

HEFT 4 EIN WÖCHENTLICHES SAMMELWERK ÖS 25  
SFR 3.50 DM 3

# WIE GEHT DAS

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



scan:[GDL]

# WIE GEHT DAS

## Inhalt

### WIE SIE REGELMÄSSIG JEDOCH WOCHE IHR HEFT BEKOMMEN

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

### ZURÜCKLIEGENDE HEFTE

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

Österreich: Das einzelne Heft kostet öS 25. Bitte füllen Sie eine Postzahlkarte aus, an: WIE GEHT DAS, Wollzeile 11, 1011 Wien. Postscheckkonto: Wien 2363.130. Oder legen Sie bitte der Bestellung einen Verrechnungsscheck bei Kennwort: HEFTE.

Schweiz: Das einzelne Heft kostet sfr 3,50. Bitte überweisen Sie den Betrag durch die Post (grüner Einzahlungsschein) auf das Konto: Schmidt-Agence AG, Kontonummer Basel 40-879, und schicken Sie Ihre Bestellung unter Einsendung Ihres Abschnitts an die Schmidt-Agence AG, Postfach, 4002 Basel. Kennwort: HEFTE.

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

### INHALTSVERZEICHNIS

Damit Sie in WIE GEHT DAS mit einem Griff das gesuchte Stichwort finden, werden Sie mit der letzten Ausgabe ein Gesamtinhaltsverzeichnis erhalten. Darin einbezogen sind die Kreuzverweise auf die Artikel, die mit dem gesuchten Stichwort in Verbindung stehen.

Bis dahin schaffen Sie sich ein Inhaltsverzeichnis dadurch, daß Sie die Umschläge der Hefte abtrennen und in der dafür vorgesehenen Tasche Ihres Sammelordners verwahren.

### 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.

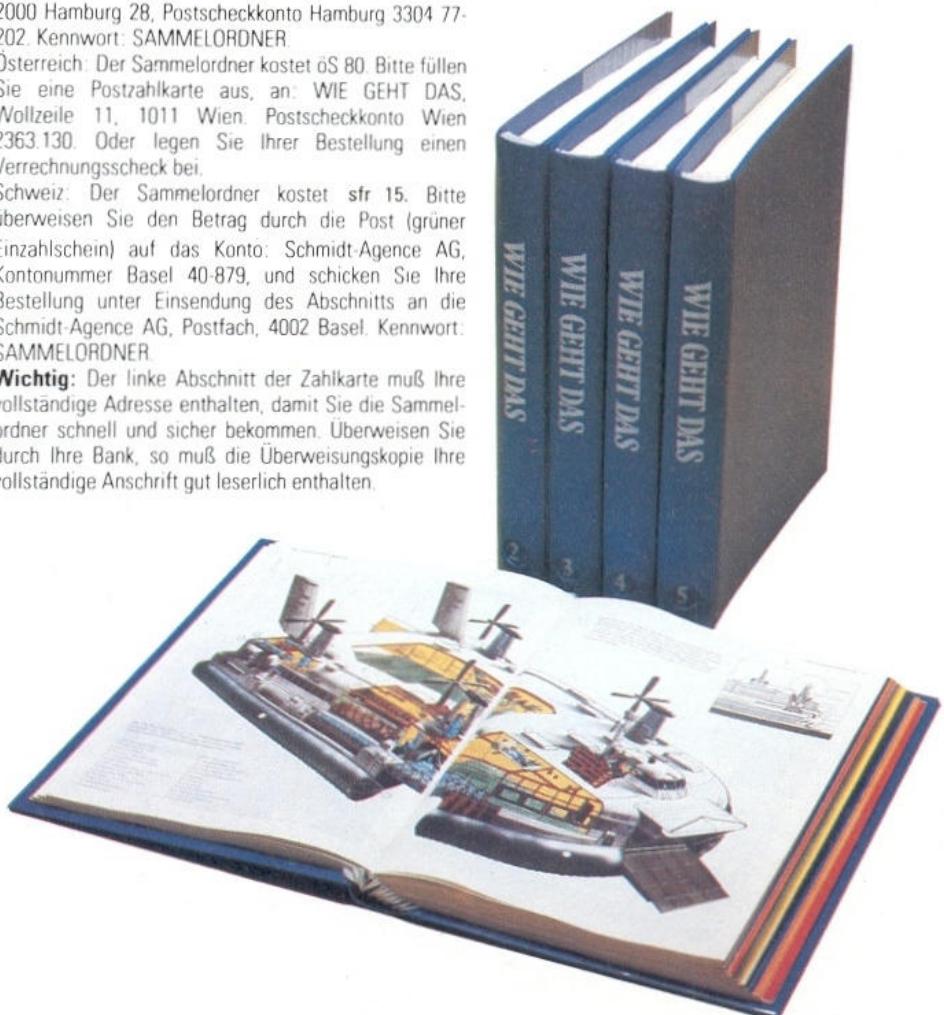
Automobile	85
Autozerkleinerung	92
Bagger	93
Balloons und Luftschiffe	97
Barometer	100
Bathyskaph	102
Batterie und Akkumulator	106
Baumwolle	108
Bazooka	111

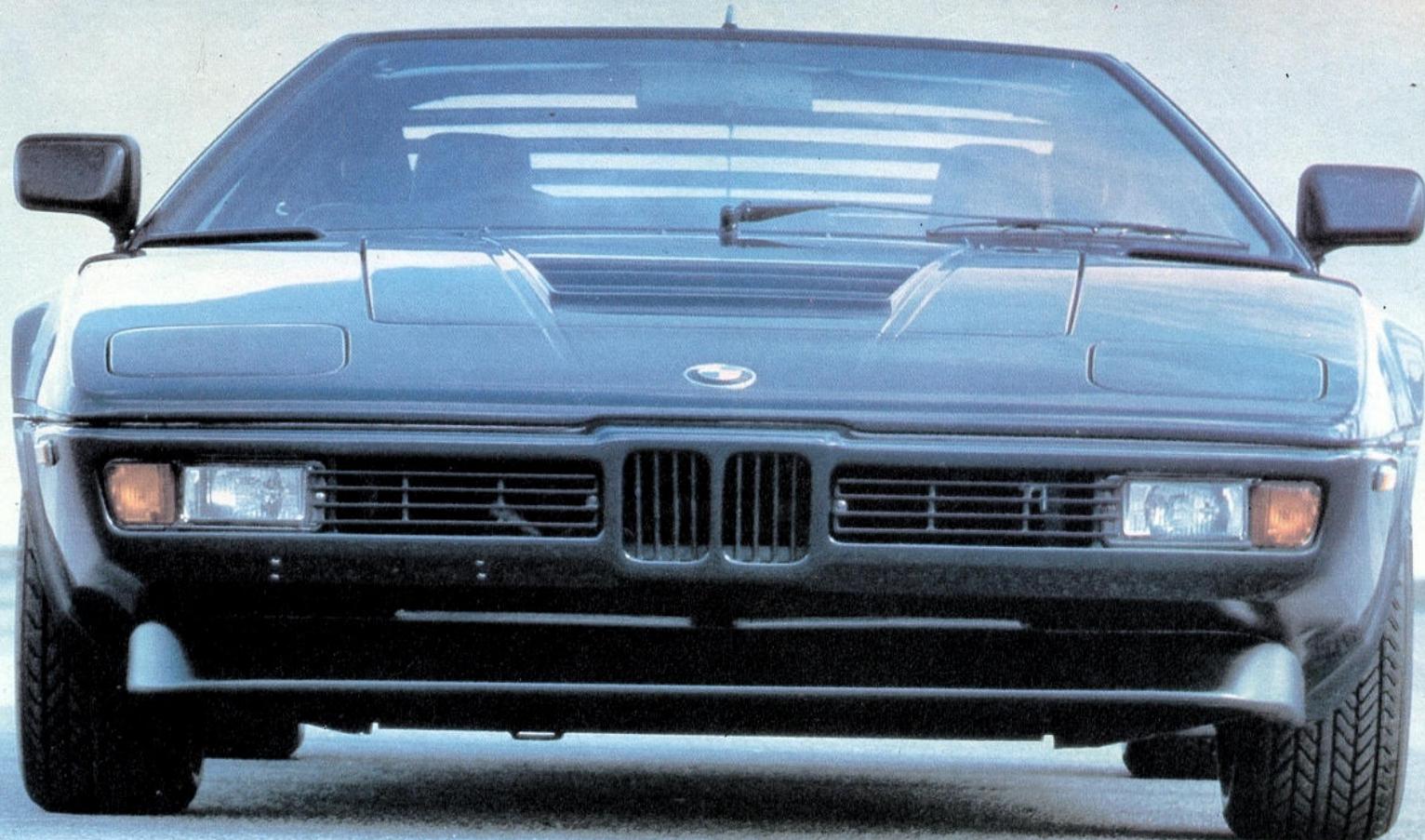
2000 Hamburg 28, Postscheckkonto Hamburg 3304 77-202. Kennwort: SAMMELORDNER.

Österreich: Der Sammelordner kostet öS 80. Bitte füllen Sie eine Postzahlkarte aus, an: WIE GEHT DAS, Wollzeile 11, 1011 Wien. Postscheckkonto Wien 2363.130. Oder legen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei.

Schweiz: Der Sammelordner kostet sfr 15. Bitte überweisen Sie den Betrag durch die Post (grüner Einzahlungsschein) auf das Konto: Schmidt-Agence AG, Kontonummer Basel 40-879, und schicken Sie Ihre Bestellung unter Einsendung des Abschnitts an die Schmidt-Agence AG, Postfach, 4002 Basel. Kennwort: SAMMELORDNER.

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





## AUTOMOBILE

**Das Auto, unser privates Verkehrsmittel, das rasch und zuverlässig funktioniert, ist einer der Grundpfeiler des modernen Lebens.**

Ein modernes Kraftfahrzeug ist eine hochentwickelte Maschine mit mehr als 20 000 Einzelteilen; zugleich stellt es ein kompaktes und angenehmes Verkehrsmittel dar.

Es gibt, sowohl bei der äußeren Formgebung als auch auf technischem Gebiet, eine ganze Reihe verschiedener Konstruktionsmerkmale. In vielen Fällen kann man jedoch von einem typischen Modell ausgehen, das einen vorne liegenden Motor, Antrieb auf die Hinterräder und vergleichsweise einfache Aufhängung, Bremsanlage und Lenkung hat.

### Motor

Das Herz eines jeden Kraftfahrzeugs ist der Motor, genau genommen ein Viertakt-VERBRENNUNGSMOTOR, der die latente chemische Energie des BENZINS in Bewegung umwandelt. Die Verbrennung findet in vier, fünf, sechs, acht, oder, in einigen Fällen, zwölf Zylindern statt, mit jeweils einem dicht an der Zylinderwandung anliegenden Kolben. Die Zündkerze entzündet dann ein Gemisch aus Benzindampf und Luft, wenn sich der Kolben nahe dem oberen Ende des Zylinders befindet. Die entstehende Explosion treibt den Kolben.

Eine Pleuelstange und ein Kurbelzapfen wandeln die Abwärtsbewegung des Kolbens in eine Drehbewegung der Kurbelwelle um. Diese sich drehende Welle wird fast fortlaufend durch die aufeinanderfolgenden Explosionen in den einzelnen Zylindern angetrieben. Damit die Kurbelwelle gleichmäßig rotiert, ist an ihrem Ende ein schweres Schwungrad angebracht.

Eine elektrische oder mechanische (vom Motor angetriebene) Pumpe fördert Kraftstoff aus dem Tank zum VERGASER. Hier wird der Kraftstoff in einem Luftstrom verdampft. Dieses explosive Gemisch wird durch Einlaßventile abwechselnd den jeweiligen Zylindern zugeführt. Das Öffnen und Schließen der Einlaßventile sowie das der Aus-

*Der BMW M1 Rennwagen, von dem es auch eine Straßenausführung gibt.*

laßventile, durch die die verbrannten Abgase aus den Zylindern entweichen, muß zeitlich genau gesteuert werden. Alle Ventile werden von einer Nockenwelle gesteuert, die zur Erzielung eines genauen Gleichlaufs von der Kurbelwelle angetrieben wird. Die Abgase werden durch einen Schalldämpfer geleitet und treten am Endrohr hinten am Fahrzeug in die Umgebungsluft aus.

Damit das Kraftstoff-Luftgemisch entzündet werden kann, muß, wiederum mit genauer zeitlicher Steuerung, ein Hochspannungsfunk entstehen. Strom aus der 12-Volt-Batterie des Fahrzeugs geht durch einen von der Kurbelwelle angetriebenen Unterbrecher; eine induktiv arbeitende Zündspule liefert zum richtigen Zeitpunkt Spannungen von etwa 30 000 Volt. Diese werden in der richtigen Reihenfolge an die ZÜNDKERZEN weitergeleitet. Dies geschieht über Kontaktstifte, an die — wiederum mittels Antrieb durch die Kurbelwelle — der Verteilerläufer den Strom leitet.

Eine Gleichstrom- oder Drehstromlichtmaschine, die über einen biegsamen Riemen (Keilriemen) vom Motor angetrieben, die Kühlflüssigkeit durch Kanäle im Motorblock. Fahrzeug wird nicht nur die Zündanlage von der Lichtmaschine mit Strom versorgt, sondern beispielsweise auch Beleuchtungseinrichtungen, Hupe oder ANLASSER.

Bei den meisten Fahrzeugen muß der Motor eine zusätzliche Aufgabe erfüllen, nämlich eine Wasserpumpe anstreben, die Kühlflüssigkeit durch Kanäle im Motorblock drückt, damit dieser nicht zu heiß wird. Die Flüssigkeit geht durch einen Kühler, wo der durch einen vom Motor getriebenen Kühlerlüfter unterstützte Luftstrom sie wieder abkühlt. Einige Fahrzeuge kommen ohne diese Zusatzeinrichtung aus; bei ihnen wird der Motor luftgekühlt.

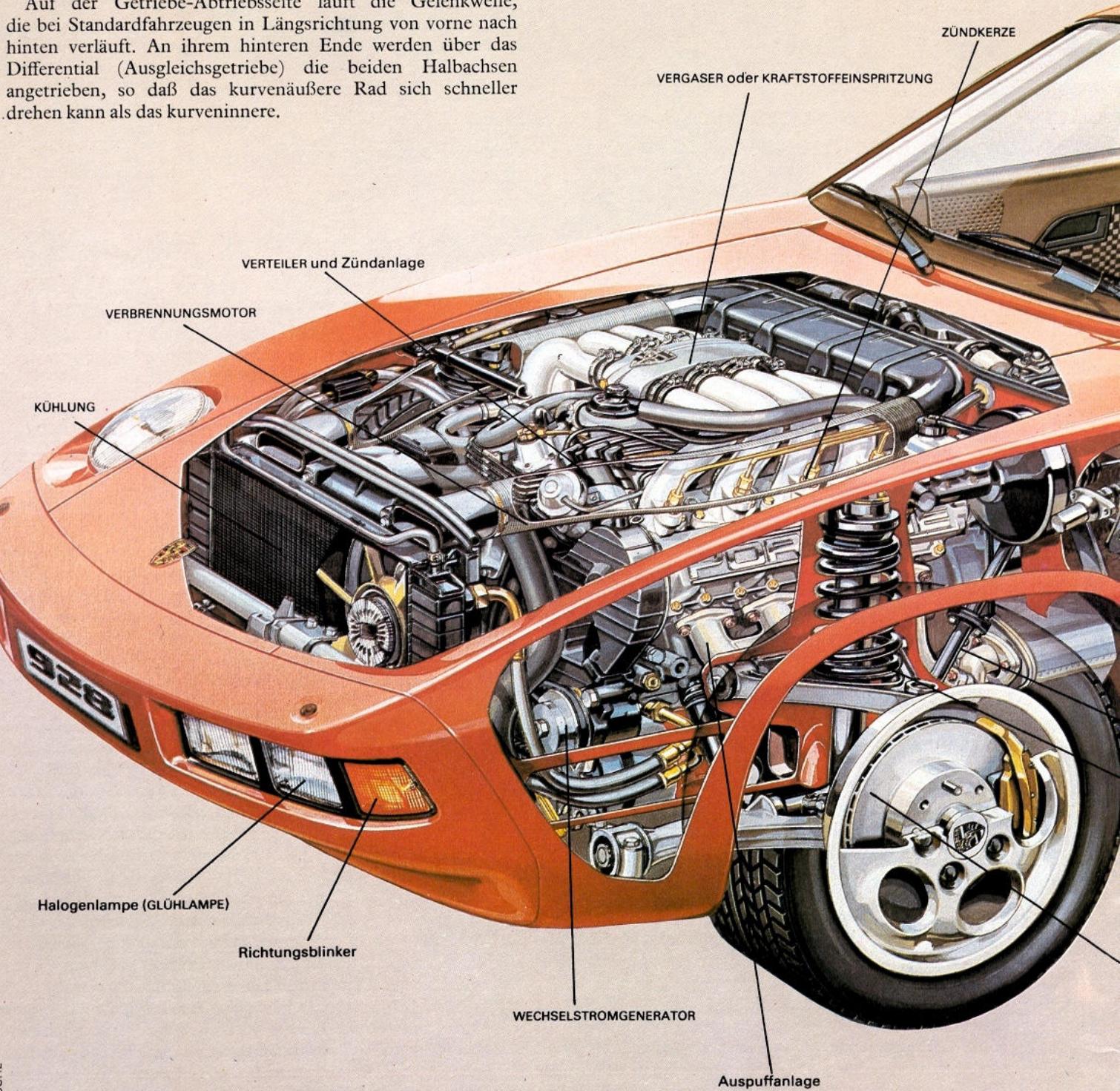
### Kraftübertragung

Die Leistung der rotierenden Kurbelwelle geht zuerst durch die KUPPLUNG, mit deren Hilfe der Kraftfluß vom Motor zur übrigen Kraftübertragung unterbrochen werden kann. Im wesentlichen handelt es sich dabei um eine Scheibe aus hochreibfestem Material, die im Normalzustand von Federn

gegen das Schwungrad gedrückt wird, aber durch Betätigung des Kupplungspedals von ihm gelöst werden kann.

Die Abtriebswelle, die vom Motor kommt und durch die Mitte der Kupplungscheibe geht, mündet ins GETRIEBE, ein kompliziertes System von Zahnrädern auf drei Wellen. Durch Einstellen unterschiedlicher Kombinationen mit dem Schalthebel läßt sich das Drehzahlverhältnis zwischen dem Motor und den Rädern auf der Straße ändern. In einem 'kleinen' Gang kann der Motor auch bei langsamer Fahrt mit hoher Drehzahl und entsprechend hoher Leistung betrieben werden. Inzwischen sind nahezu alle Schaltgetriebe synchronisiert. Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Zahnräder wird in einem solchen Getriebe vor ihrem Eindrücken einander angeglichen, so daß die Gänge sich ruhig schalten lassen. AUTOMATIKGETRIEBE verwenden statt der Reibkupplungen hydraulische Kupplungen.

Auf der Getriebe-Abtriebsseite läuft die Gelenkwelle, die bei Standardfahrzeugen in Längsrichtung von vorne nach hinten verläuft. An ihrem hinteren Ende werden über das Differential (Ausgleichsgetriebe) die beiden Halbachsen angetrieben, so daß das kurvenäußere Rad sich schneller drehen kann als das kurveninnere.



## Aufhängung, Bremsen und Lenkung

Damit Fahrbahnstöße nicht auf die Insassen übertragen werden, sind die Räder des Fahrzeugs mit der Karosserie über eine AUFHÄNGUNG verbunden, von der es gewöhnlich zwei Ausführungen gibt: Blattfedern oder Schraubenfedern. Blattfedern bestehen aus mehreren Lagen halbriegeligen Materials in Form einer Halbellipse. Die Enden dieses Federpaketes sind am Fahrgestell angelenkt, während sie in der Mitte mit der Achse verbunden sind. Schraubenfedern stellen eine kräftige unmittelbare Verbindung zwischen Achse und Fahrgestell her. Damit das Fahrzeug nicht 'springt', gehören zur Aufhängung auch Schwingungsdämpfer (gewöhnlich Stoßdämpfer genannt), die die Federbewegung abbremsen.

Jedes der vier Räder eines Autos ist mit einer Trommel- oder Scheibenbremse (siehe BREMSEN) ausgerüstet. Beim

Niedertreten des Bremspedals leitet der Hauptbremszylinder hydraulisch Impulse an die Radbremszylinder der einzelnen Räder weiter. Über diese werden dann bei Scheibenbremsen Bremsklötze von außen gegen die Scheibe oder bei Trommelbremsen ein Paar Bremsbacken von innen gegen die Trommel gedrückt. Klötze und die Beläge der Bremsbacken bestehen aus hochreibfestem Material, das die Drehbewegung der Räder verzögert.

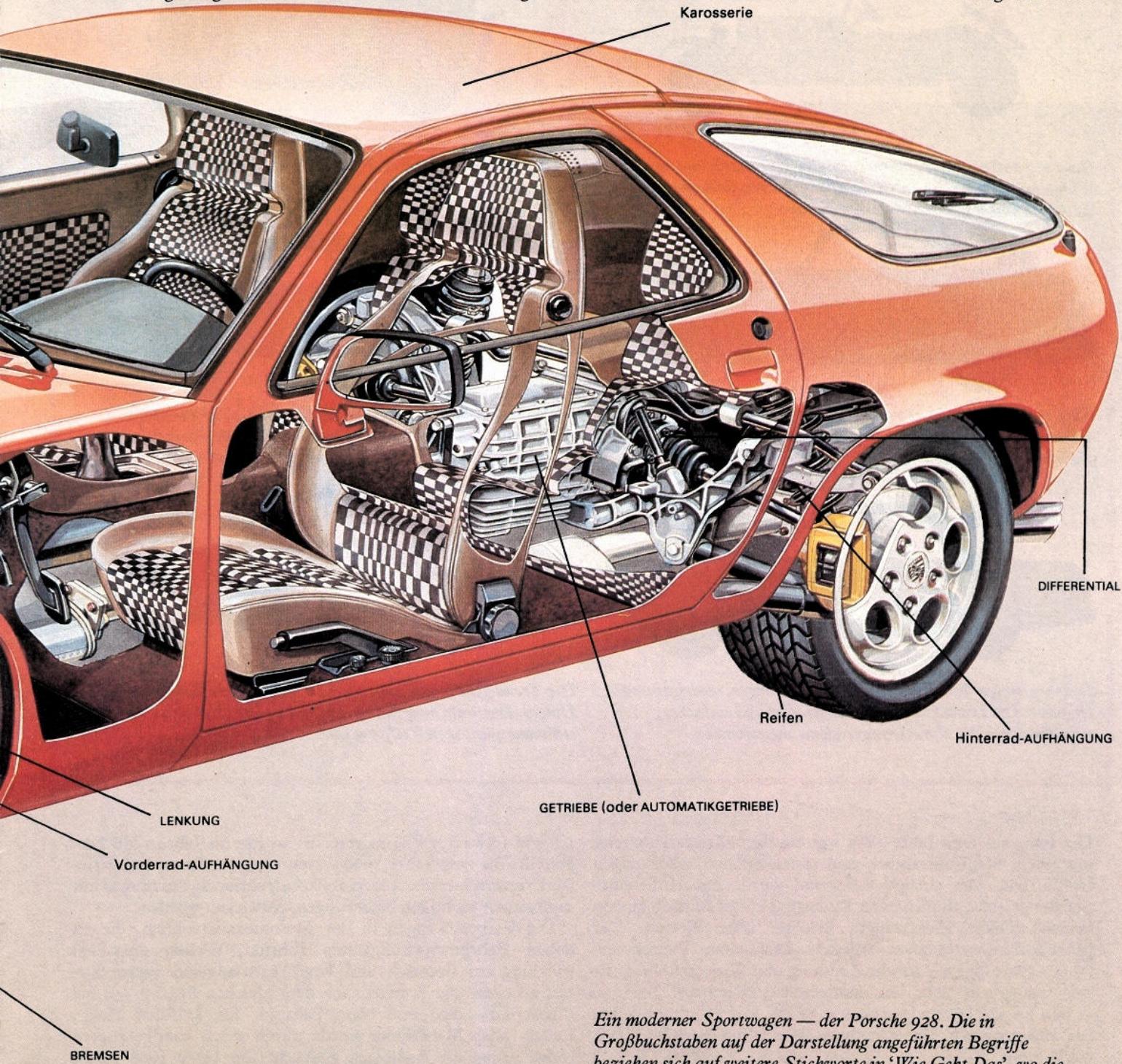
Der Lenkmechanismus (LENKUNG) eines üblichen Fahrzeuges ist ebenfalls vergleichsweise einfach. Mit dem Lenkrad dreht sich ein Mantelrohr, das zum Lenkgetriebe führt. Dort wird die Drehbewegung in eine seitlich wirkende Bewegung umgewandelt. Dabei werden Lenkstangen nach links oder rechts gezogen oder gedrückt; diese wiederum sind mit den einzeln aufgehängten Vorderrädern verbunden. Bei großen

Automobilen kann dieser Vorgang durch eine Servolenkung unterstützt werden.

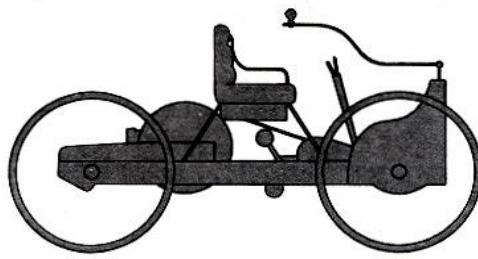
### Geschichtlicher Rückblick

Das Automobil ist nicht die Erfindung eines Einzelnen, sondern es ist das Ergebnis der Arbeit vieler, die entweder unabhängig voneinander oder mit anderen zusammenarbeiteten.

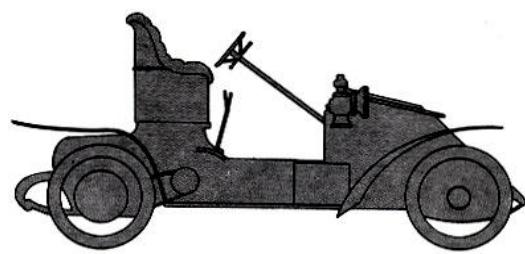
Den ersten brauchbaren Viertakt-Verbrennungsmotor erfand im Jahre 1876 Nikolaus Otto (1832 bis 1891) in Deutschland, nachdem er eine Reihe von Jahren mit Gasmotoren experimentiert hatte. Nach dem Verfahren Ottos arbeitend, stellten Carl Benz (1844 bis 1929) und Gottlieb Daimler (1834 bis 1900) unabhängig voneinander die ersten Fahrzeuge der Welt mit Antrieb durch einen Verbrennungsmotor her.



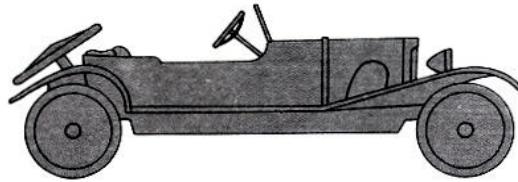
*Ein moderner Sportwagen — der Porsche 928. Die in Großbuchstaben auf der Darstellung angeführten Begriffe beziehen sich auf weitere Stichworte in 'Wie Geht Das', wo die Funktion der einzelnen Teile ausführlicher als hier möglich erklärt wird. Außerdem finden sich dort Abbildungen mit Einzeldarstellungen.*



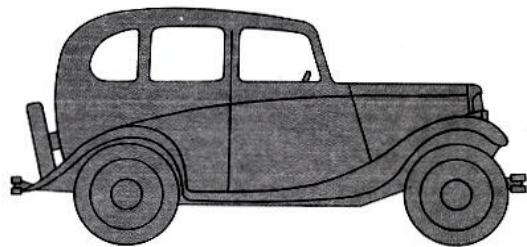
*Vor 1900 wurde die Mechanik der Automobile dort untergebracht, wo sie um einen nackten Plattformrahmen mit hochliegenden Sitzen Platz fand.*



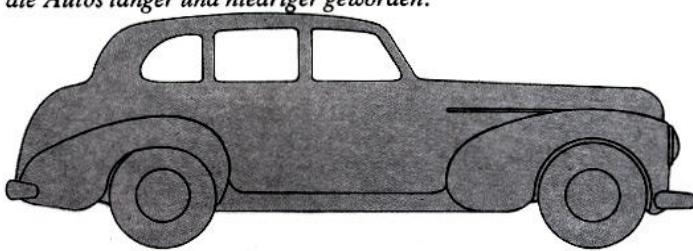
*Um 1910 spielte sich eine Standardanordnung der Mechanik ein: Motor vorn, Sitze in der Mitte, Antrieb hinten.*



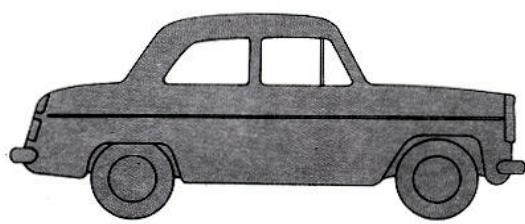
*Um 1920 hatten Autos eine vollständige Karosserie und eine Windschutzscheibe. Im Interesse einer größeren Festigkeit waren die Autos länger und niedriger geworden.*



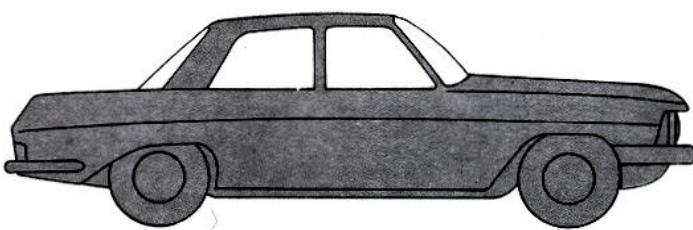
*In den dreißiger Jahren gab es mehr geschlossene Fahrzeuge, die Karosserielinie wurde fließender und schwungvoller.*



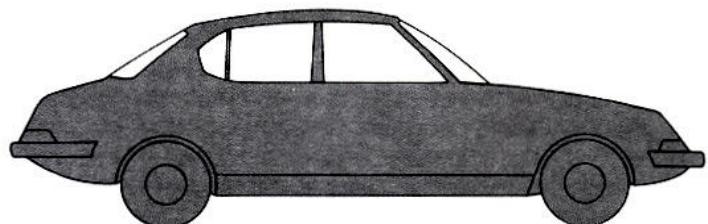
*Kurz vor und nach dem Zweiten Weltkrieg wurden die Autos länger und schwerer. Die Linienführung der Karosserie wurde einfacher und abgerundeter.*



*In den fünfziger Jahren wurde die Karosserie zur Pontonform, ohne hervorstehende Kotflügel, vereinfacht. Die Form der Karosserie war vorzugsweise immer noch gerundet.*



*In den sechziger Jahren wurden die Autos länger, niedriger und schwerer. Die Linienführung wurde straffer und einfacher, manchmal war die Karosserie geradezu abgeschnitten.*



*Der Trend geht in den siebziger Jahren zu einem eher gerundeten Umriß. Das Fahrzeug hat ein hochgezogenes Heck, was zur strömungsgünstigen Keilform führt.*

Der Benz aus dem Jahre 1885 war ein dreirädriges Fahrzeug mit einem Stahlrohrrahmen und einem offenen, zweisitzigen Holzaufbau. Das einzige Vorderrad wurde mit Hilfe eines Stockes gelenkt, ähnlich einer Ruderpinne; der Antrieb zu den beiden großen Hinterrädern erfolgte über Ketten. Der Einzylinder-Benzinmotor arbeitete nach dem Viertaktverfahren, hatte eine elektrische Zündung und Wasserkühlung. Er war waagerecht über der Hinterachse eingebaut. Bei 250 U/min bis 300 U/min leistete er 0,37 kW (0,5 PS) und brachte das Fahrzeug auf eine Geschwindigkeit von etwa 13 km/h bis 16 km/h.

Daimlers Fahrzeug, die erste vierrädrige Konstruktion, war eine umgebauten Kutsche mit einem senkrecht angeordneten Einzylinder-Motor, der bei Drehzahlen bis zu 900 U/min

1,1 kW (etwa 1,5 PS) leistete. Es wurde im Jahre 1886 hergestellt. Bis zum Jahre 1900 waren in den meisten Industrieländern verschiedene Automobilkonstruktionen, zusammen mit zahlreichen wichtigen Neuerungen, entwickelt worden.

Die Verbesserungen in der Motorenkonstruktion, die zu hohen Fahrgeschwindigkeiten führten, trieben die Entwicklung bei Bremsen und Kraftübertragungen voran. Zuerst arbeitete die Bremse nach dem gleichen Prinzip wie bei Pferdefuhrwerken und beim Fahrrad. Ein kräftiger Holz-, Leder- oder Metallklotz wurde durch einen handbetätigten Hebel gegen die Radfelgen gedrückt. Im Jahre 1908 wurde ein Patent auf Bremsbeläge aus ASBEST erteilt, die weit wirksamer als die bis dahin verwendeten Beläge auf Baumwollgrundlage waren. Frederick Lanchester erfand im Jahre



**Oben:** Das Auto als Prestigeobjekt. Unerreicht von anderen Herstellern sind die in dieser Hinsicht führenden Rolls-Royce.

**Rechts:** Der mit einem Zweitaktmotor ausgestattete Wartburg (DDR) bei einer Rallyefahrt.

**Unten:** Der VW-Käfer aus Wolfsburg, das meistgekaufte Auto in der Geschichte des Kraftfahrzeugbaus.



1902 die Scheibenbremse; bereits im folgenden Jahr stellte die Firma Daimler eine Bremsanlage mit Bremsbacken her, die von innen gegen eine Bremstrommel gedrückt wurden.

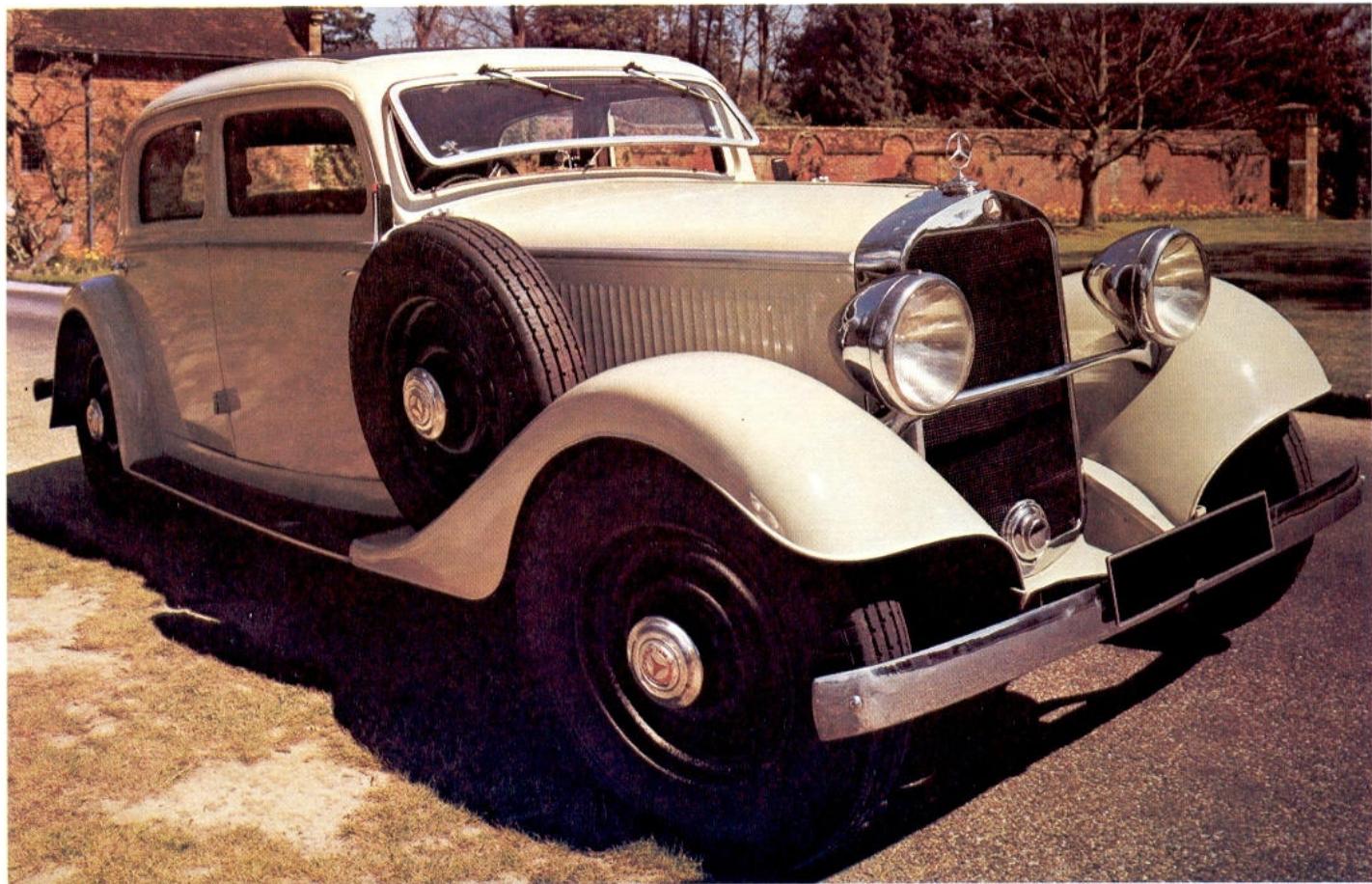
Zu den Neuerungen, die während dieses Zeitraumes in den Vereinigten Staaten von Amerika entstanden, gehören Automatikgetriebe (1904), eine Zündanlage mit Spule und



VERTEILER (1908), der elektrische Anlassermotor, die Lichtmaschine, ein Autotelefon (1911) und die hydraulische Bremsanlage (1920). 1908 rollte der erste Ford Modell T vom Band, und schon 1911 stellte die Firma Ford in Amerika täglich 100 dieser Automobile her. Während der 19 Jahre andauernden Produktionszeit wurden 15 000 000 Exemplare hergestellt.

Im Ersten Weltkrieg wurden erstmalig motorisierte Einheiten eingesetzt; es bestand daher große Nachfrage nach in Massen hergestellten, völlig gleichen Motoren und Einzelteilen. Die Folge davon waren nicht nur verbesserte Herstellungsverfahren, sondern auch zuverlässigere und technisch verbesserte Fahrzeuge.

Durch die Massenfertigung gab es bald eine große Anzahl preisgünstiger, zuverlässiger und bequemer Automobile auf dem Markt, die in den zwanziger Jahren mit ihrer relativen Wirtschaftsblüte leicht Absatz fanden. Es folgte die Einführung von Zubehör wie Rückscheinwerfer, Autoradios,



TONY STONE ASSOCIATES

**Oben:** Der Mercedes 200 aus dem Jahre 1936.

automatische Starthilfen, Heizung, Scheibenwischer und verchromte Zierteile.

In den Vereinigten Staaten von Amerika ging die Entwicklung zu mehr Leistung und größerem Luxus, während die europäischen Hersteller sich auf kleine und preisgünstige Wagen konzentrierten. Beispiele dafür sind der Austin Seven in England und der Fiat 500 (Topolino) in Italien. In Deutsch-

land konstruierte Ferdinand Porsche (1875 bis 1951), von Adolf Hitler gefördert, den KdF-Wagen, der unter der Bezeichnung 'Volkswagen' bekannt wurde. KdF stand für 'Kraft durch Freude'. Die Grundform des Wagens hat sich bis heute nicht geändert. Insgesamt wurden rund 19 Millionen Fahrzeuge dieses Typs gebaut. Damit wurde der VW-'Käfer' zum meistgebauten Automobil der Kraftfahrzeuggeschichte.

**Unten:** Der Nachfolger des 'Käfers', der Golf von Volkswagen.



## Neuere Entwicklungen

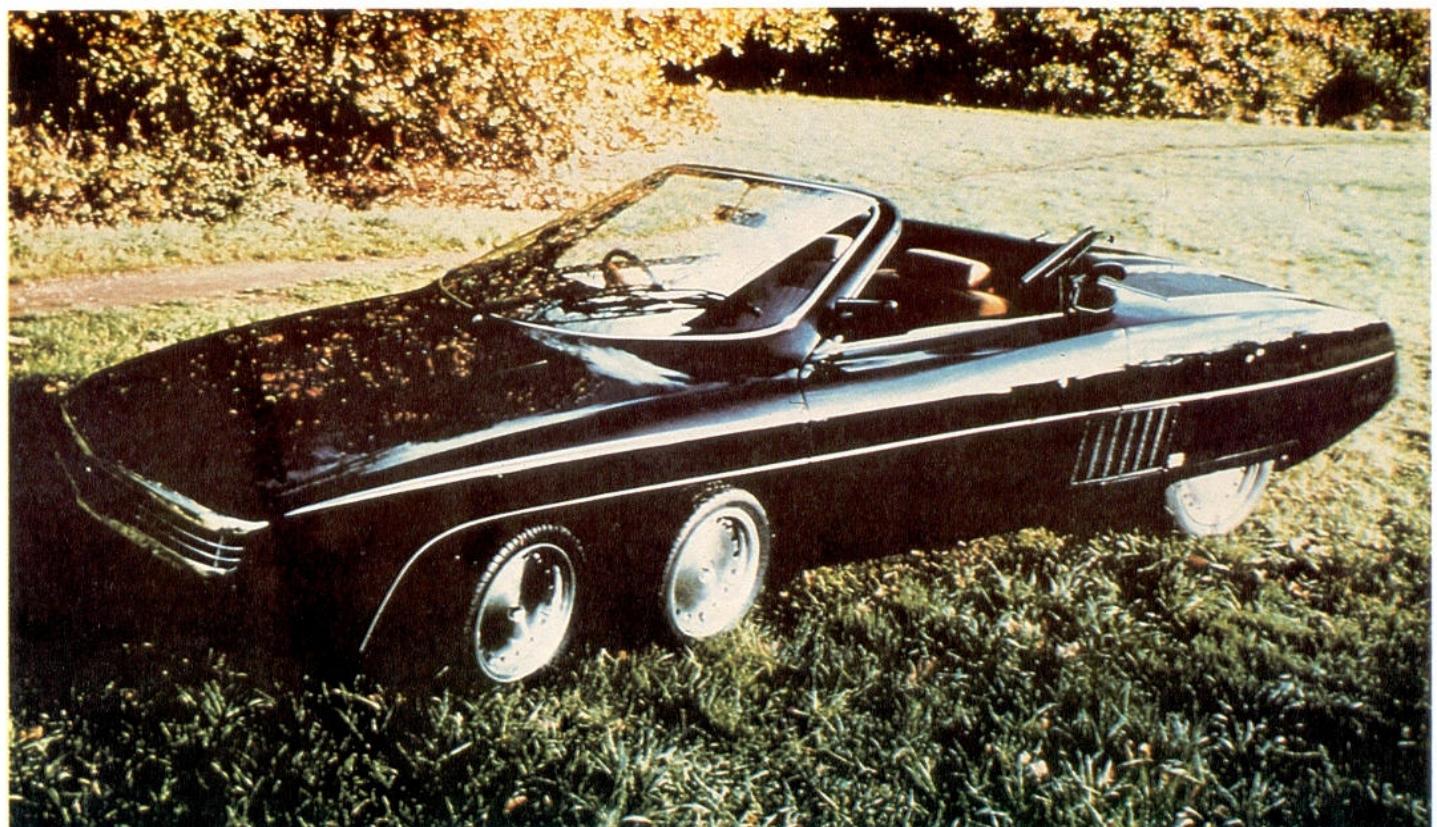
Viele der nach dem Zweiten Weltkrieg eingeführten Modelle verfügten über starke, hochverdichtete Motoren und vordere Einzelradaufhängung; die Karosserien wurden länger, niedriger und ausgefeilter, außerdem ging man zu leichteren Karosserien ohne Fahrgestellrahmen über. Durch die Verwendung von gekrümmtem Glas für Windschutzscheiben und Heckfenster wurde die Sicht des Fahrers wesentlich verbessert. Chrom fand in großem Umfang, bisweilen übermäßig, Verwendung, und das Aussehen eines Fahrzeugs wurde zu einem der Hauptgesichtspunkte in der Automobilherstellung.

Im Jahre 1948 führte die Firma Goodrich in den Vereinigten Staaten den schlauchlosen Luftreifen ein. Servolen-

Was heute bei einem Auto Luxus ist, kann morgen schon zur Grundausstattung gehören. Selbst billige Kleinwagen verfügen heute über Heizung und Belüftung. Automatikgetriebe, Servobremsen, Servolenkung und die elektronische Zündung haben weite Verbreitung gefunden. Der Wettbewerb bei neuen Modellen betrifft haupsächlich Zubehör, Aussehen und Sicherheitsausstattung.

## Ausblick in die Zukunft

Eine der wichtigsten Entwicklungen auf dem Gebiet der Motorenkonstruktion war in der jüngsten Vergangenheit die Erfindung des **WANKELMOTORS**, der statt der herkömmlichen Kolben und der Kurbelwelle eine einfache, dreifach gekrümmte Rotorscheibe hat. Felix Wankel (geb. 1902) stellte



PANTHER

kung, KLIMAANLAGE, Doppelscheinwerfer und um die Karosseriecken herumgezogene Windschutzscheiben fanden sich erstmalig zu Beginn der fünfziger Jahre in den Vereinigten Staaten. GFK (=glasfaserverstärktes Kunstharz), das leicht und korrosionsfrei ist, wurde erstmals für die Karosserie der Chevrolet Corvette des Jahres 1953 verwendet.

Fortschritte auf dem Gebiet der Kraftstofftechnik ermöglichen höhere Verdichtungsverhältnisse bei den Motoren. Hängende Ventile und obenliegende Nockenwellen trugen in Verbindung mit verbesserten Kraftstoffanlagen (dazu gehört auch die von Rudolf Diesel schon Jahrzehnte zuvor erfundene KRAFTSTOFFEINSPRITZUNG) und leistungsfähigeren Zündanlagen zu einer großen Steigerung der Motorleistung im Verhältnis zu einem gegebenen Hubraum (Literleistung) bei. Durch das nunmehr günstigere Leistungsgewicht ließen sich die Beschleunigung und die Höchstleistung der Fahrzeuge jener Zeit verbessern.

Erst mehr als 50 Jahre später, nachdem Lanchester ein Patent auf seine ursprüngliche Scheibenbremsen-Konstruktion erhielt, wurden Scheibenbremsen verwendet. Sie sind weit zuverlässiger gegen Ausfall der Bremswirkung bei hohen Temperaturen als Trommelbremsen. Die Einführung der Gürtelreifen im Jahre 1953 ergab eine weitere Verbesserung der Straßenlage und des Bremsverhaltens.

**Oben:** Eine extravagante Spezialanfertigung der britischen Pantherwerke, die sich den Umbau von Standardfahrzeugen anderer Hersteller, die Reproduktion von 'Oldtimern' und die Konstruktion eigener, sehr eigenwilliger Modelle zur Aufgabe gemacht haben. Das hier abgebildete Cabriolett hat als besonderes Charakteristikum eine doppelte Vorderachse.

im Jahre 1957 den ersten Motor her. Im Jahre 1964 brachte NSU den Wankel-Spider auf den Markt, dem einige Jahre später das Modell Ro 80 folgte. Das Versuchsfahrzeug C 111 von Mercedes-Benz und verschiedene Mazda-Modelle (Japan) hatten ebenfalls Drehkolbenmotoren, die den Vorzug haben, leicht, kompakt und leistungsstark zu sein und seidenweich zu laufen. Einer der frühen Mängel dieses Motors war die relativ geringe Lebensdauer der Dichtleisten, doch wurde diese Schwierigkeit behoben.

Trotz der in den letzten Jahren immer wieder gestiegenen Betriebskosten (Ölkrisen) und der immer größeren Verkehrsichte auf den Straßen haben die Menschen offenbar die Freude am Auto nicht verloren. Es ist sicher, daß es als privates Verkehrsmittel auch in Zukunft eine bedeutende Rolle spielen wird.

## AUTOZERKLEINERUNG

Ist Ihr neues Auto wirklich neu? Möglicherweise besteht die Karosserie aus Metall, das von verschiedenen Autos wiedergewonnen wurde.

Autos wären sehr viel teurer, wenn die Stahlwerke Altmaterial nicht wieder aufbereiten würden. Schrotthändler verdienen viel, indem sie Teile alter oder beschädigter Fahrzeuge an Stahlwerke verkaufen. Wenn ein Schrottfahrzeug zusammengepreßt wird, steigt sein Wert bis auf das Siebenfache.

Durch die größere Dichte bekommt das Fahrzeug ein Format, das in die Einfüllöffnung eines Schmelzofens paßt, in dem es wiederaufbereitet wird. Heute kann eine große Ballenpreßmaschine drei Personenwagen in nur einer Minute zu einem Paket von 1 t Masse pressen! Es gibt Maschinen, die so groß sind, daß sie einen Eisenbahnwaggon zusammenpressen können.

Es gibt drei Arten, wie die zum Einschmelzen bestimmten Karosserien von ausgemusterten Fahrzeugen zu Schrott verarbeitet werden können: durch Zusammenpressen in Paketform, durch Trennschneiden und durch Zerkleinerung.

### Zerkleinerung in der Shredder-Anlage

Dies ist das fortschrittlichste Verfahren zum Verschrotten von Pkw-Karosserien. Die Fahrzeuge gelangen über eine Fördereinrichtung mit einer Geschwindigkeit von zwei Stück pro Minute in eine Zerkleinerungsanlage. In ihr treiben große Elektromotoren mit Leistungen zwischen 300 kW (etwa 4100 PS) und 6000 kW (etwa 8200 PS) Schlaghämmere an. Diese Hämmere schlagen die Karosserie gegen einen ortsfesten Amboß. Das Fahrzeug wird in faustgroße Stücke zerkleinert, die ein Rüttelförderer nach Größe sortiert. Ein Elektro-Rundmagnet entfernt Eisenmetall aus der Masse, das dann über einen Schrägförderer in einen gasbefeuerten Rundofen gelangt. In diesen Stücken enthaltene Spuren nichtmetallischen Materials werden im Ofen verbrannt. Auf



Diese Auto-Zerkleinerungsanlage hat den Spitznamen *Goldfinger*, weil dieses Modell in dem James Bond Film *'Goldfinger'* verwendet wurde. Die Goldfinger-Maschine kann bis zu 18 Autos pro Stunde verarbeiten. Die zusammengepreßten Autos werden dann an Stahlwerke verkauft.

Schon seit Beginn der Kraftfahrzeugindustrie wurden Altfahrzeuge wiederaufbereitet. Dies geschah zuerst in handbetriebenen Pressen. Mit der Einführung hydraulischer Pressen steigerten sich Geschwindigkeit und Druck.

Damit keine Explosionen auftreten können, muß vor dem Pressen der Kraftstofftank des Fahrzeugs ausgebaut werden. Ebenso werden Batterien, Kühler, Räder, Reifen, Motoren und Getriebe wegen ihres Handelswertes ausgebaut.

der Ausgangsseite des Verbrennungsofens transportiert ein weiterer Rundmagnet den Eisenschrott zu einer zweiten Fördereinrichtung. Nichteisenthalte Metalle und sonstiges Material fallen auf eine dritte Fördereinrichtung und werden an weitere Verarbeitungsstellen transportiert.

Staub und sonstige kleine Partikel werden in allen Stadien des Vorgangs über kräftige Absaugvorrichtungen abgesogen. Sie enthalten Filter, mit deren Hilfe der schwere Staub von leichten Verunreinigungen getrennt wird. Letztere bilden, mit Wasser vermischt, einen leicht zu beseitigenden Schlamm.

Zwischen 10% und 15% des Gesamtgewichts der in die Anlage gebrachten Karosserien kommt in Form von Schmutz, Glasscherben und nichteisenthaltem Metall heraus. Bei einer großen Anlage — sie kann täglich 1000 t Material verarbeiten — fällt über 10% unverwertbarer Abfall an.

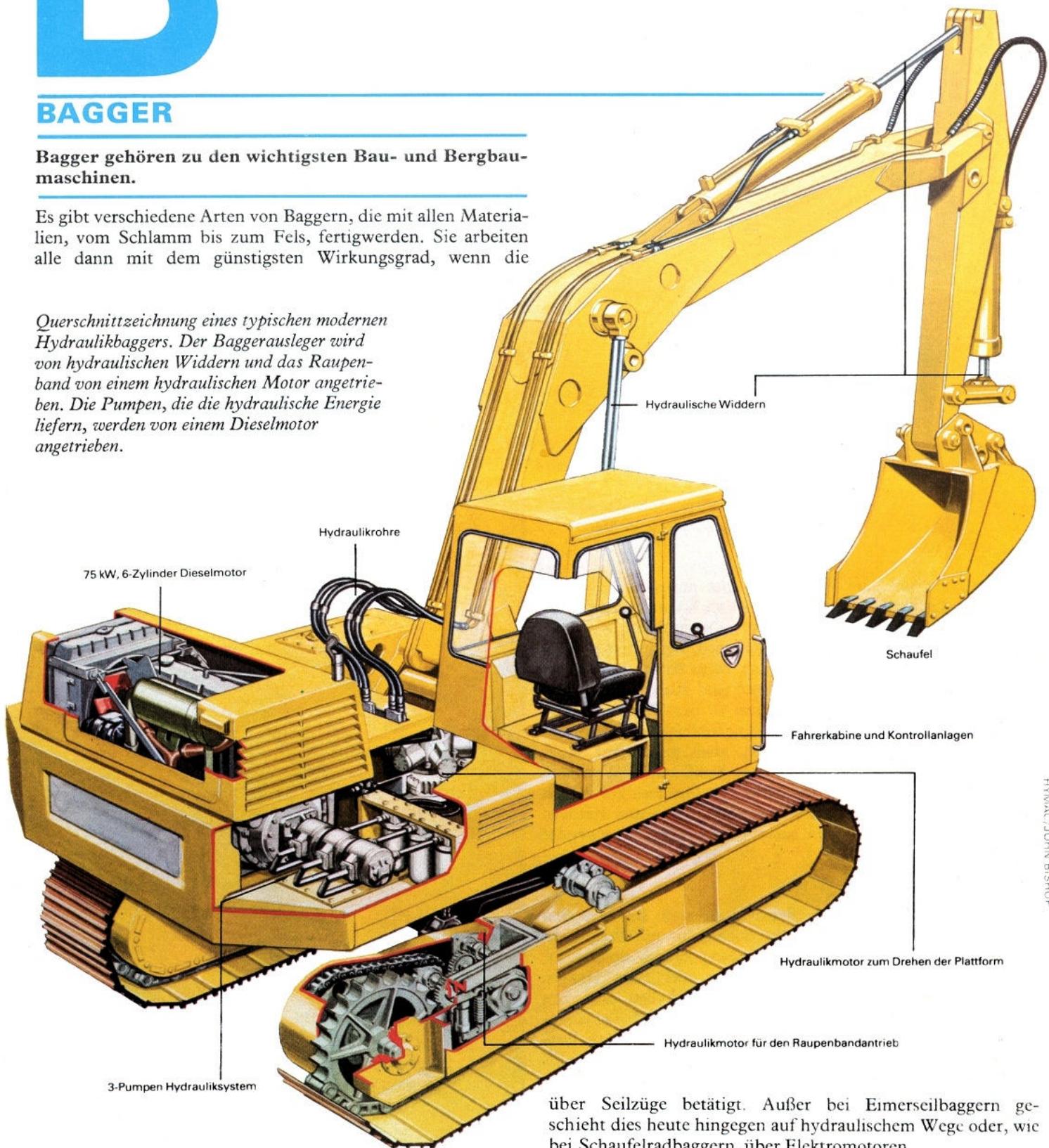
# B

## BAGGER

Bagger gehören zu den wichtigsten Bau- und Bergbaumaschinen.

Es gibt verschiedene Arten von Baggern, die mit allen Materialien, vom Schlamm bis zum Fels, fertigwerden. Sie arbeiten alle dann mit dem günstigsten Wirkungsgrad, wenn die

*Querschnittzeichnung eines typischen modernen Hydraulikbaggers. Der Baggerausleger wird von hydraulischen Widdern und das Raupenband von einem hydraulischen Motor angetrieben. Die Pumpen, die die hydraulische Energie liefern, werden von einem Dieselmotor angetrieben.*



Konsistenz des Aushubs (das von ihnen geförderte Material) es gestattet, den Greifer, Eimer oder Kübel bei jedem Arbeitsablauf vollständig zu füllen.

Bei frühen Ausführungen wurden Ausleger und Greifer

über Seilzüge betätigt. Außer bei Eimerseilbaggern geschieht dies heute hingegen auf hydraulischem Wege oder, wie bei Schaufelradbaggern, über Elektromotoren.

### Eimerseilbagger

Eimerseilbagger arbeiten ähnlich wie Kräne und laufen gewöhnlich auf Gleisketten. Der Eimer hängt an Seilzügen vom Ausleger herab. Das Zugseil ist am Eimer oder Kübel



**Oben:** Dieses riesige Schaufelrad hat einen Durchmesser von 21,6 Metern.

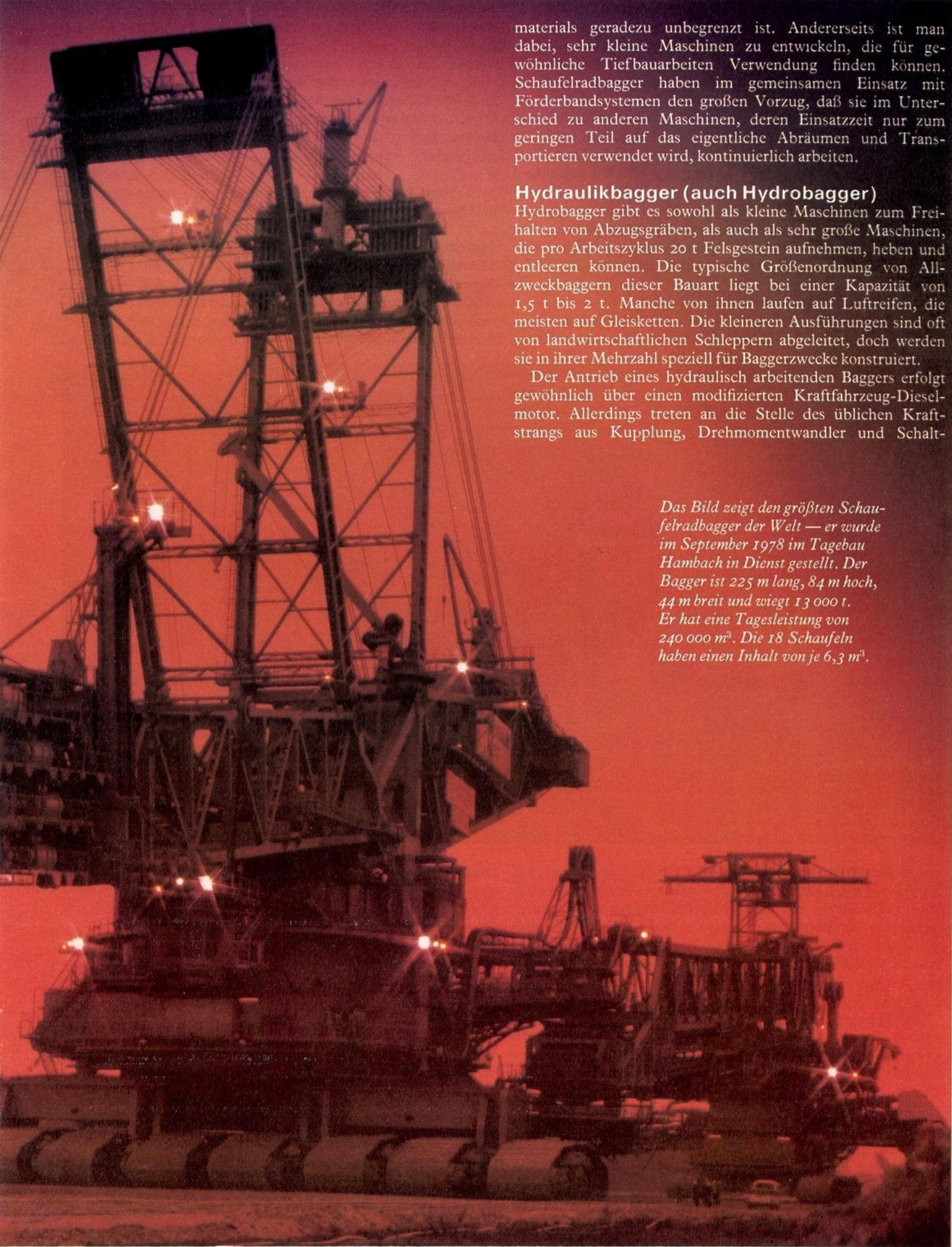
befestigt und um eine Windentrommel unten am Ausleger gewickelt. Im Betrieb wird der Kübel nach vorne zum Boden hin geschwungen. Er füllt sich durch Zug am Seil, womit er über den Boden zum Bagger gezogen wird. Besonders günstig ist der Einsatz von Eimerseilbaggern beim Ausbaggern unter Wasser und bei der Arbeit mit Sand und Kies. Ein weiterer wichtiger Einsatzort dieser Baggerart ist der Tagebau. Beim Abbruch von Gebäuden werden Eimerseilbagger häufig zum Beseitigen des Schutts eingesetzt, aber auch, mit einer Stahlkugel an Stelle des Eimers, zum Abriß selbst. Weiterhin können sie mit Zweischalengreifern oder Greifern zur Arbeit an beengten Stellen und außerdem zum Heben und Fördern von Material und Bauteilen anstelle von Kranen verwendet werden.

### Schaufelradbagger

Schaufelradbagger sind so konstruiert, daß sie mit den Schneidkanten einer Anzahl von Schaufeln, mit denen ein sich drehendes Rad um seinen Umfang herum besetzt ist, Abraum von der Seite einer Böschung oder eines Hanges abtragen können. Der Radausleger lässt sich heben, absenken und schwenken. An seiner Spitze ist das Schaufelrad angebracht. Durch die Beweglichkeit des Auslegers ist ein fortlaufendes Abtragen von Abraum möglich. Der Aushub wird durch die Kübel selbsttätig entleert, wenn sie nach Überschreiten des Rotationshöhepunktes kippen; er fällt auf ein System aus Transportbändern, das ihn entweder auf eine Abraumhalde oder zu einem Transportmittel wie Schiff oder Eisenbahnwaggon fördert.

Die meisten Schaufelradbagger sind ungeheuer groß; einige von ihnen gehören zu den größten selbstfahrenden Landfahrzeugen. Sie haben ihren festen Platz im Braunkohlentagebau, wo die Menge des abzutragenden Deck-





materials geradezu unbegrenzt ist. Andererseits ist man dabei, sehr kleine Maschinen zu entwickeln, die für gewöhnliche Tiefbauerbeiten Verwendung finden können. Schaufelradbagger haben im gemeinsamen Einsatz mit Förderbandsystemen den großen Vorteil, daß sie im Unterschied zu anderen Maschinen, deren Einsatzzeit nur zum geringen Teil auf das eigentliche Abräumen und Transportieren verwendet wird, kontinuierlich arbeiten.

### Hydraulikbagger (auch Hydrobagger)

Hydrobagger gibt es sowohl als kleine Maschinen zum Freihalten von Abzugsgräben, als auch als sehr große Maschinen, die pro Arbeitszyklus 20 t Felsgestein aufnehmen, heben und entleeren können. Die typische Größenordnung von Allzweckbaggern dieser Bauart liegt bei einer Kapazität von 1,5 t bis 2 t. Manche von ihnen laufen auf Luftreifen, die meisten auf Gleisketten. Die kleineren Ausführungen sind oft von landwirtschaftlichen Schleppern abgeleitet, doch werden sie in ihrer Mehrzahl speziell für Baggerzwecke konstruiert.

Der Antrieb eines hydraulisch arbeitenden Baggers erfolgt gewöhnlich über einen modifizierten Kraftfahrzeug-Dieselmotor. Allerdings treten an die Stelle des üblichen Kraftstrangs aus Kupplung, Drehmomentwandler und Schalt-

*Das Bild zeigt den größten Schaufelradbagger der Welt — er wurde im September 1978 im Tagebau Hambach in Dienst gestellt. Der Bagger ist 225 m lang, 84 m hoch, 44 m breit und wiegt 13 000 t. Er hat eine Tagesleistung von 240 000 m<sup>3</sup>. Die 18 Schaufeln haben einen Inhalt von je 6,3 m<sup>3</sup>.*

getriebe Hochdruck-Hydraulikpumpen. Der Ausleger wird über doppelt wirkende Arbeitszylinder und Kolbenstangen betätigt; Hydraulikmotoren liefern den Antrieb für die Schwenkbewegungen und die Gleisketten. Auf Rädern laufende Bagger haben für den Fahrbetrieb im allgemeinen einen Antrieb mit mehreren Gangstufen.

Ventile in den Ölleitungen, die von den Pumpen zu den Arbeitszylindern führen, steuern die Hydraulikanlage. Sie werden vom Fahrer über Handhebel und Pedale in der Kabine betätigt. Größere Maschinen verfügen gewöhnlich über Servoeinrichtungen, mit deren Hilfe der vom Fahrer für die Betätigung der Bedienungseinrichtungen aufzubringende Kraftaufwand gering gehalten wird. Die Öldrücke im Hydrauliksystem sind je nach Bauart unterschiedlich hoch; im Normalfall liegen sie zwischen 100 bar und 350 bar.

### Arten von Hydrobaggern

Allen Hydrobaggern gemeinsam ist ein kräftiger Ausleger mit drei oder mehr beweglichen Gelenken. Er trägt die Grab-

gelöste Erde aufnehmen kann. Anschließend wird der Aushub durch Heben des Auslegers, der über den Drehkranz von der Aushubstelle weggedreht wird, an die Abladestelle gefördert, wo der Kübel durch Kippen entleert wird.

Zu den zahlreichen verfügbaren Anbaugeräten, mit deren Hilfe die Maschine vielfältiger einsetzbar ist, gehören Spezialkübel für Materialien hoher und geringer Dichte, solche zum Grabenräumen und Unkrautschneiden, Reißzähne für das Aufbrechen von Schichtgestein und Straßendecken, Zweischalengreifer zum Abteufen von runden und viereckigen Schächten sowie Auslegerverlängerungen, Elektromagnete und Spezialgreifer für die Arbeit mit Metallschrott.

### Hochbagger

Die wichtigste Sonderform des Hydrobaggers ist der Hochbagger. Bei ihm wird die Grabtätigkeit umgekehrt, so daß der Kübel nicht durch Zurückziehen, sondern durch Vorschieben gefüllt wird. Das läßt sich durch Änderung der üblichen Auslegeranordnung erreichen; bei den meisten Maschinen



und Schürfgeräte. Unabhängig davon, ob die Hydrobagger auf Rädern oder Gleisketten laufen, ist dieser Ausleger bei allen Baggerarten (außer den von Schleppern abgeleiteten Baggern) zusammen mit der Fahrerkabine, dem Motor und den Zusatzaggregaten auf einem Drehkranz angebracht. Dieser Drehkranz sitzt auf einem Untergestell, das die Räder oder Gleisketten trägt. Der Ausleger ist bei allen modernen Ausführungen kontinuierlich in beide Richtungen schwenkbar.

Bei Baggern, die aus Schleppern abgeleitet sind, befinden sich Grab- und Schürfzeug am Fahrzeugheck. Bei einer weitverbreiteten Anbauversion ist das Unterteil des Auslegers seitwärts beweglich, so daß die Maschine auch unter beengten Raumverhältnissen arbeiten kann, obwohl der Ausleger nur um etwa 180° schwenkbar ist. Diese Art Bagger trägt gewöhnlich am vorderen Ende eine hydraulisch betätigtes Ladeschaufel.

Ursprünglich hatte man Hydrobagger vor allem zum Ausheben von Gräben konstruiert. In dieser Ausführung sind sie als Löffeltiefbagger bekannt. Diese Baggerart drückt den Kübel ins Erdreich und schwenkt ihn dann mit Hilfe der Kolbenstangen so, daß er die durch seine Schneidkante

Dieser Hydraulikbagger ist zur Förderung von Erzgestein in einer Kupfermine in Chile eingesetzt. Er arbeitet 16 Stunden am Tag und erreicht eine stündliche Ladeleistung von 1 200 Tonnen.

wird jedoch ein Hochbaggerausleger verwendet, der sich im ganzen gegen den Löffeltiefbagger-Ausleger austauschen läßt. Hochbagger werden bei schwerer Aushubarbeit, bei der hohe Gewichte zu fördern sind, wie beispielsweise im Tagebau und in Steinbrüchen, eingesetzt.

Der Löffeltiefbagger ist stets auf die größtmögliche Reichweite, Grabtiefe und Abladehöhe ausgelegt, die ohne Beeinträchtigung der Standfestigkeit erzielbar sind. Räderbagger benutzen häufig hydraulisch betätigtes Stützausleger, die die Maschine in abfallendem oder unebenem Gelände halten sollen. Hochbagger hingegen stehen dicht an der Arbeitsfläche und können selten unterhalb der Standebene abbauen. Eine typische Situation sieht zum Beispiel so aus, daß ein Hochbagger Material von einer Steinbruch-Abbaufläche aufnimmt, es in einem Viertelkreis schwenkt und in einen Lkw entleert.

## BALLONS UND LUFTSCHIFFE

Ein Flugzeug, das schwerer als Luft ist, wird von seinen aerodynamisch geformten Flügeln getragen. Gasgefüllte oder heißluftbetriebene Ballons und Luftschiffe sind leichter als Luft. Mit Ballons unterahm man zum ersten Mal Flüge über weitere Strecken. Sie werden auch heute noch — beispielsweise zu Werbezwecken — eingesetzt.



Werbepolat der Deutschen Zeppelin-Reederei 1936.

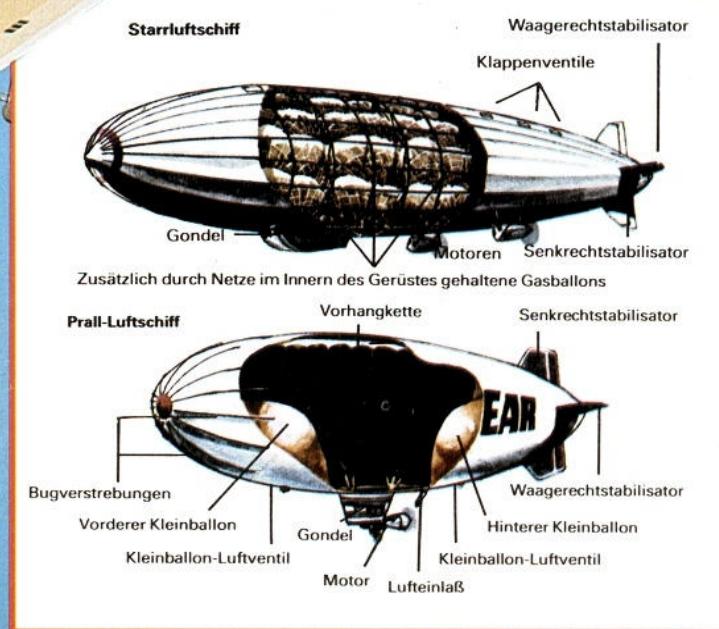
Ein Ballon schwebt in gleicher Weise in der Luft, wie ein Schiff auf dem Wasser schwimmt. Das zugrundeliegende Prinzip entdeckte als erster Archimedes (285 bis 212 v. Chr.) im 3. Jahrhundert v. Chr. Dieses archimedische Prinzip besagt, daß das Gewicht eines ganz oder teilweise in Flüssigkeit und Gas getauchten Körpers um den Betrag abnimmt, der dem Gewicht des verdrängten Stoffes entspricht. Dieser Gewichtsverlust äußert sich als Auftrieb, den der Stoff auf den Körper ausübt.

Ein Ballon, der eine mit einem Gas, das leichter als Luft ist, gefüllte Blase darstellt, steigt nach oben. Zu den Gasen, die leichter als Luft und daher zum Füllen eines Ballons geeignet sind, gehören die Elemente Wasserstoff und Helium sowie erhitze, normale Luft. Kalte Luft ist 14mal schwerer als



Wasserstoff. Daher verdrängt 1 kg Wasserstoff etwa 14 kg Luft, d.h. es entsteht eine Schubkraft von 13 kg.

Ein Ballon steigt, wenn das Gewicht der von der mit Gas gefüllten Hülle verdrängten Luft größer ist als das Gesamtgewicht von Hülle, Füllgas, Zubehör und Besatzung. Sind diese beiden Gewichte gleich, bleibt der Ballon auf gleicher



Bauprinzip der beiden wichtigsten Luftschiffarten.

Höhe; ist der Ballon schwerer als die verdrängte Luft, sinkt er.

### Ballons

Gasballons sind meist mit dem sehr leichten Wasserstoff gefüllt, der jedoch aufgrund seiner hohen Brennbarkeit mit großer Vorsicht behandelt werden muß. Moderne Ballons haben kugelförmige Hüllen aus einem mit Gummi oder Neopren behandelten Gewebe. Die Hülle wird von einem Netz umschlossen, an dem unter der Hülle der Korb hängt, der den Korb für die Besatzung und die Ausrüstung trägt.

Einen Gasballon bringt man durch Verringerung seines Gewichtes zum Steigen. Dies geschieht durch Abwerfen von

IN 2 TAGEN ÜBER DEN OZEAN  
DEUTSCHE ZEPPELIN-REEDEREI

Ballast, meist in Form von Sandsäcken. Da einem Ballon kein Gewicht mehr zugeführt werden kann, sobald er vom Boden abgehoben hat, muß man Gas ablassen, um ihn zum Sinken zu bringen. Dazu dient ein kleines, oben in der Hülle befindliches Ventil, das man durch eine bis in den Korb herabhängende Reißleine bedient.

Die steigende Beliebtheit des Ballonsports ist im wesentlichen auf die Entwicklung des modernen Heißluftballons zurückzuführen. Er ist billiger und sicherer als der Gasballon.

Die Hülle ist an der Spitze breit und verjüngt sich kegelförmig nach unten. Sie besteht in der Regel aus einem nylonartigen Material. Eingenähte Nylonstreifen tragen Brenner und Korb. Heute verwendet man meist Propangas. Die heiße Luft wird durch eine Öffnung unten an der Hülle geblasen.

Man bringt den Ballon zum Steigen, indem man den Brenner aufdreht — die Luft wird erhitzt — und zum Sinken, indem man den Brenner abschaltet — die Luft in der Hülle kühlte sich ab. Heißluft bringt den Ballon zum Steigen, weil sich die Luft ausdehnt, wenn sie erhitzt wird. Die heiße Luft im Inneren des Ballons wiegt weniger als die kalte Luft, die sie verdrängt hat. Die Wirkung ist die gleiche wie bei einer Ballonfüllung mit einem leichten Gas; jedoch ist der mit Heißluft erzeugte Auftrieb geringer als der mit Gas.

Der erste Flug eines bemannten Ballons fand im Jahre 1783 in Paris statt. Zwei Franzosen überflogen die Seine mit einem Heißluftballon in einer Höhe von etwa 300 m. Sie landeten nach 25 Minuten und hatten 8 km zurückgelegt. Fast 200 Jahre später, im August 1978, überquerten drei Amerikaner den Atlantik mit einem Heliumballon, 'Double Eagle II'. Ihre über 5 500 km lange Reise dauerte sechs Tage.

### Luftschiffe

Es gibt — bzw. gab — drei Arten von Luftschiffen: starre, halbstarre und Prall-Luftschiffe. Letztere bestehen im wesentlichen aus einer länglichen Hülle, an der die mit Propellern versehenen Motoren und die Gondel für die Besatzung hängen. Ihre Form behalten die Prall-Luftschiffe hauptsächlich durch den im Inneren herrschenden Gasdruck. Die Steuerflächen, wie beispielsweise Ruder und Höhensteuer, sind am hinteren Teil der Hülle oder an der Gondel angebracht.

Die frühesten Luftschiffe boten der Besatzung, ebenso wie die ersten Flugzeuge, keinen Schutz gegen Wind und Wetter; später war die Gondel für die Besatzung wie eine Flugzeugkabine ganz geschlossen.

Die Starrluftschiffe waren ähnlich gebaut, jedoch befanden sich hier mehrere durch Netze gehaltene Gasballons in einem Innengerüst aus Leichtmetall, das mit Baumwollstoff überzogen war. Die Gasballons waren innen mit einem 'Goldschlägerhaut' genannten Material ausgekleidet. Es wurde aus den Dickdärmen von Rindern hergestellt und erhielt seinen Namen, weil es zum Austreiben von Blattgold verwendet wird. Fast alle Luftschiffe waren trotz der leichten Brennbarkeit mit Wasserstoff gefüllt, weil Helium ein unbrennbares Edelgas, teuer und selten ist. Der wichtigste Heliumlieferant der Welt, die USA, beschloß nach dem Ersten Weltkrieg, für Luftschiffe ausschließlich Helium zu verwenden und verbot die Ausfuhr. Die großen deutschen und britischen Luftschiffe waren daher auf Wasserstoff als Füllung angewiesen.

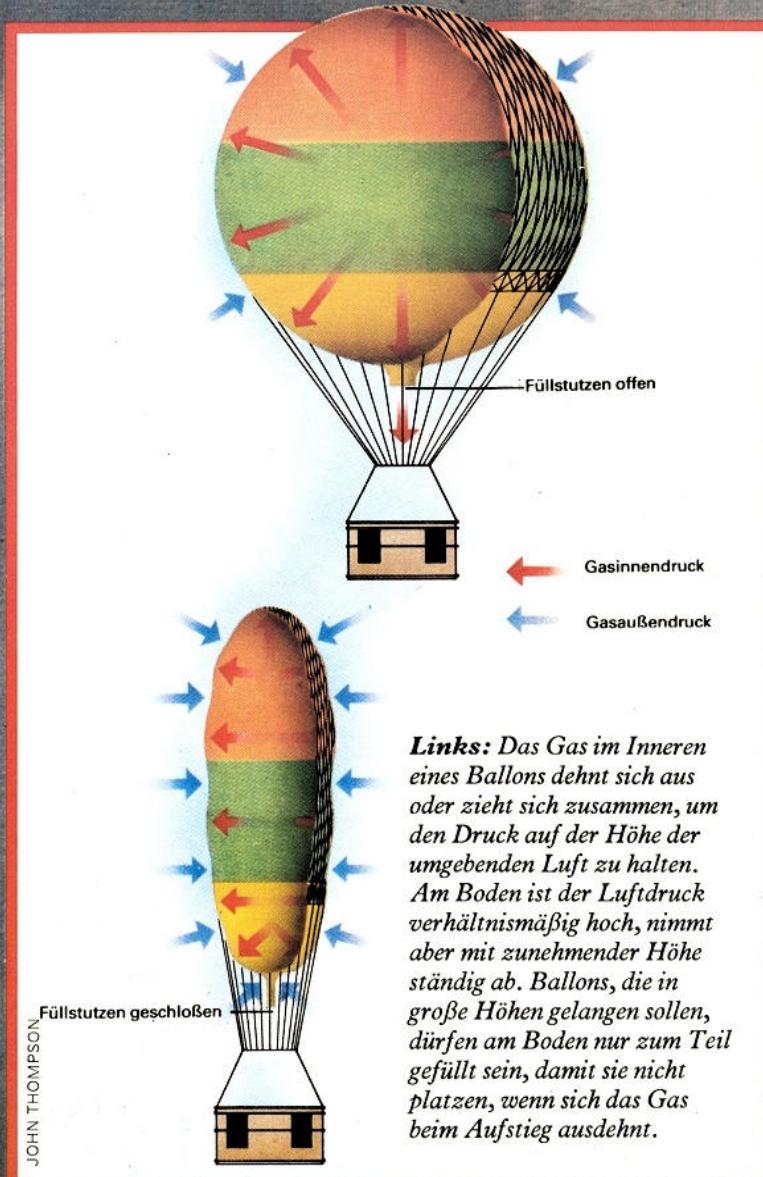
Auf- und Abstieg wurden bei den frühen Luftschiffen wie beim Freiballon gesteuert, nämlich durch Abwerfen von Wasserballast für den Aufstieg und durch Ablassen von Gas für den Abstieg. Dieses Verfahren wurde später durch Kleinballons — dies sind zusammenfaltbare Hüllen im Inneren des Prall-Luftschiffes oder innerhalb des Gerüstes des Starrluftschiffes — vervollkommen. Man pumpte Luft in diese Kleinballons, wodurch das Gasvolumen in der Hülle verringert wurde; das Gewicht stieg, und der Auftrieb nahm ab.

Die Entwicklung des Starrluftschiffes war im wesentlichen das Werk des deutschen Grafen Ferdinand von Zeppelin (1838 bis 1917), dessen erstes Luftschiff am 2. Juli 1900 vom Bodensee aufstieg. Im Ersten Weltkrieg entwickelte sich der Bau von Starrluftschiffen schnell, besonders in Deutschland; nach dem Kriege wendeten sich die Konstrukteure dem Bau von riesigen Langstrecken-Luftschiffen zu. Viele wurden in der Absicht gebaut, interkontinentale Linienflüge durchzuführen, aber die Entwicklung der Verkehrsflugzeuge und mehrere tragische Unglücke, darunter die Katastrophe der 'Hindenburg', setzten der Luftschiffahrt in den dreißiger Jahren ein Ende.

In einigen Ländern baute man für militärische Zwecke wie Seeaufklärung u.ä. weiterhin Kleinluftschiffe, und zwar überwiegend nichtstarre, auch 'Blimp' genannte Luftschiffe. Seit kurzem ist das Interesse an Luftschiffen im Hinblick auf die Frachtbeförderung wiedererwacht.

Es sind nur noch sehr wenige Luftschiffe vorhanden, im wesentlichen Blimps. Neukonstruktionen von Starrluftschiffen, die mit Helium gefüllt sind, sehen die Beförderung von Fracht und sogar von Passagieren vor.

Die Verwendung moderner Legierungen und Kunststoffe sowie eine gute aerodynamische Leistung machen die modernen Luftschiffe im Vergleich zu ihren Vorgängern schneller, sicherer und zuverlässiger; die Beförderung auch größerer Nutzlasten ist möglich.



**Links:** Das Gas im Inneren eines Ballons dehnt sich aus oder zieht sich zusammen, um den Druck auf der Höhe der umgebenden Luft zu halten. Am Boden ist der Luftdruck verhältnismäßig hoch, nimmt aber mit zunehmender Höhe ständig ab. Ballons, die in große Höhen gelangen sollen, dürfen am Boden nur zum Teil gefüllt sein, damit sie nicht platzen, wenn sich das Gas beim Aufstieg ausdehnt.



Das Ballonfliegen ist heute ein beliebter Sport. Er wird zumeist mit Heißluftballons betrieben, die billiger sind als Gasballons.

## BAROMETER

**Das Barometer hilft bei der Wettervorhersage, indem es die Veränderungen des atmosphärischen Luftdrucks mißt. Die beiden Haupttypen von Barometern sind das Quecksilber- und das Aneroidbarometer.**

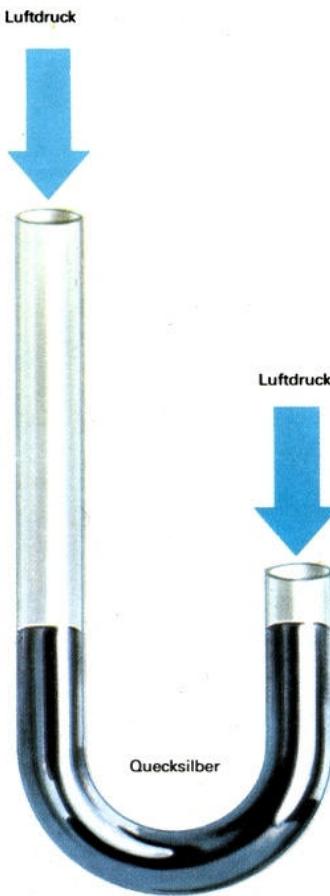
### Quecksilberbarometer

Grundsätzlich kommt es bei einem Quecksilberbarometer zu einem Gleichgewichtszustand zwischen Luftdruck und der Höhe einer Quecksilbersäule in einem Glasrohr. Steigt der Luftdruck, steigt auch das Quecksilber in dem Glasrohr so lange, bis eine neue ausgeglichene Höhe zustande gekommen ist. Sehr genaue Quecksilberbarometer werden in Laboratorien verwendet, in denen die Forscher genaue Angaben über den Luftdruck benötigen. In der Meteorologie werden viele dieser Instrumente über große Gebiete wie z.B. den europäischen Kontinent verteilt, um Wetterveränderungen kar-

#### **Das Prinzip des Quecksilberbarometers.**

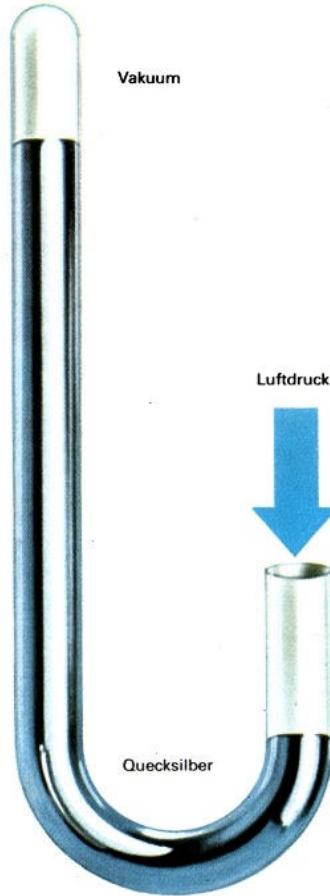
**Abb.1:** Beide Enden des Glasrohres liegen frei und der Luftdruck ist auf beiden Seiten gleich stark.

Abb. 1



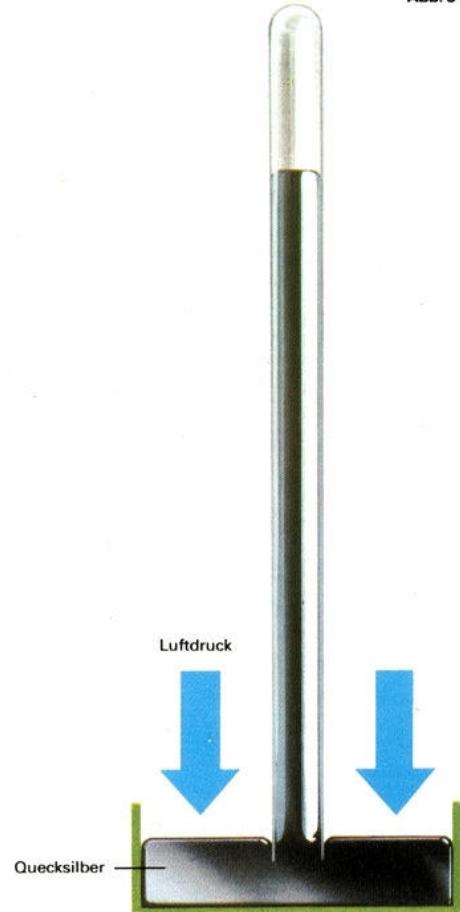
**Abb.2:** Ein Ende des Glasrohres ist geschlossen und enthält ein Vakuum. Der Luftdruck beeinflußt nur die rechte Seite des Rohres.

Abb. 2



**Abb.3:** Das offene Ende des Glasrohres ist durch eine flache Schale und das geschlossene Ende durch ein einziges, umgekehrte aufgestelltes Glasrohr ersetzt worden.

Abb. 3



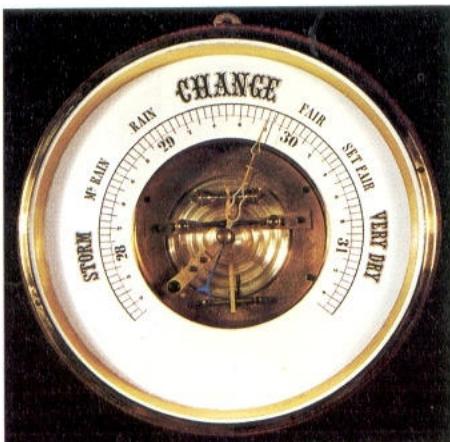
tographisch darstellen zu können. Bei den Barometern, die in Privathaushalten verwendet werden, schwimmt ein Gewicht auf dem freiliegenden Ende. Das Gewicht steigt und fällt mit dem Quecksilber und beeinflußt die Bewegungen eines Zeigers.

Im allgemeinen bedeutet Hochdruck Schönwetter, kann aber im Sommer auch stürmisches Wetter anzeigen. Tiefdruck bedeutet im allgemeinen bewölktes und regnerisches Wetter. Der Trend ist jedoch wichtiger als das, was gerade

angezeigt wird. Nützlicher sind daher verstellbare Zeiger, die auf den heutigen Stand eingestellt und mit dem neuen Stand des nächsten Tages verglichen werden können.

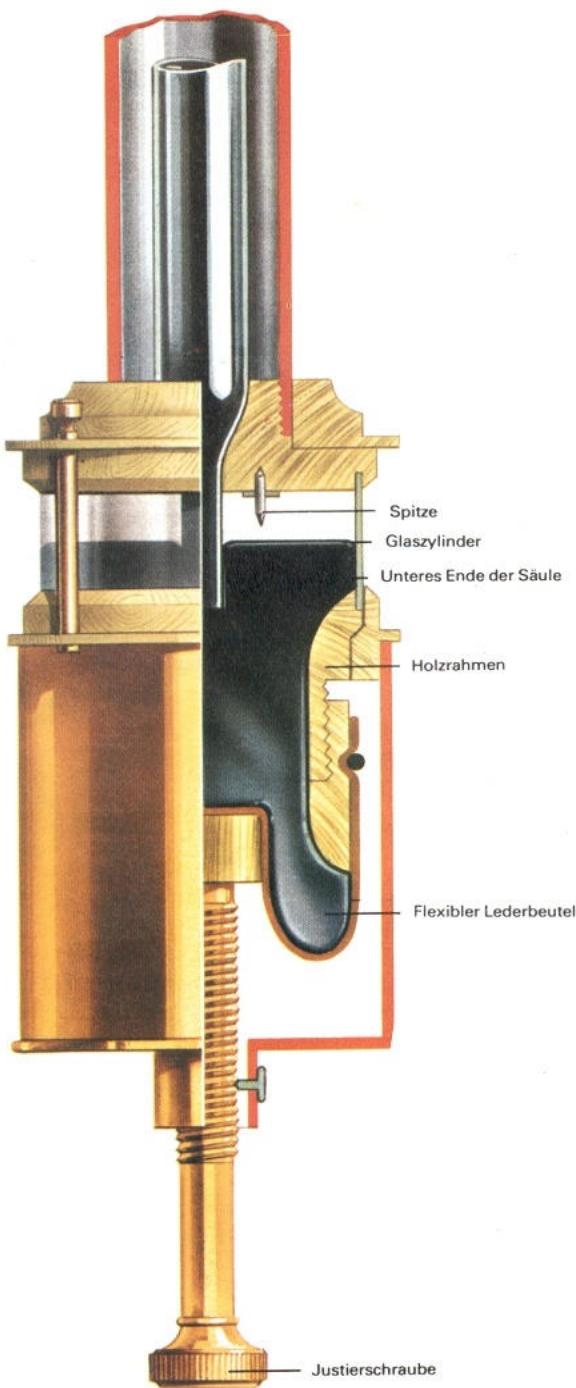
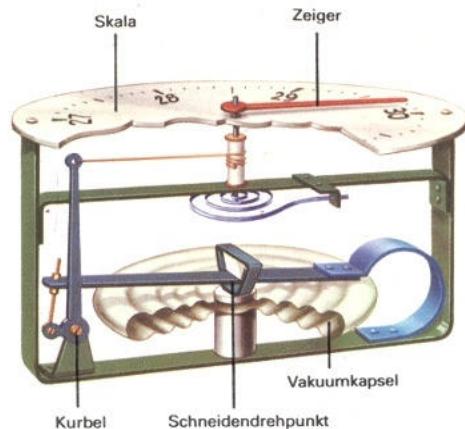
### Aneroidbarometer

Das Wort Aneroid ist griechischen Ursprungs und bedeutet 'ohne Luft'. Das Aneroidbarometer mißt nicht den Luftdruck, der auf eine Flüssigkeit wirkt, sondern den Grad, zu dem die Luft dazu neigt, einen dehnbaren Behälter zusammenzudrücken, dessen Dicke sich mit dem Luftdruck ändert. Der Behälter sieht wie eine Blechdose mit einem elastischen Deckel aus. Aus diesem Behälter ist die Luft entfernt worden, um ein Teilvakuum zu erzeugen. Man kann sehen, wie der Deckel des Behälters zusammengedrückt wird, weil diese Bewegung optisch vergrößert wird. Ein Zerdrücken des Deckels wird von einer starken u-förmigen Feder verhindert. In Abhängigkeit des Außendruckes auf die Blechdose wird die Feder mehr oder weniger verbogen. Die Bewegung der Feder



**Rechts:** Aneroidbarometer bestehen aus zwei Metallscheiben mit gewalpter Oberfläche, die ein Vakuum einschließen. Jede Veränderung des Luftdrucks an der Außenseite dieser Kammer wird mechanisch auf den Zeiger übertragen, der die Veränderung direkt auf der Skala anzeigt. Diese Barometer werden oft in Raketen und Ballons zur Erforschung der höheren Schichten der Atmosphäre verwendet.

**Links:** Ein Aneroidbarometer aus der Zeit um 1876. Es wurde in Hamburg von Deutschbein hergestellt.



**Links:** Dieses Barometer wurde von Jean Fortin entwickelt. Es wurde im frühen 19. Jahrhundert benutzt. Um den Druck ablesen zu können, wird an einer Justierschraube gedreht. Hierdurch wird ein flexibler Lederbeutel so lange zusammengedrückt, bis der Quecksilberpegel in dem Gefäß die Spitze eines Zeigers aus Elfenbein erreicht. Die Differenz der beiden Pegel kann von der festen Meßskala abgelesen werden.

angezogen wird. Aus diesem Grunde hängt der atmosphärische Luftdruck von der Höhe der Luft über dem Punkt ab, wo er gemessen wird. Er ist auf einem Berg niedriger als auf Höhe des Meeresspiegels. Der Druck ist als Kraft definiert, die auf eine Flächeneinheit wirkt. Er wird in den Einheiten Newton pro Quadratmeter ( $N/m^2$ ), Pascal (Pa) oder bar angegeben.

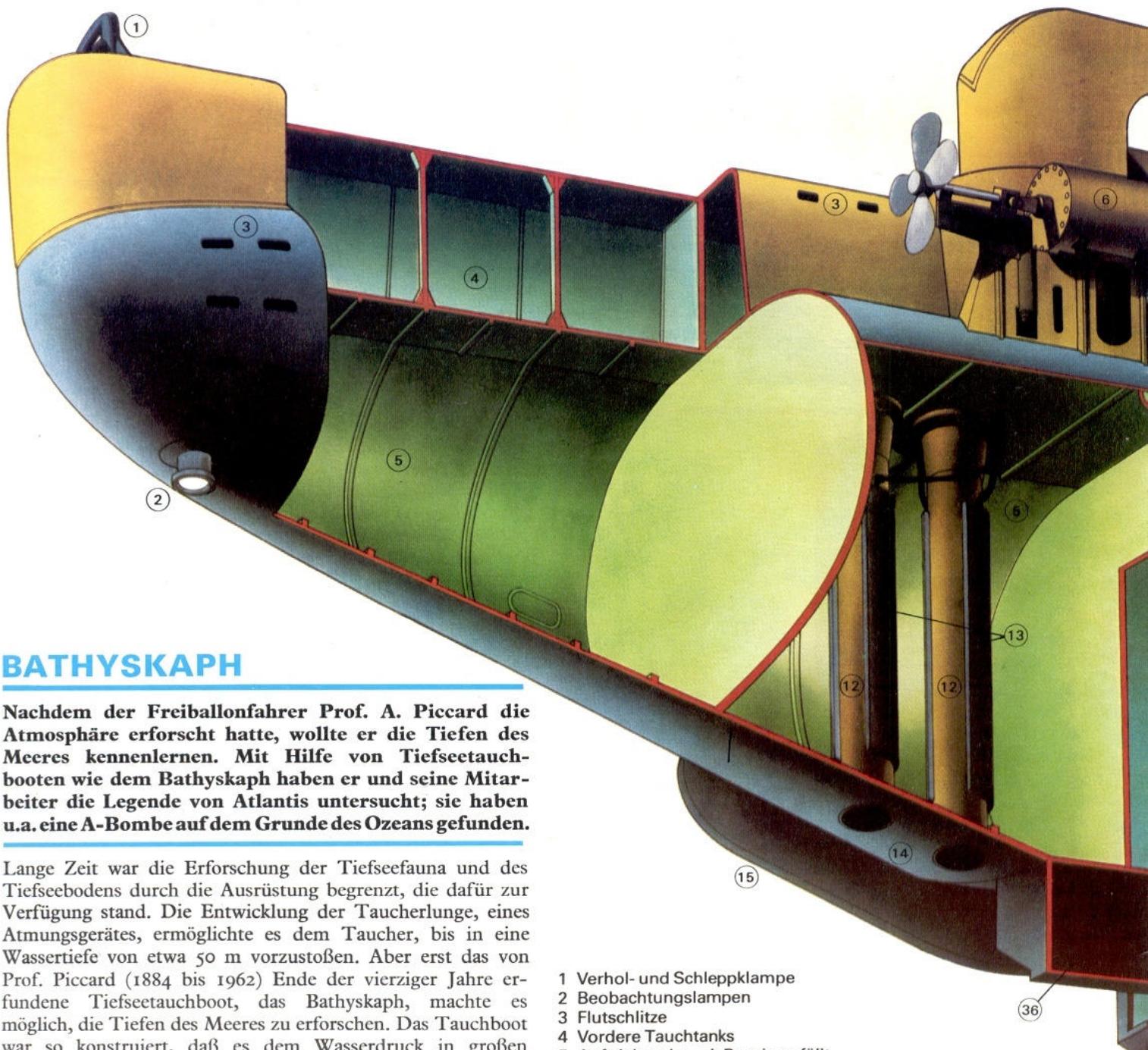
Der Druck am Boden eines mit Gas oder Flüssigkeit gefüllten Behälters kann durch die Höhe der Flüssigkeits- oder Gassäule ( $h$ ), die Dichte des Gases oder der Flüssigkeit ( $\rho$ ) und der Erdbeschleunigung ( $g$ ) ermittelt werden. Der Druck ( $p$ ) ergibt sich aus der Formel  $p = h \cdot \rho \cdot g$ . Die Breite des Behälters hat keinen Einfluß auf den Druck — beim atmosphärischen Luftdruck ist der Behälter weltweit der gleiche.

Bei der Messung des atmosphärischen Luftdrucks wird die Säule einer Standardflüssigkeit (einer Flüssigkeit, deren Dichte bekannt ist) in einem vertikalen Rohr benutzt. Weil die Erdanziehung an allen Orten der Welt fast gleich groß ist, braucht man nur noch die Höhe der Säule zu messen. Quecksilber (Hg) hat eine etwa 13mal so große Dichte wie Wasser. Dies bedeutet, daß eine Quecksilbersäule von 760 mm (veraltete Einheit der sogenannten physikalischen Atmosphäre) einer Wassersäule von etwa 10 m entspricht.

Gase werden zur Druckmessung nicht verwendet, weil ihre Dichte noch geringer als die von Flüssigkeiten ist und somit die Gassäulen extrem hoch sein müßten. Beispielsweise müßte bei Verwendung von Luft das Rohr eine Länge von 8 km haben.

### Herstellung von Aufzeichnungen

Eine Weiterentwicklung des Aneroidbarometers ist der Aneroid-Barograph. Er ist ein Barometer, das selbständig Aufzeichnungen macht und für meteorologische und aeronautische Zwecke verwendet wird, die eine ständige Aufzeichnung der Druckveränderung erfordern. Anstelle eines Zeigers ist eine Feder angebracht, die eine Kurve auf Millimeterpapier aufzeichnet, das um eine sich drehende Trommel gespannt ist. Wegen der Reibung zwischen der Feder und dem Papier ist die Genauigkeit nicht so groß wie beim Aneroidbarometer. Zur Erhöhung der Empfindlichkeit wird eine verbesserte Version benutzt, die als Mikrobarograph bekannt ist. Bei diesem Gerät wird die Kurve in einem größeren Maßstab gezeichnet, und es ist möglich, Meßwerte mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,5$  bar zu erhalten.



## BATHYSKAPH

Nachdem der Freiballonfahrer Prof. A. Piccard die Atmosphäre erforscht hatte, wollte er die Tiefen des Meeres kennenlernen. Mit Hilfe von Tiefseetauchbooten wie dem Bathyskaph haben er und seine Mitarbeiter die Legende von Atlantis untersucht; sie haben u.a. eine A-Bombe auf dem Grunde des Ozeans gefunden.

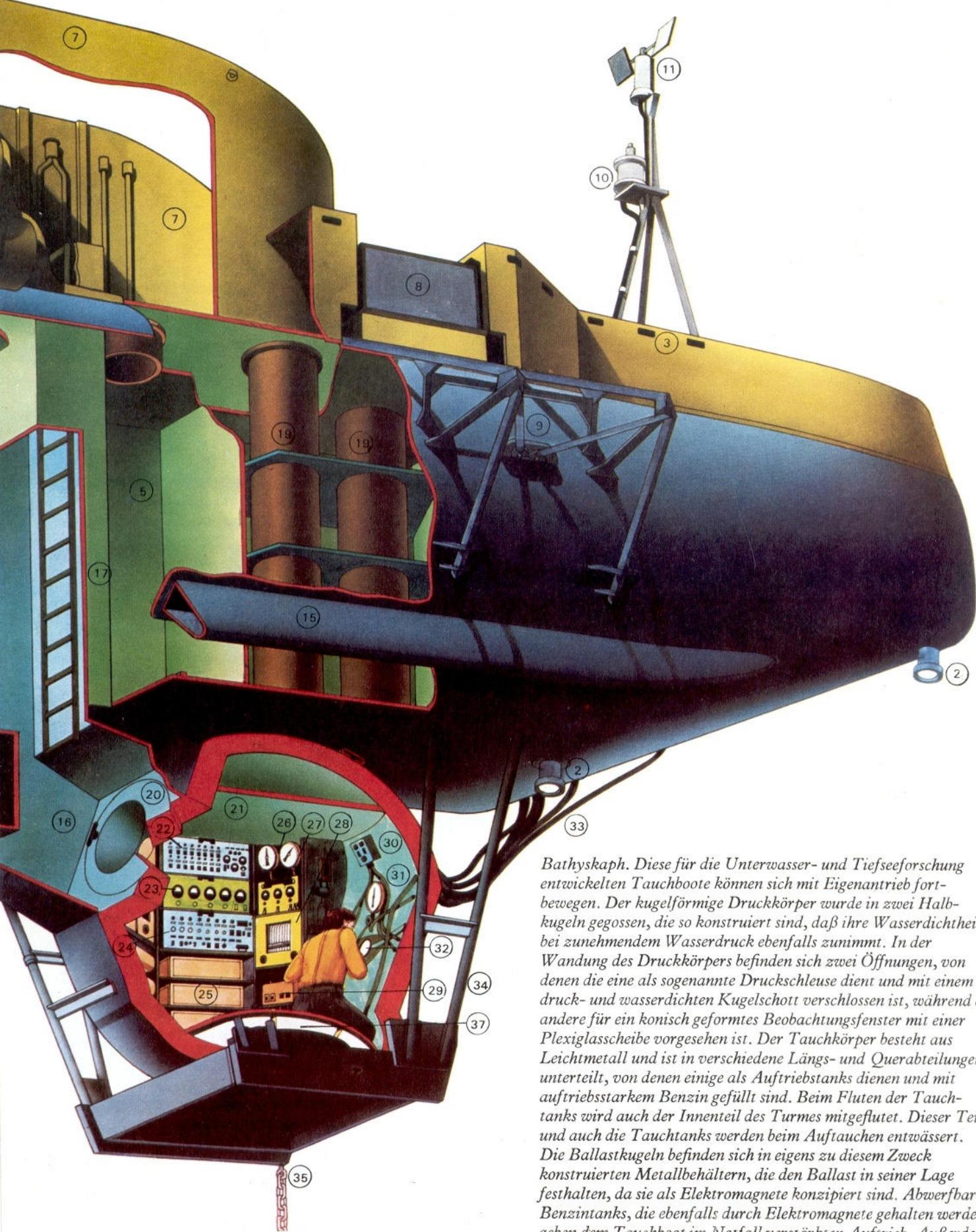
Lange Zeit war die Erforschung der Tiefseeflora und des Tiefseebodens durch die Ausrüstung begrenzt, die dafür zur Verfügung stand. Die Entwicklung der Taucherlunge, eines Atmungsgerätes, ermöglichte es dem Taucher, bis in eine Wassertiefe von etwa 50 m vorzustoßen. Aber erst das von Prof. Piccard (1884 bis 1962) Ende der vierziger Jahre erfundene Tiefseetauchboot, das Bathyskaph, machte es möglich, die Tiefen des Meeres zu erforschen. Das Tauchboot war so konstruiert, daß es dem Wasserdruck in großen Wassertiefen standhalten konnte.

### Konstruktionsmerkmale des Bathyskaphs

Das Bathyskaph besteht aus zwei Teilen, die übereinander angeordnet sind und das Tauchboot in der Horizontalen, d.h. im Längsschnitt, teilen. Der obere Teil ist der Tauchkörper; er hat die Form eines Rumpfes, die ihm nicht nur ein bootsähnliches Aussehen, sondern auch hydrodynamische Eigenschaften verleiht. Der Tauchkörper ist durch mehrere Querschotte in Auftriebstanks, die mit Benzin gefüllt sind, und in Tauchtanks unterteilt. Der Längstrimm wird mit Hilfe von eisernen Ballastkugeln, die mit einem Elektromagneten befestigt werden, hergestellt.

Der untere Teil ist der kugelförmige Druckkörper, in dem die Wissenschaftler arbeiten und wohnen. Außerdem befinden sich hier alle Regel- und Steuerelemente sowie die gesamte wissenschaftliche Ausrüstung. Auf den Druckkörper wirkt in einer Tiefe von 10 000 m ein Wasserdruck von etwa 1 240 bar. Um diesem extremen Druck standhalten zu können, erhielt der Druckkörper die Form einer Kugel, deren Wandung zwischen 10 cm und 18 cm dick war. Mit dem Bathyskaph sollte wissenschaftliche Tiefseeforschung betrieben werden. Aus diesem Grunde mußten die Wissen-

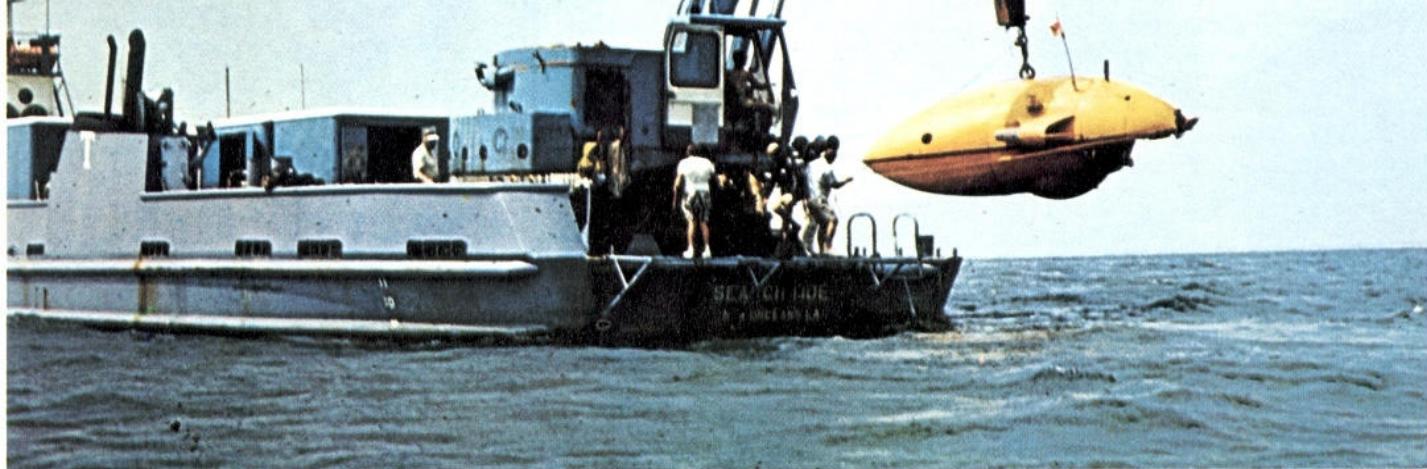
- 1 Verhol- und Schleppklampe
- 2 Beobachtungslampen
- 3 Flutschlitze
- 4 Vordere Tauchtanks
- 5 Auftriebtanks, mit Benzin gefüllt
- 6 Elektromotor
- 7 Tauchbootturm
- 8 Batterieanlage
- 9 Batterie-Montageschlitten
- 10 Kompaß
- 11 Tiefenmesser, Tauchgeschwindigkeitsmesser
- 12 Behälter für eiserne Ballastkugeln
- 13 Elektromagnete
- 14 Ballastabwurfoffnungen
- 15 Tauchbootkiel, Stabilisierungskiel
- 16 Druckdichtes Schott
- 17 Einstiegsleiter für Besatzung bzw. Wissenschaftler
- 18 Wasserdichte und druckdichte Benzineinfüllungsöffnung
- 19 Abwerfbare Benzinbehälter
- 20 Druck- und wasserdichte Einstiegsluke
- 21 Kugelförmiger Druckkörper, Arbeits- und Beobachtungszentrum
- 22 Schalttafel
- 23 Lageanzeiger
- 24 Bedientafel für Abwerfvorrichtung des Eisenballastes
- 25 Silber/Zink-Akkumulatoren
- 26 Druckanzeiger
- 27 Anzeigegeräte für Benzinstandsmessung
- 28 Tiefenanzeiger
- 29 Fahrschalter für Elektromotor
- 30 Verbindungskasten
- 31 Druckanzeiger



- 32 Beobachtungsfenster
- 33 Stromversorgungskabel
- 34 Stützstreben für Druckkörper
- 35 Führungskette, Grundgewicht
- 36 Bleiballast für den Notfall
- 37 Calciumchlorid

Bathyskaph. Diese für die Unterwasser- und Tiefseeforschung entwickelten Tauchboote können sich mit Eigenantrieb fortbewegen. Der kugelförmige Druckkörper wurde in zwei Halbkugeln gegossen, die so konstruiert sind, daß ihre Wasserdichtheit bei zunehmendem Wasserdruck ebenfalls zunimmt. In der Wandung des Druckkörpers befinden sich zwei Öffnungen, von denen die eine als sogenannte Druckschleuse dient und mit einem druck- und wasserdichten Kugelschott verschlossen ist, während die andere für ein konisch geformtes Beobachtungsfenster mit einer Plexiglasscheibe vorgesehen ist. Der Tauchkörper besteht aus Leichtmetall und ist in verschiedene Längs- und Querabteilungen unterteilt, von denen einige als Auftriebstanks dienen und mit auftriebsstarkem Benzin gefüllt sind. Beim Fluten der Tauchtanks wird auch der Innenteil des Turmes mitgeflutet. Dieser Teil und auch die Tauchtanks werden beim Auftauchen entwässert. Die Ballastkugeln befinden sich in eigens zu diesem Zweck konstruierten Metallbehältern, die den Ballast in seiner Lage festhalten, da sie als Elektromagnete konzipiert sind. Abwerfbare Benzintanks, die ebenfalls durch Elektromagnete gehalten werden, geben dem Tauchboot im Notfall verstärkten Auftrieb. Außerdem können in einem Notfall auch zwei Silber/Zink-Akkumulatoren abgeworfen werden. Der Antrieb des Tauchbootes erfolgt über einen Elektromotor, der seine Stromversorgung aus Batterien bezieht. Er befindet sich auf dem Tauchkörper knapp unterhalb des Turmes.

Das Bild zeigt die 'Deepstar'. Sie kann bis auf ca. 3 500 m Tiefe tauchen. Es ist Platz für zwei Wissenschaftler vorhanden. Mit ihren hummerähnlichen Greifklauen, die vom Innern des Tauchbootes aus bedient werden, kann sie für Rettungs- und Bergungszwecke eingesetzt werden.



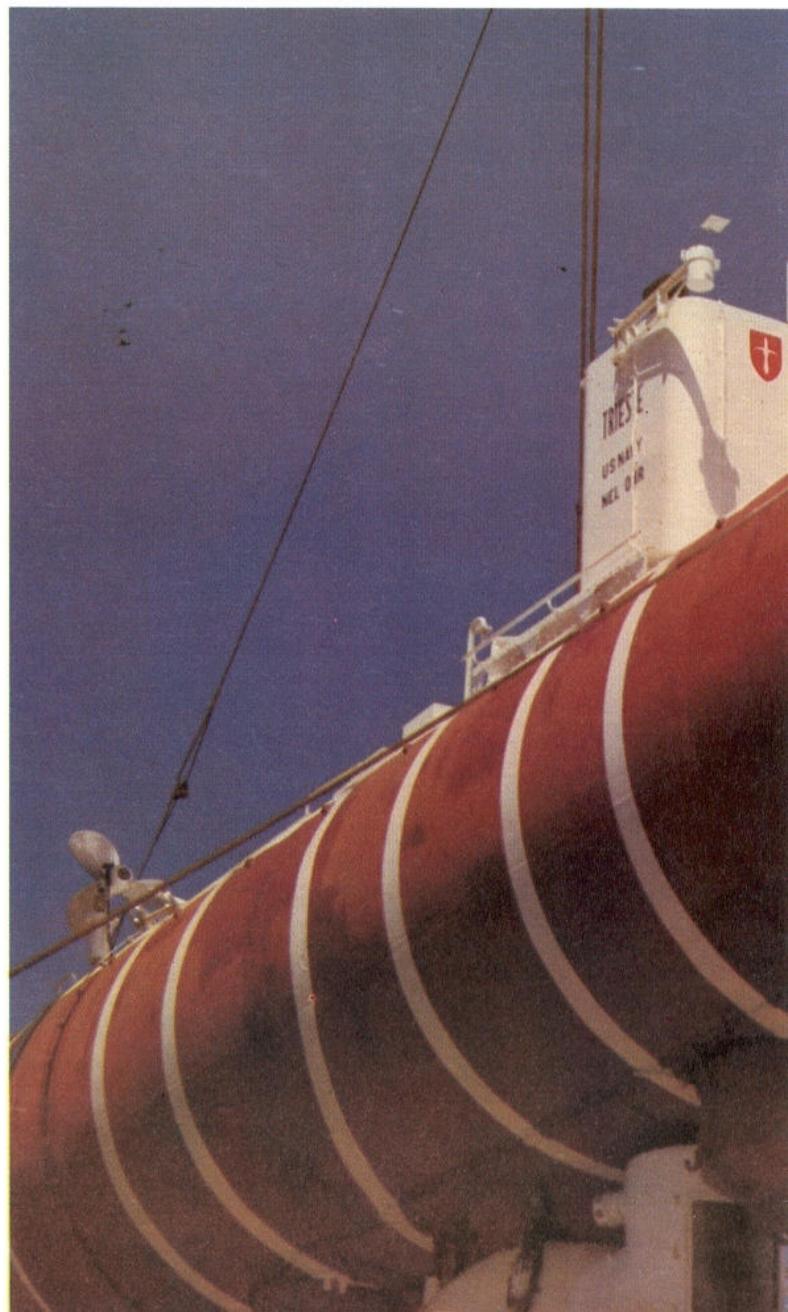
schaftler — im Bathyskaph hatten maximal 2 Personen Platz — in der Lage sein, aus dem Innern des Druckkörpers die nähere Umgebung zu beobachten. Hierfür hatte der Druckkörper sogenannte Bullaugen (besonders konstruierte, runde Fenster). Beim Einsetzen der Scheiben, die aus Plexiglas bestanden, mußte darauf geachtet werden, daß sie mit höchster Präzision und Druckbelastbarkeit abgedichtet wurden. Bei dem extremen Druck in 10 000 m Tiefe hätte ein winziger Wasserstrahl aus einem winzigen Leck genügt, eine Katastrophe auszulösen. Um dem Wasserdruk die Wirkung zu nehmen, wurden die runden Beobachtungsfenster so konstruiert, daß sie in der Tiefe konisch zuliefen. Sie wurden dann so paßgenau eingesetzt, daß die verengte und schmale Seite innerhalb und die größere Fläche außerhalb des Druckkörpers lagen.

### Betriebsverhältnisse beim Tauchvorgang

Im aufgetauchten Zustand befindet sich Luft in den Tauchtanks. Nachdem im Rahmen der Tauchvorbereitungen ein absoluter Verschlußzustand für alle nach außen führenden Luken herbeigeführt wurde, werden die Tauchtanks geflutet, indem die Entlüftungsklappen geöffnet werden. Seewasser dringt durch die Flutschlitze, die Luft entweicht, und das Tauchboot sinkt unter die Wasseroberfläche. In diesem Augenblick, in dem das Tauchboot mit seinem Turm gerade unter der Wasseroberfläche verschwunden ist, beginnt sich der zunehmende Wasserdruk auszuwirken. Das in den nach unten, zum Seewasser hin offenen Auftriebstanks befindliche Benzin, das leichter ist als Seewasser und auf diesem schwimmt, wird durch das während des Tauchvorganges in diese Tanks einströmende Seewasser zusammengedrückt. Dadurch wird erreicht, daß der Innendruk des Druckkörpers gleich dem Außendruk ist. Mit zunehmender Tauchtiefe wird das Benzin in den Auftriebtanks immer weiter zusammengedrückt, wodurch es von einer gewissen Tiefe an dichter als Wasser wird. Hierdurch wird das Tauchboot schwerer und sinkt schneller. Durch Abwerfen von Ballastkugeln kann die Sinkgeschwindigkeit reguliert werden. Dadurch ist es möglich, das Tauchboot so über dem Meeresboden abzufangen, daß es, auf ebenem Kiel eingependelt, weich aufsetzt; hierzu trägt auch eine Führungskette bei.

Die Führungskette ist nichts weiter als ein Stück Eisenkette, das unter dem Druckkörper hängt und als Grundgewicht wirkt. Sie hat aber eine wichtige Aufgabe zu erfüllen; berührt sie nämlich den Meeresboden, wird das Tauchboot um den Kettengewichtsteil, der auf dem Meeresboden liegt,

leichter. Das Tauchboot steigt auf und zieht damit wieder ein Stück Kette mit hoch, wird also wieder schwerer und sinkt wieder etwas. Dieser Vorgang findet so lange statt, bis sich das Tauchboot auf ebenem Kiel eingependelt hat. Darüber



hinaus trägt die Führungskette zur Stabilisierung des Bathyskaphs bei, indem sie als Schleppanker wirkt.

Zum Auftauchen schaltet die Besatzung die Elektromagnete ab, mit denen die eisernen Ballastkugeln gehalten werden. Die Kugeln entleeren sich aus ihrem jeweiligen Behälter und leichten das Tauchboot. Dadurch erhält es Auftrieb, der von dem ursprünglich zusammengedrückten Benzin, das sich mit zunehmender Höhe ausdehnt, unterstützt wird. Sollte während des Auftauchens die Stromversorgung ausfallen, wird der Auftauchvorgang wie oben beschrieben durchgeführt. Für diesen Fall stehen weitere Behälter mit Eisenballast zur Verfügung, die durch das Abschalten der Notstromversorgung und damit auch der Elektromagneten freigegeben werden. Das Tauchboot wird leichter. Darüber hinaus können Teile der schweren Ausrüstung, die ebenfalls durch Elektromagnete gehalten werden, abgeworfen werden.

**Unten:** Die größte Tauchtiefe, die je von Menschen erreicht wurde, gelang mit diesem Bathyskaph. Im Jahre 1960 erreichten Dr. Jaques Piccard (der Sohn von Prof. Piccard) und sein Mitarbeiter Walsh in dem Tauchboot 'Trieste' in 10 917 m Tiefe den Grund des Pazifischen Ozeans im Marianengraben. Der Wasserdruk lastete in dieser Tiefe mit über 1 t/cm<sup>2</sup> auf dem Druckkörper; die Wassertemperatur betrug 3°C.

PHOTRI

PHOTRI

PHOTRI



**Oben:** Aussetzen des amerikanischen Tauchbootes 'Deep Quest'. Tauchboote dieser Art werden vom Hilfsschiff mit einem Kran zu Wasser gelassen, wo sie sich dann durch Eigenantrieb fortbewegen. Über Sprechfunk wird mit dem Hilfsschiff Verbindung gehalten.

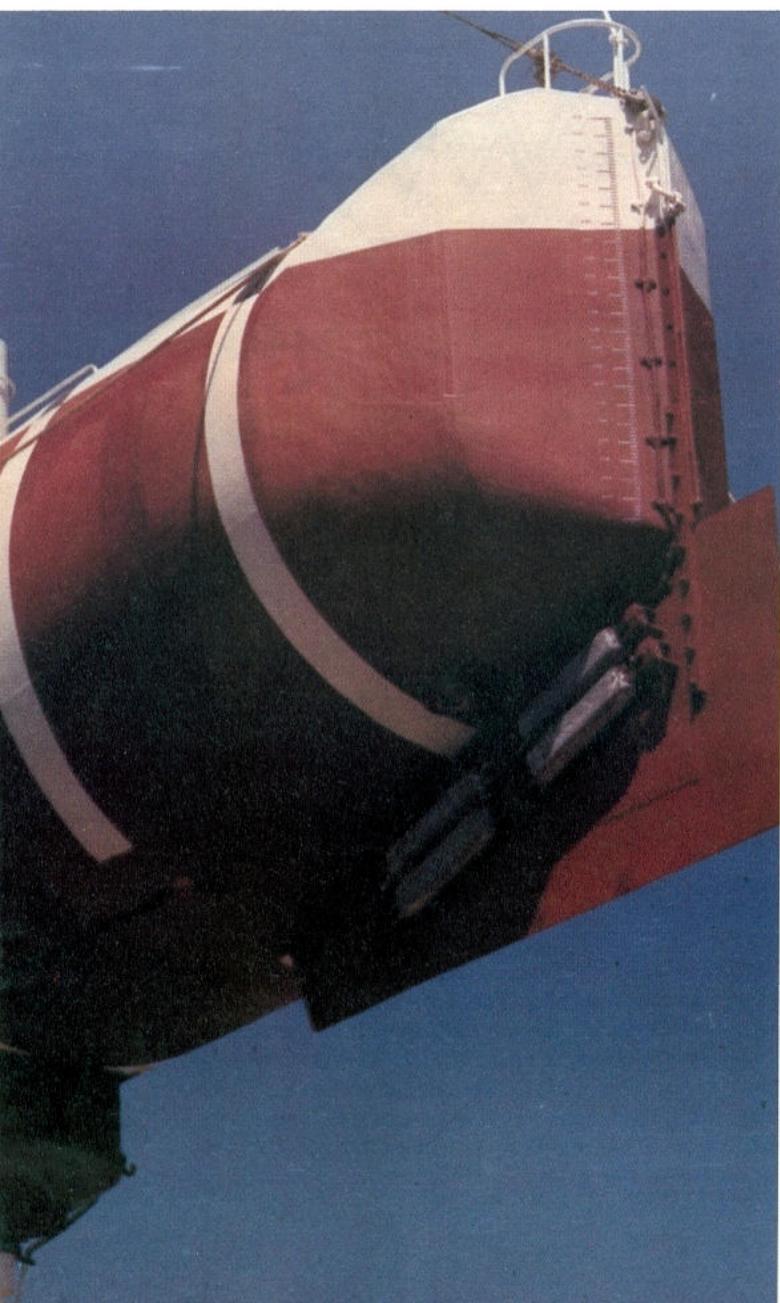
### Künftige Entwicklungen

Nachdem Dr. Jacques Piccard (geb. 1922) im Jahre 1960 den Weltrekord im Tiefseetauchen aufgestellt hatte — er tauchte im Marianengraben im Pazifischen Ozean mit D. Walsh auf 11 000 m Tiefe —, wandte man sich mehr der Beweglichkeit von Tauchbooten, den Unterwasserbeobachtungen und dem Sammeln von Rohstoffknollen zu als den Versuchen, weitere Tiefseetauchrekorde aufzustellen.

Im Pazifischen Ozean konnten Wissenschaftler und Forscher zwei Monate lang in einem Unterwasserlaboratorium, dem 'Seelab III', in 200 m Tiefe wissenschaftliche Unterwasserforschungen durchführen, wobei sie sich neben den Beobachtungen des Meeresbodens auch der Beobachtung der Tiefseefauna und pelagischen Faunen widmeten.

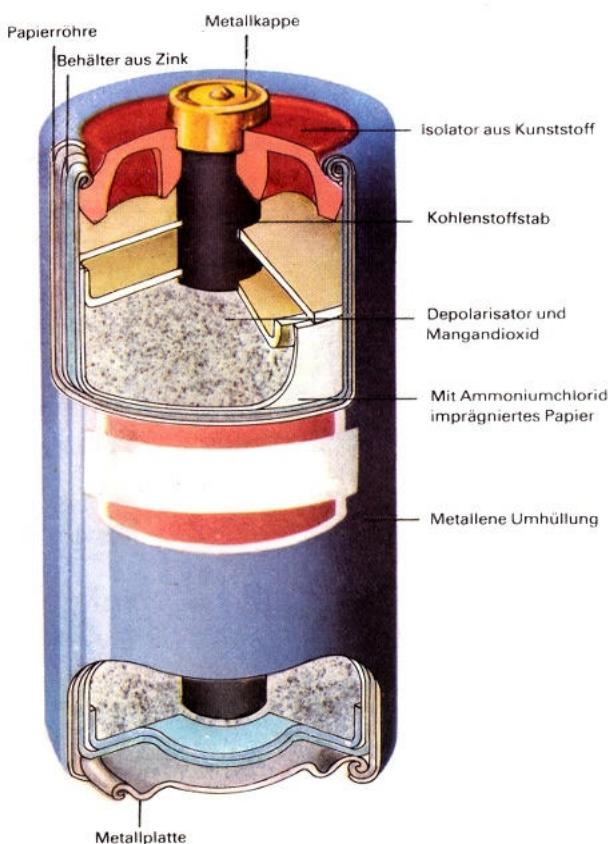
Der französische Unterwasserforscher Jacques Cousteau (geb. 1910) hat eine Serie von atemberaubenden Filmen über seine Unterwasserforschungen, die er zusammen mit seiner Mannschaft von der 'Calypso' unternahm, gemacht. Dabei entdeckte er bei den Untersuchungen des Meeresbodens Reste eines während einer Naturkatastrophe versunkenen Hafens, den er mit der Legende um das versunkene Inselreich Atlantis in Zusammenhang bringt.

In Frankreich macht die Entwicklung des Tauchboots FRNS III gute Fortschritte, in den Vereinigten Staaten geht die Entwicklung der verbesserten 'Trieste II' zügig voran, und in der Sowjetunion ist der Stapellauf des Tauchbootes B-II geplant.



## BATTERIE UND AKKUMULATOR

Eine Batterie erzeugt elektrischen Strom auf chemischem Wege. Die Parther im Iran haben wahrscheinlich schon im 3. Jahrhundert v.Chr. eine primitive Batterie zum Überziehen von Schmuck mit Gold gekannt. Heute sind Batterien als Kraftquelle für Taschenlampen, Transistorradios oder ähnliches weit verbreitet.

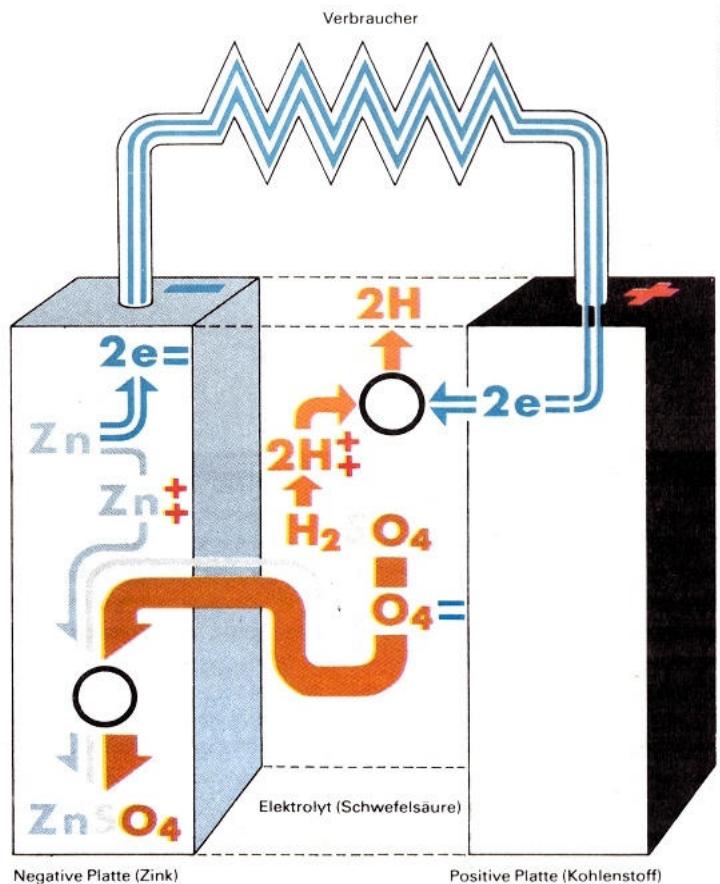


**Oben:** Eine Trockenbatterie wie sie in Taschenlampen und Radios verwendet wird. Die positive Elektrode besteht aus einer Mischung von Graphit (Depolarisator) und Manganoxid, in der ein Graphitstab steckt. Der Graphitstab und die positive Elektrode werden mit dem mit Ammoniumchlorid imprägnierten Papier umgeben und dann in einen Zinkbehälter (die negative Elektrode) gegeben.

Batterien für Taschenlampen, Radios, Wecker und Hörapparate sind nicht aufladbar. Man nennt sie auch *Primärelemente* oder *Trockenbatterien*, weil sie eine Flüssigkeit enthalten, die nicht auslaufen kann. Sie eignen sich daher für Taschengeräte. *Sekundärelemente* oder *Akkumulatoren* sind aufladbar. Sie werden z.B. in Kraftfahrzeugen eingebaut. Sowohl Primär- als auch Sekundärelemente liefern beispielsweise den Strom für die Apparaturen, die die Apollo-Bilder vom Mond zur Erde übertrugen.

gelöst sind, wird Wasser leitfähig. In diesen Elementen entsteht aus folgendem Grund elektrischer Strom: Wenn eine chemische Verbindung in Wasser gelöst wird, brechen ihre Moleküle auf und werden zu Ionen (siehe ATOME UND MOLEküLE). Ein gutes Beispiel ist Schwefelsäure,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , deren Moleküle aus zwei Atomen Wasserstoff, einem Schwefel- und vier Sauerstoffatomen bestehen. Bei der Lösung in Wasser spalten sich die Moleküle in drei Teile auf. Die beiden Wasserstoffatome trennen sich. Sie verlieren je ein Elektron, wodurch positiv geladene Wasserstoffionen (geschrieben  $\text{H}^+$ ) entstehen. Das Schwefelatom und die vier Sauerstoffatome bleiben als Sulphatgruppe zusammen, die die beiden Elektronen aufnimmt, die bei den Wasserstoffatomen freigeworden sind. Sie ist doppelt negativ aufgeladen (geschrieben:  $\text{SO}_4^{2-}$ ).

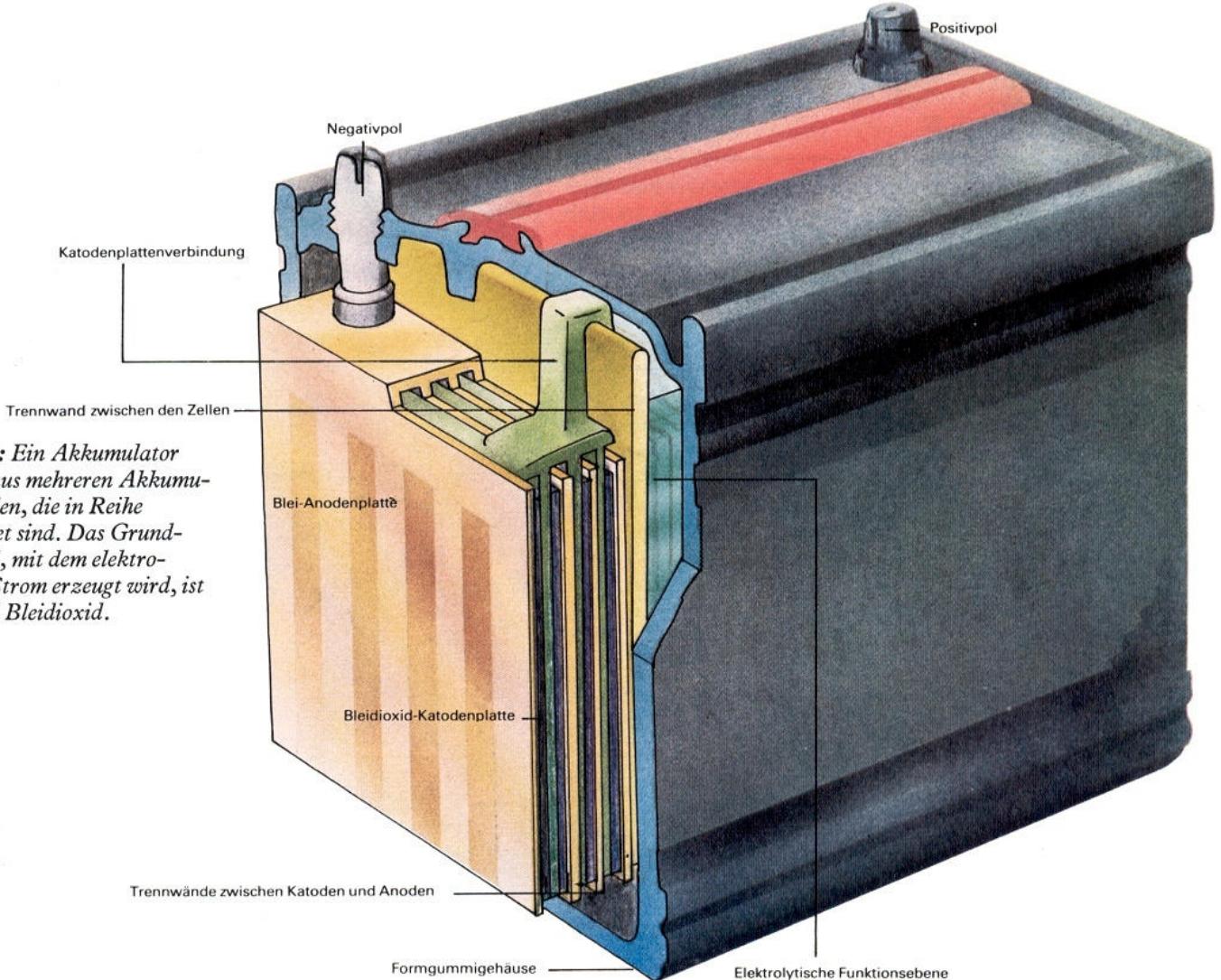
Wird eine Platte oder Elektrode aus Zink und eine aus Kupfer oder Kohlenstoff in die den Elektrolyten bildende Schwefelsäure getaucht und wird jede an einen Verbraucher, z.B. eine elektrische Birne, angeschlossen, fließt ein Strom durch die elektrische Birne. Sie leuchtet auf. Dies liegt daran, daß eines der als Elektroden gewählten chemischen Elemente positiver als die andere Elektrode ist, d.h. die positivere Elektrode neigt dazu, Elektronen abzugeben und positive Ladungen aufzunehmen. Wenn man also die beiden Elektroden miteinander verbindet, wird das chemische Gleichgewicht der Elektrolytzelle gestört. An beiden Elektroden finden chemische Reaktionen statt.



**Oben:** Die chemischen Umsetzungen am Modell einer Batterie. Jedes Zinkatom ( $\text{Zn}$ ) gibt zwei Elektronen ( $e^-$ ) ab, die durch den Außenstromkreis fließen. Die Gesamtheit dieses Elektronenflusses ist der elektrische Strom. An der anderen Elektrode verbinden sich die Elektronen mit zwei Wasserstoffionen ( $\text{H}^+$ ), die sie neutralisieren. Die positiv geladenen Zinkatome von der negativen Elektrode bilden mit den Sulphationen Zinksulphat ( $\text{ZnSO}_4$ ).

### Erzeugung des elektrischen Stromes

Ein einfaches Element besteht aus zwei Leitern, d.h. Platten aus Metall oder Kohlenstoff, die in eine wässrige Lösung — die Elektrolyten — getaucht sind. Reines Wasser ist dafür ungeeignet, denn es ist ein guter elektrischer Isolator. Wenn aber bestimmte Substanzen wie Säuren und deren Salze darin



**Rechts:** Ein Akkumulator besteht aus mehreren Akkumulatorzellen, die in Reihe geschaltet sind. Das Grundmaterial, mit dem elektrolytisch Strom erzeugt wird, ist Blei und Bleidioxid.

## Akkumulator

Unter einem Akkumulator versteht man eine Vorrichtung zur Speicherung elektrischer Energie. Bei der 'Ladung' eines Akkumulators wird durch Zufuhr elektrischer Energie ein chemischer Vorgang eingeleitet, wodurch die elektrische Energie in chemische Energie umgewandelt wird. Bei der 'Entladung' spielt sich der Vorgang in umgekehrter Richtung ab, d.h. die gespeicherte chemische Energie wird in Form elektrischer Energie wieder frei. Ladung und Entladung eines Akkumulators ist ein reversibler (umkehrbarer) Vorgang.

Man kennt mehrere Typen von Akkumulatoren. Der bis heute gebräuchlichste Akkumulator ist der 'Bleiakkumulator', wie man ihn von der Autobatterie her kennt. In der einfachsten Ausführung besteht der Bleiakkumulator aus zwei gegenüberliegenden Platten aus Blei (Pb) bzw. Bleidioxid ( $PbO_2$ ), zwischen denen sich 20- bis 30%ige Schwefelsäure als Elektrolyt befindet. Am oberen Ende der Platten befinden sich Kontakte, so daß eine elektrische Schaltung, die mit elektrischem Strom versorgt werden soll, angeschlossen werden kann.

Wird an den Bleiakkumulator ein elektrischer Lastkreis (z.B. eine Glühlampe oder ein Elektromotor) angeschlossen, wird das chemische Gleichgewicht im Akkumulator gestört, und an beiden Platten finden chemische Reaktionen statt.

An der positiven Platte reagiert das Bleidioxid mit den Wasserstoff- und Sulphationen und bildet Bleisulphat ( $PbSO_4$ ) und Wasser. Für diesen chemischen Vorgang werden noch zwei Elektronen benötigt, die von dem Anschlußdraht geliefert werden. An der negativen Platte reagiert das Blei mit Sulphationen. Es bildet sich Bleisulphat. Zwei Elektronen werden bei der Reaktion frei, die an den äußeren Lastkreis abgegeben werden. Insgesamt gesehen fließen also Elektronen von der negativen zur positiven Platte durch den äußeren Lastkreis.

Hat sich das gesamte Blei oder Bleidioxid zu Bleisulphat

umgesetzt, ist der Akkumulator entladen. Er läßt sich wieder aufladen, indem man durch den Akkumulator einen elektrischen Gleichstrom schickt, der von der negativen zur positiven Platte fließt. An der negativen Platte bildet sich aus Bleisulphat wieder Blei zurück; an der positiven Platte entsteht wieder Bleidioxid.

Während der Aufladung liefert die elektrische Energie die notwendigen Energiebeträge, um die oben beschriebenen chemischen Reaktionen ablaufen zu lassen. Dies bedeutet, daß die elektrische Energie als chemische Energie gespeichert wird. Eine Rückverwandlung in elektrische Energie findet statt, wenn man an den aufgeladenen Akkumulator wieder einen elektrischen Lastkreis anschließt.

Eine Akkumulatorzelle — sie besteht aus einem Behälter mit Schwefelsäure und zwei Platten — gibt eine Gleichspannung von 2 V ab. In einer Autobatterie, die eine Spannung von 12 V abgibt, befinden sich also sechs in Reihe geschaltete Akkumulatorzellen.

## Andere Akkumulatoren

Der Bleiakkumulator ist ein einfaches und beständiges Gerät, das allerdings ziemlich schwer ist. Es wurden leichtere Akkumulatortypen erfunden. Der wichtigste Typ ist der NiFe-Akkumulator. Er wird so bezeichnet, weil die Platten aus Nickeloxid (chemisches Symbol für Nickel: Ni) und Eisen (chemisches Symbol: Fe) bestehen. Als Elektrolyt dient konzentrierte Kalilauge.

Weitere Akkumulatoren bestehen aus Nickel/Cadmium-Zellen. Es gibt neuere Entwicklungen, die Zinkplatten verwenden. Es bestehen berechtigte Hoffnungen, daß diese Akkumulatoren eines Tages leichter und leistungsfähiger als Bleiakkumulatoren sein werden. Dann könnte man an den Bau von Elektroautos denken, die höhere Geschwindigkeit und auch eine größere Reichweite erzielen würden als die Elektroautos, die heute hergestellt werden.

## BAUMWOLLE

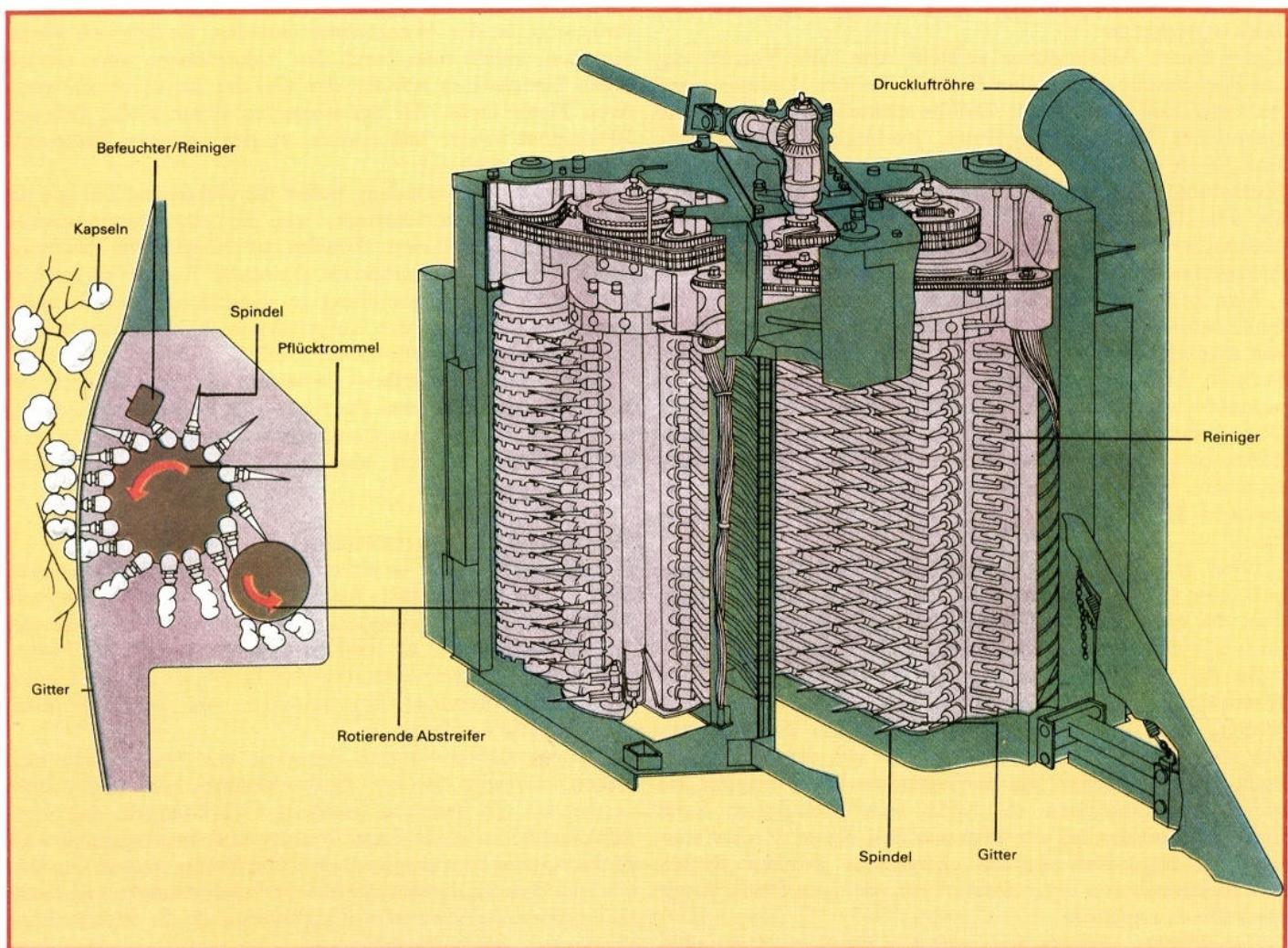
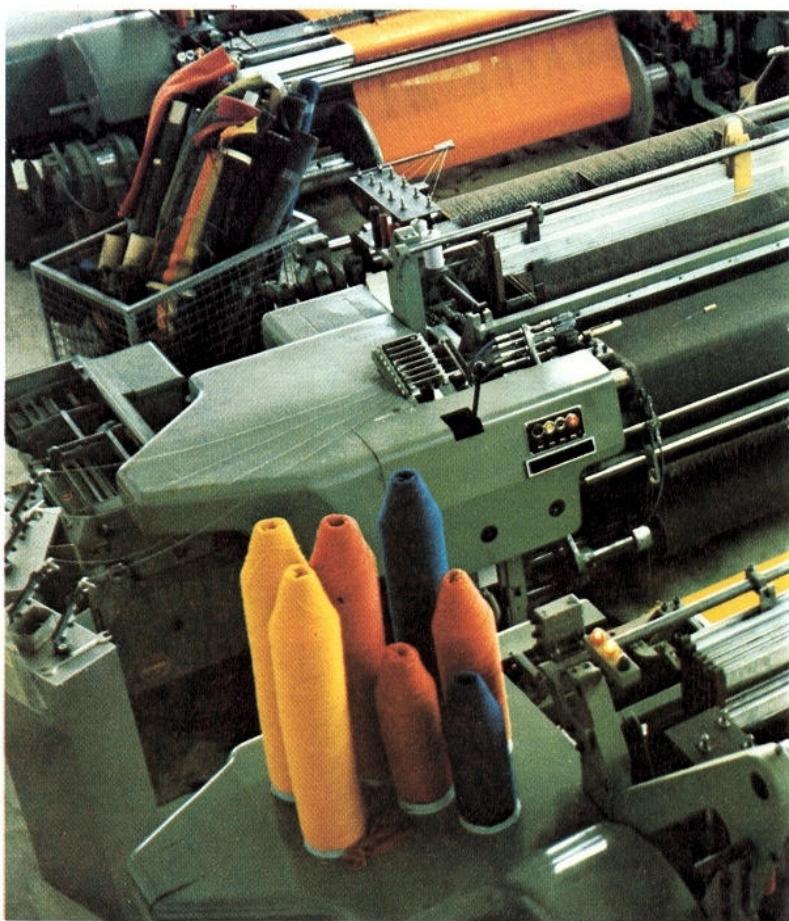
Obwohl Baumwolle in synthetischen Materialien eine starke Konkurrenz erhalten hat, ist sie noch immer eine der vielseitigsten Fasern: Sie kühlst, ist waschbar und in nassem Zustand um ein Viertel fester als in trockenem Zustand. Baumwolle ist die wichtigste Pflanzenfaser. Mehr als die Hälfte aller Fasern, die an die Textilindustrie geliefert werden, ist Baumwolle.

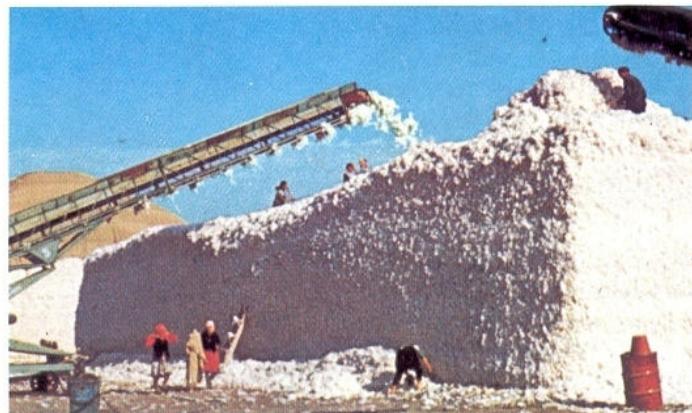
Baumwolle wird in etwa 70 Ländern, die zum großen Teil zu den Entwicklungsländern zählen, angebaut. Schätzungen besagen, daß mehr als 120 Millionen Menschen — Baumwollarbeiter und ihre Angehörigen — in der 'Dritten Welt' ihr Haupteinkommen aus der Gewinnung von Rohbaumwolle beziehen. Etwa 60% der Ernte kommt aus den Entwicklungsländern, der Rest aus den USA und der UdSSR.

Die kurzfaserige Upland-Baumwolle hat eine Faserlänge von etwa 20 mm, die langfaserige Sea-Island-Baumwolle, die als beste Qualität gilt, hat eine Faserlänge von 30 mm, und die extralange Baumwolle, die in Ägypten angebaut wird, eine Faserlänge von 40 mm. Baumwollpflanzungen gibt es

**Rechts:** Baumwolle wird auf Webmaschinen verarbeitet.

**Unten:** Eine Baumwollerntemaschine. Während die Pflücktrommel rotiert, ragen die Spindeln durch das Gitter und reißen die Baumwollkapseln auf. Eine sich drehende 'Abstreif'-Walze entfernt die Baumwolle und Preßluft bläst sie in den Korb.





**Links:** Die Sowjetunion gehört zu den größten Baumwollproduzenten der Welt. Im Bild das Aufhäufen von Baumwolle in der sowjetischen Republik Usbekistan. In der UdSSR werden etwa 21 Prozent der Baumwolle in der ganzen Welt produziert, womit die Sowjetunion vor China und den Vereinigten Staaten liegt. Die UdSSR ist allerdings auch einer der größten Baumwollverbraucher der Welt.



**Links:** Baumwolle wird in einer Ballenpreßmaschine weiterverarbeitet. In der Presse wird die Baumwolle zu großen Ballen gepreßt, die dann festgebunden und verpackt werden. Diese Ballen werden entweder in Lagerhäuser transportiert oder direkt an Spinnereien oder Exporteure geliefert.

auch in Indien, Pakistan, der Türkei, China, Brasilien und Mexiko.

Während ihres Wachstums braucht Baumwolle ein warmes und sonniges Klima. Baumwollkulturen findet man daher in tropischen und subtropischen Gebieten vor, also in Breiten zwischen 35° Nord und 35° Süd.

Die Frucht der Baumwollpflanze ist eine Samenkapsel; sie enthält die Baumwollsamen und die Samenfasern. Wenn sie reif wird, bricht die Kapsel auf und gibt einen Bausch lockerer Fasern frei. Man kann die Baumwolle von Hand oder mit Maschinen ernten.

### Baumwollerntemaschinen

Für die Baumwollernte wurden fünf Arten von Maschinen entwickelt. Beim *elektrischen* Typ werden die Kapseln durch einen statisch aufgeladenen Treibriemen oder Stab angezogen. Eine *pneumatische* Maschine saugt die Kapseln von der Pflanze oder bläst sie mit einem Luftstrom in ein Sammelgerät. Die *Dreschmaschine* schneidet die Stiele der Pflanzen ab und erntet den gesamten Stauch. Die am meisten verbreiteten Arten sind jedoch die *Pflückmaschine* und die *Abziehmaschine*.

Die Pflückmaschine, auch Spindelpflücker genannt, hat normalerweise Selbstantrieb, sie wird jedoch manchmal auch auf einen Traktor montiert. Es gibt Modelle für eine oder zwei Erntereihen. Der Sammel-Mechanismus besteht aus sich drehenden Trommeln, die sich seitlich einer jeden Reihe befinden. Eine stachelbesetzte Spindel zieht die Kapsel über den rauen Rand der Trommel, die die Baumwolle durch einen *Abstreifer*, der sie von der Spindel bürstet, entfernt und zum Schütttrichter transportiert.

Die Abziehmaschine befreit die Baumwollfasern gleichzeitig von Samen und Hülse. Diese Maschinen sind kleiner und weniger kompliziert als Spindelpflücker. Auch hier gibt es Ausführungen für eine oder zwei Reihen. Die Pflanzen kommen in ein Sammelgerät, wobei die Zweige mit Kapseln angehoben werden. Die Kapseln werden von der Pflanze

gebrochen und auf mechanischem oder pneumatischem Wege zum Trichter gebracht. Zum Entfernen der Kapseln gibt es mehrere Systeme, zum Beispiel doppelte Walzen (eine Walze mit einem fest darüber angebrachten Stab) oder auch ein Gitter, durch das sie nicht hindurchpassen.

### Entkernungsmaschine

Nach dem Pflücken werden die Kapseln in Egrener- oder Entkernungsmaschinen gefüllt, in denen die Faser von Samen und Unreinheiten getrennt wird.

Die erste Entkernungsmaschine bestand aus zwei Walzen, die von Hand gedreht wurden und so nahe beieinander saßen, daß die Samen nicht zwischen ihnen hindurchkommen konnten. Sie konnte nur für die kurzfaserige indische Baumwolle verwendet werden. Eine modernere amerikanische Entkernungsmaschine besteht aus einer hölzernen Walze, die von Reihen schmaler Spindeln umgeben ist, die wiederum durch die Stäbe eines Metallgitters hindurchragen. Die Samenfäden wurden durch das Gitter gezupft, hinter denen die Samen zurückbleiben.

Bei einer verbesserten Ausführung wurden die Klingen durch runde Sägeblätter ersetzt. Die Walzen-Egrenermaschine war eher für langfaserige Baumwollfasern, die Sägeblatt-Maschine eher für die kurzfaserige Baumwolle geeignet.

### Walzen-Egrenermaschine

Die heutige Walzen-Egrenermaschine hat Rollen, die mit angerauhem Material überzogen sind, an denen sich die Baumwolle festhakt. Eine Metallklinke ist so eng an ihr befestigt, daß wohl die Faser, nicht aber der Samen hindurchkommt.

Die Baumwolle wird in große Ballen von einem Gewicht zwischen 1 800 N und 2 300 N (N=Newton=Einheit des Gewichtes) gepreßt. Die Ballen werden in Qualitätsgruppen geordnet und mit Jute überzogen und mit Stahlbändern zusammengebunden. Die Samen werden für die Saat neuer

Pflanzen gesammelt und beiseite gestellt. Man kann auch Baumwollsamen-Öl aus den Samen pressen. Das Öl wird für die Herstellung von Margarine, Seife, Farben, Ölzeug und Kitt verwendet. Die Überreste der Samen werden für Dünger oder Tierfutter verwendet. Die Halme kann man bei der Herstellung von Schreibpapier verarbeiten.

### Spinnen

Die Baumwollfasern werden zunächst in die Länge gezogen, bis sie ziemlich dünn sind; anschließend werden sie gesponnen oder gedreht, damit sie Festigkeit bekommen. Eine starke Drehung kann für die senkrechte Kette nötig sein, eine weiche für den Einschuß, der durch sie hindurchgeht. Drehungen sind sowohl nach rechts als auch nach links möglich. Es gibt verschiedene Arten, den Faden einzudrehen. Die früheste Art war die, den Faden mit Hilfe eines aufgehängten Gewichtes oder einer Spindel von Hand zu drehen. Später begann man, den Faden auf einem rotierenden Konus zu sammeln und über einen Ringträger zu leiten, der den Faden drehte, ehe er aufgewickelt wurde. Der Ring ist eine Rundbahn von etwa 55 mm; der Faden wird durch einen Drahtkragen um ihn herumgeleitet. Die neueste Methode ist das motorbetriebene Spinnen. Dabei dreht sich eine winzige Trommel, die wie die Trommel in einer Waschmaschine aussieht, aber nur etwa so groß wie eine Kaffeeetasse ist. Während sich die

SONIA HALLIDAY



**Oben:** Zwei Frauen in der Türkei beim Baumwollpflücken auf traditionelle Art, d.h. in mühsamer gebückter Haltung.

Trommel dreht, bewegt sich das Garn nach oben und wird herausgezogen.

Die Spinnmethoden bei Baumwolle sind anders als bei anderen Fasern, weil die Fäden der Baumwolle kurz sind — kürzer als die der Wolle.

### Baumwoll-Weben

Webstühle werden heute Webmaschinen genannt, um sie von den früheren Webstühlen zu unterscheiden. Zum herkömmlichen Weben gehörten vertikale Kettfäden und Einschüsse, die von Webekante zu Webekante (Seite zu Seite) auf einem Holzschiff hindurchgezogen wurden. Leinwand stellte man her, indem man die senkrecht verlaufenden Fäden abwechselnd anhob. Andere Stoffe erhielt man, indem man die Zahl der angehobenen Fäden variierte und zum Beispiel drei auf einmal hochnahm. So bekam man Gabardine, Koper und



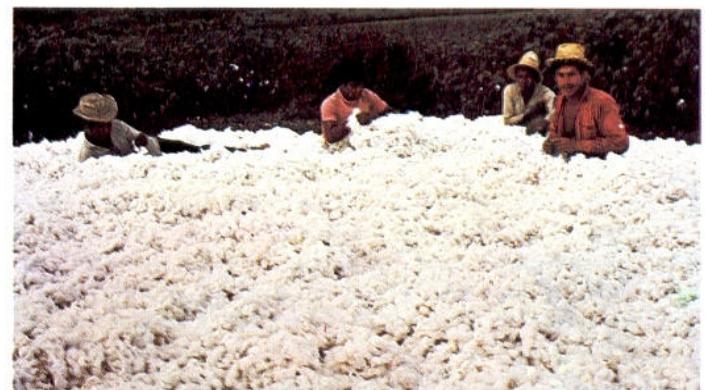
INTERNATIONAL HARVESTER

**Oben:** Ein neueres Modell einer Baumwollpflückmaschine — Modell 622 — ein Hochtrommelpflücker von der Firma International Harvester. Die Maschine pflückt zwei Reihen gleichzeitig ab. Pflücker dieser Art haben dazu beigetragen, daß die Baumwollproduktion seit 1970 auf jährlich 52 Millionen Ballen gesteigert wurde.

Samt, die alle recht verschieden aussehen.

Die Geschwindigkeit wird durch die Webschiffe begrenzt. Zu den modernsten Methoden gehört das 'Hinüberschießen' der Schiffchen auf einem Wasserstrahl, einem Luftstrahl oder einem Stahlrapier: dies geschieht mit Hilfe eines geschoßähnlichen Projektils oder eines Vielfach-Projektils.

Ein Schußfaden — das sind 200 Bewegungen des Schiffchens in der Minute — ergibt 5 cm Faden. Für ein sehr einfaches Tuch benötigt man etwa 160 Schußfäden. Traditionelle Webschiffe sind auch heute noch in Gebrauch. Die belgische



PICTUREPOINT

**Oben:** Das Bild zeigt Arbeiter beim Sortieren der Baumwolle in der Nähe von Lima in Peru. Bevor die Baumwolle entkernt werden kann, müssen Zweige und andere Gegenstände, die bei der weiteren Verarbeitung hinderlich sind, entfernt werden.

Firma Picanol stellt Webstühle für das Weben von Jacquard-Stoffen her, die beispielsweise für Handtücher verwendet werden. Auch die Hochgeschwindigkeits-Webmaschinen dieser Firma sind nicht in der Lage, die Länge des in einer Minute gewebten Stoffes mehr als zu verdoppeln. Eine höhere Produktionsquote kann nur durch den Einsatz von mehreren Webmaschinen erreicht werden.

## BAZOOKA

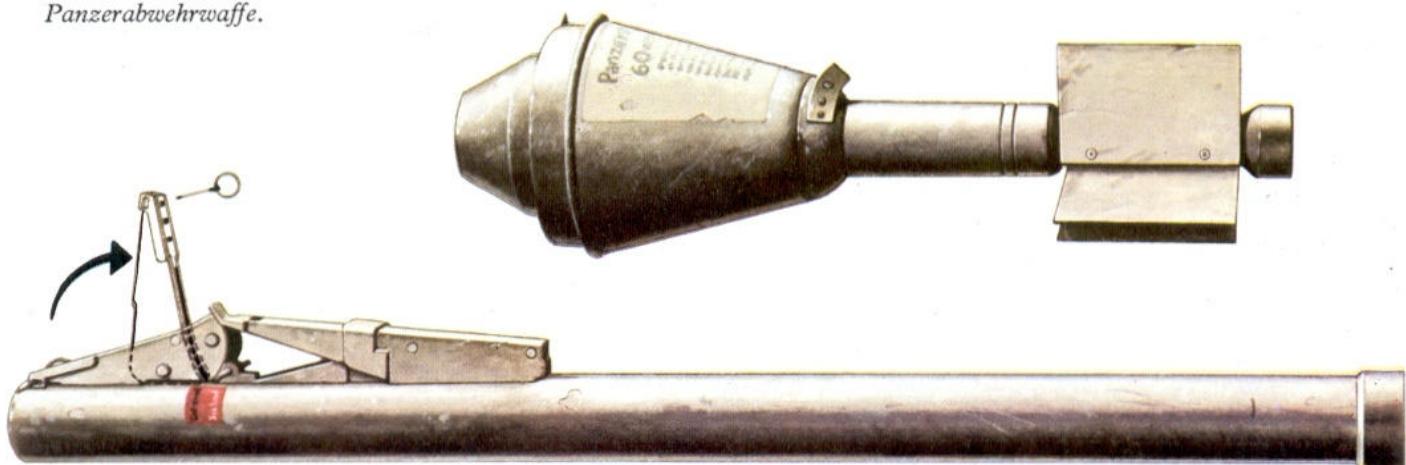
HOT IN WEEKS



**Oben:** Der amerikanische Komiker Bob Burns mit seinem Blasinstrument, Bazooka genannt. Daneben trägt ein Soldat die gleichnamige Panzerabwehrwaffe.



MACCLANCY PRESS



PETER SARSON/TONY BRYAN

**Die Bazooka ist eine rückstoßfreie, tragbare Panzer- nahbekämpfungswaffe. Ihr Name leitet sich aus der Ähnlichkeit mit dem Blasinstrument Bazooka ab, das der amerikanische Komiker Bob Burns spielte.**

Während der ersten Jahre des Zweiten Weltkrieges wurden große Anstrengungen unternommen, eine leichte, zuverlässige und wirksame Panzerabwehrwaffe zu entwickeln, die von einem Soldaten getragen werden konnte. Die bekannteste Panzerabwehrwaffe, die je entwickelt wurde, war vermutlich die Bazooka. Sie hatte ein Kaliber von etwa 6 cm. Sie wurde während des Zweiten Weltkrieges Ende 1941 in der amerikanischen Armee eingeführt und im November 1942 von den amerikanischen Truppen während ihrer Landung in Nordafrika zum Kampfeinsatz gebracht.

Die Bazooka bestand im wesentlichen aus einem Stahlrohr mit Handgriff, Schulterstütze, Abzugshebel und Visier. Durch sie erhielt der Infanterist für die Panzerbekämpfung eine Schlagkraft, die mit einer leichten Artillerie verglichen werden konnte. Der Erfolg dieser Panzerabwehrwaffe führte schließlich zur Entwicklung noch wirksamerer, panzerbrechender Raketenwaffen.

Wesentliche Nachteile der Bazooka waren die kurze Reichweite und die mangelnde Treffsicherheit. Zu ihrer Bedienung wurden zwei Soldaten benötigt. Der eine zum Laden der Waffe, der andere zum Richten und Abfeuern.

**Unten:** Ein deutscher Soldat feuert im Stehen einen sogenannten 'Panzerschreck' ab.

**Die deutsche Panzerfaust 60.** Während der Endphase des Zweiten Weltkrieges wurde es an die deutschen Truppen, den Volkssturm und die Hitlerjugend in großen Mengen ausgeliefert. Das Geschöß (oben) wog ca. 1,6 kg und konnte 175mm-Stahlpanzerung durchdringen. Es gab auch eine Version Panzerfaust 30. Die Ziffer bezeichnet die optimale Reichweite in Metern.

Im Jahre 1943 wurde in Deutschland eine ähnliche Panzerabwehrwaffe entwickelt, sie hieß Raketenpanzerbüchse 43 (auch als RP 43 oder 'Panzerschreck' bekannt). Sie ähnelte der Bazooka; zu ihrer Bedienung waren ebenfalls zwei Mann erforderlich. Ihr Kaliber betrug 8,8 cm; sie war unhandlich, unbequem abzufeuern und hatte einen beträchtlichen Rückschlag. Außerdem gab es Fehlschüsse.

Eine Panzerabwehrkarte besteht aus dem Gefechtskopf mit Aufschlagzündung, der die Panzerplatte durchschweißt und dann den Panzer vernichtet, einem Rohr, das mit einem Festbrennstoff als Antriebsmedium beschickt ist, und einer Düse, durch die das Gas nach hinten verdrängt wird.

### Rückstoßprinzip

Das Prinzip des Raketenantriebes beruht auf dem dritten Newtonschen Gesetz (actio=reactio). Ein beispielsweise mit Luft aufgeblasener Luftballon bleibt, sofern keine anderen Kräfte auf ihn wirken, auf dem Boden liegen, weil die auf die

Ballonwandungen wirkenden Kräfte durch Gegenkräfte aufgehoben werden. Öffnet man jedoch den Ballonverschluß, tritt die Luft aus. Wegen des dritten Newtonschen Gesetzes wirkt auf die Kraftrichtung des austretenden Gases eine Gegenkraft. Der Luftballon fliegt in der dem Luftaustritt entgegengesetzten Richtung weg (*Rückstoßprinzip*).

Beim Abfeuern der Panzerrakete verbrennt ein Festbrennstoff. Es entsteht ein hochverdichtetes Gas, das durch eine Düse entweicht. Der Düseneinsatz ist so geformt, daß das Gas mit der größtmöglichen Geschwindigkeit austreten kann. Die Rakete bewegt sich in der dem Gasaustritt entgegengesetzten Richtung fort. Auf den Raketenwerfer, der an beiden Enden offen ist, wird aufgrund des hier angewendeten Rückstoßprinzips keine Kraft ausgeübt. Er bewegt sich nicht, d.h. er bleibt im Gegensatz zu einem Gewehr oder Geschütz

war etwa 1,38 m lang und wog 6 kg. Die Länge des Raketen geschosses betrug etwa 55 cm, das Gewicht etwa 1,6 kg; die Mündungsgeschwindigkeit lag bei etwa 80 m/s. Der Gefechtskopf durchschlug Panzerungen von etwa 2,5 cm Dicke. Die Reichweite der Rakete betrug etwa 640 m. Es kamen nicht nur panzerbrechende Raketengeschosse zum Einsatz, sondern auch Rauch- und Brandraketen.

Bevor das Raketengeschoß ins Abschußrohr eingesetzt wurde, drückte man den Abzugshebel. Es leuchtete eine Warnlampe auf, die anzeigen, daß der Zündstrom eingeschaltet ist. Anschließend wurde der Sicherungsbolzen vom Raketengeschoß entfernt, wodurch das Abschußrohr feuerbereit war. Nach diesen Vorbereitungen war das Geschoß sehr empfindlich. Ließ man es fallen, konnte es schon detonieren. Der Schütze hielt das Abschußrohr, während der



*Oben:* Britische Soldaten bringen während eines Manövers eine Panzerabwehrwaffe in Stellung. Es handelt sich um eine 'Carl Gustav' mit dem Kaliber 84 mm. Das Gewicht und die Länge dieser Panzerabwehrwaffe machen eine Stützvorrichtung notwendig.

rückstoßfrei. Wenn sich die Rakete aus dem Abschußrohr löst, muß der gesamte Festbrennstoff, der zum Antrieb benötigt wird, verbrannt sein.

### Aufbau der Bazooka

Die amerikanische Panzernahbekämpfungswaffe M1A1 bestand aus einem an beiden Enden offenen Rohr. Gezündet wurde sie elektrisch. Das Rohr wurde auf die Schulter des Trägers aufgelegt, gerichtet und stehend, kniend, sitzend oder liegend gezündet. Das Raketengeschoß wurde mit seinem hochexplosiven Gefechtskopf auf Panzer, Betonbunker, Unterstände oder Sandsackbarrikaden abgefeuert. Das Abschußrohr

Lader das Geschoß ins Abschußrohr einführe und die elektrischen Anschlüsse herstelle. Die Brenndauer des Feststoffantriebes betrug 0,02 Sekunden. Der Brennschluß erfolgte, bevor das Raketengeschoß das Abschußrohr verlassen hatte. Bei kaltem Wetter verzögerte sich der Brennschluß. In diesen Fällen gab es beim Austritt des Raketengeschosses einen Flammenrückschlag in Richtung des Schützen, der durch Flammenfänger, die den Rückschlag ablenkten, geschützt wurde. Außerdem wurden spezielle Gesichtsmasken aufgesetzt, die ebenfalls Schutz boten.

Wie bei allen Raketen gab es beim Abschuß der Bazooka hinter dem Abschußrohr einen Heißluft- und Flammenaustritt mit einer Reichweite von etwa 6 m. Bei der ersten Ausführung der Rakete erfolgte die Zündung mit einer elektrischen Batterie. Bei kalter Witterung (Temperaturen unter 4°C) reichte die Leistung der Trockenbatterien zum Auslösen der Zündung allerdings nicht mehr aus. Die Rakete konnte gefahrlos bis zu einer Temperatur von 49°C eingesetzt werden.



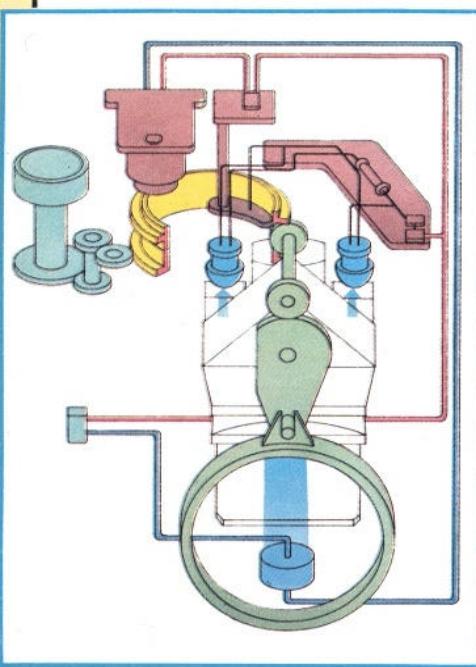
# WAS ERWARTET SIE IN HEFT 5 VON **WIE GEHT DAS**

Von den 150 Millionen Tonnen Erdöl, die jedes Jahr in der Bundesrepublik Deutschland verbraucht werden, dienen 25 Millionen Tonnen zur Benzinherstellung. Wenn Sie wissen wollen, wie Benzin produziert wird, lesen Sie Heft 5 von WIE GEHT DAS.

Ein anderer wichtiger Energieträger ist die Kohle. Erfahren Sie Wissenswertes über die Kohleförderung im nächsten Heft von WIE GEHT DAS.



Viele moderne Kameras haben einen eingebauten Belichtungsmesser, der schnell und leicht das richtige Belichten von Bildern ermöglicht. Wenn Sie Einzelheiten über die Arbeitsweise dieses sehr nützlichen Kamerateils wissen wollen, lesen Sie Heft 5 von WIE GEHT DAS.



Hierüber informiert Sie  
**WIE GEHT DAS**  
Kaufen Sie Heft 5 bei  
Ihrem Zeitschriftenhändler

