/50$  Sekunde benötigt, muß der Film für diese Zeit bewegungslos im Filmfenster verharren. Nur so erhält man scharfe Bilder.

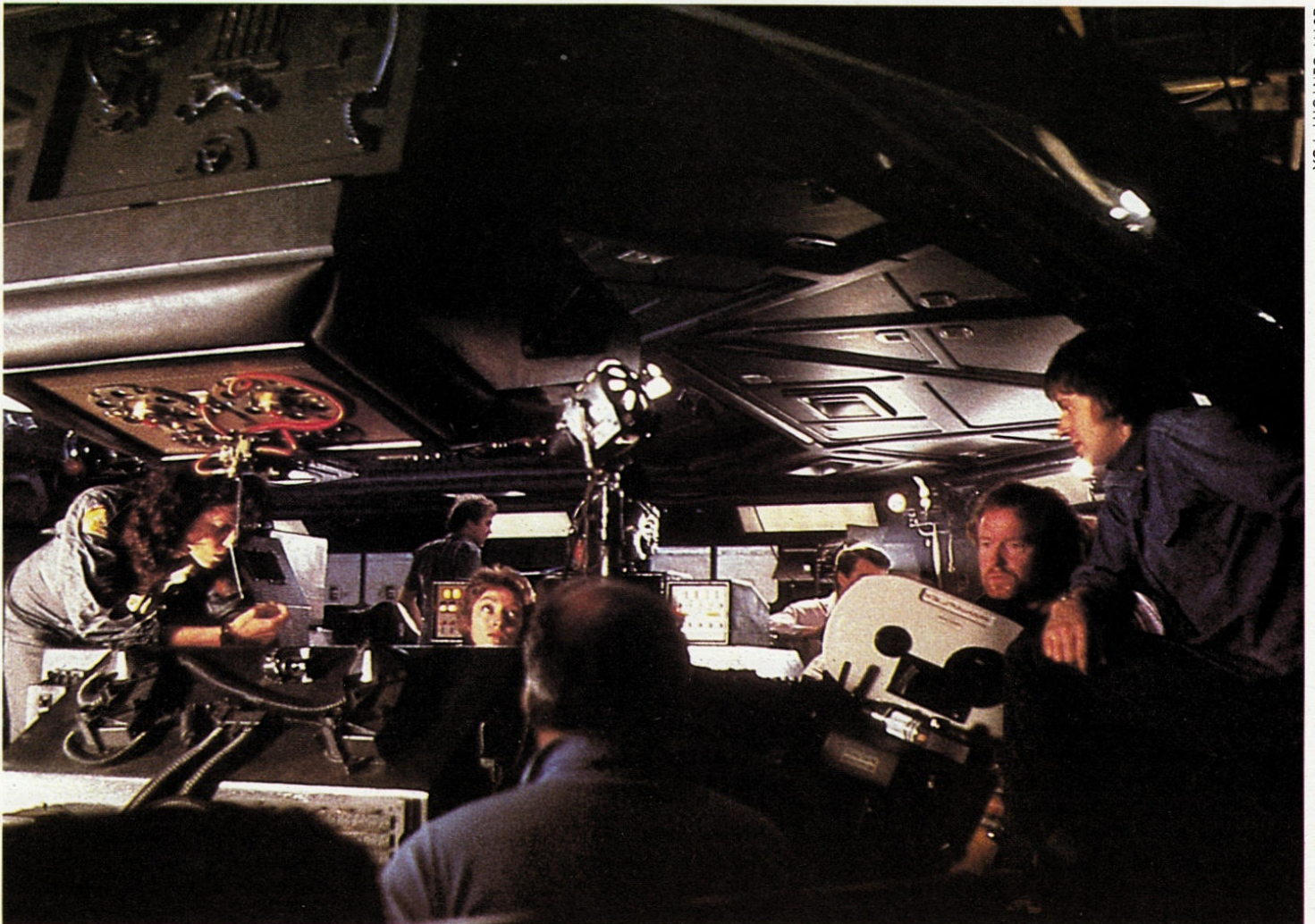
Dann muß der Film schnell um eine Bildbreite weiterbewegt werden und zur Belichtung des nächsten Bildes wieder in Ruhe sein. Dieser bildweise Transport wurde in den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts von Etienne-Jules Marey (1830 bis 1904) erfunden und war das Geheimnis des Erfolges der Brüder Lumière. Noch heute arbeiten die Filmkameras nach demselben Prinzip. In der Regel greift ein Greifer in die Perforation des Filmes und zieht ihn ruckweise um eine Bildbreite weiter, hebt ab und läßt den Film für kurze Zeit in Ruhe. In dieser Phase wird der Film über eine vor dem Filmfenster sich befindende, rotierende Sektorenblende belichtet. Während der Greifer in die nächsten Perforationslöcher greift und den Film weiterbewegt, ist die Blende geschlossen.

Dieser Vorgang läuft mit einer standardisierten Geschwindigkeit ab. Bei Kinofilmen sind es 24 Bilder pro Sekunde, bei Amateurfilmen normalerweise nur 18 Bilder pro Sekunde, um die Filmlänge besser auszunutzen.

Professionelle Filmkameras arbeiten im allgemeinen mit Bildsuchern, die über eine spiegelnde Sektorenblende exakt das vom Objektiv abgebildete Bild wiedergeben. Dies ist bei einem getrennten Bildsuchersystem nicht der Fall.

Es gibt vier Hauptfilmformate mit 8 mm, 16 mm, 35 mm und 65 mm Breite. Das 8-mm-Format ist hauptsächlich bei den Amateurfilmen gebräuchlich, während die breiteren Formate für die Berufs- und Spielfilmarbeiten benutzt werden. Die meisten Fernsehnachrichten- und Dokumentarfilme werden auf 16-mm-Format gedreht, die Spielfilme für

**Unten:** Regisseur Ridley Scott gibt der Mannschaft der 'Nostromo' in einer Szene des Filmes 'Alien' in der Kommandozentrale Regieanweisungen.





Fernsehen und Kino dagegen auf 35-mm-Material. Das 65-mm-Format wird zur Aufnahme von größeren Kinofilmen, besonders von Breitwandfilmen, benutzt. Die Filme werden dann zur Projektion auf 70 mm breites Format umkopiert, um die Tonspur mit aufzunehmen.

### Tonaufzeichnung

Bei einigen Filmkameras, z.B. für Fernsehnachrichtenfilme, wird der Ton vom Mikrophon direkt auf eine 2,54 mm breite Magnetschicht am Rande des Filmes magnetisch aufgezeichnet. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß Ton und Bild exakt synchronisiert sind. Bei den meisten professionellen Filmkameras wird jedoch der Ton mit einem hochwertigen Tonbandgerät getrennt aufgenommen und später gemeinsam mit Musik und anderen gewünschten Geräuschen auf die Tonspur des fertigen Filmes überspielt.

### Schneidearbeit

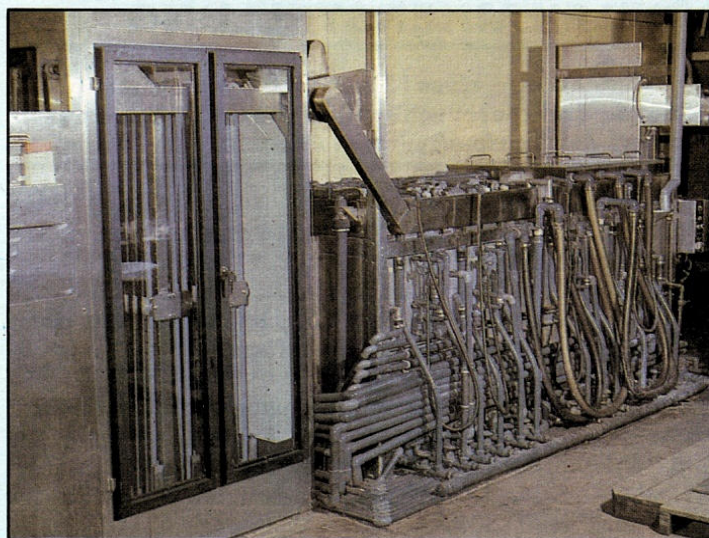
Die Filmszenen werden nur äußerst selten in derselben Reihenfolge gedreht wie sie später vorgeführt werden. Vielmehr werden alle Aufnahmen an einem bestimmten Drehort zusammengefaßt, auch wenn sie zu verschiedenen Abschnitten des endgültigen Filmes gehören. Da üblicherweise nur eine Kamera benutzt wird, müssen viele Szenen aus verschiedenen Blickwinkeln wiederholt werden. Bei einem Dialog wird z.B. der jeweils sprechende Schauspieler über die Schulter des anderen hinweg aufgenommen. Szenen mit relativ viel Handlung werden dagegen gleichzeitig von einer weiteren Kamera gedreht, um Filmschnitte machen und die Perspektive ändern zu können. Dies wäre mit nur einer Kamera schwierig, da die Szenenhandlungen genau wiederholt werden müßten.

Die Arbeit, alle Filmszenen in der richtigen Reihenfolge und gemeinsam mit Titeln, Tricks und Hintergrundmusik aneinanderzufügen, kann bei einem vollen Spielfilm mehrere Monate in Anspruch nehmen. Diese Arbeiten, wie das Schneiden, die Montage und das Zusammensetzen der Einzelbilder und der zugehörigen Tonspur, werden mit Hilfe spezieller Maschinen ausgeführt. Dabei wird der Originalfilm zunächst noch gar nicht benutzt, sondern es werden zuerst Kopien angefertigt und an diesen die vorläufigen Schneidearbeiten durchgeführt. Danach erst wird der Originalfilm geschnitten und kopiert, wobei auch noch von Aufnahme zu Aufnahme die Helligkeit und die Farben abgestimmt werden müssen.

Musik und Geräusche werden dann zugemischt. Häufig müssen die Musiker ihre Musik dem Filmgeschehen anpassen; dies gelingt am einfachsten während einer Filmprojektion im Studio. Darüber hinaus können in einem solchen Synchronstudio auch spezielle Geräuscheffekte, wie z.B. das Knallen, Dröhnen und Heulen von Kampfszenen, nachträglich zugemischt werden. D.h. sie müssen nicht schon während der Dreharbeiten aufgezeichnet werden.

Schließlich wird eine Mustertonspur zusammengesetzt, wobei — wie in den Aufnahmestudios — die mehrspurige Aufzeichnung üblich ist. Für die Tonaufzeichnung auf den Film gibt es zwei Verfahren, ein optisches und ein magnetisches. Am weitesten verbreitet ist noch immer das optische, auch Lichttonverfahren genannt. Am Filmrand verlaufen auf dunklem Untergrund zwei durchgehende helle Linien, deren Breite sich im Rhythmus der Tonsignale ändert — analog den Wellenlinien in der Rille einer Schallplatte. Die Tonwiedergabe im Kino erfolgt nun mit Hilfe einer Fotozelle, die ihrerseits im Rhythmus der Helligkeitsschwankungen der Lichttonspur elektrische Signale erzeugt. Diese werden verstärkt und dann den Lautsprechern zugeführt.

Beim magnetischen Verfahren wird der Ton wie auf ein



JOHN TOWARD

1. Nach dem Filmen wird der Film in einer automatischen Entwicklungsmaschine verarbeitet.
2. Der während des Filmens aufgenommene Ton wird von einem Tonband auf einen mit einer magnetischen Schicht versehenen Film übertragen.
3. Der Film und die Tonaufnahme werden geschnitten (bei der Zeitung hieße dies 'redigiert').
4. Musik und andere Klangeffekte werden dem Tonfilmstreifen als Ergänzung zum Dialog hinzugefügt.
5. Der Tonfilmstreifen und der Film werden nun zusammen abgespielt, wobei Dialog, Musik und andere Tonaufzeichnungen im Klang aufeinander abgestimmt werden.
6. Der Helligkeitsgrad und die Farbabstimmung können auf diesem 'Visuellen Farbabstufung' korrigiert werden. Die Korrekturen werden auf ein Lochband eingestanzte, das diese auf die Maschine überträgt, mit der die endgültige Filmfassung hergestellt wird.
7. Das Filmm negativ und das Negativ des Tonfilms (Lichttonverfahren) werden zusammen in diese Maschine eingegeben, die dann die Kopien produziert, die an die Filmtheater verteilt werden.

gewöhnliches Tonband aufgezeichnet. Die magnetisierbare Schicht ist auf beiden Rändern des Filmes aufgetragen, um ein ungleichmäßiges Aufwickeln auf die Filmspule zu vermeiden.

Neben den rein mechanischen Tricks, wie z.B. mit Hilfe kleiner Sprengladungen unter der Kleidung eines Schauspielers, die bei der Explosion realistische Verwundungen vortäuschen, sind beim Film im besonderen Maße auch optische Tricks möglich. Früher wurden z.B. Doppelbelichtungen gemacht. Heute gibt es eine ganze Reihe von Tricktechniken, die mitunter aufwendige Laboreinrichtungen erfordern.

Einige Tricks, wie z.B. die Zerstörung von ganzen Städten, werden mit Modellen durchgeführt. Die Täuschung liegt dabei lediglich in der Maßstabverkleinerung. Sollen irgendwelche Ungeheuer oder mythische Figuren auftreten, benutzt man häufig Attrappen mit beweglichen Gliedern. Es werden dann Einzelbilder gemacht, wobei von einer Aufnahme zur anderen nur kleine Veränderungen in der Haltung vor-





2



3



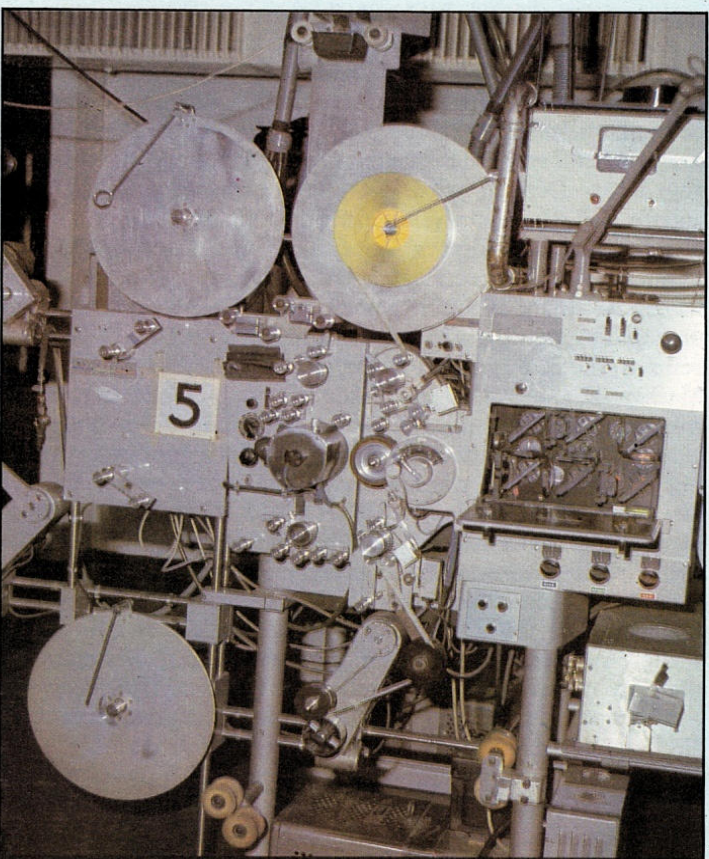
4



5

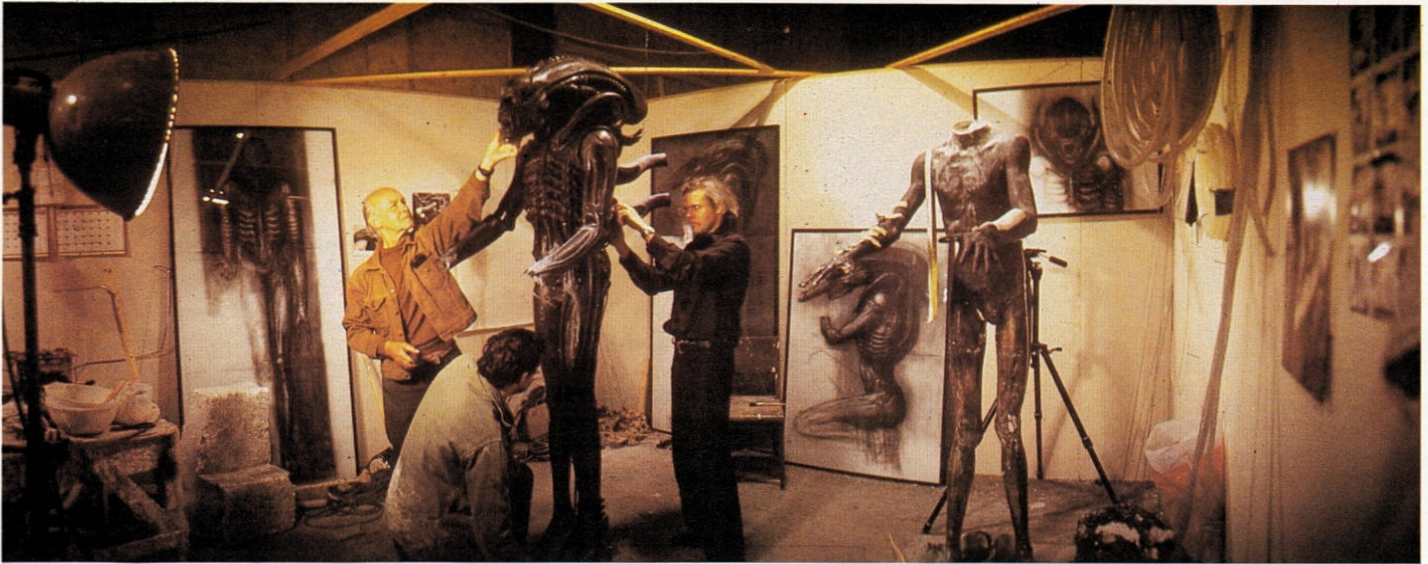


6



7





genommen werden. Treten gleichzeitig auch Schauspieler auf, wird die Attrappe vor einer Leinwand postiert, auf die der zuvor mit dem Schauspieler gedrehte Filmabschnitt — ebenfalls in Einzelbildern — projiziert wird. Die Leinwand kann für diesen Zweck lichtdurchlässig oder gut reflektierend sein, je nachdem, ob von hinten (Rückprojektion) oder von vorne projiziert werden soll. Das projizierte Bild trifft natürlich auch auf die Attrappe, aber da es dort nur wenig reflektiert wird, bleibt es praktisch unsichtbar. Beide Projektionsverfahren werden in natürlicher Größe angewendet, um Schauspieler beispielsweise in einem fahrenden Auto oder sogar in einer Wüste erscheinen zu lassen.

Auch mit Hilfe einer bemalten Glasscheibe, die dicht vor die Kamera gehalten wird, kann ein beliebiger Hintergrund vorgetäuscht werden. Die Kamera nimmt die Filmszene durch diese Glasscheibe auf, wobei sowohl das gemalte Bild als auch die Szene scharf abgebildet werden müssen. Auf diese Weise können an einem Drehort landschaftliche Details ergänzt oder aber auch abgedeckt werden.

Eine häufig angewendete Technik zur Überlagerung von zwei Filmszenen oder zur Erzielung von Tricks ist das Maskenverfahren. Im einfachsten Falle wird dabei ein Teil der aufzunehmenden Filmszene vor der Kamera mit einem entsprechend ausgeschnittenen schwarzen Karton, der 'Maske', abgedeckt. Danach wird der Film zurückgespult und der andere Teil der Szene hinter einer zweiten Maske gedreht, die nur den zuvor maskierten Teil freiläßt und den Rest abdeckt.

Andererseits können auch zwei separat gedrehte Filmszenen in einem 'Printer' gemeinsam auf einen dritten Film umkopiert werden. Hierfür werden bewegliche Masken benutzt, die in Form und Bewegung veränderbar sind. Solche Masken können auch auf fotografischem Wege hergestellt werden, indem der unerwünschte Bildteil in einem Farbfilm blau belichtet und anschließend fotografisch geschwärzt wird.

Zeichentrickfilme werden hergestellt, indem — wie bei der Strichmännchen-Technik — jedes Bild einzeln gezeichnet wird. Diese Bilder werden dann hintereinander projiziert. Aus Zeitersparnis werden die Hintergrundmotive getrennt hergestellt und die Karikaturen auf durchsichtige Folien gezeichnet. Die Glieder dieser Karikaturen werden ihrerseits wieder auf getrennte Folien gezeichnet, um Bewegungen aller Art relativ einfach darstellen zu können. Üblicherweise wird bei solchen Filmen die Musik zuerst aufgezeichnet, und die Zeichnungen werden ihr angepaßt.

## Projektoren

Projektoren sind in ihrem mechanischen Aufbau den Kameras weitgehend ähnlich. Die Brüder Lumière benutzten auch

tatsächlich ihre Kameras zur Projektion von Filmen, indem sie hinter dem Bildfenster eine Lampe anbrachten. Moderne Projektoren sind jedoch zweckdienlich aufgebaut.

In den Amateur-Projektoren ist eine Wolfram- oder Quarz-Halogen-Glühlampe die Lichtquelle. In den neueren großen Kinoprojektoren werden dagegen Xenon-Hochdrucklampen benutzt.

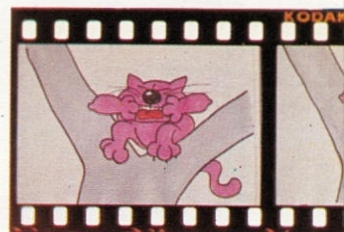
Um den Film im Bildfenster gleichmäßig auszuleuchten, arbeiten die Projektoren mit einem Kondensorsystem. Dieses besteht normalerweise aus einem Hohlspiegel hinter der Lichtquelle, der das nach hinten austretende Licht reflektiert, und aus einem Linsensystem vor der Lichtquelle, das das Licht im Bildfenster bündelt. Das Objektiv des Projektors befindet sich vor dem Film und erzeugt das Bild auf der Leinwand.

Bei den Breitbildverfahren wie z.B. CinemaScope oder Panavision wird eine wesentlich breitere Leinwand verwendet und die entsprechende Bilddehnung mit Hilfe eines 'Anamorphoten' (optisches Vorsatzsystem mit Zylinderlinsen) erreicht. Voraussetzung ist natürlich, daß die Filmaufnahmen mit einem ähnlichen Linsensystem gemacht wurden, wodurch die einzelnen Filmbilder in ihrer Breite zusammengepreßt sind.

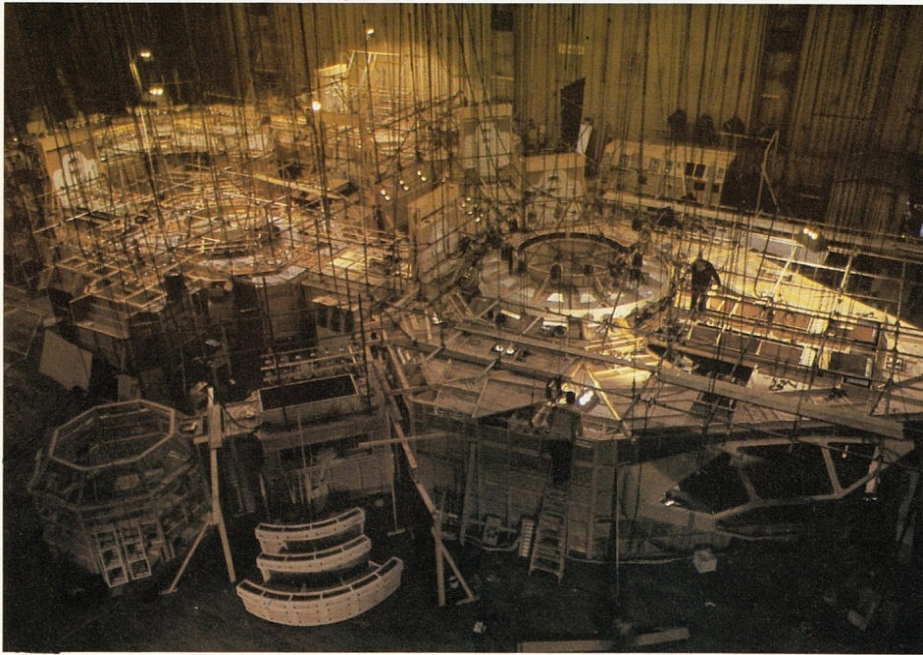
Wie in der Kamera muß der Film auch im Projektor bildweise transportiert werden. Während der ruckartigen Bewegung verdeckt eine Blende den Film. Außerhalb des Bildfensterbereiches wird der Film dagegen gleichmäßig über eine Reihe von Zahntrommeln transportiert. Der ungestörte Übergang von einer Bewegungsart in die andere erfolgt in jeweils einer Filmschleife vor und hinter dem Bildfenster.

Die Tonspur muß selbstverständlich gleichmäßig aufgezeichnet und abgespielt werden. Aus diesem Grunde befindet sich der zu einem bestimmten Bild gehörende Ton in einem definierten Abstand von diesem Bild. Am Tonkopf muß die Filmbewegung besonders gleichmäßig sein. Dies wird dadurch erreicht, daß der Film zusätzlich über eine relativ schwere Tonwalze geführt wird, die aufgrund ihrer Trägheitskraft die noch verbliebenen Laufunruhen glättet.

**Rechts:** Eine Folge von Einzelbildern eines Zeichentrickfilms. Der Umfang der Zeichen- und Fotoarbeiten für einen solchen Film kann beachtlich sein. Die Vorführung dieser Bildfolge dauert nämlich nur eine dritte Sekunde bei einer Projektionsgeschwindigkeit von 24 Bildern pro Sekunde.



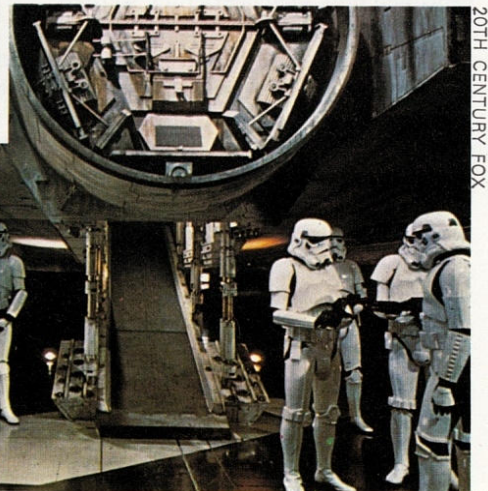




**Ganz links:** Der bekannte Schweizer Science-Fiction-Illustrator H. R. Giger legt letzte Hand an das Modell des 'Alien', seine eigene Schöpfung aus Gummi und Stahl.

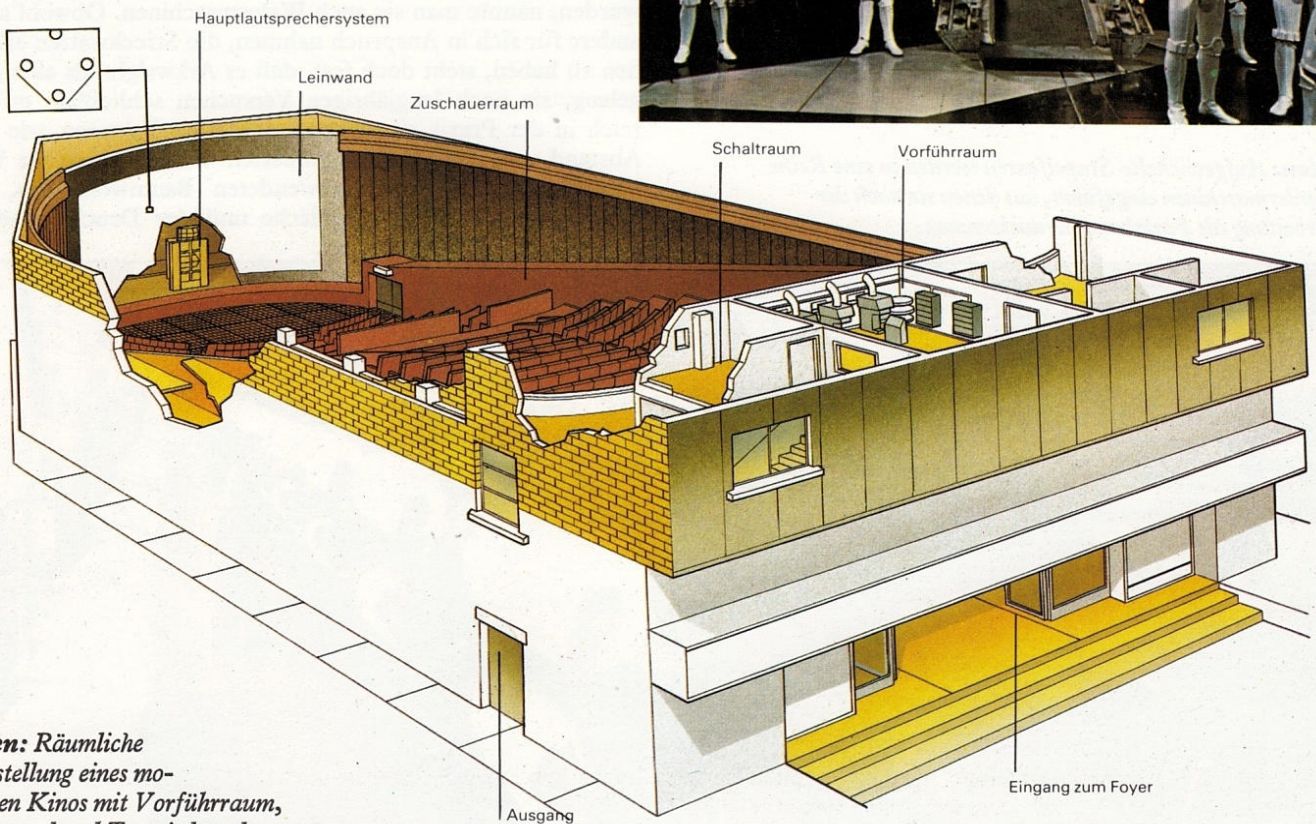
**Links:** Das Raumschiff 'Nostromo' wird mit viel Sorgfalt im Studio aufgebaut. Das Baumaterial ist vor allem Holz, das mit einem Metallaminat verkleidet wird.

**Unten:** Eine Szene aus dem Film 'Krieg der Sterne', einem Science-Fiction-Streifen über ein Sternsystem, das in einen intensiven Bürgerkrieg verwickelt ist.



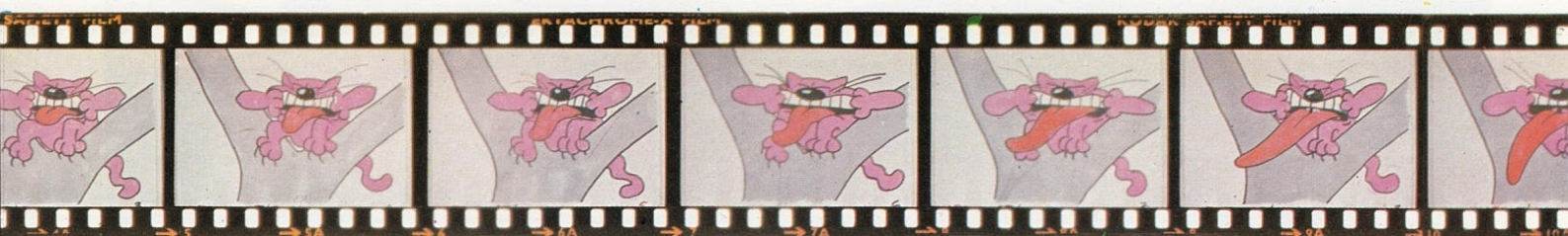
20TH CENTURY FOX

Die Leinwand ist zur besseren Schallabstrahlung perforiert (natürliche Größe)



NIGEL OSBORNE

**Oben:** Räumliche Darstellung eines modernen Kinos mit Vorführraum, Leinwand und Tonwiedergabesystem.





## SPINNEREI

**Aus kurzen, ungeordneten Fasern, wie etwa den wolligen Haaren eines Schafes, lassen sich im Spinnverfahren durch Zusammendrehen beliebig lange Fäden (Garn) erzeugen.**

Beim Spinnen werden die im Faserrohstoff ungeordnet vorliegenden Textilfasern zunächst auseinandergezogen (verstreckt), dann miteinander zu einem Faden verdreht und in dieser Form schließlich auf Spulen gewickelt. Mit Ausnahme von Seide werden auf diese Weise alle Naturfasern wie Wolle, Flachs (als Garn Leinen genannt), Baumwolle sowie auch grobere Materialien wie Jute und Hanf versponnen. Die verwendeten Maschinen sind dabei den jeweiligen Faser-eigenschaften angepaßt. Bevor das eigentliche Spinnen beginnen kann, sind gewisse Vorbereitungsarbeiten erforderlich: Die Fasern müssen aufgelockert, entwirrt, gereinigt, geordnet und gleichgerichtet werden.

Während dieser Arbeitsgänge wird das Fasermaterial wiederholt verzogen (gestreckt), in der Endstufe gewöhnlich (von einigen Ausnahmen abgesehen) auf sogenannten Streckwerken. Diese bestehen aus mehreren hintereinander angeordneten Walzenpaaren, durch die das Fasermaterial, nunmehr in Form eines flachen Faserbandes, hindurchläuft. Diese Walzenpaare arbeiten — in Laufrichtung — mit zunehmender Geschwindigkeit, so daß die Fasern auseinandergezogen werden und das Faserband zu einem dünnen Flor verfeinert wird. Dieser wird in der Vorspinnerei zu einem garnähnlichen Gebilde, dem lose gedrehten 'Vorgarn', geformt.

Vor Erreichen dieser Verarbeitungsstufe wird das zu verspinnende Material gelegentlich noch durch eine Kämmmaschine geführt. Dabei durchkämmen mehrere Reihen von

**Unten:** Aufgewickelte Stapelfasern werden in eine Reihe Egreniermaschinen eingeführt, aus denen sie nach der Bearbeitung als Faserband herauskommen.

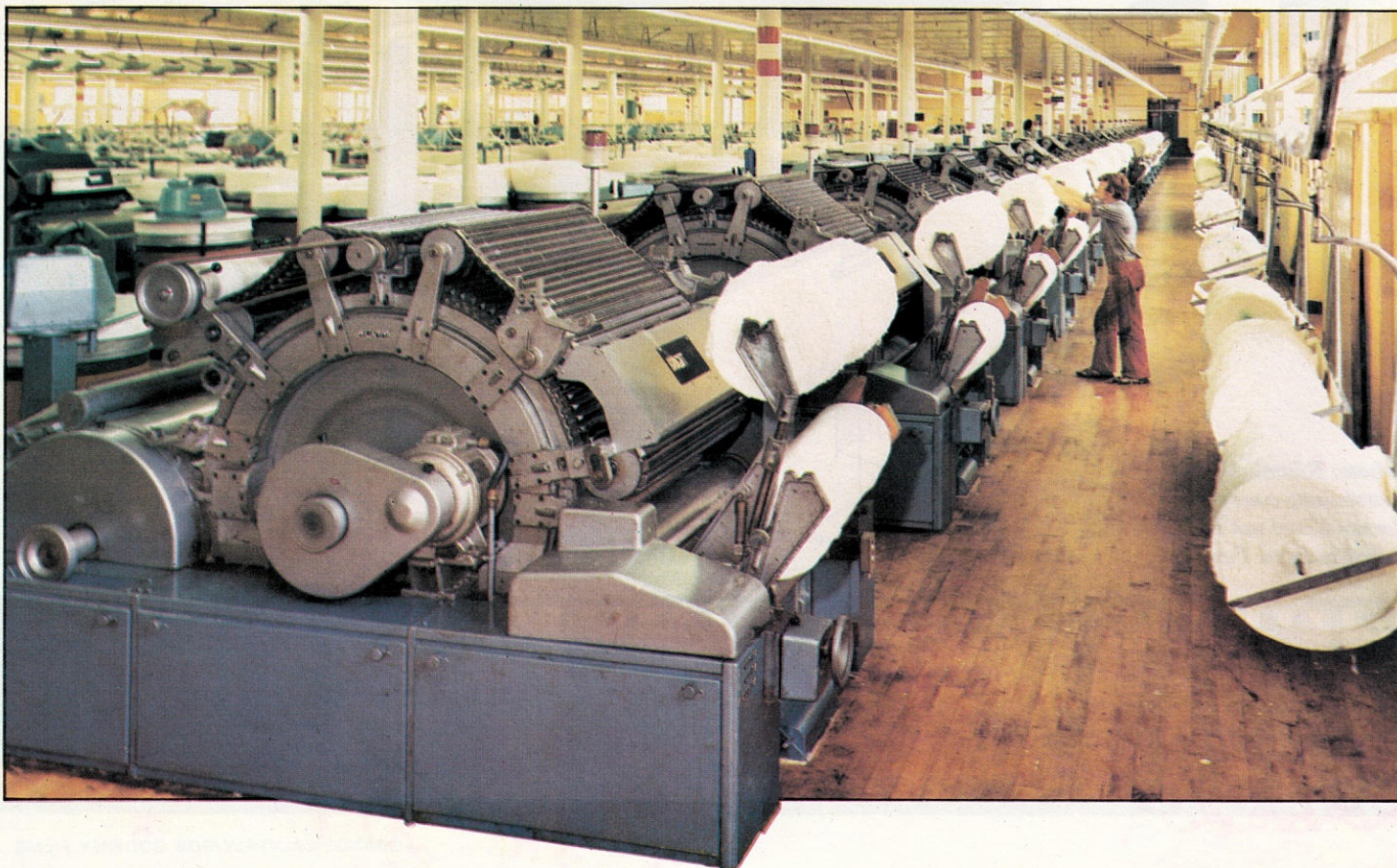
**Rechts:** Das Reinigen und Ordnen der Fasern geht dem eigentlichen Spinnen voraus. In der Egreniermaschine wird die Rohbaumwolle zunächst entkörnt und dann in einer Schlagmaschine weiter gereinigt. Diese liefert die egrenierte Baumwolle als Wickel über eine Walze an die Karde, die die Fasern parallelisiert und zu einem Faserband formt, welches auf einem aus mehreren Walzenpaaren bestehenden Streckwerk einen Verzug erhält und in eine Spinnkammer abgelegt wird. Dieser Vorgang kann sich mehrmals wiederholen, bevor der Faden endgültig versponnen wird.

Metallzähnen das Faserband und sorgen für eine sehr viel gleichmäßigere und nahezu parallele Ausrichtung der Fasern, wie sie in keinem anderen Arbeitsgang erreicht werden kann. Dieses Verfahren wird überall dort angewendet, wo besonders feine und gleichmäßige Garne gewünscht werden.

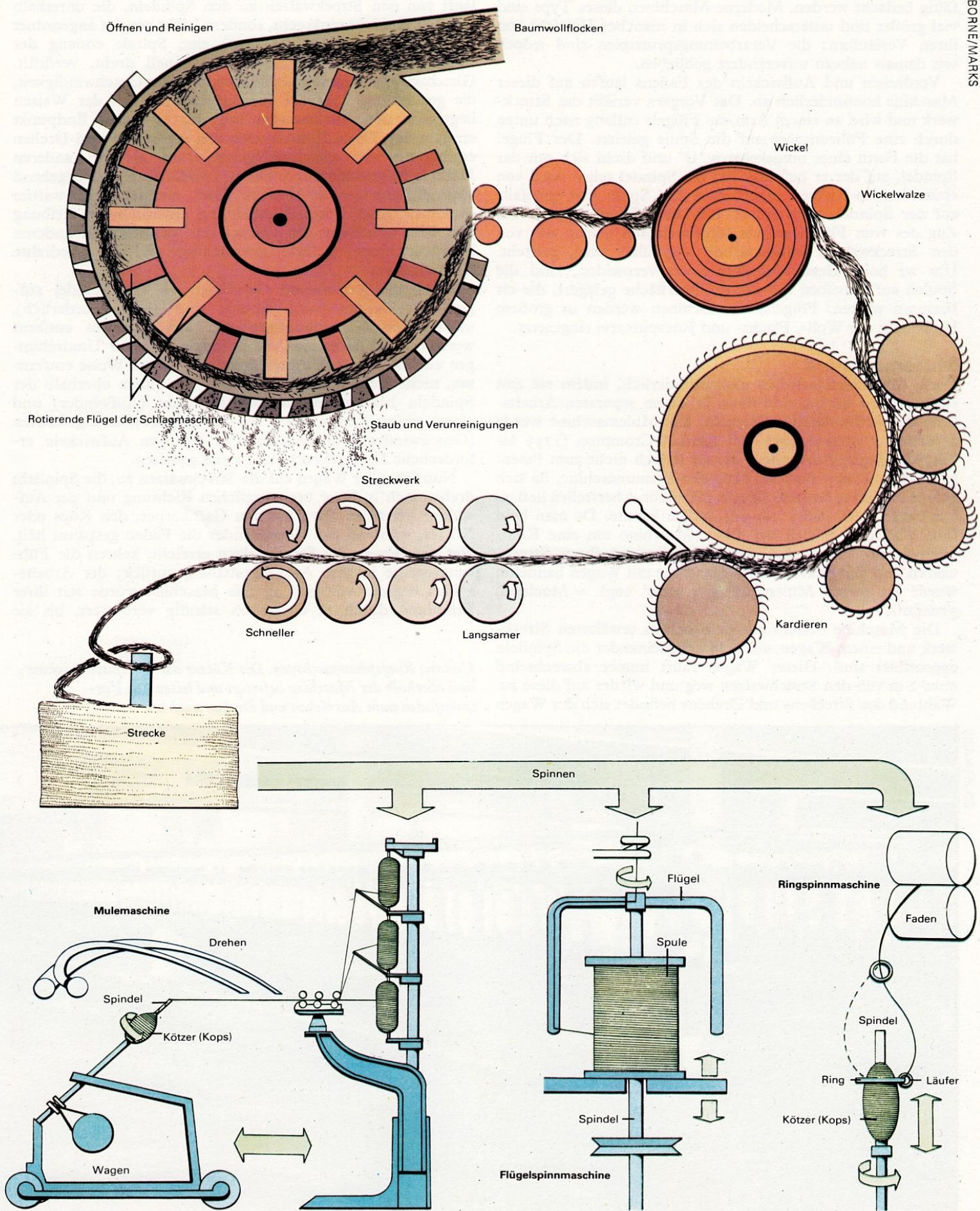
Viele Jahrhunderte lang war das Spinnen auf manuelle Spinnverfahren ('Handspinnerei') beschränkt. Erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts wurde die Handarbeit durch die Erfindung verschiedener Spinnmaschinen verdrängt. Die Spinnverfahren sind seitdem grundsätzlich die gleichen geblieben und auch die Maschinen tragen die gleichen Namen — wenn auch Größe und Qualität den ständig wachsenden Anforderungen angepaßt wurden.

### Flügelspinnmaschine

Die Flügelspinnmaschine ('Flyer'), im Jahre 1769 von Richard Arkwright (1732 bis 1792) erfunden, war die erste mit Streckwerken ausgerüstete Spinnmaschine. Da Maschinen dieses Typs viele Jahre lang von Wasserrädern angetrieben wurden, nannte man sie auch Watermaschinen. Obwohl auch andere für sich in Anspruch nahmen, die Streckwalzen erfunden zu haben, steht doch fest, daß es Arkwright als einzigem gelang, sie nach langjährigen Versuchen schließlich erfolgreich in der Praxis einzusetzen. Wichtige Faktoren wie der Abstand zwischen den benachbarten Walzenpaaren im Verhältnis zur Länge der verwendeten Baumwollfasern, die Bekleidung der Walzenoberfläche und der Druck zwischen









den oberen und unteren Streckwalzen mußten dabei sorgfältig bedacht werden. Moderne Maschinen dieses Typs sind viel größer und unterscheiden sich in mancher Hinsicht von ihren Vorläufern; die Verarbeitungsprinzipien sind jedoch seit damals nahezu unverändert geblieben.

Verdrehen und Aufwickeln des Fadens laufen auf dieser Maschine kontinuierlich ab. Das Vorgarn verläßt das Streckwerk und wird an einem Arm des Flügels entlang nach unten durch eine Führungsöse auf die Spule geleitet. Der Flügel hat die Form eines umgekehrten 'U' und dreht sich mit der Spindel, auf der er befestigt ist; die Spindel selbst wird von einem kurzen Riemen angetrieben. Die Spule sitzt ebenfalls auf der Spindel, kann jedoch frei umlaufen und wird vom Zug des vom Flügel auf sie aufgewickelten Garns, das von den Streckwalzen kontinuierlich zugeführt wird, gedreht. Um zu hohe Geschwindigkeiten zu vermeiden, sind die Spulen auf Scheiben mit rauher Oberfläche gelagert, die als Bremsen wirken. Flügelspinnmaschinen werden in großem Umfang in der Woll-, Flachs- und Jutespinnerei eingesetzt.

### Mulemaschine

Diese Maschinen arbeiten diskontinuierlich, indem sie erst strecken und drehen und dann in einem separaten Arbeitsgang das fertige Garn aufwickeln. Die Mulemaschine wurde zwischen 1774 und 1779 von Samuel Crompton (1753 bis 1827) in England erfunden, der sie jedoch nicht zum Patent anmeldete. Zuerst hieß sie Musselin-Spinnmaschine, da sich auf ihr sehr feine Baumwollgarne (Musseline) herstellen ließen, wie man sie bis dahin nur aus Indien kannte. Da man bald feststellte, daß es sich bei dieser Maschine um eine Kombination aus Arkwrights Watermaschine mit ihren Streckwalzen und Hargreaves Jenny-Maschine mit Wagen handelte, wurde sie fortan Mulemaschine ('mule' engl. = Maulesel) genannt.

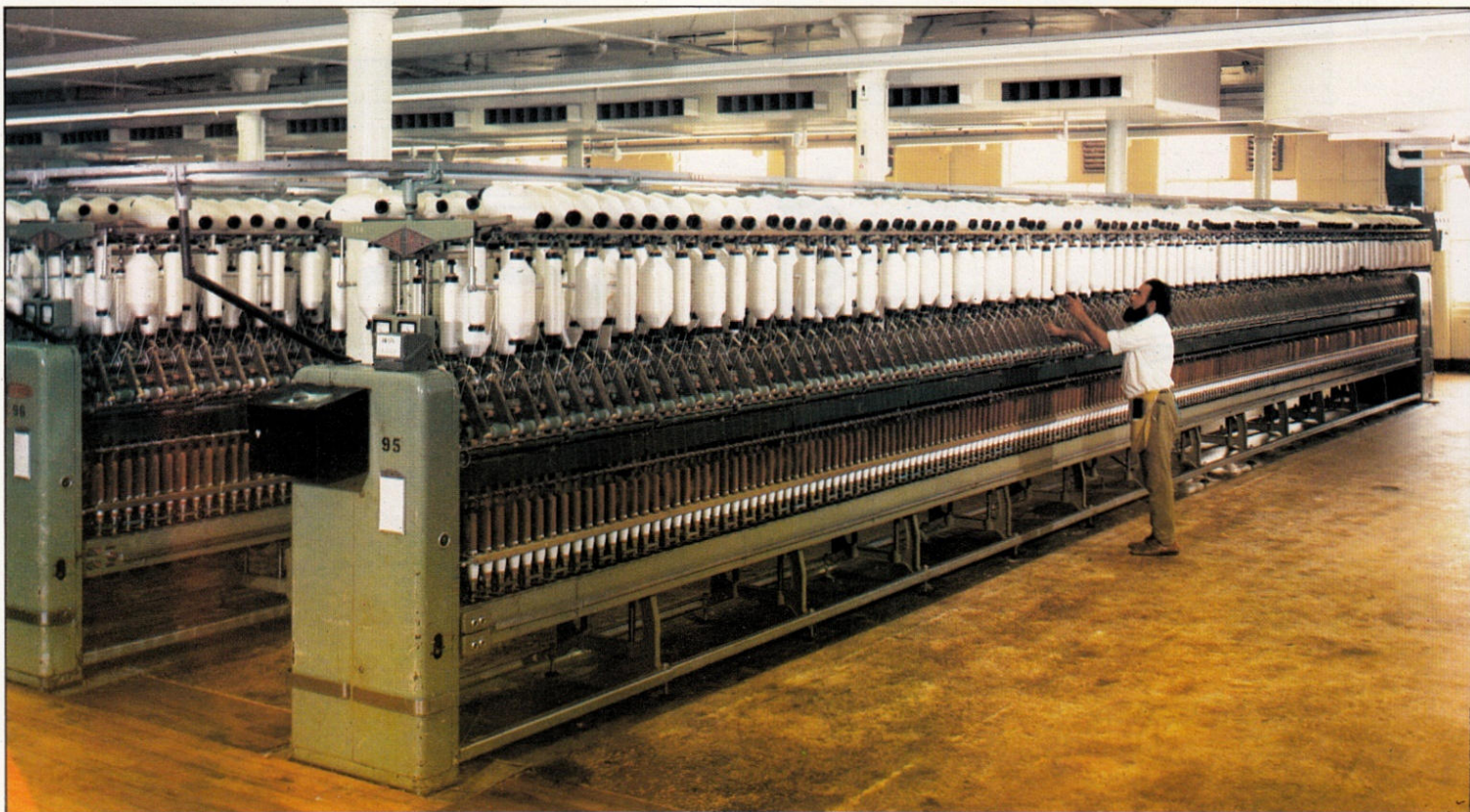
Die Maschine besteht aus dem bereits erwähnten Streckwerk und einem Wagen, auf dem nebeneinander die Spindeln angeordnet sind. Dieser Wagen fährt immer abwechselnd etwa 2 m von den Streckwalzen weg und wieder auf diese zu. Während des Streckens und Drehens befindet sich der Wagen

zunächst in unmittelbarer Nähe der Streckwerke. Das Garn läuft von den Streckwalzen zu den Spindeln, die unterhalb der Walzen nicht senkrecht, sondern leicht geneigt angeordnet sind. Dadurch bildet das Garn eine Spirale entlang der Spindel und wird, da diese sich schnell dreht, verdreht. Gleichzeitig bewegt sich der Wagen mit einer Geschwindigkeit, die geringfügig über der Liefergeschwindigkeit der Walzen liegt, von den Streckwalzen weg, bis er seinen Endpunkt erreicht hat. Diese Kombination von Ausziehen und Drehen ergibt ein viel gleichmäßigeres Garn als bei anderen Maschinen, weil hierdurch Dünn- und Dickstellen weitgehend ausgeglichen werden können. Dies erklärt auch, warum Mulemaschinen unter Vermeidung übermäßiger Reibung und Beanspruchung des Garnes (im Vergleich zu anderen Spinnmaschinen) so feine, gleichmäßige und weich gedrehte Garne liefern.

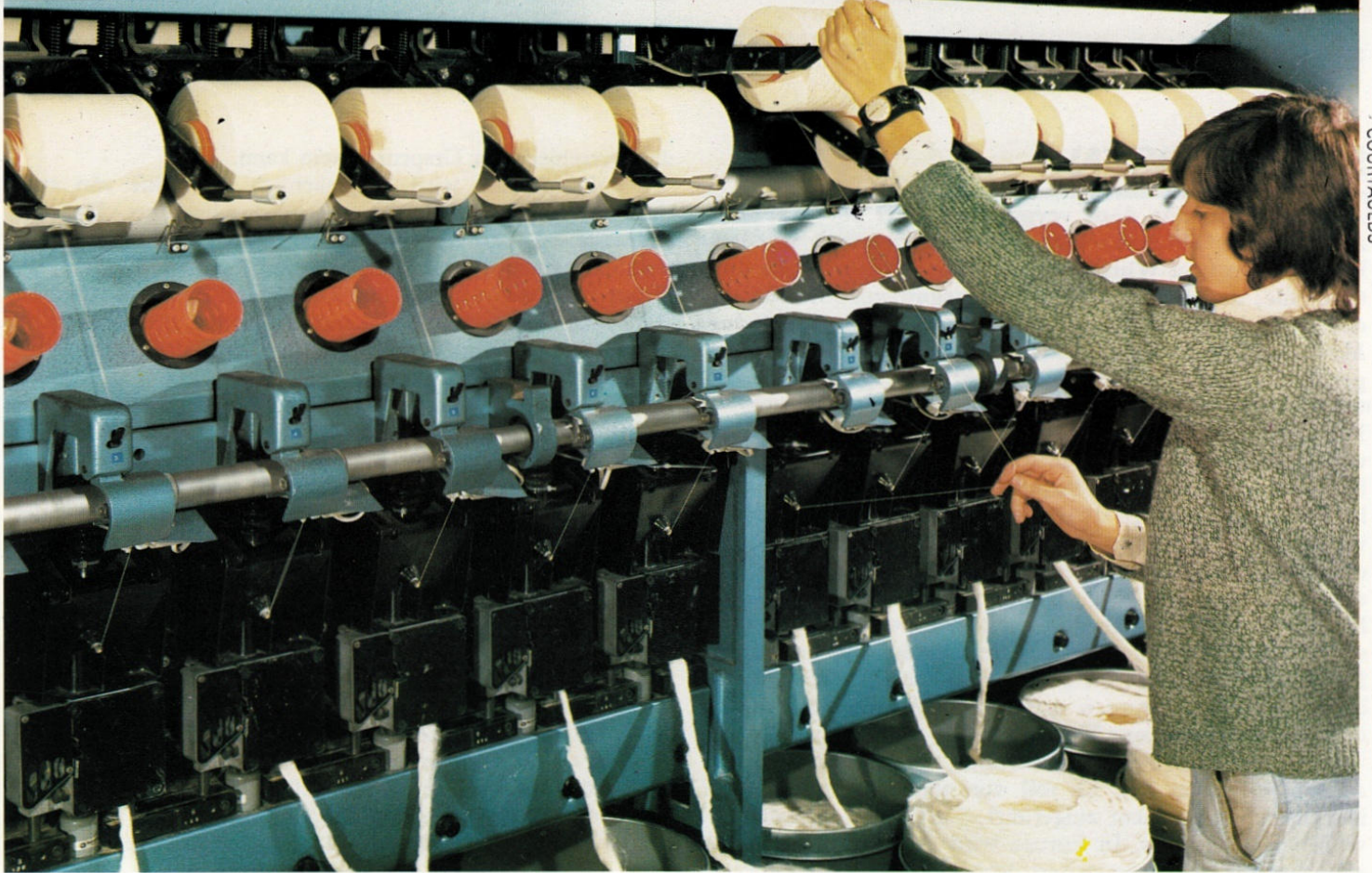
Bevor die gesponnene Garmlänge auf die Spindel aufgewickelt werden kann (Spulen sind nicht erforderlich), müssen die Garnwindungen von den Spindeln entfernt werden. Dazu dreht man die Spindeln ein paar Umdrehungen zurück. Gleichzeitig werden die auf diese Weise entfernten, nicht mehr gespannten Fäden von einem oberhalb der Spindeln herabgesenkten Führungsdraht (Aufwinder) und einem weiteren, von unten an die Spindeln herangeführten (Gegenwinder) Führungsdraht in die zum Aufwickeln erforderliche Lage gebracht und straff gehalten.

Nun fährt der Wagen auf die Streckwalzen zu, die Spindeln drehen sich in ihrer ursprünglichen Richtung und der Aufwinder leitet das Garn auf den Garkörper, den Kops oder Kötzer, während der Gegenwinder die Fäden gespannt hält. Hat der Wagen die Streckwalzen erreicht, kehren die Führungsdrähte in ihre Ausgangsstellung zurück; der Arbeitszyklus beginnt von neuem. Die Maschine wurde seit ihrer Erfindung durch S. Crompton ständig verbessert, bis sie

*Unten: Ringspinnmaschinen. Die Kötzer der Vorspinnmaschine sind oberhalb der Maschine befestigt und leiten den Vorspinnfaden zum Ausziehen und Drehen nach unten.*







schließlich um 1830 zur vollautomatischen 'Spinning Mule', dem Selfaktor, wurde.

### Ringspinnmaschine

Hierbei handelt es sich um eine kontinuierlich arbeitende Spinnmaschine, die Anfang des 19. Jahrhunderts von Amerikanern erfunden wurde.

Anstelle eines Flügels ist die auf der Spindel sitzende und mit ihr umlaufende Spule von einem feststehenden Ring umgeben. Auf diesem wiederum läuft ein C-förmiger Draht, der Läufer, um. Der das Streckwerk verlassende Faden wird durch diesen Läufer hindurch auf die Spule geführt und erhält, da letztere mit hoher Geschwindigkeit rotiert, eine Drehung. Da die Liefergeschwindigkeit an der Streckwerk-Ausgangswalze geringer ist als die Umfangsgeschwindigkeit der bewickelten Spule (Kops oder Kötzer), wird das Garn auf letztere aufgewunden.

Die Ringspinnmaschine wird in großem Umfange in der Baumwollspinnerei eingesetzt und hat dort weitgehend den Platz der Mulemaschine eingenommen; was die Feinheit der Garne anbelangt, bleibt sie jedoch hinter der Mulemaschine zurück.

### Glockenspinnmaschine

Hierbei handelt es sich um eine weitere amerikanische Erfindung, die etwa mit der Erfindung der Ringspinnmaschine zusammenfiel. Die Spule wird von einer feststehenden Glocke abgedeckt. Das aus dem Streckwerk kommende Garn läuft unter der Unterkante der Glocke hindurch auf die rotierende Spule. Die Reibung zwischen Glocke und Garn führt zu einer Verlangsamung des Garnlaufs, so daß Drehen und Aufwinden gleichzeitig erfolgen kann.

### Open-End-Spinnverfahren

Das Bestreben der Spinnerei galt von jeher dem Einsparen einzelner Arbeitsgänge. So gab es bereits seit 1870 Versuche, anstelle des Kopses sofort eine Kreuzspule zu erspinnen. Wenn beim Ringspinnen der Faden seine Drehung erhält, indem er senkrecht zu einer Drehbewegung zugeführt wird, operieren die sogenannten Open-End-Spinnverfahren oder Rotor-

*Oben: Andrehen einer Spule beim Open-End-Spinnverfahren.*

spinnverfahren mit einer Umkehrung des Prinzips, indem sie den fertigen Faden aus der Mitte einer Drehbewegung abziehen. Damit die Garndrehung eine echte Drehung wird, muß das Fadenende offen bleiben und die Fasern müssen fortlaufend an dieses offene Ende angefügt werden. Als Fasersammelorgan und Drehungsgeber dient ein Rotor — daher der Name der Verfahrens. Die erste funktionsfähige Rotor-spinnmaschine wurde in der Tschechoslowakei entwickelt.

### Sonstige Spinnverfahren

Obwohl Spinnen als Ausziehen, Drehen und Aufwinden von Fasern bzw. Fäden definiert ist, gibt es auch Ausnahmen. Dazu gehört das 'Seidenspinnen', ein von der Seidenraupe durchgeführter Prozeß, bei dem die Seidenraupe aus der Spinndrüse ein dünnes Seidenfädchen ausscheidet, das sie in Achterschlingen als Kokon um sich herumlegt und in diesem Schutz sie sich, ließe man der Natur ihren Lauf, über die Puppe zum Schmetterling entwickeln würde. Da eine solche Entwicklung jedoch die Seidenfäden zerstören würde, werden die Puppen bereits abgetötet, bevor der Kokon durchbrochen wird. Die häufig über 100 m langen Seidenfäden werden von den Kokons nach deren Erweichen in warmem Wasser ab- und auf eine Haspel aufgewickelt. In einem späteren Arbeitsgang werden mehrere solcher Fäden zusammengezwirnt (mouliniert).

Da sich die Kokons nicht völlig abwickeln lassen, müssen die Reste abgebrochen werden. Man erhält kurze Anfangs- bzw. Endfäden, die nach ähnlichen Prinzipien, wie sie in der Baumwollspinnerei üblich sind, versponnen werden. Bei bezwirnten Fäden spricht man von Haspelseide, bei gesponnenen von Schappeseide. Kunstseidengarne, heute zumeist als Reyon bezeichnet, werden wie viele andere synthetische Garne (Nylon, Dacron, u.ä.) im Preßverfahren gewonnen. Viskose Lösungen, je nach Garntyp unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung, werden durch Töpfe mit haarfeinen Löchern, sogenannten Spinndüsen, gepreßt und durch ein geeignetes Fällbad zu einem Faden verfestigt.



## SPIRITUOSEN

**Alkohol kann aus dem vergorenen Saft einer großen Anzahl von Pflanzen destilliert (gebrannt) werden. Branntwein und Whisky werden aus Weintrauben und Getreide, den herkömmlichen Ausgangsprodukten bei der Alkoholherstellung, gewonnen. Tequila (oder Meskal) jedoch hat ein ungewöhnliches Ausgangsprodukt — er wird aus dem Kaktus hergestellt.**

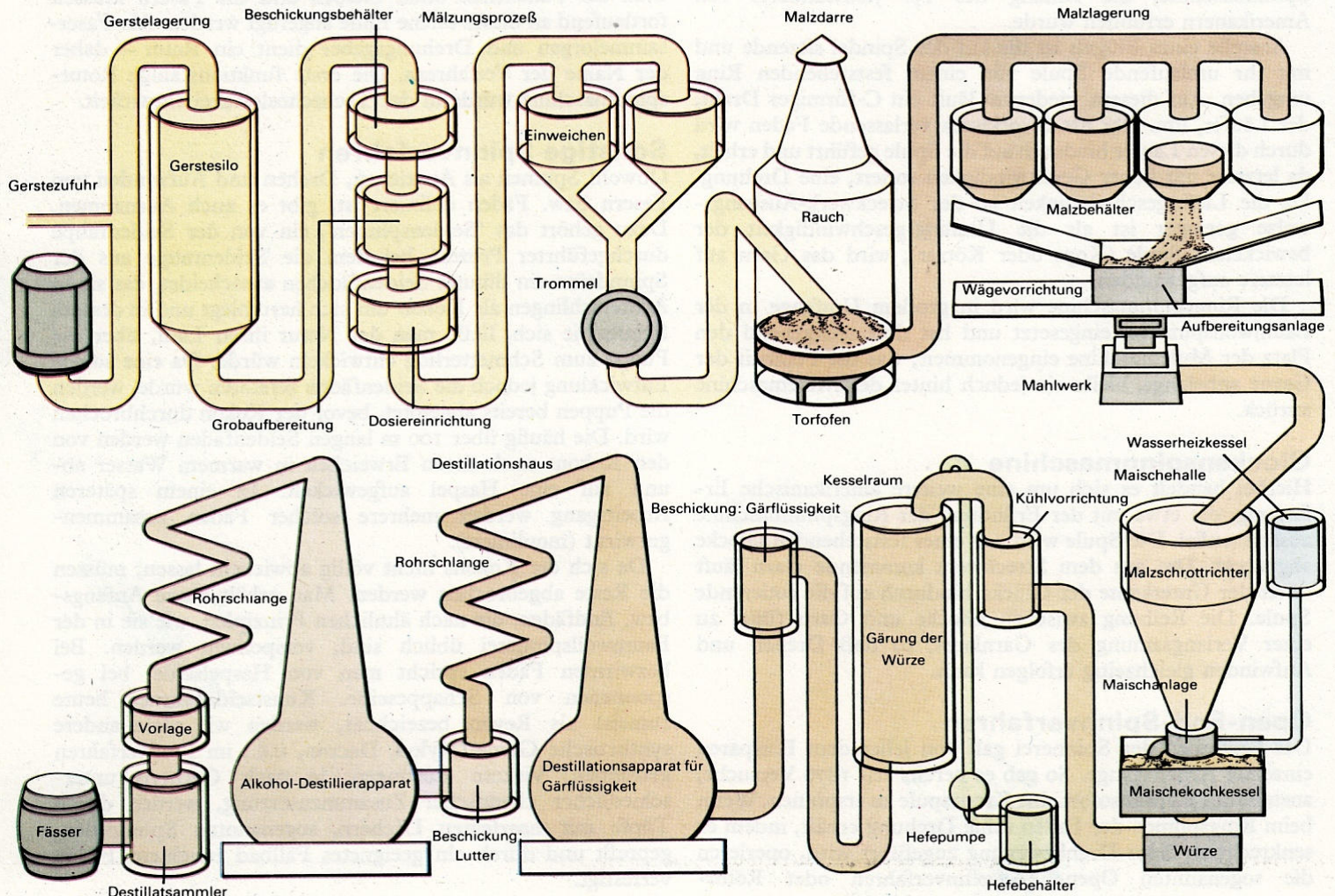
Die Gärung ist ein Prozeß, bei dem Zucker durch die Einwirkung einer Hefe in Alkohol umgewandelt wird. Eine der bekanntesten gegorenen Flüssigkeiten ist der Wein. Er wird hergestellt, indem man die Hefe, die in den Traubenschalen vorkommt, auf den natürlichen Zucker im Traubensaft einwirken läßt. Bei der Herstellung von Bier wird Hefe in eine stärkehaltige Flüssigkeit gegeben, die aus einer Kornfrucht, gewöhnlich Gerste, gewonnen wird. Spirituosen werden durch Destillieren gegorener Flüssigkeiten gewonnen. Da Alkohol flüchtiger ist als Wasser, destilliert er leichter über, so daß Spirituosen mehr Alkohol enthalten als die ursprüngliche, gegorene Flüssigkeit.

Es ist nicht mit Sicherheit bekannt, wer das Brennen von Alkohol erfunden hat. Es soll vor 2000 Jahren auf dem indischen Subkontinent eingeführt worden sein, möglicherweise von China aus. In Europa wird das Brennen erst seit etwa tausend Jahren praktiziert, wobei es zuerst zur Zubereitung medizinischer Präparate und dann bei der Herstellung von Duftstoffen aus Blumenessenzen angewendet wurde. Das kommerzielle Alkoholbrennen ist nicht viel älter als 400 Jahre. Es gibt zwei herkömmliche Arten von Alkohol: Ethanol, das in alkoholischen Getränken enthalten ist, und Methanol (auch Industrialkohol oder Holzalkohol genannt), der giftig ist

und verschiedenen Ursprungs sein kann.

Die Destillation wird hauptsächlich mit Hilfe von zwei Formen von Destillationsapparaten durchgeführt. Der bekannteste ist der Blasendestillationsapparat, auch Branntweinblase genannt, der die Form eines großen Kessels hat. Dieser besteht fast immer aus Kupfer und ist innen verzinkt. Daran angeschlossen ist eine Kühlvorrichtung, die den Alkohol enthaltenden Dampf kühlt und ihn in die flüssige Form umwandelt. Es gibt verschiedene Arten und verschiedene Abmessungen von Blasendestillationsapparaten. Die spezielle Konstruktion hängt sowohl von dem zu destillierenden Alkohol — beispielsweise Branntwein, Whisky oder Gin — als auch von den örtlichen Traditionen und Vorschriften ab. Die andere Art von Destillationsapparat ist der Patent- oder Coffey-Destillierapparat. Der Destillationsprozeß in einem solchen Gerät ist als kontinuierliche Destillation bekannt. In dem Patentdestillationsapparat wird Wasserdampf verwendet, um den Alkohol von der alkoholhaltigen Gärflüssigkeit zu trennen, mit der der Apparat beschickt wird. Das System wurde im Jahre 1826 von Robert Stein in Schottland erfunden und sechs Jahre später von Aeneas Coffey zur Vollendung gebracht. Die kontinuierliche Destillation wird bei der Herstellung von Spirituosen in sehr großen Mengen angewendet. Der Alkohol aus einem Patentdestillierapparat ist gewöhnlich hochkonzentriert, fast ohne Geschmack und sehr rein. Der Alkohol aus einem Blasendestillierapparat ist weniger kon-

*Herstellung von Malzwhisky. Gerste wird in Wasser eingeweicht und in Torfrauch getrocknet. Das entstehende Malz wird gemahlen und in den Malzschrötrichter geleitet. Dem Malz wird Wasser zugegeben. Aus der so gebildeten Maische wird die Würze abgetrennt, die dann vergärt und destilliert wird.*







zentriert und hat Geschmacksmerkmale von der alkoholhaltigen Gärflüssigkeit, aus der er abdestilliert wurde. Dies ist von größter Bedeutung bei der Herstellung von feinen Spirituosen mit natürlichem und ganz spezifischem Geschmack, wie beispielsweise bei gutem Whisky oder Branntwein. Alkohol aus dem Blasendestillierapparat enthält jedoch auch einige unerwünschte Bestandteile, die man höhere Alkohole (Fuselöle) nennt. Diese verschwinden, wenn man den Alkohol in Holzfässern reifen läßt.

## Whisky

Überall in der Welt werden die verschiedensten Arten von Whisky hergestellt, der bekannteste ist jedoch der schottische Whisky. Es ist so gut wie sicher, daß die Kunst des Destillierens durch Mönche von Nordirland nach Schottland gebracht wurde, wobei wohl die ersten Destillate für medizinische Zwecke verwendet wurden. In der schottischen Geschichte wird Whisky erstmals im Jahre 1494 erwähnt. Um 1500 trank man ihn am Hofe in Edinburgh, und im Jahre 1505 erfuhr er offizielle Anerkennung durch den König, der die Überwachung der Whiskyherstellung in die Hände des Royal College of Surgeons (Königliches Ärztekollegium) legte. Das Wort 'Whisky' stammt von dem gälischen Wort

**Oben:** Diese Mälztrommel wurde 1965/66 gebaut, um zusätzlichen Bedarf an Malz für die Whiskybrennerei in Speyside in Schottland zu decken.

'uisque beatha', das 'Wasser des Lebens' bedeutet.

Nach einer turbulenten Entwicklungsgeschichte, zu der auch die Einführung des Patentdestillationsapparates gehörte, wurde der Scotch Whisky legalisiert, wodurch seine Verbreitung zunahm. Etwa im Jahre 1860 wurde das Verschneiden als Neuerung eingeführt. Dies bedeutete, daß die starken, im Blasendestillierapparat hergestellten Malzwhisky-Sorten, die größtenteils aus dem schottischen Hochland stammten, mit den viel leichteren, durch Patentdestillation gewonnenen Getreidewhisky-Sorten gemischt wurden. Diese neue Sorte entsprach bedeutend mehr dem Geschmack der Engländer, und innerhalb kurzer Zeit hatte der Scotch Whisky nicht nur den britischen Markt, sondern auch den der gesamten Kulturwelt erobert.

Malzwhisky wird ausschließlich aus gemälzter Gerste hergestellt. Der Mälzungsprozeß beinhaltet das Einweichen der Gerste in Wasser. Im Falle von Scotch Whisky handelt es sich um das ganz spezielle Wasser, an dem das Land so



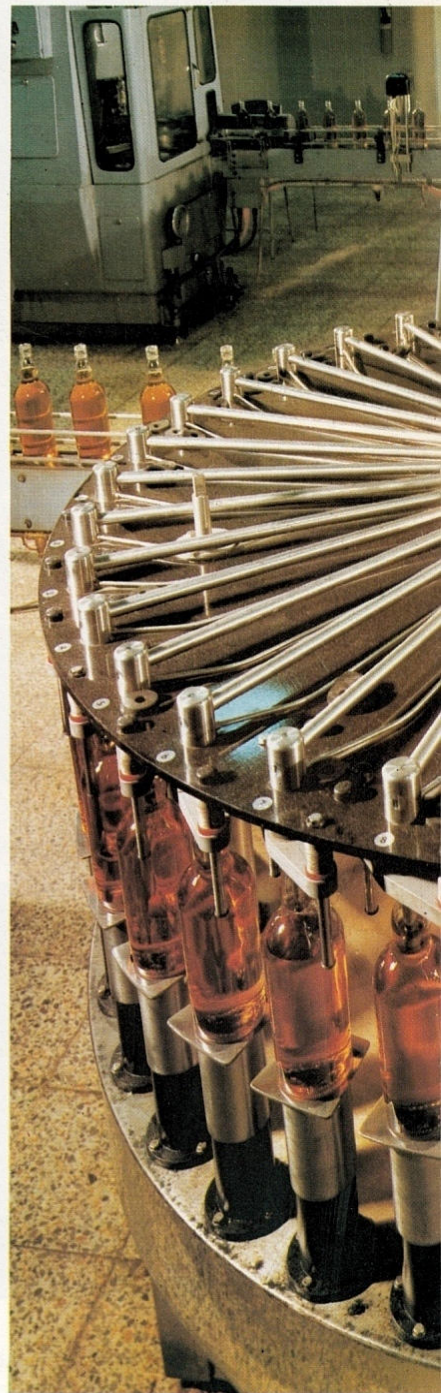


reich ist. Wenn die Gerste mit dem Keimen beginnt, wird sie getrocknet. Nun läßt man den Rauch von Torffeuer durch die trocknende Gerste dringen, die dann aufbereitet und gemahlen wird. Anschließend wird noch mehr von dem berühmten Wasser hinzugegeben, und aus der entstandenen Maische wird eine süßliche Flüssigkeit (Würze) abgezogen und gekühlt. Die Würze wird in riesige Fässer geleitet, wo sie, nachdem man Hefe hinzugegeben hat, zu gären beginnt. Hierdurch wird eine Art Bier (Gärflüssigkeit) hergestellt. Aus dieser alkoholhaltigen Gärflüssigkeit (etwa 10% Alkohol), die die wesentlichen Merkmale von schottischem Wasser und Torf aufweist, wird Malzwhisky abdestilliert. Es finden zwei Destillationsvorgänge statt. Bei dem ersten wird eine recht schwache und herbe alkoholische Flüssigkeit hergestellt, die man Lutter nennt. Sie wird in einen zweiten Blasendestillierapparat gegeben; das Ergebnis ist schottischer Malzwhisky. Bevor er jedoch als schottischer Whisky anerkannt wird, muß man ihn über einen Mindestzeitraum von drei Jahren in Holzfässern (aus Eiche) reifen lassen. Gewöhnlich wird er bedeutend länger gelagert.

Kornwhisky wird durch kontinuierliche Destillation aus Mais, dem etwas gemälzte Gerste hinzugegeben wurde, hergestellt. Er wird selten länger als drei Jahre gelagert. 'Blended Scotch Whisky', die bei weitem beliebteste Sorte, ist ein Gemisch aus Malz- und Kornwhisky. Eine gute Mischung enthält etwa 30 verschiedene Malzsorten, deren Eigenschaften sehr stark von der Brennerei abhängen, in der der Whisky entstand. Es gibt jedoch zumindest eine berühmte Sorte, die mehr als 60 verschiedene Malzsorten enthält. Bezüglich der Getreidemengen in einer Mischung gibt es keine Vorschriften, aber eine feine Sorte sollte etwa gleiche Mengen an Malz und

**Oben:** Hier wird der 'reine' Whisky zum 'Verschneiden' in die Mischwanne geschüttet. Verschiedene Malz- und Kornwhiskysorten werden zu einem Verschnitt gemischt.

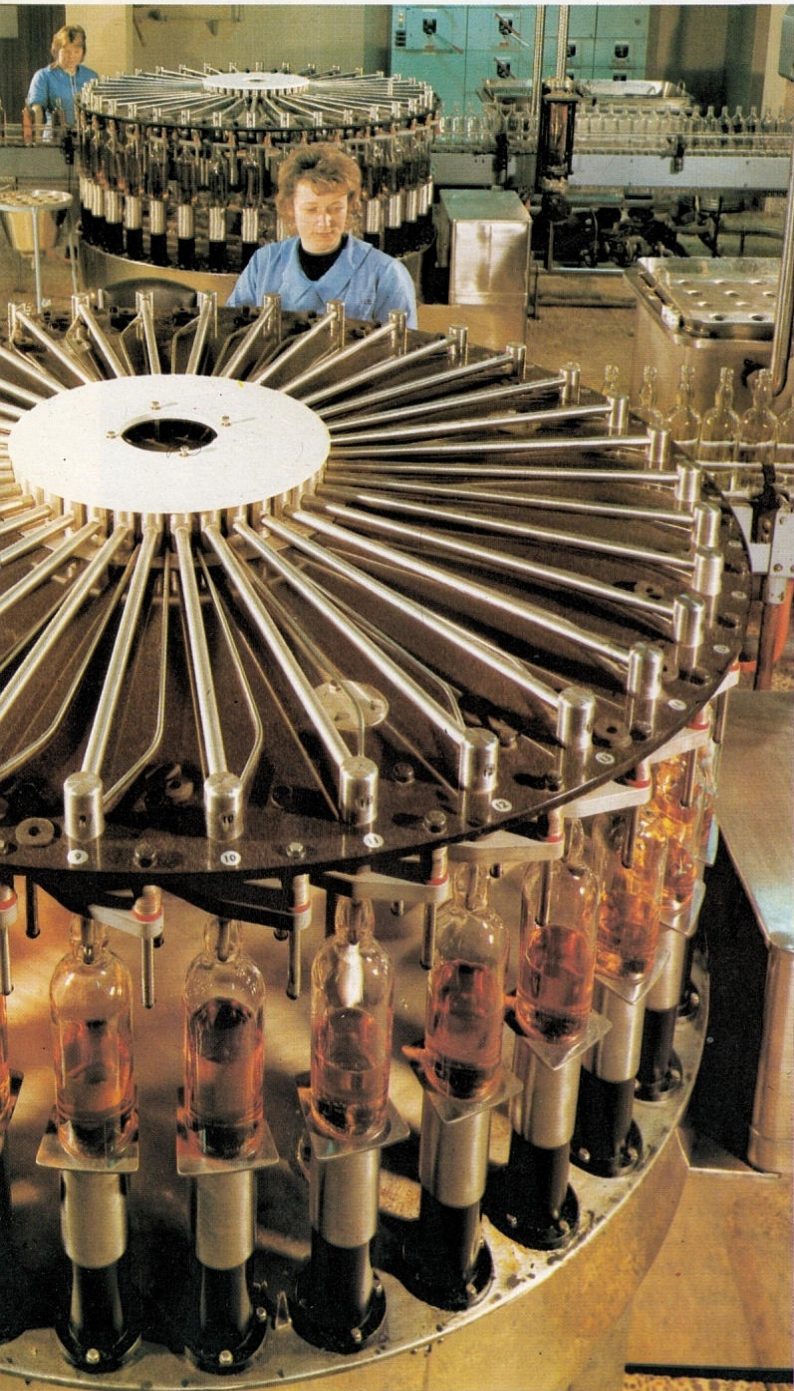
**Rechts:** Eine Rotationsfüllmaschine, die bis zu 120 Flaschen pro Minute abfüllen kann.



Korn enthalten. Einige Whiskysorten werden nach dem Verschneiden erneut in Fässer gefüllt, damit sie im Holz weiter reifen. Damit wird gewährleistet, daß sich die Whiskysorten in der Mischung vollständig vereinen. Schließlich wird das Whiskygemisch mit gereinigtem Wasser jeweils auf die für den beabsichtigten Markt bestimmte Stärke verdünnt. Wenn ein Scotch Whisky mit einem Alter versehen ist, handelt es sich im Falle von unverdünntem Malzwhisky um die Zeitdauer, die er im Faß lagerte, oder im Falle einer Mischung um das Alter des zuletzt hinzugegebenen Whiskyanteils.

In Amerika gibt es zwar eine ganze Reihe eingetragener Whiskysorten, im internationalen Handel jedoch ist der Bourbon der einzige Whisky von Bedeutung. Er ist durch ein Gesetz des US-Kongresses von 1964 geschützt. Viele Details seiner Herstellung werden gesetzlich kontrolliert. Er muß beispielsweise aus einer Maische hergestellt werden, die mindestens 51% Mais enthält. Er muß in neuen Fässern gelagert werden, wodurch gewährleistet ist, daß der entstehende Alkohol den charakteristischen, starken Maisbranntwein-Geschmack erhält. Er stammt aus Kentucky, wird aber





DISTILLERS CO

auch in mehreren anderen Staaten der USA hergestellt.

Kanadischer Whisky ist ein leichteres Getränk als der Bourbon-Whisky, allerdings fehlen ihm die typischen Merkmale des Scotch Whisky. Wesentlich in der Maische ist der Mais, es werden aber auch etwas Weizen und gemälzte Gerste verwendet. Kanadischer Whisky ist in einigen Gebieten der USA sehr beliebt.

Irischer Whisky ist einzigartig, da er einen Anteil Hafer in der Maische enthält. In der Maische sind auch Weizen, Roggen und Gerste, von denen die Hälfte gemälzt wird, enthalten. Der irische Whisky ist hauptsächlich ein Produkt des Blasendestillationsapparates. Er wird dreimal gebrannt und mindestens sieben Jahre lang gelagert.

### Branntwein

Branntwein wird als Destillat von Wein oder Wein-Nebenprodukten definiert. Er wird in allen weinproduzierenden Ländern hergestellt; einige dieser Destillate sind von außerordentlich schlechter Qualität. Es ist wichtig, zwischen dem, was im Handel einfach mit Weinbrand bezeichnet wird, und Destillaten wie beispielsweise Cognac zu unterscheiden. Weinbrand kann, ob in Frankreich oder irgendeinem anderen Land, aus jeder Sorte Wein gebrannt werden, und zwar durch kontinuierliche Destillation. Manchmal wird ein Schuß guten, im Blasendestillationsapparat hergestellten Branntweins hinzugegeben, um dem Produkt etwas Qualität zu verleihen. Leider steckt sehr wenig Bedeutung in Worten und Initialen, die auf den Etiketten von Weinbrandflaschen erscheinen. Es ist zulässig, den großartigen, aber für den Flascheninhalt bedeutungslosen Namen Napoleon für einen simplen Weinbrand zu verwenden.

Das höchste Ansehen hat Cognac, ein streng überwachtes Produkt, das nur aus bestimmten Gebieten Südwestfrankreichs — die Städte Cognac und Jarnac bilden das Zentrum — kommt. Er wird nach strengen Vorschriften hergestellt. Wie beim Scotch Whisky wird zweifach destilliert, die Destillationsapparate sind jedoch viel kleiner. Der Wein, aus dem Cognac gebrannt wird, wird nicht abgelagert und ist ausgesprochen sauer. Seltsamerweise wird aus diesem mittelmäßigen Wein der feinste Cognac hergestellt. Wie bei allen Destillationsverfahren ist das Destillat bei Verlassen des Destillationsapparates farblos. Man läßt es in Fässern aus Eichenholz, das aus dem Limousin-Gebiet stammt, reifen. Durch ein kompliziertes Auffüll-Verfahren wird eine günstige Reife entwickelt. Ein bestimmter Anteil von jedem Destillationsprodukt wird bis zu fünfzig Jahre lang unvermischt abgelagert; danach tritt keine Verbesserung mehr ein. Das Destillat wird dann in große Flaschen gefüllt. Von den ältesten Mischungen einer Sorte wird eine kleine Menge hinzugegeben, wodurch das Produkt verfeinert wird.

Es gibt noch einen anderen französischen Weinbrand von hoher Qualität, den Armagnac, der etwas weiter südlich hergestellt wird. Ein Viertel des Herstellungsprozesses entspricht dem des Cognac, er ist jedoch bei weitem nicht so bekannt. Armagnac wird nur einmal destilliert und hat somit einen intensiven Geschmack. Er muß lange abgelagert werden, um den höchsten Grad der Reife zu erreichen; dann aber ist er ganz ausgezeichnet.

### Rum

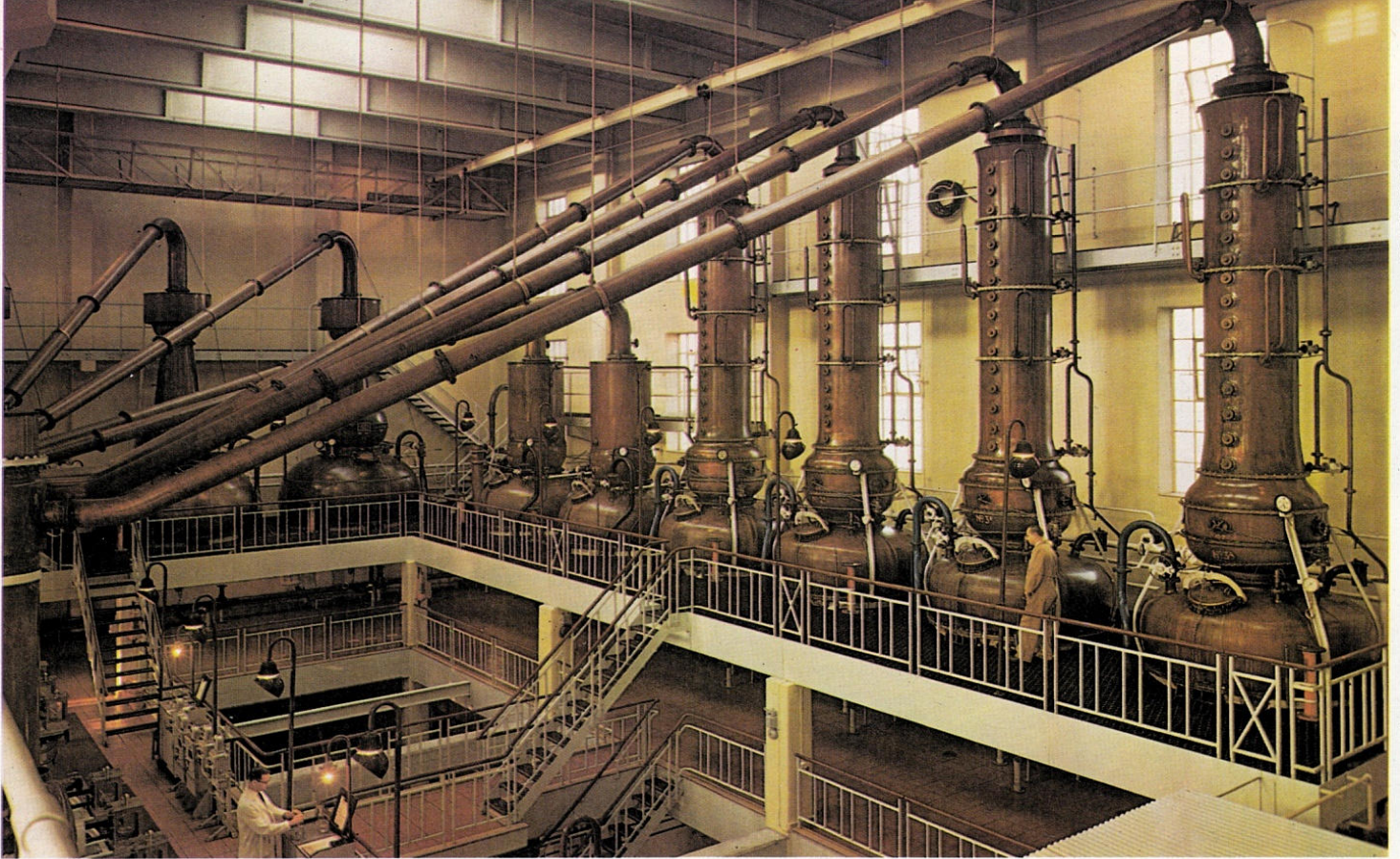
Rum muß, um diesen Namen tragen zu dürfen, aus dem bei der Herstellung von Rohrzucker in einem rohrzuckerproduzierenden Land entstehenden Nebenprodukt gebrannt werden. Es werden zwar einige spezielle Rumsorten in Blasendestillationsapparaten destilliert, jedoch stammen fast alle im Handel erhältlichen Rumsorten aus Patentdestillationsapparaten. Nach der Zugabe von Wasser zur Melasse (dem Rückstand bei der Rohrzuckerherstellung) beginnt durch die

**Unten:** Die Mönche von La Grande Chartreuse beim Entfernen von festem Abfallgut aus einem Destilliergefäß nach der Destillation des nach ihnen benannten Likörs. Das Rezept, das mehr als 100 verschiedene Kräuter umfassen soll, ist ein streng gehütetes Geheimnis und seit 1757 in ihrem Besitz.



SUSAN GRIGGS/ADAM WOOLITT





**Oben:** Blasendestillationsapparate einer modernen Ginbrennerei. Gin wird durch erneutes Destillieren reinen Branntweins und Hinzufügen diverser Extrakte hergestellt.

natürliche Hefe eine rasche Gärung. Aus der entstandenen alkoholischen Gärflüssigkeit wird ein außerordentlich reiner Alkohol abdestilliert, den man auch Zuckerrohrschnaps nennt. Abgesehen von Sorten besonderer Qualität werden bei der Herstellung von dunklem Rum dem weißen Destillat ein Rumgeschmack-Konzentrat und geschmackfreie Farbstoffe zugegeben. Man glaubt allgemein, daß der traditionelle starke Rum (Seemannsart) dunkel sein muß; er ist aber nicht deshalb so stark, weil er dunkel ist; dies ist nur ein alter Brauch.

## Wodka

Wodka ist das Nationalgetränk der Russen und Polen. Wörtlich übersetzt bedeutet Wodka 'Wässerchen'. Er kann aus einer Reihe von Grundmaterialien hergestellt werden, u.a. aus Kartoffeln, Weizen, Roggen, Zuckerrüben oder einem Gemisch dieser Pflanzen. Nach der Destillation wird der Alkohol gründlich gereinigt, indem er durch Holzkohle gefiltert wird. Anschließend wird er mit Wasser verdünnt und, ohne ihn reifen zu lassen, in Flaschen gefüllt. Der auf diese Weise hergestellte Wodka ist nur sehr leicht im Geschmack und soll eiskalt getrunken werden. In der Heimat des Wodkas werden dem Getränk zahlreiche Geschmacksstoffe beigegeben. Der polnische Zubrowka beispielsweise wird hergestellt, indem Wodka mit einer Grasart gewürzt wird.

## Gin

Gin stammt aus Holland, wo er um 1550 erstmals als medizinisches Präparat in Erscheinung trat. Holländischer Gin unterscheidet sich deutlich von der heute wohl bekanntesten Sorte, dem London Dry Gin (diese Bezeichnung steht heute eher für eine Ginsorte als für den Ursprungsort des Gins). Im 19. Jahrhundert wurde englischer Gin in großen Mengen hergestellt und sehr billig verkauft. Er wurde als berauschendes Getränk der breiten Masse in den Städten gering angesehen. Heute ist er jedoch ein allgemein geschätzter Branntwein, der

den Grundbestandteil vieler, überall in der Welt beliebter Mixgetränke darstellt. Der internationale Ruf des Londoner Gins begann vor etwa einem Jahrhundert mit der Einführung von 'ungesüßtem Gin'. Dies bedeutete die Trennung zwischen dem, was später als London Dry Gin bekannt werden sollte, und der stärkeren, zuerst hergestellten Ginsorte aus den Niederlanden.

In Großbritannien und in den USA wird Gin aus einem gereinigten Getreidespiritus hergestellt. Dieser wird in einem Blasendestillationsapparat unter Hinzufügen von verschiedenen botanischen Extrakten erneut destilliert. Der bedeutendste Extrakt ist eine Wacholderessenz, von der der Gin seinen Namen hat (Wacholder = juniper). Andere botanische Geschmacksstoffe sind u.a. Koriander, Lakritze, Iriswurzel, Kardamom, Anissamen, Fenchel, bittere Mandeln, Zitronenschale; die genaue Zusammenstellung der Bestandteile und ihre Mengen hängen von der speziellen Sorte ab. Der Schnaps aus Holland und das skandinavische Getränk Aquavit sind dem Gin ähnlich.

## Liköre

Ein Likör ist ein Branntwein, der mit Kräutern, Früchten oder einem Gemisch aus beidem gesüßt und gewürzt wurde. Es würde ein ganzes Buch füllen, wenn man alle Liköre der Welt auflisten würde, denn in einigen Ländern hat fast jedes Dorf seinen eigenen Likör. Die meisten Liköre werden hergestellt, indem eine Branntweingrundlage, z.B. Cognac, einen Geschmacksstoff-Zusatz erhält. Manchmal werden die Aromastoffe jedoch schon vor der Destillation hinzugegeben. Das Rezept der meisten Liköre ist zwar ein streng gehütetes Geheimnis, aber viele haben einen ganz besonderen, vorherrschenden Geschmack, z.B. grüner Chartreuse (Lakritze), gelber Chartreuse (Anis), Cointreau (Orange), Crème de Menthe (Minze), Curaçao (Orange), Grand Marnier (Orange), Irish Mist (Honig), Kahlúa (Kakao/Kaffee), Kümmel (Kümmel), Maraschino (Kirsche), Ojen (Anis), Ouzo (Anis), Sabra (Schokolade), Tia Maria (Kaffee) und Triple Sec (Orange). Andere Liköre haben einen würzigen Geschmack, den man nicht leicht mit einem speziellen Ausgangsmaterial in Verbindung bringen kann. Zu diesen Likören gehören der Bénédictine, Drambuie, Galliano und Strega.



## SPORTGERÄTE

**Um die Traditionen in Sportarten wie Golf und Tennis zu wahren und ihren jeweiligen Regeln zu entsprechen, sind dem Einsatz neuer Werkstoffe und Techniken bei der Herstellung von Sportgeräten enge Grenzen gesetzt.**

Natürliche Werkstoffe wie Holz und Leder haben viele Jahre lang bei der Fertigung von Geräten und Zubehör für Sportarten wie Golf, Tennis, Kricket usw. Verwendung gefunden. Auch heute noch besteht großer Bedarf an solchen Materialien. Doch auch neuere Werkstoffe wie hochfeste Legierungen, Gummi, Kunststoffe, Glas- und Kohlenstoff-Fasern werden in großen Mengen verarbeitet.

### Tennisbälle

Tennis in der heutigen Form stammt aus England, wo es im 19. Jahrhundert auf Rasenplätzen (daher 'lawn tennis') gespielt wurde. Es wurde aus einem Spiel entwickelt, das in Frankreich seit dem 14. Jahrhundert bekannt war und mit Beginn des 15. Jahrhunderts mit Tennisschlägern ähnlichen Schlägern gespielt wurde (das Paume-Spiel). Da beim Paume-Spiel der Ball mit Stoffetzen ausgestopft war und nicht besonders gut sprang, wurde für das 'lawn tennis' der Ball erheblich verbessert. Man verwendete zu seiner Herstellung Gummi, der eine hohe Elastizität aufweist. Später stellte man fest, daß man den raschen Verschleiß dieser Bälle deutlich

dadurch vermindern konnte, daß man sie mit Filz überzog. Anfänglich wurden die Filzstücke an den Rändern zusammen-genäht, in den 20er Jahren unseres Jahrhunderts verwendete man zu diesem Zweck dann eine Gummilösung.

Beim modernen Herstellungsverfahren wird zuerst Gummi mit besonderen Stoffen vermischt, beispielsweise Ton zur Festigkeitssteigerung, Schwefel und 'Beschleuniger' zur Vulkanisierung. Dies geschieht in einem 'Innenmischer', bei dem in einer Mischkammer zwei Rotoren ineinandergreifen. Sie zerkleinern das Gemisch aus Gummipulver kontinuierlich, bis es eine homogene Masse bildet, die nun aussieht wie Fensterkitt. Sie wird mittels einer Hydraulikpresse durch die runde Form einer Strangpresse geschickt. Ein mit hoher Geschwindigkeit umlaufendes Messer zerschneidet den aus der Presse kommenden ununterbrochenen Strang in Stücke gleicher Größe und gleichen Gewichtes. Jedes dieser Stücke wandert in eine der Aussparungen einer Mehrfachpresse, die sie hydraulisch zu Hohlkugelhälften preßt, die der Hälfte eines fertigen Tennisballes entsprechen. Da auch Wärme einwirkt, wird der Gummi vulkanisiert, d.h. aus einer kittähnlichen wird eine elastische Masse. An zwei Halbkugeln wird das überstehende Material abgenommen; sie werden dann mit Hilfe von Gummilösung zu einem Kern (Gummi-

**Unten:** Der Innendruck der Tennisbälle wird hier überprüft. Er beträgt zwischen 0,7 und 0,8 bar. Die Anforderungen an die Qualität der Bälle sind sehr hoch.





ball) zusammengefügt. Man bringt diesen Kern, außer bei drucklosen Bällen, mit Luft oder Gas auf einen Überdruck von 0,7 bis 0,8 bar. Bälle ohne Innendruck beziehen ihre Elastizität ausschließlich vom Gummi des Kerns, der dafür eine größere Schichtdicke aufweisen und von besonderer Zusammensetzung sein muß. Gute Tennisspieler ziehen im allgemeinen Bälle mit Gasfüllung vor; die meisten Bälle werden daher nach diesem Verfahren hergestellt. Gewöhnlich wird der Druck dadurch erzeugt, daß vor dem Zusammenfügen der Halbkugeln chemische Treibkügelchen aus Natriumnitrit und Salmiaksalz eingebracht werden. Bei Einwirken der Vulkanisierwärme zersetzen sich die Kügelchen und geben Stickstoffgas ab.

Der Filz oder Molton, mit dem der Tennisball überzogen ist, ist ein hochwertiges Gewebe aus Wolle und Nylon. Die Schußfäden bestehen aus einem Nylon-Wolle-Gemisch, während die Kettfäden aus Baumwolle sind. Beim hier angewendeten Verfahren liegen die Schußfäden hauptsächlich auf einer Seite des Gewebes. Diese Fläche wird dann zur Erzielung der Filzwirkung aufgerauht oder 'kardiert'. Anschließend wird das Material gewalkt, um die Oberfläche zu verdichten. Hierbei nutzt man die natürliche Neigung der Wolle zu verfilzen und schwenkt das Gewebe in einer Seifenlösung, damit es die gewünschte Oberflächeneigenschaft erhält.

Auf die Rückseite des Filzes wird Gummilösung aufgetragen, dann wird er in runde Stücke, ähnlich der Form von Hantelenden, geschnitten. Zwei solcher Stücke bedecken die Oberfläche des Kerns vollständig. Der Bezug wird von Hand aufgebracht, wobei die Dehnung sorgfältig beachtet wird, um eine genaue Paßform zu erreichen. Eine an den Rändern des Filzüberzuges aufgetragene Gummilösung wird in einem weiteren Formvorgang, bei dem der Ball in kugelförmigen Formen erhitzt wird, vulkanisiert. In einem Dampfbad

richten sich die Fasern auf, so daß ein Flor entsteht, und anschließend wird der Ball unter Last auf Verformbarkeit geprüft, damit zueinander passende Bälle gemeinsam verpackt werden können.

Tennisbälle müssen genaue Anforderungen hinsichtlich ihrer Größe, ihres Gewichtes, ihrer Elastizität und Komprimierbarkeit erfüllen. Daher sind auf allen Stufen des Fertigungsprozesses genaue Qualitätskontrollen erforderlich.

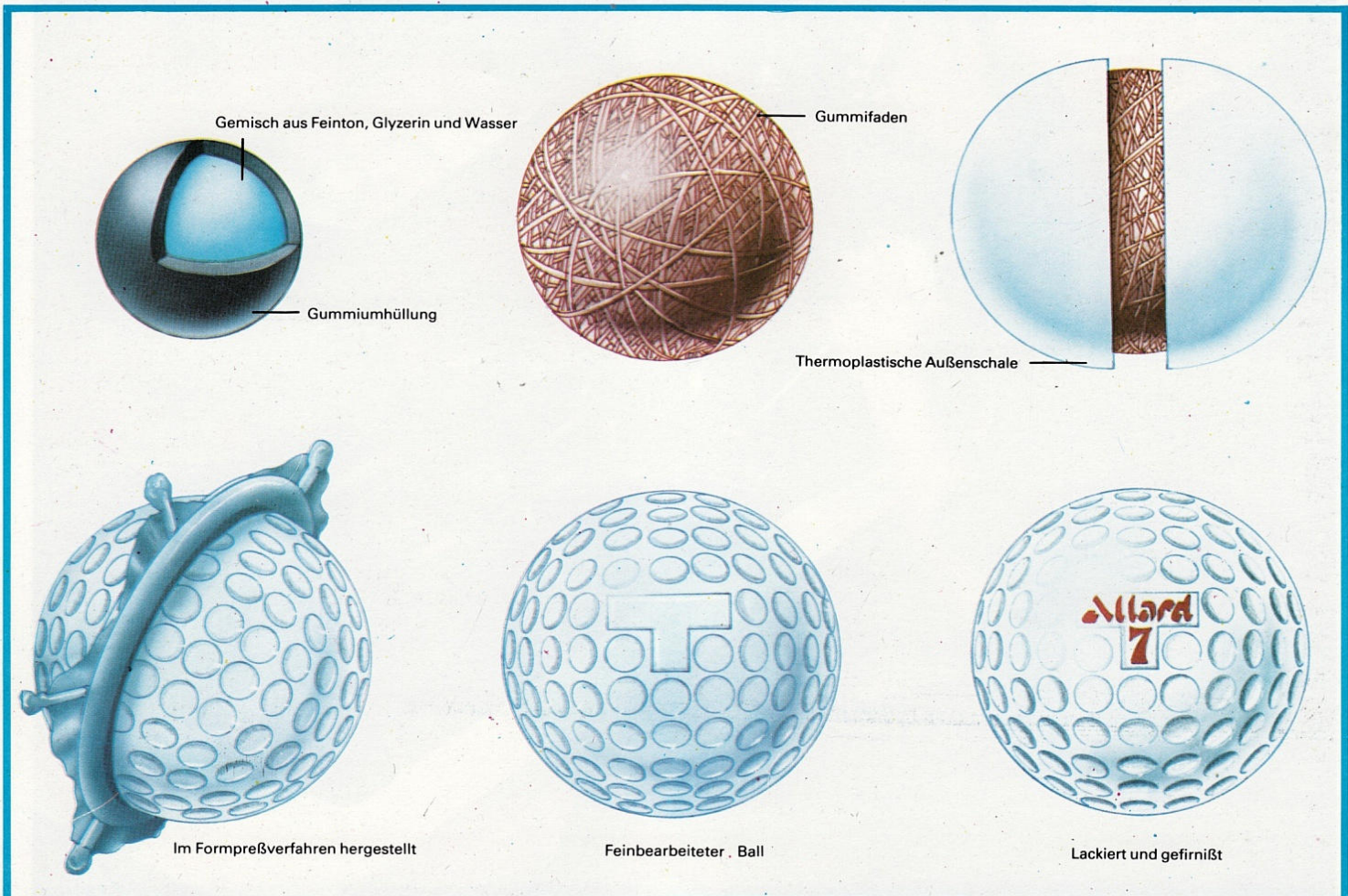
## Golfbälle

Die ersten Golfbälle wurden hergestellt, indem man Vogelfedern unter erheblichem Druck in eine handgenähte Lederhülle stopfte. Seit 1850 stellt man sie aus massivem Guttapercha her. Guttapercha ist ein kautschukähnliches Produkt, das durch Eintrocknen des Saftes von Guttaperchabäumen gewonnen wird. Solche Bäume finden sich in indo-malaisischen Ländern. Ab etwa 1900 trat dann der Ball mit Vollgummikern auf, und als bekannt wurde, daß der Sieger der Offenen Meisterschaft 1902 mit einem solchen Ball gespielt hatte, fand er rasch überall Eingang.

Die Golfregeln legen für den Ball lediglich das Gewicht (46 g) und die Mindestgröße (41 mm Durchmesser) fest. Auf dem nordamerikanischen Festland weicht die Mindestgröße mit 43 mm Durchmesser von der überall sonst geltenden Vorschrift ab; außerdem ist noch eine Höchstelastizität vorgeschrieben.

Ein Golfball besteht aus drei Hauptteilen: Einem Inneren (gewöhnlich flüssiger oder elastischer Gummi), um das hochelastischer Gummifaden gewickelt ist, und einer Umhüllung, die den Faden schützt und dem Ball das typische Aussehen mit den regelmäßig über die ganze Oberfläche verbreiteten 'Dellen' verleiht.

Ein beträchtlicher Teil der Masse ist bei diesem Ball in der Mitte konzentriert, damit die Wicklungen sich leicht ver-



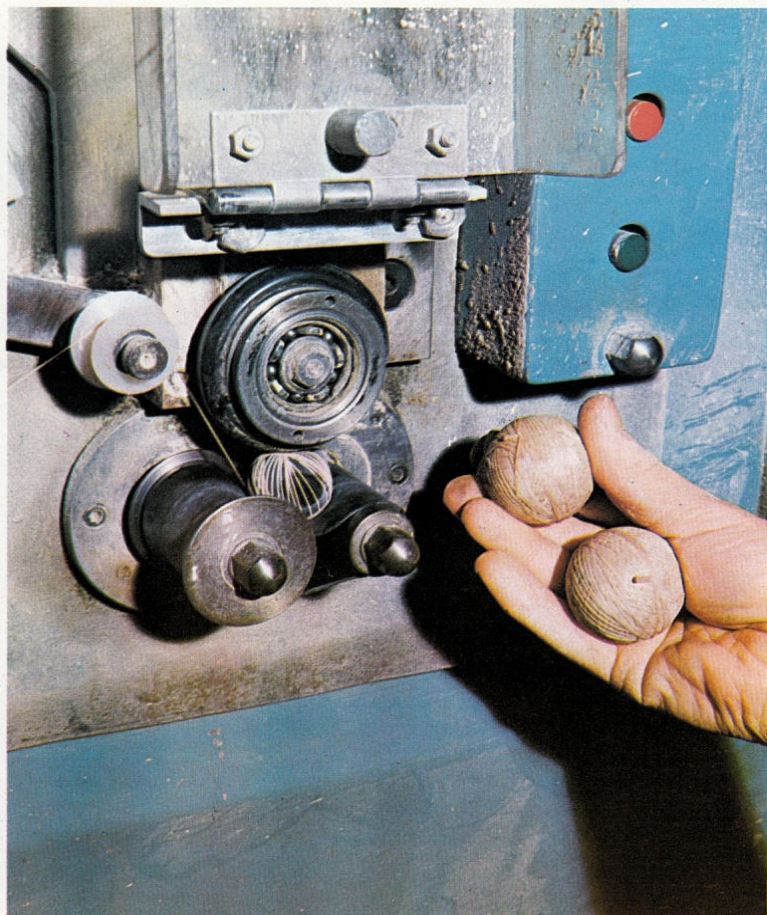


formen können, wenn der Ball vom Schläger getroffen wird, so daß durch die rasche Erhöhung des unter hoher Spannung stehenden Fadens eine große Ballgeschwindigkeit erzielt wird. Da die Mitte bei der Berührung von Ball und Schläger nur eine möglichst geringe Menge an Energie verzehren darf, verwendet man seit vielen Jahren in Spitzenbällen ein Inneres aus flüssigem Material.

Eine Möglichkeit zur Herstellung eines solchen Inneren sieht wie folgt aus: Montmorillonithaltiger Feinton wird mit Wasser und Glyzerin vermischt und dann in die halbkugelförmigen Vertiefungen von Gummihohlformen gegeben. Wegen der Thixotropie des Gemisches (eine Eigenschaft mancher Gele, ohne Änderung des Wassergehaltes bei mechanischer Beanspruchung schlagartig von der steifen zur flüssigen Konsistenz überzugehen) können die Gummiformen senkrecht übereinander angeordnet werden, so daß Gelkugeln entstehen. Die Formen werden gefroren, dabei erstarrt diese Gelkugeln. Man kann sie dann herausnehmen und mit Gummi überziehen. Anschließend wird bei einem Heißformverfahren der Gummiüberzug vulkanisiert. Das Ergebnis ist eine kleine, vergleichsweise schwere und verformbare, flüssige Kugel in

**Unten links:** Das Innere eines Golfballs ist klein, schwer und verformbar. Es darf beim Auftreffen des Schlägers nur so wenig Energie wie möglich verzehren. Um den inneren Kern des Golfballes werden Gummifäden gewickelt, die im gedehnten Zustand aufgewickelt werden. Die unter Druck hergestellte Außenhülle weist zahlreiche kleine 'Dellen' auf, die aerodynamische Bedeutung für die Entfernung haben, die der Ball in der Luft zurücklegen kann.

**Unten:** Diese ausgeklügelte Maschine stellt das Innere von Golfbällen her — eine Flüssigkeitskugel in einer Gummihülle. Um diesen 'Kern' wird dann ein um das Neunfache gestreckter Gummifaden gewickelt.



einer festen Umhüllung aus Gummi.

Den Kern des Golfballs stellt man her, indem man Gummifäden um etwa das Neunfache seiner Länge im Ruhezustand dehnt und mittels einer Kernwickelmaschine um das Innere herumwickelt. Dabei halten mit hoher Drehzahl umlaufende Rollen den Kern, drehen ihn und gestatten es ihm gleichzeitig, um jede beliebige Achse zu rotieren. Dadurch wird der Faden auf den kleinstmöglichen Kerndurchmesser gewickelt, wobei er ständig seine Richtung ändert und so zu einer Kugel wird. Wenn der Kern die richtige Größe erreicht hat, schaltet sich die Maschine automatisch ab.

Das Hüllmaterial für den Ball ist ein thermoplastischer Werkstoff, den eine Spritzgußmaschine heiß in kalte halbkugelige Formen bringt. Je zwei der dabei entstehenden Halbschalen werden um einen Kern gelegt, woraufhin der Ballrohling in einer Druckpresse in Präzisionsgesenken unter Einwirkung von Druck und Wärme zu einer Einheit aus Kern und Hüllmaterial verschmolzen wird. Die profilierte Pressenform drückt dabei das 'Dellenmuster' in die Außenfläche des jetzt fertigen Golfballes.

Dieses Muster hat eine sehr wichtige Funktion, und selbst Größe und Form der 'Dellen' sind von kritischer Bedeutung. Der Golfschläger ist so konstruiert, daß er dem Ball beim Auftreffen einen Rückeffekt mitteilt. Das heißt, der Ball wird zwar nach vorn getrieben, dreht sich aber gleichzeitig um eine horizontale Achse, so daß sein Oberteil sich entgegen der Richtung dreht, in die er fliegt. Daher wird die Luftströmung oben am Ball beschleunigt und unten am Ball verlangsamt. Dies führt zu einer örtlichen Verminderung des Luftdruckes unmittelbar über dem Ball und zu einer Luftdruckerhöhung unmittelbar darunter, womit ein Auftrieb entsteht. Das 'Dellenmuster' steuert die Größe des Auftriebes dadurch, daß es auf die gegenseitige Einwirkung von Balloberfläche und Luftströmung Einfluß nimmt. Darüber hinaus beeinflußt es den Luftwiderstand, den der Ball auf seinem Weg erfährt. Daher hängt die Entfernung, die der Ball durch die Luft zurücklegt, unmittelbar von dem genannten Muster ab. Man hat viele Jahre lang Versuche angestellt, um das für die Flugentfernung günstigste Muster zu ermitteln.

## Tennisschläger

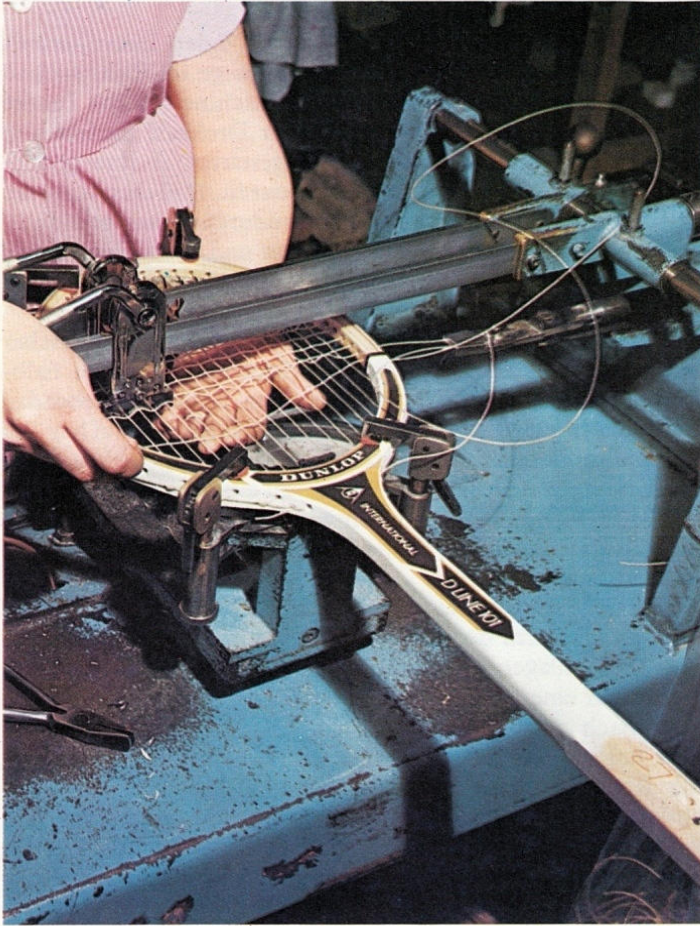
Tennisschläger unterliegen keinen einschränkenden Bestimmungen durch Vorschriften, die das Spiel betreffen. Daher ergaben sich geeignete Formen, Größen, Gewichte und ähnliche Werte durch den allgemeinen Gebrauch.

Bis in die 20er Jahre unseres Jahrhunderts bog man die Rahmen von Schlägern aus jeweils einem einzelnen Stück Eschenholz, das man vorher durch Dampfbehandlung biegsam gemacht hatte, in die bekannte Form. Später wurden ähnliche Rahmen dadurch hergestellt, daß man mehrere dünne Stücke Holz unter Dampfeinwirkung bog und miteinander verklebte, was einen Schichtholzrahmen ergab. In den 30er und 40er Jahren entwickelte man ein Verfahren zur Herstellung von Schlägern aus noch dünneren Hölzern oder Dünnschnitten, die man kalt biegen konnte. Die Festigkeit wurde dabei durch Verwendung von Leim verbessert, der mit Formaldehyd gehärtet wurde. Dies war der Ursprung des hölzernen Schichtrahmens, wie wir ihn heute kennen.

Für jeden Rahmen finden mehrere Hölzer unterschiedlicher Herkunft Verwendung. Die Grundfestigkeit des Rahmens liefern Esche und Buche, während das Keilstück entweder aus Sykamorenholz oder Mahagoni besteht. Als Abstandstück im Griffbereich findet sich leichtes Abachiholz. Die Rahmenaußenseite wird häufig durch Hickory verstärkt und verschleißfest gemacht. Bisweilen setzt man zur Erzielung von Schmuckeffekten auch Hölzer wie Nußbaum ein.

Die Dünnschnittstücke erhält man durch Sägen, Schneiden oder Schälen besonders ausgesuchter Stämme. Was den





Holzertrag anbelangt, ist Schalen die günstigste Methode. Bei diesem Verfahren wird der Stamm über einen langen Zeitraum einer Dampfbehandlung ausgesetzt und dann um seine Längsachse gedreht, wobei eine Messerklinge über seine ganze Länge kontinuierlich eine Holzschicht abnimmt. Diese

**Oben:** Die Bespannung geschieht mit Hilfe einer Maschine. Auf diesem Bild sind Lackierung, Abziehbilder und Firnis bereits aufgebracht. Es fehlt nur noch der Gummigriff. Die Zugspannung beim Bespannen beträgt bis zu  $27 \text{ N/m}^2$ .

**Rechts:** Holzstreifen werden kalt gebogen und mit Harnstoff-Formaldehyd-Kleber verleimt. Das Verleimen erfolgt unter hydraulischem Druck in einem Spanrahmen. Nach dem Pressen geht der Rohling in einen Trockenofen, wo der Kleber aushärtet. Die Holzstreifen sind so breit, daß durch Längsschnitt aus jedem fertig gebogenen Rohling drei Schläger gemacht werden können.

**Ganz rechts:** Wie kompakt moderne Tennisschläger sind, kann man an den Materialmengen erkennen, die für die Herstellung eines einzelnen Schlägers notwendig sind.



Schicht wird parallel zum Faserverlauf in Streifen geschnitten, die man so biegt, daß sie die Grundform des Rahmens (Schlüssellochform) bilden. Auf diese Weise wird die Faser am wirksamsten zum Erzielen von Festigkeit und Steifigkeit eingesetzt. Formstücke für das Keil- oder Herzstück und den Griff bekommen ein spezielles Profil, und alle Bestandteile werden auf ihren Paßflächen mit Harnstoff-Formaldehyd-Kleber verleimt. Sie werden dann in eine Biegevorrichtung gespannt, wo der Rahmen unter hydraulischem Druck die charakteristische Tennisschlägerform erhält, indem er um ein Formstück gepreßt wird. Damit man ihn abnehmen und in der Form, die er jetzt hat, durch Trockenöfen schicken kann, wird die Form mit Zwingen fixiert.

Hölzerne Schläger für Squash und Federball (Badminton) werden in ähnlicher Weise hergestellt. Nur haben solche Schläger oft einen stählernen Griffenschaft, um Gewicht einzusparen und die Festigkeit zu erhöhen.

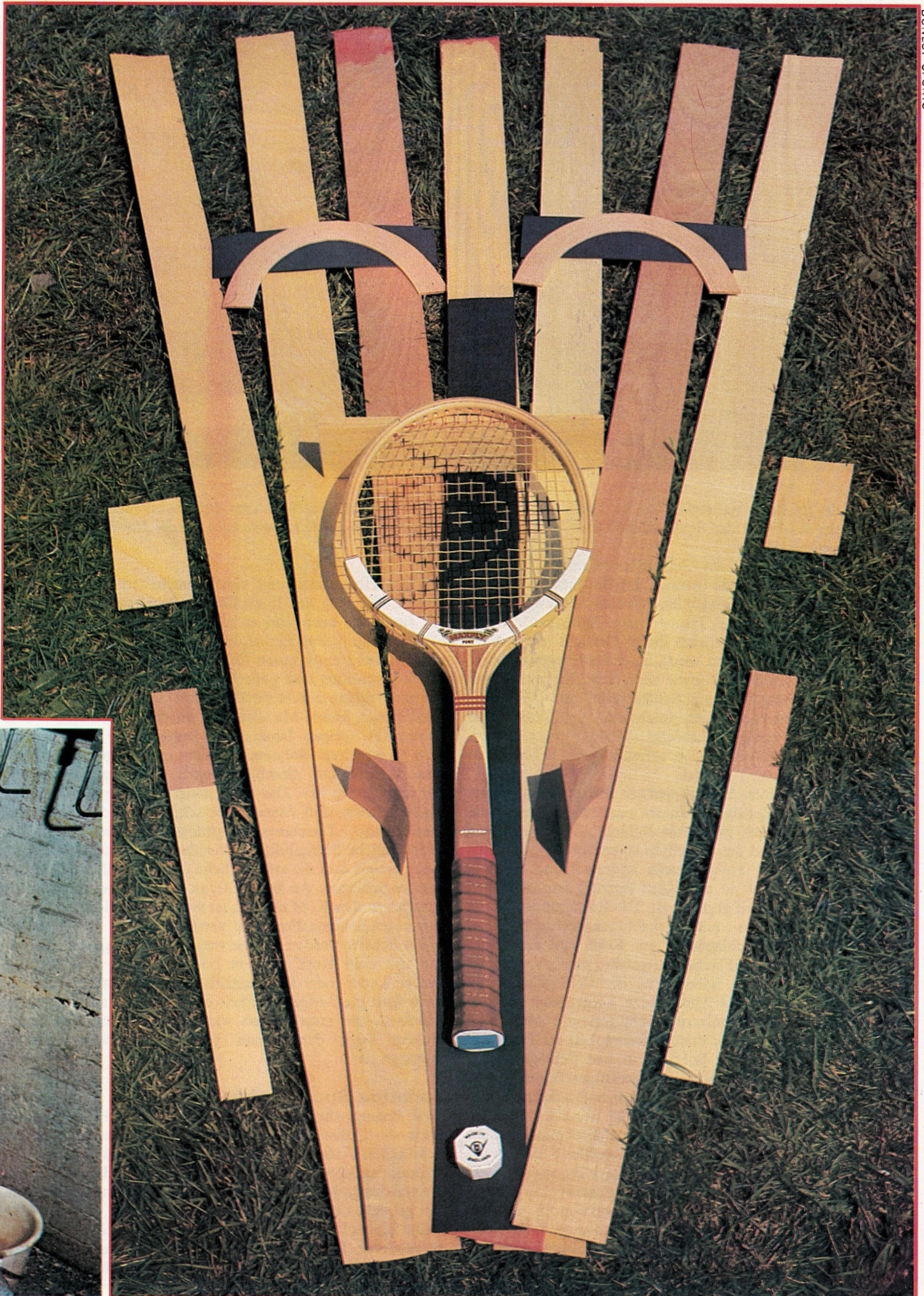
Tennisschläger werden auch aus Stahl, Aluminium und Verbundwerkstoffen wie Metall mit Glas- oder Kohlenstoff-Fasern hergestellt. Sie sind dann allerdings wesentlich teurer als Tennisschläger aus Holz. Spitzen-Turnierspieler bevorzugen hölzerne Schläger. Wegen ihrer besseren Festigkeit bei geringerem Gewicht haben Federballschläger mit Metallrahmen solche aus Holz weithin verdrängt, während bei Squash die Regeln Holzrahmen zwingend vorschreiben.

Bespannt werden Tennisschläger mit Naturdarm (Schafsdarm) oder Nylon. Die Spitzenspieler ziehen Naturdarm vor. Bespannungen mit Nylonsaiten, die im Flecht- oder Spinnverfahren hergestellt werden, dienen für den alltäglichen Gebrauch, da sie billiger und haltbarer als Naturdarm sind. Typische Zugspannungswerte für Besaitungsmaterial liegen bei  $25 \text{ N/m}^2$  bis  $27 \text{ N/m}^2$  für Tennisschläger,  $16 \text{ N/m}^2$  bis  $18 \text{ N/m}^2$  für Squashschläger und  $11 \text{ N/m}^2$  bis  $14 \text{ N/m}^2$  für Federballschläger.

## Golfschläger

Golfschläger unterliegen gewissen Vorschriften, die 'den









ZEFA

Charakter des Spieles bewahren' sollen. In diesen Vorschriften sind auch das Aussehen der Schlagflächen und die Form des Griffes genau festgelegt.

Den Regeln nach darf ein Golfspieler höchstens vierzehn Schläger mit auf die Runde nehmen. Im Normalfall wählt er dafür vier Schläger mit Holzköpfen (Woods), neun mit Eisenköpfen (Irons) und einen Putter (zum Einlochen). Golfschläger unterscheidet man nach ihrem Gewicht (das hauptsächlich vom Kopf bestimmt wird), nach der Länge (in erster Linie abhängig vom Schaft) sowie nach dem Neigungswinkel zwischen der Schlagfläche am Schlägerkopf und der Senkrechten in der Anspiel- oder Ansprechstellung. In ihrer durch Nummern bezeichneten Reihenfolge (Wood 1 bis 5, Iron 1 bis 10) werden Schläger kürzer, schwerer und haben einen größeren (Hochschlag-) Winkel.

Die Köpfe von Holzschlägern wurden früher vor allem aus dem Holz des Dattelpflaumenbaumes angefertigt. Inzwischen werden sie aus speziell geformten Schichtblocks aus Ahorn hergestellt. Dabei sind die Schichten so angeordnet, daß sich die Ausrichtung der Faser jeweils ändert, damit in dem Bereich, wo der Schaft in den Kopf eintritt, eine möglichst hohe Richtungsfestigkeit gegeben ist. Die Rohform der Köpfe wird auf einer Fasson- oder Schablonendrehmaschine hergestellt. Auf der Schlagfläche am Kopf und auf seiner Unterseite werden dann Flächen ausgefräst, damit jeweils ein Kunststoffstück auf den hohen Teil der Schlagfläche und eine Metallplatte auf die Unterfläche aufgebracht werden können. Das Gewicht des hölzernen Schlägerkopfes wird durch Blei korrigiert, das man vor dem Aufschrauben der Platte auf die Unterseite durch eine Bohrung in den Schläger gießt. Nachdem der Schlägerkopf sauber herausgearbeitet wurde, wird die Holzfläche sorgfältig geschliffen und lackiert.

Eisenköpfe wurden ursprünglich mit der Hand geschmiedet. Heute werden sie entweder im Gesenk geschmiedet (siehe SCHMIEDEN) oder im Präzisionsformgußverfahren hergestellt. Dabei wird das Metall in eine Keramikform gegossen, die oft nach einem Wachsmo- dell (Guß mit verllorener Form) hergestellt wird. Für geschmiedete Köpfe verwendet man gewöhnlich niedriggekohten Stahl, während zum Guß Edelstähle eingesetzt werden. Der Vorzug des Gießens gegenüber dem Schmieden liegt darin, daß die Einhaltung engerer Fertigungstoleranzen möglich ist und daß bei der Konstruktion größere Freiheiten gegeben sind, was die Gewichtsverteilung

***Oben:** Fußbälle sind besonderen Anforderungen ausgesetzt. Wettkampfbälle müssen daher heute noch mit der Hand vernäht werden.*

und die Herausarbeitung von Einzelheiten betrifft. Hinzu kommt, daß man das Loch für die Schaftbefestigung gleich mit eingießen kann und es nicht nachträglich als Bohrung ausführen muß. Zur Einhaltung des richtigen Gewichtes und zur Erzielung eines guten Oberflächenaussehens werden die Köpfe geschliffen und poliert, bisweilen auch verchromt.

Früher diente zur Herstellung von Schäften Esche, später Hickoryholz. Hohle Metallschäfte wurden bereits in den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts eingeführt, aber erst um 1920 in größerem Rahmen übernommen. Gegenwärtig stellt man Schäfte aus Stahllegierungen (Manganhartstahl) in konischer Form her. Das dazu nötige Verjüngungsverfahren arbeitet damit, daß Metallrohre schrittweise durch Formen abnehmenden Durchmessers gedrückt werden, wobei das eigentümliche Stufenbild der Verjüngung entsteht. Auf diese Weise erzielt man die erforderliche unterschiedliche Biegsamkeit des Schlägers. An der Stelle, an der die dünnste Stelle des Schaftes in den Kopf eintritt, ist seine Wanddicke zur Erzielung einer höheren Festigkeit verstärkt.

Die Schäfte werden auf die vorgesehene Länge geschnitten und mit dem Kopf verklebt oder vernietet. Anschließend werden Leder- oder Gummigriffstücke angebracht. Anschließend wird die Ausgewogenheit des Schlägers an einer Stelle gemessen, die etwa 15 cm von der Oberkante des Griffes entfernt liegt, damit man passende Schläger einander zuordnen kann.

### Sonstige Sportgeräte

Zwar bedingt die Herstellung von Golf- und Tennisbällen sowie von Golf- und Tennisschlägern den Einsatz moderner technischer Verfahren, doch ist für die Herstellung der Ausrüstung anderer Sportarten oft das Handwerksgeschick entscheidend, das seit mehr als einem Jahrhundert unverändert geblieben ist.

Ein Beispiel für eine Arbeit, deren einziges Zugeständnis an die moderne Technik der Gebrauch von Nähmaschinen zum Zusammennähen der Außenhülle ist, ist die Herstellung lederner Fußbälle, zu deren endgültiger Fertigstellung Handnähen nach wie vor unerlässlich ist.



## SPRENGSTOFFE

Es mag überraschend scheinen, aber es wird mehr Sprengstoff für friedliche Zwecke — z.B. in Steinbrüchen — verwendet, als je im Krieg eingesetzt worden ist.

Im Bergbau, in Steinbrüchen und zum Abbruch von Gebäuden und Anlagen braucht man ungeheure Mengen an Sprengstoffen. Ohne Sprengstoff wäre das Lockern von Felsgestein oder der Durchbruch durch festes Erdreich zum Bohren von Tunneln und zum Kanalbau nahezu unmöglich.

Mit sorgfältig gesteuerten Explosionen kleiner Sprengladungen schneidet man starke Stähle und bringt Metall in die gewünschte Form. Bei diesem letztgenannten Verfahren, das man als Explosionsumformung bezeichnet, kann man auf verschiedene Arten vorgehen. Zum Beispiel kann man das Blech über die offene Seite des Gesenks legen und das Ganze in einer geschlossenen Kammer einer Sprengladung aussetzen. Die bei der Detonation auftretenden Gase treiben das Metall in das Gesenk, wo es seine Form bekommt. Ein ähnliches Verfahren wendet man beim Kaltverschweißen unterschiedlicher Metalle an. Mit Hilfe der Explosionsumformung können auch pulverförmige Metalle in Formen gepreßt werden, wo aus ihnen feste Körper entstehen.

Die Zerstörungswirkung von Sprengstoffen ist weitgehend auf die rasche und heftige Freisetzung von Gasen zurückzuführen. Diese Wirkung wird in geschlossenen Räumen noch verstärkt, wie beispielsweise im Inneren einer Bombe oder Granate. Dies erklärt, warum eine geringe Menge Benzindampf, die man im Freien entzündet, zu keiner größeren Explosion führt. Im Inneren geschlossener Räume hingegen — z.B. in einem Verbrennungsmotor — führt ein Benzin/Luft-Gemisch zu einer heftigen Explosion. Die Explosionsgase üben einen Druck von etwa einer Million

$\text{N/m}^2$  ( $\text{N} = \text{Newton}$ ) aus, durch den der Kolben abwärts getrieben wird. Diese Explosionskräfte im Inneren eines Motors sind, verglichen mit denen, die von modernen hochexplosiven Stoffen freigesetzt werden, lächerlich gering. So erzeugten einige der im Zweiten Weltkrieg eingesetzten Bomben im Augenblick der Detonation einen Druck von etwa 3,5 Milliarden  $\text{N/m}^2$ .

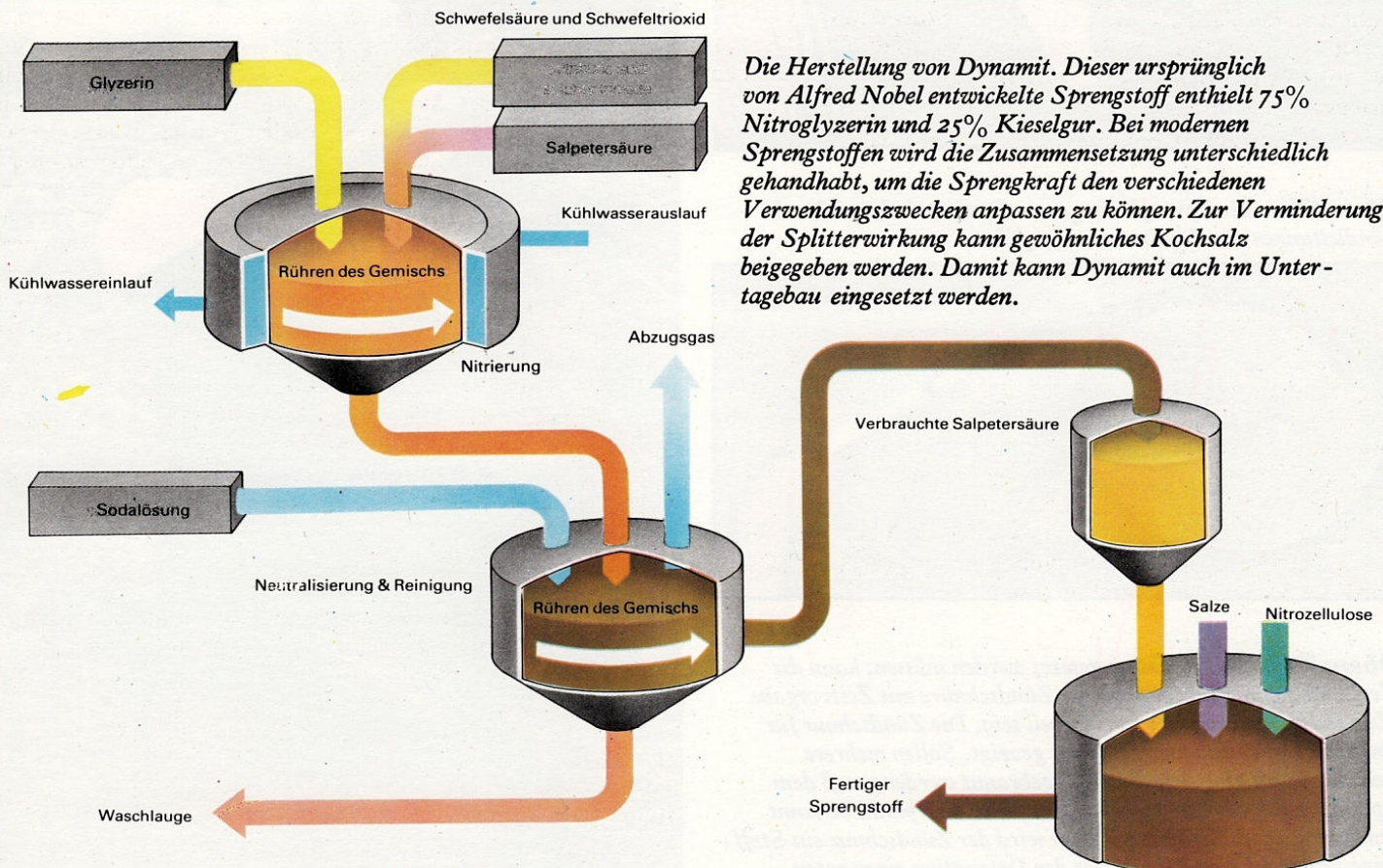
### Klassifizierung von Sprengstoffen

Im allgemeinen können Sprengstoffe in fester, flüssiger und gasförmiger Form auftreten. Sie bestehen aus Substanzen, die rasch verbrennen, wobei man sie in zwei Hauptgruppen einteilen kann: In leicht und in schwer explosionsfähige Sprengstoffe. Die Verbrennungsgeschwindigkeit der schwer explosionsfähigen Sprengstoffe beträgt etwa 400 m/s; ein vergleichsweise langsamer Wert.

Bei schwer explosionsfähigen Sprengstoffen nimmt jedoch die Verbrennungsgeschwindigkeit mit dem auf sie einwirkenden Druck zu. Dies ist der Grund, warum in geschlossenen Behältern die Sprengkraft höher als im Freien ist. Eine solche Verbrennung bezeichnet man auch als Verpuffung. Bisweilen nennt man schwer explosionsfähige Sprengstoffe Treibladungen, denn sie schieben Gegenstände vor sich her, ohne sie zu zerstören. Daher sind sie als Treibsätze von Granaten und Raketen nützlich.

Leicht explosionsfähige (hochbrisante) Sprengstoffe hingegen verbrennen äußerst schnell und auf gänzlich andere Weise. Beim Zünden eines hochbrisanten Sprengstoffes entsteht eine Druckwelle, die sich mit Überschallgeschwindigkeit (2 000 bis 9 000 m/s) durch den Sprengstoff ausbreitet. Diese Druckwelle zerreißt die chemischen Bindungen der jeweiligen Substanz und leitet so auf ihrem Weg die Verbrennung ein. Diese rasche Reaktion heißt Detonation.

Hochbrisante Sprengstoffe müssen nicht in Behälter eingeschlossen werden, da bei ihnen die Geschwindigkeit der







**Oben:** Vorbereitung von Sprengladungen an der Abbauwand eines Steinbruchs. Die Sprenglöcher werden tief gebohrt und liegen entlang der vorgesehenen Bruchlinie. Zuerst kommt auf den Grund eines jeden Bohrlochs ein Zünder, anschließend wird Schwarzpulver darauf geschüttet. Zum Schluß wird das Loch mit einer kleinen Menge Sand sorgfältig verdämmt. Da die Sprengladungen gleichzeitig gezündet werden müssen, geschieht dies auf elektrischem Wege über eine Zündmaschine. Zu diesem Zweck sind die Bohrlöcher untereinander in Reihe verbunden.



**Oben:** Wenn die Sprengladungen vorbereitet sind, werden die Zündleitungen zur Zündmaschine geführt.



**Oben:** Wenn Reihenschüsse gesetzt werden müssen, kann die Verwendung langsam brennender Zündschnüre mit Zeitvorgabe (Zündschnurzeitzünder) von Vorteil sein. Die Zündschnur für einen solchen Zeitzünder wird hier gezeigt. Sollen mehrere Zeitzünder für eine Schußserie abgebrannt werden, muß dem Sprengmeister der vorgesehene Detonationszeitpunkt bekannt gemacht werden. Zu diesem Zweck wird der Zündschnur ein Stoff beigemischt, der eine Minute vor der Detonation einen roten Lichtblitz von sich gibt.

Druckwelle vom Umgebungsdruck unabhängig ist. Allerdings ist der Druck dieser Welle selbst äußerst hoch; er beträgt bis zu  $100 \text{ kN/cm}^2$  und zerstört alles, worauf er trifft. Daher werden solche Sprengstoffe in Bomben und Artilleriegranaten, darüber hinaus auch zum 'Schießen' (Sprengen zum Abbau von Mineralien) im Bergbau, eingesetzt.

Drei Faktoren sind für die Wirksamkeit eines Sprengstoffes und die Sicherheit, mit der er sich handhaben läßt, bestimmend: Sprengkraft, Zündfähigkeit und Detonationsgeschwindigkeit.

Die Sprengkraft mißt man an den Gasvolumen, die ein bestimmter Gewichtsanteil an Explosionsmitteln erzeugt. Man vergleicht das bei der Explosion entstehende Gasvolumen mit dem Gasvolumen, das die gleiche Gewichtsmenge von Pikrinsäure, die als Bezugssprengstoff gilt, freisetzt. Dem von Pikrinsäure freigesetzten Gasvolumen wird der Wert 100 zugeordnet. Liegt der Wert für eine Sprengstoffprobe über 100, ist ihre Sprengkraft höher als die von Pikrinsäure. So hat beispielsweise der in Cordtext verwendete hochbrisanter Sprengstoff Nitropenta (auch als PETN bekannt), ein weißer,





in Wasser unauflöslicher Festtreibstoff für militärische und industrielle Anwendungszwecke, einen Sprengkraftwert von 166.

Die Detonationsgeschwindigkeit wird unmittelbar als Geschwindigkeit (in m/s) gemessen. Die Messung selbst erfolgt neuerdings auf elektronischem Wege.

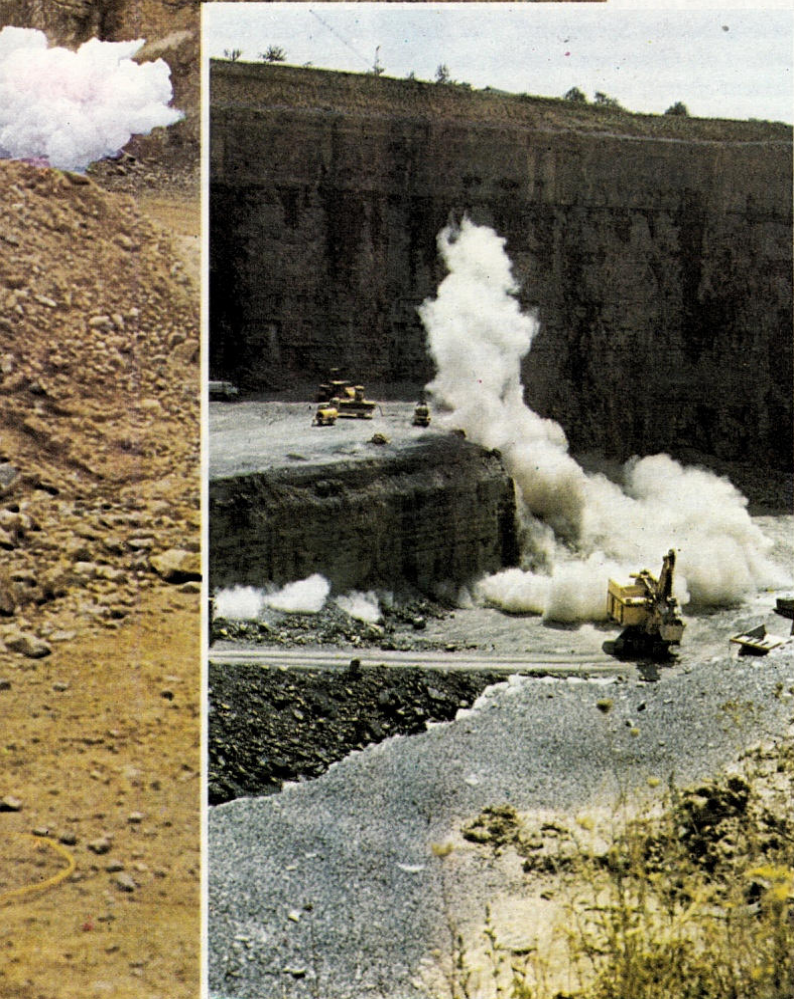
Bei der Messung der Zündfähigkeit eines Sprengstoffes wird von der Menge ausgegangen, die unter Schlag- oder Stoßeinwirkung unmittelbar detoniert, und zwar in Abhängigkeit von

**Unten (grosses Bild):** Zu den gebräuchlichsten Einsatzzwecken von Sprengstoffen gehört die Arbeit im Steinbruch. Hier wurde eine Reihe von Sprengladungen gezündet, um eine Kalksteinwand herauszulösen. Das zerkleinerte Gestein (Haufwerk) lässt sich leicht baggern und mit Lastwagen abfahren.

**Unten (Bildeinsatz):** Sprengung in einem Steinbruch, bei der die Terrassentechnik (Absatzverfahren) eingesetzt wird.



SPECTRUM



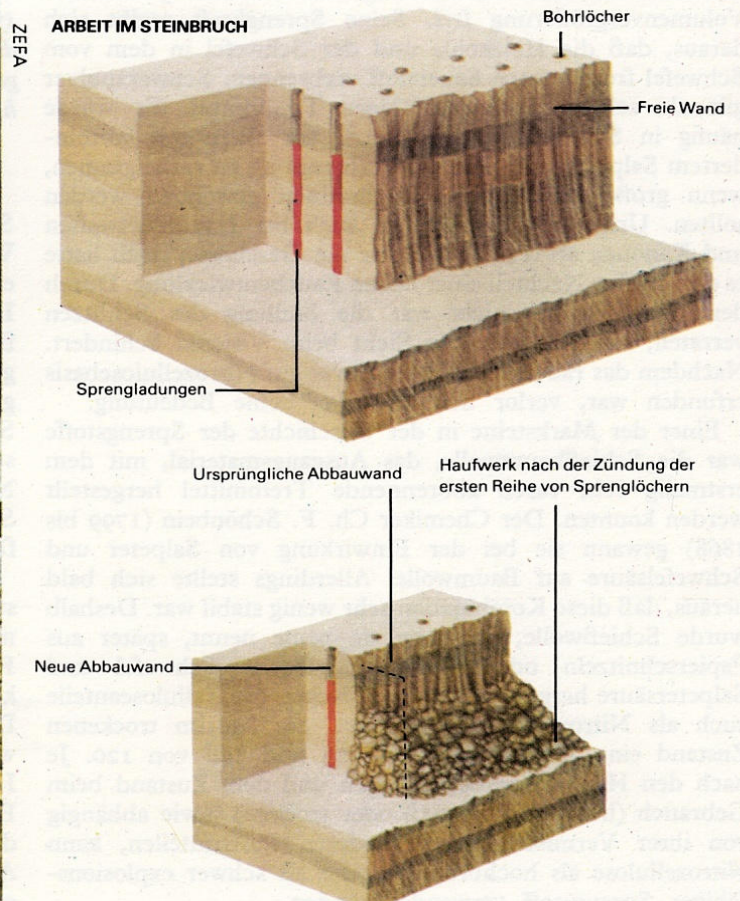
der Kraft, mit der der Stoß erfolgt. Einige besonders träge (wenig zündfähige) Stoffe explodieren nur an der Aufschlagstelle und geben den Zündimpuls nicht durch den gesamten Sprengstoff weiter. Auch für diese Messung ist Pikrinsäure der Bezugssprengstoff mit einem Zündfähigkeitswert von 100. Sprengstoffe mit einem Zündfähigkeitsfaktor von weniger als 100 sind zündfähiger und damit instabiler und gefährlicher in der Handhabung als Pikrinsäure.

### Sprengstoffarten

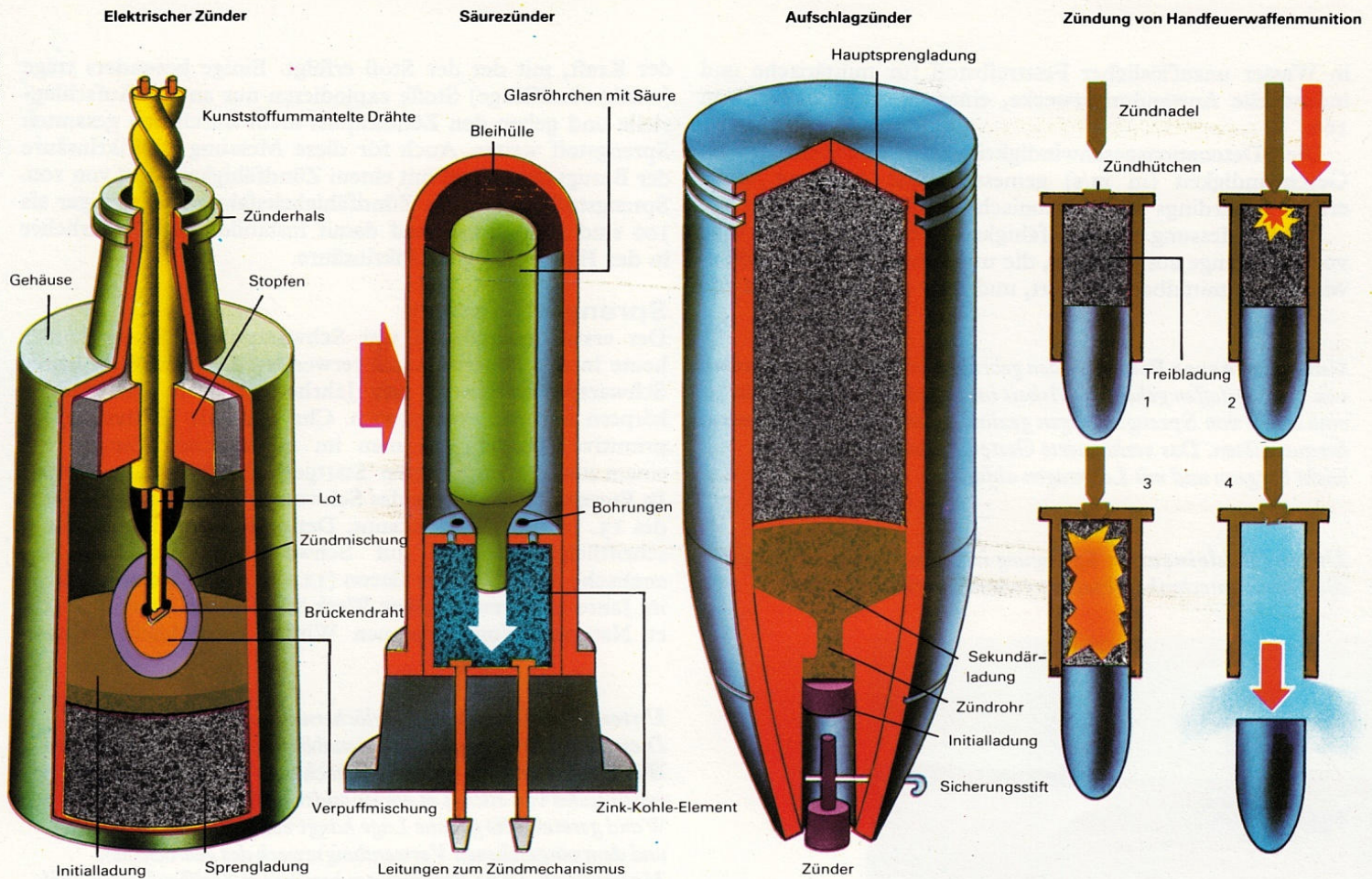
Der erste Festtreibstoff war Schwarzpulver. Es wird noch heute in der Feuerwerkerei verwendet. Die Chinesen hatten Schwarzpulver bereits seit Jahrhunderten in Feuerwerkskörpern und seit etwa 1100 n. Chr. auch als Treibmittel für primitive Raketen, die man im militärischen Einsatz von einem aus Leder gefertigten 'Startgerüst' abfeuerte, verwendet. In Europa jedoch wurde das Schwarzpulver erst um die Mitte des 13. Jahrhunderts bekannt. Der erste Europäer, der einen schriftlichen Hinweis auf Schwarzpulver gab, war der englische Mönch Roger Bacon (1220 bis 1292), der in seinem im Jahre 1245 erschienenen Werk 'De Secretis Operibus Artis et Naturae' (Vom geheimen Wirken menschlicher Kunst-

**Unten:** Das Setzen von Bohrlöchern in einem Steinbruch.

Dieses Verfahren ist als Terrassenabbau bekannt. Die jeweilige Wand kann dabei 15 m bis 20 m hoch sein. Die Bohrlöcher werden im Abstand von etwa 4 m voneinander und etwa 1 m hinter der Wand gesetzt. Die genaue Lage hängt von der Art des Gesteins und dem vorgesehenen Verwendungszweck des gebrochenen Materials ab. Diese Erwägungen bestimmen darüber hinaus auch die Art des zu verwendenden Sprengstoffs. Hochbrisante Sprengstoffe zerkleinern das Haufwerk, so daß es als Straßenbauplitt verwendet werden kann. Zum Freisprengen großer Mauerwerksteine verwendet man Sprengstoffe mit geringerer Brisanz.







fertigkeit und der Natur) Möglichkeiten für die Verwendung von Schwarzpulver im militärischen Bereich schilderte.

Heutiges Schwarzpulver besteht aus 75% Salpeter (Leichtmetallsalze der Salpetersäure), 15% Holzkohle und 10% Schwefel. Bei seiner Verbrennung setzt es Gas mit 3 000facher Volumenvergrößerung frei. Seine Sprengkraft ergibt sich daraus, daß die Holzkohle und der Schwefel in dem vom Schwefel freigesetzten Sauerstoff verbrennen. Schwarzpulver gilt als schwer explosionsfähiges Treibmittel. Es wurde häufig in Steinbrüchen eingesetzt, vor allem mit vermindertem Salpeteranteil, um die Verbrennung zu verlangsamen, wenn große Blöcke von Bruchsteinen gewonnen werden sollten. Ursprünglich diente es auch bei Handfeuerwaffen und Kanonen als Treibmittel für die Geschosse, doch hatte es den großen Nachteil einer hohen Rauchentwicklung. Durch den Rauch wurde nicht nur die Stellung des Schützen verraten, sondern auch die Sicht beim Visieren behindert. Nachdem das rauchfreie Schießpulver auf Nitrozellulosebasis erfunden war, verlor Schwarzpulver seine Bedeutung.

Einer der Marksteine in der Geschichte der Sprengstoffe war die Schießbaumwolle, das Ausgangsmaterial, mit dem erstmalig sehr rasch abbrennende Treibmittel hergestellt werden konnten. Der Chemiker Ch. F. Schönbein (1799 bis 1868) gewann sie bei der Einwirkung von Salpeter und Schwefelsäure auf Baumwolle. Allerdings stellte sich bald heraus, daß diese Kombination sehr wenig stabil war. Deshalb wurde Schießwolle, wie man sie heute nennt, später aus Papierschnitzeln oder Holzspänen sowie Schwefel und Salpetersäure hergestellt. Sie wird wegen der Zelluloseanteile auch als Nitrozellulose bezeichnet. Sie hat im trockenen Zustand eine Zündfähigkeit von 23 und naß von 120. Je nach den Herstellungsbedingungen und dem Zustand beim Gebrauch (beispielsweise naß oder trocken) sowie abhängig von ihrer Vermischung mit anderen Bestandteilen, kann Nitrozellulose als hochbrisant oder als schwer explosionsfähiger Sprengstoff verwendet werden.

**Oben:** Ein hoher elektrischer Strom fließt durch den Draht des elektrischen Brückenzünders. Der glühende Draht zündet den ihn umgebenden Sprengstoff. Der Aufschlag auf das Säureröhrchen zerstört die Glasummantelung, so daß Säure in das elektrische Element eintritt und damit einen Zündstrom erzeugt. Bei einem typischen Aufschlagzünder zündet eine Zündnadel die Initialladung (1). Die Zündnadel wird beim Aufschlag in die Initialladung geschlagen (2), die durch die dabei auftretende Temperaturerhöhung gezündet wird (3).

Im Jahre 1846 entdeckte der Chemieprofessor Ascanio Sobrero (1812 bis 1888) am Turiner Institut für Technische Wissenschaften das Nitroglycerin. Es handelt sich dabei um ein Sprengmittel von sehr hoher Sprengkraft, das bei der Explosion Gas vom 12 000fachen des eigenen Volumens freisetzt, eine Sprengkraft von 160 und eine Detonationsgeschwindigkeit von 7 600 m/s hat. Es wird dadurch hergestellt, daß man Glycerin langsam in starke Lösungen von Schwefel- und Salpetersäure gibt. In den ersten Jahren nach seiner erstmaligen Darstellung war die Handhabung von Nitroglycerin zu gefährlich, da man es schon durch bloßes Schütteln des Gefäßes zünden konnte, denn seine Zündfähigkeit liegt mit einem Wert von 13 sehr niedrig.

Der schwedische Chemiker Alfred Nobel (1833 bis 1896) stellte im Jahre 1867 fest, daß Nitroglycerin bei Vermischung mit Kieselgur zu einer halbfesten Substanz mit etwa der Konsistenz von Käse wurde, die man zu Stangen ausrollen konnte. Er nannte diese verbesserte Form des Nitroglycerins Dynamit. Zwar hat Dynamit keine ganz so hohe Sprengkraft wie Nitroglycerin, doch ist es vergleichsweise sicher in der Handhabung und reagiert nur auf scharfe und harte Stöße. Bei einem Großteil des heute verwendeten Dynamits wird das Nitroglycerin weiterhin durch Ammoniumnitrat ersetzt. Aus Sicherheitsgründen benutzt man als Schluckstoff nicht mehr Kieselgur, sondern mit Natronsalpeter vermischten



Zellstoff.

Pikrinsäure wurde erstmals im Jahre 1771 von Woulfe durch Nitrieren von Phenol dargestellt. Zwar ist sie im Vergleich zur Nitrozellulose und zum Nitroglycerin ein starker Sprengstoff, doch liegt ihre Zündfähigkeit weit unter der der genannten Stoffe, so daß man über hundert Jahre lang Schwierigkeiten hatte, sie zu zünden. Dennoch konnte Pikrinsäure bis 1888 das Schießpulver als Treibmittel in Granaten verdrängen. Man verwendete als Zünder dafür mit Knallquecksilber gefüllte Zündkapseln. Pikrinsäure hat heute eigentlich nur noch Bedeutung als Bezugssprengstoff.

Hochbrisante Sprengstoffe werden wegen ihrer zerstörerischen Wirkung als Sprengmittel in Granaten und Bomben verwendet. Der in den beiden Weltkriegen am häufigsten verwendete Explosionsstoff dieser Art war das unter der Bezeichnung TNT bekannte Trinitrotoluol. Seine Sprengkraft hat den Wert 95, seine Detonationsgeschwindigkeit beträgt 6 900 m/s und seine Zündfähigkeit 110. Ein weiterer wichtiger, äußerst brisanter Sprengstoff ist Pentaerythrittrinitrat, das bereits bekannte PETN, mit einer Sprengkraft von 166, einer Detonationsgeschwindigkeit von 8 300 m/s und einer Zündfähigkeit von 40.

Hexogen (Cyclonit), auch als RDX oder T 4 bekannt, wurde im Jahre 1899 von dem Deutschen Henning entdeckt. Es ist ein hochbrisanter Sprengstoff (Sprengkraft 167) mit der sehr hohen Detonationsgeschwindigkeit von 8 700 m/s und einer Zündfähigkeit von 55.

## Zünder

Eine der Besonderheiten hochbrisanter Sprengstoffe ist die, daß sie sich nicht leicht spontan entzünden, sei es durch Wärme, Feuer, Reibung, Schlag oder Druck. Es gibt sogar Sprengstoffe, die beim Zünden rasch verbrennen (verpuffen), ohne zu explodieren. Daher ist für hochbrisante Sprengstoffe ein Verfahren oder ein Mittel unerlässlich, mit dessen Hilfe die Zündung eingeleitet wird. Man nennt solche Stoffe Initialsprengstoffe. Sie zünden den eigentlichen Sprengstoff dadurch, daß sie eine sehr starke Druckwelle erzeugen, die die Hauptsprengladung zündet. Beispiele für solche auch als Zünder bezeichnete Initialsprengstoffe sind Fulminate (Knall-

quecksilber, Knallgold), Bleiazid, Kupfer- oder Silberazetylen, Chlorstickstoff, verschiedene Tetrazene, verschiedene Chloratsprengmittel (Chlorate vermischt mit rotem Phosphor oder Schwefel) sowie Bleisalze saurer Nitroverbindungen (Trinitroresorcin oder Styphninsäure).

Um eine vollständige Verbrennung der Sprengladung und damit eine möglichst große Zerstörungswirkung zu erzielen, verwendet man als Zündverstärker eine gewisse Menge eines zündkräftigen, aber nur mäßig brisanten Sprengstoffes, der die Initialwirkung steigern soll. Dabei dienen die zündfähigeren, also empfindlicheren Sprengstoffe mit Zündfähigkeiten um 20 als Primär- oder Initialsprengstoffe. Der von ihnen ausgehende Zündimpuls vermag eine Zwischenladung mit einer Zündfähigkeit von etwa 60 zu zünden, die ihrerseits die Druckwelle in die hochbrisante Ladung schickt. Um zum Beispiel TNT (Zündfähigkeit 110) zu zünden, könnte man eine Zündkapsel mit einer Initialladung aus Knallquecksilber (Zündfähigkeit 8) und eine Zwischenladung aus Tetryl (Zündfähigkeit 70) verwenden.

## Die eigentliche Detonation

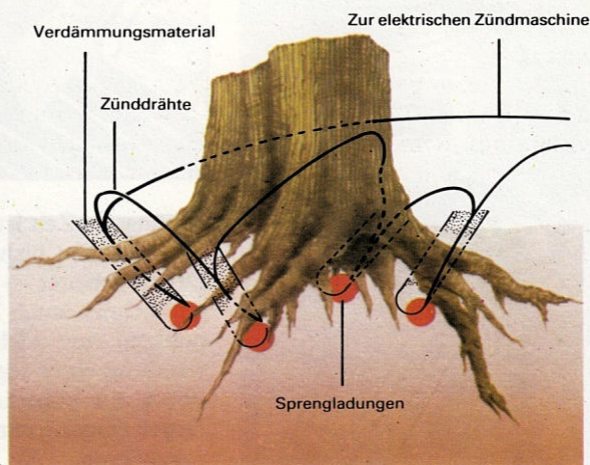
Es gibt zwar bedeutende mechanische Unterschiede zwischen der Verbrennung von verpuffenden und detonierenden Sprengstoffen, doch im großen und ganzen handelt es sich dabei um die gleichen chemischen Abläufe. Bei einer Explosion wird zur Verbrennung viel Sauerstoff benötigt, also muß der Sprengstoff einen gewissen Sauerstoffvorrat enthalten. Aus diesem Grunde findet man in Sprengstoffen Chemikalien mit einem hohen Sauerstoffanteil, wie z.B. Ammoniumnitrat.

Stickstoffverbindungen finden in Sprengstoffen weithin Verwendung, da sie chemisch wenig stabil sind. Sprengstoff kann man als eine instabile Substanz definieren, die in einem sehr kurzen Zeitraum eine völlige Umwandlung erfährt, oder als ein Gemisch aus mehreren Substanzen, die sich in einem labilen chemischen Gleichgewicht befinden, das durch die Zündung oder Detonation gestört wird.

Während die Verbrennung im Material fortschreitet, werden die ursprünglichen Großmoleküle des Sprengstoffes zu einer großen Zahl kleinerer Moleküle (Gase) umgeformt. Bei diesem Vorgang wird Wärme freigesetzt. Diese Gase werden bei hoher Temperatur auf kleinstem Raum zusammengedrängt, weshalb sie einen sehr hohen Druck ausüben.

Bei schwer explosionsfähigen Sprengstoffen verbrennt ebenfalls das gesamte Mittel, jedoch nicht augenblicklich. Die entstehenden Heißgase beschleunigen unter hohem Druck die vollständige Verbrennung, bis der Behältermantel zerstört wird. Für hochbrisante Sprengstoffe ist hingegen kein Behälter erforderlich. Nahezu die gesamte Verbrennung findet an der Front der Detonationswelle statt, die sich durch den gesamten Sprengstoff ausbreitet. Die Verbrennung verläuft in einem Zeitraum von einigen Millionstel Sekunden.

**Unten:** Freisprengen eines Kanals. Im Unterschied zu Sprengungen in Steinbrüchen, die große Mengen an Gesteinsstaub freisetzen, so daß der Blick auf die sich ausdehnenden Heißgase versperrt ist, kann man auf dieser Fotografie die Feuerkugel deutlich erkennen. Sie vermittelt eine Vorstellung von der Temperatur der freigesetzten Gase. Ein Großteil der Zerstörungswirkung von Explosionen geht allerdings auf die Wirkung der Luft zurück, die unmittelbar nach der Detonation das entstandene Vakuum füllt.



**Links:** Anbringen von Sprengladungen zum Entfernen eines großen Baumstumpfes mit sich seitlich ausbreitenden Wurzeln. Gewöhnlich bringt man die Ladungen unter den größten Wurzeln an. Da die Ladungen gleichzeitig detonieren müssen, verwendet man elektrische Zünder.



## SPRITZGUSS

Von Türgriffen bis zu Motorblöcken aus Aluminiumlegierungen — an einem Serienauto können bis zu 250 Teile im Spritz- bzw. Druckgußverfahren hergestellt werden.

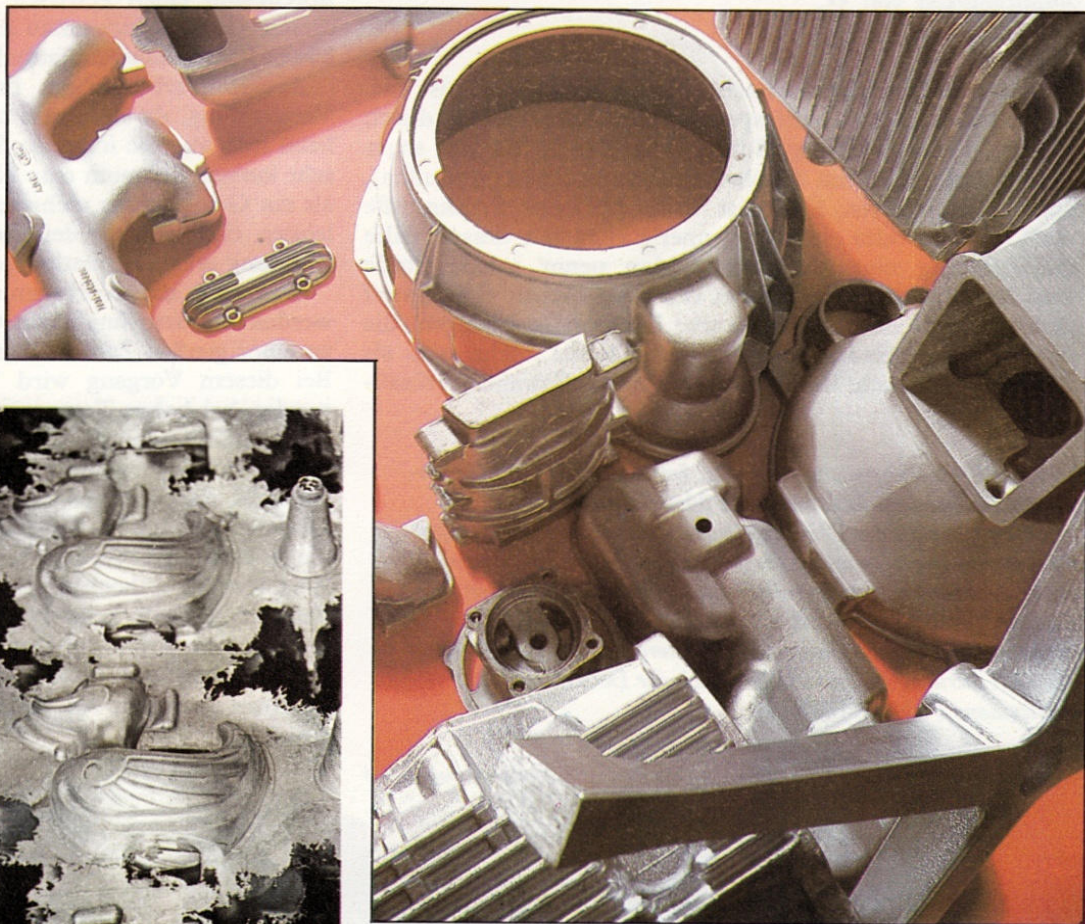
Durch Gießen wird ein Werkstück erzeugt, in dem ein Hohlraum (Form), der der Gestalt des Werkstückes entspricht, mit schmelzflüssigem Metall gefüllt wird. Nach Art des Abgießens unterscheidet man 'Standguß', bei dem flüssiges Material nur durch Schwerkraft in die Form fließt, und 'Spritzguß', eine Technik, bei der schmelzflüssiges Metall unter Druck in Metallformen gespritzt wird. Beiden Verfahren ist die Verwendung von Dauerformen gemeinsam.

### Standguß

Das einfachste Formgießverfahren ist der Standguß, eine Technik, bei der die Metallschmelze in die Form gegossen wird und sich dort nur durch Schwerkraft verteilt. Diese Methode ist für kompliziertere Gußstücke weniger geeignet, da das flüssige Metall die Hohlräume der Form nur sehr langsam ausfüllt. Typisch für diese Art der Gießerei sind relativ hohe Anlagekosten (Formenbau ist teuer), jedoch geringe Herstellungskosten. In dieser Hinsicht rangiert der Standguß zwischen Sandguß und Spritzguß.

*Rechts: Auswahl von Gußteilen, die mit niedrigem Druck gegossen wurden. Räder für Automobile, Gehäuse für Pumpen und Getriebe und viele andere Teile lassen sich so kostengünstig herstellen.*

*Unten: Zink-Sparbüchsen in Entenform, die im Druckgußverfahren in zwei Teilen gegossen und dann zusammengefügt werden.*



### Spritzguß

Das Spritzgußverfahren wurde entwickelt, um kleine, zur Weiterverarbeitung auf dem Fließband bestimmte Gußteile in großen Stückzahlen kostengünstig herstellen zu können. Bestimmte einfache Spritzgußteile können auf automatischen Anlagen zu Hunderten pro Minute produziert werden. Spritzgießmaschinen sind teuer und ihre Konstruktion kompliziert, da sie drei Funktionen wahrnehmen müssen: Das schmelzflüssige Metall in die Form einspritzen, die beiden Hälften der Form mit einer Schließkraft, die bis zu mehreren Tausend Newton betragen kann, verschließen und das fertige Gußstück nach dem Erhärten ausstoßen. Die Kosten derartiger Anlagen amortisieren sich nur über lange Produktionszeiträume. Da eine nur mäßig komplizierte Form bereits bis zu 4 000 DM kosten kann, eignen sich Spritzgußverfahren nur für größere Reihen- und Massenfertigung (über 2 500 Teile pro Auftrag).

Die Spritz- bzw. Druckgießerei kennt zwei Arten von Verfahren: Kaltkammer-Druckguß und Warmkammer-Druckguß. Beim Kaltkammer-Druckguß wird das flüssige Metall in einen Spritzzylinder gegossen und dann mit einem hydraulischen oder pneumatischen Kolben in die Form gespritzt, während bei der Warmkammer-Methode der Spritzzylinder selbst in die schmelzflüssige Legierung getaucht und dann entweder ebenfalls mit einem Kolben oder mit Druckluft mehrmals hintereinander gespritzt wird.

In jüngster Zeit ist auch ein Verfahren entwickelt worden, das entgegen den bisher üblichen hohen Drücken mit niedrigem Druck arbeitet — ein Versuch, die Vielseitigkeit der Druckgußtechnik auch auf Legierungen mit höheren Schmelzpunkten auszudehnen. Ebenfalls relativ neu ist die Verwendung einer sogenannten Vakuumform. Dabei wird in der Form ein künstliches Vakuum erzeugt, so daß das unter Druck eingespritzte schmelzflüssige Metall die Form schneller füllen kann.







# Erfindungen 49: SPINNEREI - MASCHINEN

Das älteste Verfahren, Rohwolle zu Garn zu verspinnen, ist Jahrtausende alt und wird in einigen Teilen der Welt auch heute noch nahezu unverändert praktiziert. Die beim Schafscheren gewonnenen Wollfasern sind von sehr unterschiedlicher Länge (bis zu 41 cm) und müssen nach dem Waschen geordnet und zu Fäden zusammengedreht (verdrillt) werden. Am einfachsten geschieht dies mittels einer mit einem Schwunggewicht versehenen Spindel, die an ihrem oberen Ende einen Einschnitt aufweist, der bei Spinnbeginn die Fasern aufnimmt. Die Spindel wird, frei zu Boden schwebend, in schnelle Drehung versetzt; auf diese Weise werden die Fasern zu einem Faden zusammengedreht, wobei die Spinnerin aus dem Spinnrocken jeweils etwas Fasermaterial nachzieht ('Ausziehen'). Hat der fertige Faden eine gewisse Länge erreicht, wird er strangförmig auf die Spindel aufgewickelt. Stärke und Gleichmäßig-

keit des Fadens hängen dabei von der handwerklichen Fertigkeit der Spinnerin ab.

## Das Handspinnrad

Wenn auch das Spinnen auf die oben beschriebene Weise den Vorzug hatte, dabei spaziergehen zu können, wurde doch zu einem bisher nicht genau bekannten Zeitpunkt das Spinnrad erfunden, das eine bedeutende Arbeitserleichterung brachte. Die Spindel wurde nun auf Lager montiert und über eine Rolle, die mit einem großen Rad verbunden war, in Drehung versetzt, wodurch sich der Spinnvorgang erheblich beschleunigen ließ. Das Spinnen ging jedoch noch diskontinuierlich vor sich, d.h. Spinnen und Aufwickeln des gesponnenen Garnes wechselten einander ab. Dieses handbetriebene Spinnrad war in den Ländern des Ostens viele Jahrhunderte früher in Gebrauch als in Europa.

## Flügelspinnrad und Schnellschützen

Eine andere Art Spinnrad, das Flügelspinnrad, hat seinen Namen von einem wesentlichen Bestandteil, dem Flügel. Zusammen mit einer sich frei drehenden Spule saß dieser U-förmige Flügel so auf der Spindel, daß seine beiden Arme seitlich der Spindel angeordnet waren. Der vom Spinnrocken kommende Faden wurde

zunächst gedreht, lief durch den Kopf des U, an einem Arm entlang und dann um einen Haken auf die auf der Spindel sitzende Spule. Spindel und Spule wurden von einem Schwungrad angetrieben, letztere mit etwas höherer Geschwindigkeit, so daß der Faden während des Spinnvorganges gleichzeitig auf die Spule aufgewickelt wurde. Das Flügelspinnrad hatte Fußantrieb ('Tretspinnrad'), so daß die Spinnerin zum Ordnen (Ausziehen) des Fasermaterials vor und während des Verdrillens beide Hände frei hatte. Es wurde um 1530 von dem Bildschnitzer Joh. Jürgen aus Braunschweig erfunden.

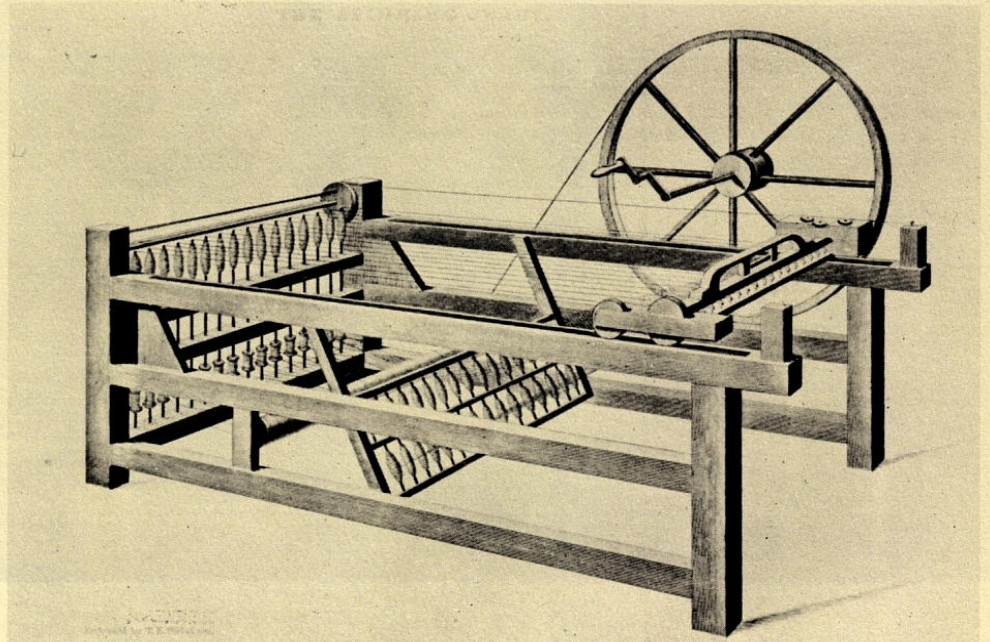
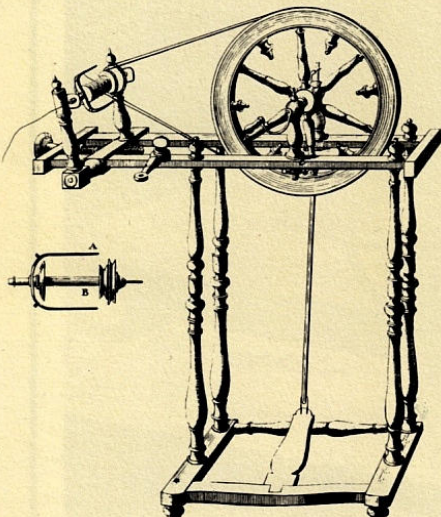
Im Jahre 1755 erfand der Engländer John Kay den Schnellschützen. Obwohl seine Weiterentwicklung von den Webern eine Zeitlang mit Gewalt verhindert wurde, führte seine Verbreitung bald zu einer Verdoppelung der Produktion von Webstoffen. Dies wiederum hatte eine spürbare Garnverknappung zur Folge, und so begann man, sich über die Möglichkeiten der Konstruktion einer Mehrspindel-Spinnmaschine Gedanken zu machen.

## Die Jenny-Spinnmaschine

Um 1764 mechanisierte der englische Weber James Hargreaves (1720 bis 1778) das Handspinnrad und schuf die (nach seiner Tochter benannte)

**Unten: Tretspinnrad aus dem 18. Jahrhundert.** Der Flügel (A) und die Spule (B) laufen mit Geschwindigkeiten, die sich nur geringfügig voneinander unterscheiden.

**Rechts unten: Jenny-Spinnmaschine mit vertikalem Rad.** Auf dem abgewinkelten Rahmen befindet sich das Vorgarn; es wird nach dem Verspinnen als Faden auf die Spulen (links) gewickelt.





Jenny-Spinnmaschine, bestehend aus mehreren ortsfesten, vertikal in Reihe angeordneten Spindeln, die durch Drehen eines umgelegten Handrades bewegt wurden, sowie aus einem ausfahrbaren Wagen mit Pressen zum Ausziehen der Vorgarne. Die Fasern wurden zuvor 'kardiert', d.h. parallelisiert und zu einem Faserband geformt. Später wurde das Handrad wieder senkrecht angeordnet, um das Bedienen zu erleichtern.

### Die Mulemaschine

Um 1775 sorgte Samuel Crompton (1753 bis 1827) durch die Einführung von Streckwerken für die Weiterentwicklung der Spinnmaschinen. Diese Streckwerke bestanden aus einem oder mehreren, in Reihe angeordneten Walzenpaaren, durch die das zu spinnende Material hindurchlief. Diese Walzenpaare arbeiteten (in Laufrichtung) mit zunehmender Geschwindigkeit, so daß das Fasermaterial vor dem Verdrehen fein ausgezogen wurde. Auch bewegten sich bei dieser Maschine die Spindeln auf einem Wagen von den stationären Streckwalzen weg, während bei der Jenny-Maschine

die Pressen der bewegliche Teil waren.

Diese Vorrichtung hieß zunächst Musselin-Maschine, weil auf ihr besonders feine und gleichmäßige Garne gesponnen werden konnten. Später nannte man sie dann Mulemaschine ('mule' engl. = Maulesel), da es sich hier um eine Art Kreuzung zwischen der Jenny-Maschine und einer von Sir Richard Arkwright (1732 bis 1792) erfundenen Spinnmaschine, die ebenfalls Streckwalzen aufwies, handelte.

### Die Drosselmaschine (Watermaschine)

Unter Verwendung des vom Flügelspinnrad her bekannten Prinzips des Verdrehens und Aufwickelns schuf Arkwright im Jahre 1769 eine Flügelspinnmaschine. Doch anstatt die Spulen anzutreiben, bremste er sie geringfügig ab, so daß sie vom

Zug des den Flügel verlassenden Fadens gedreht wurden. Diese Spinnmaschine wurde, da sie für Wasserkraftantrieb konzipiert war, zunächst Watermaschine, später nach dem pfeifenden Geräusch ihrer Flügel auch Drosselmaschine genannt.

### Baumwollspinnerei

Die Bedeutung all dieser Maschinen wäre viel geringer gewesen, hätte nicht die Baumwolle als zu ver-spinnendes Rohmaterial die Schafwolle immer mehr in den Hintergrund gedrängt. Baumwolle war für die Maschinenspinnerei weit besser geeignet. Umfangreiche Lieferungen von den großen amerikanischen Plantagen verwandelten die ehemals auf Heimarbeit basierende Textilindustrie in einen florierenden Industriezweig, der in großen Fabriken Tausenden von Menschen Arbeitsplätze bot.

Das Vorhandensein verbesserter Spinnmaschinen machte die Entwicklung von Maschinen für Arbeitsgänge erforderlich, die dem Spinnen vorausgehen: Kardieren zum Auflösen, Reinigen und Ordnen der Fasern oder auch Egreniermaschinen zur Entkörnung der Baumwolle.

**Unten:** Samuel Comptons Mulemaschine. An ihrer rechten Seite befinden sich die Streckwalzen; der fahrbare Wagen mit den fünf Spindeln ist in der Mitte zu sehen.

