

HEFT 5 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

Belichtungsmesser	113
Benzin	115
Bergbau	121
Bergung auf See	126
Betäubungsapparat	129
Beton	131
Bier	134
Bildfunk (Bildübertragung)	139

In Heft 6 von Wie Geht Das



In den letzten Jahren wurden viele der wichtigsten Öl- und Gasvorkommen im Meer entdeckt. WIE GEHT DAS erklärt Ihnen die neuesten Entwicklungen in der Technik der Meeresbohrung.

Wie bringt man eine Trompete zum Klingen? Warum ist ihre Klangfarbe anders als die der Baßuba oder der Posaune? Die Antworten finden Sie in Heft 6 von WIE GEHT DAS.

Bluttransfusionen sind in der modernen Medizin unentbehrlich. Das Blut, das dem Patienten zugeführt wird, muß mit der Blutgruppe seines Blutes übereinstimmen. Wissen Sie, wie man die verschiedenen Blutgruppen unterscheidet und klassifiziert?

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 Einzugschein) auf das Konto: Schmidt-Agence AG, Kontonummer Basel 40-879, und schicken Sie Ihre Bestellung unter Einsendung Ihres Abschnitts an die Schmidt-Agence AG, Postfach, 4002 Basel. Kennwort: HEFTE.

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

INHALTSVERZEICHNIS

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

SAMMELORDNER

Sie sollten die wöchentlichen Ausgaben von WIE GEHT DAS in stabile, attraktive Sammelordner einheften. Jeder Sammelordner faßt 14 Hefte, so daß Sie zum Schluß über ein gesammeltes Lexikon in fünf 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 15 sfr. Bitte überweisen Sie den Betrag durch die Post (grüner

Einzugschein) auf das Konto: Schmidt-Agence AG, Kontonummer Basel 40-879, und schicken Sie Ihre Bestellung unter Einsendung des Abschnitts an die Schmidt-Agence AG, Postfach, 4002 Basel. Kennwort: SAMMELORDNER.

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



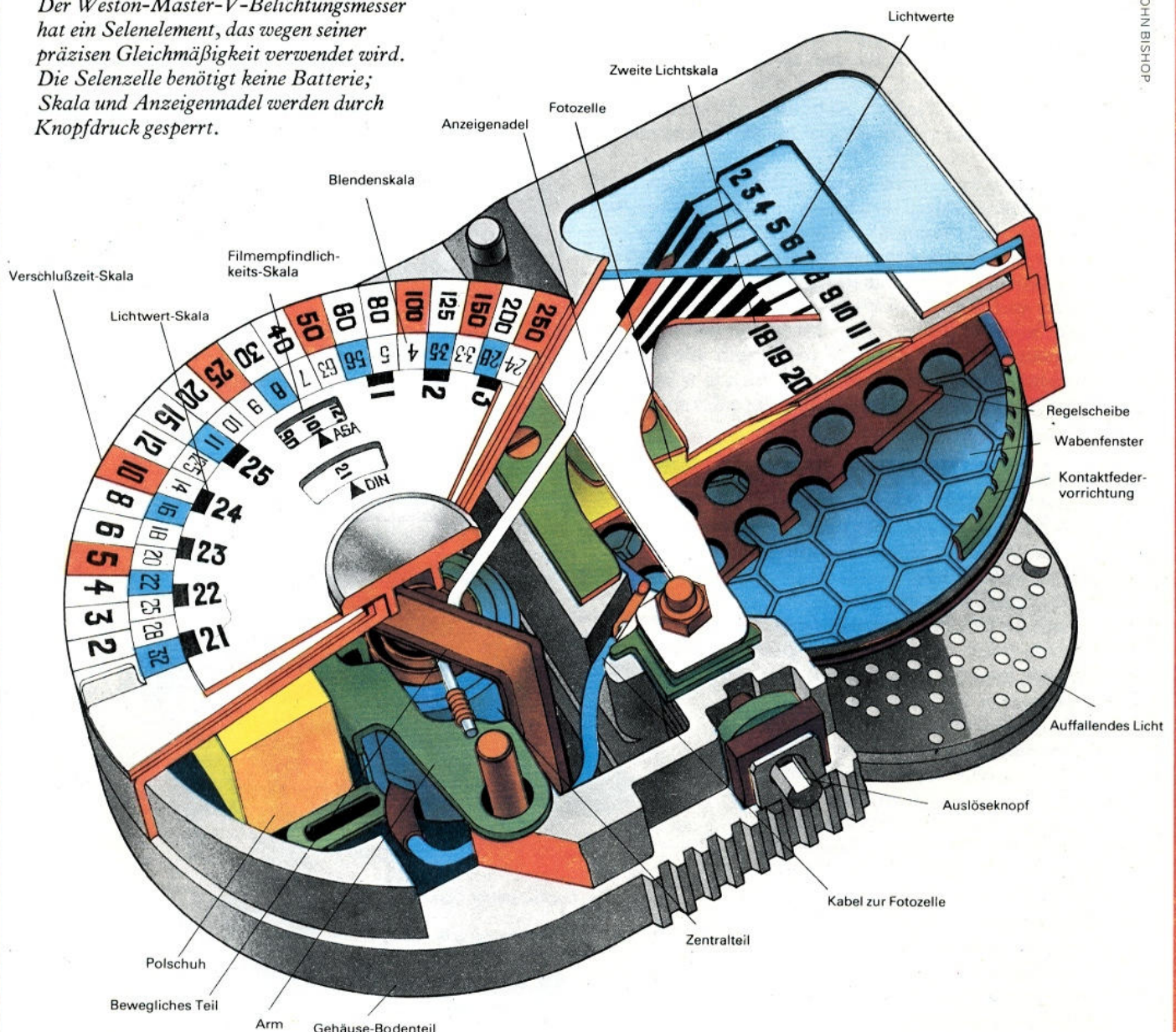
BELICHTUNGSMESSER

Der Belichtungsmesser setzt beim Fotografieren ungenauem Schätzen und damit unter- oder überbelichteten Bildern ein Ende.

Beim Fotografieren muß der Fotograf darauf achten, daß die richtige Lichtmenge durch die Linseöffnung und den Verschluss der Kamera auf den lichtempfindlichen Film fällt. Zu wenig Licht bedeutet, daß das Bild zu dunkel oder *unterbelichtet* ist; bei zu viel Licht wird es zu blaß oder *überbelichtet*.

entwickeltes und präzises Instrument. Es mißt in elektrischen Werten die Lichtintensität, die von einer lichtempfindlichen Fläche — einer fotoelektrischen Zelle — aufgenommen wird. In separaten, nicht in die Kamera eingebauten Meßgeräten wird von der Fotozelle eine Nadel über eine Skala mit *Belichtungs*werten bewegt. Man kann sie als eine Serie von Verschluss- und Blendeneinstellungen ablesen. Der Fotograf stellt die Kamera dann entsprechend ein. Wenn das Meßgerät in die Kamera selbst eingebaut ist, kann man die Nadel so konstruieren, daß sie im Bildsucher erscheint. In halbautomatischen Kameras ist die Zelle elektrisch oder mechanisch entweder mit der Blende oder mit dem Verschluss gekoppelt,

Der Weston-Master-V-Belichtungsmesser hat ein Selen-Element, das wegen seiner präzisen Gleichmäßigkeit verwendet wird. Die Selenzelle benötigt keine Batterie; Skala und Anzeignadel werden durch Knopfdruck gesperrt.



Um eine präzise Wiedergabe seines Motivs auf dem Film zu erhalten, benutzt der Fotograf einen Belichtungsmesser, ein Instrument, das die Lichtintensität mißt.

In den Anfängen der Fotografie wurde diese 'richtige' Belichtung durch Ausprobieren oder durch die Erfahrungswerte des Fotografen gefunden. Es gab gedruckte Diagramme und Tabellen, die einen groben Anhaltspunkt für die Belichtung bei durchschnittlichen Lichtverhältnissen lieferten.

Der moderne fotoelektrische Belichtungsmesser ist ein hoch

so daß der Fotograf zur Vervollständigung nur noch eine Einstellung vornehmen muß. In vollautomatischen Kameras ist die Zelle mit beiden Teilen gekoppelt.

Ein eingebauter Belichtungsmesser hat normalerweise eine Übersteuerungsmöglichkeit. Wenn man z.B. ein Gesicht gegen einen hellen Himmel aufnimmt, registriert das Meßgerät die Gesamthelligkeit und gibt die richtige Belichtung für den Himmel an, nicht jedoch für das Gesicht, das hervorgehoben werden soll, so daß eine Silhouette entsteht.

Wenn das Gerät das aus der Bildmitte kommende Licht registriert — im Normalfall befindet sich ja das Objekt in der Mitte — kann es diesen Faktor ausgleichen. Falls nicht, muß dies der Kamerabesitzer tun.

Das Arbeiten mit einem Belichtungsmesser

Belichtungsmesser sind nicht unfehlbar. Wenn sie nicht richtig benutzt werden, sind die Ergebnisse ungenau. Die meisten Belichtungsmesser messen die Lichtdichte. Nachdem das Gerät auf den verwendeten Filmtyp eingestellt wurde (d.h. auf die Empfindlichkeit), richtet man es auf das Objekt und kann einen reflektierten Durchschnittswert ablesen.

Ein weiteres Verfahren schaltet die Probleme aus, die dadurch verursacht werden, daß ein Teil des Bildes viel heller oder dunkler ist als das Objekt, so daß ein falscher Wert für das reflektierte Licht angegeben wird. Dazu wird eine lichtdurchlässige Vorrichtung, die man als *Diffusor* bezeichnet, vor die Fotozelle geschaltet. Dadurch wird der Ablesewert etwas geringer; es wird jedoch nicht das reflektierte Licht gemessen, sondern man verwendet das auf das Objekt fallende Licht.

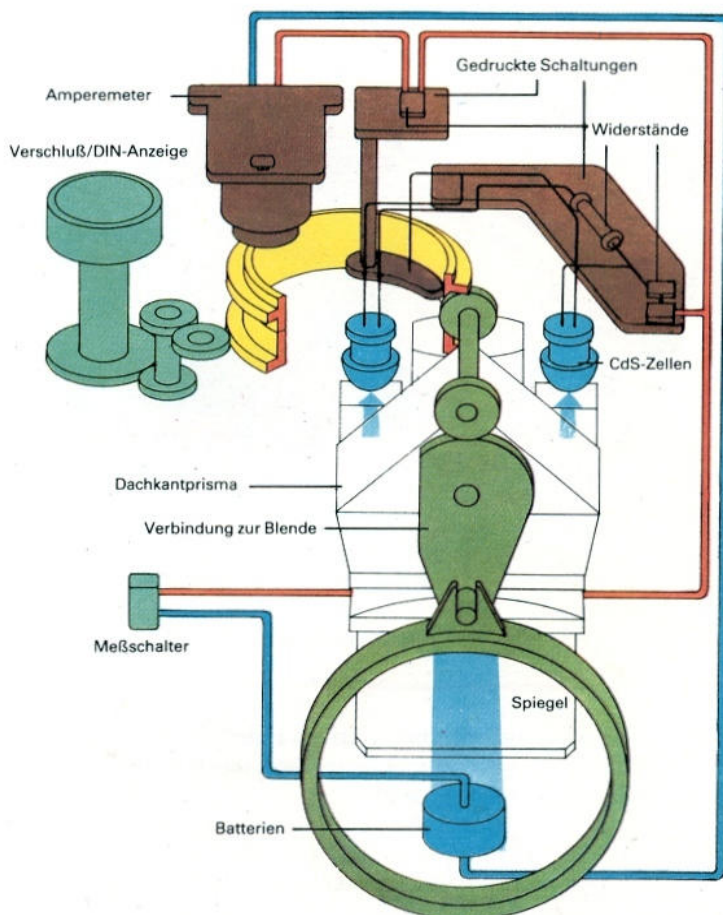
Der Belichtungswert stellt eine Kombination aus Verschlusszeit und Blende dar. Welche von mehreren möglichen Kombinationen der Fotograf auswählt, hängt von der Tiefenschärfe und der Bewegung des Aufnahmeobjektes ab. Die Kamera kann z.B. Blendenmarkierungen zwischen 3,5 und 22 aufweisen und Verschlusszeiten zwischen einer Sekunde und 1/1000 Sekunde haben. Das Meßgerät wird mehrere dieser Kombinationen angeben, die theoretisch alle zu einer guten Belichtung führen (z.B. entspricht Blende 8 bei 1/500 Sekunde der Kombination Blende II bei 1/250 Sekunde).



MICHAEL NEWTON

Oben: Ein Belichtungsmesser für Studiozwecke zur Messung des vom Objekt reflektierten Lichtes. Zur Prüfung des auffallenden Lichtes wird das mit einem Diffusor versehene Gerät nahe an das Objekt gehalten, zeigt dabei jedoch in Richtung der Lichtquelle.

Rechts: Das eingebaute Belichtungsmeß-System der Nikon F2 verwendet zwei CdS-Zellen, die so angeordnet sind, daß das Ablesen auf die Mitte des Linsen-Sichtfeldes konzentriert wird. Die im Bildsucher sichtbare Meßanzeige ändert sich mit der Helligkeit und muß durch Einstellung von Verschlusszeit und Blende angepaßt werden. Dies würde eine Abdunkelung des Objektfeldes bedeuten, wodurch die Einstellungen für die Aufnahme einschließlich Schärfeneinstellung erschwert würden. Stattdessen erhält das Meßgerät einen Wert, der elektrisch so korrigiert ist, daß die Einstellungen für Objektiv, Verschluss und Filmempfindlichkeit berücksichtigt werden. Über ein Räderwerk ist der Blendeneinstellring mit einem Ring aus Kohlewiderstandsmaterial verbunden. Die Kombination aus Verschluss und Filmempfindlichkeit (nach DIN) ist mit einem weiteren Ring gekoppelt, der mit einer 'Bürste' versehen ist, die sich ebenfalls an dem Ringwiderstand entlangbewegt. Der Strom in der Fotoelement-Schaltung wird über den Widerstand zwischen dieser Bürste und einer weiteren festen Bürste auf diesem Geräteteil geleitet. Die Länge der Strecke auf der Kohle zwischen diesen beiden Bürsten hängt also von allen drei variablen Einstellungen ab. Die Widerstände und gedruckten Schaltungen haben den Zweck, die Batterieleistung zu stabilisieren.



JOHN BISHOP

BENZIN

Im Zeitalter des Autos ist Benzin das wertvollste Rohölprodukt. Im Jahre 1977 belief sich der Rohölverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland auf annähernd 150 Millionen Tonnen, davon nahezu 25 Millionen Tonnen Benzin.

Benzin ist eine flüchtige, brennbare Flüssigkeit, die aus Petroleum oder Rohöl gewonnen wird. Seine Verwendung als Treibstoff für Verbrennungsmotoren ist die wichtigste Nutzungsart. Es wird aber auch in geringem Umfang in speziellen Öfen und als Lösungsmittel benutzt. Benzin eignet sich für die Nutzung als Brennstoff, weil es aus einem Kohlenwasserstoffgemisch (Molekülen, die ausschließlich aus Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen aufgebaut sind; siehe ATOME UND MOLEKÜLE) besteht und daher mit der bei der

Verbrennung von Kohlenwasserstoffen typischen hohen Energie verbrennt. Hinzu kommt, daß Benzin ausreichend flüchtig ist, um zusammen mit Luft in einem einfachen, verhältnismäßig preisgünstigen VERGASER ein brennbares Gemisch zu bilden.

Rohöl ist ein kompliziertes Gemisch aus einer ungeheuren Vielzahl von verschiedenen Kohlenwasserstoffen mit unterschiedlicher Dichte. Rohöl kann in einen gasförmigen Bestandteil, der aus den sehr leichten Kohlenwasserstoffen Propan (drei Kohlenstoffatome pro Molekül) und Butan (vier Kohlenstoffatome pro Molekül) besteht, und in flüssige Bestandteile zerlegt werden, die alle schwereren Moleküle enthalten. Die flüssigen Bestandteile des Erdöls enthalten Benzin, Kerosin, Dieselöl, Heizöl, Bitumen und Schmieröl.

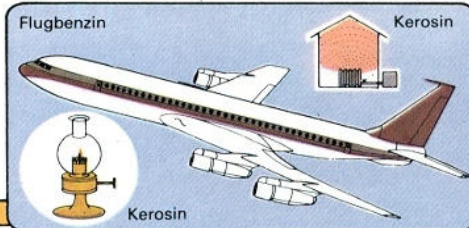
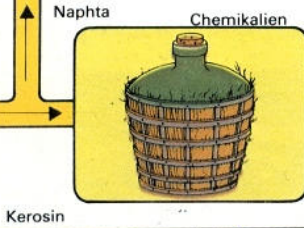
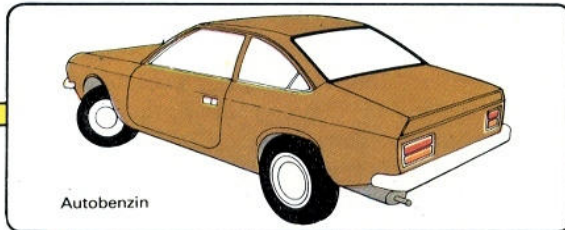
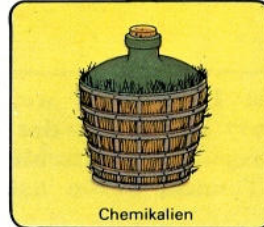
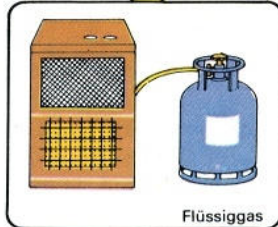
Benzin ist der leichteste der flüssigen Bestandteile und besteht aus einem Gemisch von Kohlenwasserstoffen mit jeweils 4 bis 12 Kohlenstoffatomen pro Molekül. Kerosin ist



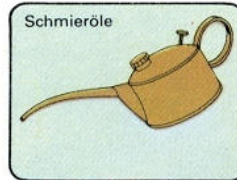
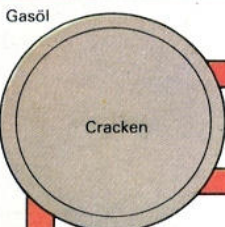
Der Shell-Tanker 'Erinna' kurz vor der Frachtübernahme im Hafen von Curaçao; er wurde im Jahre 1977 in Neufundland, Kanada, gebaut und hat ein Eigengewicht von 31 250 t.

ÖLPRODUKTE

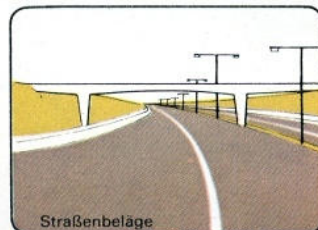
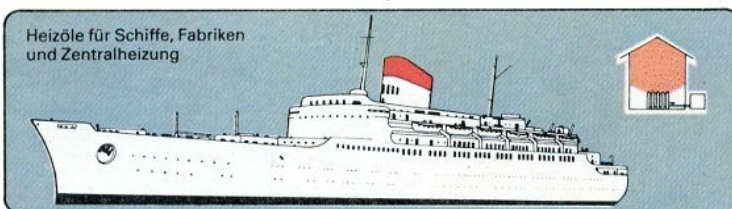
Der Destilliervorgang von Rohöl. Die aufsteigenden Oldämpfe kühlen beim Aufsteigen im Kondensierturm allmählich ab und kondensieren entsprechend ihren verschiedenen Siedepunkt.



Die Rohölprodukte werden oft noch weiteren Prozessen unterzogen. Das Reforming-Verfahren verwandelt niederwertiges in hochwertiges Benzin. Beim Crack-Prozeß werden hochmolekulare Verbindungen aufgespalten.



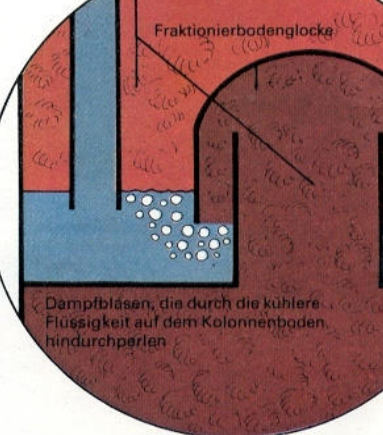
Erhitztes Rohöl



Heizöle

Bitumen

Aufsteigender heißer Dampf im Destillationsturm



Unten: Die 'Blasendeckel' in den Trennwannen der Säule drücken die aufsteigenden Öldämpfe durch die Kondensate und tragen so dazu bei, daß die Ölbestandteile in der richtigen Wanne kondensieren.

SHELL



der nächst schwerere Bestandteil aus Kohlenwasserstoffen mit 10 bis 16 Kohlenstoffatomen pro Molekül. Bitumen ist der schwerste Bestandteil, der bei Zimmertemperatur fest oder sehr dickflüssig ist.

Da Rohöl aus vielen verschiedenen Gemischen besteht, muß es raffiniert werden, bevor es in irgendeiner Weise gebraucht werden kann. Rohöl kann durch fraktionierte Destillation in seine einzelnen Bestandteile zerlegt werden. Die Destillation ist ein Vorgang, bei dem ein Gemisch aus flüssigen Stoffen in Abhängigkeit ihrer Siedepunkte voneinander getrennt werden. Bei der fraktionierten Destillation kennt man 4 Hauptfraktionen: Bei Temperaturen zwischen 40°C und 200°C erhält man Rohbenzin, von 200°C bis 250°C Leuchtöl (Kerosin), von 250°C bis 300°C Gasöl (Dieselöl, Heizöl) und über 300°C Schweröl.

Das Rohbenzin wird einer erneuten Fraktionierung unterzogen. Zwischen 40°C und 70°C erhält man Petroläther, von 70°C bis 90°C Leichtbenzin, von 90°C bis 120°C Lackbenzin und von 120°C bis 200°C Schwerbenzin. Autobenzin ist ein Gemisch dieser Benzinsorten. Es muß genügend niedrigsiedende Bestandteile enthalten, um im Winter noch zündfähig zu sein; bei warmem Wetter darf es hingegen nicht zu leichtflüchtig sein. Flugbenzin setzt sich hauptsächlich aus Bestandteilen des Leicht- und Lackbenzins zusammen.

Öl-Raffination

Rohöl, wie es aus der Ölquelle kommt, brennt immer. Um daraus jedoch einen brauchbaren Treibstoff zu erhalten, muß es noch bearbeitet werden. Ausnahmen sind lediglich einige Anwendungsmöglichkeiten, wie beispielsweise das Betreiben einer Motorpumpe für eine Rohöl-Pipeline. Außerdem wäre die Verbrennung von Rohöl äußerst verschwenderisch, da viele seiner Bestandteile als chemische Grundstoffe, Bitumen oder

Oben: *Lichter der Shell-Raffinerie im niederländischen Pernis, die sich in der Maas widerspiegeln. Sie ist die größte Raffinerie in Europa.*

Schmieröl Verwendung finden.

Daher ist die Raffination, bei der jährlich weltweit mehr als 3 000 Millionen Tonnen Produkte entstehen, ein schwieriges Verfahren. Sie wird durch die unterschiedliche Zusammensetzung von Rohöl noch weiter erschwert. Die Zusammensetzung hängt davon ab, in welchem Land das Rohöl gefördert wird. Raffinerien müssen in der Lage sein, aus verschiedenen Rohölen Produkte entsprechend der Nachfrage herzustellen. Die Nachfrage kann sich verhältnismäßig langfristig ändern; als Beispiel sei die Verdrängung des sehr flüchtigen Treibstoffs zugunsten von Dieselöl genannt. Die Nachfrage kann jedoch auch saisonabhängig sein, wie beispielsweise im Winter die Nachfrage nach Heizöl. Saisonalen Nachfragen kann in gewissem Umfang durch Speicherung eines Vorrates außerhalb der Saison begegnet werden. Die Raffinerien sollten beweglich genug sein, sich auf Kosten anderer Abfallprodukte auf die Herstellung von Produkten mit großer Nachfrage einzustellen.

Die meisten Raffinerien werden an Tiefwasser-Häfen errichtet, da diese Häfen eine Reihe von Vorteilen bieten: Große Tanker können ohne Schwierigkeit Rohöl an den Raffinerien löschen; der Transport der Fertigprodukte an die Absatzmärkte kann ohne große Kosten auf dem Landweg erfolgen. Außerdem ist in den Häfen genügend Kühlwasser für den Raffinations-Prozess vorhanden. Eine große Raffinerie benötigt eine Rohöl-Lagertankkapazität von einigen Hunderttausend Tonnen, mit Tanks, die jeweils bis zu Hunderttausend Tonnen fassen, um die gesamte Ladung eines modernen Großraumentankers aufnehmen zu können. Eine solche Raffi-

nerie kann jährlich 20 Millionen Tonnen Rohöl bearbeiten und stellt eine Investition von etwa 1 Milliarde DM dar. Neben der Betriebsanlage zur Bearbeitung des Rohöls benötigt die Raffinerie Einrichtungen zur Strom- und Dampfversorgung, zur Instandhaltung und für den Laborbetrieb.

Raffinerie-Produktion

Eine einfache Raffinerie kann aus Rohöl nur eine begrenzte Menge von Benzin, Dieselöl und Heizöl herstellen. Zu diesem Zweck wird das Rohöl durch DESTILLATION in seine Bestandteile zerlegt, und die Teile, die zu Benzin verarbeitet werden sollen, werden auf geeignete Weise weiter bearbeitet. Dies geschieht durch katalytisches Cracken und Veredelung.

Eine komplex aufgebaute Raffinerie stellt zwar die gleichen Produkte her, ist aber in der Lage, viele Rohölsorten zu verarbeiten. Diese Raffinerien stellen auch verflüssigtes Erdgas (LPG), Kerosin, Flugbenzin, Bitumen und unter Umständen auch Schmieröle her. Eine Raffinerie der siebziger Jahre in einem westeuropäischen Industriestaat, wie beispielsweise der Bundesrepublik Deutschland, stellt im Durchschnitt folgende Produkte her: Veredeltes Gas 0,5%, Propan und Butan 1,5%, Leuchtöl, chemische Grundstoffe und Benzinbestandteile 6%, Flugbenzin und Treibstoff, der aus mehreren Bestandteilen besteht, 0,5%, Benzin 13%, Verbrennungsöl (einschließlich Turbinentreibstoff im Flugwesen) 6,5%, Gasöl und Dieselmotortreibstoff 24%, Heizöl 36%, Schmieröl, Fette und Wachs 1,5%, Bitumen 2%, sonstige Stoffe 1%, Raffinerie-Brennstoffe und Verluste 7,5%.

Eine komplex aufgebaute Raffinerie benutzt die gleiche Ausgangsdestillation wie eine einfache Raffinerie, läßt aber für einige Bestandteile eine zweite Destillation bei vermindertem Druck folgen — die Vakuumdestillation. Sie benutzt auch zusätzlich zu der bei der einfachen Raffinerie erwähnten katalytischen Umwandlung weitere Prozesse, um die aus dem Rohöl destillierten Bestandteile in ihrer Zusammensetzung zu verändern. Diese Prozesse können sein: *katalytisches Cracken*, *Hydrierung*, *Isomerisierung* und *Extraktion durch Lösungsmittel*.

Die Notwendigkeit von Veränderungen in der Zusammensetzung der Rohölbestandteile während der Raffination kann bei der Herstellung von Benzin beobachtet werden. Benzin war ursprünglich ein Nebenprodukt des Rohöls; das Hauptprodukt war Kerosin, das für Lampen benutzt wurde. Ab 1913 erkannte man, daß Benzin ein wichtiges Produkt des Erdöls ist. Ohne Benzin hätte die Entwicklung von Automobilen keinen solchen Aufschwung genommen.

Der Anteil des Benzins im Rohöl ist leider so gering, daß eine ausreichende Benzinversorgung nicht nur unsere Rohölvorräte aufzehren würde, sondern es würde auch die Produktion der anderen Bestandteile überhandnehmen. Der Benzinanteil kann auf zweierlei Weise erhöht werden: durch das *Cracken* großer Moleküle von schweren Bestandteilen, um kleinere Moleküle zu bilden, und durch *Polymerisierung* (Zusammenfügung) kleinerer Moleküle zu größeren (Polymerbenzin).

Die Zusammensetzung des Benzins muß verändert werden, um seine *Klopffestigkeit* zu verbessern. Im Idealfall explodiert das Gemisch aus Luft und Benzindampf, wobei es dem Kolben schnelle, aber gleichmäßige Stöße versetzt. In einigen Fällen jedoch verursacht verspätetes Explodieren des Gemisches einen plötzlichen Schlag gegen den Kolben; der Motor klopft. Unverzweigte Kohlenwasserstoffketten (solche, in denen Kohlenstoffatome eine lange, gerade Kette bilden) klopfen stark; Kohlenwasserstoffe, bei denen die Kohlenstoffatome in einem Ring zusammengeschlossen sind oder die viele Kohlenstoffatom-Abzweigungen außerhalb des Hauptstranges aufweisen, klopfen weniger stark. Natürliches Benzin hat einen hohen Anteil an unverzweigten Kettenverbindungen.

Die *Oktanzahl* ist eine Maßeinheit für die Klopffestigkeit

und bezieht sich auf den Anteil an *Isooktan* (ein weit verzweigter Kohlenwasserstoff) in einem Gemisch von Isooktan und *n-Heptan* (ein Kohlenwasserstoff mit unverzweigter Kette), das die gleiche Klopffestigkeit aufweist wie das Testbenzin. Je höher die Oktanzahl, desto besser ist die Qualität des Benzins. In der Bundesrepublik Deutschland hat Superbenzin eine Oktanzahl von 98 bis 100; bei Normalbenzin liegt sie zwischen 91 und 94. Vor dem Ersten Weltkrieg hatte normales Benzin eine Oktanzahl von 73 bis 78.

Zusätze, die organische Bleiverbindungen wie Tetraethylblei enthalten, werden ebenfalls zur Erhöhung der Klopffestigkeit benutzt. Verbesserte Umweltschutznormen führten



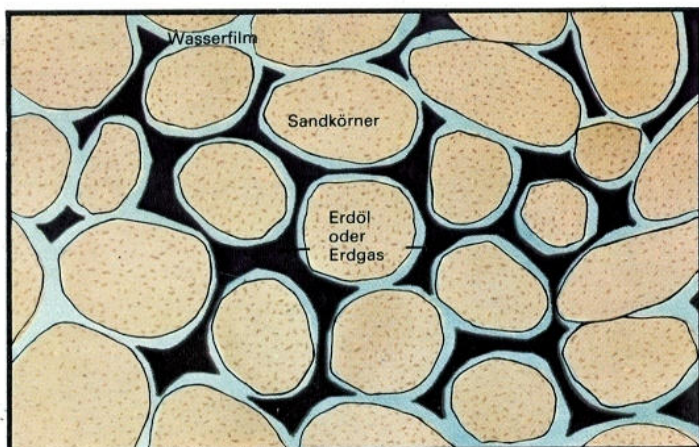
BURMAH OIL



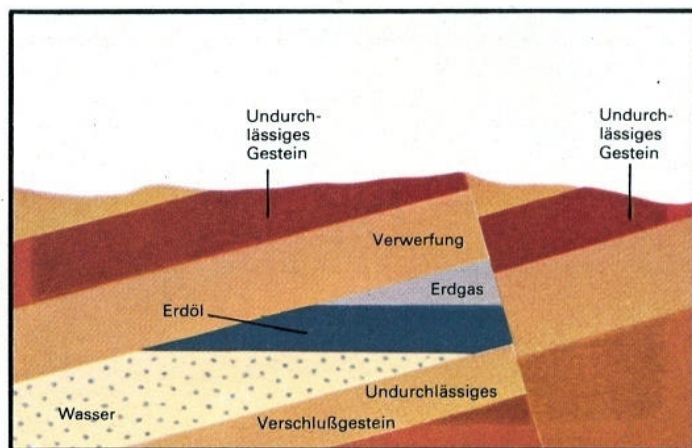
jedoch dazu, daß sie heute in geringerem Maße verwendet und Veränderungen in der Zusammensetzung während der Raffination ständig wichtiger werden.

Destillation

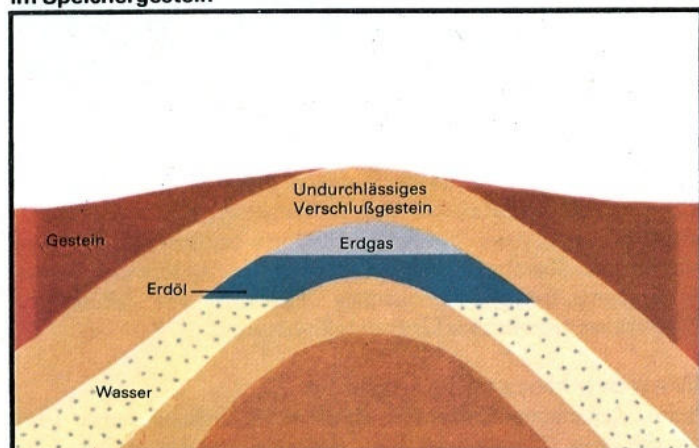
Ursprünglich bestand der Prozeß des Destillierens von Rohöl darin, daß es in einem Destillierkolben erhitzt wurde und die kondensierten Dämpfe bei verschiedenen Temperaturen



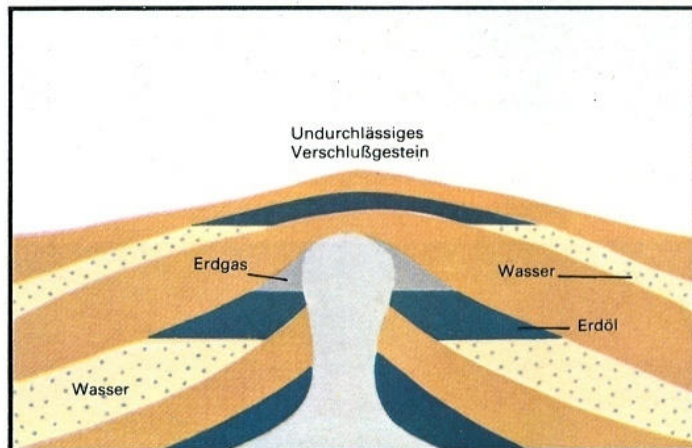
Position der Erdöltröpfchen
im Speichergestein



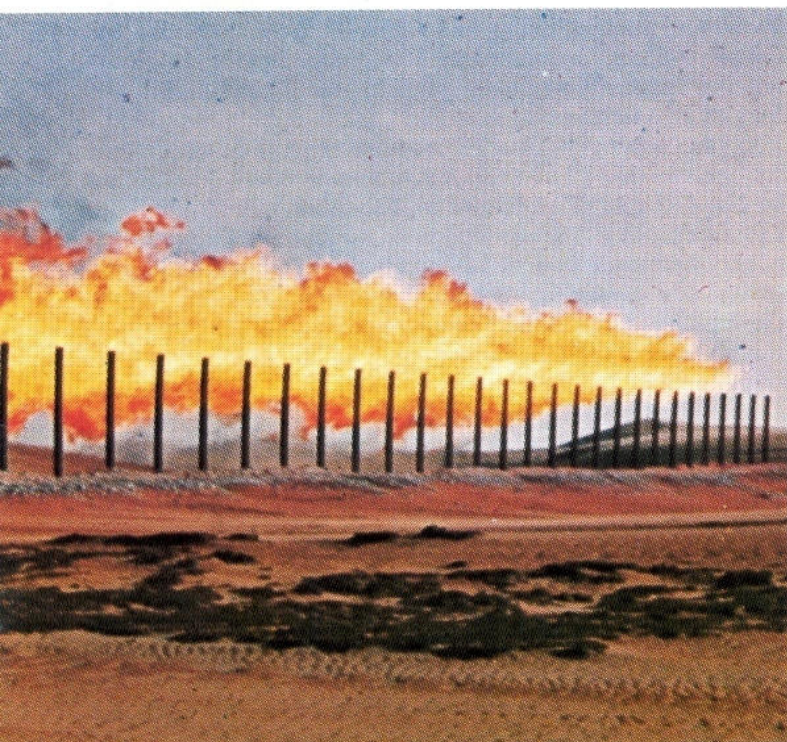
Verwerfungsfall



Antiklinal-Falle



Salzstock



voneinander getrennt wurden. Seit vielen Jahren verwendet man Destillier-Säulen, die eine bessere Trennung und — statt eines schubweisen — einen kontinuierlichen Betrieb ermöglichen. Diese Säulen sind hohe Metalltürme mit vielen, über sie verteilten Trennwannen. Öl wird der Säule von oben zugeführt. Hierdurch verdampfen beim Erhitzen der Flüssigkeit die niedrigsiedenden Anteile zuerst.

Je weiter die Flüssigkeit in der Säule sinkt, umso mehr

Oben: Öl wird aus mikroskopisch kleinen Meeresorganismen gebildet, die abgestorben und auf den Meeresboden gesunken sind; dort wurden sie von Schlamm begraben. Durch den Druck des Grundwassers sickerte das Öl dann durch die später darüberliegenden Gesteinsschichten, bis das Öl durch undurchlässige Gesteinsschichten nicht weiter vordringen konnte. Hier sind einige der durch größere Erdbewegungen gebildeten Öl-Einschlüsse dargestellt. Der Druck des Wassers und des Gases bewirkt das Aufsteigen des Öls, wenn eine Quelle angebohrt wird.

Links oben: Rohöl enthält eine große Anzahl verschiedener Kohlenwasserstoffe, die während der Raffination getrennt werden. Es sind die schwereren Wachse und Öle.

Links: Auf vielen Ölfeldern wird das natürliche Gas, das in Verbindung mit dem gefundenen Öl vorkommt, nicht aufgefangen, sondern einfach verbrannt.

aufsteigende Gase vermischen sich mit ihr. Die flüchtigeren Bestandteile der Flüssigkeit werden mitgerissen. Sie kontaktieren mit der Flüssigkeit, die die weniger flüchtigen Anteile wieder mitreißt. Es lagern sich also die Substanzen mit dem niedrigsten Siedepunkt am oberen Ende des Turmes ab; die weniger flüchtigen Bestandteile lagern sich früher ab.

Üblicherweise werden die Bestandteile an den einzelnen Punkten zusammengefasst und zur weiteren Bearbeitung fortgeleitet. Die Rückstände am unteren Ende des Turmes enthalten eine große Anzahl von Bestandteilen. Sie können ohne weitere Bearbeitung als Heizöl oder nach einer Vakuumdestillation als Bitumen oder Schmieröl Verwendung finden.



Oben: Eine Karte, die die wichtigsten Öl- und Gasfelder der Erde wiedergibt.



Oben: Rohöl-Pipelines, die zur Raffinerie in der Nähe von Harcourt, Nigeria, einem der Hauptproduzenten von Öl, führen.

Die Destillationswirksamkeit wird außerordentlich erhöht, wenn man die aufsteigenden Dämpfe und die herabsinkende Flüssigkeit in engen Kontakt zueinander bringt. Dies erfolgt in den Wannen, die über die Destillationssäule verteilt sind.

Cracken

Beim Crackprozeß werden höhermolekulare Wasserstoffe in niedermolekulare, benzinähnliche Produkte überführt. Das Cracken kann einmal ausschließlich durch Beeinflussung von Druck und Temperatur erfolgen (thermisches Cracken), zum anderen durch katalytische Vorgänge (katalytisches Cracken), die eine Aufspaltung der hochmolekularen Verbindungen ohne Temperatur- und Druckerhöhung ermöglichen. Das katalytische Cracken wird meist mit dem Wirbelschichtverfahren vorgenommen: Einen fein granulierten Katalysator

läßt man wie eine Flüssigkeit durch einen Reaktor zu einem Regenerator strömen, wo der Kohlenstoff, der sich an ihm abgelagert hat, weggebrannt wird. Dann beginnt der Kreislauf von neuem. Katalytisches Cracken wird normalerweise bei der Benzinherstellung, thermisches Cracken vor allem zur Produktion chemischer Grundstoffe benutzt.

Weitere Herstellprozesse

Beim Reforming-Verfahren werden Naphthene unter Freisetzen von Wasserstoff in Aromate umgewandelt. Die Oktanzahl steigt an, was größere Klopfestigkeit des Motors bedeutet. Zur Veredelung von Treibstoffen kennt man die Verfahren Isomerisierung und Alkylierung. Bei der Isomerisierung werden unverzweigte Kohlenwasserstoffe in solche mit verzweigter Kette umgewandelt. Die Klopfestigkeit des Motors wird weiter verbessert.

Zu den sonstigen, häufig benutzten physikalischen Prozessen gehört die *Extraktion durch Lösungsmittel*, die darauf beruht, daß eine Komponente des behandelten Bestandteils im Lösungsmittel viel besser löslich als im Rest ist. Dieser Anteil wird zusammen mit dem Lösungsmittel ausgeschwemmt und später aus diesem zurückgewonnen. Ein Beispiel ist die Gewinnung aromatischer Verbindungen aus Paraffin (Kerosin) mit Hilfe von Schwefeldioxid.

Die Entstehung des Erdöls

Die meisten Geologen nehmen heute an, daß Öl und Gas durch die Verwesung verschiedener Tiere und Pflanzen entstanden sind. Man glaubt, daß sich organische Stoffe zusammen mit anorganischen Mineralien als Sedimente auf dem Grund von Urmeeren und Urseen, vor allem in flachen tropischen Meeren, abgelagert haben. Die organischen Stoffe bildeten nur einen kleinen Teil des gesamten Sediments.

Die im Schlamm und Sand eingeschlossenen organischen Substanzen waren großen Veränderungen unterworfen. Sie wurden zum Teil durch Bakterien umgewandelt. Nachdem die biochemischen Veränderungen abgeschlossen waren, wurden die organischen Substanzen in ihrer Gesamtheit langsam durch Hitzeeinwirkung beeinflusst. Während die sedimentären Schichten ständig tiefer in der Erdkruste begraben wurden, erreichten sie Schichten mit stärkerem Druck und höheren Temperaturen. Diese Erhitzung, die niemals stark war, bewirkte Veränderungen, durch welche sich Kohlenwasserstoffe und andere Erdölbestandteile entweder direkt oder durch weitere Veränderung vorher freigesetzter chemischer Verbindungen entwickelten.

BERGBAU

Der Bergbau ist komplizierter als jede andere industrielle Tätigkeit. In keiner Industrie wird ein vergleichbarer Aufwand für Materialtransport getrieben. Die Kosten für Belüftung (bergmännisch: Bewetterung, Frischwetter) und Grubenentwässerung können höher sein als die für den eigentlichen Abbau des Erzes oder des Minerals.

Unten: Im Schieferbruch von Blaenau Ffestiniog, Nord-Wales. Schiefer ist eine Tonsorte (Aluminium-Silikat), die sich durch extrem starken Druck verhärtet hat.

Im Bergbau müssen ungeheuerere Mengen an Gestein und Erz unterirdisch (bergmännisch: unter Tage) über Entfernungen bis zu 15 km transportiert werden. Es gibt Bergwerke, in denen je geförderte Tonne Mineral oder Erz bis zu 20 Tonnen Luft umgewälzt und bis zu 100 Tonnen Wasser aus der Grube gepumpt werden müssen.

Beim Stichwort 'Bergbau' denken die meisten Menschen sogleich an Steinkohlezechen. Die Bundesrepublik Deutschland ist einer der führenden Kohleproduzenten in der Welt. Kohle findet sich in Westfalen, im Rheinland und im Saargebiet. Andere Länder mit großer Kohleförderung sind die Sowjetunion, die Vereinigten Staaten von Amerika und Großbritannien. Im Ruhrgebiet liegen die größten Kohle-

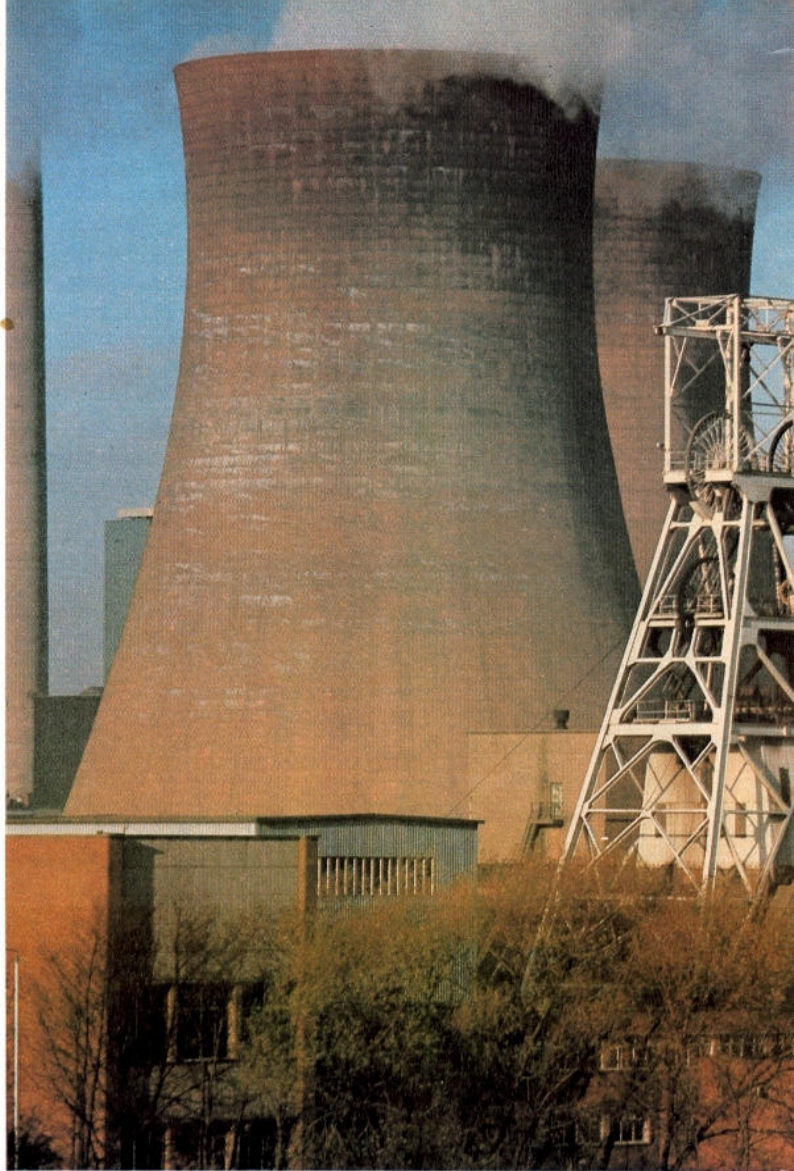


PICTUREPOINT

vorräte Europas. Es wird geschätzt, daß sie noch 400 Jahre reichen. Aus Kohle wird die dringend benötigte Elektrizität erzeugt. Bergmännisch gefördert werden in vielen Teilen der Erde auch Bauxit als ALUMINIUMROHSTOFF, BLEI, DIAMANTEN, EISEN, GOLD, Granit, Kies, Kobalt, KUPFER, Marmor, Nickel Öl, Pottasche, Quecksilber, Salz, Sand, Schiefer, SILBER, Stein, Ton, Türkise, Zink und Zinn.

Die ersten Überlieferungen von geordneter Bergbautätigkeit stammen aus Ägypten, aus der Zeit um 3 000 v. Chr. Gold, Silber, Kupfer und Türkise wurden in großem Maßstab gewonnen, wenn auch meist nahe der Erdoberfläche. Der griechische Geschichtsschreiber Diodorus Siculus, der im Jahre 50 v. Chr. Ägypten bereiste, beschrieb, wie Gefangene im Untertagebau nach Gold schürften. Um Gänge in Fels zu treiben, wurden an der Felsfläche Reisigfeuer entzündet (bergmännisch: Feuer setzen). War der Fels heiß, wurde rasch kaltes Wasser gegen die Wand gegossen. An den durch diese rasche Abkühlung entstandenen Rißlinien ließ sich der Fels mit primitiven Werkzeugen wie Hacken und Keilen sprengen. Römische Sklaven wurden in ganz Europa und Afrika im Bergbau eingesetzt. Im Mittelalter war der Abbau von Metall in Europa eine Industrie mit Tradition.

Als Holz im 17. Jahrhundert teurer wurde, nahm zu Beginn der industriellen Revolution Kohle seine Stelle ein. Heute wird die Kohle größtenteils im Untertagebau gewonnen. Die drei Hauptschwierigkeiten sind dabei das 'Wetter', die Grubenentwässerung und die Abstützung des Deckgesteins (bergmännisch: das Hangende). In früheren Zeiten nahmen





Oben: Fördervorrichtung für den Untertagebau mit den Kühltürmen eines Kraftwerkes im Hintergrund. Die Fördervorrichtung hebt und senkt die Förderkörbe, in denen Bergleute und Geräte von der Oberfläche zum Stollen, der sich in mehr als 1 000 m Tiefe befinden kann, gebracht werden.

Links: Wo sich Mineralien nahe der Oberfläche befinden, können sie im Tagebau abgebaut werden. Erde und Gestein, die die Ablagerungen bedecken, werden geräumt und das Mineral wird mit Trockenbaggern freigelegt. Diese Abbildung zeigt ein Uranium-Tagebau-Bergwerk in Australien.

Bergleute Vögel mit zur Arbeit, um sicher zu sein, daß die Luft genug Sauerstoff enthielt. Um festzustellen, ob entzündliches Methangas in der Luft enthalten war, kroch ein in nasse Decken gewickelter Mann die Strecke entlang und schlug von Zeit zu Zeit einen Funken. Später diente zu diesem Zweck die (von Davy erfundene) Sicherheitslampe. Beim Auftreten von entzündlichem Methangas wurde die Flamme in der Lampe sichtbar größer; durch das engmaschige Kupfersieb konnte sie aber nicht aus der Lampe in die Umgebungsluft übergreifen. Die moderne Wetterlampe ist von der Davy-Lampe abgeleitet. Um die Grube frei von Wasser zu halten, wurde mit einer Hubpumpe das eindringende Wasser abgepumpt. Verschiedene Arten des Grubenausbaues werden an anderer Stelle dieses Artikels beschrieben.

Verwendung der Dampfkraft

Mit der Einführung der Dampfmaschine zur Grubenbewetterung, zum Leerpumpen und zum Abfordern des gewonnenen

Materials fand eine bedeutende Entwicklung in der Bergbautechnik statt. Die industrielle Revolution des 18. und 19. Jahrhunderts brachte für den Bergbau einen größeren Fortschritt als die fünf Jahrtausende zuvor.

In dem Maße, in dem Bergwerke größer und der Bergbau technisch komplizierter wurden, war das Leben der Menschen im Bergbau zunehmend gefährdet, so daß zu Beginn dieses Jahrhunderts die Bergbauindustrie auf der ganzen Welt etwa 50 000 (geschätzt) Menschenleben forderte. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts ermöglichte die zunehmende Mechanisierung eine immer größere Förderung, aber der Ersatz von Menschen durch Maschinen brachte oft eine Zunahme an Unfällen mit sich. Glücklicherweise wurde die Sicherheit durch strengere Sicherheitsvorschriften sowie verbesserte Maschinen und Verfahren im Verlauf der letzten Jahrzehnte deutlich verbessert. Obwohl gegenwärtig die Jahres-Fördermenge an Mineral und Erz um ein Mehrfaches über der zu Beginn dieses Jahrhunderts liegt, ist die Zahl der Unfälle auf der Welt um etwa 90% gesunken.

Mechanisierung vor Ort

Bei vergleichsweise weichem Material, wie beispielsweise Kohle oder Phosphat, ist die Mechanisierung vor Ort recht einfach. Es gibt Maschinen für den mechanischen Streckenausbau und Maschinen, die Gestein im Strebau automatisch brechen und aufladen. In den USA wird die Hälfte der Kohle im Schürfböhrverfahren abgebaut. Schürfböhrer sind große Rundbohrer. Bohrlöcher werden bis zu einer Tiefe von 91 m niedergebracht, das Erz steigt über den Bohrer an die Oberfläche. Hartes, beispielsweise metallerzhaltiges Gestein kann jedoch nicht geschnitten werden. Der eigentliche Abbau des Erzes ist wegen der Härte und unregelmäßigen Form vieler Lagerstätten schwer zu mechanisieren. Daher wird bei den meisten Metallerz-Untertageabbauverfahren das anstehende Gestein in Abschnitte eingeteilt und mit SPRENGSTOFF 'geschossen'.

Beim Sprengverfahren (bergmännisch: Schießen) werden Löcher von etwa 2,5 cm bis 3 cm Durchmesser 2 m bis 3 m tief in das Gestein gebohrt. Sie werden mit Sprengladungen besetzt, deren Detonation das Erz bricht, so daß es sich auf Fördermittel laden und abtransportieren läßt. Wenn auch die Größe der Sprengladung entsprechend den Bedingungen starken Schwankungen unterworfen ist, kann man davon ausgehen, daß ein durchschnittliches Loch von 3 m Tiefe mit einer Sprengladung von 2 kg etwa 3 Tonnen Erz ergibt.

Abbauverfahren

Bisweilen wird eine ganze Anzahl von Sprengladungen gleichzeitig oder in rascher Folge gezündet. Ein Bedarf von einer Tonne Sprengstoff oder mehr ist für einen 'Schuß' nicht ungewöhnlich. Das 'Schießen' geschieht gewöhnlich zwischen den Schichten, so daß die Bergleute nicht gefährdet werden und giftige Dämpfe Zeit haben, abzuziehen.

Beim Tagebau wird entweder in offener Grube in die Tiefe oder nahe der Oberfläche in die Breite gearbeitet. Das erstgenannte Verfahren wird hauptsächlich bei der Gewinnung von Erz, das zweite im Kohleabbau angewendet. Eine weitere Form des Tagebaues finden wir beim Abbau von Mineralien wie Granit und Kalkstein, der in einem Steinbruch vor sich geht.

Wenn auch Zinn bereits seit mehr als hundert Jahren im Schwemmverfahren gewonnen wird, hat das Arbeitsprinzip in den letzten Jahren bedeutende Verbesserungen erfahren. Mit diesem relativ neuen Abbauverfahren (*Naßbaggerung* genannt) werden wertvolle Stoffe vom Meeresboden gewonnen — von Diamanten bis hin zu den weniger exklusiven, aber sehr wichtigen Sand- und Kiesablagerungen. Der Abbau dieser Massenvorkommen geschieht durch Schaufelrad-



Schwimm- oder Saugschwimmbagger. Zwar ist dieses Abbauverfahren bisher auf eine Wassertiefe bis etwa 60 m beschränkt, doch hat man mit versuchsweise eingesetzten luftbetriebenen Hubpumpen Manganknollen vom Boden des Pazifischen Ozeans aus einer Tiefe von 900 m heraufgeholt. Einige Fachleute vertreten die Ansicht, ein Abbau auf dem Meeresboden sei bis zu einer Tiefe von 3 600 m wirtschaftlich durchzuführen, zumal die Vorkommen an Edelmetallen weit größer seien als die bisher auf der Erde bekannten Reserven.

Ein weiteres besonderes Tagebauverfahren ist die Förderung durch *Tiefbohrung*. Dabei werden von der Erdoberfläche aus Bohrlöcher niedergebracht. Bei einer Art der Tiefbohrung wird eine Lösungsflüssigkeit durch die Bohrlöcher gepumpt, um die Rohstoff-Ablagerungen aufzulösen. Dann wird die Lösung zur Oberfläche zurückgepumpt.

Zur Gewinnung vergleichsweise weicher Ablagerungen an der Oberfläche, wie z.B. Kaolin, lösen Hochdruckwasserstrahlen mit einem Druck bis zu 7 bar die wertvolle Porzellanerde, die anschließend zur Weiterverarbeitungsanlage gespült wird. Das Verfahren ist als *Spülabbau* bekannt. In begrenztem Umfang wurde nach diesem Verfahren auch in Europa Kohle abgebaut, insbesondere in der Sowjetunion.

Es gibt verschiedene Verfahren des Untertage-Abbaues von Erzen. Ihre Anwendung hängt von der Größe, der Form und den geologischen Gegebenheiten des Vorkommens ab. Beim Vorkommen großer Mengen können diese in *Abbau-Hohlräumen* gewonnen werden. Dabei werden Stollen so in

das Mineral vorgetrieben, daß die Schicht beim Sprengen buchstäblich einstürzt und das Material vom Boden aufgenommen werden kann. Beim Strebbau wird das Gestein mit Holzstempeln abgestützt. In dem durch Ausbau offen gehaltenen Strebbau findet die Gewinnung des Minerals an der langen Abbaufont mit Hilfe einer automatischen *Schrämmaschine* statt. Bei der neuesten Entwicklung geschieht das mit einer kerntechnischen Sonde, die mit Hilfe eines radioaktiven Niederfrequenz-Impulses automatisch die Steuerung übernimmt.

Beim *Firstenbau* wird das Erz auf verschiedenen Ebenen abgebaut — dieses Verfahren ist sowohl für das Vorkommen in Gesteinsadern als auch bei Großvorkommen geeignet. Hierzu gehört auch der Firstenstoßbau, bei dem mehrere Querschläge getrieben werden und zwischen den einzelnen Abbaustellen 'Pfeiler' zur Stützung des Hangenden stehenbleiben. Diese Abbauweise wird unter Gebäuden, Seen und dem Meeresboden bevorzugt, da sie die geologische Struktur am wenigsten beeinträchtigt.

Besondere Tiefbauverfahren (Untertagebau)

Die Vergasung von Kohle minderer Qualität unter Tage wird in bestimmten Abbaugebieten weithin angewendet, wenn auch Versuchsanlagen in Westeuropa nicht besonders erfolgreich waren. Bei diesem System werden Schächte bis zum Kohleflöz vorgetrieben (bergmännisch: abgeteuft) und die

Links: Ein 'Schürfbohrer' wird in einer Zeche in Coventry, England, angewendet. Wasserstrahlen senden einen 'Sprühregen', um die Staubbildung zu verhindern.



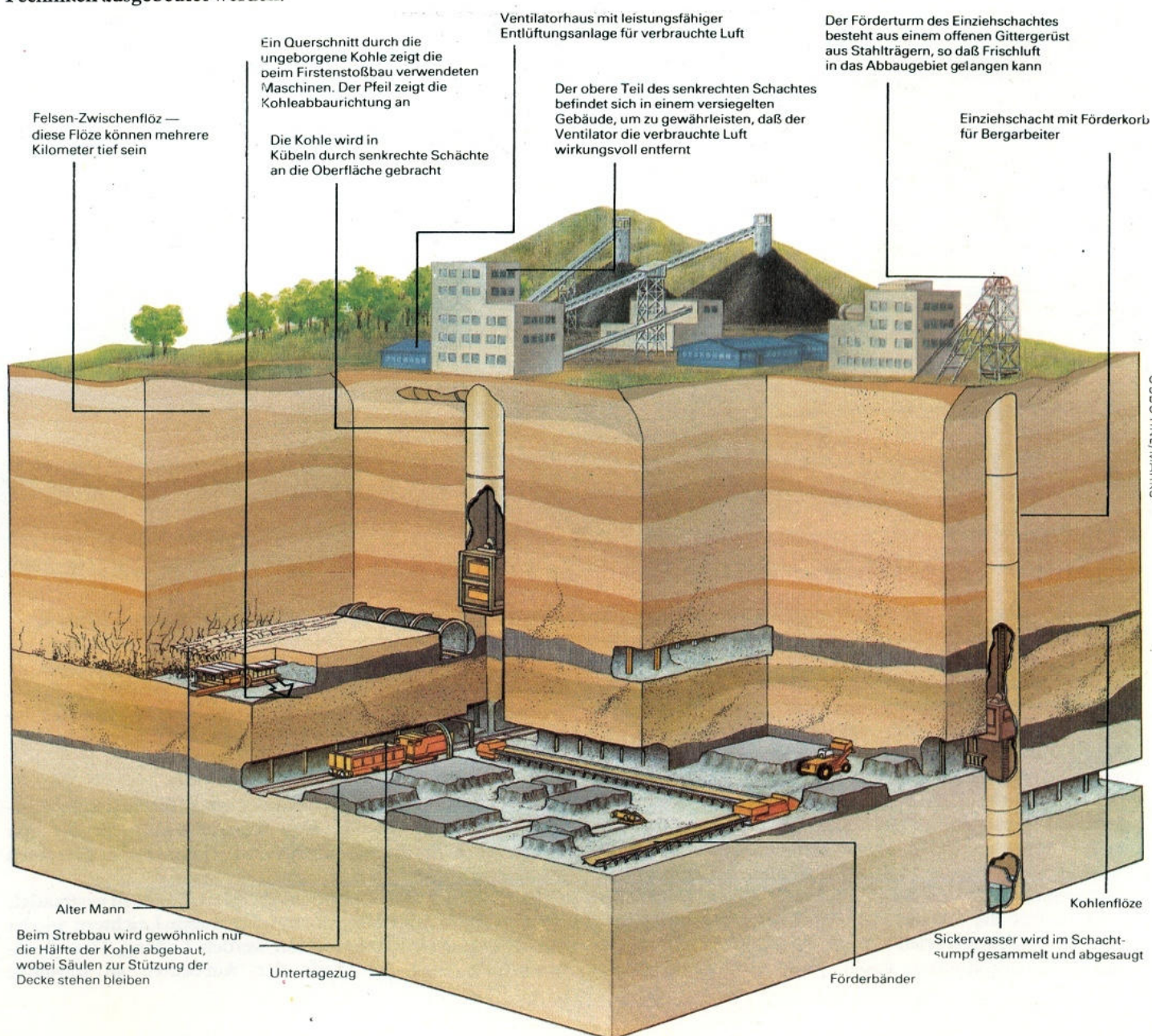
Oben: In modernen Zechen wird die Kohle auf Förderbändern vom Stollen weg transportiert. Dies ist einfacher und schneller, als die Kohle in Hunden zu fördern.

Unten: Das Tiefbauverfahren ist ein kostspieliges Unternehmen und erfordert eine äußerst sorgfältige Planung.

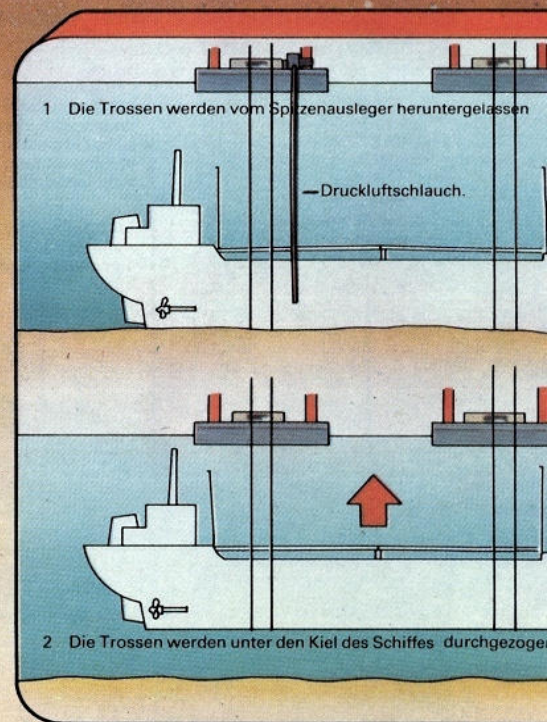
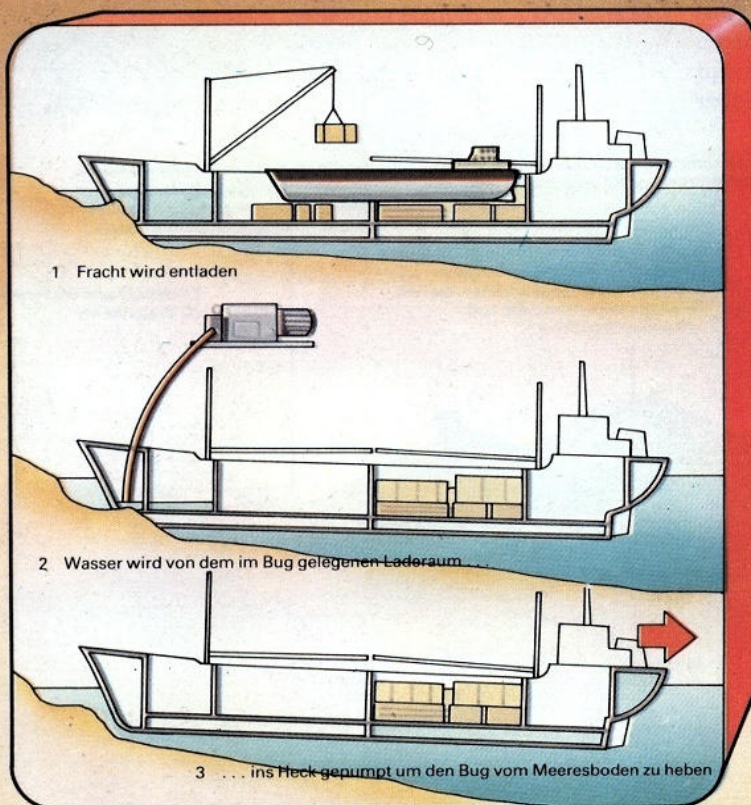
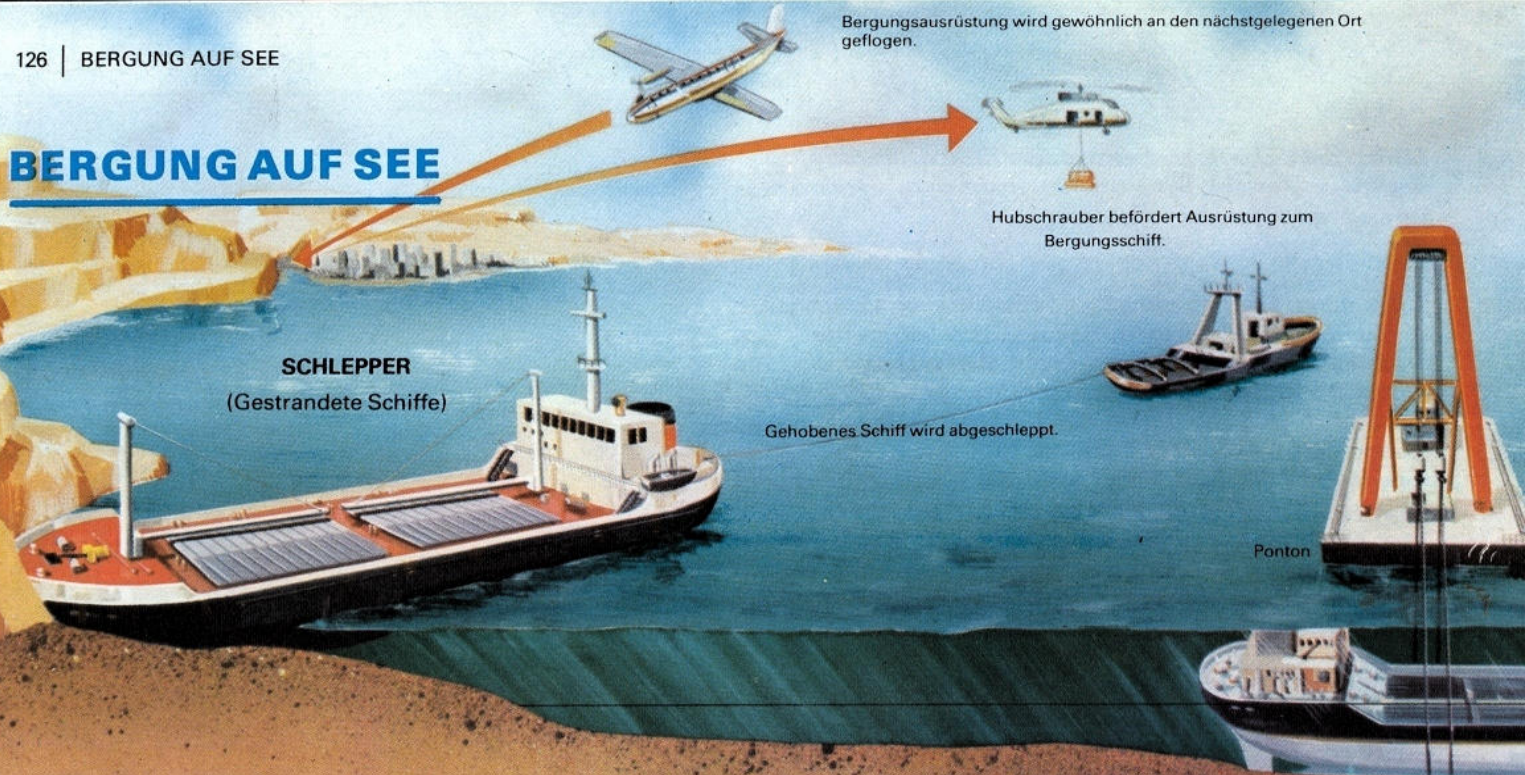
Kohle unter Tage verbrannt. Die entstehenden Gase werden an die Oberfläche geleitet. Diese Gase haben nur einen geringen Heizwert—etwa ein Fünftel des Heizwertes von Erdgas. Es ist daher nicht wirtschaftlich, sie an der Erdoberfläche über große Entfernungen bis zum Verbrauchsort zu transportieren.

Beim Metallabbau kann nach dem *Laugungsverfahren* vorgegangen werden. Dabei wird das zerkleinerte Erz unter Tage einer schwachen Säure ausgesetzt. Sie löst das Metall aus dem Gestein und wird dann an die Oberfläche zurückgepumpt. Die Laugung ist in mancherlei Hinsicht mit dem zuvor beschriebenen Tiefbohrverfahren vergleichbar. Der Unterschied liegt ausschließlich darin, daß nur ein kleiner Teil des abgebauten Materials gelöst wird, und zwar der Metallanteil, der bisweilen nur den Bruchteil eines Prozents der gesamten Erzmasse ausmacht.

Wegen der zahlreichen möglichen Abbaufverfahren muß bei der geplanten Ausbeutung eines Vorkommens gründlich geprüft werden, nach welcher Methode der Abbau erfolgen soll. Oft können Vorkommen sicher und wirtschaftlich mit einer Kombination oder einer Abwandlung herkömmlicher Techniken ausgebeutet werden.



BERGUNG AUF SEE



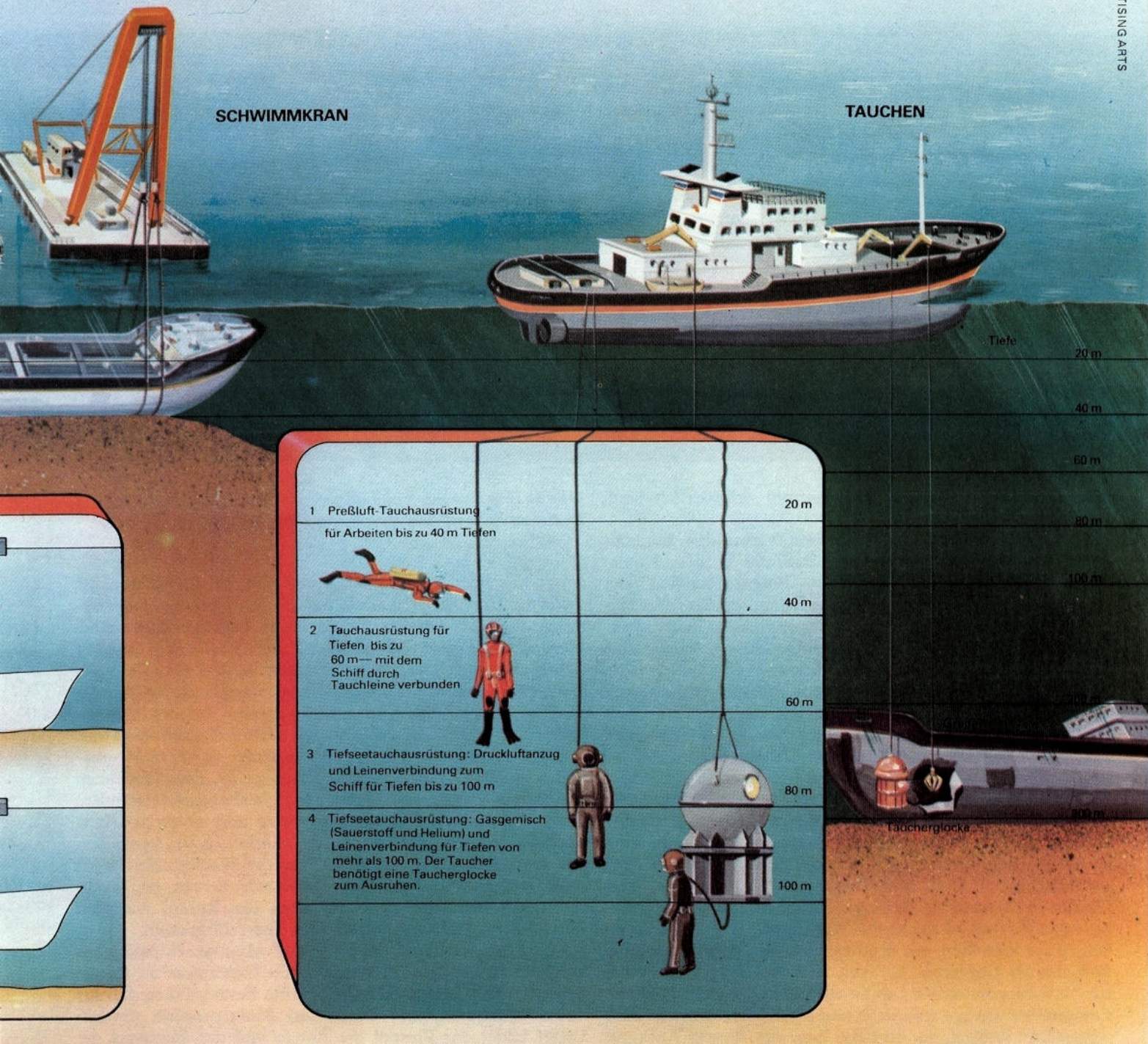
Unter Bergung auf See versteht man das Heben versunkener Gegenstände wie leckgeschlagener Schiffe oder verlorengegangener Schätze. Bei Bergungsaktionen wurde sogar eine Wasserstoffbombe entdeckt.

Die Bergungsarbeiten eines auf Grund gelaufenen Schiffes scheinen auf den ersten Blick ein einfaches Vorhaben zu sein. Da aber je nach Bergungsobjekt ein anderer Einsatz verlangt wird, sind Können, Erfahrung und Improvisationstalent wichtige Voraussetzungen. Ist ein Schiff nur festgekommen, ohne daß der Rumpf beschädigt wurde, kann in den meisten Fällen das nächste Hochwasser abgewartet werden, bei dem es dann aufschwimmt. Liegt ein Schiff aber auf felsigem Grund fest, besteht immer die Gefahr, daß der Rumpf beschädigt wird oder gar auseinanderbricht, wenn das Hochwasser abläuft. Leichte Beschädigungen durch Grundberührung können

Oben: Schwimmkräne können Schiffe bis zu 2 000 Tonnen in Tiefen bis zu 40 m heben. Bei größeren Schiffen wird die Auftriebskraft im Wasser durch in den leeren Laderaum gepumpte Druckluft verbessert. Das Ponton wird mit Wasser gefüllt, halbwegs versenkt, und nach Auslassen des Wassers heben die Trossen das Schiff an; dies wird wiederholt, bis das Schiff gehoben ist.

unter Verwendung von Stahlplatten oder Holzbalken behelfsmäßig repariert werden. Der Wasserdruck preßt die von außen gegen den Rumpf geschobenen eisernen oder hölzernen Flicker an ihn an.

Ist ein Schiff durch Sturm und schwere See hoch gestrandet, besteht die Möglichkeit, es zunächst durch Leichtern wieder aufschwimmen zu lassen. Dann werden Ladung, feste Bord-ausrüstung oder gar Teile der Aufbauten an wartende



Bergungschuten abgegeben. Bevor es geleichtert wird, muß es seine Anker in Richtung des schiffbaren Tiefwassers ausbringen, wodurch verhindert wird, daß es nach dem Aufschwimmen erneut Grund berührt. Dabei können die Anker des auf Grund gelaufenen Schiffes sowie die Bergungsanker in Anspruch genommen werden. Trossen sollen möglichst unter Zugspannung stehen, um beim Aufschwimmen des Schiffes sofort assistieren zu können. Notfalls muß auch Schlepperhilfe, sofern sie zur Verfügung steht, in Anspruch genommen werden.

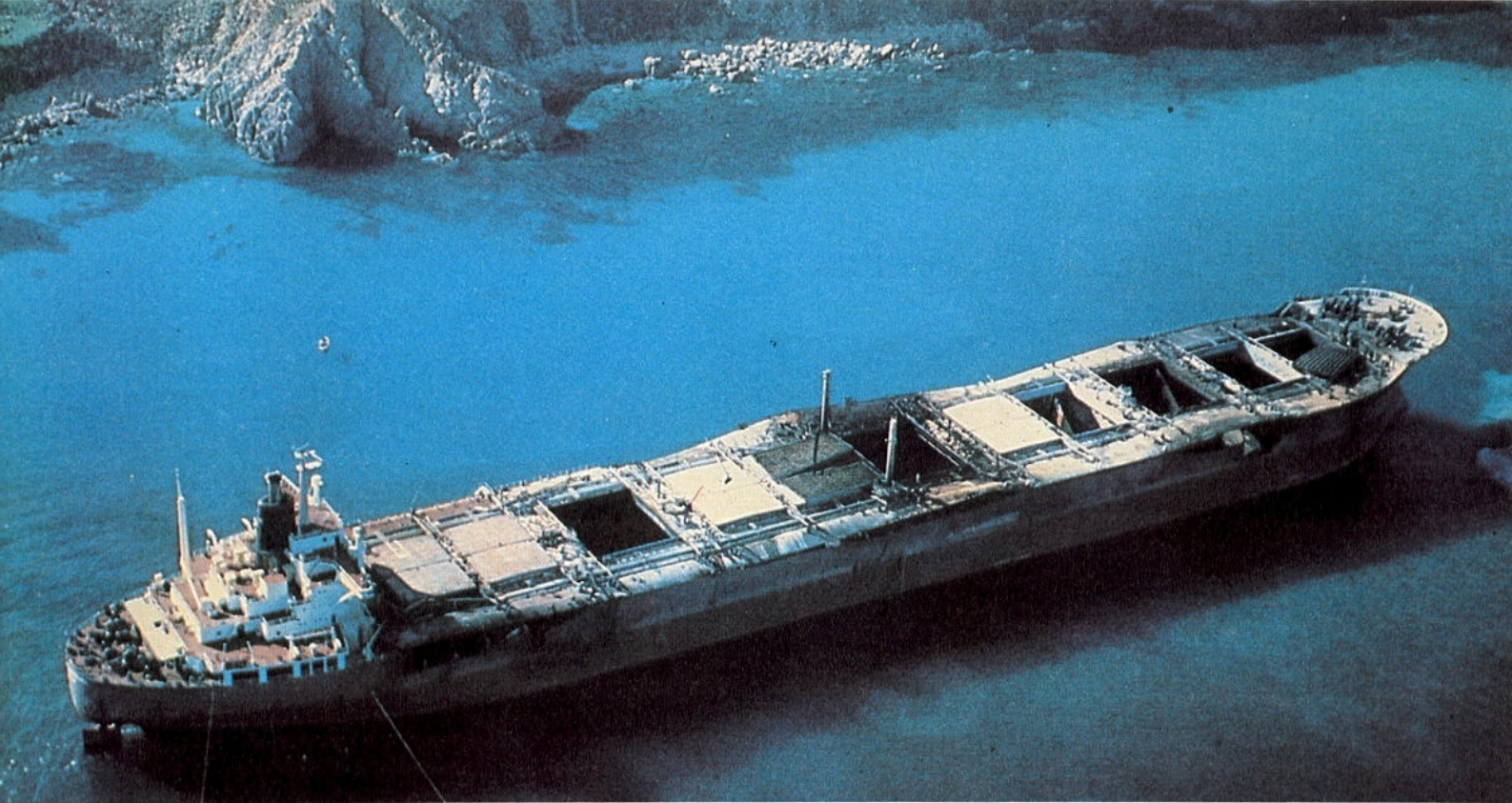
Wrackortung

Ob gesunkene Schiffe, die auf dem Meeresgrund liegen, geborgen werden können, hängt von einer Reihe von Faktoren ab. Dies sind: Wassertiefe, Schiffsgröße, augenblicklich herrschende Wetterverhältnisse, verfügbare Bergungsgeräte und

Oben: Bergungsarbeiten in einer Tiefe von mehr als 200 m sind sehr kostspielig und werden nur bei wertvoller Fracht, wie z.B. Edelmetallen, angewendet. Ein Greifer wird vom Bergungsschiff heruntergelassen und vom Taucher über Funk in der Taucherglocke kontrolliert.

die Kosten für die Bergung. Je größer das zu hebende Schiff ist, desto schwieriger ist das Heben aus einer größeren Wassertiefe, da die Hebeleistung der verfügbaren Hilfsgeräte begrenzt ist.

Die erfolgreiche Bergung von Schiffen kennt man erst seit etwa 100 Jahren. Zur Unterstützung der Bergungsarbeiten werden fast immer Taucher eingesetzt. Dabei sind die schweren und hochbelasteten Taucheranzüge bei Arbeiten am Wrack am besten geeignet. Wo Beweglichkeit oder gar Einsatz von



manövrierfähigen Bergungseinrichtungen erforderlich sind, wird die Scuba vorgezogen.

Ein gesunkenes Schiff, das im flachen Wasser liegt, kann aus der Luft erkannt und seine Lage bestimmt werden. Unterwasser-Fernsehkameras, die von den Bergungsschiffen oder einem Bergungstauchboot gelenkt werden, werden ebenfalls eingesetzt. Radar- und Sonargeräte, d.h. Unterwasser-Schallmeßanlagen, sind weitere wichtige Hilfsmittel, die zum Einsatz kommen. Das Sonargerät arbeitet nach dem Prinzip der konstanten und meßbaren Ausbreitungsgeschwindigkeit von Ultraschall im Wasser, d.h. die Zeit, die ein Ultraschallsignal vom Augenblick des Abstrahlens von einem Schwinger — er befindet sich im untersten Kielbereich des Rumpfes — bis zum Empfang des Echoimpulses benötigt. Hieraus erhält man Aufschluß über die Entfernung des georteten Objekts. Diese Sonarmessungen können von drei Punkten unterschiedlicher Position gleichzeitig vorgenommen werden. Hierdurch kann im Wege einer Dreiecksmessung die genaue Position nach geographischer Länge und Breite festgelegt werden. Das Echolot ist ein weiteres wichtiges Hilfsmittel; es wird von den hydrographischen Instituten bei der Vermessung des Meeresbodens zur Erstellung von Seekarten und den dazu gehörenden Bodenkarten eingesetzt. Es kann auch bei Bergungsarbeiten zur Hebung gesunkener Schiffe verwendet werden. Die vom Lotschreiber wiedergegebene Struktur des Meeresbodens kann ausgewertet werden, um über die Lage des Wracks Auskunft zu erhalten. Bei diesem Verfahren können Schwierigkeiten auftreten, wenn das Wrack auf einem unebenen oder felsigen Meeresboden liegt und im Echolot natürliche und fremde Lotanzeigen nicht unterschieden werden können.

Aufhievungsmethoden

Ist das Wrack gefunden, beginnt die Arbeit der Taucher. Mechanische Hebezeuge wie Kräne, Trossen usw. sind auch heute noch die am häufigsten zum Einsatz kommenden Hebeeinrichtungen. Es ist auch erst durch die Entwicklung des Taucheranzuges möglich geworden, Trossen und Ketten unter Wasser an einem Schiffsrumpf anzubringen. Sie werden so am Rumpf befestigt, daß dieser durch entsprechendes Hilfsgerät und wie auf einer Art Aufziehschlittengerüst an die Wasseroberfläche gezogen wird. Baggerschiffe werden oft gebraucht, um die Trossen mit Hilfe von Tauchern in die richtige Stellung zu bringen. Die Größe

Oben: Eine Explosion im Laderaum beschädigte dieses Schiff. In diesem Falle ist Schlepperbergung angebracht.

des zu hebenden Schiffes, Kraft und Auftrieb der Hebeschiffe sowie die Unvorhersehbarkeit des Wetters sind die Hauptfaktoren, die bei dieser Bergungsarbeit zu berücksichtigen sind. Werden die Trossen so am Wrack angebracht, daß es nicht richtig abgefangen wird, oder verlagert sich das Gewicht beim Aufhieven, besteht die Gefahr, daß es auseinanderbricht oder aus den Trossen und Ketten herausrutscht, auf den Meeresboden zurückfällt und wochenlange, harte Arbeit umsonst war.

Es ist durchaus möglich, daß ein Wrack auf dem Meeresboden in Schlick und Schlamm versunken ist. Dies führt beim Aufhieven zu starken Saug- und Reibungswiderständen, durch die das Wrack festgehalten wird und zu deren Überwindung ein Vielfaches an Kraft erforderlich ist, verglichen mit den Kräften, die zum Aufhieven des Wracks erforderlich sind, nachdem es aus dem Schlamm heraus ist. Beim Freihieven aus dem Schlamm kann der Rumpf natürlich durchbrechen oder zumindest außer Kontrolle geraten.

Es werden z.B. auch die Plus- und Minusanschlüsse eines auf dem Bergungsschiff stationierten Generators so an die Seitenwände eines gesunkenen Schiffes herangeführt, daß aus ihnen Elektroden mit Plus- und Minuspolarität werden. Dabei bildet der Pluspol die Anode und der Minuspol die Katode. Wird der Generator eingeschaltet, wirkt das zwischen den beiden Elektroden befindliche Salzwasser als elektrischer Leiter. Das Salzwasser wird infolge des Stromdurchganges in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt, und an den beiden Elektroden, d.h. an den beiden Schiffswänden, steigen die beiden Elemente als Gasblasen auf. Hierdurch werden Schlick und Schlamm gelockert und Saugverhalten und Reibungswiderstand überwunden.

Bei Schiffen mit Holzrumpf kommt ein anderes Verfahren zur Anwendung. Taucher spülen mit einem Wasserstrahl kleine Eisen- und Magnesiumkugeln in die Schlammschicht. Der Salzgehalt des Seewassers führt zu elektrolytischer Reaktion, so daß Wasserstoffblasen den Schlamm auflockern und mit aufschwimmen lassen.

Zu den erfolgreichen archäologischen Bergungs- und Hebeaktionen gehört das Heben der Schiffe 'Colossus' vor Cornwall, England, und 'Vasa' vor Stockholm.

BETÄUBUNGSAPPARATE

Die Sicherheit des Patienten, mag er nun einer Herzoperation unterzogen werden oder lediglich eine Plombe beim Zahnarzt erhalten, hängt von der Verwendung von Betäubungsmitteln und Narkoseapparaten ab.

Der Narkoseapparat ist dazu bestimmt, einen vorübergehenden Zustand der Bewußtlosigkeit beim Patienten herbeizuführen. Hierdurch wird das Schmerzempfinden des Patienten aufgehoben, und die Muskelreflexe werden so weit reduziert, daß ein chirurgischer Eingriff möglich ist.

Der Apparat versorgt die Lungen des Patienten mit einem Gemisch aus Narkosegasen. Diese werden vom Anästhesisten unter Berücksichtigung der gewünschten Tiefe der Bewußtlosigkeit, des Gesundheitszustandes und des Alters des Patienten sowie der Art des vorzunehmenden Eingriffs ausgewählt.

Gase

Für die Inhalations-Narkose verwendet man im allgemeinen die Gase Distickstoffoxid (früher Stickoxydul) (N_2O) und Cyclopropan (C_3H_6), die zusammen mit Sauerstoff (O_2) zugeführt werden.

Das Distickstoffoxid oder Lachgas ist ein nicht brennbares

Gas, das unter Überdruck verflüssigt in Gasflaschen aufbewahrt wird. Bei den meisten Zahnoperationen wird es als alleiniges Betäubungsmittel verwendet. Weil dieses Gas keinen Reiz auf die Lungen ausübt, kann es für die Herbeiführung der Bewußtlosigkeit eingesetzt werden, bevor ein stärkeres Betäubungsmittel wie z.B. Äther verabreicht wird.

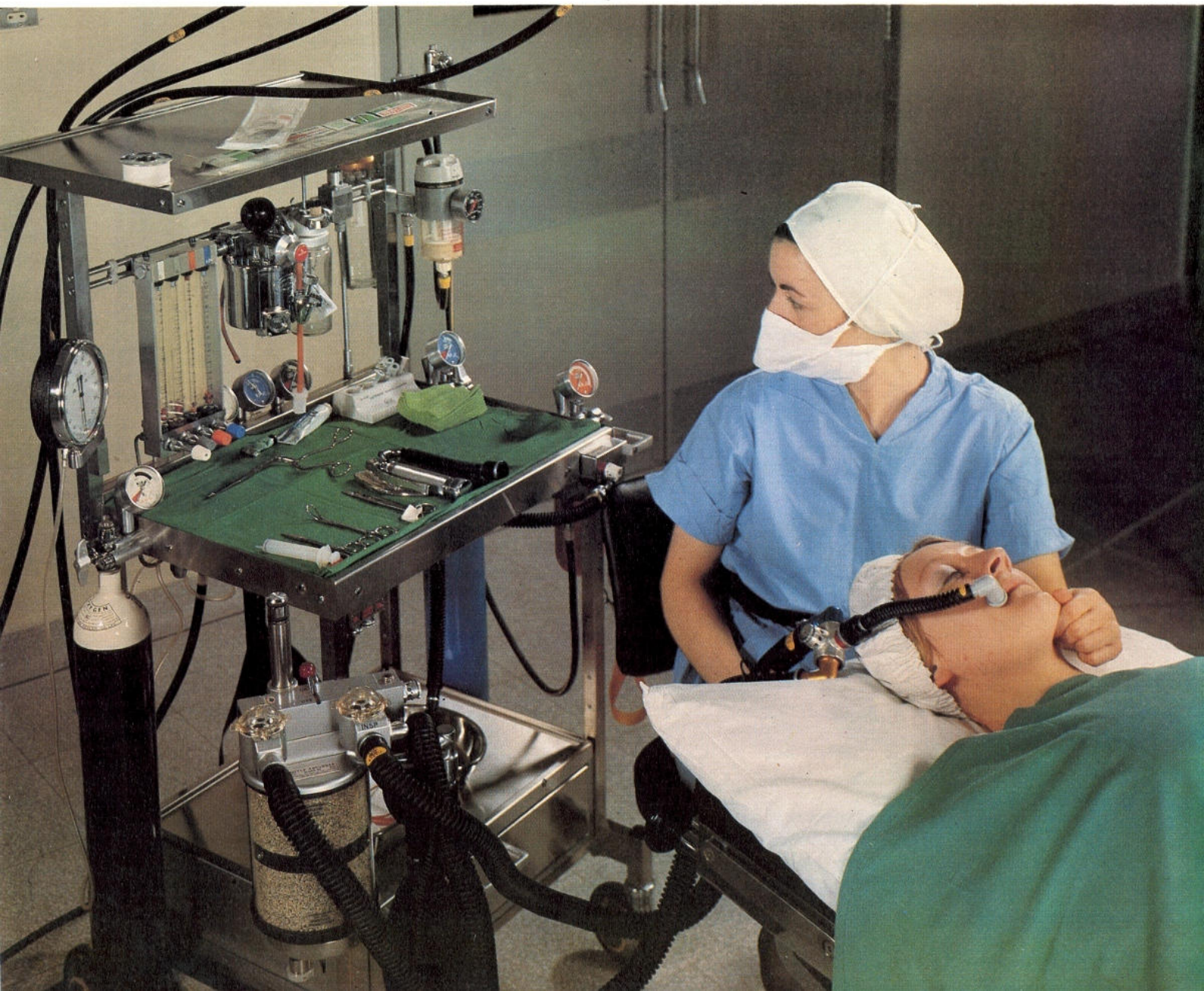
Cyclopropan wird als Flüssiggas in Niederdruckflaschen aufbewahrt. Es wird für die Narkose in Konzentrationen mit bis zu 20% Sauerstoff verwendet.

Flüssige Betäubungsmittel werden sehr viel verabreicht. Um sie atembar zu machen, müssen sie zunächst mit Hilfe eines Verdampfers in Tröpfchen aufgelöst werden. Beispiele sind *Halothan*, das oft, und Äther, der seltener verwendet wird, weil er explosiv ist. *Trichloräthylendämpfe* werden auch verabreicht, aber nur in schwachen Konzentrationen.

Narkoseapparate im Krankenhaus

Das Gas wird aus Flaschen, die an dem Narkoseapparat befestigt sind, oder über Schlauchleitungen aus einer Sammelstelle in einem anderen Teil des Krankenhauses geliefert. In diesem Falle kann der Apparat über Reserve-

Unten: Typische Narkoseeinheit für Krankenhäuser mit je einer Sauerstoff- (schwarz mit weißem Oberteil), Distickstoff- (blau) und Cyclopropanflasche (orange).



gasflaschen verfügen. Normalerweise sind es zwei Sauerstoff-Flaschen (schwarz mit weißem Oberteil zum leichteren Erkennen), zwei Distickstoffoxid-Flaschen (blau), eine Kohlendioxid-Flasche (grau) und eine kleine Flasche Cyclopropan (orange). Kohlendioxid wirkt als Stimulanz beige mischt, wenn die Atmung schwach wird.

Gasflaschen und Schläuche haben verschiedenartige Anschlüsse, um zu verhindern, daß sie an der falschen Stelle angeschlossen werden. An den Überdruckflaschen für Sauerstoff, Kohlendioxid und Distickstoffoxid sind Druckminderungsventile angebracht, damit die Gase unter einem angemessenen niedrigen Druck verabreicht werden. Cyclopropan steht unter einem geringen Druck und wird direkt in den Apparat eingegeben. Die ausgewählten Gase werden gesondert in Durchflußmesser gegeben, die die Menge jedes einzelnen Gases anzeigen, das in der Mischung ist. Die Höhe des Kolbens auf einer Skala zeigt die Durchflußrate an. Jeder Kolben sitzt lose auf einem sich verjüngenden Rohr.

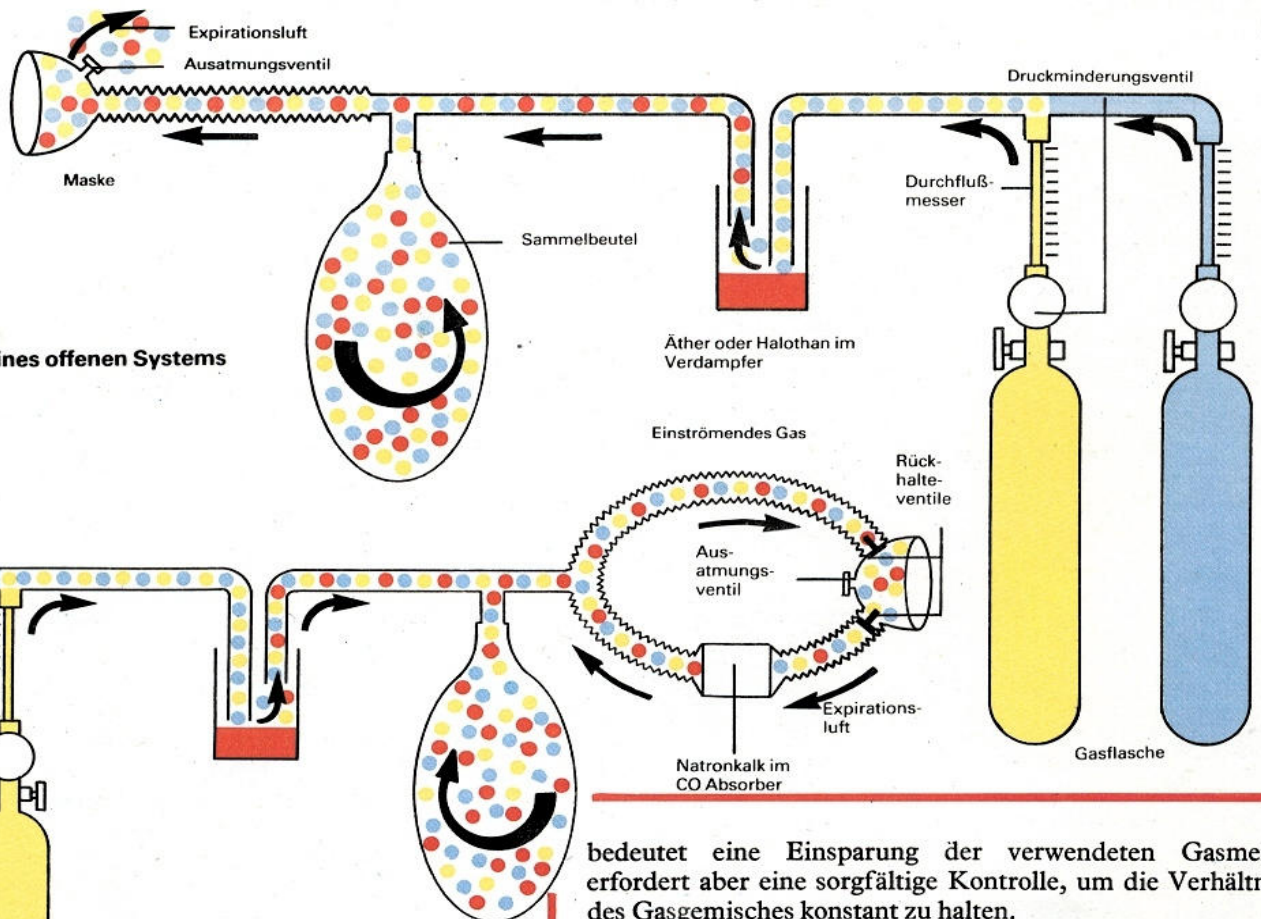
Wenn flüssige Betäubungsmittel der Mischung beigegeben werden sollen, wird der Mischgasstrom durch einen Verdampfer geleitet. Der Verdampfer ist ein Behälter, der

flüssigen Äther, Halothan oder Trichloräthylen enthält. Die Flüssigkeit verdampft, wenn das Gasgemisch über die Oberfläche geblasen oder hindurchgesprudelt wird.

Aus dem Verdampfer fließt das Gemisch in einen Gummisammelbeutel. Dieser füllt sich mit Gas und leert sich, wenn der Patient einatmet. Während der Patient ausatmet, füllt sich der Beutel erneut mit dem Gemisch.

Das Betäubungsgemisch fließt durch einen weiten, dehnbaren Gummischlauch zu der Maske, die auf das Gesicht des Patienten gehalten wird. An der Maske ist ein Ausatemungsventil angebracht, um zu verhindern, daß ausgeatmete Gase in das nachkommende Gemisch zurückgedrückt werden, was zur Bildung von Kohlendioxid und zur Erstickung führen würde.

Bei dem komplexeren 'geschlossenen Kreislaufsystem' wird die Expirationsluft nicht aus dem Apparat ins Freie geatmet. Vielmehr gehen die Gase durch einen Absorber, der Natronkalk (eine Mischung aus Natriumhydroxid und Calciumoxid) enthält. Natronkalk absorbiert das Kohlendioxid. Dann kehren die übriggebliebenen Gase in den Sammelbeutel zurück, aus dem das Gemisch erneut eingeatmet wird. Dies



Der obere Teil dieser schematischen Darstellung zeigt das 'offene System' bzw. den Boyle-Apparat, während der untere Teil das 'geschlossene System' bzw. den Rückatmungsapparat veranschaulicht.

bedeutet eine Einsparung der verwendeten Gasmenge, erfordert aber eine sorgfältige Kontrolle, um die Verhältnisse des Gasgemisches konstant zu halten.

Zahnärztliche Apparate

Weniger komplizierte Apparate werden für die zahnärztliche Anästhesie verwendet, wo für den erforderlichen Grad der Betäubung im allgemeinen ein einfaches Gemisch aus Distickstoffdioxid und Sauerstoff ausreicht.

In der Luft sind normalerweise etwa 20% Sauerstoff enthalten. Zur Sicherheit wird während der Narkose gewöhnlich ein höherer Sauerstoffanteil (etwa 30%) verabreicht.

Natürlich muß der Anästhesist vor Beginn der Arbeit prüfen, ob genügend Sauerstoff zur Verfügung steht. Es wird jedoch ein absolut sicheres Warnsystem verwendet, nämlich eine Pfeife, die den Anästhesisten warnt, wenn die Sauerstoff-Flasche zur Neige geht.



Oben: Hauptkirche in Torquay, Devon, England. Für ihren Bau im Jahre 1976 wurden fast ausschließlich Betonblöcke und -mischungen verwendet.

BETON

Beton ist heute der meistverwendete Baustoff im Hoch- und Tiefbau. Er wird sowohl für Zaunpfosten als auch zum Bau von Straßenbrücken und Erdölbohrinseln verwendet.

Beton ist ein sehr stabiler Kunststein, der eine größere Festigkeit als Ziegelstein besitzt. Da er nahezu wasserundurchlässig ist, ist er auch zum Bau von Dämmen, Schwimmbädern, Wasservorratsbehältern, Abwasserkanälen, Molen, Hafendämmen, Fahrbahnen und Kellern geeignet.

Bei Beton handelt es sich im Grunde um ein 'Konglomerat' aus festen, aber chemisch trägen Zuschlagstoffen, wie z.B. natürlichem Sand und kleinen Steinen oder Kies oder künstlichen Mineralien, die mit ZEMENT verbunden werden. Zement erhärtet und wird nach einiger Zeit als Ergebnis einer chemischen Reaktion, die er mit dem Wasser eingeht, härter. Bevor der Zement aushärtet, können die Zutaten für den Beton zu einer plastischen Masse gemischt und in beinahe jede Form gegossen oder gepreßt werden (Hohlblocksteine eingeschlossen).

Geschichte

Die alten Ägypter verwendeten wasserhaltige Kalk- und Gips-(Calciumsulfat)Zemente. Die Römer entdeckten, daß eine Zugabe von Pozzolana (Puzzolanerde), einer natürlichen Vulkanasche, die in der Nähe des Vesuvs gefunden wurde, einen Beton lieferte, der nicht nur fester und dauerhafter war, sondern auch unter Wasser aushärtete, wodurch er für den Bau von Aquädukten sehr geeignet war. Betonarten aus Kalk und Puzzolanerde wurden nach den Römern auch von Baumeistern im Mittelalter verwendet. Jedoch erst die Erfindung des Portlandzements durch Joseph Aspdin aus Leeds, England, erschloß dem Beton als Baumaterial des 19. Jahrhunderts neue Möglichkeiten.

Moderner Beton

Der Grund für die weitverbreitete, bauliche Verwendung des Betons liegt in seiner Druckfestigkeit. Sie ist ein noch immer ausschlaggebender Faktor im modernen Betonbau. Die Festig-

keit hängt in erster Linie von zwei Größen im Betongemisch ab: dem Mischungsverhältnis von Zement zu Zuschlagstoff bzw. von Zement zu Wasser. Im weitesten Sinne kann man sagen, je mehr Zement im Verhältnis zu den Zuschlagstoffen und je weniger Wasser im Verhältnis zum Zement vorhanden ist, desto fester wird der Beton. Das Mischungsverhältnis steht jedoch in engem Zusammenhang mit der anschließenden Verwertung des Betons und dem wirtschaftlichen Aspekt der verwendeten Materialien.

Mischungsverhältnisse

Die Mischungsverhältnisse werden im allgemeinen so gewählt, daß der erhärtete Beton eine hohe Konstruktionsfestigkeit mit den Eigenschaften eines frischen, plastischen Baustoffes verbindet. Gewöhnlicher, mittelfester Beton für normalen Hochbau würde z.B. im Verhältnis von 5 oder 6 Teilen Zuschlagstoff zu einem Teil Zement und mit 3 bis 4 Teilen feinem Zuschlagstoff zu 6 bis 7 Teilen groben Zuschlagstoffen hergestellt. Ein Wassergehalt von 25 Gewichtsprozenten oder noch weniger des Zementgehaltes reicht für die Erhärtung des Betons aus, jedoch wird für seine Verarbeitung zusätzlich Wasser benötigt. Der Wassergehalt von Beton beläuft sich normalerweise auf 45 bis 50 Gewichtsprozente.

Stahlbeton

Obwohl Beton an sich eine sehr hohe Druckfestigkeit aufweist, hat er, wenn auf Zug oder Biegung beansprucht, nur eine eng begrenzte Festigkeit. Bis zum Ende des 19. Jahrhunderts, als Verfahren zur Bewehrung von Beton, der auf Zug beansprucht wird, entwickelt wurden, war das Baumaterial auf Streifen und Einzelfundamente, Blocksteine und andere Verwendungsarten, bei denen die Beanspruchung fast ausschließlich auf Druck bestand, beschränkt. Heutzutage wird der meiste Beton bewehrt.

Stahlbewehrung bietet die erforderliche Zugfestigkeit, indem man in den Beton ein anderes Material einbettet, das

hohe Zugfestigkeit verträgt, doch selbst zur Aufnahme von Drucklasten und Kräften nicht sonderlich geeignet ist. Die meisten Bewehrungseinlagen bestehen aus Rundstahlstäben, die auf die erforderliche Form gebogen sind und sorgfältig zum Eingießen in den Beton verlegt werden.

Vorgefertigter Beton

Beton muß nicht unbedingt auf der Baustelle gegossen werden. Einer seiner großen Vorteile ist, daß einzelne Balken, Unterzüge, Planken, Blöcke oder ganze Wandelemente außerhalb der eigentlichen Baustelle angefertigt und nach Bedarf und Abruf auf die Baustelle transportiert werden können. Abgesehen von Arbeiten, die bei engen Platzverhältnissen auf der Baustelle ausgeführt werden müssen, können vorgefertigte Betonkonstruktionen, d.h. Gießen, Bearbeiten und Detailarbeiten, unter Werksbedingungen durchgeführt werden. Dies läßt auch eine umfassende Qualitätskontrolle zu, die auf der Baustelle nicht gegeben wäre.

Vorgespannter Beton

Von den vielen, heute im Betonbau verwendeten Techniken kann man das Vorspannen zu den Errungenschaften des 20. Jahrhunderts zählen. Die Technik der vorgespannten Betonbauweise wurde seit dem Zweiten Weltkrieg entwickelt und anschließend in begrenztem Umfang angewendet. Erst in den letzten 25 Jahren erreichte sie jedoch ihre volle Bedeutung.

Vorspannen ist eine logische Erweiterung oder Fortführung der Bewehrung mit folgendem Unterschied: Anstatt Zug- und Biegebeanspruchungen lediglich passiv zu widerstehen, wie es die einfache Stahlbewehrung tut, greift das Vorspannen diesen Beanspruchungen aktiv vor und läßt zu, daß leichtere Bauelemente die gleiche Belastung aufnehmen oder tragen. Hochfeste Stahlstäbe, Aitzen oder Seile werden gespannt und an beiden Enden oder an Punkten ihrer Gesamtlänge verankert, wobei sie das vorgespannte Betonelement innerhalb der Grenzen seiner Bemessungs- oder Entwurfslast ständig unter Druck halten.

Es gibt zwei Grundformen des Vorspannens. Beim Vorspannen wird der Beton bzw. das Betonbauelement um

Spannglieder herum gegossen. Dabei handelt es sich um Vorspanndrähte, die bereits zwischen feststehenden Ankern, die an jeder Seite des Gußbettes oder der Form angeordnet sind, unter starke Zugspannung gesetzt werden. Sobald der Beton die gewünschte Festigkeit erreicht hat und fest an den Zuggliedern anhaftet, werden die Enden der Vorspanndrähte abgeschnitten; die Elastizität dieser Drähte setzt das ganze Bauelement unter Druckspannung. Bei der anderen Art der Vorspannung — mit Nachspanndrähten — handelt es sich um die Benutzung von Spanngliedern oder Bewehrungsseilen, die gespannt werden, sobald der Beton hart geworden ist. Dies geschieht mit hydraulischen Hebeböcken oder Winden und eigens dafür konstruierten Verankerungen.

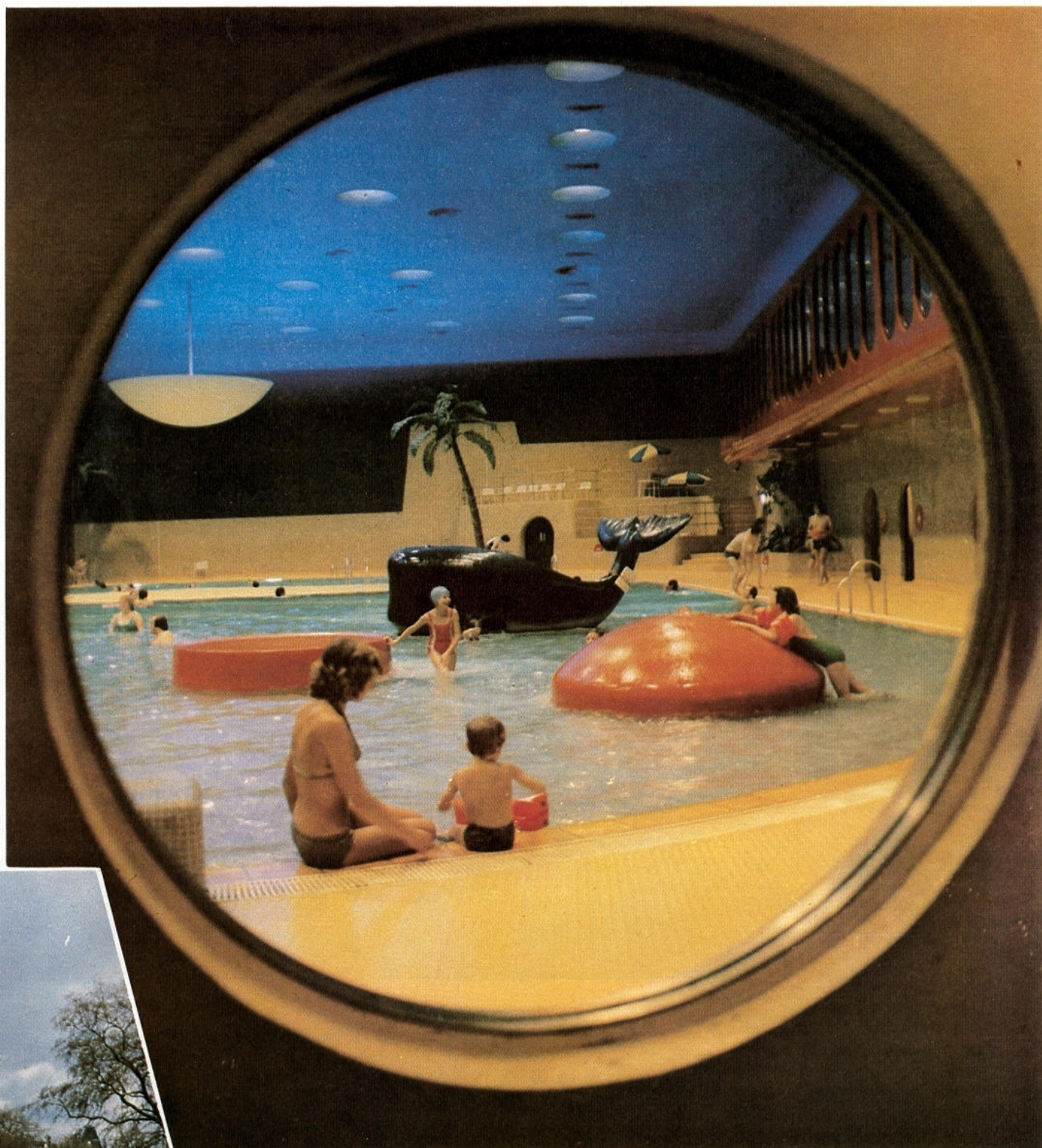
Leichtbeton

Bezogen auf die Volumeneinheit ist gewöhnlicher Beton leichter, bezogen auf die Festigkeit aber schwerer als die meisten anderen Baumaterialien. In vielen Fällen spielt dies keine Rolle. Handelt es sich jedoch um größere Spannweiten oder um Verwendungszwecke, bei denen das Gewicht ein kritischer Faktor der Statik ist, kann dies zu einem Problem werden. Die logische, von den Römern gefundene Antwort war, Zuschlagstoffe von leichtem Gewicht zu verwenden. Für die Kuppel des Pantheon, die etwas größer als die der St. Pauls Kathedrale in London ist, verwendeten sie einen Beton, der Zuschlagstoffe aus natürlichem Bimsstein hatte; wahrscheinlich war dies der erste Leichtbeton der Geschichte.

Bimssteinzuschlagstoffe werden noch dort verwendet, wo sie leicht zugänglich sind, vorwiegend für Bimsbetonblöcke im Wohnungsbau. Es gibt jedoch noch viele andere Arten von Leichtbeton. Vermutlich besteht der am häufigsten verwendete Beton aus Zuschlagstoffen von Ton, Schiefer und Tonschiefer, gesinterter und pulverisierter Asche sowie aufgeschäumter Hochofenschlacke.

Eine andere Art Leichtbeton mit relativ niedrigem Gewicht wird aus normalen, dichten Zuschlagstoffen hergestellt, jedoch ohne das Feinmaterial, so daß sich zwischen den groben Zuschlagstoffteilchen Leerräume bilden. Schließlich gibt es noch den durchlüfteten oder fluidisierten Beton, ein Sandze-



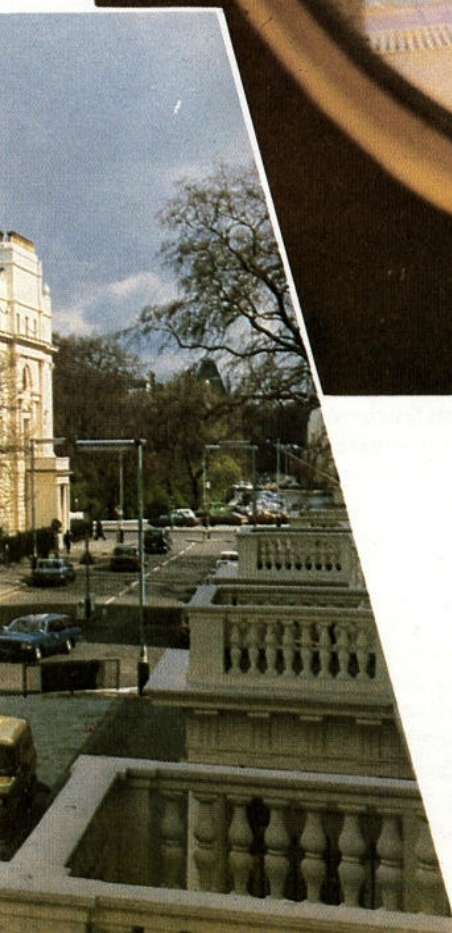


Oben: Die strukturelle Beschaffenheit des Betons hat Architekten zu einfallsreichen Entwürfen angeregt wie bei diesem modernen Hallenschwimmbad.

Links: Ein gutes Beispiel für die Verwendung von Stahlbeton: Das preisgekrönte Gebäude der Botschaft der Bundesrepublik Deutschland in London, entworfen von Walter und Bea Betz.

mentmörtel, der entweder an der Baustelle oder während der Herstellung von vorgefertigten Bauelementen und Blöcken chemisch aufgeschäumt wird. Dadurch entsteht ein sehr leichtes, zellförmiges Material, das eine angemessene konstruktive Festigkeit aufweist und einen hohen Wärmedämmwert hat. Der Baustoff ist so leicht, daß er auf dem Wasser schwimmt.

Jede dieser Betonarten hat ihre eigenen Anwendungsgebiete. Es sind Arten von Spezialbeton mit besonders harten Zuschlagstoffen, die für hochverschleißfeste Zwecke eingesetzt werden, sowie um andere Betonarten, die Zuschlagstoffe enthalten, die Strahlen absorbieren können und in Kernkraftanlagen Verwendung finden. Auch gibt es jetzt glasfaserbewehrten Beton.



BIER

Bier ist wohl das in aller Welt bekannteste alkoholische Getränk. Es wird aus natürlichen Rohstoffen hergestellt und hat einen geringen Alkoholgehalt.



BACO

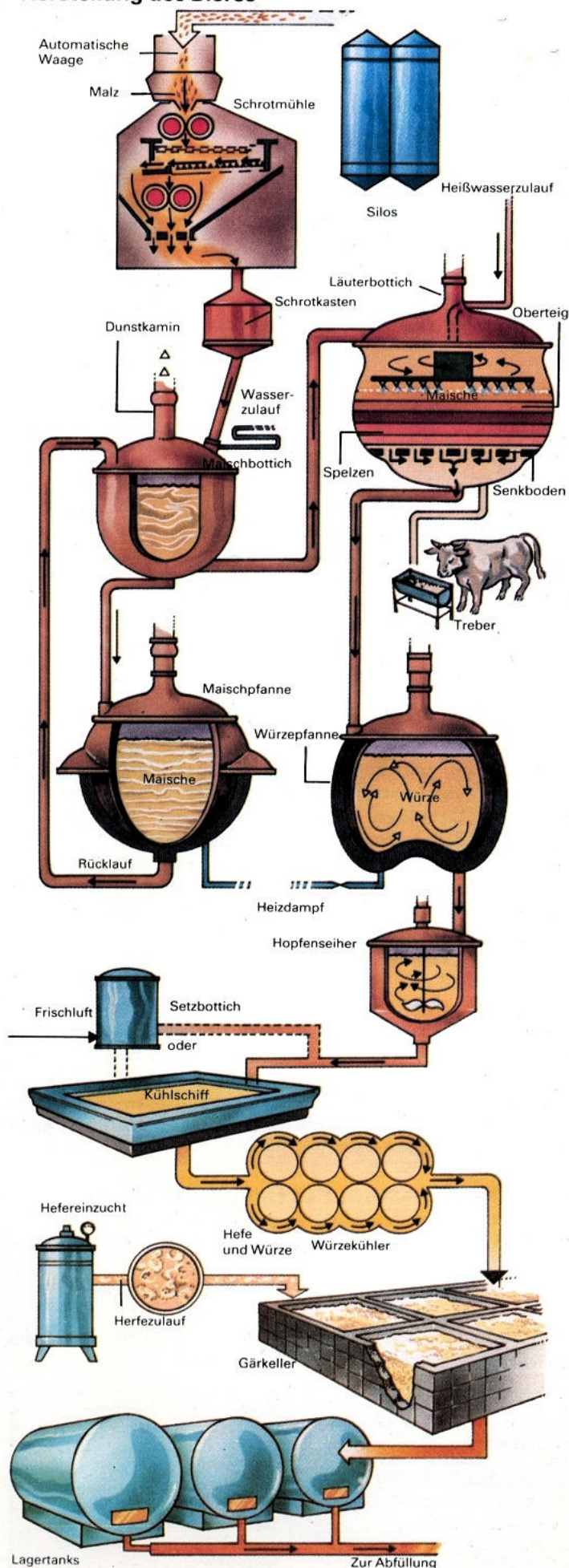
Bierfässer aus Aluminium haben größtenteils die früheren Holzfässer verdrängt. Sie sind billiger in der Anschaffung und haben ein geringeres Gewicht, wichtige Voraussetzungen für die meisten Großbrauereien.

Geschichte

Es gibt wohl kein Getränk, das in aller Welt so verbreitet und in so uneingeschränktem Umfang genossen wird wie Bier. Zu allen Zeiten hat es den Menschen ohne Unterschied von Stand und Rang Freude bereitet. Und dies schon seit nunmehr rund 6000 Jahren. Lange vor den Babyloniern und Ägyptern kannten bereits die Sumerer (3100 v. Chr.) das 'flüssige Brot', das Bier, das aus der Gärung von feuchten Brotfladen entstand. Auch im alten Griechenland bereitete man ein dem Bier ähnliches Getränk. Die Stadt Pelusien scheint für die alten Griechen etwa das gewesen zu sein, was heute für Biertrinker Pilsen oder München bedeutet. Durch den Handel wurde die Kunst der Bierbereitung zu den nordisch-germanischen Völkern gebracht. Römern und Germanen erschien das Bier als ein Göttertrank. Nach und nach wurde das Bier zu einem Kulturgetränk und eroberte die Welt.

In Europa waren es während des Mittelalters insbesondere die Klöster, die sich um das Bier verdient gemacht haben. Man braute nicht nur Bier für den eigenen Bedarf der Mönche und Brüder, es wurde auch als Wegzehrung und als Almosen den Pilgern gereicht. Noch heute tragen berühmte Brauereien Namen früherer Klöster. Nach einem starken Rückgang durch

Herstellung des Bieres



den Dreißigjährigen Krieg bildete sich in Gent, Brügge und Brüssel ein neuer Braustand. Auch in deutschen Ländern erlebte das Braugewerbe einen neuen Aufschwung. Bier wurde ein beliebter Exportartikel.

Waren die Brauereien bis ins 19. Jahrhundert handwerkliche Betriebe, in denen der Brauer mit ein paar Knechten neben der Landwirtschaft auch Bier braute, so vollzog sich in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts eine starke Wandlung bis hin zu den heutigen Großunternehmen, wie sie in aller Welt zu finden sind. Man nutzte auch im Braugewerbe die Fortschritte der Technik. Neben die Erfahrung der Bierbrauer traten die Erkenntnisse der Wissenschaft, vor allem der Biologie und der Chemie. Die Folge dieser Entwicklung war eine stete Verbesserung des Produktes Bier bis zur heutigen Zeit. Allerdings ist die Anzahl der Braustätten durch die Industrialisierung stark zurückgegangen. So bestehen heute zum Beispiel in der Bundesrepublik Deutschland noch rund 1 500 Brauereien gegenüber 13 376 Braustätten im Jahre 1876. Eines aber ist über alle Jahrhunderte hinweg geblieben: Bier war, ist und bleibt ein beliebtes Volksgetränk.

Rohstoffe

Bier ist im weitesten Sinne jedes aus stärkehaltigen Stoffen hergestellte Getränk. Nach dem deutschen Reinheitsgebot, dem ersten konsequenten Lebensmittelgesetz, das es in Deutschland unverändert seit 1516 gibt, muß Bier gegoren sein und darf untergärig nur aus Malz, Hopfen und Hefe hergestellt werden. In fast allen anderen Ländern der Welt dürfen zur Bierbereitung auch andere Rohstoffe und chemische Zusätze verwandt werden. Der Hauptrohstoff des Bieres ist das Malz.

Malz wird in der Mälzerei aus Gerste dadurch bereit, daß man sie keimen läßt und dann den Keimprozeß durch scharfes Trocknen (Darren) unterbricht. Bei dieser Behandlung vollzieht sich ein chemischer Prozeß. Die in den Gerstenkörnern enthaltene unlösliche Stärke beginnt, sich durch die Einwirkung von Enzymen — man nennt sie auch Fermente — in löslichen Zucker zu verwandeln. Erst diesen Malzzucker kann der Brauer unter Zusatz von Hefe zu Alkohol vergären lassen.

Der Hopfen ist eine Kletterpflanze, die in Hopfengärten an einem besonderen Gerüst gezogen wird. Beim Bierbrauen ist nur die weibliche Pflanze mit ihrer zapfenartigen Blüte (Dolde) zu verwenden. Hopfen verfeinert mit seinen Bitterstoffen nicht nur den Geschmack des Bieres, er macht es auch haltbar. Heute verwendet man in den meisten Brauereien nicht mehr den Naturhopfen. Dieser wird vielmehr überwiegend in Extrakt oder Pulver verarbeitet, wodurch die Bitterstoffe des Hopfens besser genutzt werden können.

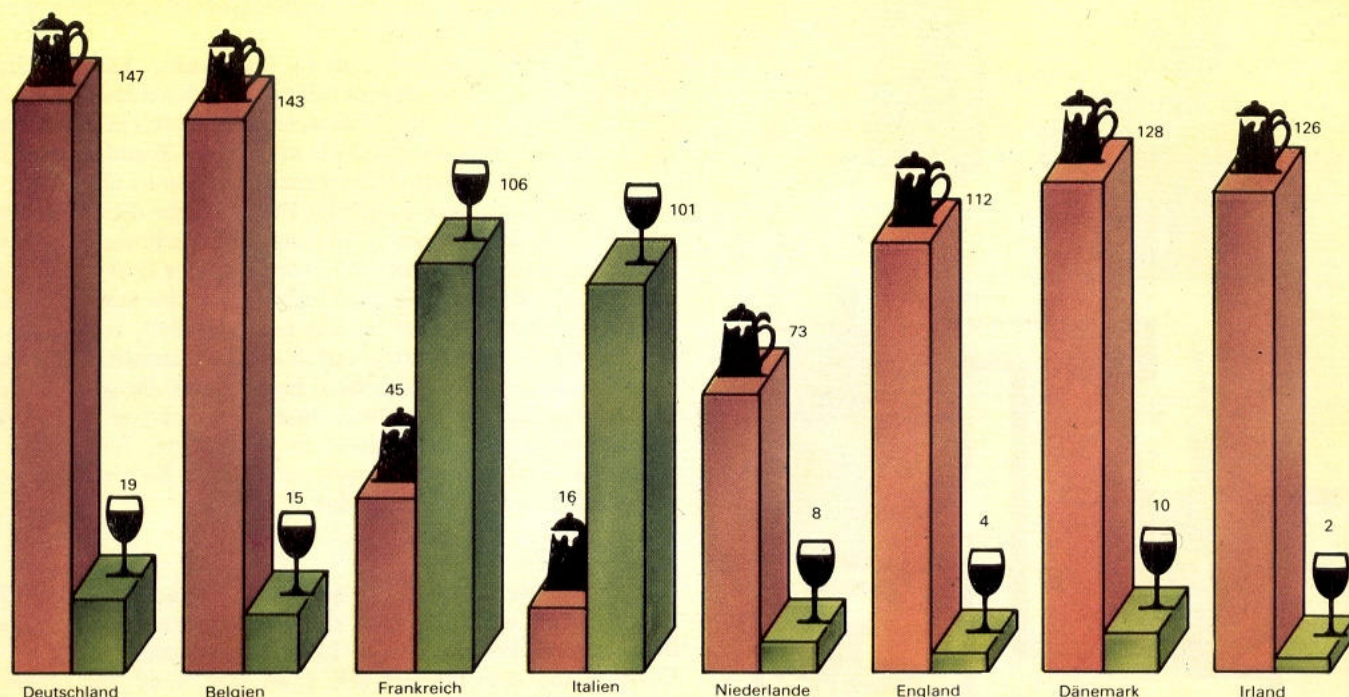
Wichtig für die Gärung des Bieres ist die Hefe. Lange Zeit züchteten die Bierbrauer ihre Hefestämme selbst. Die Gefahr der Veränderung durch den Befall mit Bakterien war dabei sehr groß. Man ist inzwischen dazu übergegangen, an brautechnischen Instituten Reinzuchthefer zu züchten, mit denen die Brauereien versorgt werden. Es handelt sich um Spezialreinzuchthefer, die nach Wunsch der Brauereien gezüchtet werden.

Aber weder Hopfen noch Hefe sind echte Bestandteile des Bieres. Sie dienen als Würze, zum Haltbarmachen und zur Gärung. Bier wird eher *mit* als *aus* ihnen hergestellt. Bierroh-

Links: Schematische Darstellung des Brauvorganges bei der Herstellung des Bieres, von der Schrotmühle über das Maischen und die Hopfenzufuhr. Die mit Hilfe von Hefe ausgelöste Gärung erzeugt Alkohol und Kohlensäure. Das sogenannte Jungbier wird in Lagertanks nachgegoren. Nach diesem 'Reifen' wird es filtriert und dann abgefüllt.

Was die Europäer trinken

Pro Kopf und Jahr in Liter



Oben: Derzeitiger jährlicher Bier- und Weinkonsum in acht europäischen Ländern pro Person, in Liter. Mit Ausnahme von Frankreich und Italien wird vorwiegend Bier getrunken.

stoffe sind dagegen das bereits erwähnte Gerstenmalz und das Wasser. Nicht jedes Wasser ist ein gutes Brauwasser. Viele Brauereien sind in der glücklichen Lage, Wasser aus eigener Quelle oder eigenem Brunnen verwenden zu können. Die Qualität des Brauwassers hat selbstverständlich einen wesentlichen Einfluß auf die Qualität des Bieres.

Herstellung

Die Bierproduktion beginnt im Sudhaus, dem Herzen der Brauerei. Das Malz wird hier zunächst in der Schrotmühle geschrotet und im Maischbottich mit Wasser gemischt, d.h. vermaischt. Das Maischen geht bei bestimmten Temperaturen vor sich, die darin gipfeln, die Maische auf die Verzuckerungstemperatur von 76°C zu bringen, und den Zweck hat, aus den wasserlöslichen Bestandteilen den Extrakt zu gewinnen. Diese aus Malzzucker (Maltose) bestehende Flüssigkeit wird im Läuterbottich von den festen Bestandteilen, den Trebern, getrennt. Biertreber sind ein eiweißreiches Viehfutter. Die so gewonnene klare Würze wird nach Zugabe des Hopfens in der Würzepfanne gekocht und anschließend, wenn der Hopfentrub entfernt ist, wieder abgekühlt, bevor sie in die Gärbehälter geleitet wird. Hier wird unter Zusatz von Hefe die Gärung ausgelöst, die einige Tage andauert. Der größte Teil des beim Maischprozeß gelösten Malzzuckers wird dabei in Alkohol und Kohlensäure aufgespalten. Man bevorzugt für die Gärung geschlossene Gärtanks, um die gewonnene Kohlensäure aufzufangen und zu nutzen. Sie findet vor allem wieder Verwendung beim Zapfen des Bieres in der Gaststätte. Nach der Gärung spricht man vom Jungbier, das zur Nachgärung in die Lagertanks kommt, wo es zum Endprodukt heranreift. Ehe es zum Konsumenten gelangt, wird das Bier glanzfein filtriert und in Fässer, Flaschen oder Dosen abgefüllt. Daß dies in der heutigen Zeit auf modernen, hochleistungsfähigen Abfüllanlagen geschieht, versteht sich von selbst.

Bierpflege

Alle Bemühungen des Bierbrauers sind umsonst, wenn dieser köstliche Trunk nicht gekonnt gepflegt, gezapft und serviert wird. Sauberkeit ist dabei das erste Gebot, angefangen im Bierkeller bis zum Zapfhahn, ja hin bis zum Bierglas. Die richtige Temperatur ist dabei sehr wichtig, sie ist bei den einzelnen Biersorten unterschiedlich. Bei dem meistgetrunkenen, dem untergärigen hellen Bier ist eine Temperatur von 7°C bis 8°C zu empfehlen. Obergärige Biere, wie zum Beispiel Ale oder Altbier, werden in der Regel bei Zimmertemperatur serviert. An dem fachmännisch gezapften Bier erkennt man den guten Gastronomen.

Auch das Flaschen- und Dosenbier bedarf der Pflege, in diesem Fall durch den Konsumenten selbst. Das Bier soll möglichst im Keller kühl aufbewahrt und gegebenenfalls im Kühlschrank nachgekühlt werden. Außerdem gehört das richtige Bierglas dazu. Eines ist besonders zu beachten: Bier entwickelt seine prickelnde Frische und seinen schönen Schaum nur in absolut schmutz- und fettfreien Gläsern. Und noch eins, das Bier sollte im Haushalt in der Regel nicht älter als vier Wochen werden.

Gattungen, Arten, Sorten und Klassen

Der Biermarkt in der Bundesrepublik Deutschland ist durch eine Vielzahl von Differenzierungen gekennzeichnet. Bei Bier lassen sich unterscheiden:

Gattungen, Konsumklassen, Arten, Marken, Sorten.

Die Produkt- und Qualitätsdifferenzierungen auf dem Biermarkt der Bundesrepublik Deutschland:

Gattung	Art	Sorte	Klasse
Einfachbier	Obergäriges Bier	Pils, Export,	Premiumbier
Schankbier		Alt, Kölsch,	Konsumbier
Vollbier	Untergäriges Bier	Bock, Weizen,	Billigbier
Starkbier		Malz usw.	

Bei Bier werden vier Gattungen nach dem Stammwürzegehalt (StWG) unterschieden. Stammwürzegehalt ist der Extraktgehalt des Bieres und entspricht nicht den Alkoholprozenten. Der Alkoholgehalt beträgt etwa ein Viertel bis ein Drittel des Stammwürzegehaltes. Einfachbiere (2% bis 5% StWG) und Schankbiere (7% bis 8% StWG) gibt es heute nur noch in einigen Gegenden Westdeutschlands. Dagegen entfallen 99,8% der Gesamtbierproduktion in Westdeutschland auf Vollbier (11% bis 14% StWG). Hierzu zählen die gängigsten Biersorten wie Export, Pils, Alt usw. Zu den Starkbieren (über 16% StWG) zählen vor allem das Bockbier und das Doppelbockbier.

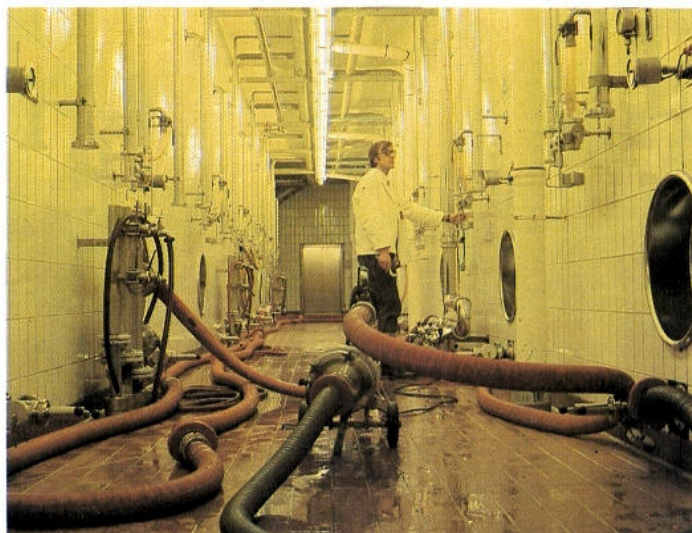
Man unterscheidet beim Bier zwei Arten: untergäriges Bier und obergäriges Bier. Das Unterscheidungskriterium ist die untergärige oder obergärige Hefe. Untergärige Hefe liebt die Kälte (4°C bis 9°C), obergärige die Wärme (15°C bis 20°C). Außerdem steigt die obergärige Hefe während des Gärprozesses, wie es der Name sagt, nach oben, die untergärige bleibt auf dem Boden der Gärgefäße.

Bei allen Biergattungen wird sowohl untergäriges als auch obergäriges Bier gebraut. Zu den untergärigen Vollbieren gehören Pils, Export, Dunkel, Hell, Lager und Märzen. Dagegen sind Alt, Kölsch, Weizenbier und Malzbier obergärige Vollbiere.

Der Alkoholgehalt liegt bei der Mehrzahl der Biersorten (über 90%) zwischen 3% und 5%. Bier enthält durch die Verwendung von Gerste auch Vitamine und Energie (in J). Der Kaloriengehalt ist im Vergleich zu anderen Getränken aber gering. So enthalten zum Beispiel 0,5 l:

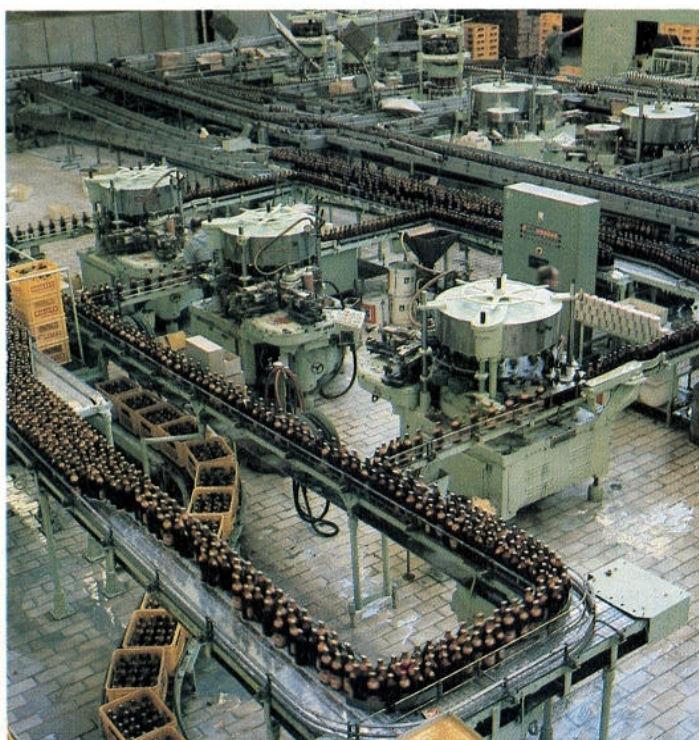
- Magermilch 730 J (175 cal)
- Trinkmilch 1280 J (305 cal)
- Weißwein 1280 J (305 cal)
- Rotwein 1450 J (345 cal)
- Spirituosen 5230 J bis 7330 J (1250 cal bis 1750 cal)
- Bier 940 J (225 cal)

Die Tabelle rechts gibt ein Bild über Geschmackseigenschaften, den Alkohol- und Kaloriengehalt verschiedener, in Deutschland gängiger Biersorten wieder.



Oben: Gär- und Lagerkeller, in dem das Bier in sogenannten Combitanks zum Endprodukt heranreift.

Sorte	Geschmack	Alkohol- gehalt in %	Joule (cal) pro 0,5 Liter
Pils	Betont bitter, spritzig frisch. Helles untergäriges Bier	3,9	900 (216)
Export	Nicht so bitter wie Pils. Frisch, untergärig, vollmundig. Bayrischer Typ: malzaromatisch	4,2	960 (230)
Stark- und Bockbier	Noch weniger Bitterhopfen als im Export, vollmundig, sehr malzaromatisch, untergärig	5,5	1280 (308)
Altbier	Aromatisches, hopfenbitteres Bier mit vorwiegend dunkler Farbe, obergärig	3,8	880 (212)
Kölsch	Helles obergäriges Bier mit aromatischem, hopfenbitterem Geschmack	3,7	840 (204)
Weizenbier	Schwach bitterer, malzaromatischer Geschmack. Obergäriges Bier mit hohem Kohlensäuregehalt. Die Gerste ist teilweise durch Weizen ersetzt	4,0	940 (226)
Berliner Weiße	Aromatisches, erfrischendes obergäriges Bier mit hohem Kohlensäuregehalt und geringer Hopfenbittere	2,0–3,0	560 (136)



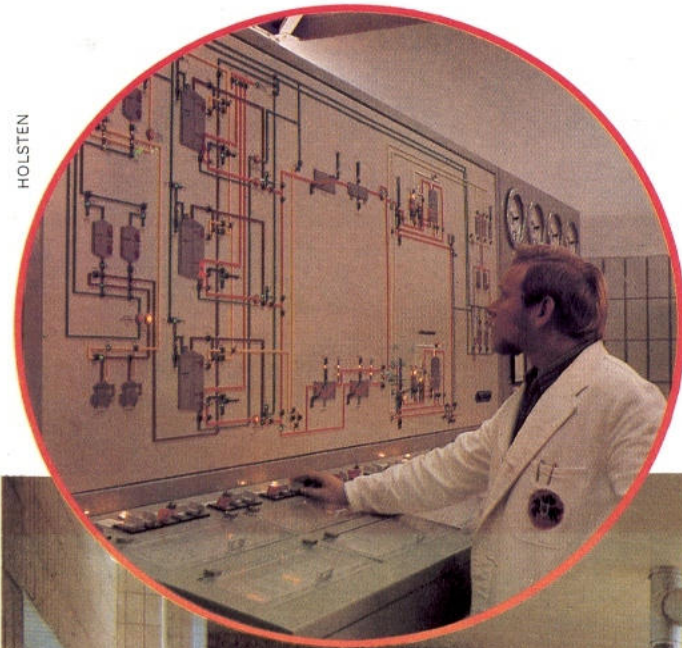
Oben: In dieser Abfüllanlage wird Bier im Fließbandverfahren in Flaschen gefüllt und verschlossen.

Malzbier — dunkle, mit Zuckerzusatz hergestellte obergärige Vollbiere — sind fast immer alkoholfrei oder alkoholfrei, aber reich an Vitaminen.

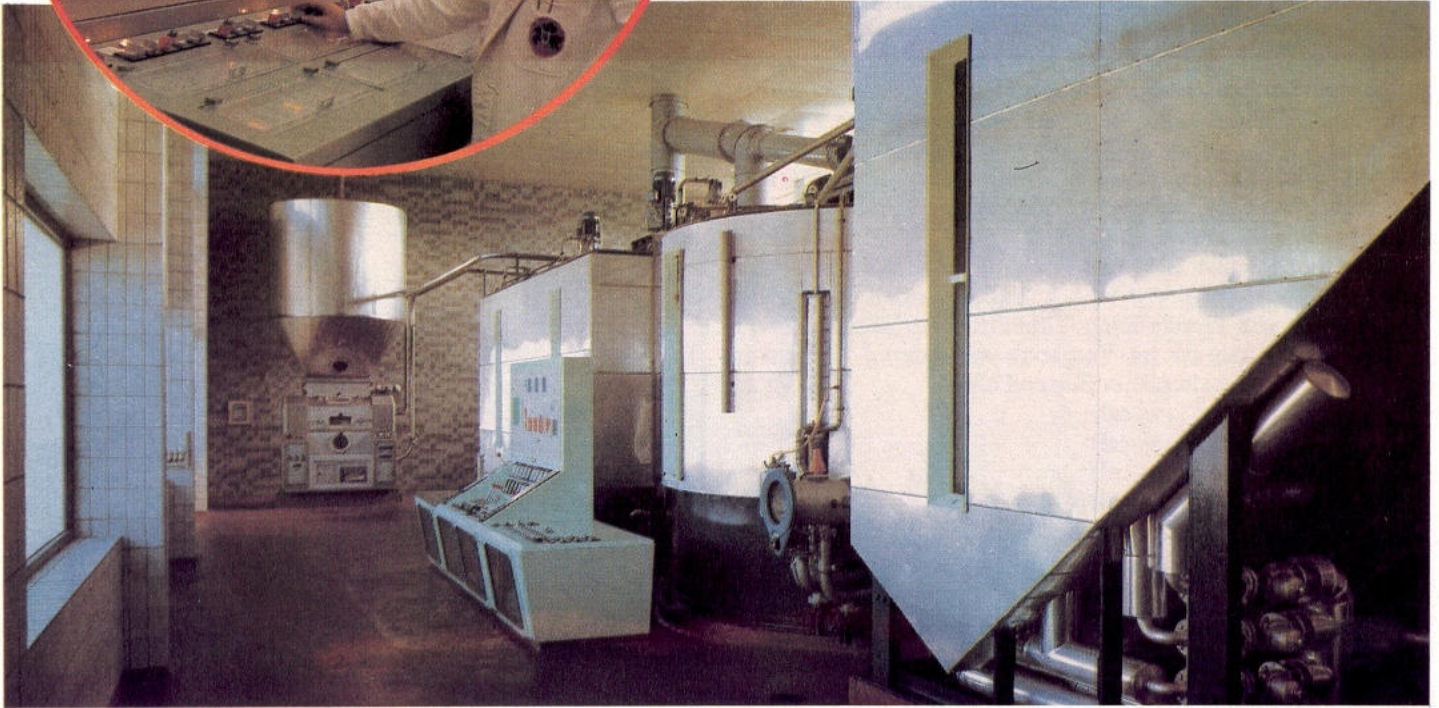
Abschließend sollen noch die in letzter Zeit angestellten Versuche für ein helles alkoholfreies oder alkoholfreies Bier

Links: Sudhaus. Von links nach rechts sind Maischomat, Maischbottich, Läuterbottich und Würzpfanne erkennbar. Die vollautomatische Würzekühlung (im unteren Bild) trägt zu einer hochleistungsfähigen Bierproduktion bei.

HOLSTEN



In den USA wird mehr Bier als in jedem anderen Land gebraut. Mit rund 200 Millionen Hektolitern übertrifft der amerikanische Jahresausstoß den von Großbritannien und Deutschland zusammen. Legt man jedoch eine Pro-Kopf-Rechnung der Bevölkerung zugrunde, verschiebt sich das Bild nach Westeuropa. Im Norden Europas bevorzugt man — im Gegensatz zu den südlichen Ländern, in denen mehr Wein getrunken wird — das Bier. Die graphische Darstellung links zeigt dies sehr anschaulich.



erwähnt werden. Mit diesem Getränk soll den Kraftfahrern auch bei den verschärften Bestimmungen im Straßenverkehr die Möglichkeit des Biergenusses gegeben werden. Hierbei hat sich in den letzten Jahren besonders die Schweiz hervorgetan. Dort sind bereits zwei bekannte Biermarken, 'Birell' und 'Moussy', auf dem Markt und erfreuen sich steigender Beliebtheit.

Bierherzeugung und Bierverbrauch

Hierzu noch einige Erläuterungen mit Angabe der Länder, die im Jahre 1978 mehr als 10 Millionen Hektoliter Bier erzeugten:

Europa

BRD	91 656 000 hl
Großbritannien	65 880 000 hl
UdSSR	65 000 000 hl
DDR	23 000 000 hl
Frankreich	22 781 000 hl
Tschechoslowakei	22 058 000 hl
Spanien	18 653 000 hl
Niederlande	14 651 000 hl
Belgien	13 830 000 hl
Polen	11 378 000 hl
Jugoslawien	10 005 000 hl

427 168 000 hl \triangleq 48,9%

Amerika

USA	210 135 000 hl
Brasilien	26 530 000 hl
Mexiko	21 994 000 hl
Kanada	20 386 000 hl
Kolumbien	10 964 000 hl

319 999 000 hl \triangleq 36,7%

Afrika

Japan	44 300 000 hl
-------	---------------

32 070 000 hl \triangleq 3,6%

Asien

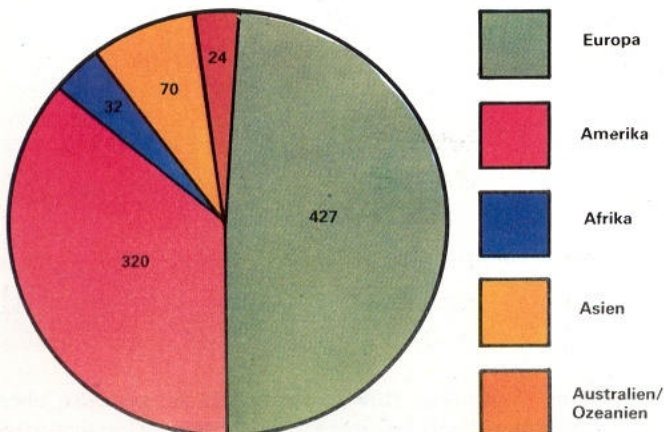
69 868 000 hl \triangleq 8,0%

Australien/Ozeanien

23 974 000 hl \triangleq 2,8%

873 079 000 hl

Welt-Bierherzeugung 1978 (in Millionen Hl)



TREVOR LAWRENCE

BILDFUNK (Bildübertragung)

Bei der Bildübertragung können über Telefon oder drahtlose Nachrichtenübertragung in wenigen Minuten Kopien von Dokumenten angefertigt werden.

Bei der Bildübertragung hat man ein Gerät, den Sender, das ein Dokument abtastet und in elektrische Pulse umwandelt. Diese Pulse werden dann über Telefonleitung oder Radioverbindung einem zweiten Gerät, dem Empfänger, zugeführt. Die empfangenen Pulse werden so rückverwandelt, daß ein getreues Abbild des Originals entsteht.

Das am häufigsten eingesetzte System benutzt einen Sender und einen Empfänger, die durch gewöhnliche Telefonleitungen verbunden sind. Bildübertragungsgeräte müssen ein Bildsignal im Frequenzbereich der Sprache (300 Hz bis 3 400 Hz) erzeugen, um das Telefonsystem optimal auszunutzen.

Das Original wird über einen Fotodetektor, der das Bild auf dem Papier in elektrische Signale umwandelt, gelesen. Die Vorlage wird ausgeleuchtet. Das von dem Detektor erzeugte elektrische Signal ist der Lichtstärke proportional, die vom Papier reflektiert wurde. Weiße Flächen reflektieren große Lichtmengen, schwarze Flächen reflektieren kein Licht, die Reflexion von Grautönen liegt zwischen den beiden Extremwerten. Das elektrische Signal wird dann verstärkt und

moduliert (siehe MODULATION). Es entsteht ein Tonsignal, das durch Telefon oder drahtlos übertragen werden kann.

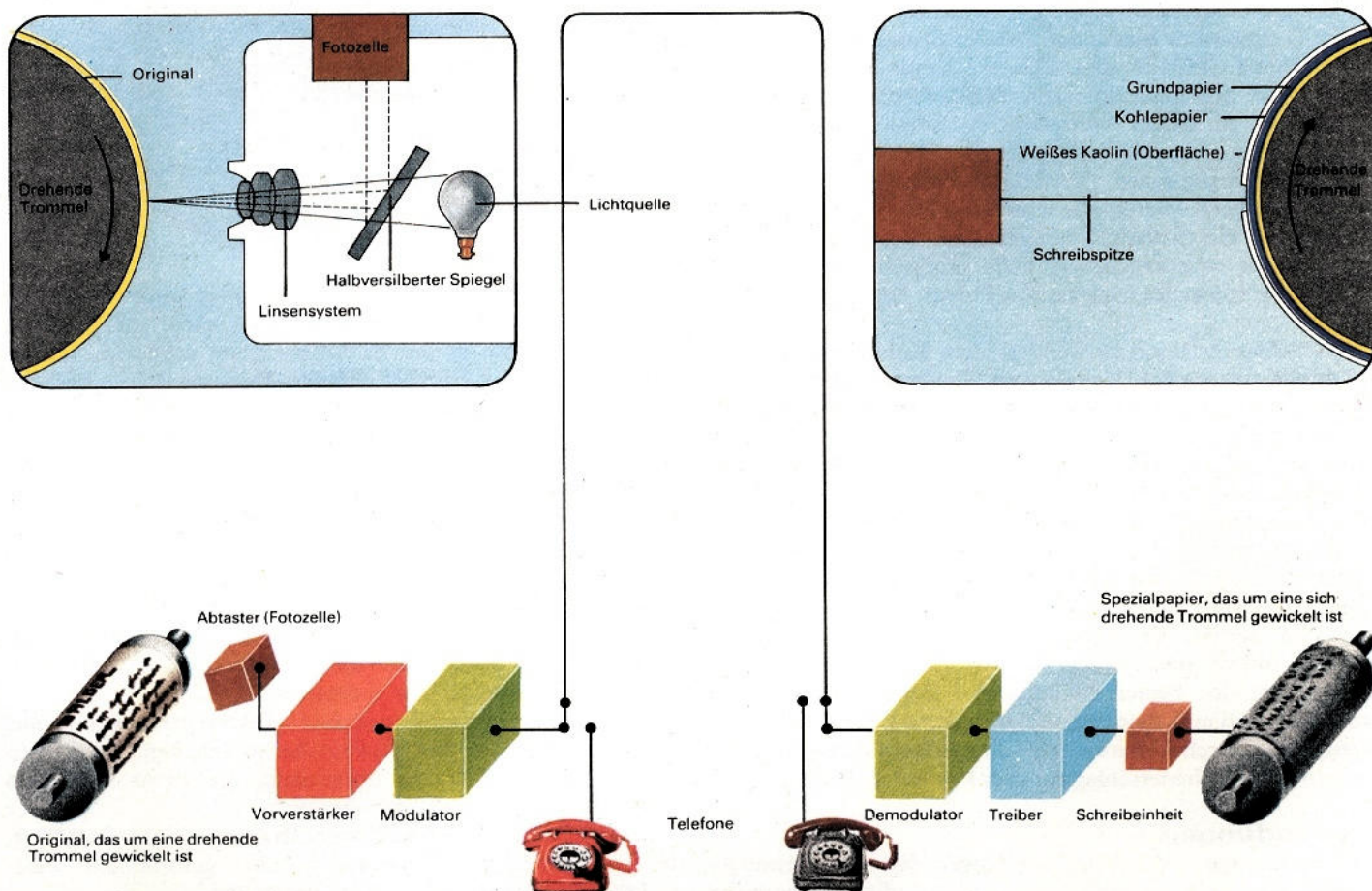
Empfänger

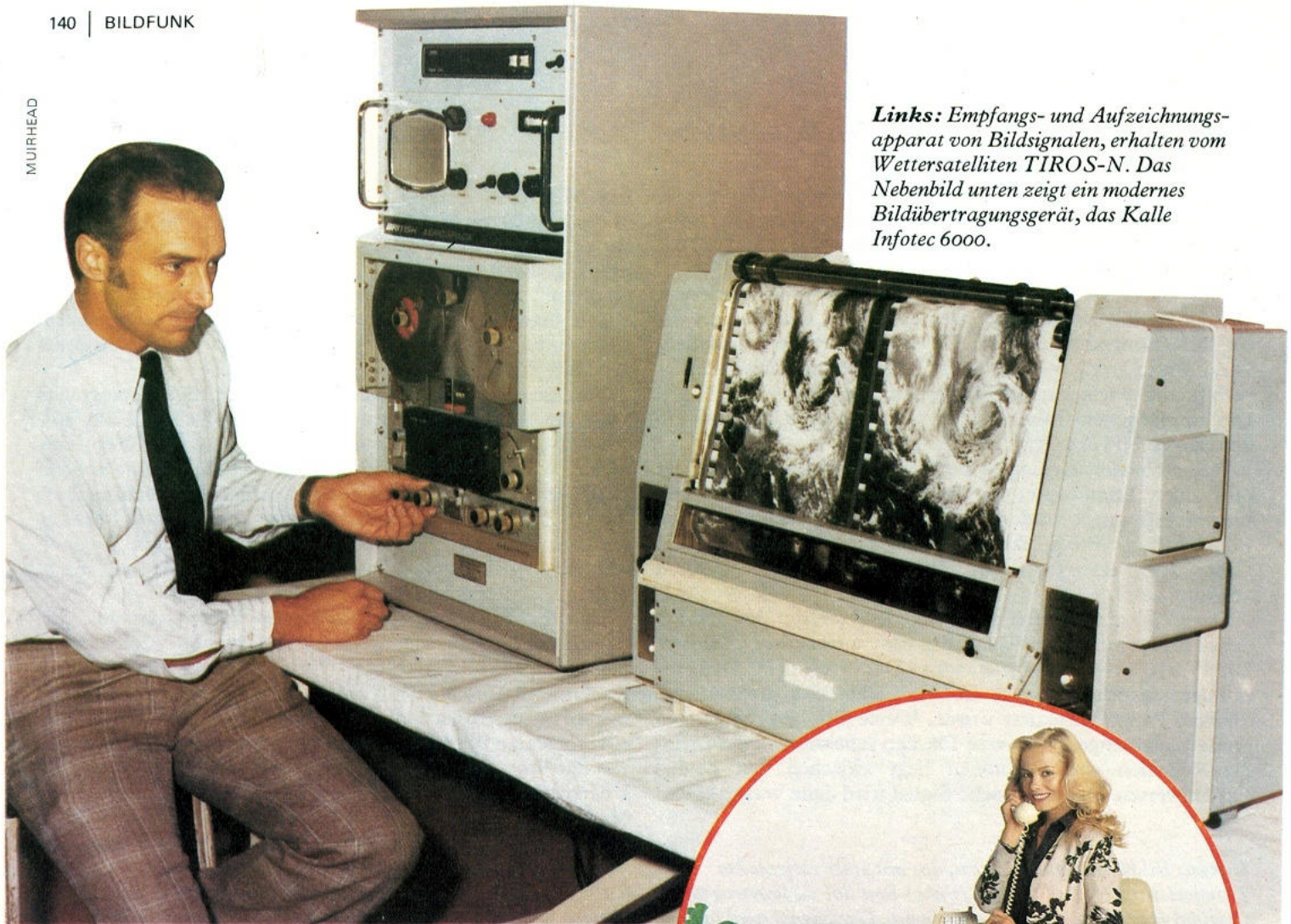
Mann kennt verschiedene Wege, wie ein übertragenes Bild auf Papier aufgezeichnet werden kann. In allen Fällen wird das Eingangssignal demoduliert, um ein Signal zu erhalten, das ursprünglich von dem Detektor im Sender erzeugt wurde. Dieses Signal wird dann dazu benutzt, das Erfassungssystem zu steuern, nachdem es durch einen Treiberverstärker verstärkt wurde.

Für die Übertragung qualitativ hochwertiger Fotografien kann das Bild optisch auf einen fotografischen Film aufgezeichnet werden, der dann auf dem üblichen Wege entwickelt wird. Andere Systeme verwenden eine Reihe anderer Verfahren, um das Bild wiederzugewinnen. Hierzu gehören thermische, elektrolytische, elektrostatische und Schlagverfahren. Bevor die Übertragung des Signals beginnt, werden Abgleichssignale übertragen, um Sender und Empfänger zu synchronisieren.

Das thermische System verwendet Papier, das aus drei Schichten besteht: einer Grundschrift aus Papier, einer Kohleschicht und darüber einem Überzug aus weißem Kaolin. Der Ausgang des Treibers ist mit einem Schreiber, der sich auf dem Papier befindet, verbunden. 'Sieht' der Sender eine schwarze Fläche auf dem Original, ist die Amplitude des von der Fotozelle erzeugten Signals ein Minimum. 'Sieht' der Überträger eine weiße Fläche, ist die Signalamplitude ein Maximum. Das System invertiert diese Signalpegel, wodurch eine schwarze Fläche, die vom Sender gelesen wurde, dem Schreibstift einen Maximalstrom zuführt. Der elektrische Strom fließt durch den Schreibstift und entlang der Kohleschicht in das Papier. Hierbei wird die weiße Oberschicht des Papiers unmittelbar unter dem Schreibstift weggebrannt, wodurch die darunter befindliche Kohleschicht zum Vorschein

***Unten:** Bildübertragungssystem, das mit einer rotierenden Trommel arbeitet. Der Sender (links) liest das zu übertragende Original über eine Fotozellenanordnung. Das Signal wird auf den Empfänger übertragen, der durch Abbrennen der Oberschicht eines Spezialpapiers die Kopie erzeugt.*





Links: Empfangs- und Aufzeichnungsapparat von Bildsignalen, erhalten vom Wettersatelliten TIROS-N. Das Nebensbild unten zeigt ein modernes Bildübertragungsgerät, das Kalle Infotec 6000.

kommt. Die Schaltung wird durch einen Kontakt zwischen der Kohleschicht und der Trommel der Maschine beendet.

Liest der Sender eine weiße Fläche, ist die Signalamplitude in der Fotozelle ein Maximum und der Strom im Schreibstift entsprechend ein Minimum. D.h. die Kopie bleibt an dieser Stelle weiß. Grautöne erzeugen dazwischenliegende Stromwerte, was zu einem teilweisen Ausbrennen der weißen Beschichtung führt.

Die elektrostatischen Verfahren arbeiten ähnlich wie elektrostatische Kopierer. Die schwarzen Flächen des Originals werden als elektrostatisch aufgeladene Bereiche auf dem Kopierpapier wiedergegeben. Die aufgeladenen Flächen ziehen ein trockenes, schwarzes Pulver an, das das Bild erzeugt.

Das Schlagverfahren verwendet einen Kohlepapierüberzug auf dem Kopierpapier. Signale vom Übertrager steuern einen Schreibstift so gegen das Kohlepapier, daß auf dem Kopierpapier das Bild entsteht.

Ein anderer Empfängertyp verwendet ein elektrolytisches Verfahren, bei dem das Bild durch Elektrolyse eines Elektrolyten, der in das Papier imprägniert ist, erzeugt wird. Die Elektroden sind zwei Drähte. Der gerade Draht befindet sich an der Vorderfront, der zweite, spiralförmig auf die Trommel gespannte Draht bewegt sich am Papier vorbei, wenn die Trommel rotiert. Schwarze Flächen der Kopie werden erzeugt, indem man durch die Elektroden einen Strom schickt, um das Papier zu entfärben. Dies kann dadurch geschehen, daß man eine chemische Änderung im Elektrolyten erzeugt oder durch elektrolytisches Einwirken auf die Festelektrode, die einen Niederschlag auf dem Papier hinterläßt.

Anwendungen

Bildübertragung wird schon seit langer Zeit von Zeitungsverlagen und Presseagenturen verwendet. Industriell wird die



KALLE INFOTEC

Bildübertragung noch wenig genutzt. Dies wird sich jedoch ändern, wenn es billigere Geräte geben wird. Im Vergleich zum Postversand ist die Bildübertragung schneller, und es besteht nicht die Gefahr, daß ein Dokument während des Transportes verlorengeht. Telex ist zwar schneller, doch die Druckqualität von Zeichen ist minderwertig, und Bilder oder Diagramme können nicht übertragen werden. Da bei der Bildübertragung eine Originalvorlage verwendet wird, erhält man eine exakte Kopie, die ebenfalls fehlerfrei ist.

Bei Radioübertragung können die Kopien in Fahrzeugen, auf Schiffen und im Flugzeug empfangen werden. Über Radiosignale senden Wettersatelliten Wolkenformationen zu Erdstationen. Bildübertragung von Wetterkarten und Wetterinformationen werden in der US-Armee und der US-Luftwaffe seit über 30 Jahren eingesetzt.

Viele Polizeistationen verwenden Bildübertragungssysteme, um Informationen über Kriminelle zu erhalten. Es werden ebenfalls Fingerabdrücke übertragen, die zuvor über eine Polaroid-Kamera vergrößert wurden.

In Australien wurde ein Bildübertragungssystem installiert, das es Taubstummen ermöglicht, über gewöhnliche Telefonleitungen miteinander zu kommunizieren.

Erfindungen I: FEUER



Die Beherrschung des Feuers und die Fähigkeit, mit einfachen Werkzeugen umgehen zu können, unterscheidet den Menschen der Urzeit vom Tier. Durch den Besitz von Feuer konnte der Mensch seine tropische Heimat verlassen und sich in anderen Gegenden ansiedeln.

Urmenschen

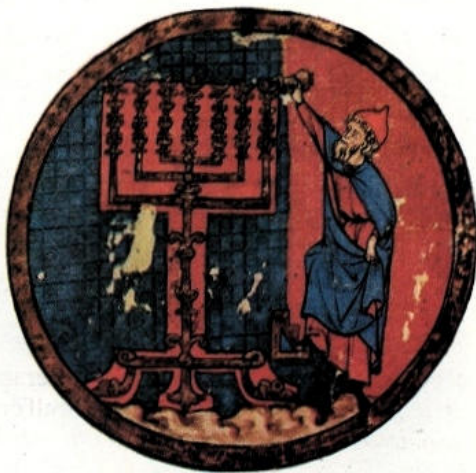
Die Urmenschen benutzten das Feuer als Wärmequelle zum Kochen, als Lichtquelle, zur Vernichtung von Insekten und zur Befreiung des Waldes von Unterholz, um leichter Wild jagen zu können. Darüber hinaus setzten sie das Feuer beim Jagen und als Kampfweise gegen Feinde ein.

Vor 500 000 Jahren schon kannten die Vorfahren der heutigen Menschheit das Feuer. Man weiß nicht, ob sie Feuer entzünden konnten. Ver-

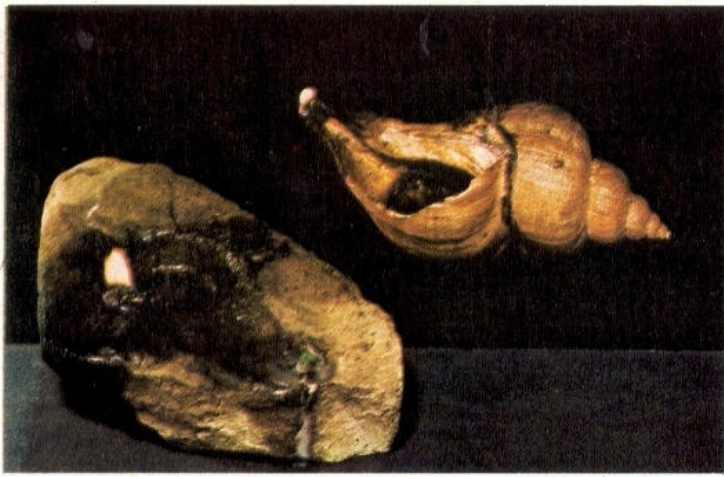
Oben: Der primitive Mensch mag das Feuer durch den Blitz entdeckt haben. Dieses Buschfeuer in Australien entstand durch vom Blitz getroffene Kakteen.



Links: Gemälde eines unbekannten japanischen Künstlers: eine Kerzenfabrik. Die Herstellung der Kerzen erfolgte auf primitive Art, indem versteifte Dochte wiederholt in ein Wachsbad eingetaucht wurden. Heute werden Kerzen in Gießformen gegossen.



Oben: Diese Darstellung entstammt einem hebräischen Gebetbuch aus dem 13. Jahrhundert. Sie zeigt einen Priester, der Öl in eine Menorah, einen heiligen, siebenarmigen Kerzenhalter, gießt. Dieses hier ist jedoch kein Kerzenhalter, sondern eine kunstvoll konstruierte Öllampe mit sieben Dochten.



Oben: Stein- und Muschellampen werden seit etwa 15 000 Jahren benutzt. Die hier gezeigte Steinlampe wurde auf den Orkney-Inseln, die Muschellampe auf den Shetland-Inseln entdeckt. Aus dem Muschelmaterial ist eine Rille für den Docht herausgearbeitet worden; um den festen Muschelstein wurde ein Hohlraum zur Aufnahme des Öls eingearbeitet.

mutlich waren die Quellen ihres Feuers der Blitz oder die glühende Asche von Vulkanen.

Funkenschlag

Feuer kann man in einfachster Form auf zwei Arten erzeugen: durch Funkenschlag und durch Reiben von Holz. Schon frühzeitig muß entdeckt worden sein, daß Feuerstein und Eisenpyrit — ein Grundbestandteil des Eisenerzes — Funken erzeugen, wenn sie aufeinandergeschlagen werden. Der Gebrauch von Steinwerkzeugen war nicht neu, da ja frühe

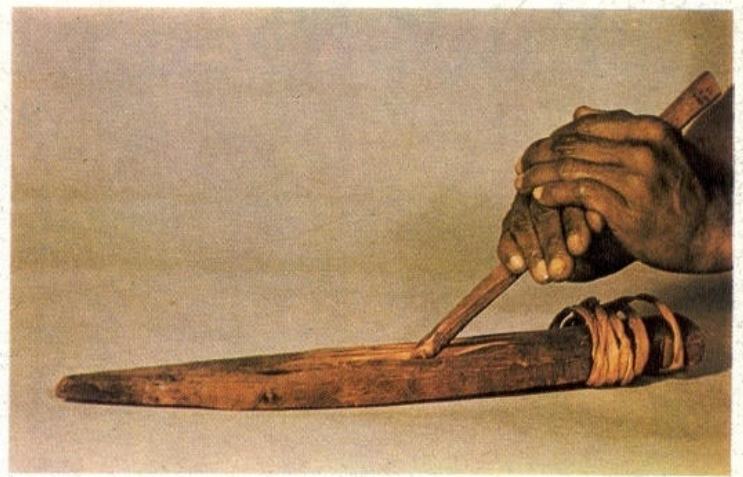
Steinwerkzeuge mit Hilfe von Feuerstein oder anderen, sehr harten Steinen hergestellt wurden. Daß man Feuer auf diese Weise erzeugte, geht aus einer Ausgrabung in England hervor. Man fand Feuersteine und ein 'Feuerzeug' aus Eisen. Die Grabstätte dürfte 3 500 Jahre alt sein.

Die Verbindung von Feuerstein und Eisen — und später auch Stahl — zum Funkenschlagen wurde über einen großen Zeitraum hinweg, nämlich bis zur Erfindung des Streichholzes im Jahre 1827, beibehalten.

Pfadfindermethode

Die Technik, zur Erzeugung von Feuer Holz gegeneinander zu reiben, kennt jeder Pfadfinder. Mit der nötigen Erfahrung braucht man bei diesem Verfahren weniger als acht Sekunden zur Feuergewinnung.

Vermutlich ist die in der Urzeit der Menschheit gebräuchliche Art der Feuererzeugung auch heute noch, z.B. bei den primitiven Völkerstämmen, üblich. Hierbei ist der Feuerbohrer — ein Holzstab, der zwischen



Oben: Maori-Hobel aus Neu-Seeland. Das Holz der Hobelunterlage muß weicher als das Holz des Hobels sein. Am Ende der Reibfurche sammelt sich erhitztes Holzmehl, das sich unter Luftzug entzündet.

den Händen gerollt wird — von großer Bedeutung. Mit einem Ende ragt er in eine Vertiefung eines Holzklotzes. Zur Erzeugung von Feuer werden auch Bogenbohrer benutzt. Hierbei wird ein Holzstab durch einen Faden, der um den Stock gewickelt ist, so schnell um seine eigene Achse hin und her gedreht, daß die entstehende Reibungshitze Feuer erzeugt. Darüber hinaus gab es noch kleine 'Sägen' und 'Hobel', die man über bzw. durch hölzernes Material gleiten ließ.

Feueranwendungen

Nachdem man die Erzeugung des Feuers beherrschte, war man auch bald in der Lage, Feuerplätze zu bauen, die aus Stein bestanden; in ihrer Nähe durften sich keine brennbaren Materialien befinden.

Nachdem man das Feuer und seine manuelle Herstellung kennengelernt hatte, versuchte man, das Feuer zu transportieren, um weitere Feuerstellen zu errichten oder Höhlen zu beleuchten. Als 'Trägermaterial' verwendete man harzhaltige Holzstücke, die gute Brenneigenschaften haben. Kerzen aus Wachs oder Talg kannten die alten Ägypter mit Sicherheit. Um Höhlen oder Hütten ohne Brandgefahr ausreichend beleuchten zu können, erfand man die Lampe.



Links: Selbst in Europa hat sich diese Form der Feuergewinnung bis in das 19. Jahrhundert hinein gehalten. Ein Holzstock wird zwischen zwei Händen schnell hin- und hergedreht und dabei auf einen Holzklötz gedrückt.