

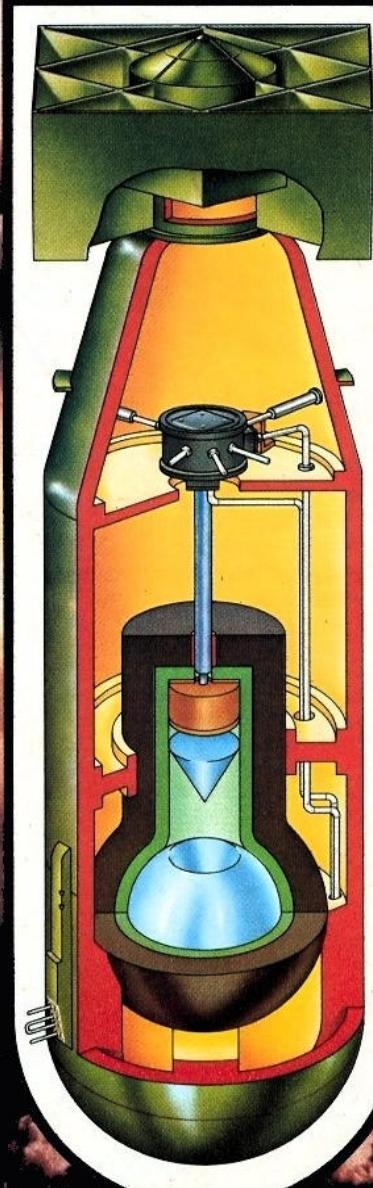
**Heft 1**

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

## 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. Dieses Heft Nr. 1 ist allerdings ausnahmsweise zwei Wochen im Handel. 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.

## Inhalt

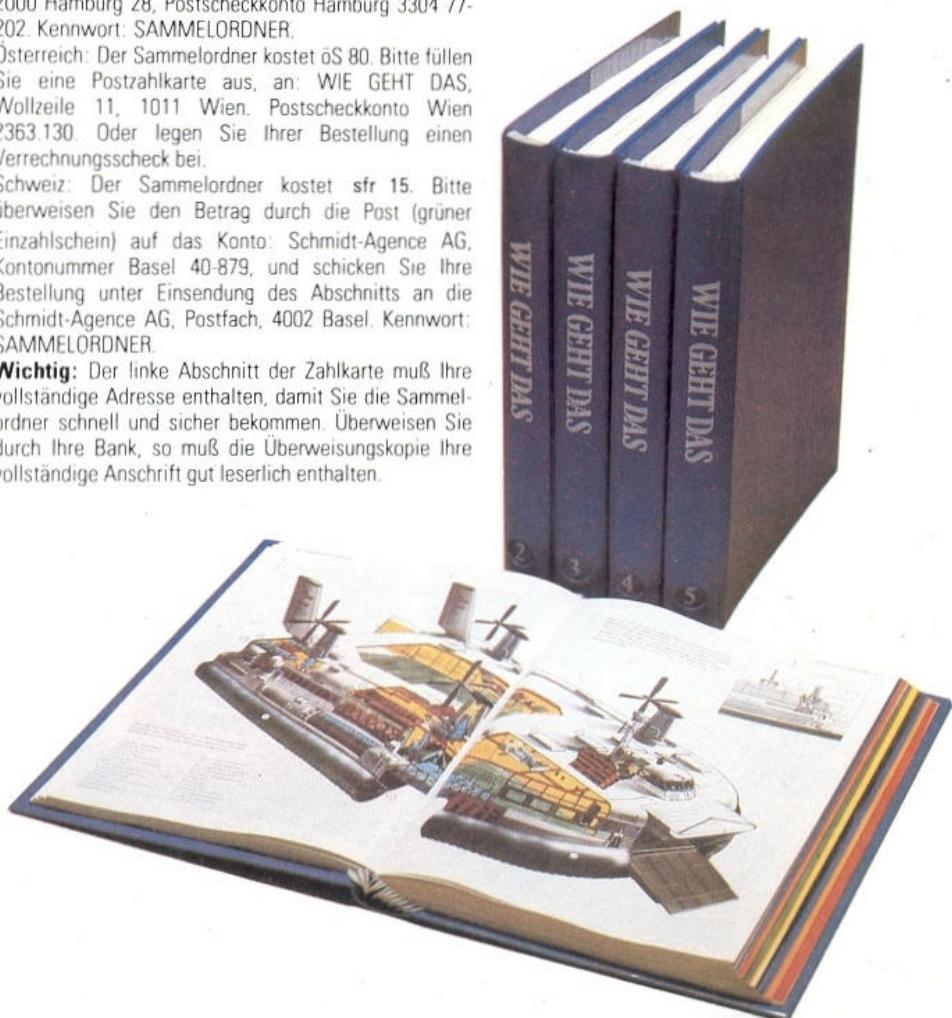
Abakus	2
Abfeuereinrichtungen	4
Abhöreinrichtungen	8
A-Bombe	11
Aerosol-Sprühdose	16
Aluminium	17
Amphibienfahrzeuge I	20
Amphibienfahrzeuge II Das Luftkissenfahrzeug	24
Anemometer	28

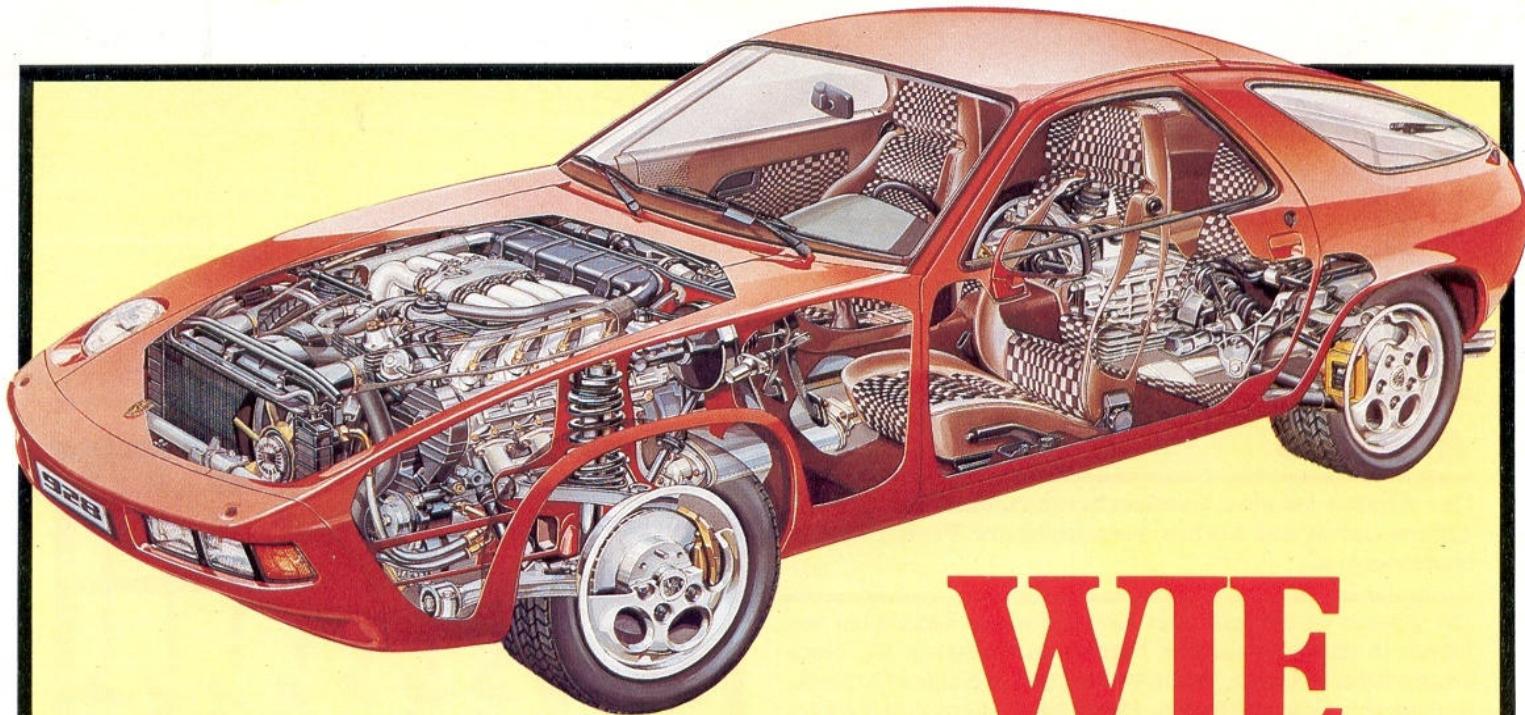
2000 Hamburg 28, Postscheckkonto Hamburg 3304 77-202. Kennwort: SAMMELORDNER.

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.

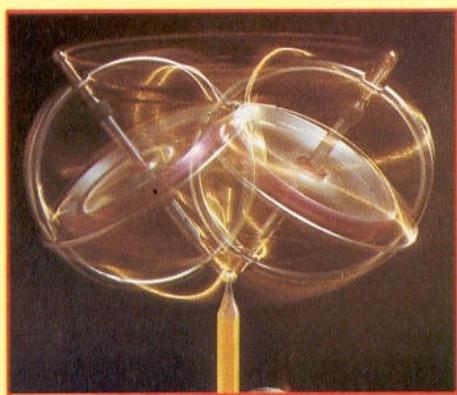
**Wichtig:** Der linke Abschnitt der Zahlkarte muß Ihre vollständige Adresse enthalten, damit Sie die Sammelordner schnell und sicher bekommen. Überweisen Sie durch Ihre Bank, so muß die Überweisungskopie Ihre vollständige Anschrift gut leserlich enthalten.





# WIE GEHT DAS

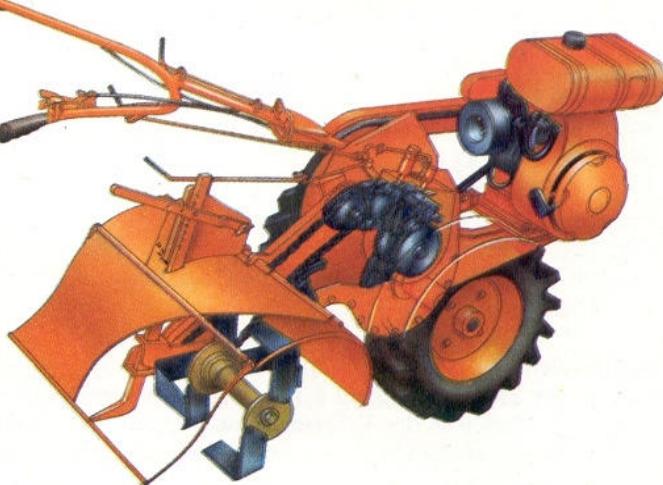
## Ein Sammelwerk in 70 wöchentlichen Folgen



Aus den einzelnen Teilen von WIE GEHT DAS entsteht ein umfangreiches Lexikon der Technik und Erfindungen. WIE GEHT DAS enthält mehr als 700 aktuelle Beiträge – vom Abakus bis zur Zündkerze: ein umfassendes A-Z der Technik und Erfindungen. Die einzelnen Artikel sind alphabetisch geordnet und enthalten viele farbige Bilder und Diagramme. Woche für Woche WIE GEHT DAS – und es entsteht ein Nachschlagewerk in fünf Bänden, das in leicht verständlichen Beiträgen die aufregende Geschichte der Welt erzählt, wie sie sich der Mensch geschaffen hat.

**Inhaltsverzeichnis:** Mit der letzten Ausgabe von WIE GEHT DAS erhalten Sie ein Inhaltsverzeichnis des gesamten Werkes.

**Kreuzverweise:** Worte in Grossbuchstaben weisen auf einen Artikel unter diesem Stichwort hin.



# A

## ABAKUS

**Der Abakus ist eine Handrechenmaschine, bei der die Ziffern durch auf Stäben verschiebbare Perlen dargestellt werden.**

Der Abakus ist ein sehr altes Gerät, das seit Tausenden von Jahren in unterschiedlichen Formen in Gebrauch ist. Noch heute wird er in China, Japan, Nahost und in einigen Ostblockländern von Geschäftsleuten, Handelsvertretern und Verkäufern auf Märkten benutzt. In der Sowjetunion verwenden ihn sogar Busschaffner, in Westeuropa kann man ihn manchmal in chinesischen Restaurants sehen.

### Geschichte

Der erste Abakus dürfte eine Steinplatte oder ein Brett gewesen sein, worauf ein Babylonier Sand streute, um Buchstaben darauf zu malen. Wahrscheinlich leitet sich das Wort Abakus von dem phönizischen *Abak* her. Es bedeutet: Auf eine Fläche gestreuter Sand zum Schreiben.

Die Form des Abakus wurde verbessert, als er nur noch für das Zählen und Rechnen verwendet wurde. Es entstanden mit einer Wachsschicht versehene Bretter. Später wurde ein Abakus erfunden, bei dem lose Zählsteine aus Knochen, Glas oder metallenen Scheiben auf ein mit Linien versehenes Brett gelegt wurden. Bei einer noch späteren Form, die in einigen Teilen der Erde noch heute benutzt wird, sind die Zählsteine in einer Rille oder auf Drähten oder Fäden verschiebbar angeordnet.

### Das Suan Pan

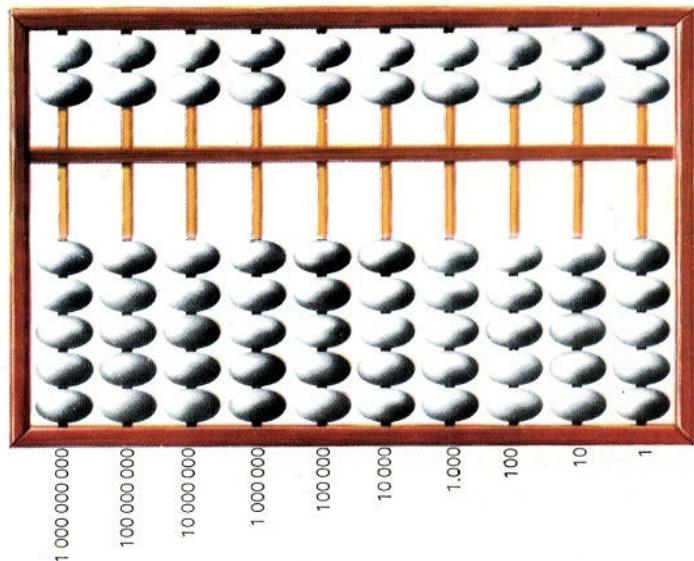
Die üblichste Form des Abakus ist das chinesische *suan pan* (Rechenbrett). Es hat bis zu 13 Perlenreihen, von denen jede durch eine über den gesamten Rahmen verlaufende Querstange in zwei Teile unterteilt wird. In jeder Reihe befinden sich zwei Perlen oberhalb und fünf unterhalb der Querstange. Andere Arten haben eine bzw. vier Perlen pro Reihe.

In der am weitesten rechts liegenden Reihe wird jeder Perle in der unteren Hälfte der Wert '1' und jeder Perle in der oberen Reihe der Wert '5' zugeordnet. Diese Reihe ist die 'Einerreihe'. Die links daneben liegende Reihe ist die 'Zehnerreihe'. Jeder Perle in der unteren Reihe entspricht der Wert '10' und jeder in der oberen Hälfte der Wert '50'. Es folgt die 'Hunderterreihe', dann die 'Tausenderreihe' usw. Ein Abakus mit 13 Reihen kann bis 9 999 999 999 999 rechnen.

Zur Eingabe von Zahlen in den Abakus verschiebt man die Perlen so, daß sie die Querstange berühren. Um z.B. die Zahl 23 'einzuschreiben', schiebt man drei Perlen in der unteren Hälfte der Einerreihe an die Querstange und zwei in der Zehnerreihe.

### Addieren und Subtrahieren

Um zu der Zahl 23 die Zahl 6 zu addieren, schiebt man eine der oberen Perlen in der Einerreihe nach unten und eine der unteren Perlen an die Querstange nach oben. Der Abakus zeigt nun die Zahl 29 an.



**Oben:** Die Perlen im oberen Teil haben den fünffachen Wert der unteren.

**Unten:** Rechnen mit dem Abakus. Wer geübt ist, rechnet mit dem Abakus schneller als im Kopf.

**'Zehner' 'Einer'**

— hier ablesen

plus 5

plus 1

Alle Perlen an Querstange

Beide Perlen an Querstange

**Addieren:**  
23 setzen (Perlen, mit denen dazugezählt wird, sind rot, Perlen, mit denen abgezogen wird, sind blau dargestellt).

Hinzuzählen der Zahl 6 ergibt 29.

Die Zahl 1 hinzuzählen: Die 'Einerreihe' unten ist jetzt 'voll'. Der Abakus zeigt 20 + 10, nicht 30 an.

Unteren Teil durch Wegschieben der Perlen von der Querstange 'löschen', eine Perle im oberen Teil an deren Stelle hinunterschieben. Der obere Teil ist nun 'voll'.

Oberen Teil 'löschen', eine Perle im unteren Teil der 'Zehnerreihe' statt dessen nach oben schieben. Der Abakus zeigt jetzt das richtige Ergebnis an, nämlich 30.

Zählt man einen weiteren Wert '1' durch Nachobenschieben der letzten Perle in der unteren Hälfte der Einerreihe dazu, sind in der unteren Reihe keine Perlen mehr vorhanden. Die untere Hälfte der Reihe ist 'voll' und muß 'gelöscht' werden. Dies geschieht, indem man die fünf Perlen an den äußeren Rand zurückzieht und eine der Perlen in der oberen Hälfte mit dem Wert '5' an ihrer Stelle nach unten rückt.

Hier berührt eine der oberen Perlen bereits die Querstange. Wenn man die andere Perle nach unten schiebt, ist auch der obere Teil der Einerreihe 'voll'. Man löscht sie, indem man eine weitere Perle im unteren Teil der Zehnerreihe nach oben schiebt, wodurch man den Wert '10' hinzuzählt. In der Einerreihe zählt nun keine Perle. Im unteren Teil der 'Zehner' zählen drei Perlen. Der Abakus zeigt also 30, das richtige Ergebnis, an.

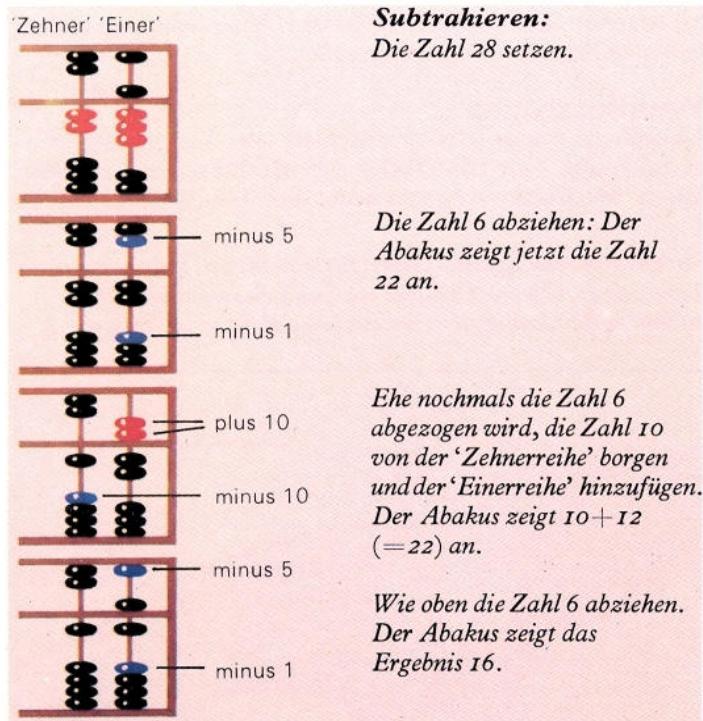
Wer im Gebrauch des Abakus geübt ist, sieht natürlich die meisten der Zwischenschritte bei der Rechnung voraus und läßt sie aus. Mit einiger Übung lassen sich Additionen und Subtraktionen mit dem Abakus ähnlich schnell wie mit einem elektrischen Taschenrechner ausführen.

Die Subtraktion verläuft umgekehrt zur Addition. Die Zahl 3 beispielsweise wird von einer anderen Zahl abgezogen, indem man im unteren Teil der Reihe drei Perlen von der Querstange wegschiebt.

### Weitere Rechenarten

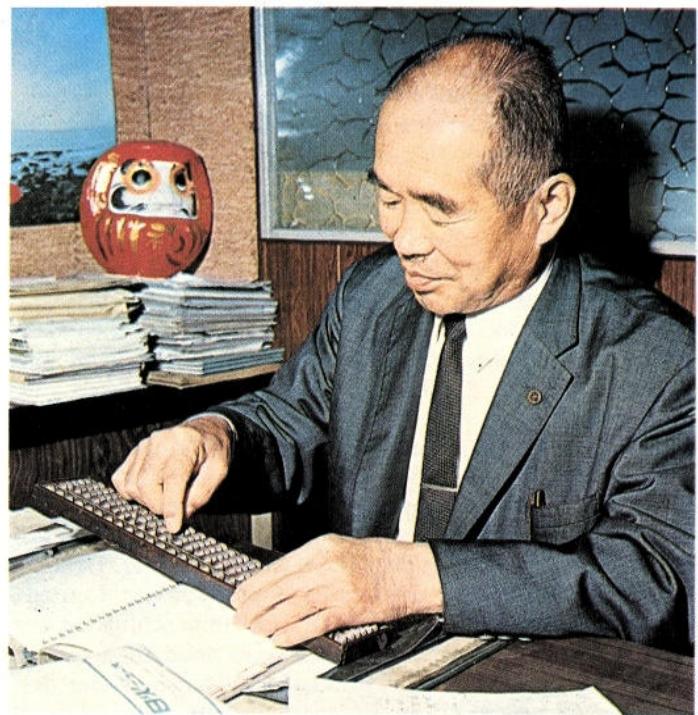
In gleicher Weise, wie man addiert oder subtrahiert, können mit dem Abakus auch Multiplikation, Division und die Berechnung der Quadrat- oder Kubikwurzel vorgenommen werden.

Genaugenommen wurde der Abakus nicht für die Multiplikation und Division geschaffen. Denn das Zahlensystem der Chinesen und auch der Römer, die einen ähnlichen Abakus verwendeten, war zu solchen Rechenarten nicht geeignet. Das Multiplizieren in der heute gewohnten Weise konnte mit den damaligen Zahlensystemen nicht durchgeführt werden.



Um beispielsweise eine Zahl mit '5' zu multiplizieren, wird die entsprechende Zahl fünfmal addiert. Bei der Multiplikation von großen Zahlen nimmt das Additionsverfahren viel Zeit in Anspruch. Man verfährt daher in anderer Weise.

Die beiden Zahlen (z.B. 478 und 35) schreibt man jede für sich auf. Man halbiert eine der beiden Zahlen (z.B.  $35:2 = 17,5$ ). Erhält man beim Halbieren einer Zahl keine ganzzahlige Dezimalzahl, nimmt man nur den ganzzahligen Teil der Dezimalzahl, d.h. die Dezimalzahl 17 im oben angeführten Beispiel. Man dividiert nun die Zahl 17 durch 2 usw., bis man die Zahl 1 erreicht hat. Die andere Zahl (in unserem Beispiel 478) wird so oft verdoppelt, wie man die vorherige Zahl halbiert hat. Auf dem Abakus entspricht die Multiplikation einer Serie von Additionen und Subtraktionen.



PICTUREPOINT

**Oben:** Der Abakus ist eine Art Rechenmaschine, die seit Tausenden von Jahren in Gebrauch ist. Die ursprüngliche, im alten Babylon entstandene Form dürfte eine flache Schale oder ein Brett gewesen sein, worauf Sand gestreut wurde. Darin wurden Rechenzeichen eingeritzt. Das Bild zeigt einen modernen japanischen Abakus. Ein geübter Rechner kann mit einem Abakus fast so schnell wie mit einem Taschenrechner arbeiten.

Die Summe sieht folgendermaßen aus:

$$\begin{array}{r}
 478 \times 35 \\
 \times 956 \times 17 \\
 1912 \times 8 \\
 3824 \times 4 \\
 7648 \times 2 \\
 \hline
 15296 \times 1
 \end{array}$$

Im folgenden Schritt werden diejenigen Zeilen gestrichen, die beim Halbieren eine gerade Zahl ergaben. Man erhält dann:

$$\begin{array}{r}
 478 \times 35 \\
 \times 956 \times 17 \\
 \hline
 15296 \times 1
 \end{array}$$

Das Ergebnis der Multiplikation der beiden Zahlen 478 und 35 erhält man durch Addition der in der linken Spalte stehenden Zahlen:  $478 + 956 + 15296 = 16730$ .

## ABFEUEREINRICHTUNGEN

Seit dem 15. Jahrhundert beherrscht der Gebrauch kleiner Waffen die Taktik auf den Schlachtfeldern. Die Abfeuereinrichtungen ermöglichen ein immer schnelleres und genaueres Schießen.

Die Einführung von Abfeuereinrichtungen für kleine Waffen (dies sind Waffen, die in der Hand oder von der Schulter aus abgefeuert werden) war ein bedeutender Fortschritt in der Kriegsgeschichte. Vor 1400 entzündete der Soldat die Pulverladung mit einer Lunte, einem glimmenden Stück Tauwerk. Er mußte seine Aufmerksamkeit auf die Lunte und das hintere Ende des Gewehrlaufes richten. Bei dem neuen Mechanismus brauchte er nur den Hahn abzu ziehen und konnte sich auf das Ziel einstellen.

### Luntenschloß

Der früheste Mechanismus war das *Luntenschloß*. Die erste Konstruktion dieser Art, die *Schlange*, bestand aus einem einfachen S-förmigen Hebel, an dessen Ende die glimmende Lunte befestigt war. Ein Druck auf das untere Ende senkte die Lunte auf eine kleine Pfanne mit Zündpulver neben dem Hinterende des Laufes. Dieser Zündsatz fing Feuer, und eine Stichflamme schlug durch ein kleines Loch zur Pulverladung im Lauf durch.

Das Luntenschloß wurde durch Anbringen einer Feder am Lumenthalter verbessert. Bei dieser Ausführung, dem *Luntenschloß mit Abzugsstollen*, wurde der Lumenthalter durch einen besonderen federbelasteten Hebel, den Abzugsstollen, gehalten, der seinerseits mit dem Hahn verbunden war. Drückte der Schütze den Hahn, gab der Abzugsstollen den Lumenthalter frei, der dann sofort auf die Zündpfanne schlug. In der Weiterentwicklung entstanden der bereits modern geformte Abzug in einem Schutzbügel und ein Mechanismus, der den Lumenthalter gegen einen Federdruck auf den Zündsatz drückte, so daß er zurück sprang, wenn der Abzug freigegeben wurde. Selbst diese letzte Bauart, das *Abzugsschloß*, das im letzten Viertel des 15. Jahrhunderts aufkam, hatte große Nachteile. Die ständig brennende Lunte bildete angesichts des losen Schießpulvers eine Gefahr, und bei Wind oder Regen war es schwierig, die Lunte so am Brennen zu halten, daß sie nicht mit dem Zündpulver in Berührung kam.

### Radschloß

Es lag nahe, den Zündsatz durch einen Funken in Brand zu setzen. Der erste Mechanismus dieser Art, das *Radschloß*, wurde um 1510 in Süddeutschland erfunden.

Sein Prinzip war etwa das gleiche wie das des modernen Feuerzeuges. Durch Betätigung des Abzuges gab der Abzugsstollen ein federbelastetes Eisenrad frei. Dieses drehte sich und schlug Zündfunken aus einem Stück Schwefelkies. Zum Radschloß gehörte ein Pfannendeckel, der dem Zündsatz bis zur Betätigung des Abzuges Schutz bot. Das Radschloß war zwar sicher und zuverlässig, aber auch schwer und kompliziert und daher zu teuer, um allgemein an die Stelle des Luntenschlosses zu treten.

### Steinschloß

Eine funkengebende Abfeuereinrichtung setzte sich von der Mitte des 17. bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts allgemein durch. Der verhältnismäßig einfache *Steinschloß*-Mechanismus tauchte um 1610 auf. Über dem drehbar gelagerten Pfannendeckel befand sich eine fast senkrecht stehende Eisenplatte, die *Batterieplatte*. Wurde der Abzug betätigt, schlug eine Feder einen S-förmig gebogenen Hebel (den *Hahn*) nach unten, an dessen oberen Ende ein Stück Feuerstein befestigt war. Dies glich dem Lumenthebel des früheren gefederten Lument-

Ein deutsches MG42; rechts darüber Darstellungen des Gasdruck- und Rückstoßsystems. Beim MG 42 wird der Schlagbolzen durch die Schließfeder nach vorn geworfen, wenn der Abzug betätigt wird. Der Verschlußkopf schiebt eine Patrone in das Patronenlager des Laufes und wird durch das Verriegelungsstück verriegelt. Eine geringe weitere Vorrätsbewegung des Verschlusses (roter Pfeil) löst den Schuß aus; Lauf und Verschluß werden durch Rückstoß zurückgeworfen; das Verriegelungsstück gibt den Verschlußkopf frei.

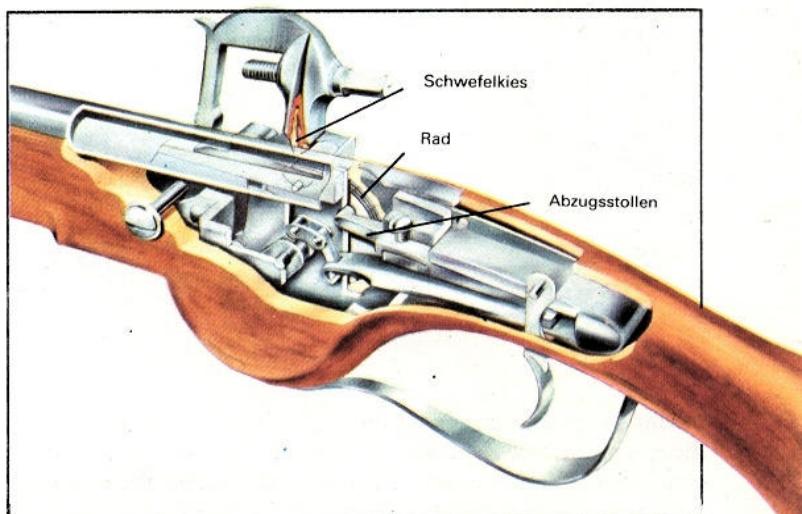


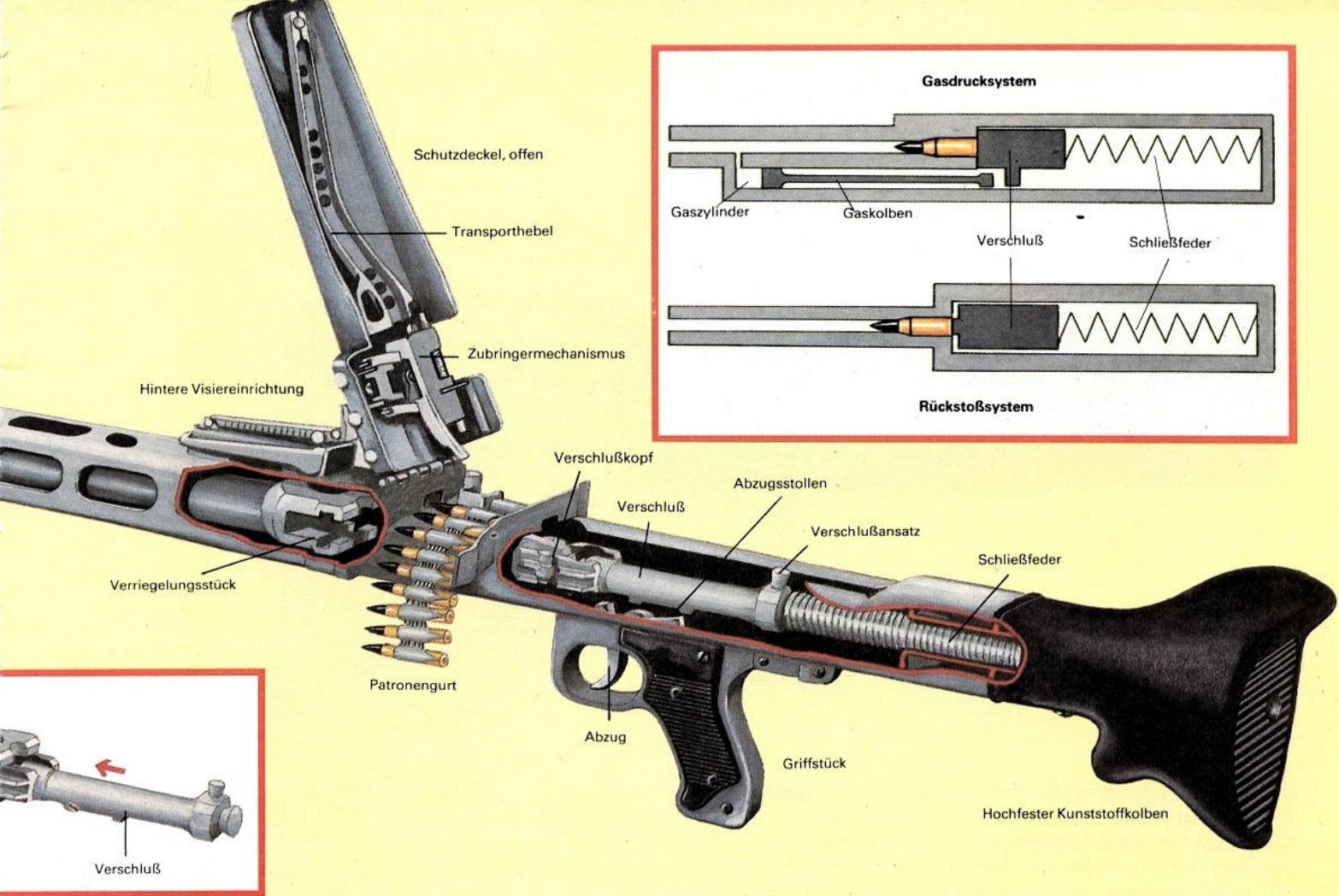
schlosses. Der Feuerstein schlug gegen den Stahl, schob ihn dabei zur Seite, um die Pfanne zu öffnen, und erzeugte einen Funkenregen, der in den Zündsatz fiel und ihn in Brand setzte. Zwei Jahrhunderte lang war bei Kleinwaffen das Steinschloß vorherrschend. Seit dieser Zeit betrachtete man Abfeuereinrichtungen nicht mehr als Hilfseinrichtung, sondern als festen Bestandteil der Feuerwaffen.

### Metallpatronen

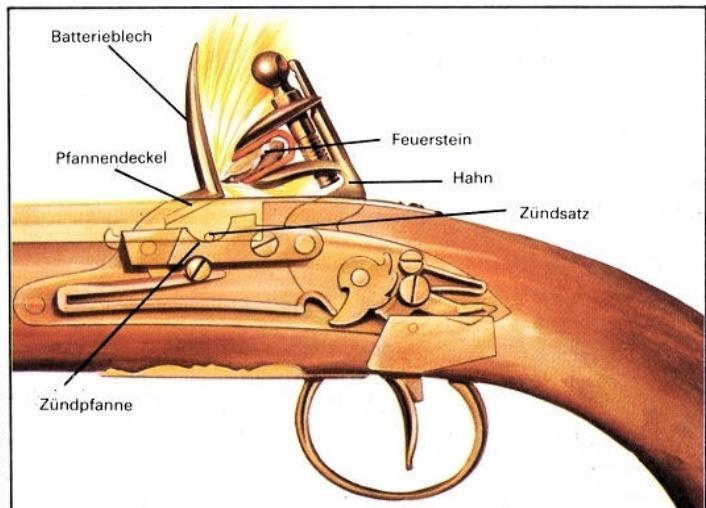
Schließlich wurde das Steinschloß als Vielzweck-Abfeuereinrichtung vom Hinterlader mit Metallpatronen abgelöst, dessen Mechanismus noch heute bei Handfeuerwaffen zu

**Unten:** Radschloßmechanismus. Beim Betätigen des Abzugs dreht sich das Rad, und ein Stück Schwefelkies wird mit ihm in Berührung gebracht, um einen Funken zu schlagen.





**Unten:** Steinschloßmechanismus. Der Abzug gibt den Hahn frei, wodurch sich der Feuerstein nach unten bewegt, an das Batterieblech schlägt und dadurch einen Funken hervorruft sowie gleichzeitig den Deckel der Zündpfanne öffnet.



TOM MCARTHUR

finden ist. Die Patrone enthält nicht nur das Pulver, sondern auch einen Zündsatz, der sich durch Schlag entzündet. Der Übergang von der außenliegenden Pulverpfanne des Steinschlosses zur Pulverladung und Zündhütchen enthaltenden Patrone vollzog sich über das Anfang des 19. Jahrhunderts beliebte *Percussionsschloß*. Das erste Schloß dieser Art baute der schottische Landgeistliche Alexander Forsyth. Es enthielt den gleichen Abzug- und Abfeuermechanismus wie das Steinschloß. Jedoch trug der Hebel an seinem Ende keinen Feuerstein, sondern einen schalenförmigen Hammer. Beim Abziehen schlug das schalenförmige Ende auf ein kupfernes Hütchen, das sich über einem aus dem Hinterende des Laufes

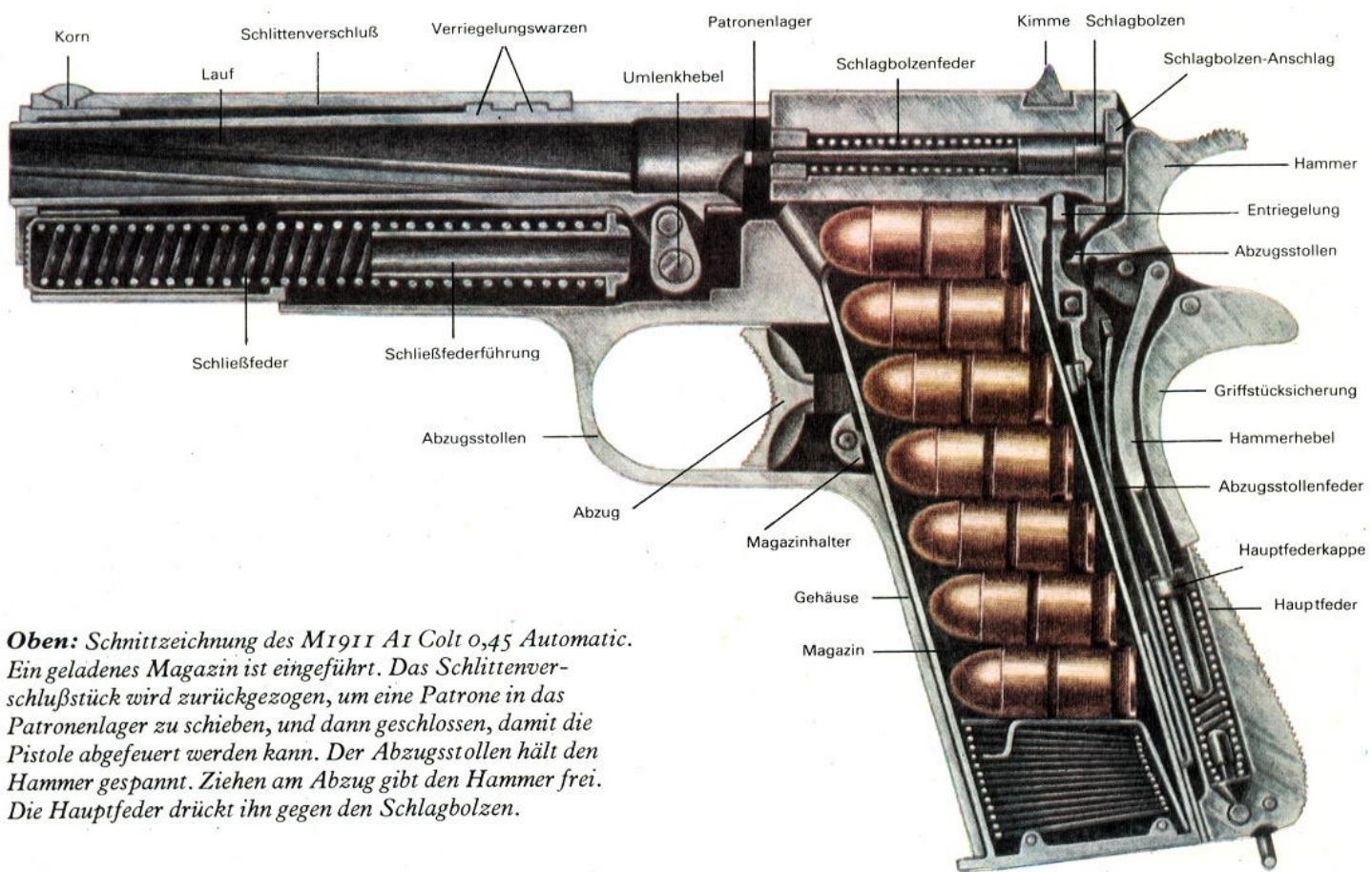
ragenden Röhrchen befand. Wie das Hütchen einer modernen Spielzeugpistole enthielt das Hütchen des Perkussions-schlosses eine Substanz, die durch Schlag explodiert. Die Stichflamme gelangt dann durch das Röhrchen zur Hauptladung.

Das auf Schlag reagierende Zündhütchen wies den Weg zur Entwicklung der modernen Feuerwaffen. Die Pulverladung konnte in einer vorne durch das Geschoß abgeschlossenen Metallhülse mit Zündhütchen am hinteren Ende untergebracht werden. Eine solche Patrone läßt sich anstelle des umständlichen Hantierens mit Pulver und Blei beim Vorderlader bequem von hinten in den Lauf einführen. Die Abfeuerseinrichtung konnte jetzt ein einfacher, unter Feder-spannung stehender Schlagbolzen bilden, der auf das Zündhütchen, den Zündsatz, schlägt. Die meisten modernen Kleinwaffen sind so gebaut, daß der Verschluß—ein mit einem Griff versehenes Rohr—sowohl das Verschlußstück des Laufes öffnet als auch die Schlagbolzenfeder spannt.

### Automatische Pistolen

Als sich der Hinterlader in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts durchgesetzt hatte, war es sicher, daß sich auch automatische Waffen bauen ließen. Die Gewalt des Gases, welches das Geschoß vorwärts treibt, konnte auch dazu dienen, die leere Hülse auszuwerfen, die Schlagbolzenfeder zu spannen und eine weitere Patrone aus dem Magazin zuzuführen. Eine echte automatische Feuerwaffe würde dann den Schlagbolzen zum Abfeuern mehrerer Schüsse hintereinander freigeben und so ein Dauerfeuer ermöglichen.

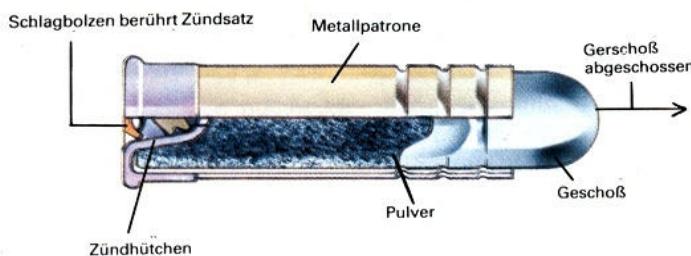
Die erste erfolgreiche automatische Pistole war die im Jahre 1892 von der Österreichischen Waffenfabrik in Steyr hergestellte Schonberger. Ihr folgte die von dem Amerikaner Hugo Borchardt gebaute Borchardt-Pistole, der sie allerdings in Europa herstellen lassen mußte. Die deutsche Firma Ludwig Löwe fertigte diese Pistole, die bereits viele Merkmale



**Oben:** Schnitzeichnung des M1911 A1 Colt 0,45 Automatic. Ein geladenes Magazin ist eingeführt. Das Schlittenverschlußstück wird zurückgezogen, um eine Patrone in das Patronenlager zu schieben, und dann geschlossen, damit die Pistole abgefeuert werden kann. Der Abzugsstollen hält den Hammer gespannt. Ziehen am Abzug gibt den Hammer frei. Die Hauptfeder drückt ihn gegen den Schlagbolzen.



**Oben:** Die Rückstoß-Wirkungsweise des Colt 0,45 Automatic. Das Geschoß hat den Lauf verlassen, und das Schlittenverschlußstück wurde durch den Gasdruck zurückgeworfen. Das Laufende wurde durch den Umlenkhebel nach unten gezogen, gab das Schlittenverschlußstück frei und warf die leere Patronenhülse aus. So kann die Magazinfeder die nächste Patrone in das Patronenlager hineindrücken.



Eine heutige Patrone mit Zentralfeuerzündung.

künftig erfolgreicher automatischer Pistolen aufwies, z.B. den nach rückwärts beweglichen Lauf, um den 'Schlag' beim Abfeuern zu verringern, und das herausnehmbare Magazin, das sich schnell in das Griffstück einsetzen lässt. Moderne Magazine enthalten 6 bis 14 Schuß je nach Größe und Kaliber (Innendurchmesser des Laufes).

Die Mauser 7,63 mm von DWM (Deutsche Waffen- und Munitionsfabrik) folgte im Jahre 1896 und dann eine weitere DWM-Pistole, die berühmte Luger. Dieses Modell, das auf der Pistole von Borchardt beruhte, war von 1898 bis 1945 in Gebrauch.

Es wurden viele andere automatische Pistolen gebaut. Die 0,45 Colt-Pistole von 1911 ist bei den amerikanischen Streitkräften noch im Gebrauch, obwohl automatische Pistolen beim Militär heute nicht mehr allgemein geschätzt werden. Die Schnittzeichnungen verdeutlichen ihre Wirkungsweise. Beim Abfeuern geht der Lauf mit dem ihn umgebenden Schlittenverschlußstück und dem hinten angebauten Verschlußstück zurück. Der Lauf wird, durch einen Umlenkhebel gesteuert, nach unten gekippt. Der Verschlußschlitten geht weiter zurück, um die leere Hülse auszuwerfen, und aus dem Magazin wird eine neue Patrone eingeführt. Das Verschlußstück drückt beim Rücklauf den Hammer hinunter, der die Hauptfeder spannt. Der Schlittenverschluß geht nun durch die Wirkung der Schließfeder wieder nach vorne und lässt den Hammer gespannt. Die Betätigung des Abzuges gibt den Hammer frei, der nach vorne springt, den Schlagbolzen trifft und einen weiteren Schuß auslöst.

### Maschinengewehre

Schnellfeuergewehre gibt es seit dem 14. Jahrhundert. Am Anfang stand das 'Orgelgewehr'. Es bestand aus mehreren, auf einem Gestell angebrachten Musketen, die schnell

nacheinander abgefeuert wurden. Leonardo da Vinci entwarf mehrere Bauarten. Das merkwürdige, im Jahre 1718 von Puckle gebaute Steinschloß-Revolvergewehr konnte in nur sieben Minuten 63 Schuß abgeben.

Das berühmte Gatling-Gewehr von 1862 – es besteht aus mehreren, sich um eine in der Mitte liegende Achse drehenden Läufen – war das erste Maschinengewehr, das größere Verbreitung fand. Es war bei der amerikanischen Armee bis 1911 in Gebrauch. Da es durch eine Handkurbel betätigt wurde, schoß es allerdings nicht automatisch.

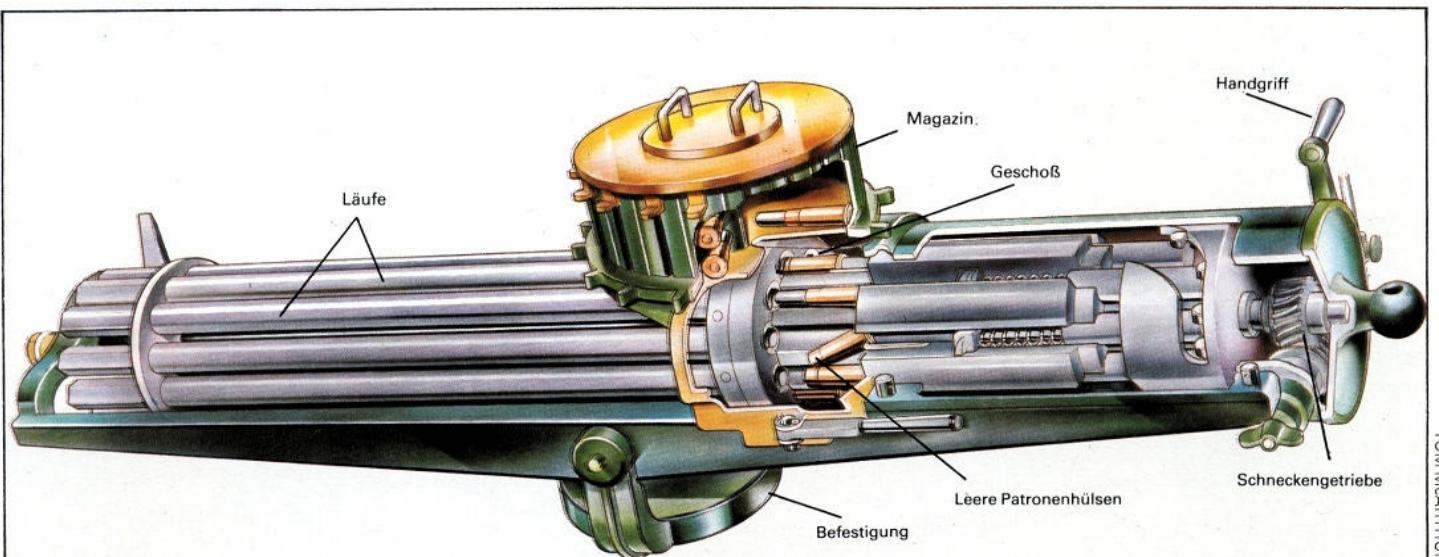
Das automatische Maxim-Maschinengewehr von 1883 war über die ganze Erde verbreitet. Es hatte die bereits beschriebene automatische Wirkungsweise und ähnelte dem in der Schnittzeichnung dargestellten MG 42. Nachfolger war die noch heute benutzte Browningpistole mit einem Kaliber von 12,7 mm.

Die leichteren, bei der Infanterie eingeführten Versionen des Maschinengewehres – Maschinenpistolen wie die Lewis, Bren und die heutige amerikanische M-60 – haben eine etwas andere Wirkungsweise. Hier wirft nicht der Rückstoß den Verschluß nach hinten, sondern der Lauf bleibt bis kurz vor dem Augenblick, an dem das Geschoß ihn verläßt, verschlossen. Der Gasdruck im Inneren des Laufes entriegelt den Verschluß und schiebt ihn mit Hilfe eines Klobens zurück. Diese gasgetriebenen Maschinenpistolen sind leicht, zuverlässig und lassen sich so einstellen, daß sie auch dann gebrauchsfähig bleiben, wenn der Mechanismus verschmutzt ist. Die Bauweise der Maschinenpistolen für die Infanterie dürfte sich in nächster Zukunft kaum ändern. Interessant ist jedoch, daß Maschinengewehre wie das 20-mm-Vulcan zur Zufuhr elektrischer Energie von außen zurückkehren.

Das Maschinengewehr war eine Entwicklung, die wie die ersten Abfeuereinrichtungen und der Hinterlader die Kriegsführung entscheidend beeinflußte. Der entsetzliche Grabenkrieg des Ersten Weltkrieges entstand aufgrund der furchtbaren Wirkung des Maschinengewehres. Der Luftkampf wäre ohne diese Waffe kaum möglich, und der Panzer entstand, um ein mit Maschinengewehrfeuer belegtes Gelände durchqueren zu können.

Nach dem Zweiten Weltkrieg stagnierte die Waffenentwicklung zeitweilig. Mit der Bildung der NATO und des Warschauer Paktes wurde dann eine Standardisierung der Waffensysteme angestrebt. Dies führte zu einem einheitlichen MG-Kaliber von 7,62 mm.

**Unten:** Das Gatling-Maschinengewehr. Mit einer Handkurbel wurden die Läufe um eine in ihrer Mitte liegende Achse gedreht und nacheinander abgeschossen.



## ABHÖREINRICHTUNGEN

**Heimliches Zuhören war in der Spionage immer beliebt. Heute muß man aber nicht mehr an Schlüssellochern oder unter Fenstern horchen, um herauszufinden, was ein Konkurrent oder politischer Gegner gerade tut.**

In den meisten Ländern der Erde, auch den westlichen, zapft die Polizei Telefone an und benutzt 'Wanzen', um krimineller oder politischer Vergehen Verdächtige zu überwachen. In den meisten Ländern darf der Normalbürger zu solchen Mitteln nicht greifen. Der Anstoß für die Entwicklung elektronischer Abhöreinrichtungen kommt hauptsächlich von Geheimdiensten und vom Militär.

Das amerikanische Weltraumprogramm führte zur Entwicklung kleiner und zuverlässiger elektronischer Bauteile, mit denen raffinierte Abhöreinrichtungen gebaut werden können. Elektronische Apparaturen sind heute so hochentwickelt, daß es möglich ist, ein Gespräch über Tausende von Kilometern hinweg abzuhören.

### Wanzen

Wer ein Telefon abhört, muß nicht unbedingt den Raum betreten, in dem das angezapfte Telefon steht. Viel schwieriger ist es, Gespräche in einem Raum mit Hilfe sogenannter Wanzen abzuhören, weil sich der Spion Zugang zu dem Raum verschaffen muß.

1. Tonbandgerät in der Aktentasche. 2., 3. Tonbandgerät und Füllhaltermikrofon. 4. Füllhalter-Sender mit eingebautem Mikrofon. 5. Sendemikrofon. 6., 7., 8. Kleinstkameras. 9. Aschenbecher mit Sendemikrofon im Unterteil. 10. Sendemikrofon zum Anbringen an Fenstern. 11. Uhr mit Mikrofon. 12. Telefon mit Sender. 13., 15. Mikrofon mit Sender. 14. Zigarettenanzünder mit Sendemikrofon. 16., 17. Mikrofon-, Sender- und Verstärkermodule.

Wie bei der Anzapfung von Telefonen kann man auch die drahtlose Übertragung ausnutzen. Eine Wanze mit Sender unterscheidet sich nur wenig von einem Funk sprechgerät oder Ansteckmikrofon, wie es Moderatoren im Fernsehen benutzen. Sie wird allerdings versteckt angebracht. Sender für Wanzen haben den wesentlichen Nachteil, daß sie elektrische Energie verbrauchen, d.h. sie müssen von einer Batterie gespeist werden. Trotzdem verwendet man heute beim Abhören vorwiegend Sendegeräte.

### Kleinstgeräte

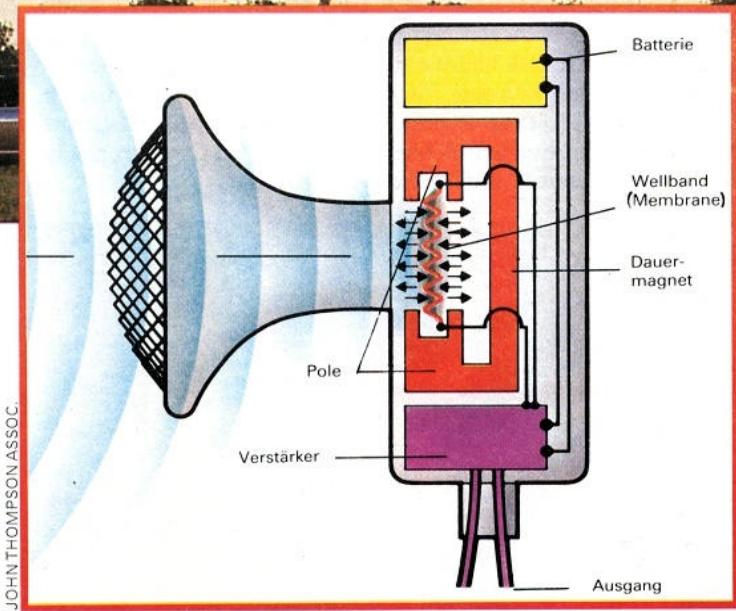
Die bedeutendste Änderung bei der elektronischen Überwachung stellte die Entwicklung von Kleinstbauteilen hoher Qualität dar. Die kleinsten, weit verbreiteten Mikrofone und Sender haben eine Größe von  $3 \times 5 \times 8$  mm<sup>3</sup>. Die kleinste Batterie hat einen Durchmesser von weniger als 4 mm. Die dazugehörige Antenne ist ebenfalls außerordentlich klein. So ist es erklärlich, daß die kleinstmögliche Wanze in die sprichwörtliche Olive in einem Martini-Cocktail paßt.

Die kleinste brauchbare Wanze ist der Sender im Füllfederhalter. Er muß Sender und Mikrofon in Kleinstausführung und mindestens vier Kleinstbatterien enthalten. Dadurch wird bereits die Elektronik größer als ein Stück Würfelzucker. Ein solcher Füllfederhalter fängt ein Gespräch auf eine Entfernung von 3 m bis 5 m deutlich auf. Die Batterien liefern jedoch nur etwa 7 Stunden lang elektrischen Strom. Unter normalen Bedingungen hat der Sender eine Reichweite von 20 m bis 30 m. Dies würde beispielsweise genügen, einen Mithörer in einem in der Nähe geparkten Wagen zu erreichen.

Will ein Spion, der an einem Gespräch teilnimmt, das Gesprochene übertragen, schreibt er mit seinem Füllfederhalter ein paar Worte und legt ihn dann achtlos beiseite. Würde der Benutzer dauernd mit dem Füllfederhalter schreiben, könnte wegen der Störgeräusche der über das Papier gleitenden Feder keine ausreichend gute Sprachübertragung erfolgen.

Sieben Stunden Lebensdauer des Senders mögen für einen Abhörer, der offiziell zu einem Zimmer Zutritt hat und die





JOHN THOMPSON ASSOC.

Wanze mitnehmen kann, genügen. Bringt man aber Wanzen z.B. durch einen Einbruch in dem entsprechenden Raum an, müssen die Wanzen mit Sender größer sein, länger senden und eine größere Leistung abgeben können. Sie haben gewöhnlich eine Größe von  $75 \times 50 \times 25 \text{ mm}^3$ . Die Hälfte des Platzes nimmt eine 6-V-Batterie ein. Ferner haben die Wanzen eine 1 m lange Drahtantenne, um die Reichweite zu vergrößern. Ein solches Gerät kann Gespräche aus einer Entfernung von 30 m aus einem Nebenzimmer bei offenstehender Tür auffangen, 400 m weit senden und 25 Tage lang betriebsfähig sein. Wegen seiner hohen Empfangsgüte kann es unter einem Schreibtisch oder hinter der Blende eines Vorhangs verborgen sein.

Wenn Sender zum Anzapfen eines Telefons verwendet

**Oben:** Das Watergate-Gebäude in Washington. Die Benutzung von Abhöreinrichtungen löste hier einen politischen Skandal aus.

**Links:** Schnittzeichnung eines Jackenaufschlag-Mikrofons.

werden, können sie den benötigten elektrischen Strom der Telefonleitung entnehmen. Batterien sind nicht erforderlich, und das Gerät kann sehr klein sein. Es ist üblich, den Sender im Telefonapparat des Abzuhörenden zu verstecken. Bei einer Verfahrensart werden Mikrofon und Sender im Inneren des Mikrofons im Hörer untergebracht, wobei die Telefonleitung als Antenne dient. Dies ist vor allem deswegen bequem, weil der Spion den Hörer in weniger als einer Minute gegen einen mit eingebauter Wanze austauschen kann.

Kleinstbauteile haben auch in andere Gebiete der elektronischen Spionage Eingang gefunden. Es gibt heute Bandaufnahmegeräte mit zwei Stunden Aufnahmedauer, die nur  $130 \times 80 \times 30 \text{ mm}^3$  groß sind. Ein durch eine Stimme betätigter Schalter, der, um Tonband zu sparen, das Gerät nur dann anschaltet, wenn jemand spricht, misst  $100 \times 60 \times 20 \text{ mm}^3$ .

### Die Zukunft

Die Miniaturisierung der Bauteile und die zunehmende Verwendung drahtloser Übertragungstechniken machen es fast unmöglich, eine Wanze oder Telefonanzapfung nur durch Suchen zu entdecken. Jedoch hat auch die drahtlose



DAILY TELEGRAPH

**Links:** Geheime Mikrofone zum Mitschneiden eines Gesprächs können in einem Manschettenknopf oder wie hier im Bild in einer Armbanduhr verborgen werden. Solch ein Mikrofon kann mit einem Tonband-Kleinsteigergerät oder einem Sender in der Innentasche oder einem Schulterhalfter des Benutzers verbunden werden.

Bei dem zweiten Gerät erscheint das Gesprochene in Form von Zeichen auf einem Kleinste-Fernsehbildschirm. Es wird nur dann ein Fernsehbild übertragen, wenn der Bildschirm voll ist. Beide Verfahren haben den Vorteil, daß die Sendung praktisch nicht zu entdecken ist.

Es wurde auch an den Laser als Übertragungsmedium gedacht. Schall versetzt Gegenstände in Schwingungen. Wird ein Laserstrahl von einem in Schwingung befindlichen Gegenstand reflektiert, kann man die Schwingungen aufzeichnen und durch Entschlüsselung eine Aufzeichnung des Gesprochenen herstellen.

Technik ihre Schwierigkeiten. In London beispielsweise wurde ein Detektiv ertappt, der bei einem Scheidungsfall eine Wanze verwendete. Und zwar hatte ein Funkamateur eine Sendung aufgefangen und die Polizei benachrichtigt. In ähnlicher Weise können Geschäftsleute, die vermuten, daß sie abgehört werden, einen Breitband-Rundfunkempfänger benutzen, um einen im Büro befindlichen Sender zu entdecken.

Gegenwärtig wird an zwei neuen Projekten gearbeitet. Eines ist ein Tonbandgerät, das nur dann sendet, wenn das Band voll ist und schnell zurückgespult wird. Dies ermöglicht innerhalb weniger Minuten die drahtlose Übertragung eines Gespräches von zwei Stunden Dauer.

*Mikrofone, Sender und Anzapfgeräte für Telefone lassen sich in Löchern unterbringen, die in Wände, Fußleisten und Tischbeine gebohrt wurden. Das 'Dornmikrofon' wird in eine angrenzende Wand oder Tür geschlagen, und Schwingungen werden über den Metalldorn zu dem Mikrofon und Kopfhörer übertragen.*

### Die Harmonika-Wanze

Die bemerkenswerteste Abhörerfindung der letzten Jahre ist ein Gerät, das das Telefon als Hilfe benutzt. Der Spion ruft den Abzuhörenden an und entschuldigt sich, er habe sich verwählt. Der Angerufene legt auf, der Spion jedoch nicht. Da derjenige, von dem der Anruf ausgeht, auflegen muß, um die Verbindung zu trennen, bleibt der Anschluß bestehen. Dann erzeugt der Spion mit einer kleinen Pfeife einen bestimmten Ton, der die Wanze in Betrieb setzt. Das Gerät wird Harmonika-Wanze genannt, weil es durch einen Harmonikaton in Betrieb gesetzt worden sein soll, als es zum ersten Mal in den USA benutzt wurde.

Es gibt verschiedene Verfahren, Wanzen zu entdecken. Eine amerikanische Firma stellt eine Maschine her, die große Firmen-Telefonzentralen automatisch auf Wanzen überprüft. Eine britische Firma bietet ein Handgerät an, mit dem Sender entdeckt werden können, die im Umkreis von 1 m arbeiten. Trotz dieser Geräte sind jedoch die Abhörer in der Überzahl. Mit großer Wahrscheinlichkeit wird sich das elektronische Abhören in Zukunft noch weiter verbreiten.



VENNERARTISTS

## A-BOMBE

Die A-Bombe oder Atombombe wurde im Zweiten Weltkrieg zweimal eingesetzt. Sie wurde auf die japanischen Städte Hiroshima und Nagasaki, die völlig zerstört wurden, abgeworfen.

A-Bomben gelten bei den großen Weltmächten heute als veraltet. Sie werden nur noch als 'Auslöser' für die Zündung von H-Bomben eingesetzt.

### Spaltung von Atomkernen

Die gewaltige Energie einer A-Bombe beruht auf den Kräften, die jedes einzelne Atom (siehe ATOM UND MOLEKÜLE) zusammenhalten. Diese Kräfte sind elektrischer Natur. Jedes Atom jedes Stoffes wird von ihnen zusammengehalten. Die durch Spaltung eines einzigen Atoms freigesetzte Energie ist winzig, aber noch im kleinsten Stück Materie sind so viele Milliarden Atome vorhanden, daß sehr viel Energie freigesetzt wird, wenn alle Atome gespalten werden.

Die meisten in der Natur vorkommenden Elemente haben sehr stabile Atome, die unspaltbar sind, es sei denn, man wendet Techniken wie die 'Bombardierung' der Atome in einem Teilchenbeschleuniger an. Es gibt jedoch ein natürliches Element, dessen Atome vergleichsweise leicht zu spalten sind: ein Isotop des Metalls Uran ( $^{235}\text{U}$ ).

Das Uran ist ein sehr schweres Metall, schwerer noch als

Gold. Es hat von allen natürlichen Elementen die größten Atome. In dem Urankern befinden sich bedeutend mehr Neutronen als Protonen (in  $^{235}\text{U}$  z.B. 143 Neutronen und 92 Protonen). Diese Überzahl an Neutronen ist für die Kernspaltung von Bedeutung.

Vom Uran kennt man zwei Isotope. Unter einem Isotop versteht man ein chemisches Element mit gleicher Anzahl von Protonen und Elektronen, aber verschiedener Anzahl von Neutronen. Natürliches Uran besteht zu 99,4% aus dem Isotop  $^{238}\text{U}$  mit 92 Protonen und 146 Neutronen (92 + 146 = 238). Den restlichen Anteil bildet das Isotop  $^{235}\text{U}$ , das ebenfalls 92 Protonen, aber nur 143 Neutronen hat. Ein  $^{235}\text{U}$ -Kern ist im Gegensatz zu einem  $^{238}\text{U}$ -Kern spaltbar.

Beide Isotope des Urans und gewisse andere schwere Elemente sind von Natur aus radioaktiv, d.h. ihre großen, instabilen Atomkerne zerfallen im Laufe der Zeit in kleinere Atomkerne. Die 'überzähligen' Neutronen sowie verschiedene andere Teilchen werden freigesetzt. Ohne äußere Einwirkung wandeln sich Urankerne unter Abgabe von Neutronen und Protonen in andere Elemente um. Die Umwandlung ist beendet, wenn das Element Blei gebildet wurde. Es dauert jedoch viele Tausend Jahre, bis sich eine messbare Anzahl von Urankernen in einen Bleikern umgewandelt hat.

Die Atomkerne von  $^{235}\text{U}$  können viel schneller zerfallen, wenn sie durch Einwirkung von Neutronen künstlich gespalten werden. Der Atomkern von  $^{235}\text{U}$  ist so instabil, daß er durch ein einziges Neutron, das in den Kern eindringt,



gespalten werden kann. Normalerweise zerfällt es in die kleineren Kerne des Bariums und des Kryptons.

Wenn sich ein Atomkern  $^{235}\text{U}$  spaltet, setzt er Energie in Form von Wärme und Gammastrahlung frei, die die intensivste und für jegliches Leben gefährlichste Form von Radioaktivität darstellt. Ferner setzt es zwei oder drei seiner 'überzähligen' Neutronen frei, die für den Aufbau von Barium- und Kryptonkernen nicht erforderlich sind. Diese haben einen solch hohen Energieinhalt, daß sie weitere Atomkerne spalten können.

Theoretisch braucht nur ein  $^{235}\text{U}$ -Kern von einem Neutron getroffen werden, um eine Kernkettenreaktion auszulösen, d.h. bei der Kernreaktion des ersten  $^{235}\text{U}$ -Kernes werden Neutronen freigesetzt, die weitere Kerne spalten können. Die Kernkettenreaktion vollzieht sich in etwa 1 Millionstel Sekunde.

In der Praxis ist es nicht ganz so leicht, eine Kernexplosion in Gang zu setzen. Es muß eine bestimmte Menge  $^{235}\text{U}$  vorhanden sein, damit die Kettenreaktion stattfinden kann.

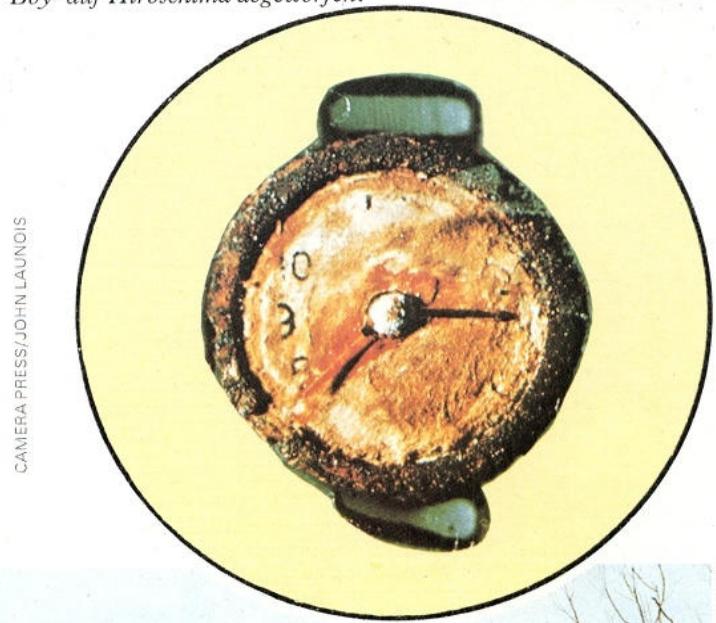
Die erforderliche Mindestmenge nennt man kritische Masse. Wie groß diese Masse tatsächlich sein muß, hängt von der Reinheit des Materials ab. Für reines  $^{235}\text{U}$  liegt sie bei 50 kg. Da  $^{235}\text{U}$  jedoch nie völlig rein dargestellt werden kann, wird in Wirklichkeit eine größere Masse benötigt.

Uran ist nicht der einzige Grundstoff für A-Bomben. Ein weiterer ist das Element Plutonium in Form seines Isotops  $^{239}\text{Pu}$ . Plutonium kommt in der Natur nur in winzigsten Spuren vor und wird immer aus Uran erzeugt. Dies kann geschehen, indem man  $^{238}\text{U}$  in einen Atomreaktor einführt, wo die intensive radioaktive Strahlung nach einer gewissen Zeit die Uranatome veranlaßt, zusätzliche Elementarteilchen auf-

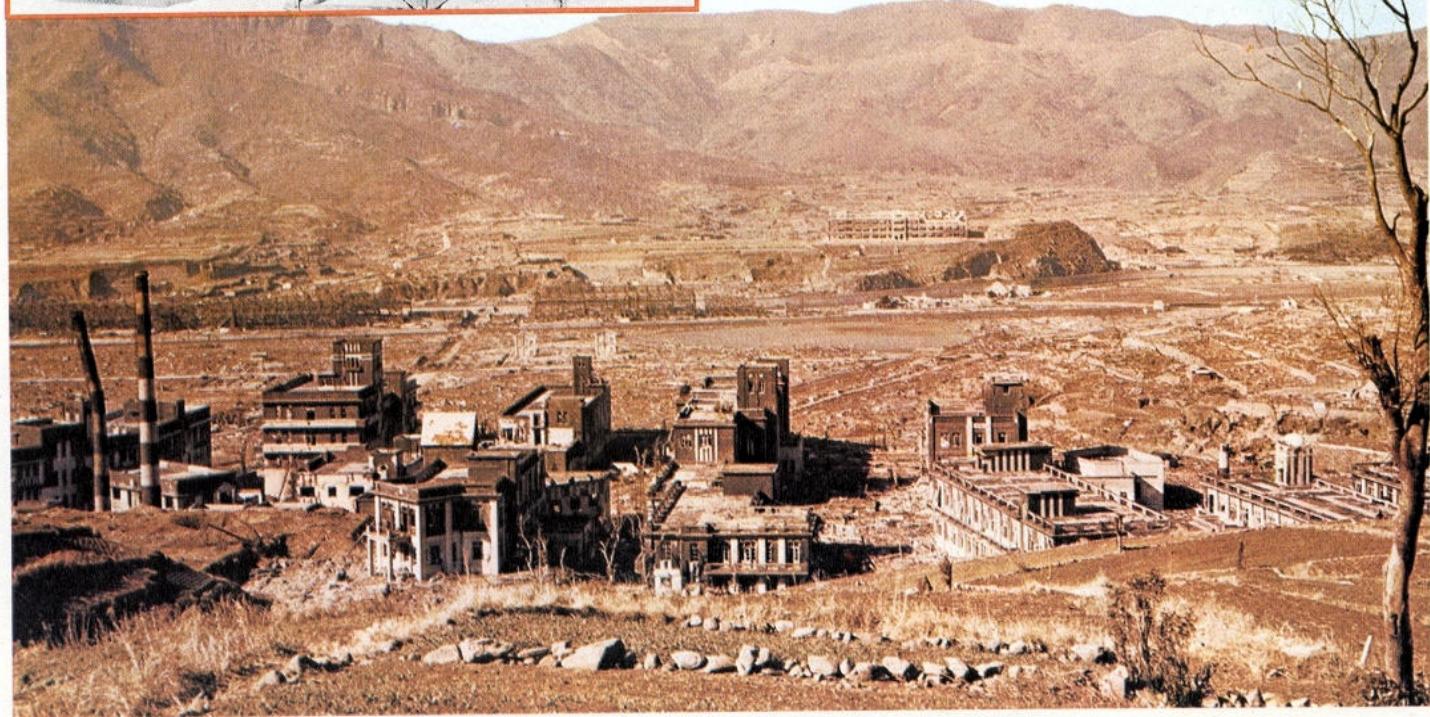
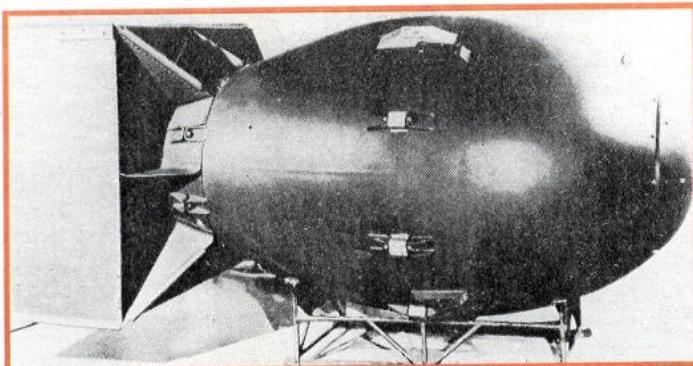
**Rechts:** Atomgeschütz. Die 'Atomic Annie' feuerte die erste Granate mit Atomsprengkopf am 5. Mai 1953 in den USA ab. Sie wog 272 kg.

**Links:** Die Plutoniumbombe 'Fat Man' (Dicker Mann), die am 9. August 1945 auf Nagasaki abgeworfen wurde.

**Darunter:** Nagasaki zwei Monate nach der Explosions. 39 000 Menschen wurden getötet und 25 000 verletzt. Die im Vorder- und Hintergrund noch stehenden Gebäude bezeichnen die Grenze des Gebietes vollständiger Zerstörung. **Unten:** Am 6. August 1945 um 7 Uhr 16 Minuten wurde die A-Bombe 'Little Boy' auf Hiroshima abgeworfen.



CAMERA PRESS/JOHN LAUNOIS



USAIRFORCE



zunehmen, so daß sich mehr und mehr Uranatome in Plutoniumatome umwandeln.

### Zündmechanismus

Zum Zünden der A-Bombe benötigt man neben dem Kernbrennstoff ziemlich komplizierte Apparaturen sowie Sicherheitseinrichtungen, die eine zufällige Zündung mit absoluter Gewißheit verhindern. So werden zwei oder mehr unkritische Massen in sicherem Abstand voneinander angeordnet und aufeinander geschossen, wenn die Kettenreaktion ausgelöst werden soll.

Die einfachste Atombombe ist die, die über Hiroshima abgeworfen wurde. An einem Ende befindet sich ein sogenanntes Target (Ziel) aus einem kugelförmigen unkritischen Stück  $^{235}\text{U}$ , aus dem man einen Kegel herausgeschnitten hat. Der Kegel ist auf der dem Target gegenüberliegenden Seite angebracht.

Hinter dem kleineren Stück liegt eine normale Sprengladung. Bei der Zündung wird der Kegel in die Kugel hineingeschossen. Die Wucht des Einschlages schweißt die Stücke zusammen. Die Explosion erfolgt augenblicklich.

Plutonumbomben sind etwas komplizierter aufgebaut. Plutonium ist leichter spaltbar als  $^{235}\text{U}$ , und seine kritische Masse ist geringer (16 kg für reines  $^{239}\text{Pu}$ ).

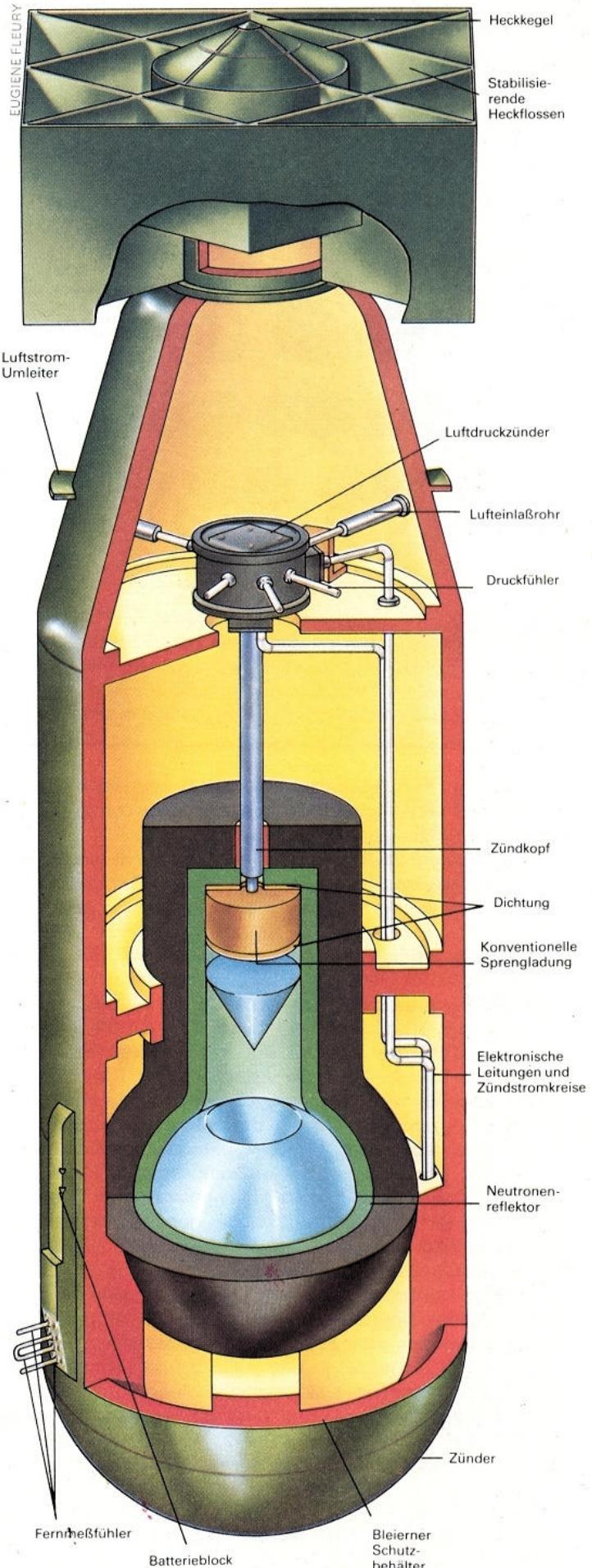
Die Masse läßt sich auf 10 kg verringern, indem man eine Kugel dieses Gewichtes aus Plutonium mit einem Mantel aus dem nicht spaltbaren  $^{238}\text{U}$  umgibt, der Neutronen in den Mittelpunkt der Kugel reflektiert und so den Verlust nach außen sehr gering hält.

Plutonium läßt sich nicht ohne weiteres durch eine kanonenartige Vorrichtung zur Explosion bringen. Es muß schneller als Uran 'vereinigt' werden, um explodieren zu können.

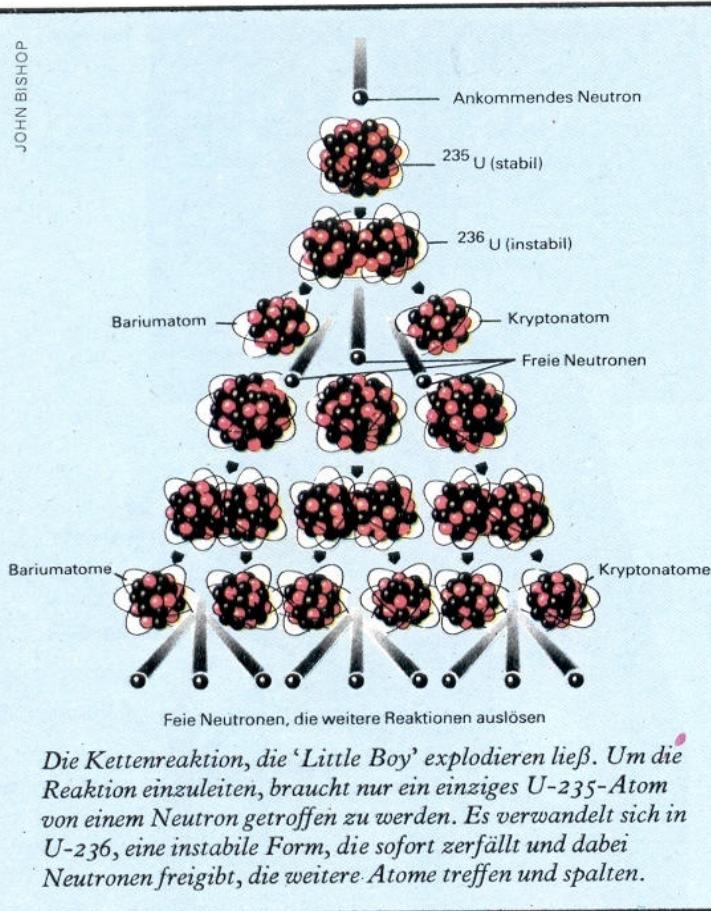
Plutonium wird daher durch ein 'Implosion' genanntes Verfahren vereinigt. Einige kegelförmige Stücke Plutonium, die zusammen eine Kugel ergeben, werden in gleichen Abständen um eine Neutronenquelle angeordnet. Genau gleich starke Sprengstoffladungen werden hinter jedem Kegel angebracht und gleichzeitig gezündet. Die Kegel schießen zur Mitte und berühren sich gleichzeitig.

### Die Entwicklung der A-Bombe

Könnte man  $^{235}\text{U}$  durch eine einfache Veredelung von Uranerz gewinnen, hätte man die erste Atombombe viele Jahre vor dem Zweiten Weltkrieg bauen können. Es ist jedoch sehr schwer,  $^{235}\text{U}$  zu isolieren. Aus 25 000 Tonnen Uranerz lassen sich etwa 50 000 kg reines Uranmetall gewinnen; davon



**Oben:** Das Innere der  $^{235}\text{U}$ -Bombe 'Little Boy' (Kleiner Junge), die auf Hiroshima abgeworfen wurde.



*Die Kettenreaktion, die 'Little Boy' explodieren ließ. Um die Reaktion einzuleiten, braucht nur ein einziges U-235-Atom von einem Neutron getroffen zu werden. Es verwandelt sich in U-236, eine instabile Form, die sofort zerfällt und dabei Neutronen freigibt, die weitere Atome treffen und spalten.*

sind 99,4%  $^{238}\text{U}$ . Außerdem sind die beiden Isotope durch keinen normalen chemischen Vorgang zu trennen, da ihre chemischen Eigenschaften genau gleich sind.

Man kann die beiden Isotope daher nur durch mechanische Verfahren voneinander trennen. Sie alle beruhen darauf, daß die Atommasse von  $^{235}\text{U}$  etwas geringer als die Atommasse  $^{238}\text{U}$  ist.

Die gigantische Anreicherungsanlage in Oak Ridge, Tennessee (USA), arbeitet nach dem Prinzip der Gasdiffusion. Dabei bringt man Uran mit Fluor zusammen, wodurch sich das Gas Uranhexafluorid bildet. Dann treibt man das Gas mit Hilfe von Pumpen durch eine lange Reihe sehr feinporiger Wände. Weil die Atome des  $^{235}\text{U}$  leichter und somit schneller als diejenigen des  $^{238}\text{U}$  sind, können sie schneller durch die Wände diffundieren, wodurch ihre Konzentration bei jedem Durchgang durch eine Wand steigt. Nach dem Durchgang durch mehrere tausend Wände enthält das Uranhexafluorid einen relativ hohen Anteil  $^{235}\text{U}$  – 2% bei Reaktorbrennstoffen und einen höheren prozentualen Anteil bei spaltbarem Material für A-Bomben. Theoretisch könnte die Konzentration bis auf 95%  $^{235}\text{U}$  steigen.

Durch Gasdiffusion erzeugt man heute den größten Teil des angereicherten Urans. Das hochangereicherte Metall für die ersten A-Bomben, das zu 85% aus  $^{235}\text{U}$  bestand, wurde durch magnetische Trennung jedoch noch gründlicher gereinigt. Dabei versieht man das Gas Urantetrachlorid mit elektrischen Ladungen und führt es an einem starken Magneten vorbei. Da die leichten  $^{235}\text{U}$ -Teilchen in dem Gasstrom durch den Magneten weniger beeinflußt werden, sondern sie sich allmählich ab.

Ein dritter möglicher Trennungsprozeß ist die Verwendung einer Gaszentrifuge. Hier werden die beiden Uranisotope wegen ihrer unterschiedlichen Massen durch Zentrifugalkräfte getrennt.

#### Vergleiche H-BOMBE





## AEROSOL-SPRÜHDOSEN

Seitdem Aerosol-Sprühdosen Anfang der fünfziger Jahre auf den Markt kamen, stellen sie für eine große Anzahl von Erzeugnissen eine bequeme Verpackungsart dar. Zu den vielen Dingen, die in Spraydosen verkauft werden, gehören Deodorants, Rasierschaum, Reinigungsmittel, Schlagsahne, Ledegeruchsstoffe u.v.a.m.

Normalerweise besteht eine Sprühdose aus Weißblech mit gelöteten Nähten. Bei hohen Drücken verwendet man jedoch Aluminiumdosen. Zur Betätigung dient ein am Kopf der Dose angebrachtes einfaches Ventil aus Kunststoff. Von dessen Unterseite verläuft ein Schlauch zum Dosenboden.

Die Dose wird mit der zu versprühenden Flüssigkeit und dem Treibmittel, einem komprimierten Gas wie Butan oder Freon, gefüllt. Durch den Druck in der Dose verflüssigt sich das Gas teilweise, jedoch steht noch eine Schicht freien Gases über der Flüssigkeit. Mit sinkendem Flüssigkeitsspiegel verdampft das flüssige Gas, um den freiwerdenden Raum zu füllen und den Druck aufrechtzuerhalten.

**Unten:** Zeichnungen aus dem Original des Patents für eine Sprühdose, das 1941 in den USA angemeldet wurde. Sie unterscheidet sich von modernen Ausführungen dadurch, daß sie eine Nachfüllung ermöglicht und eine abgemessene Menge abgibt, die durch Kippen der Dose in die obenliegende Schale gelangt.

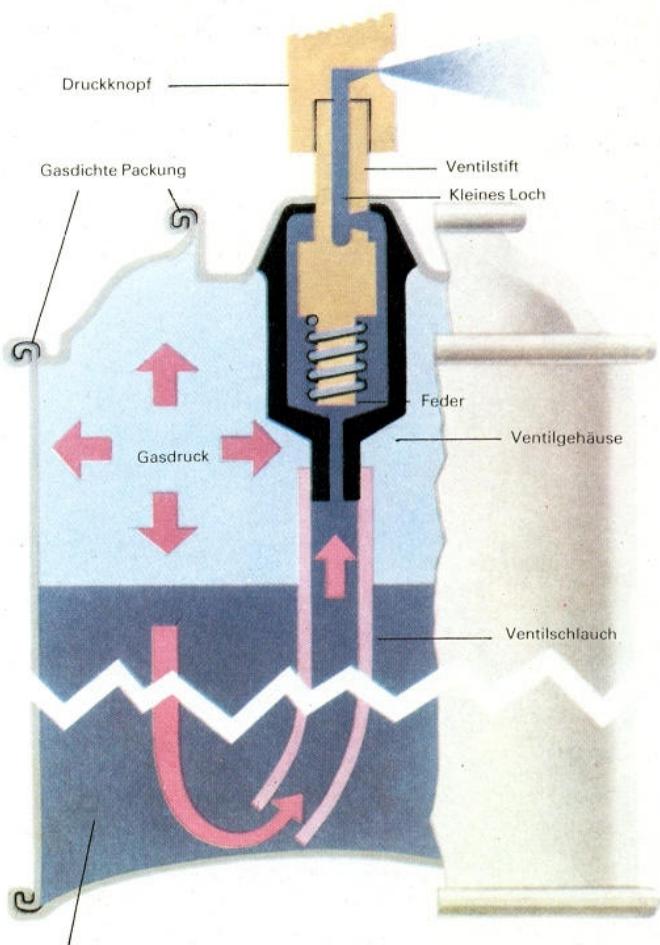
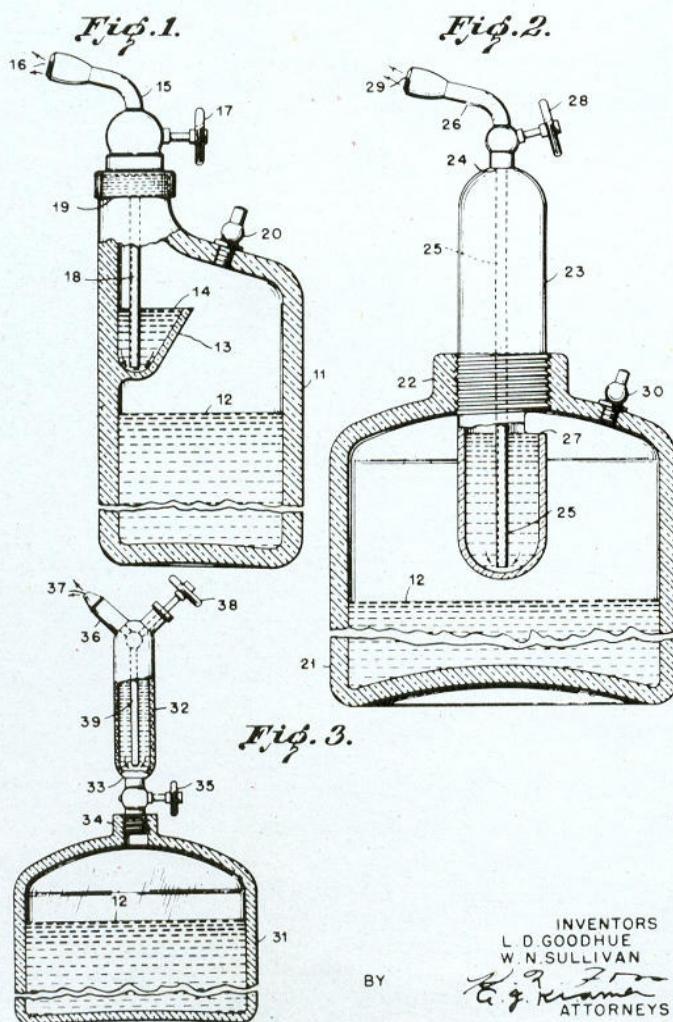
Oct. 5, 1943.

L. D. GOODHUE ET AL

2,331,117

DISPENSING APPARATUS

Filed Oct. 3, 1941



Nach unten und in den Ventilschlauch gedrückte Flüssigkeit

**Oben:** Längsschnitt einer typischen, modernen Aerosol-Sprühdose. Der von dem flüchtigen Treibmittel erzeugte Gasdruck drückt die Flüssigkeit in der Dose nach unten und in dem zur Düse führenden Schlauch nach oben, wenn das Ventil geöffnet ist.

Das Ventil wird durch den Druck in der Dose und eine Spiralfeder unter dem Ventilstift geschlossen gehalten. Ein Druck auf den Betätigungsstab läßt den Ventilstift in seinem Gehäuse nach unten gehen, wodurch er ein kleines Loch freigibt, das durch den Stift zu der Düse im Knopf führt. Nun treibt der Gasdruck in der Dose die Flüssigkeit in dem Schlauch hoch. Die Düse ist so geformt, daß sie entweder einen Sprühnebel oder einen zusammenhängenden Strahl abgibt.

Soll ein feiner Nebel entstehen, muß sich das Treibgas mit dem Produkt vermischen. Beide Bestandteile verlassen die Düse zusammen. Das Treibgas verdampft sofort, wenn es an die Luft gelangt, und zerreißt dabei das Produkt in kleinste Tröpfchen. Das gleiche Verfahren ergibt mit einem dickflüssigeren Produkt und einer größeren Düse einen Schaum. Für einen zusammenhängenden Strahl benötigt man ein sich nicht vermischendes Treibgas; der Ventilschlauch reicht bis in das Produkt hinein.

Ist ein sehr dickflüssiges Produkt zu versprühen, wird es in einem Kunststoffbeutel eingeschlossen, der an der Ventilunterseite befestigt ist. Das Treibgas füllt den Raum zwischen Beutel und Dose. Dadurch kann das Produkt nicht an den Dosenwänden haften. Es wird verhindert, daß das Treibgas durch den Ventilschlauch entweicht. Solche Dosen lassen sich nach unten gedreht zum Sprühen benutzen. Alle anderen Dosen müssen beim Sprühen aufrecht gehalten werden, damit das Ende des Ventilschlauches in das Produkt eingetaucht bleibt.

## ALUMINIUM

Für Aluminium gibt es heute, vom Flugzeug bis zum Kochtopf, sehr viele Anwendungsmöglichkeiten. In seinen Verwendungsmöglichkeiten wird Aluminium nur vom Eisen übertroffen.

Aluminium ist ein silberweißes, weiches Leichtmetall mit hoher Zugfestigkeit. Es ist 2,7mal schwerer als Wasser. Wärme und Elektrizität leitet es sehr gut. Aluminium schmilzt bei 660°C, lässt sich leichtgießen und in Stränge und Formen pressen. Es ist dehnbar, lässt sich zu Draht ziehen und ist kalthämmerbar, d.h. leicht zu Blech oder Folie zu verarbeiten. Eine Aluminiumkonstruktion ist halb so schwer wie eine entsprechende Konstruktion aus Stahl.

Abgesehen von seiner geringen Dichte und hohen Festigkeit hat Aluminium eine weitere nützliche Eigenschaft: die Korrosionsbeständigkeit. Sie ist auf einen dünnen festen Oxidfilm zurückzuführen, der sich auf der Oberfläche bildet und das Metall vor weiterer Oxidation schützt. Die Oxidschicht kann durch Eloxieren, d.h. durch Oxidation mit Hilfe des Elektrolyse-Verfahrens, verdickt werden. Die Eloxalhaut ist färbbar, eine nützliche Eigenschaft für Bauten und Haushaltsgeräte.

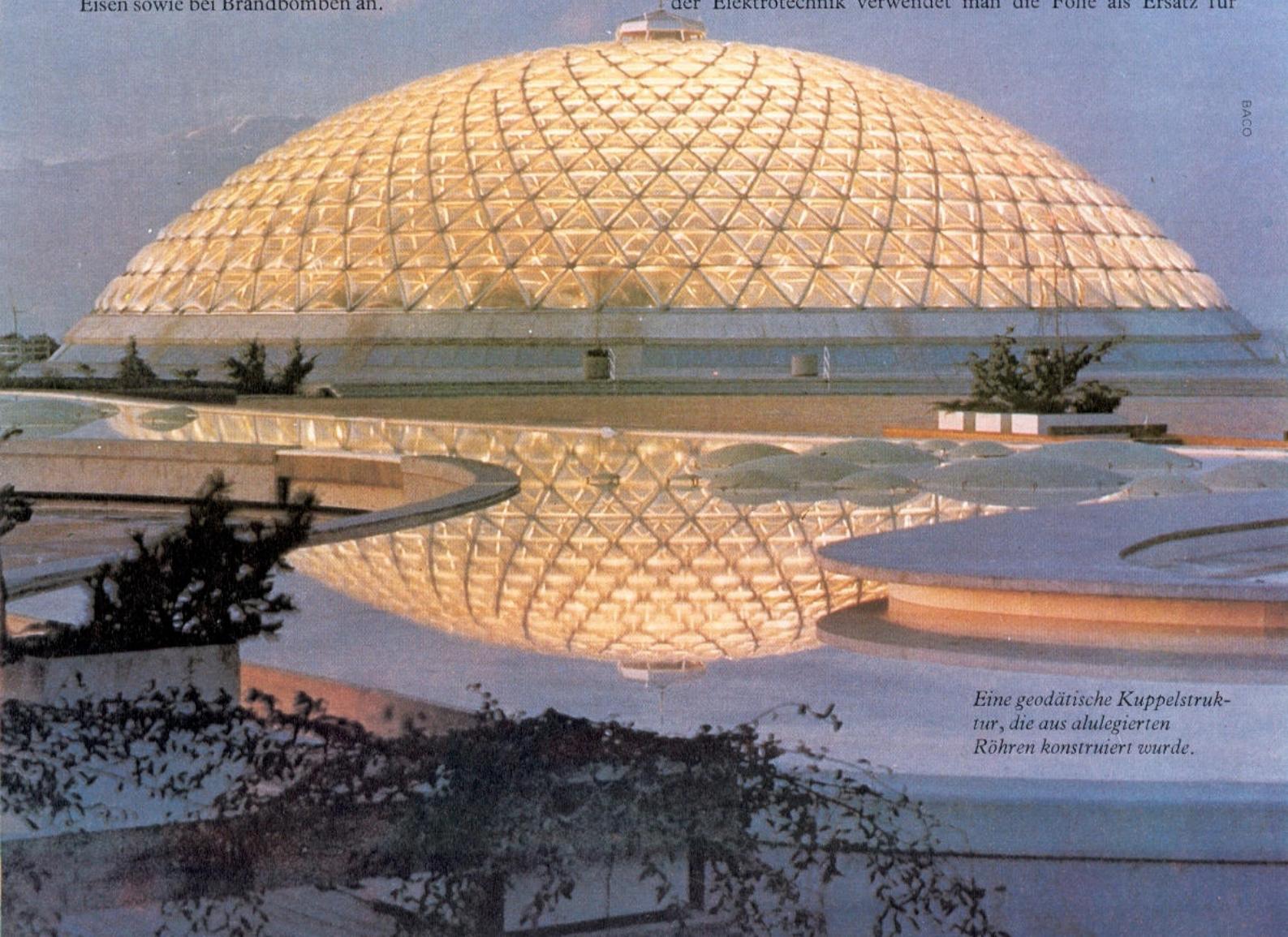
Aluminiumpulver wird für Aluminiumfarben verwendet. In Pulverform ist das Metall weitaus reaktionsfähiger als in der eines massiven Blocks. Dadurch eignet es sich als starkes Reduktionsmittel zum Abbauen von Sauerstoff in chemischen Prozessen. Entzündet man eine Mischung aus Aluminiumpulver und Eisenoxid wie beim Thermitverfahren, wird viel Wärme freigesetzt und das Eisenoxid zu flüssigem Eisen reduziert. Dieses Verfahren wendet man beim Schweißen von Eisen sowie bei Brandbomben an.

Nach Sauerstoff und Silicium ist Aluminium das dritthäufigste, in der Erdkruste vorkommende Element. Es bildet etwa 8% der Gesamtmasse. Eisen das nächsthäufige Element, erreicht nur einen Anteil von 5%. Wie viele Metalle tritt Aluminium nicht in reiner Form, sondern in Verbindungen mit anderen Elementen in Gestein und Mineralien auf. So ist Feldspat,  $KAlSi_3O_8$ , der Hauptbestandteil vieler Gesteinsarten wie Granit, ein Gemenge aus Quarz, Glimmer und Feldspat. Dieses Gestein verwittert allmählich durch die Wirkung des im Regenwasser gelösten Kohlendioxids. Dadurch bildet sich Kaolin (Porzellanerde). Durch weitere Verwitterung entsteht schließlich Bauxit, eine hydrathaltige (Wasser enthaltende) Form des Aluminiumoxids, das als Ausgangsstoff für die Aluminiumgewinnung Bedeutung erlangt hat.

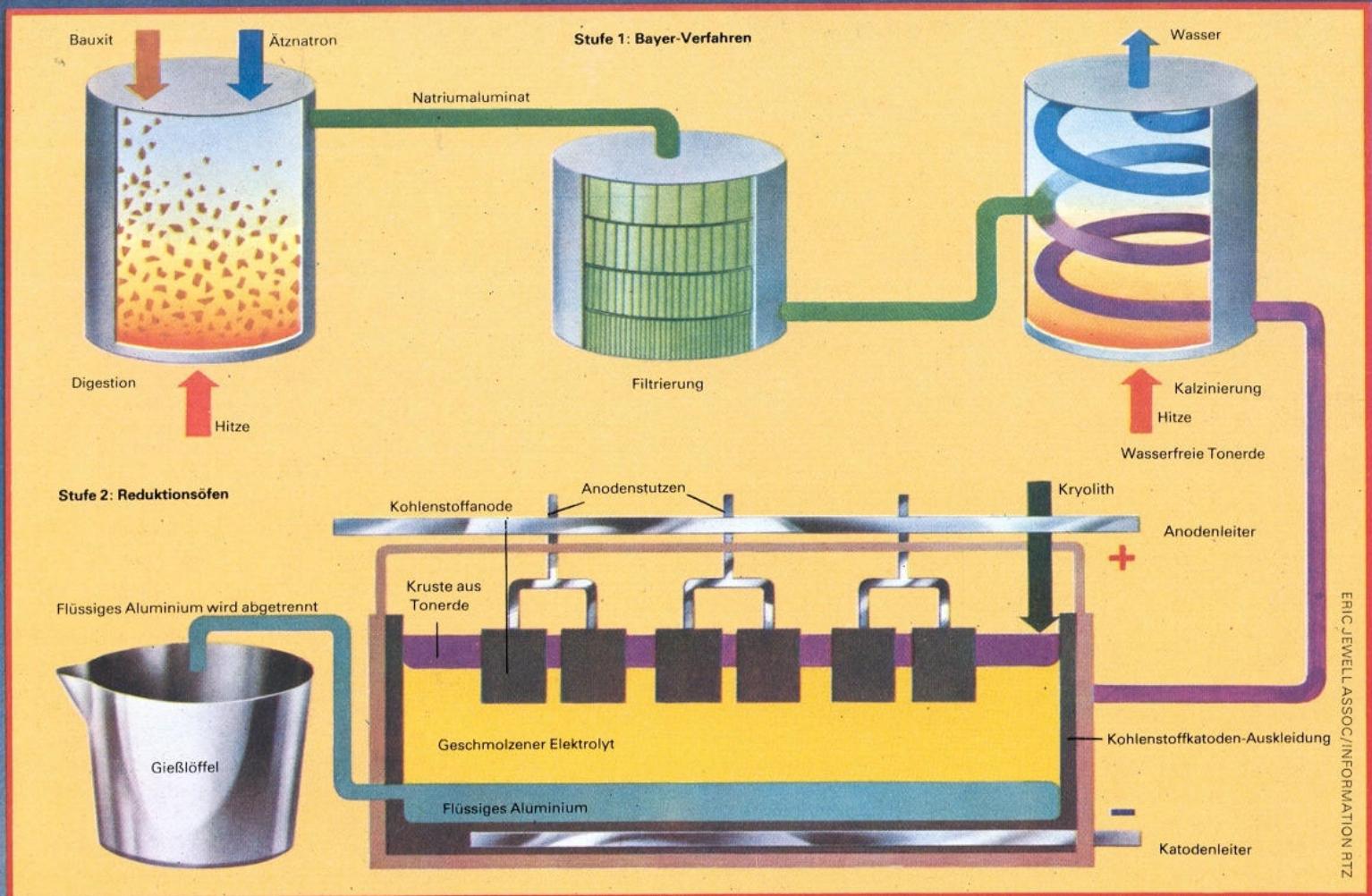
Reines Aluminiumoxid ( $Al_2O_3$ ), auch Tonerde genannt, tritt in Form eines kristallinen, außerordentlich harten Minerals mit der Bezeichnung Korund auf. Es kommt auch zusammen mit Magnetit (Eisenoxid) vor und wird dann Schmirgel genannt. Beides findet als Schleifmittel Verwendung. Enthält Aluminiumoxid Spuren anderer Metalloxide, die es tönen, entstehen Edelsteine. Chrom färbt den Rubin rot, während Cobalt dem Saphir die blaue Farbe gibt. Aluminium kommt auch als Kryolith (Eisstein),  $Na_3AlF_6$ , vor.

### Anwendung von Aluminium

Aluminium ist heute nach Eisen das am zweithäufigsten verwendete Metall. Aluminium und seine Legierungen – wie Duralumin – sind weit verbreitet beim Bau von Flugzeugen wie auch bei der Herstellung von Kochtopfen. Aluminiumfolie wird durch Warmwalzen und anschließendes Kaltwalzen hergestellt und dient als Verpackung für Nahrungsmittel. In der Elektrotechnik verwendet man die Folie als Ersatz für

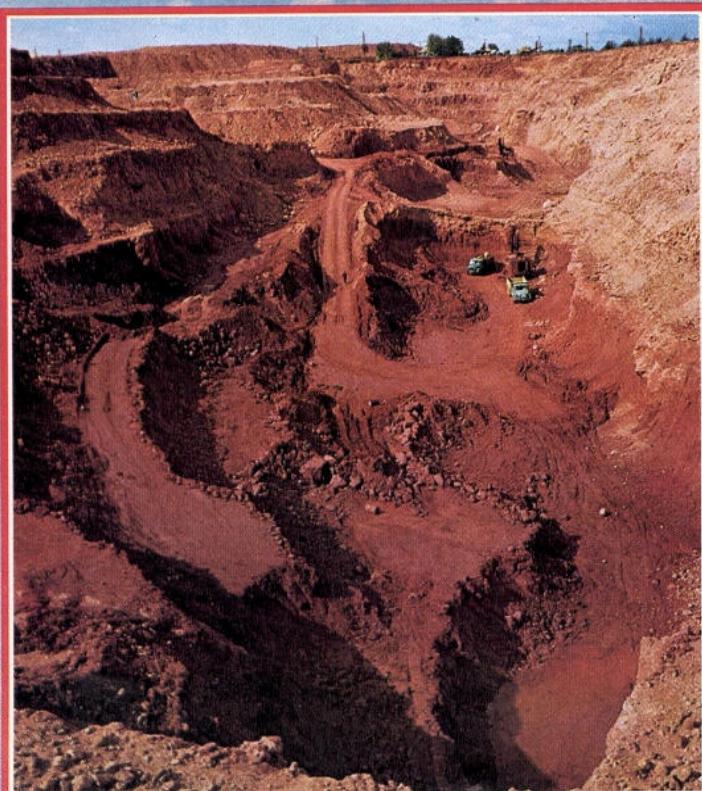


Eine geodätische Kuppelstruktur, die aus alulegierten Röhren konstruiert wurde.



*Aluminium-Extraktion. Zunächst wird Bauxit in einer Ätznatronlösung 'verdaut', die dann zur Reinigung von festen Bestandteilen gefiltert und schließlich kalziniert (erhitzt) wird, um das Wasser abzutrennen. Das dabei erscheinende Aluminiumoxid wird zur Senkung des Schmelzpunktes mit Kryolith gemischt und zu reinem Metall reduziert, indem ein starker elektrischer Strom zwischen den Kohleblöcken und der aus Kohle bestehenden Innenvorrichtung der 'Wannenöfen' hindurchgeleitet wird.*

**Unten:** Bauxitschürfen im Tagebau.



Kupferdraht in elektrischen Wicklungen, zur Herstellung von Kondensatoren sowie in Überlandleitungen, die aus einem von reinem Aluminium umgebenen Stahlkern bestehen. Reines Aluminium ist im polierten Zustand ein ausgezeichneter Reflektor und läuft nicht an. Aluminiumspiegel sind in großen astronomischen Fernrohren zu finden.

Aluminiumlegierungen werden in der Bauwirtschaft für Außenverkleidungen, Tür- und Fensterrahmen, Dachbeläge und Jalousien verwendet. Spritzguß-Motorblöcke aus Aluminium sind im Kraftfahrzeugbau nicht selten. Auch für andere Verkehrsmittel, z.B. die Aufbauten großer Schiffe, sowie in einem viel kleineren Rahmen, wo Gewichtersparnis ebenso wichtig ist, nämlich im Hovercraft- und Flugzeugbau, werden Aluminiumlegierungen gern verwendet.



**Anwendungen von Aluminiumverbindungen**  
Kristalline Tonerde dient als Schleifmittel. In Pulverform wird sie in der Säulen-CHROMATOGRAPHIE verwendet. Dabei

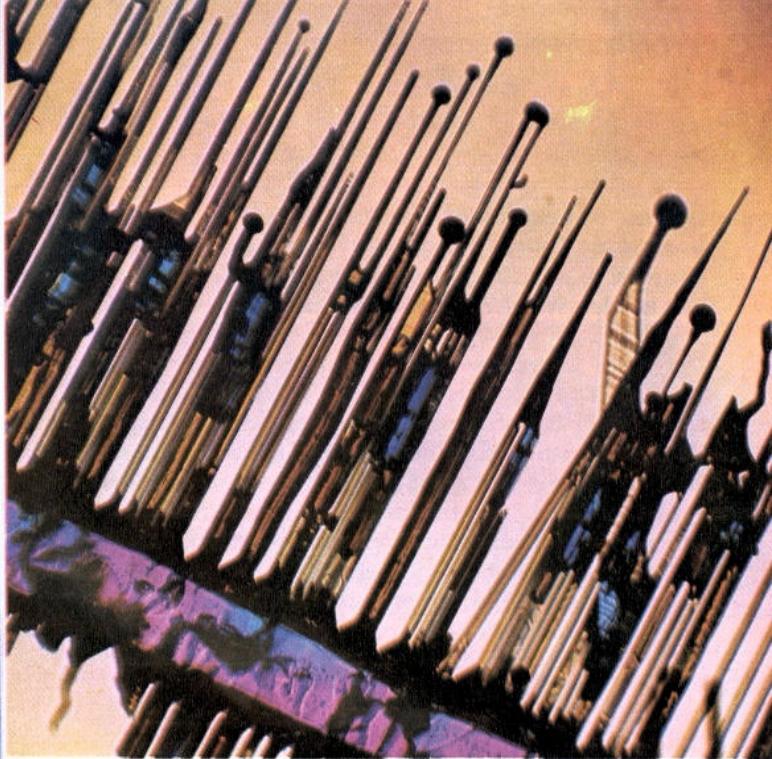
handelt es sich um ein Analyseverfahren, bei dem man eine flüssige Mischung von Verbindungen durch eine mit pulverförmiger Tonerde gefüllte Glassäule sickern läßt. Dadurch trennen sich die verschiedenen Verbindungen auf unterschiedlichen Höhen. Aluminiumhydroxid,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , schlägt sich als weiße, gelatineartige Substanz nieder, wenn ein Ätzalkali wie Äztnatron einer Aluminiumsalzlösung zugefügt wird. Aluminiumhydroxid dient als Beizmittel beim Färben. Wenn ein Gewebe keine Farbe aufnimmt, wird es mit der Beize imprägniert. Der Farbstoff geht eine chemische Reaktion mit dem Beizmittel ein. Durch den dabei entstehenden unlöslichen Lack wird der Stoff gefärbt. Aluminiumhydroxid löst sich in Säuren und bildet dabei Salze. In Pulverform verwendet man Aluminium in der Medizin als Mittel gegen Übersäuerung des Magens. Es zählt zu den wenigen Substanzen, die sich sowohl in Säuren als auch in Alkalien lösen. Bei der Lösung von Aluminiumhydroxid in Alkalien bilden sich Aluminate.

### Aluminiumgewinnung

In reiner Form kommt Aluminium in der Natur nicht vor. Es ist immer eng mit anderen Elementen verbunden und muß aus ihnen extrahiert werden. Die einzige wirtschaftlich bedeutsame Methode der Aluminiumgewinnung ist die Reduktion von Aluminiumoxid, Tonerde, durch die Elektrolyse zu metallischem Aluminium. Tonerde erhält man aus dem Erz Bauxit. Bauxit ist die einzige brauchbare Aluminiumquelle, man findet das Element aber auch in so verschiedenartigen Stoffen wie Smaragden und Töpferton. Bauxit, das nach dem Ort Les Baux in Frankreich als erster Fundstätte benannt wurde, ist weitverbreitet. Bedeutende Lagerstätten gibt es in Guinea, Jamaika, Surinam, Australien und in der Sowjetunion. Der Tonerdeanteil in Bauxit schwankt, und sein Abbau lohnt sich erst bei Erzen mit einem Tonerdeanteil von mehr als 45 Prozent.

Tonerde muß aus Bauxit gewonnen werden, ehe sie im elektrolytischen Prozeß verwendet werden kann. Dies geschieht durch die Digerierung ('Verdauung') von zerkleinertem Bauxit in einer starken Äztnatronlösung bei hohen Temperaturen. Die Tonerde bildet im Äztnatron lösliches Natriumaluminat. Die Verunreinigungen aber bleiben ungelöst und können abgefiltert werden. Aus der Lösung zurückgewonnen wird die Tonerde in Form eines Oxids, dem sich drei Moleküle Wasser angelagert haben. Diese Verbindung ist so fest, daß sie zum Abtrennen des Wassers auf 1300°C erhitzt werden muß. Dabei entsteht wasserfreies Tonerde.

Elektrischer Strom wird mit niedriger Spannung und hoher Stromstärke durch ein Bad mit geschmolzener Tonerde geleitet. Die Tonerde wird dabei gespalten, und zwar in metallisches Aluminium, das sich auf dem Boden des Bades



**Oben:** Im Labor gezüchtete Saphirfasern (blaues Aluminiumoxid) sind fast perfekte Kristalle, die starken Beanspruchungen standhalten.

an dem negativen Pol, der *Katode*, sammelt, und in Sauerstoff, der sich am positiven Pol, der *Anode*, mit dem Kohlenstoff zu Kohlendioxid und teilweise auch zu Kohlenmonoxid verbindet.

Die Tonerde muß zur elektrolytischen Gewinnung von Aluminium in geschmolzenem Zustand vorliegen. Da der Schmelzpunkt von Tonerde aber über 2000°C liegt, konnte man das Verfahren erst dann anwenden, als man entdeckte, daß sich Tonerde in Kryolith (ein Doppelsalz aus Aluminium und Natrium) löst. Der Schmelzpunkt der Lösung liegt unter 1000°C. Bei diesem Vorgang werden rund zwei Drittel der zugeführten Energie dazu verwendet, die Lösung in geschmolzenem Zustand zu halten. Nur etwa ein Drittel der Energie wird für den Prozeß der Umwandlung des Oxyds in Metall verwendet.

Die Tonerde-Kryolith-Lösung befindet sich in einer schweren Metallzelle (Wannenofen), die an ihrem Boden mit massiven Kohlenstoffkatoden ausgestattet ist. Die Kohlen-



stoffanoden, normalerweise Blöcke mit Abmessungen von  $50 \times 50 \times 125 \text{ cm}^3$ , hängen über dem Ofen und können in den Elektrolyten hinabgelassen werden. Man verwendet Gleichstrom mit einer Spannung von nur fünf Volt und einer gleichzeitig so hohen Stromstärke, daß spezielle, extrastarke Kabel zu den einzelnen Öfen geführt und zwischen den einzelnen Reihen verlegt werden müssen, in denen eine Vielzahl von Öfen angeordnet ist. Jeder Ofen kann etwa 20 Tonnen der Tonerde-Kryolith Lösung fassen.

Aluminium wird häufig im Flugzeugbau verwendet. Die Flugzeuge hier sind die Typen Tornado, Jaguar, Harrier und Hawk.

## AMPHIBIENFAHRZEUGE I

**Im 20. Jahrhundert wurden Fahrzeuge gebaut, die sowohl auf dem Land wie auf dem Wasser fahren können. Amphibienfahrzeuge gewannen vor allem in den beiden Weltkriegen an Bedeutung.**

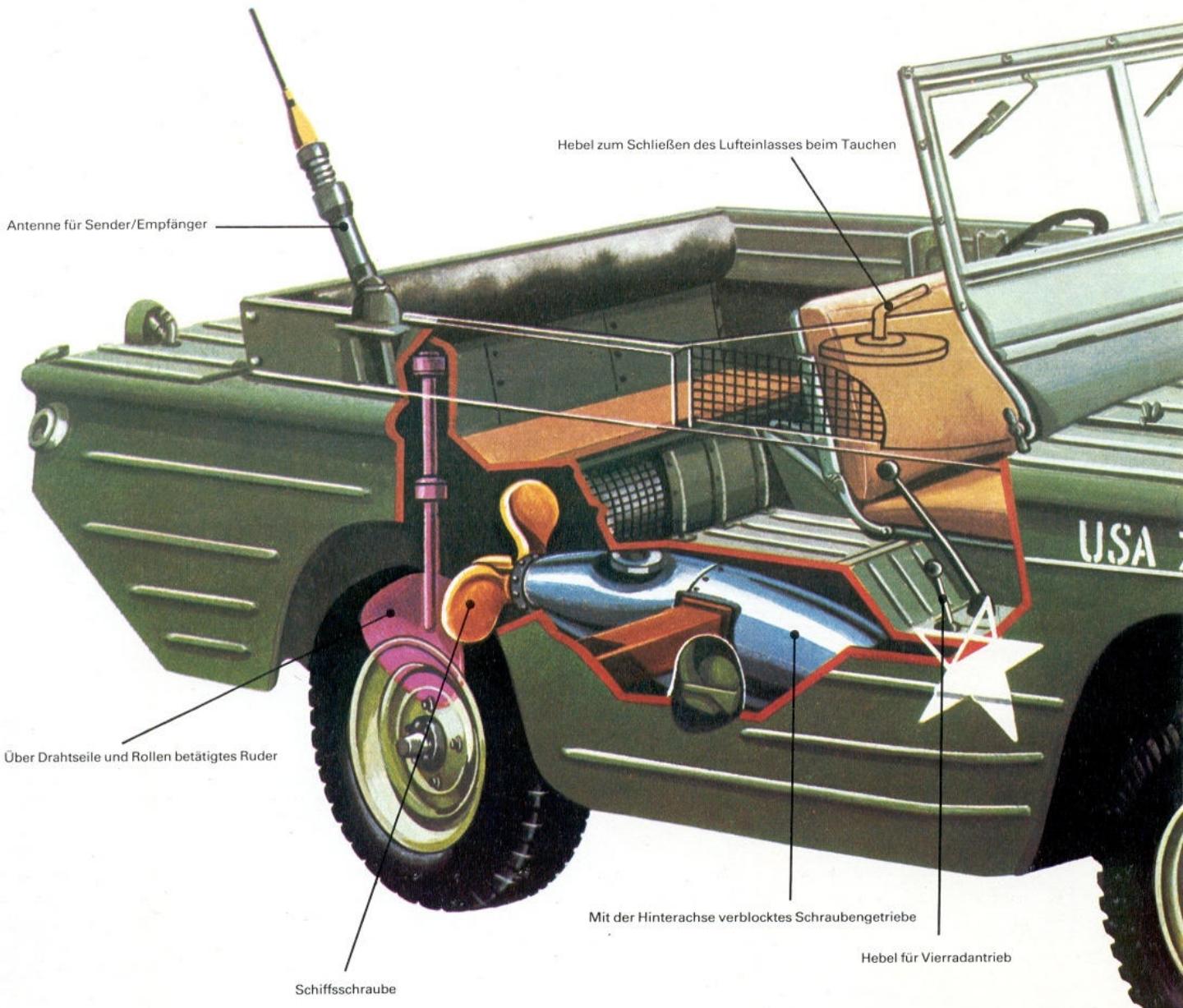
Das erste eigentliche Amphibienfahrzeug dürfte der französische Typ Fournier aus dem Jahre 1906 gewesen sein, bei dem ein bootsförmiger Rumpf mit einem Kraftfahrzeugchassis zusammengebaut worden war. Die Antriebskraft wurde über eine Welle sowohl auf die Hinterachse als auch auf die Schiffsschraube übertragen. Moderne Freizeit-Fahrzeuge werden noch immer nach diesem Modell gebaut.

Echte amphibische Geländefahrzeuge, vor allem der VW-Schwimmwagen und der amerikanische Typ GPA (General Purpose Amphibian =amphibisches Vielzweckfahrzeug), kamen während des Zweiten Weltkrieges auf.

Bei dem GPA-Jeep war der wasserdichte Rumpf ein vom Fahrgestell getrenntes Bauteil, um den Austausch zu erleichtern. Die Schiffsschraube war zu ihrem Schutze versenkt angebracht und hatte eine eigene, längs des Hauptantriebs zu den Hinterrädern angebrachte Welle. Der Wagen war schwerer als ein normaler Jeep, erreichte auf der Straße aber doch eine Geschwindigkeit von 80 km/h.

Das berühmteste aller Amphibienfahrzeuge ist das von der amerikanischen General Motors Corporation gebaute DUKW (Duplex Universal KARRIER, Wheeled = Mehrzweck-Universaltransporter auf Rädern). Es entstand im Jahre 1942 und wird vornehmlich für Transportaufgaben vom Schiff zum Ufer verwendet. Die Grundlage bildet ein Lkw-Chassis. Der Antrieb des Sechszylindermotors mit 4,4 Liter Hubraum wirkt auf jedes der sechs gummibereiften Räder.

An Land dienen alle sechs Räder der Steuerung, im Wasser unterstützen sie ein Ruder. Die Schiffsschraube wird über ein Verteilergetriebe angetrieben, wodurch sie an- und abgestellt



werden kann. Das 6500 kg wiegende Amphibienfahrzeug erreicht 80 km/h auf dem Lande und 10 km/h im Wasser. Die Produktion wurde zwar im Jahre 1945 eingestellt, aber die 'Ducks' (Enten) sind bei Streitkräften in aller Welt noch heute im Einsatz.

Eine weitere bedeutende Klasse von Amphibienfahrzeugen wird in den USA als Landing Vehicle, Tracked (Landungsfahrzeug, Raupenantrieb) oder LVT bezeichnet. Das LVT mit dem Spitznamen 'Buffalo' (Büffel) war ursprünglich ein Rettungsfahrzeug. Es wurde im Jahre 1932 von Donald Roebling für den Einsatz in den Sümpfen Floridas entworfen und später für militärische Zwecke zum Übersetzen von Mannschaften und Geräten über Flüsse oder für den Einsatz bei Landungsoperationen weiterentwickelt.

Das LVT wird zu Lande und zu Wasser von Raupen angetrieben, die mit w-förmigen Aufsätzen versehen sind, um den Vortriebsschub zu verbessern. Zwischen den Antriebsrädern angeordnete Puffer tragen die Raupenketten und

verhindern, daß diese vom Wasserdruck nach innen gedrückt werden. Dies ergibt eine größere wirksame Antriebsfläche.

Spätere Modelle wurden mit Cadillac-Motoren und automatischem Getriebe ausgerüstet. Bei den heutigen LVTs verläuft längs der Kante des oberen Trumms der Raupenketten ein Leitblech; Hauben wurden auf deren Vorderenden gesetzt. Dadurch wird auf den oberen Trummen der Raupenketten mitgeführtes Wasser nach hinten umgelenkt und somit ein zusätzlicher Schub bewirkt. Weiterer Schub entsteht an dem hinten angebrachten Stabrost, der das Kiels Wasser gleichmäßig nach hinten abfließen läßt. Ein LVT wird mit felsigem Strand ebenso leicht fertig wie mit schwerer Brandung.

Während des Zweiten Weltkrieges entwickelte Nicholas Straussler den Duplex-Antrieb, der es Panzern ermöglicht, in die Schlacht zu schwimmen. Eine Plattform aus Flußstahl wird an der Wanne des abgedichteten Panzers angeschweißt und darauf ein Schirm aus Leinwand oder Kunststoff errichtet, der Auftrieb erzeugt. Im allgemeinen kommen dazu noch Gummischläuche, die mit Druckluft aus an den Aufbauten des Panzers befestigten Flaschen aufgeblasen werden.

Bei den frühen Modellen waren kleine Schiffsschrauben von den Raupenketten angetrieben worden. Die Verletzlichkeit der Schiffsschrauben an Land führte zur Ausbreitung des Vortriebs durch einen Wasserstrahl. Eine ummantelte Schraube saugt unter dem Fahrzeug Wasser an und drückt es durch dahinterliegende Steuerventile hinaus. Die UdSSR



*Das Vierteltonner-Modell 4x4 GPA Amphibious war eine amphibische Bauart des bekannten Jeeps während des Zweiten Weltkriegs. Es war eine ziemlich hastige und behelfsmäßige Weiterentwicklung. Sie bestand aus dem ursprünglichen Fahrgestell des Jeeps und den meisten seiner mechanischen Teile. Darauf baute man einen wasserdichten Bootskörper anstelle der üblichen Karosserie. Beachtenswert sind die normalen Jeepsitze und die umlegbare Windschutzscheibe. Zu den neu hinzugefügten Bauteilen gehören eine Schiffsschraube und ein Getriebe für Hinterachsantrieb. Die Schraube war in ein u-förmiges Gehäuse im Boden des Bootskörpers eingeschlossen um Bodenberührung an Land zu verhindern. Das Steuerruder wurde durch das Lenkrad über Kabelzüge betätigt. Die Vorderräder hatten im Wasser eine zusätzliche Steuerwirkung. Sie waren dem Vierradantrieb wie bei einem normalen Jeep zu- und von ihm abzuschalten. Der Spritzschutz vorn war zur Freigabe der Scheinwerfer zurückklappbar.*



ist auf diesem Gebiet führend, aber auch die Streitkräfte vieler anderer Länder verfügen heute über Mannschafftwagen und Aufklärungsfahrzeuge mit Wasserstrahlantrieb. Der sowjetische Panzer PT-76 ist zur Zeit der einzige einsatzfähige, wirklich amphibische Panzer auf der Welt.

### **Das Schnorchel-Prinzip**

Das grundlegende, in der Sowjetunion angewendete Verfahren, mit dem Panzer beim Überqueren von Flüssen zum Tauchen gebracht werden, entstand während des Zweiten Weltkrieges in Deutschland und in den USA.

Die Panzer sind mit einem Schnorchel (Luftrohr) versehen, der aus dem Wasser herausragt und Besatzung und Motor mit Luft versorgt. Der im Jahre 1965 vorgestellte deutsche Leopard-Panzer hat ein Rohr mit solch großem Durchmesser, daß der Kommandant darin stehen und der Besatzung Befehle erteilen kann. Mit dem Schnorchel kann der Leopard 5 m tiefe Gewässer durchfahren. Der von der Bundesrepublik und den USA gemeinsam hergestellte Kampfpanzer MBT-70, eine Konstruktion der siebziger Jahre, kann mit dem Schnorchel 5½ m tiefe Gewässer durchfahren.

Das Luftrohrprinzip wurde auch bei dem britischen Austin Champ Jeep angewendet. Hier führte ein ausfahrbbarer Luftschlauch zum Vergaser des wasserdiichten Motors. Im Gegensatz zum VW-Schwimmwagen und den GPA-Jeeps war der Austin jedoch kein wirklich amphibisches Fahrzeug.

### **Freizeit-Fahrzeuge**

Amphibienfahrzeuge wurden auch für Freizeitzwecke entwickelt, z.B. der von 1960 bis 1967 gebaute Amphicar. Äußerlich war er ein normales, schwimmfähiges Kleinka-

**Oben:** Der deutsche Panzerbefehlswagen III. Er hatte einen Schnorchel von 18 m und konnte 15 m tief tauchen. 1941 haben 80 Panzer III den sowjetischen Fluß Bug überquert.

**Rechts:** Drei Arten von Militär-Amphibienfahrzeugen: Amphibische Brücken mit Selbstantrieb auf der Weser (oben), sechsrädrige 'Stalwart'-Lastwagen (Mitte) und US Navy Kettenlandungsfahrzeuge (LVTs) beim Manöver im Mittelmeer.

briolett. Der Heckmotor trieb auf dem Land die Hinterräder und im Wasser über ein Kombinationsgetriebe auf dem Gehäuse des Hauptgetriebes zwei Nylonschrauben an.

Die Reifen wurden im Wasser tiefgesetzt und wirkten als Auftriebskammer und Kiel. Der Rumpf bestand aus Stahl und hatte wasserdichte Gummipackungen an den Durchführungen der Schrauben- und Achswellen nach außen – wie bei den meisten Amphibienfahrzeugen aller Typen. Die Vorderräder dienten als Steuerruder.

Zur Zeit geht die Tendenz bei Freizeit-Amphibienfahrzeugen zum Allgeländetyp (All Terrain Vehicle = ATV). Dieser meist in Amerika und Kanada gebaute Typ hat in der Regel zwei wesentliche Bauteile: Dicke, gerippte Niederdruckreifen und ein Getriebe mit Keilriemen und verstellbaren Riemenscheiben, das die Drehzahl der Stellung des Gaspedals automatisch anpaßt.

Die Reifen sind außerordentlich weich, denn der Druck beträgt nur 0,1 bar, etwa 7% eines konventionellen Fahrzeugs. Daher spreizen sich die Laufflächen und sind an Land sehr griffig. Das automatische Getriebe entlastet den Fahrer vom

Schalten bei Vorwärtsfahrt. Ein normales Rädergetriebe dient als Rückwärtsgang und manchmal auch zum Schalten von Bereichen für hohe und niedrige Geschwindigkeit. Abgesehen vom Getriebe sind die meisten ATVs gleich. Eine Antriebs scheibe sitzt auf einer Querwelle mit Kupplungsscheiben an jedem Ende, die den Antrieb auf die Räder an beiden Seiten des Fahrzeugs übertragen. Beim Lenken wird eine der Kupplungen auf diesen Antriebswellen ausgerückt und kommt mit einer Scheibenbremse in Berührung, wodurch die Räder an einer Seite gebremst werden.

Verschiedentlich wurde versucht, ein normales Straßenfahrzeug zeitweise in ein Amphibienfahrzeug zu verwandeln. Eine zur Zeit in Neuseeland gebaute Konstruktion besteht aus einem Schwimmpontron, auf den ein Personen- oder Lastwagen gefahren wird. Die Vorderräder tauchen durch Slitze ins Wasser und wirken als Steuerruder. Die angetriebenen Räder stehen auf mit Gummi beschichteten Rollen, die zwei Schrauben über ein Reibungsgetriebe antreiben. Der Rückwärtsgang bildet eine Bremse. Bei ähnlichen Konstruktionen befand sich hinten ein einfaches Schaufelrad.



MOD



## AMPHIBIENFAHRZEUGE II

### DAS LUFTKISSENFAHRZEUG

**Das Luftkissenfahrzeug (engl. Hovercraft) kann sich zu Lande ebenso gut bewegen wie auf dem Wasser.**

Das bemerkenswerte Hovercraft verfügt über hohe Geschwindigkeit und Anpassungsfähigkeit. Ein Passagierschiff erreicht etwa 55 km/h. Zum Vergleich: Das britische Passagier-Hovercraft SR-N<sub>1</sub> (190 Tonnen) hat eine Reisegeschwindigkeit von 90 km/h und eine Höchstgeschwindigkeit von 150 km/h. Das Schiff kann jedoch nur im Wasser fahren, während sich das amphibische Hovercraft auch auf Land, Wasser, Eis, Schlamm, Schnee und Sumpfgelände vorwärtsbewegen kann.

Die höhere Geschwindigkeit des Hovercraft hat mehrere Gründe. Der wichtigste ist der, daß ein Luftkissenfahrzeug auf dem Wasser schwebt. Herkömmliche Schiffe sind aufgrund der Viskosität des Wassers einer Widerstandskraft ausgesetzt. Hierdurch wird ein Großteil der Maschinenleistung zur Überwindung dieser Widerstandskraft aufgewendet.

Das Hovercraft beruht auf folgendem Prinzip: Den Rumpf kann man sich als umgedrehtes Tablett mit Randleisten vorstellen. Setzt man dieses vorsichtig auf Wasser, wird durch die jetzt nach unten weisenden Randleisten Luft darin eingeschlossen. Versucht man, das Tablett im Wasser vorwärts zu bewegen, entweicht die Luft und das Tablett geht unter. Würde dies nicht geschehen, wären die eingetauchten Teile der Randleisten einer Reibung ausgesetzt und würden Wellen hervorrufen.

Der Erfinder des Hovercraft hatte zwei Schwierigkeiten zu meistern. Er mußte dafür sorgen, daß das Fahrzeug aus dem Wasser herauskam und daß das Luftkissen ständig am gleichen Ort unter dem Fahrzeug blieb.

Um dies zu erreichen, leitete er Luft mit einem etwas höheren als dem atmosphärischen Druck in die Kissenkammer und ordnete eine Reihe von Luftstrahlen an deren Umfang an. Dadurch bildete sich ein Luftvorhang, der Ausströmverluste aus dem Luftkissen verringerte. Zur Vervollkommenung kam eine biegsame, am Umfang des Fahrzeuges angebrachte Schürze hinzu.

Berechnungen ergaben, daß ein Druck von nur etwa 300 kg/m<sup>2</sup> erforderlich ist, um ein 100 Tonnen wiegendes Hovercraft 30 cm hochzuheben. Der zum Aufblasen von Kraftfahrzeugen benötigte Druck ist erheblich höher.

#### Hovercraft-Typen

Nach dem oben beschriebener Prinzip wurden mehrere Varianten entwickelt. Die einfachste ist das *Tragluftsystem*. Durch eine Öffnung in der Unterseite wird Luft eingeblasen, die unter der biegsamen Rückhalteschürze entweicht.

Das *Vollkammer-Fahrzeug* hat eine nach unten gewölbte Unterseite. Der Hohlraum bildet den oberen Teil der Kissenkammer, die durch das Wasser oder festen Boden vervollständigt wird. Wiederum entweicht Luft an den Kanten.

Beim *Stoßkraft-Vorhangsystem* ist ein Ring von Luftstrahlen am Umfang der Unterseite des Hovercraft angeordnet. Die Luft dieser Strahlen ist nach unten und innen gerichtet, um das Luftkissen zusammenzuhalten. Bei einer Weiterentwicklung dieses Systems sind zwei Strahlreihen – die zweite innerhalb der ersten – am Umfang angeordnet. Die das Kissen bildende Luft wird durch die eine Reihe eingeblasen und von der zweiten Reihe aufgesaugt, nachdem sie ihre Arbeit vollbracht hat. Dies erhöht den Wirkungsgrad, da nicht so viel Luft entweichen kann.

Die Lenkung eines Hovercraft ist mit der eines Flugzeuges vergleichbar. Da das Hovercraft keine Berührung mit dem

Wasser oder mit dem Land hat, kann es bei der Kurvenfahrt vom Kurs geraten. Der Rudergänger verhindert dies, indem er das Fahrzeug wie ein Flugzeug zur Seite neigt. Dies wird durch Verringerung des Druckes der Luftstrahlen an der Seite erreicht, an der die Neigung hervorgerufen werden soll. Die Richtung, in der das Hovercraft fährt, wird durch Drehen der Luftschaube in der Waagerechten oder durch Seitenruder, wie sie an Flugzeugen üblich sind, beeinflußt. Beide Systeme lassen sich kombiniert verwenden.

#### Entwicklung

Das Luftkissenprinzip beschäftigte die Konstrukteure viele Jahre lang. Die ersten Versuche gab es in den dreißiger Jahren. Sie wurden in den USA und in Finnland unternommen. Der Durchbruch gelang jedoch erst nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges.

Das erste erfolgreiche Hovercraft baute der Brit C.S. Cockerell. Das erste Hovercraft der Welt, das SR-N<sub>1</sub>, unternahm seine Jungfernreise 1959 von der Insel Wight zur englischen Küste. Nur einige Wochen später überquerte es in zwei Stunden den Ärmelkanal. Im Jahre 1965 wurde der Welt erster Passagier-Liniendienst zwischen der Insel Wight und dem britischen Festland aufgenommen. Heute befördert eine Flotte des Typs SR-N<sub>4</sub> Passagiere und Kraftfahrzeuge im Liniendienst zwischen England und Frankreich, und zwar 29% des gesamten Verkehrsaufkommens im Jahre 1972.

#### Hovercraft-Einsatz

Das Hovercraft hat sich als Schnelltransporter auf unterschiedlichen Verkehrswegen einen festen Platz erobert.

Da das Luftkissen nicht nur als Träger, sondern auch zur wirksamen Federung dient, kann das moderne Hovercraft Wellen bis zu 3 m Höhe bewältigen und sich auch über unebenes Gelände bewegen. Für militärische Zwecke setzten es die USA in Vietnam und an anderen Stellen in Fernost ein. Einmal wurde es sogar benutzt, um eine britische Expedition zum Oberlauf des Amazonas zu bringen.

Die Vorteile dieses Fahrzeugtyps für den Seekrieg sind beträchtlich. Es ist schnell, und die größeren Typen können sogar Torpedos und andere Waffen mit viel Erfolg abfeuern. Da die Fahrzeuge aber keine Berührung mit dem Wasser haben, sind sie nicht mit Torpedos anzugreifen, da sie ihnen kein Ziel bieten.

Sie sind auch nicht von feindlichen U-Booten zu orten. Das Luftkissen wirkt als Isolierschicht und macht es den Horchgeräten der U-Boote unmöglich, die Maschinengeräusche eines Hovercraft aufzufangen.

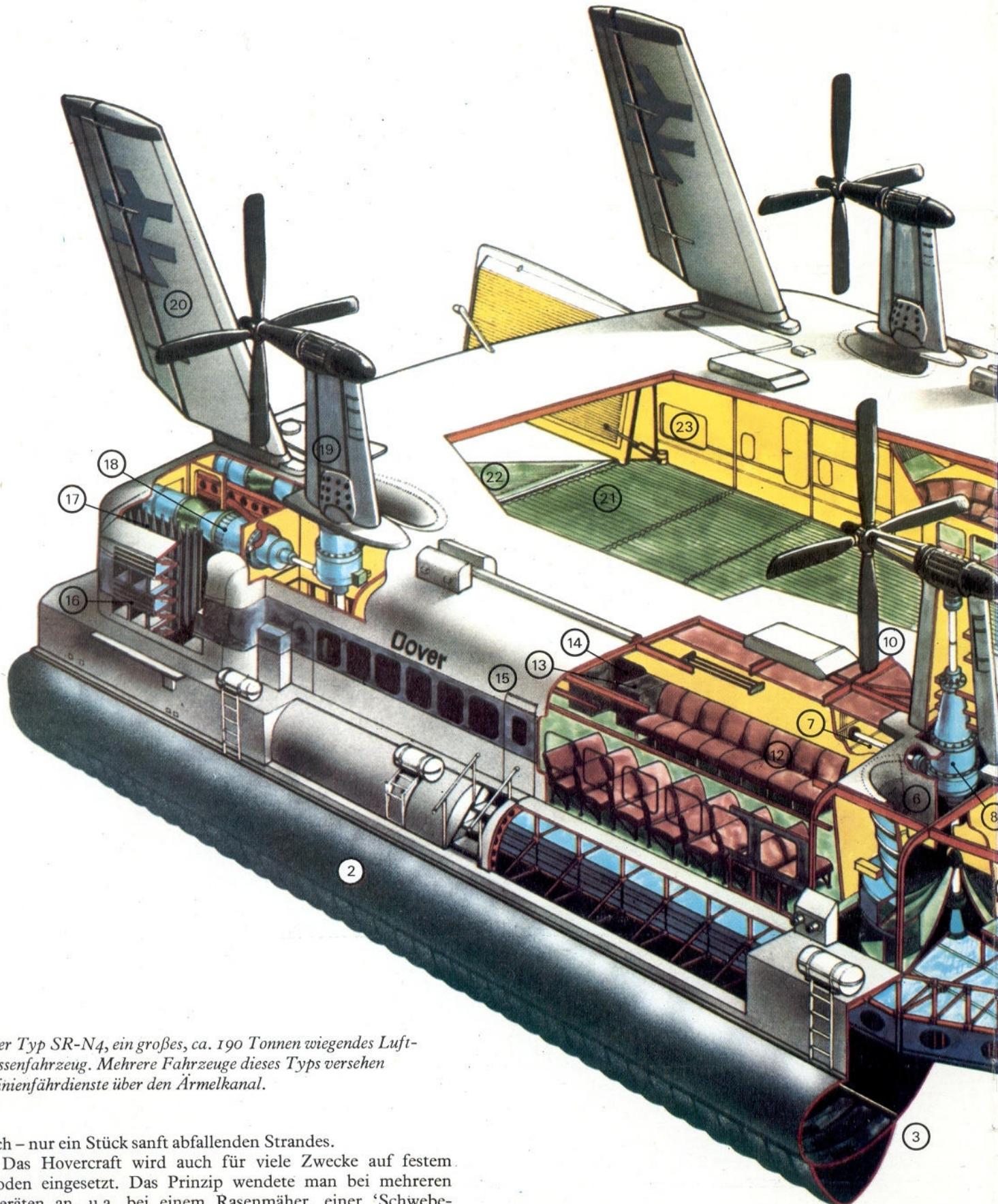
Die US-Marine entwickelt einen Versuchstyp von 2200 Tonnen, dem ein 10 000 Tonnen-Typ als Basis für senkrech startende Jagdflugzeuge folgen soll.

Für zivile und militärische Zwecke hat das Hovercraft den Vorteil, daß es verhältnismäßig leicht vom Wasser aufs Land gelangen kann. Es ist keine kostspielige Landeanlage erforder-



*Das BH.7 ist ein Militär-Hovercraft, das Truppen und Fahrzeuge tragen und mit Fernlenkgeschossen bestückt werden kann.*



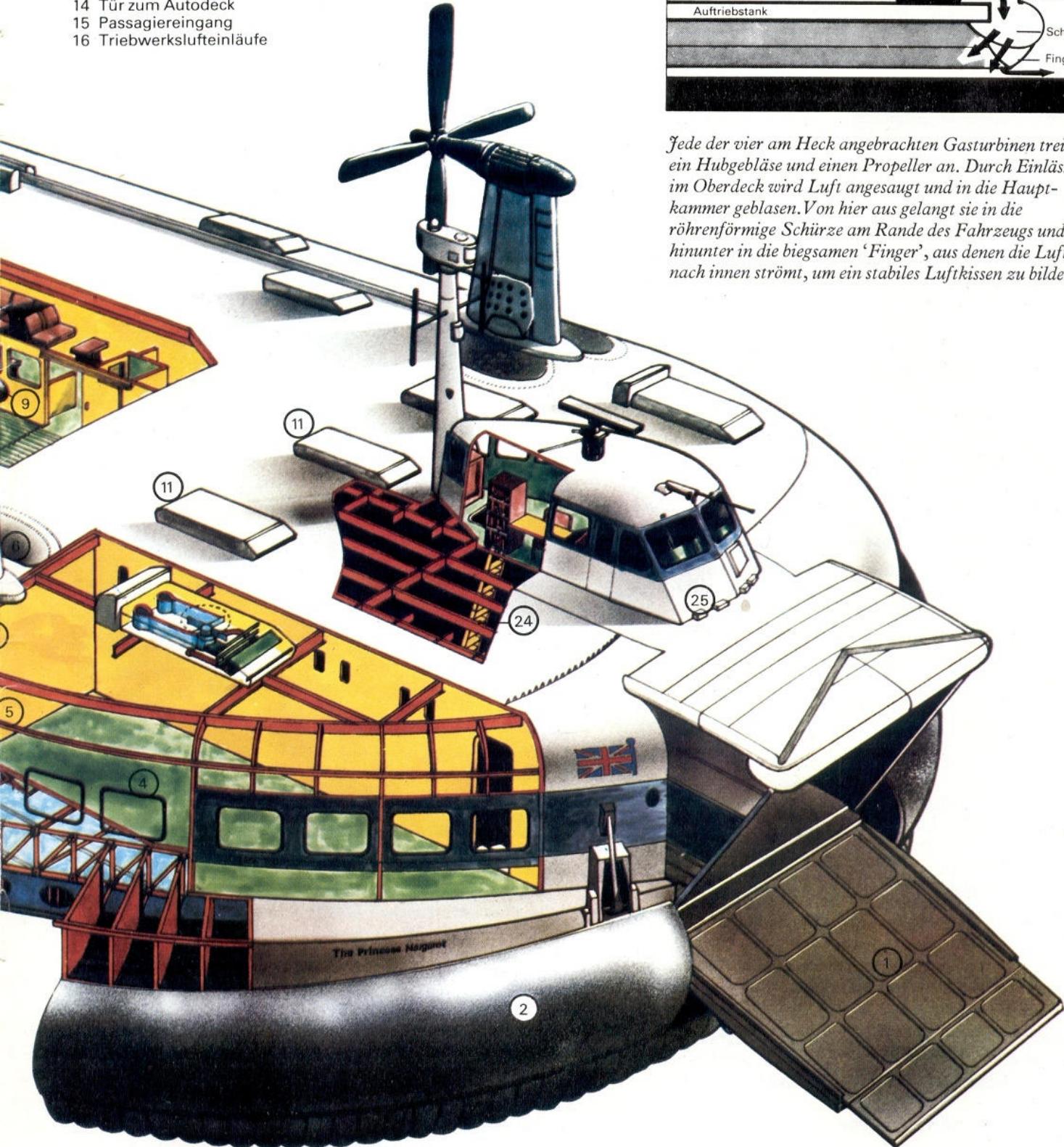
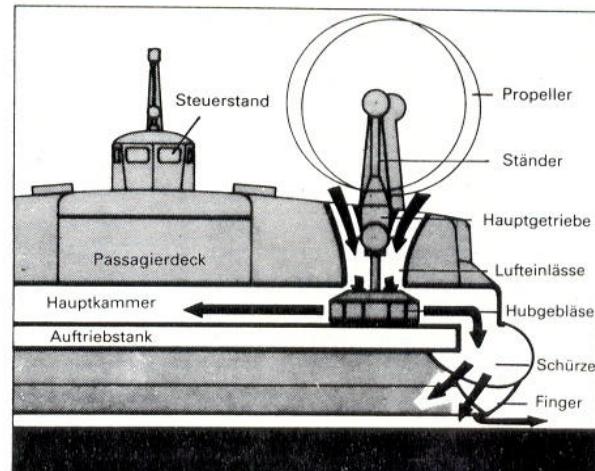


Der Typ SR-N4, ein großes, ca. 190 Tonnen wiegendes Luftkissenfahrzeug. Mehrere Fahrzeuge dieses Typs versehen Linienfährdienste über den Ärmelkanal.

lich – nur ein Stück sanft abfallenden Strandes.

Das Hovercraft wird auch für viele Zwecke auf festem Boden eingesetzt. Das Prinzip wendete man bei mehreren Geräten an, u.a. bei einem Rasenmäher, einer 'Schwebepalette' für Schwertransporte auf Fabrikgeländen und einem Riesenfahrzeug wie dem amerikanischen ACT 375, das eine Nutzlast von 375 Tonnen über die Weiten des Atlantiks befördern soll. An 'Schwebezügen' wird in den USA, in Frankreich, Japan und der Sowjetunion gearbeitet. Selbst für Flugzeuge wurde das Luftkissenprinzip verwendet: Die amerikanische Bell LA4 startet und landet auf einem Luftkissen anstatt auf Rädern.

- |                                     |                                |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| 1 Vordere Autorampe                 | 17 Schallschutzbleche          |
| 2 Biegsame Schürze                  | 18 Proteus-Schiffsgasturbine   |
| 3 Schürzenfinger                    | 19 Ständer                     |
| 4 Vorderer Passagierraum            | 20 Leitwerk                    |
| 5 Zwölfflügeliges Hubgebläse        | 21 Autodeck                    |
| 6 Lufteinlässe                      | 22 Hintere Autorampe           |
| 7 Übertragungswelle von der Turbine | 23 Luke zur Hilfskraftmaschine |
| 8 Kegelrad-Hauptgetriebe            | 24 Leiter für Besatzung        |
| 9 Propellergetriebe                 | 25 Steuerstand                 |
| 10 Propeller                        |                                |
| 11 Klimaanlage                      |                                |
| 12 Hauptpassagierraum               |                                |
| 13 Gepäckablagen                    |                                |
| 14 Tür zum Autodeck                 |                                |
| 15 Passagiereingang                 |                                |
| 16 Triebwerkslufteinläufe           |                                |



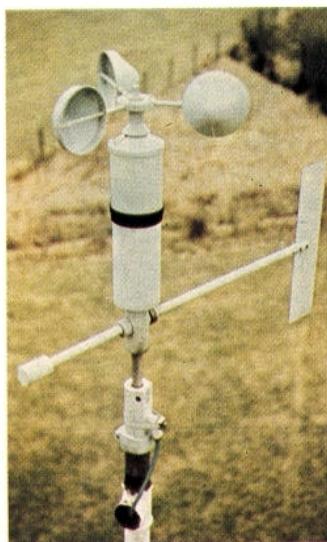
Jede der vier am Heck angebrachten Gasturbinen treibt ein Hubgebläse und einen Propeller an. Durch Einlässe im Oberdeck wird Luft angesaugt und in die Hauptkammer geblasen. Von hier aus gelangt sie in die röhrenförmige Schürze am Rande des Fahrzeugs und hinunter in die biegsamen 'Finger', aus denen die Luft nach innen strömt, um ein stabiles Luftkissen zu bilden.

## ANEMOMETER

Anemometer sind Geräte zum Messen der Windgeschwindigkeit. Sie werden z.B. in der Wetterkunde und bei der Flugsicherungskontrolle verwendet.

Anemometer gibt es je nach den zu erwartenden Windgeschwindigkeitsbereichen und der erforderlichen Genauigkeit in verschiedenen Ausführungen. Für die Messung von Windgeschwindigkeiten sind jedoch im wesentlichen drei Ausführungen in Gebrauch, nämlich das Schalenkreuz-, Flügelrad- und Staurohranemometer.

Das einfachste Windmeßgerät ist das sich drehende Schalenkreuzanemometer. Es besteht aus drei oder vier kegel- oder



**Links:** Schalenkreuz-anemometer und Windfahne. Mit modernen Schalenkreuz-anemometern berechnet man den Gesamtwind, der während einer bestimmten Zeit an einem Beobachtungspunkt vorbeigeht. Ein mechanisches Anemometer läßt sich nicht aufgrund seiner Abmessungen eichen. Es muß in einem Windkanal geprüft werden, wo die Luftgeschwindigkeit durch ein Druckanemometer bestimmt wird.

**Rechts:** Mastspitze mit zwei Anemometer-Gehäusen.

halbkugelförmigen Schalen an den Enden von waagerechten Stäben, die von einer senkrecht stehenden, sich drehenden Welle ausgehen. Die nach innen gewölbten Flächen oder Schalen bieten einen größeren Luftwiderstand als die nach außen gewölbten Flächen. Dadurch drehen sich die Schalen im Wind.

Bei gleichbleibendem Wind erreichen die Schalen annähernd die Windgeschwindigkeit, die deshalb aus der Drehgeschwindigkeit der Welle berechnet werden kann. Hierzu eignet sich ein an der Welle angebrachter Drehzahlmesser, der die Zahl der Umdrehungen pro Zeiteinheit mißt. An der Welle kann man auch einen Kontaktmechanismus anbringen, der bei jeder Umdrehung einen Stromstoß auslöst. Diese Stromstöße lassen sich an einem von dem Instrument getrennten Ort aufzeichnen oder zählen.

Die Windgeschwindigkeit kann auch dadurch gemessen werden, daß man eine kleine Dynamomaschine an die Welle kuppelt, die eine der Drehgeschwindigkeit proportionale Spannung abgibt. Die Windgeschwindigkeit kann dann von einem Voltmeter mit entsprechender Skaleneinteilung abgelesen werden.

Bei böigem Wind neigt das Schalenkreuzanemometer dazu, eine Mitgeschwindigkeit anzuzeigen, die höher als die Durchschnittsgeschwindigkeit ist. Denn das Schalenkreuz dreht sich bei hohen Geschwindigkeiten schneller, als es sollte. Dies bewirkt einen Meßfehler von bis zu 30%. Trotzdem ist es ein einfaches, nicht sehr teures Gerät zum Messen von Windgeschwindigkeiten zwischen 8 km/h und 160 km/h.

### Flügelradanemometer

Das Flügelradanemometer eignet sich zum Messen geringer Windgeschwindigkeiten im Bereich von 1,6 km/h bis 40 km/h. Hier sind die Blätter eines Windrades an einer waagerecht stehenden, sich drehenden Welle angebracht, die durch eine

Schwanzflosse wie eine Windfahne in den Wind gedreht wird. Wie bei dem Schalenkreuzanemometer ist die Drehgeschwindigkeit der Windgeschwindigkeit, die in gleicher Weise gemessen werden kann, proportional.

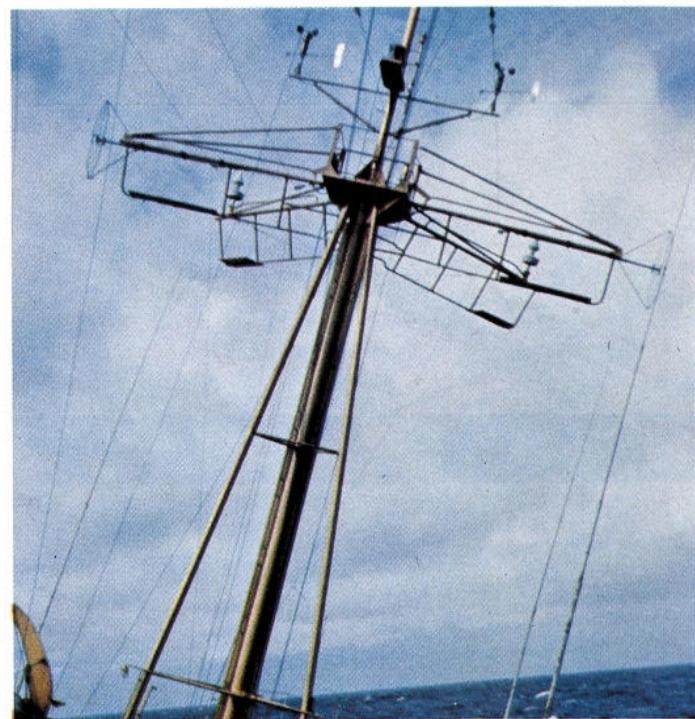
Mechanische Anemometer lassen sich nicht aufgrund ihrer Größe eichen, denn der Reibungskoeffizient jedes Instruments kann anders sein. Sie müssen daher unter vorgegebenen Bedingungen in einem Windkanal geeicht werden.

### Staurohranemometer

Das Staurohranemometer hat einen sehr einfachen Aufbau. Es hat keine sich drehenden Teile. Man verwendet es z.B. zum Eichen von Windkanälen oder als Geschwindigkeitsanzeiger in Flugzeugen.

Das wichtigste Teil ist eine aus zwei einzelnen Rohren bestehende 'Sonde', die in Windrichtung steht. Bei einem der Rohre (dem Stau- oder Pitotrohr) ist das dem Luftstrom entgegenstehende Ende offen. Die hineinströmende Luft erzeugt in seinem Inneren einen Druck. Der Druck in dem Rohr setzt sich aus einem statischen (normaler atmosphärischer Druck) und einem dynamischen (einströmende Luft) Anteil zusammen.

Das zweite Rohr ist das statische. Es ist geschlossen und an dem gegen den Wind zeigenden Ende abgerundet. An dem hinteren Ende des Rohres befindet sich eine Reihe von

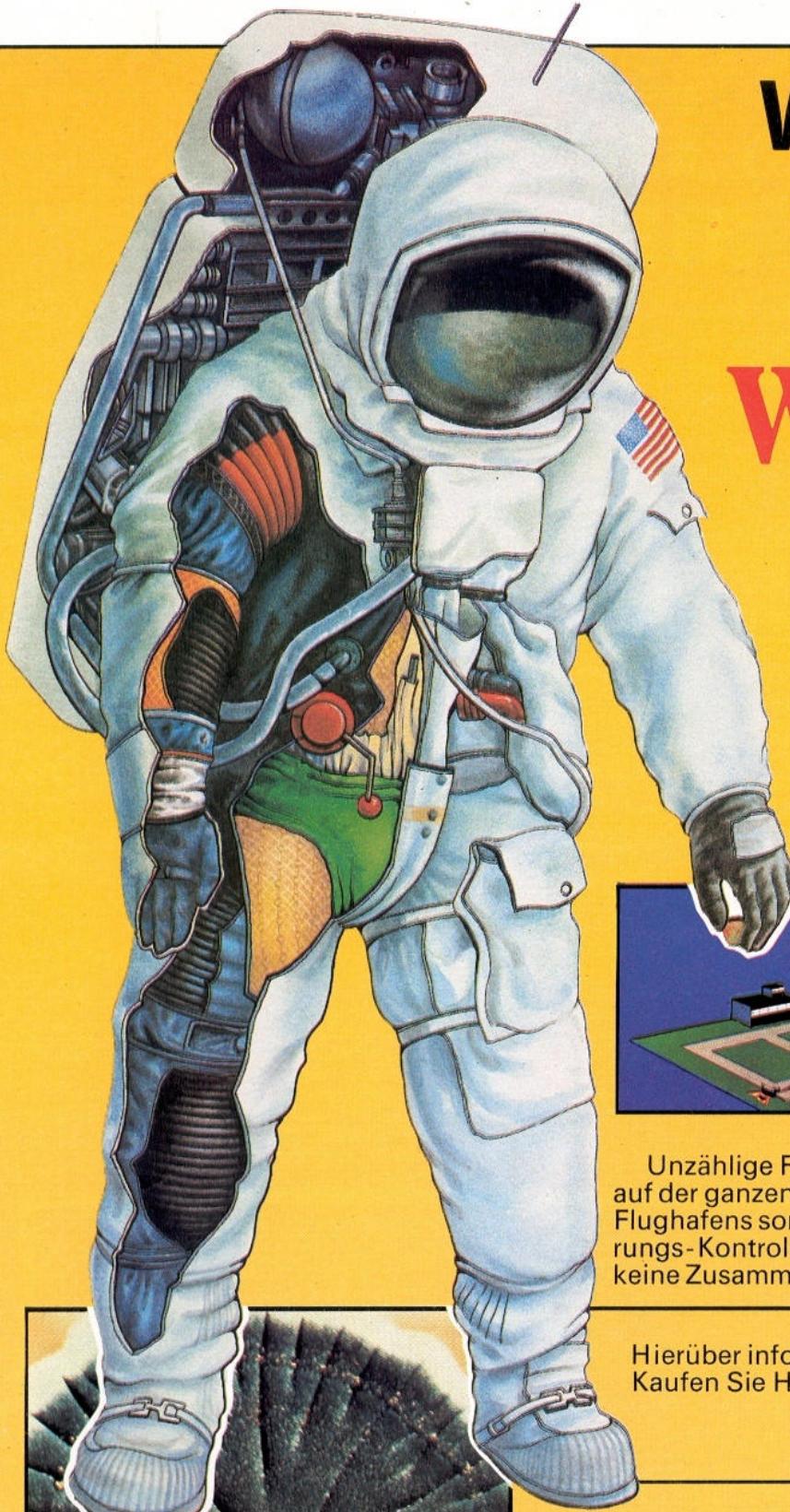


MET. OFFICE UK

Löchern. Da der Luftstrom durch das abgerundete Vorderende nicht nennenswert gestört wird, herrscht im Inneren des Rohres nur der statische Luftdruck.

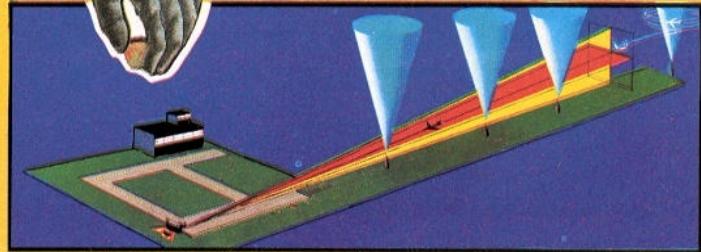
Die hinteren Enden beider Rohre sind mit einem Differentialdruckmesser verbunden, der den Druckunterschied zwischen den beiden Rohren mißt und deshalb den im Staurohr herrschenden, dynamischen Druck angibt. Sind Luftdichte und dynamischer Druck bekannt, läßt sich die Luftgeschwindigkeit bestimmen.

Staurohranemometer verursachen eine geringe Störung des Luftstromes und sind daher nicht für Geschwindigkeitsmessungen auf engem Raum geeignet. Außerdem sind diese Geräte, wenn sie nicht eine besondere Bauart haben, bei geringen Luftgeschwindigkeiten ungenau. Für solche Sonderzwecke und besonders für die Messung der Geschwindigkeiten von Flüssigkeiten erlangen andere Durchflußmesser wie Hitzdraht- und Laseranemometer Bedeutung.



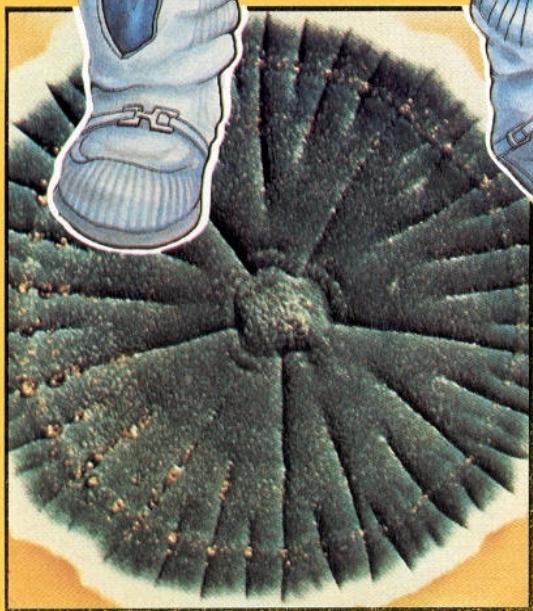
# WAS BRINGT HEFT 2 VON **WIE GEHT DAS**

Am 21. Juli 1969 wurde für die Menschheit ein Traum wahr: Ein Astronaut, Neil Armstrong, betrat den Mond. Wer waren die Väter des Apolloprogramms? Wie funktioniert eine Trägerrakete? Wie sieht es in der Kommando-Kapsel aus? Lesen Sie alles darüber in **WIE GEHT DAS**.



Unzählige Flugzeuge starten und landen täglich auf der ganzen Welt. Im Kontrollturm eines Flughafens sorgen hochqualifizierte Flugsicherungs-Kontrollbeamte ('Fluglotsen') dafür, daß es keine Zusammenstöße gibt.

Hierüber informiert Sie **WIE GEHT DAS**. Kaufen Sie Heft 2 bei Ihrem Zeitschriftenhändler.



Mit Professor Alexander Flemings Entdeckung des Penicillins im Jahre 1928 war die Macht der Bakterien über den Menschen gebrochen. Lesen Sie in Heft 2 von **WIE GEHT DAS**: Was sind Antibiotika? Wie werden sie hergestellt? Anwendung und unerwünschte Nebenwirkungen.

