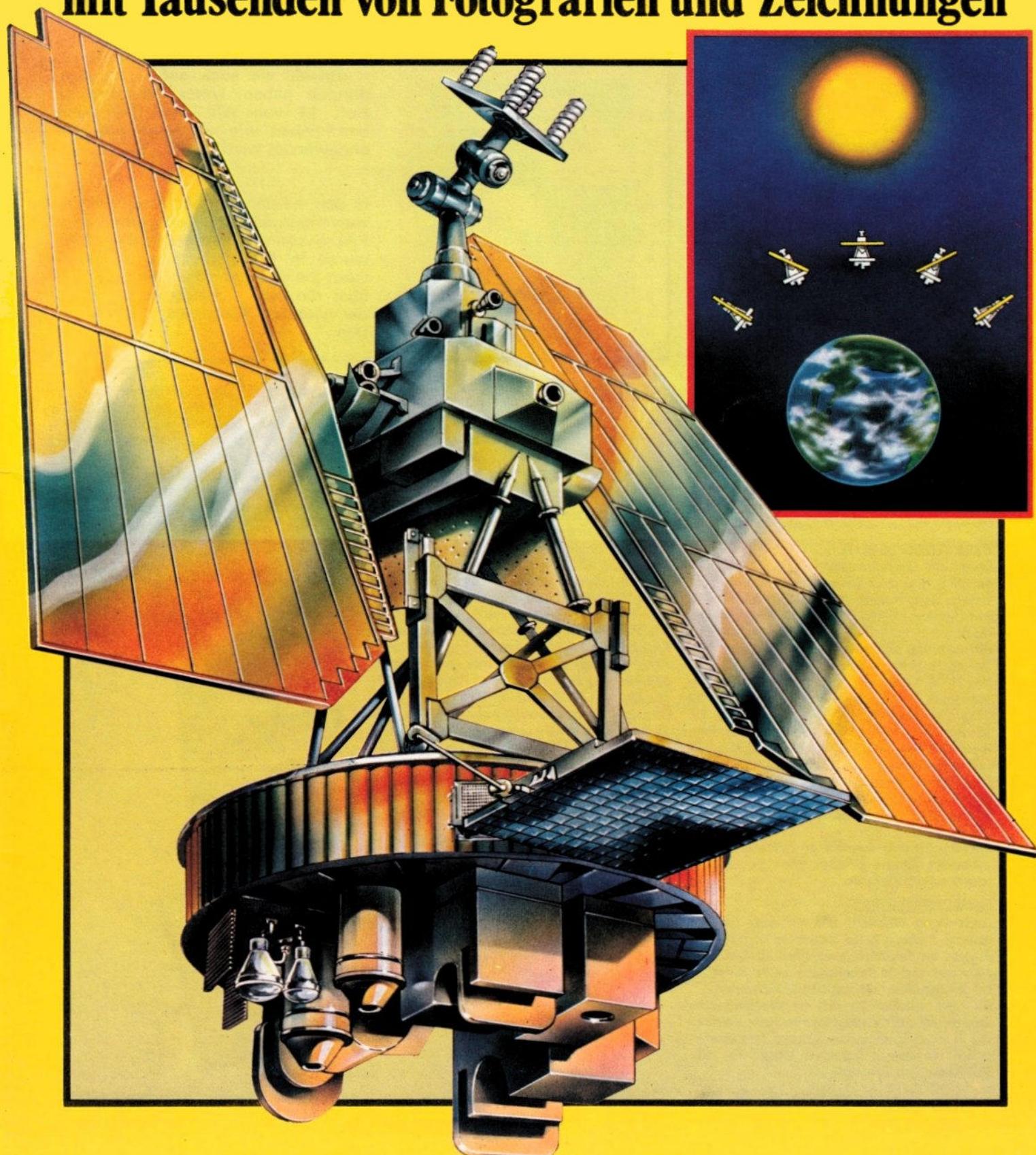


# WIE GEHT DAS

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



scan:[GDL]

# WIE GEHT DAS

## Inhalt

Elektronik in der Medizin	337
Elektronische Lichtbänder	342
Elektrostatik	344
Energie	346
Enteisungsanlagen	352
Entfernungs-messer	354
Entladungs-röhre	356
Erdumlauf-satelliten	358
Fahrgestell	362

### 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.

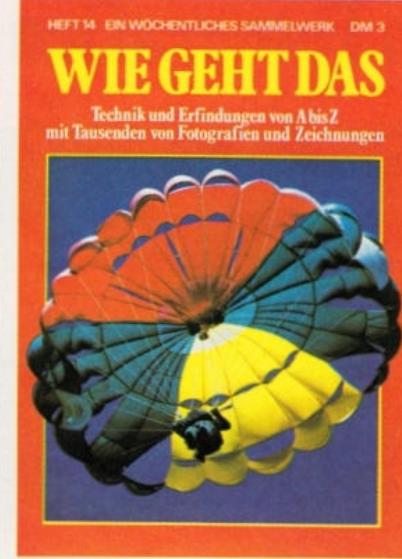
Schweiz: Das einzelne Heft kostet sfr 3,50. Bitte überweisen Sie den Betrag durch die Post (grüner Einzahlungsschein) auf das Konto: Schmidt-Agence AG, Kontonummer Basel 40-879, und schicken Sie Ihre Bestellung unter Einsendung Ihres Abschnitts an die Schmidt-Agence AG, Postfach, 4002 Basel. Kennwort: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

## In Heft 14 von Wie Geht Das



Fallschirme haben unzähligen Fliegern zu Kriegs- und Friedenszeiten das Leben gerettet. Dies ist noch immer die wichtigste Funktion von Fallschirmen – obwohl sie auch andere Anwendungen haben. Unter Fallschirm in Heft 14 von Wie Geht Das wird beschrieben wie sie hergestellt und angewendet werden.

In den meisten europäischen Ländern verwenden die Fernsehsender das PAL-System für Farbsendungen. PAL wurde in Deutschland entwickelt – lesen Sie wie und informieren Sie sich über die zwei Konkurrenzsysteme in der nächsten Ausgabe von Wie Geht Das.

### SAMMELORDNER

Sie sollten die wöchentlichen Ausgaben von WIE GEHT DAS in stabile, attraktive Sammelordner einheften. Jeder Sammelordner faßt 14 Hefte, so daß Sie zum Schluß über ein gesammeltes Lexikon in fünf Ordner 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 11 in der Schweiz). Falls nicht vorrätig, bestellt der Händler gern für Sie die Sammelordner.

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

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

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

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 lesbarlich enthalten.



## ELEKTRONIK IN DER MEDIZIN

Für die 800 Millionen Besitzer eines Transistorradios ist dieses Gerät die sichtbarste Errungenschaft der Elektronikindustrie. Unter diesen Menschen befinden sich jedoch auch Millionen, die ihre Gesundheit, ja sogar ihr Leben, den elektronischen Geräten, die in der Medizin verwendet werden, zu verdanken haben.

### Elektronische Geräte

Eine elektronische Schaltung wird entworfen, um den elektrischen Strom für einen bestimmten Zweck zu steuern oder zu regeln. Die Schaltung besteht aus Bauelementen mit spezifischen elektrischen Kennwerten. Zu den häufig verwendeten passiven Bauelementen in elektrischen Schaltungen gehören WIDERSTÄNDE, KONDENSATOREN, Schalter, INDUKTIONSSPULEN und POTENTIOMETER. Neben den passiven Bauelementen werden auch aktive Bauelemente in elektronischen Schaltungen verwendet. Beispiele für aktive Bauelemente sind der Bipolar- oder der Feldeffekttransistor.

Fast alle Erfindungen der Vergangenheit haben ihren Beitrag zur heutigen Entwicklung geleistet. Beispiele sind: Bat-

terien, das Telefon, Stromverstärker, Schwingkreise, der Funkverkehr, das Industriefernsehen sowie Computer und integrierte Schaltungen.

Die moderne Elektronik hat auch Eingang in die Medizin gefunden. In medizinischen Geräten werden Verstärker, stabilisierte Netzgeräte, Logikschaltungen, Oszillatoren, Meßwertumsetzer, Oszilloskope, HF-, Ultraschall- und Aufzeichnungsgeräte sowie Computer verwendet.

Die elektronischen Apparate, die in der Medizin eingesetzt werden, müssen elektrisch sicher und zuverlässig sein. Manche Teile müssen Sterilisationsverfahren widerstehen.

In Krankenhäusern werden elektronische Geräte bei der Diagnose sowie bei der Behandlung und Überwachung von Krankheiten benutzt. Ein Großteil der Anlagen erfaßt Daten wie beispielsweise die Herzaktivität, die Körpertemperatur, den Blutdruck oder die Hirntätigkeit. Die erfaßten Daten werden auch ausgegeben. Diese Informationen können entweder direkt am Krankenbett oder in einer zentralen

*Diese automatische Patientenüberwachungsanlage wird im Operationssaal verwendet. Sollte eine kritische Situation während einer Operation entstehen, kann diese sofort erkannt werden.*



Pflegestation aufgezeichnet werden, wofür ein Monitor mit Bildschirmszilloskop, Direktschreiber und bisweilen TONBANDGERÄTE zur Aufzeichnung der Daten zur Verfügung stehen.

### Elektroenzephalograph

Das menschliche Gehirn erzeugt äußerst schwache elektrische Ströme. Werden die Ströme verstärkt, können sie auf einem Oszilloskopschirm oder auf einem Registriergerät aufgezeichnet werden. Die Form dieser Gehirnwellen hängt von der jeweiligen Aktivität des Gehirns ab. Die Gehirntätigkeit wiederum hängt vom Gesundheitszustand des Patienten und von seiner derzeitigen geistigen Tätigkeit ab. Bei allen Patienten sind die Kurvenformen, die von einem gesunden Gehirn ausgehen, in ihrem Rhythmus weitgehend gleich. Anomalien stellen sich als Verzerrung der erwarteten Kurvenform dar.

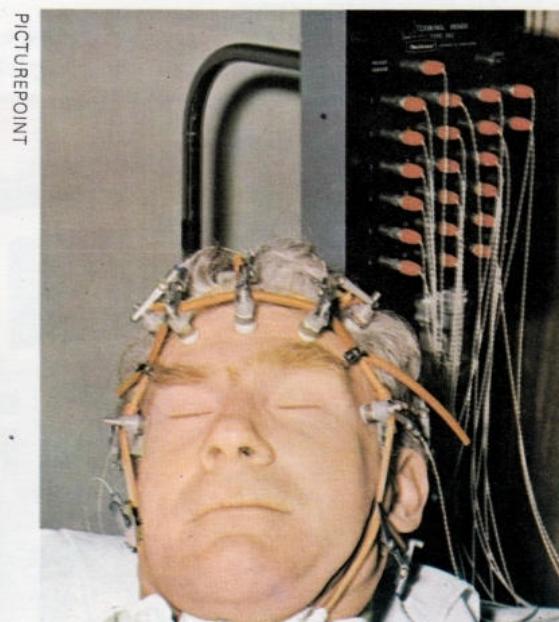
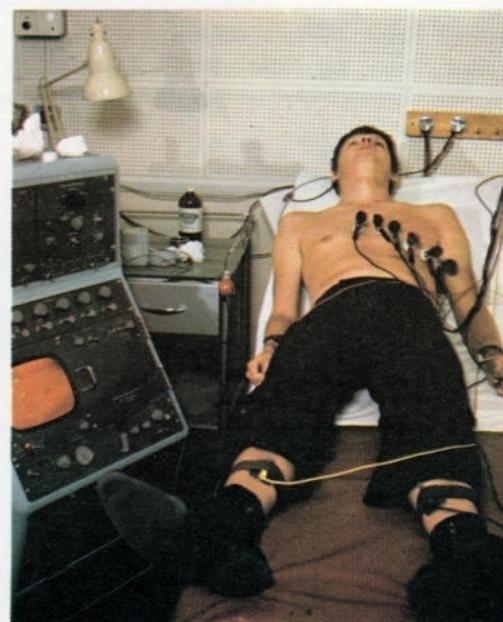
Die vom Gehirn ausgehenden elektrischen Signale sind sehr schwach (etwa  $100 \mu\text{V}$ ;  $1\mu\text{V} = 1\text{ Millionstel Volt}$ ). Sie können aber mit Hilfe von Elektroden, die an der Kopfhaut ange-

Die empfangenen Signale bewegen sich in der Größenordnung von etwa  $1 \text{ mV}$  (Millivolt). Der 'Ruherhythmus' des Herzens beträgt etwa 70 bis 80 Schläge in der Minute. Um das empfangene Signal in gut ablesbarer Größe anzeigen zu können, muß der Verstärkungsfaktor des Verstärkers mindestens 1000 sein. Außerdem muß der Verstärker sehr exakt in einem Frequenzbereich von 0 Hz bis 100 Hz arbeiten.

Das Signal wird auf einem eingebauten Oszilloskopmonitor angezeigt und kann gleichfalls zur Aufzeichnung mit dem Direktschreiber genutzt werden. Das aufgezeichnete Diagramm nennt man Elektrokardiogramm (EKG). Zum EKG-Apparat gehört außerdem ein Zähler, der den Pulsschlag pro Minute zählt. Um Anomalien im EKG-Rhythmus festhalten zu können, ist der Pulszähler mit Alarmschaltungen ausgestattet, die einen akustischen oder optisch sichtbaren Alarm auslösen, wenn im Zustand des Patienten eine Änderung eintritt. Damit der Arzt feststellen kann, welche Anomalie beim Patienten vorliegt, setzt die Alarmschaltung außerdem einen Direktschreiber in Gang, der das EKG aufzeichnet.

**Rechts:** Auf der Abbildung sehen Sie einen Patienten an einem Elektrokardiographen (EKG-Maschine). Die Elektrodenplatten auf seiner Brust nehmen die Herztöne auf, und die Platten an seinen Armen und Beinen sorgen für die entsprechende Voltspannung, damit die Herzsignale richtig interpretiert werden können. Die Schnur am rechten Bein des Patienten stellt die Erdverbindung dar.

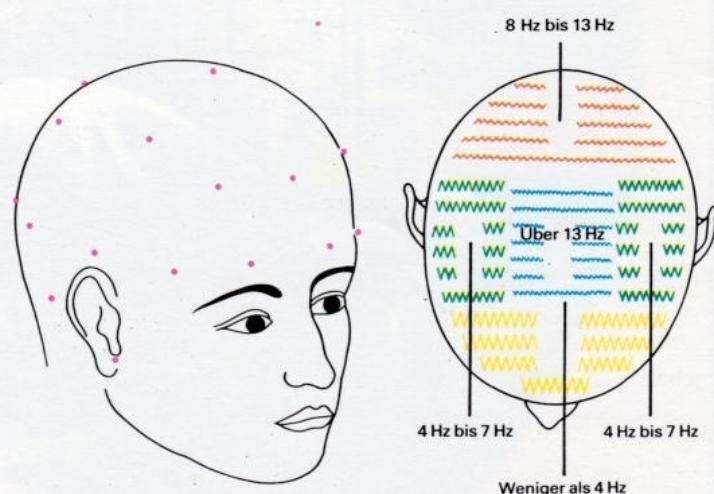
**Ganz rechts:** In diesem Bild sind EEG-Elektroden am Kopf des Patienten angebracht, um die elektrische Aktivität des Gehirns aufzuzeichnen.



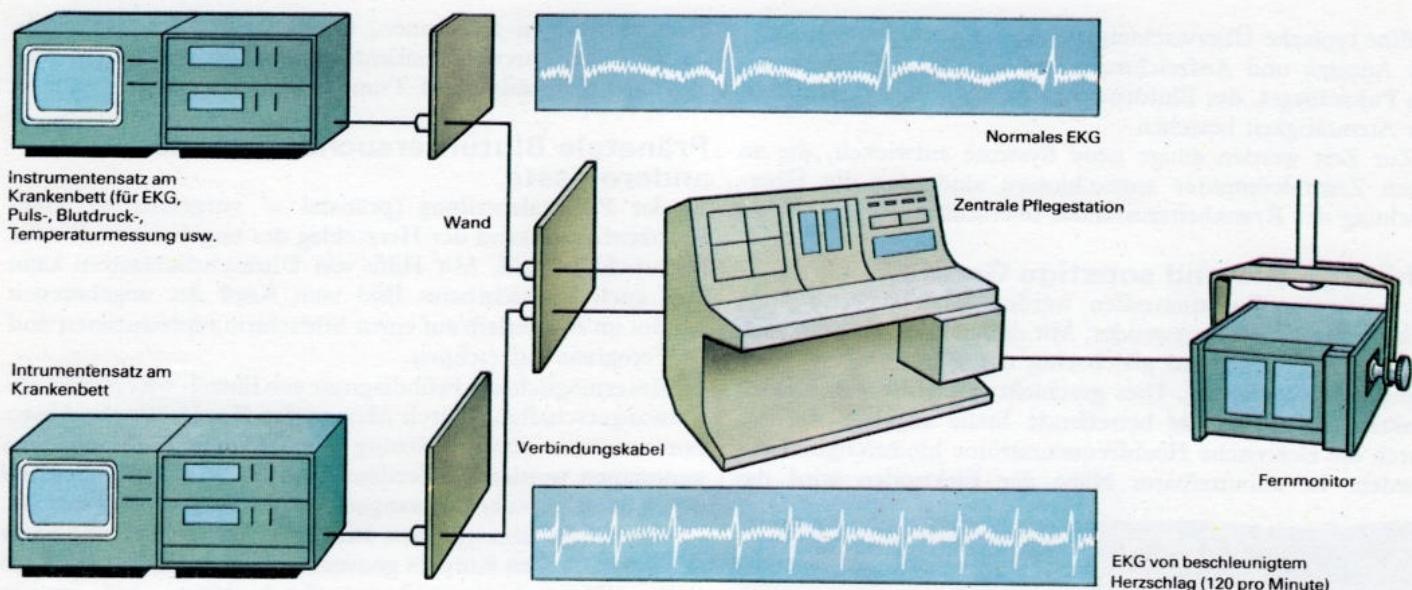
bracht werden, erfaßt oder in einigen Fällen, wie beispielsweise bei der Gehirnchirurgie, auf der Außenfläche des Gehirns selbst angebracht werden. Dann werden die Signale durch Hochleistungsverstärker einem Elektroenzephalographen zugeführt, dessen Ausgang mit Direktschreibern oder Oszilloskopbildschirmen verbunden ist. Der Elektroenzephalograph wird sowohl bei der Diagnose und Aufspürung von Gehirnschädigungen oder Krankheiten als auch bei der Erforschung der Funktionen in den verschiedenen Gehirnregionen häufig verwendet. Das aufgezeichnete Diagramm nennt man Elektroenzephalogramm (EEG).

### Elektrokardiograph

Der Elektrokardiograph arbeitet ähnlich wie der Elektroenzephalograph. Er überwacht elektrische Ströme, die von den Herzmuseln während des Blutpumpens abgegeben werden. In Krankenhäusern wird ein Satz von mindestens drei Metallscheiben-Elektroden verwendet. Diese Elektroden werden auf einer Seite mit einer salzhaltigen, geleeartigen Paste bestrichen und mit dieser Seite auf der Brust und an den Armen und Beinen des Patienten mit Klebestreifen befestigt. Werden Probemessungen mit dem Elektrokardiographen vorgenommen, werden die Elektroden mit Gummisaugnäpfen am Brustkorb und an den Beinen und Armen befestigt. Die erfaßten Signale werden einem Verstärker zugeführt.

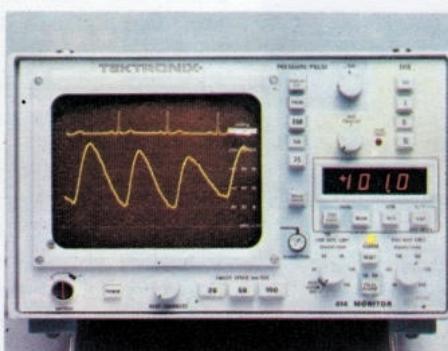
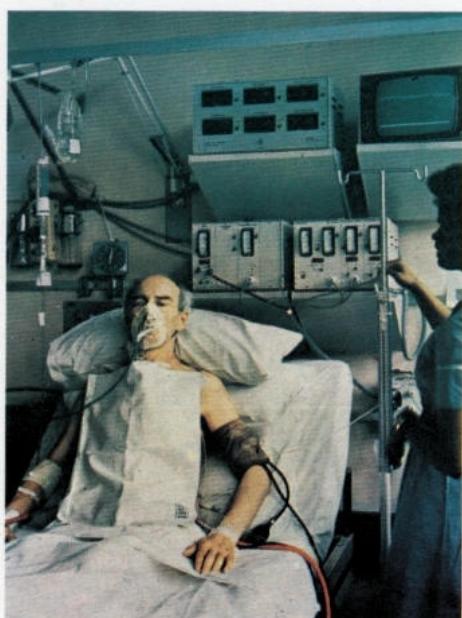


**Oben:** Die Abbildung links zeigt, wo die Elektroden an den Kopf angeschlossen werden; rechts ist eine typische Frequenzbildung von Gehirnströmen, die der Schädel aussendet. Bei starken Abweichungen von der erwarteten Ausstrahlung ist ein Hirnschaden möglich.



**Links:** Ein Patient an einer Überwachungsanlage, wie sie in Intensivstationen verwendet wird. Diese Anlagen bestehen aus mehreren Apparaten, wie z.B. EKG- und EEG-Geräten und Blutdruckmeßgeräten. Dadurch ist eine fast totale Überwachung der einzelnen physiologischen Systeme möglich.

**Oben:** Eine Patientenüberwachungsanlage im Detail. Diese Anlage kann fünf Patienten oder mehr gleichzeitig überwachen. Ein Satz von Instrumenten befindet sich neben dem Bett eines jeden Patienten und ist an eine zentrale Pflegestation angeschlossen.



**Links:** Der Tektronix 414 ist ein tragbare Monitor mit einem zweischriffigen Bildschirmszilloskop, auf dem man das EKG des Patienten (obere Schrift) sowie seinen Blutdruck (untere Schrift) sehen kann. Der Digitalanzeiger kann entweder die Herzschlagrate, den Blutdruck oder die Bluttemperatur anzeigen.

## Defibrillatoren

Wenn das Herz seine Funktionstätigkeit einstellt (Herzstillstand), kann dies auf ein Herzklammerflimmern zurückzuführen sein. Hierbei ziehen sich die einzelnen Fasern des Herzmuskels ungleichmäßig zusammen. Aus dem EKG lässt sich dieses sogenannte Defibrillieren nicht ablesen. Wird der Defibrillierzustand nicht innerhalb von fünf Minuten entdeckt, führt er zum Tode.

Bei der äußerlichen Defibrillation werden zwei große Elektroden über der Herzbasis und der Herzspitze an der Brustwand angelegt. Dann werden zur Anregung der Herzaktivität starke elektrische Stromstöße von 4 bis 8 Millisekunden Dauer gegeben.

## Blutdruckmeßgeräte

Der Blutdruck des Patienten zeigt an, ob das Herz in der Lage ist, für eine ausreichende Blutzirkulation zu sorgen. Die Messung wird normalerweise manuell vorgenommen, doch in vielen Krankenhäusern werden automatische Blutdruckmeßgeräte benutzt. Eine aufblasbare Gummimanschette, an die ein Manometer angeschlossen ist, wird um den Oberarm des Patienten gelegt und auf einen zuvor festgelegten Druck aufgeblasen. Hierdurch wird der Blutdurchfluss im Unterarm abgeschnitten.

Lässt man jetzt, unter gleichzeitigem Aufsetzen des Hör-

rohres auf die Ellenbeuge, langsam die Luft aus der Manschette austreten, hört man im selben Augenblick, in dem das Blut in der Armschlagader zu fließen beginnt, ein Geräusch. Der in diesem Augenblick an dem Manometer abgelesene Wert ergibt den systolischen Druck. Bei weiterer Druckminderung in der Manschette hört man im Hörrohr Geräusche, die anfangs an Stärke zunehmen und anschließend abklingen. Im Maximum des Geräuschwertes wird der sogenannte diastolische Druck abgelesen. Die Differenz zwischen systolischem und diastolischem Druck nennt man Druckamplitude, die Auskunft über die Leistungsfähigkeit des Herzens gibt.

Blutdruckmessungen lassen sich heute auch mit automatischen Geräten durchführen.

## Patientenüberwachungsanlagen

Patientenüberwachungsanlagen können aus mehreren Einzelgeräten und Apparaten bestehen, die getrennt an den Patienten angeschlossen werden. Die einzelnen Geräte können auch zu einer Einheit, beispielsweise zu einem physiologischen Mehrkanalaufzeichner, zusammengefaßt werden. Neben der Überwachung des Krankheitszustandes eines Patienten hat das Überwachungssystem auch ein Alarmsystem, das die Krankenschwestern auf gefährliche Änderungen im Zustand des Patienten aufmerksam macht.

Eine typische Überwachungsanlage kann aus Instrumenten zur Anzeige und Aufzeichnung von Elektrokardiogrammen, des Pulsschlags, des Blutdruckes, der Körpertemperatur und der Atemtätigkeit bestehen.

Zur Zeit werden einige neue Systeme entwickelt, die an einen Zentralcomputer angeschlossen sind, der die Überwachung des Krankheitszustandes übernimmt.

### Chirurgische und sonstige Geräte

In modernen Operationsräumen werden oftmals chirurgische Diathermieapparate verwendet. Mit diesen Geräten kann man Gewebe schneiden und gleichzeitig das Blut zum Gerinnen bringen (Koagulation). Dies geschieht mit Hilfe von kleinen Elektroden, die an die betreffende Stelle angelegt werden, durch die elektrische Hochfrequenzströme hindurchgeschickt werden. In unmittelbarer Nähe der Elektroden wird das



**Oben:** Eine moderne Röntgenanlage in der Frankfurter Flughafen-Klinik. Die Klinik ist mit den modernsten elektronischen Instrumenten ausgestattet, die vor allem auch im Operationssaal eingesetzt werden. Sie verfügt über zwei Operationssäle, eine große Ambulanz, ein Labor und andere Einrichtungen. Selbst ein Krankenzimmer für besondere Fälle ist vorhanden.

Gewebe erhitzt, wodurch eine Koagulation des Blutes eintritt. Hochfrequenz wird deshalb verwendet, weil dessen Wirkung über der Stimulanzschwelle für Muskelgewebe liegt.

Viele Operationssäle sind neben Röntgenapparaten und internem Kabelfernsehen mit HERZ-LUNGEN- und NIERENMASCHINEN ausgestattet.

In Polikliniken werden für ambulant behandelte Patienten tragbare Diathermiegeräte, EKG-, EEG- und EMG-Geräte (EMG = Elektromyograph), Ultraschallblutstrommeßgeräte und INFRAROT-Temperaturmeßgeräte verwendet. Der Elektromyograph wird zur Erforschung der elektrischen Aktivität von stimulierten Muskel- und Nervenfasern benutzt.

Die Geschwindigkeit des Blutstromes eines Patienten kann dadurch ermittelt werden, daß man einen Meßwertwandler oberhalb einer Vene oder Arterie anbringt. Ein Ultraschall-Signal wird dann durch den Wandler gesendet, der Schallimpulse in elektrische Impulse umwandelt. Das Blut reflektiert das Signal und gibt ein Echo, das aufgezeichnet werden kann. Infolge des DOPPLEREFFEKTES ergibt sich beim Durchfließen des Blutes eine zur Echofrequenz unterschiedliche Frequenz des Ausgangssignals. Durch Vergleichen der beiden ermittelten Frequenzen kann man die Geschwindigkeit des Blutstromes errechnen. Um sich ein 'Bild' vom Zustand des

Herzens machen zu können, wendet man auch das Ultraschallechoverfahren (Echokardiographie) an, mit dem man auch Gehirnschäden und Tumore ausfindig machen kann.

### Pränatale Blutuntersuchungen und andere Tests

In der Pränatalabteilung (pränatal = vorgeburtlich) eines Krankenhauses kann der Herzschlag des ungeborenen Kindes überwacht werden. Mit Hilfe von Ultraschallabtastern kann man auch ein sichtbares Bild vom Kopf des ungeborenen Kindes im Mutterleib auf einen Bildschirm reproduzieren und als Fotografie aufzeichnen.

Dies ermöglicht die Frühdiagnose von Einzel- oder Mehrfachschwangerschaften. Durch Messen der Kopfgröße des Ungeborenen kann eine Schätzung des Entbindungsdatums vorgenommen werden. Außerdem kann die Regelmäßigkeit des Wachstums in jeder Schwangerschaftsstufe überprüft werden.

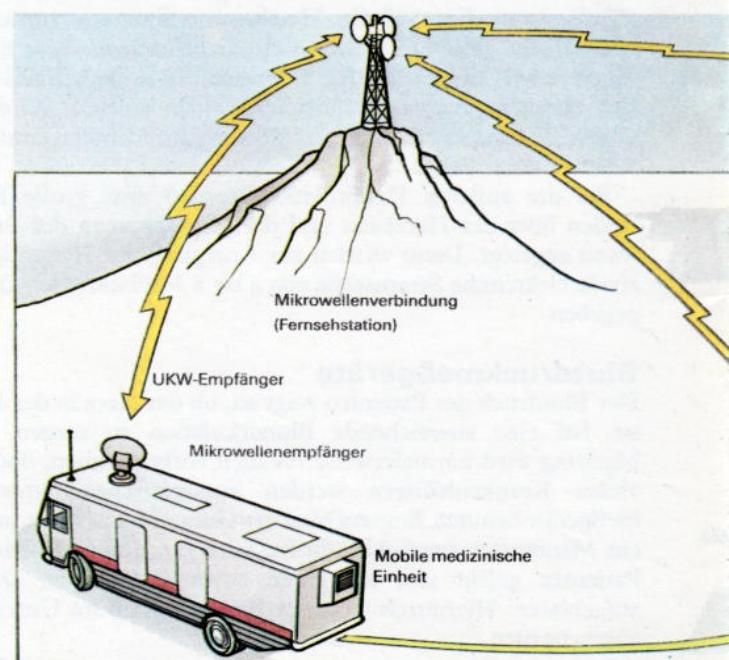
Mit Infrarotabtastgeräten kann die Oberflächentemperatur des menschlichen Körpers gemessen werden. Bei unterschiedlichen Temperaturen können Rückschlüsse auf gewisse Krankheiten gezogen werden. So weiß man beispielsweise, daß ein unter den Hautgeweben liegender Tumor, wie im Falle von Brustkrebs, eine örtliche Erhöhung der Oberflächentemperatur verursacht.

Laboratorien benutzen elektronische Geräte zur Feststellung der BLUTGRUPPE, außerdem Koagulumgeräte und automatische biochemische Apparaturen, die Urin- und Blutproben sehr schnell analysieren können.

Herzkrankes bringt man in die Röntgenabteilung, wo mit Hilfe von Bildverstärkern und Fernsehen das Einführen von Kathetern in die Herzkammern überwacht und verfolgt wird, um etwaige Veränderungen zu beobachten und die Blutförderungsleistung zu messen.

### Computer

Computer werden auch in der Krankenhausverwaltung eingesetzt. Mit ihnen werden Befundblätter, Inventarkontrollen und Zentralvergleichsdaten der klinischen Unterlagen der Patienten überwacht und beispielsweise die Gehaltslisten für die Angestellten erstellt. Analog- und Digitalrechner werden in zunehmendem Maße in der medizinischen Forschung, wie zum Beispiel bei der detaillierten Analyse von Anomalien in EEGs und EKGs, eingesetzt.



EMI

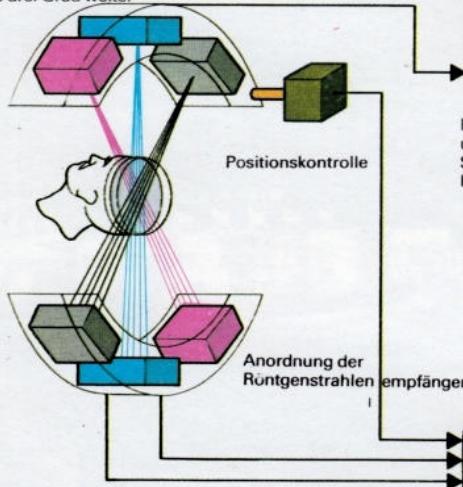


**Oben:** Ein Tastbild, das von einem Abtastunggerät in einer Londoner Klinik aufgenommen wurde.

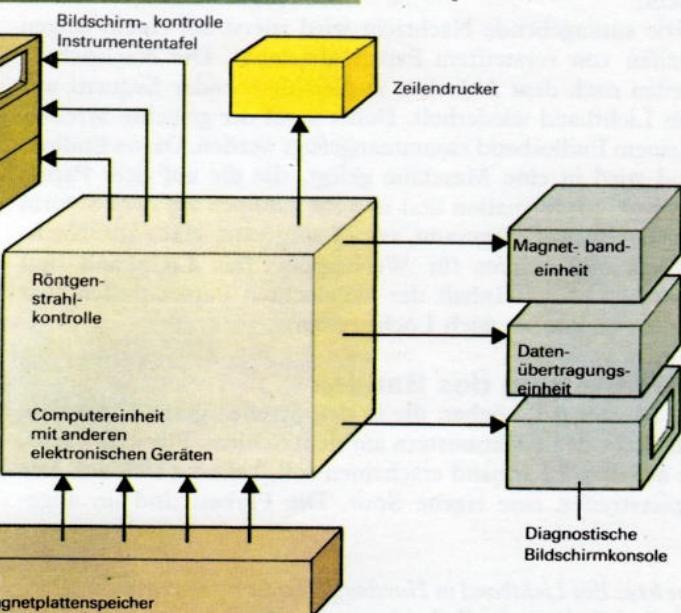


**Links:** Ein Abtastgerät. Diese Tomographieeinheit kann Röntgenaufnahmen von Gehirn und Schädel liefern. Die Röntgenröhre und der Detektor befinden sich in dem Abtastgehäuse, das um den Kopf des Patienten rotiert. Der Apparat erzielt so Aufnahmen von zwei Gehirnquer- schnitten während jeder Abtastperiode von 60 Sekunden. Man braucht drei Abtast- perioden, um das gesamte Gehirn zu röntgen. Der ganze Prozeß dauert zehn Minuten.

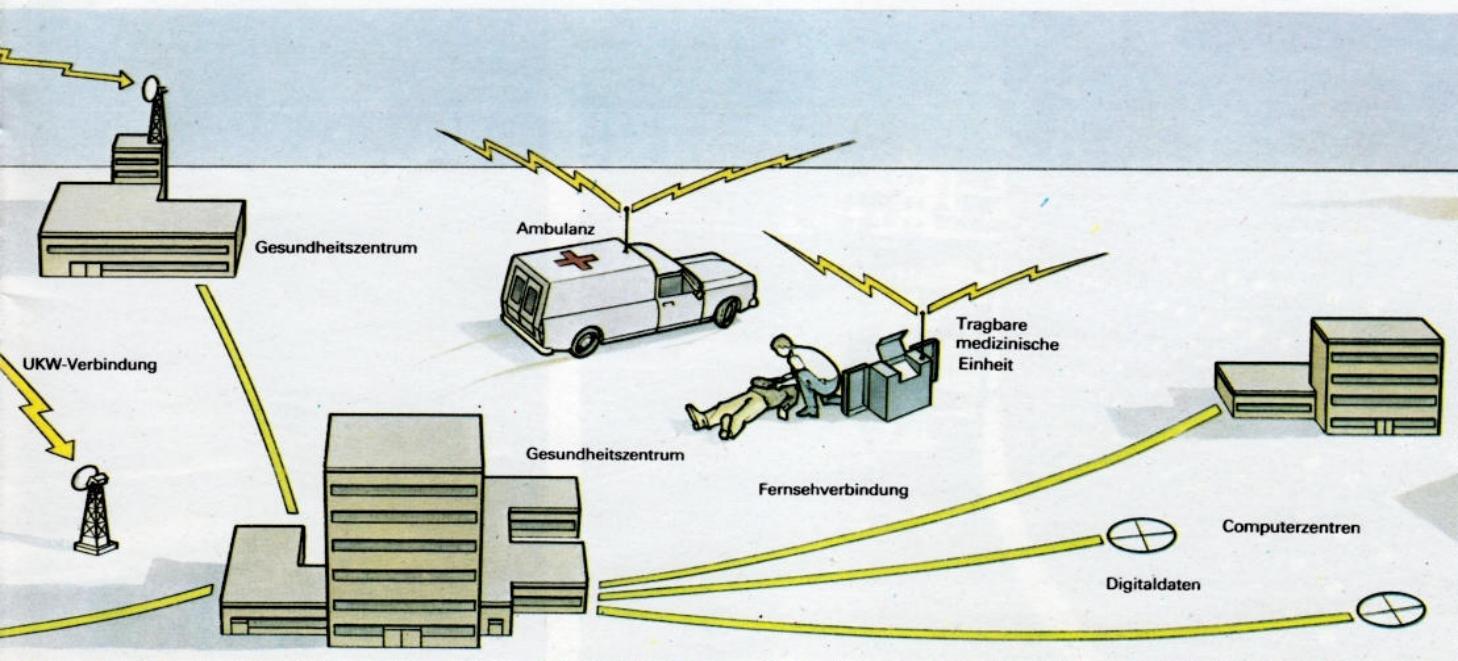
Röntgenröhren drehen sich um je drei Grad weiter



**Oben:** Ein Diagramm des EMI-Abtastgerätes CT 1010. Es wird von einem Computer gesteuert. Obwohl Maschinen und Ausrüstungen dieser Art sehr teuer sind, sind sie für das moderne Krankenhaus oft unerlässlich, denn sie machen Röntgenaufnahmen von Gewebequerschnitten möglich und tragen so oft zur Frühdiagnose und Vorbeugung bei.



**Unten:** Das STARPAHC (Space Technology Applied to Rural Papago Advanced Health Care) System ermöglicht die medizinische Betreuung der Papago-Indianer in ihrem Reservat in Arizona. Mobile Einheiten besuchen die Dörfer. Durch UKW- Empfänger stehen sie mit Gesundheits- und Computerzentren in Verbindung, und werden so von Experten beraten.



## ELEKTRONISCHE LICHTBÄNDER

Das größte elektronische Lichtband in Europa verwendet 30 000 Lampen, um Nachrichten auf einem beleuchteten Schirm zu übermitteln.

Das elektronische (genauer: elektrische) Lichtband zeigt auf einem langen, beleuchteten Schirm Tagesnachrichten, Wetterberichte und Werbespots an. Der Schirm selbst besteht aus verschiedenen Reihen von Glühlampen, die in kontinuierlicher Folge an- und ausgeschaltet werden, wobei sich die Anzeige auf dem Schirm von rechts nach links bewegt. Nachrichten und Wetterberichte werden normalerweise einfarbig (weißes Licht) übermittelt, während sich die Werbeindustrie die farblichen Gestaltungsmöglichkeiten dieses Mediums zunutze macht.

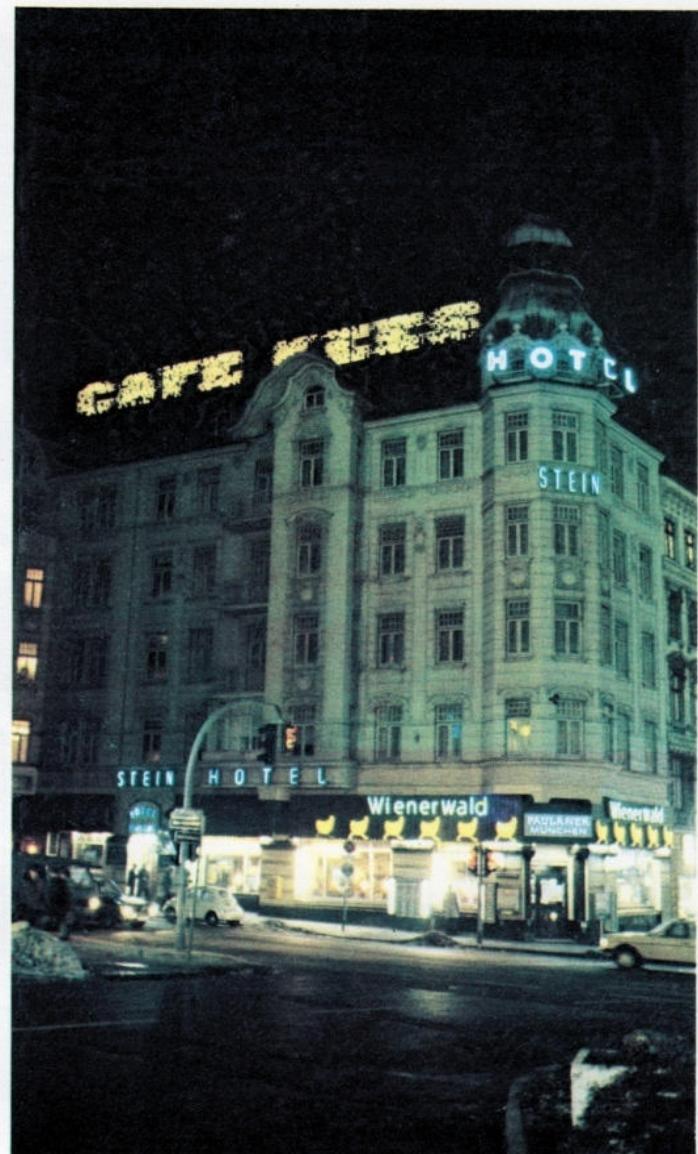
Die auszugebende Nachricht wird zuerst auf einem langen Streifen von versteiftem Papier abgelocht. Die Nachrichten werden nach dem Ablochen in gleichbleibender Sequenz auf dem Lichtband wiederholt. Daher kann der gelochte Streifen zu einem Endlosband zusammengefügt werden. Dieses Endlosband wird in eine Maschine gelegt, die die auf dem Papier abgelochte Information liest und die Lampen auf dem Schirm steuert. Es gibt insgesamt zwei Lesegeräte, eines für Nachrichten, ein anderes für Werbespots. Das Lichtband liest abwechselnd den Inhalt der abgelochten Papierstreifen (wir nennen sie künftig auch Lochstreifen).

### Aufbereitung des Bandes

Das Muster der Löcher, die in den Streifen gestanzt werden, entspricht den Lichtmustern auf dem Schirm. Für jede Farbe, die auf dem Lichtband erscheinen soll, befindet sich auf dem Papierstreifen eine eigene Spur. Die Farben sind im allge-

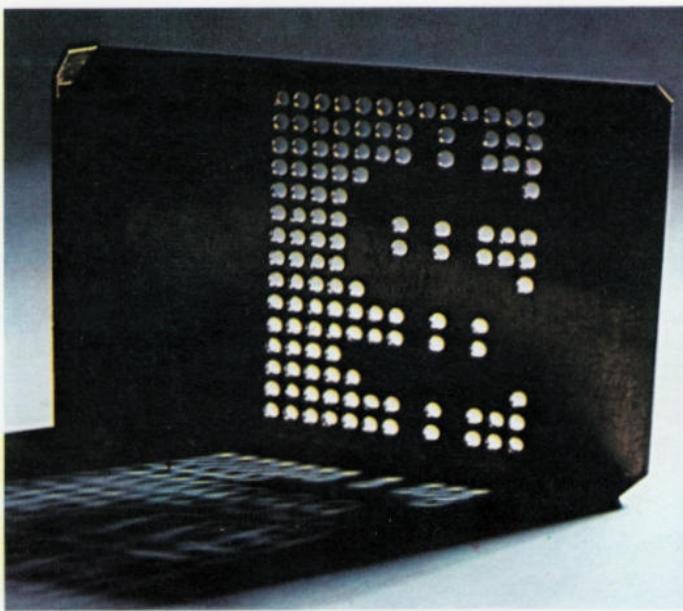
**Rechts:** Ein Lichtband in Hamburg. Die Lampen sind in übereinanderliegenden Zeilen angeordnet. Sie können Licht in verschiedenen Farben abgeben. Zwischen den vertikalen Lampenreihen befinden sich Lampengruppen mit 2 Lampen für jede Farbe.

**Unten links:** Eine Nahaufnahme eines elektronischen Lichtbandes. Die Anordnung der Lampen, die bei der Nachrichtenübermittlung aufleuchten, sind klar zu erkennen.



**Unten rechts:** Teil des Nachrichtenlesegerätes. Hier sieht man, wie das Band zwischen dem Lesekopf und dem Quecksilberbad durchläuft.





Eine der vielen perforierten Metallplatten, die die Locher-matrizen bei der Aufbereitung des Lichtbandes steuern.

meinen Rot, Blau, Grün und Weiß. Soll ein Zeichen nur in einer Farbe angezeigt werden, wird lediglich die entsprechende Farbspur abgeleuchtet. Es können auch verschiedene Farbeffekte erzielt werden, indem man gleichzeitig mehrere Farbspuren ablichtet.

Die Locher-matrizen werden über perforierte Metallplatten gesteuert. In die Metallplatten werden die einzelnen Zeichen gebohrt. Zwischen die Locher-matrizen und die perforierten Metallplatten wird das zu lochende Papier gelegt. Preßt man die Metallplatte anschließend auf die Locher-matrizen, wird das Papier durchgestanzt.

Der Lochstreifen für Werbespots ist etwa 35 cm breit, da er auch die vier Farbspuren enthält. Der Lochstreifen für Nachrichten ist nur 9 cm breit, da diese Meldungen nur in Weiß ausgegeben werden.

Ein einzelnes Loch (Merkpunkt genannt) wird 56 cm vor Ende der Nachricht am Rande des Papierstreifens gelocht, um dem Gerät mitzuteilen, daß nach Ende der Nachricht das andere Band gelesen werden soll. Zwischen dem Ende einer

Nachricht und ihrem Neubeginn wird ein Abstand von 91 cm belassen, der nicht gelocht wird. Aus diesem Grunde kommt es zwischen dem Wechsel der beiden Bänder nicht zu Überlappungen. Neben den alphanumerischen Zeichen (Buchstaben und Ziffern) können auch Handelszeichen und andere Zeichen auf dem Band abgeleuchtet werden.

### Lesen des Lochstreifens

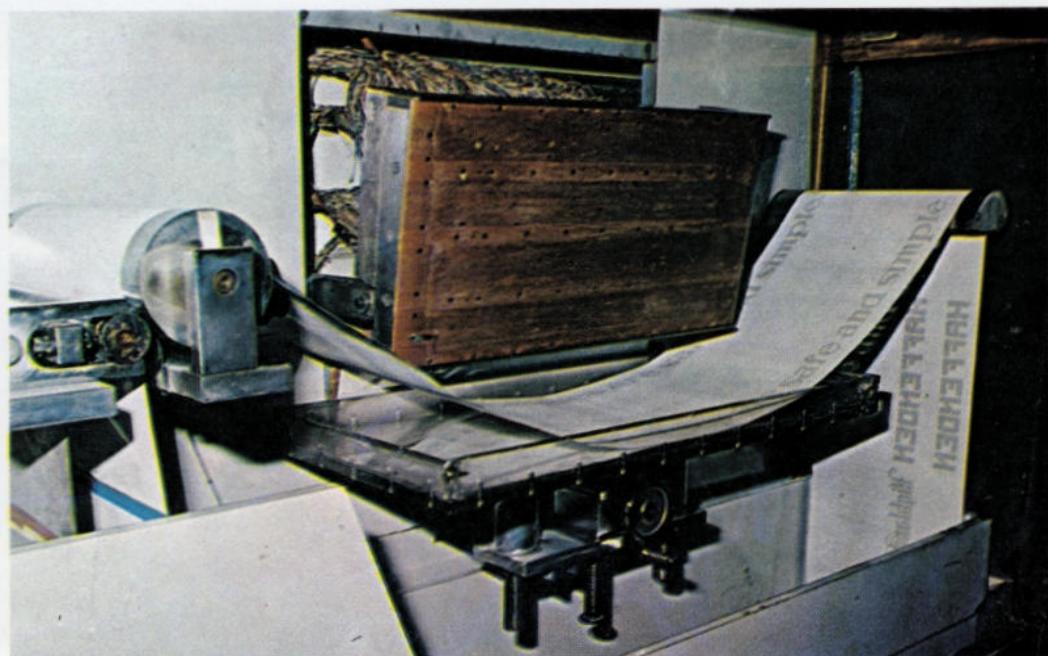
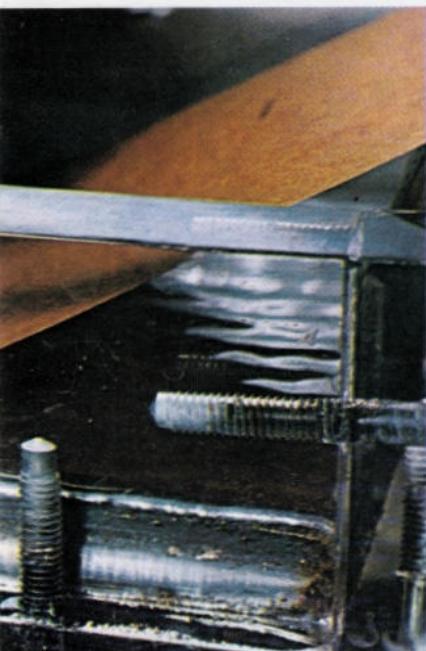
Der Lochstreifen wird gelesen, indem man ihn zwischen einem Quecksilberbad und einem Lesekopf durchlaufen läßt. Der Lesekopf enthält Kontakte, die mit den einzelnen Lichtzeilen auf dem Schirm verbunden sind. Durch die Löcher in den Lochstreifen wird ein Schaltkreis zwischen den Kontakten und dem Quecksilber geschlossen. Der Lochstreifen bewegt sich von rechts nach links am Lesekopf entlang. Die oberste Zeile des Lochstreifens wird mit der ersten Lampenzeile, die nächste Zeile des Lochstreifens mit der zweiten Lampenzeile usw. verbunden. Der Lesekopf ist etwa 58 cm lang. Andere Lichtbänder verwenden statt des Quecksilberbades zum Lesen des Lochstreifens auch Fotozellen.

### Die Lampen auf dem Leuchtschirm

Die Lampen auf dem Leuchtschirm sind kleine Fadenlampen (40 V, 2,5 W), die mit farbigem Kunststoff überzogen sind. Mit den vier Lampengrundfarben sind durch Mischen 15 Farben für die Zeichen möglich. Das größte Lichtband in Europa befindet sich auf dem Leicester Square in London. Auf seinen beiden 23 m × 1,5 m großen Lichtschirmen sind 30 000 Lampen angebracht. Sie werden durch eine über ihnen befestigte Sprinkler-Anlage gegen Feuer geschützt. Pro Tag müssen etwa 15 Lampen ausgetauscht werden. Das System hat einen Leistungsverbrauch von etwa 9 kW.

Das elektronische Lichtband ist ein äußerst publikums-wirksames Medium. Da aber die Einrichtungs- und Unter-haltkosten relativ hoch sind, geben die Werbetreibenden ver-hältnismäßig wenig für diese Art der Anzeigen aus. Auch die Zeit, die Temperatur oder andere wertvolle Informationen können auf dem Lichtband ausgegeben werden. Lichtbänder gibt es in vielen deutschen Großstädten, beispielsweise in Berlin, Frankfurt, Hamburg, Köln und München.

**Unten:** Ein Lesegerät für Werbespots. Das Band liegt über dem Quecksilberbad; der Lesekopf ist hier zurückgeklappt, um die vier Kontaktreihen zu zeigen.



## ELEKTROSTATIK

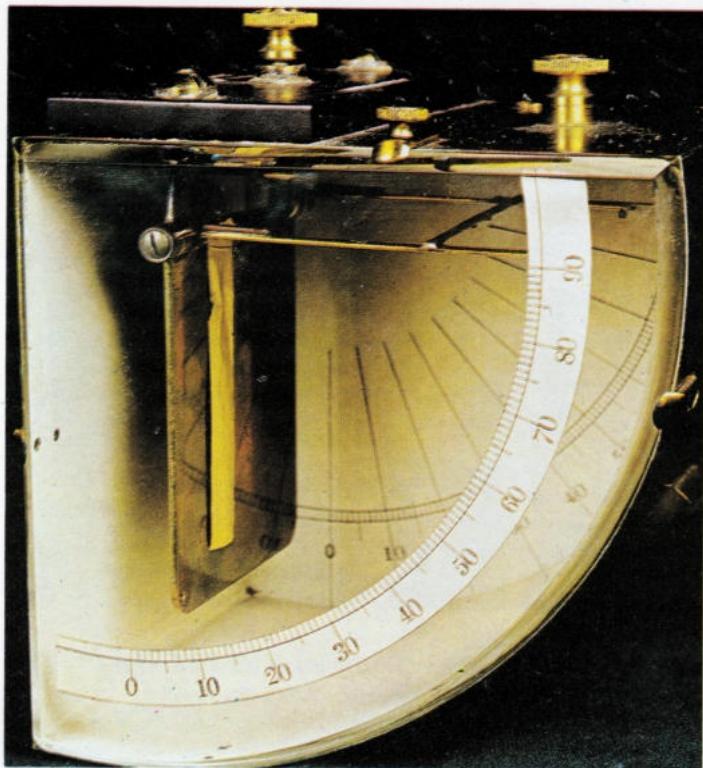
Die statische Elektrizität, die man von einem elektrischen Schlag beim Berühren von metallischen Teilen kennt, kann zur Sterilisierung chirurgischer Geräte oder in Kondensatoren von Radios angewendet werden.

Die Elektrostatik befaßt sich mit dem Verhalten elektrischer Ladung im Ruhezustand. Aus diesem Grunde versteht man unter Elektrostatik denjenigen Teil der ELEKTRIZITÄTSLEHRE, der sich mit dem Zusammenwirken einzelner elektrischer Ladungen oder geladener Körper befaßt. Den anderen Teil der Elektrizitätslehre, der sich mit den Bewegungen elektrischer Ladungen beschäftigt, nennt man *Elektrodynamik*; ein Beispiel ist der elektrische Strom. In der Elektrostatik betrachtet man anziehende und abstoßende Kräfte zwischen geladenen Körpern. Gleichartige Ladungen stoßen sich ab, ungleichartige ziehen sich an.

### Elektrische Ladung

Die wichtigsten geladenen Teilchen in der Elektrostatik sowie in der gesamten Elektrizität sind die Elektronen, die eine negative Ladung haben. Die Einheit für die elektrische Ladung ist das *Coulomb* (abgekürzt C). Sie ist ähnlich wie die Einheiten für Masse, Länge und Zeit eine Grundeinheit. Die negative Ladung für ein Elektron beträgt  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C, d.h. etwa ein Zehnmillionstel einer Million einer Million Coulomb. Ein Proton, das etwa 2000mal so schwer wie ein Elektron ist, hat den gleichen Betrag an Ladung, ist jedoch positiv geladen.

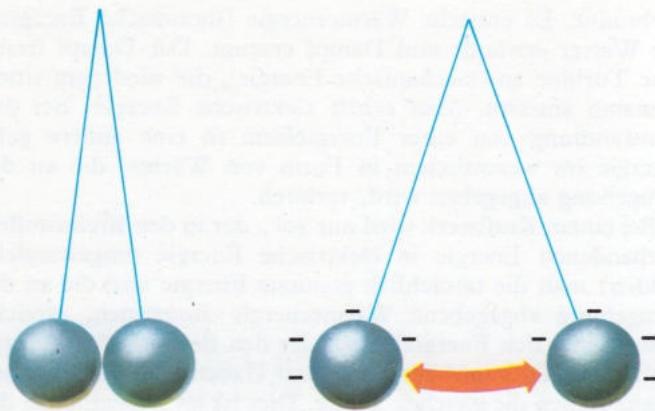
Der elektrische Strom, der aus sich bewegenden Elektronen besteht, wird in der Einheit Ampere (abgekürzt: A) gemessen. Er wird definiert als die Ladung 1 Coulomb, die pro Sekunde durch das leitende Medium fließt. Bei der extrem kleinen Ladung eines Elektrons bedeutet dies, daß pro Sekunde etwa  $6 \cdot 10^{18}$  Elektronen ( $10^{18} = 1$  Million  $\times$  1 Million  $\times$  1 Million) in dem Schaltkreis fließen.



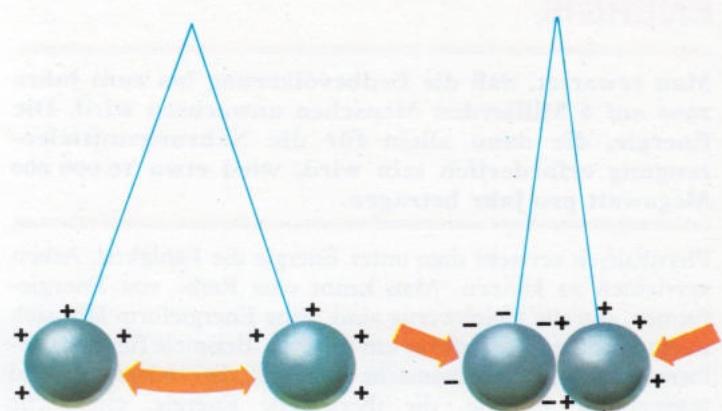
**Oben:** Kosmische Strahlen erzeugen beim Eindringen in die Atmosphäre ionisierte, d.h. geladene Teilchen. Das Goldblatt-Ektroskop wurde früher zum Nachweis der Ladungen verwendet.

**Unten:** Vor dem Aufspritzen der Farbe ist diese Karosserie durch ein elektrostatisches Verfahren mit einem Grundierlack versehen worden, indem man das Auto negativ und den Lack positiv geladen hat.

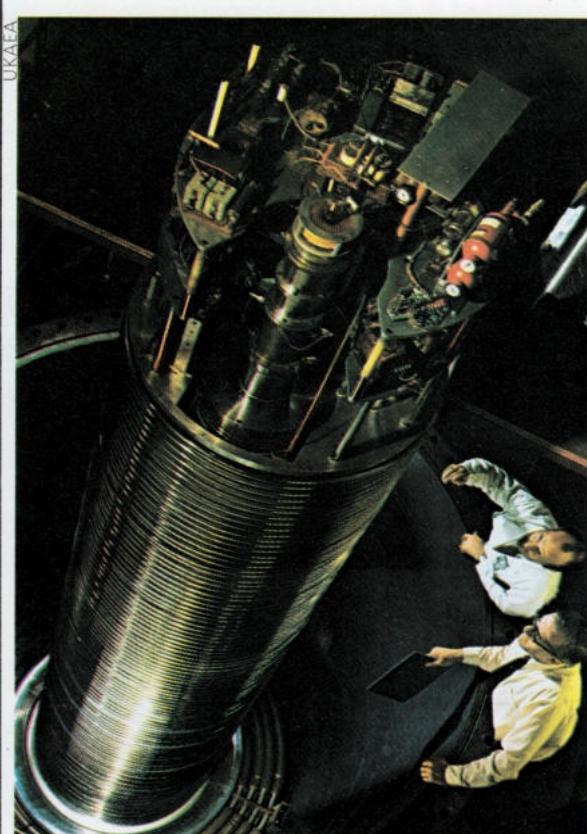




**Oben:** Durch elektrostatische Kräfte werden zwei Metallkugeln mit gleichen Ladungen abgestoßen und mit entgegen-



gesetzten Ladungen angezogen. Die Größe der Kräfte hängt von dem Abstand zwischen den Kugeln ab.



**Oben:** Das obere Ende eines 6-Millionen-Volt Van-de-Graaff-Generators.



**Links:** Bei einem Van-de-Graaff-Generator werden einzelne Ladungen von einem Kamm — einer Reihe spitzer Punkte, die auf negativem Potential gehalten werden — auf die Oberfläche eines beweglichen Bandes gesprüht. Sie werden von einem am oberen Ende des Bandes befindlichen weiteren Kamm abgegriffen und auf die Oberfläche einer großen Kugel übertragen. Hierdurch kann man sehr hohe Spannungen erreichen.

## Anwendungen

Das elektrostatische Prinzip findet man in sehr einfachen und auch sehr komplexen Geräten vor. Beispielsweise ist der KONDENSATOR, der in elektrischen und elektronischen Schaltungen eingesetzt wird, ein Bauelement elektrostatischer Natur. Weitere Beispiele sind das Elektroskop und der Van-de-Graaff-Generator.

## Das Elektroskop

Das Golddrahtelektroskop ist ein anderes, sehr einfaches elektrostatisches Gerät. Es besteht aus zwei Goldblättchen, die an einem elektrisch leitenden Stab herunterhängen. Am Ende des Stabes wird eine Metallplatte befestigt. Wird eine Ladung auf die Metallplatte angebracht, breitet sich diese Ladung auf dem Stab und den Goldblättchen aus; d.h. der Stab und die

Goldblättchen tragen die gleiche Ladung, wodurch es zu einer Abstoßung von Metallstab und Blättchen kommt. Der Abstand des Goldblättchens von dem Metallstab kann zur ungefähren Bestimmung des Ladungsbetrages dienen. Zur genaueren Bestimmung der Ladung wurden später der Elektrophor und die Wimshurst-Maschine entwickelt.

## Van-de-Graaff-Generator

Die vielleicht wichtigste Maschine der Elektrostatik ist der Van-de-Graaff-Generator. Er besteht aus einer großen, hohen Metallkugel, die an einem zylindrischen Stab aus isolierendem Material angebracht ist. Auf diese Weise lassen sich Spannungen von Millionen Volt erzeugen. Diese Spannungen werden häufig dazu benutzt, in einem TEILCHENBESCHLEUNIGER Elektronen zu beschleunigen.

## ENERGIE

Man erwartet, daß die Erdbevölkerung bis zum Jahre 2000 auf 6 Milliarden Menschen anwachsen wird. Die Energie, die dann allein für die Nahrungsmittelherstellung erforderlich sein wird, wird etwa 10 000 000 Megawatt pro Jahr betragen.

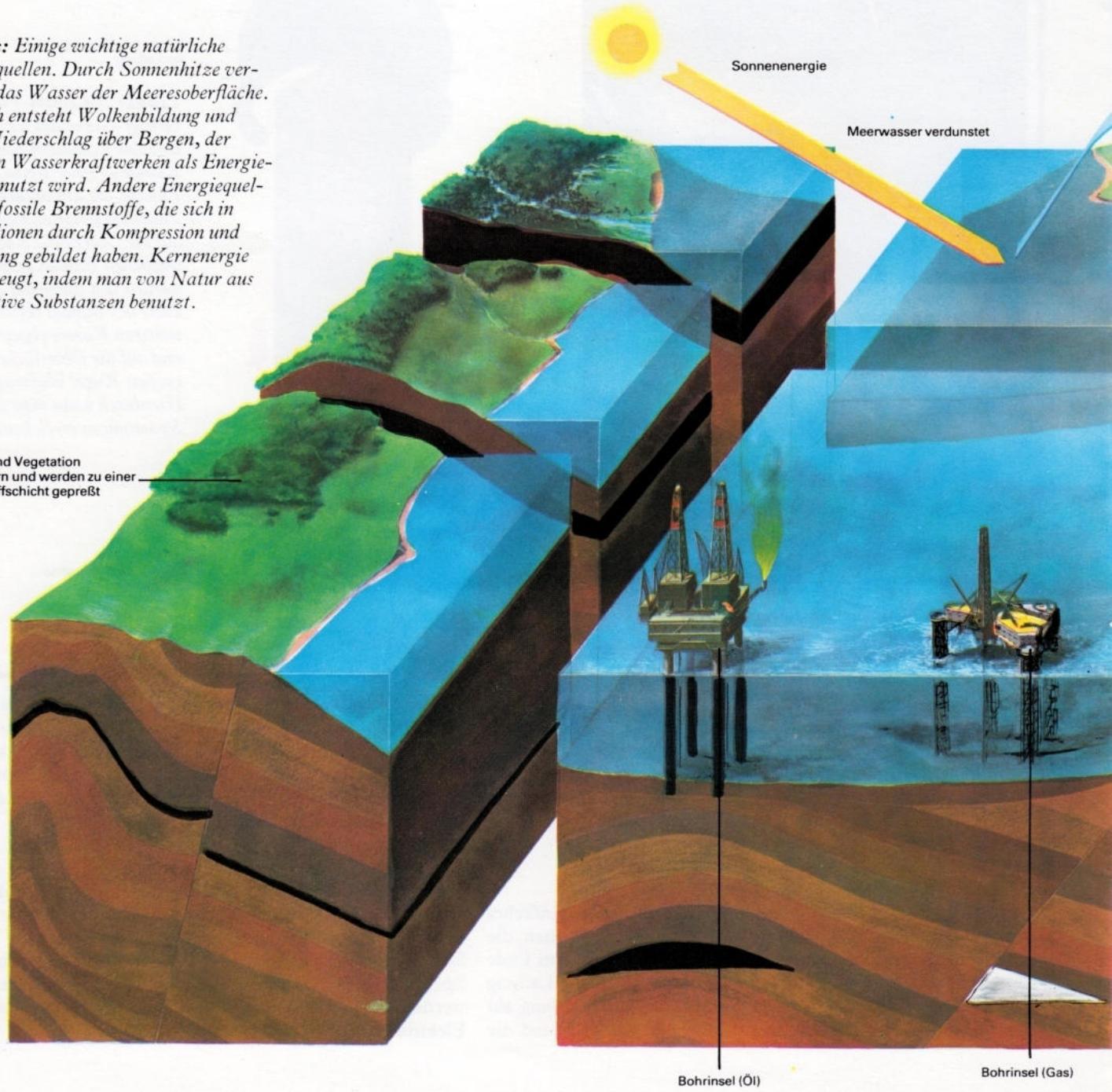
Physikalisch versteht man unter Energie die Fähigkeit, Arbeit verrichten zu können. Man kennt eine Reihe von Energieformen, die alle gleichwertig sind. Eine Energieform läßt sich in eine andere Energieform umwandeln. Beispiele für Energieformen sind die mechanische Energie, die elektrische und magnetische Energie, die thermische Energie, chemische Energie, atomare Energie und die Energie der Masse.

Wie schon erwähnt, lassen sich die verschiedenen Energieformen ineinander umwandeln. In einem Elektrizitätswerk wird die in Kohle oder Erdöl vorhandene chemische Energie

verbrannt. Es entsteht Wärmeenergie (thermische Energie), die Wasser erwärmt und Dampf erzeugt. Der Dampf treibt eine Turbine an (mechanische Energie), die wiederum einen Dynamo antreibt. Man erhält elektrische Energie. Bei der Umwandlung von einer Energieform in eine andere geht Energie im wesentlichen in Form von Wärme, die an die Umgebung abgegeben wird, verloren.

Bei einem Kraftwerk wird nur 40% der in den Brennstoffen vorhandenen Energie in elektrische Energie umgewandelt. Addiert man die tatsächlich genutzte Energie und die an die Umgebung abgegebene Wärmeenergie zusammen, erreicht man wieder den Energiebetrag, der den Brennstoffen innewohnt hat. D. h. auf der 'Soll- und Habenseite' der Energiebilanz stehen die gleichen Werte. Dies ist im wesentlichen die Aussage des Energieerhaltungssatzes in der Physik; er besagt, daß Energie bei keinem physikalischen Vorgang vernichtet oder erzeugt wird, sondern nur von einer Energieform in eine andere umgewandelt werden kann.

**Rechts:** Einige wichtige natürliche Energiequellen. Durch Sonnenhitze verdunstet das Wasser der Meeresoberfläche. Dadurch entsteht Wolkenbildung und später Niederschlag über Bergen, der dann von Wasserkraftwerken als Energiequelle benutzt wird. Andere Energiequellen sind fossile Brennstoffe, die sich in Jahrtausenden durch Kompression und Zersetzung gebildet haben. Kernenergie wird erzeugt, indem man von Natur aus radioaktive Substanzen benutzt.



## Energie auf der Erde

Wie man dem Energieerhaltungssatz entnehmen kann, geht Energie nicht verloren. Aus der Sicht des Menschen jedoch geht bei der Energieumwandlung scheinbar Energie verloren, da viel Energie als nicht verwertbare Wärme freigesetzt wird. Man denke beispielsweise an die Energiemenge, die beim Abbremsen eines Kraftwagens in Form von Wärme frei wird.

Seit ihrer Entstehung hat die Erde Energie von der Sonne bezogen. Ein Teil dieser Energie wurde vor vielen Millionen Jahren in der Erde als Kohle, Öl und Erdgas und in jüngerer Zeit als Torf, Holz und pflanzliche Ablagerungen gespeichert. Die vom Menschen genutzten Energievorräte beruhen derzeit fast ausschließlich auf Sonnenenergie, die in der Vorzeit gespeichert wurde.

## Energiebedarf

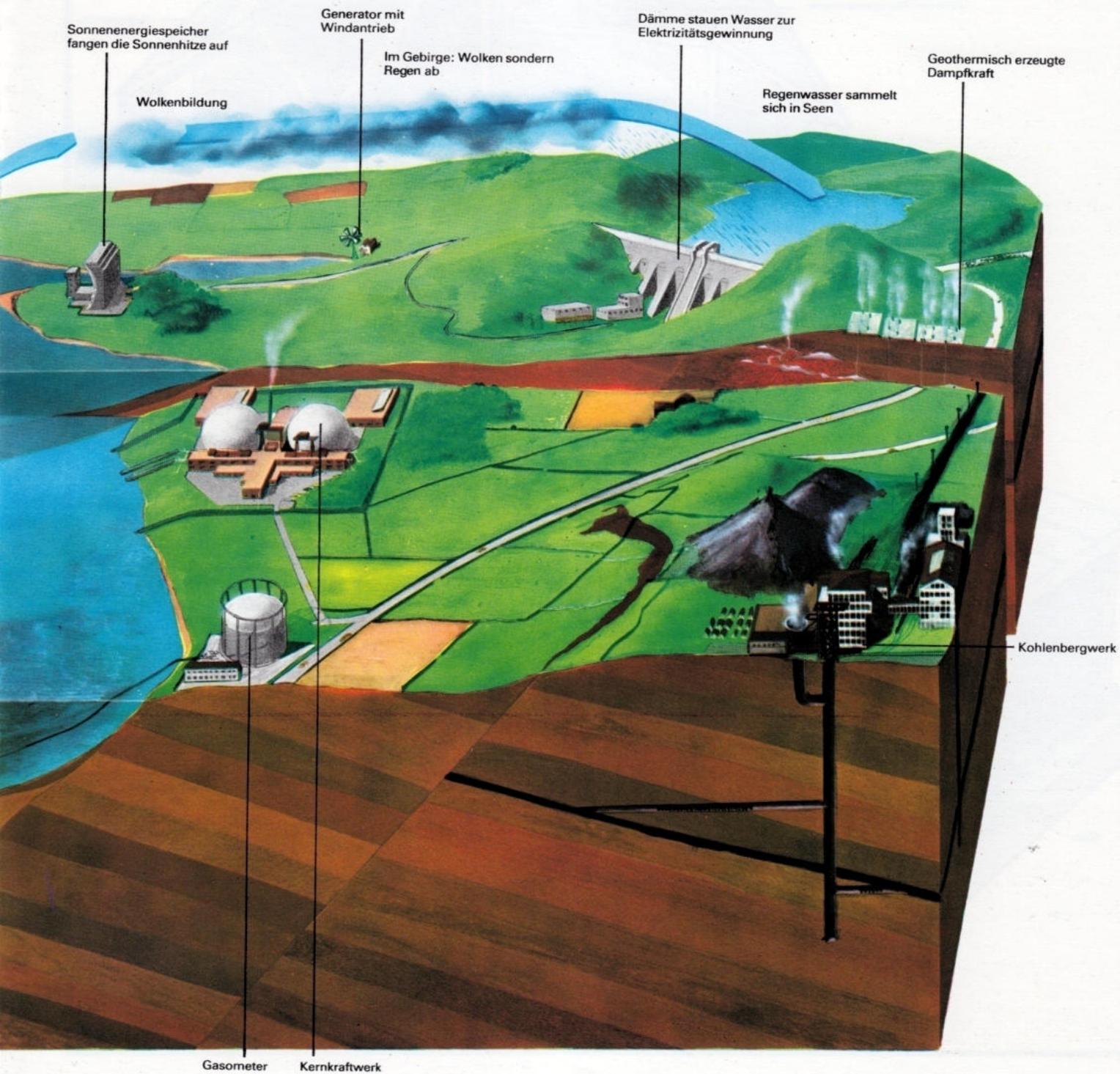
Die Einheit der Energie ist das Joule (abgekürzt: J). In

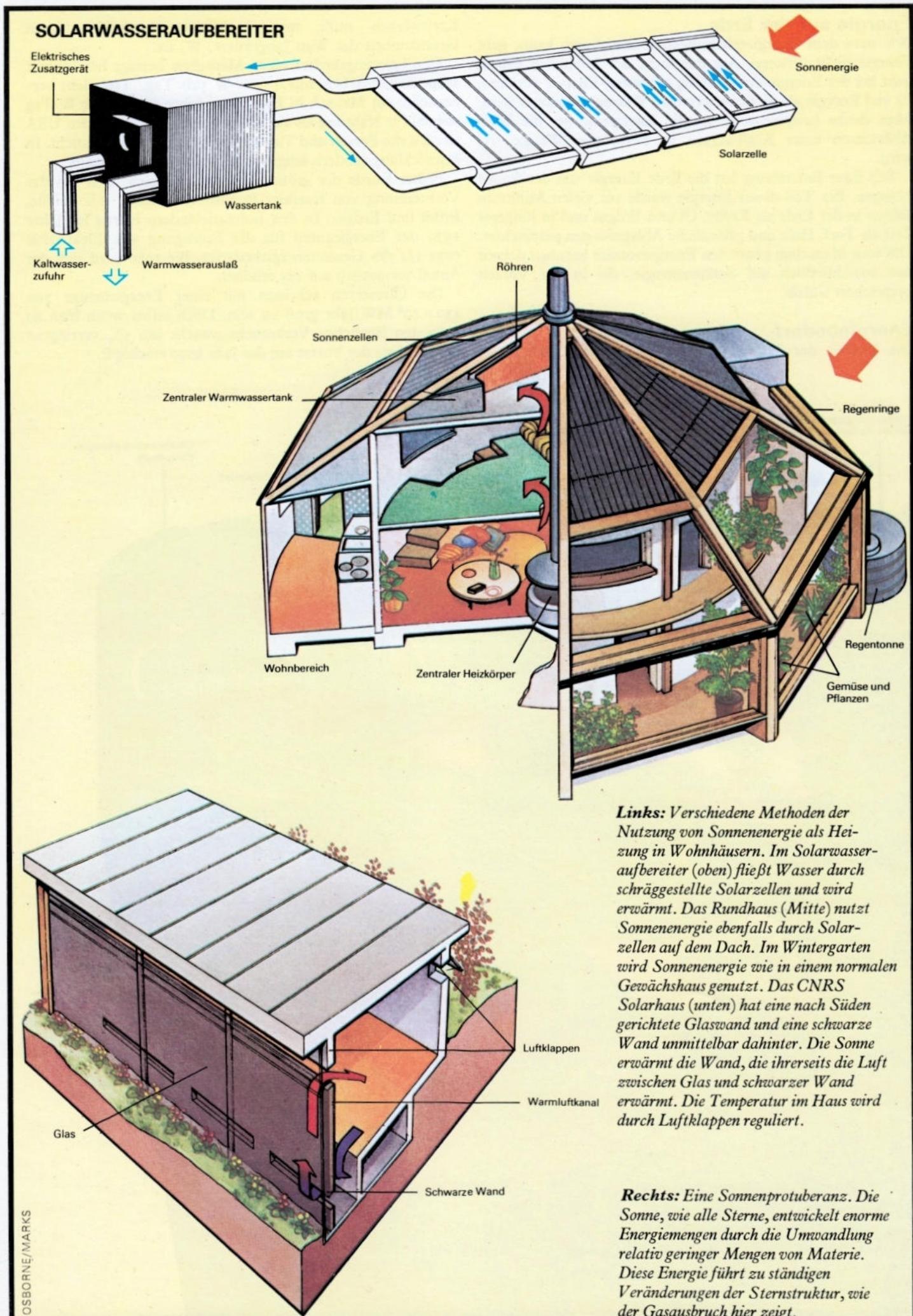
Kraftwerken mißt man in Leistungseinheiten, deren Grundeinheit das Watt (abgekürzt: W) ist.

Der Leistungsbedarf eines Menschen beträgt bei leichter körperlicher Arbeit nur 1 500 W pro Tag. Trotzdem verbrauchte ein Mensch in Europa im Jahre 1970 5 000 W/Tag sowohl für Nahrung als auch für andere Zwecke. In den USA werden pro Person und Tag 10 000 W Leistung verbraucht. In Entwicklungsländern hingegen liegt der Wert bei 500 W.

Bisher wurde der größte Teil des Energiebedarfs aus der Verbrennung von fossilem Brennstoff gedeckt, d.h. Kohle, Erdöl und Erdgas. In den Industrieländern betrug im Jahre 1970 der Energieanteil für die Erzeugung von Elektrizität etwa 1/4 des Gesamtenergiebedarfes. Bis 1980 wird sich der Anteil vermutlich auf 1/3 erhöhen.

Die Ölreserven scheinen mit einer Energiemenge von  $430 \times 10^6$  MW/Jahr groß zu sein. Doch selbst wenn man ab 1980 den jährlichen Verbrauchszuwachs um 5% verringern würde, wäre der Vorrat um das Jahr 2020 erschöpft.





## Wasser und Gezeiten

Die dem Wasser innewohnende Energie kann dadurch nutzbar gemacht werden, daß man das Wasser unter Ausnutzung der Erdschwere durch TURBINEN leitet, die wiederum Elektrogeneratoren antreiben. Deswegen bezeichnet man diese Energiequelle als hydroelektrisch. Die theoretische Leistung der Wasserkraft beträgt in der ganzen Welt etwa  $2,9 \times 10^6$  MW pro Jahr, jedoch werden tatsächlich nur 7% davon genutzt. Leider befinden sich viele der ungenutzten Energiequellen weit von den Industrie-Ballungsgebieten entfernt.

Die Energie, die theoretisch durch Ausnutzung der Gezeiten erzielt werden kann, beträgt weltweit  $3 \times 10^6$  MW pro Jahr (3 Millionen Megawatt). Das derzeit einzige in Betrieb befindliche Gezeitenkraftwerk ist an dem Fluß Rance in Frankreich (bei St. Malo) angesiedelt. Dieses Werk erzeugt im Durchschnitt 100 MW Elektrizität, was wenig ist im Vergleich zu einem großen Kraftwerk, das 1 000 Megawatt erzeugt.

## Kernenergie

Kernreaktoren verwenden radioaktiven Brennstoff, um Wärme durch Kernspaltung zu gewinnen, die dann dazu verwendet wird, Elektrizität auf mehr oder weniger konventionellem Wege zu erzeugen. Es ist nur wenig Ausgangsbrennstoff  $^{235}\text{U}$  vorhanden, jedoch fällt bei sogenannten Schnellen Brütern genügend spaltbares Material an, um die Energieversorgung zu garantieren.

Es scheint, daß die Antwort auf Energieprobleme in der Ausnutzung der Kernenergie liegt. Als Nebenprodukte treten bei Kernkraftwerken jedoch radioaktive Abfallprodukte auf, die für den Menschen erst nach mehreren Hundert Jahren nicht mehr gefährlich sind.

## Vegetation als Kraftquelle

Die jährliche Zunahme an Waldbeständen beträgt auf der ganzen Erde schätzungsweise 12,9 Milliarden Tonnen, wovon aber nur 13% geschlagen werden. Die restlichen 87% können

zur Erzeugung von einer Energie von  $5 \times 10^6$  MW pro Jahr herangezogen werden. Das entspricht der Menge des derzeitigen Gesamtkraftverbrauchs der Welt.

Die Erzeugung von fotosynthetischem Material zur Verwendung als Energiequelle in kleinerem Rahmen kann dadurch ermöglicht werden, daß man Ströme und Seen mit organischen Abwässern füllt. Hiermit kann eine Energiequelle geschaffen werden, die eine ähnlich kurze Reifezeit hat wie landwirtschaftliche Produkte. Das Aufforsten eines Waldes dauert etwa zehnmal so lange. Es ist verständlich, daß man kultiviertes Land nicht für die Energieerzeugung heranziehen kann, da die Äcker für die Landwirtschaft benötigt werden.

## Sonnenenergie

Hauptsächlich in Japan, in Israel und in Australien hat man bis heute mehrere Millionen Sonnenkollektoren installiert. Diese Geräte bestehen im allgemeinen aus einer Metallplatte, deren Oberfläche geschwärzt worden ist. Durch darunterliegende Rohre fließt Wasser, das sich erwärmt. Zwischen der schwarzen Platte und der darüberliegenden Abdeckung mit einer oder zwei Glasplatten wurde ein Luftkissen belassen, um den konvektiven Wärmeverlust zu verhindern. In Gebieten der nördlichen Hemisphäre werden die Kollektoren so eingebaut, daß sie mit der Glasfläche nach Süden weisen.

## Solarhäuser

Es gibt in den USA und auch in Deutschland bereits mehrere hundert Solarbauten, die für Experimentierzwecke errichtet wurden. Diese Bauten wurden in den USA durch den im Jahre 1974 erlassenen 'Solar Heating and Cooling Demonstration Act' (Gesetz über die praktische Anwendung von Solarheizungs- und Kühlseinrichtungen) staatlich subventioniert.

Das 'Centre National de la Recherche Scientifique' in Frankreich hat ein interessantes, von Sonnenenergie betriebenes Klimaanlagensystem entwickelt, das je nach Bedarf warme und kalte Luft liefert.



## Alternativen zum fossilen Brennstoff

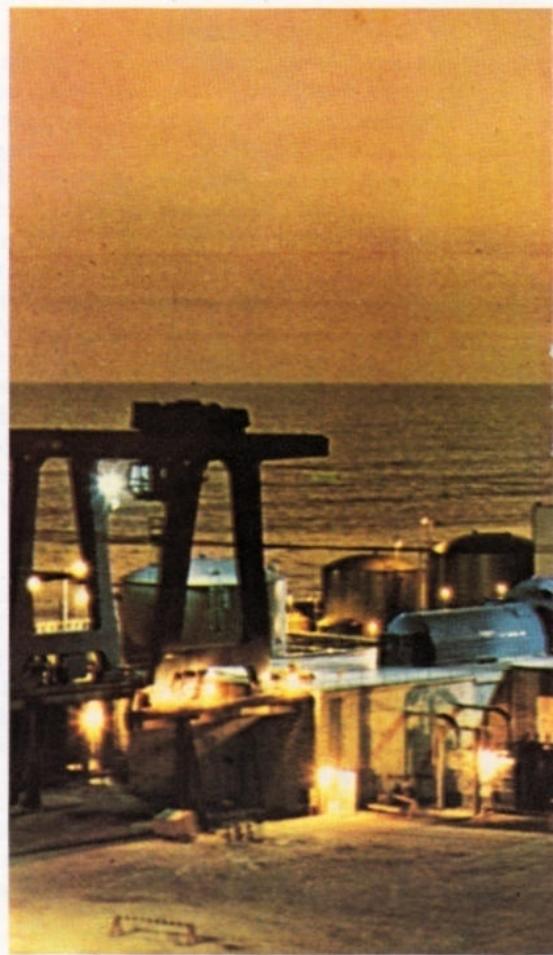
In den letzten 25 Jahren hat sich der Kohleverbrauch fast verdoppelt, der Ölverbrauch ist um das 10fache gestiegen und der Gasverbrauch um das 14fache. Kein Wunder, daß unsere natürlichen Energiequellen wie Kohle, Öl und Erdgas rapide zur Neige gehen. Es gibt jedoch viele Alternativen, um Energie zu gewinnen — Sonne, Flüsse, Gezeiten, Wind, die Wärme im Erdinneren und das natürliche Wachstum der Pflanzen. Außerdem liegen Schätzungen vor, daß es wahrscheinlich genügend schweren Wasserstoff im Meer und ausreichende Thorium- und Uranvorräte im Gestein gibt, um uns bis zum Ende unseres Sonnensystems mit Kernenergie zu versorgen.

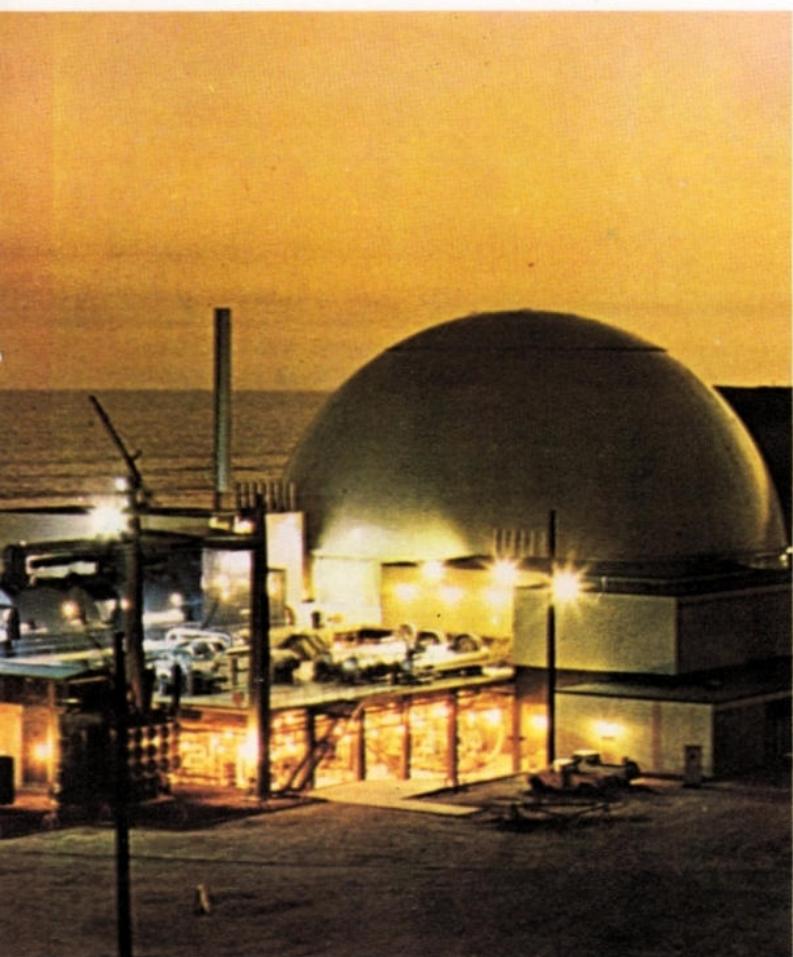
**Unten:** Ein Fluß ist eine sehr nützliche Energiequelle. Die Energiemenge, die man erhält, hängt jedoch von der Höhe des Gefälles ab. Aus diesem Grunde befinden sich Wasserkraftwerke meistens in gebirgigen Regionen, wie hier z.B. in Sogsvirkjun, Island.

**Rechts:** Kernkraftwerke wie dieses können die Energieknappheit lindern. Aber alle Kernspaltungsprozesse erzeugen radioaktiven Abfall, der jahrhundertelang sicher aufbewahrt werden muß. Es bestanden Vorschläge, Atommüll ins Weltall zu befördern, aber die Explosionsgefahr ist zu groß.

**Ganz rechts:** Die Energie des Windes kann durch Windmühlen ausgenutzt werden. Diese Windpumpen mit vielen Flügeln erreichen nur eine begrenzte Geschwindigkeit. Weniger Flügel erzielen höhere Geschwindigkeiten. Starker Wind erzeugt etwa ein Kilowatt Kraft pro Mühle.

**Rechts unten:** Die Hitze des Erdinneren tritt manchmal als Dampf an der Erdoberfläche auf. Hier sieht man ein geothermisches Kraftwerk in Taupo, Neuseeland. Der Dampf wird abgezapft und direkt in die Turbinen geleitet. Nach diesem Prozeß befindet sich die Elektrizitätsproduktion schon im gleichen Stadium wie in fast jedem anderen 'normalen' Kraftwerk.





PHOTOGRAPHIC LIBRARY OF AUSTRALIA



PHOTOGRAPHIC LIBRARY OF AUSTRALIA

## ENTEISUNGSANLAGEN

Möglichkeiten und Einrichtungen zur Entfernung oder Verhinderung von Eisbildung sind für die Sicherheit bei Automobilen, Eisenbahnzügen, Schiffen und Flugzeugen unerlässlich.

Zur Beseitigung von Eis oder zur Verhinderung unerwünschten Eisansatzes verwendet man eine Reihe verschiedener Vorrichtungen und Materialien. In vielen Fällen, z.B. bei den Lufteintrittsöffnungen und anderen funktionswichtigen Teilen von Flugzeugen, darf sich unter keinen Umständen Eis bilden. Zur Beseitigung von Eis und zur Verhinderung von Eisbildung gibt es drei Verfahren: thermische, chemische und mechanische Verfahren.

### Straßen und Wege

Die einfachste Möglichkeit, Eis auf Straßen aufzutauen, ist das Streuen von Salz. Da der Gefrierpunkt einer Salzlösung unter dem des Wassers liegt, setzt das Salz den Gefrierpunkt des Wassers herab, wodurch das Eis aufgetaut wird. Auf diesem Prinzip beruht auch die Wirkung von Anti-Frost-Sprays, die gewöhnlich zum Enteisen von Windschutzscheiben verwendet werden. In vielen Städten allerdings wird im Winter so reichlich Streusalz verwendet, daß es die Rostbildung der Kraftfahrzeuge beschleunigt. Außerdem wird es zu einer Umweltgefahr, da es in Flüsse, Seen und andere Binnengewässer gelangt.

Gehwege werden bisweilen mit Dampf- oder Heißwasserleitungen beheizt, die von nahegelegenen Stadt- oder Industriewerken versorgt werden. In kalten Gegenden werden bestimmte Straßenstücke durch elektrische Widerstandsheizelemente beheizt, die unter der Straßendecke eingebettet sind. Beispielsweise bildet sich auf Überführungen rascher Eis als auf anderen Straßenoberflächen, weil ihnen keine Wärme von tieferliegendem, nicht gefrorenem Erdboden zugeführt werden kann.

### Stromleitungen

Elektrische Freileitungen sind so ausgelegt, daß sie, auch wenn sie mit einer Eisschicht bedeckt sind, Sturmböen widerstehen können. Doch kommt es bei extremen Wetterbedingungen vor, daß die Leiter kurzzeitig so lange überlastet werden, bis die Heizwirkung des Stromes die Temperatur über den Gefrierpunkt steigen läßt. Erdkabel sind gewöhnlich unterhalb der Frostgrenze im Boden verlegt.

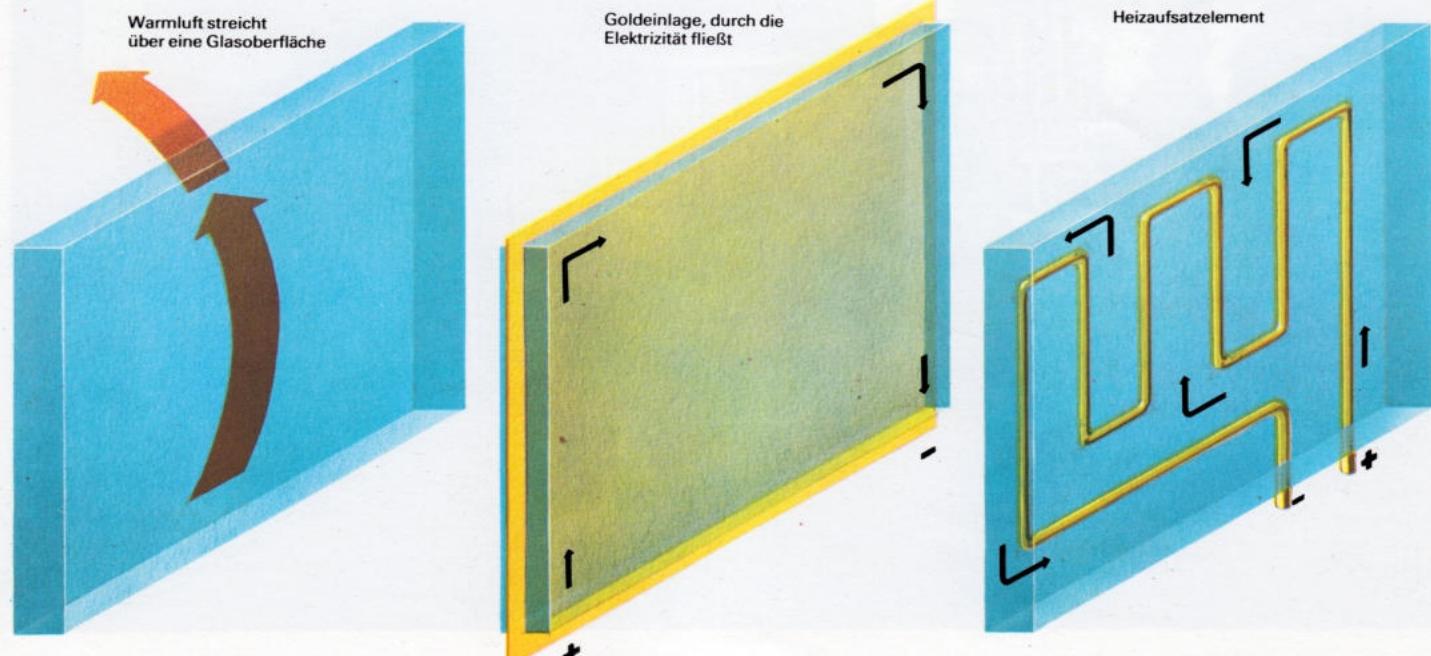


Oben: Das Verlegen von Heizkabeln im Asphalt über der Betondecke einer Brücke.

### Fahrzeuge

Bei Fahrzeugen wird meistens die vom Motor gelieferte Warmluft verwendet, um Windschutzscheiben beschlag- und eisfrei zu halten. Bei neueren Automobilen sind in das Glas der Heckscheibe elektrische Heizfäden eingearbeitet. Zum Enteisen überfrorener Windschutzscheiben sind Sprays erhältlich, wie z.B. Äthylen-Glykol. Diese Mittel tauen das Eis auf, indem sie den Gefrierpunkt des Wassers herabsetzen.

Die Fahrdrähte für Elektrolokomotiven müssen dagegen nicht enteist werden. Da durch die hohe Spannung, die über Oberleitungen der Bahn geleitet wird, ausreichend Wärme erzeugt wird, kommt keine Eisbildung auf. Stromschiene werden durch Enteisungszüge geschützt. Sie schaben das Eis ab und bringen ein Gefrierschutzmittel auf. Außerdem kann in der Stromschiene ein chemisches Enteisungsbad eingebaut sein. Sind Temperaturen unter dem Gefrierpunkt zu erwarten, kann eine Rolle aus dem Bad ausgefahren werden, so daß der darüber hinweggleitende Stromabnehmer des Triebfahrzeugs die Flüssigkeit auf die Schiene verteilt.



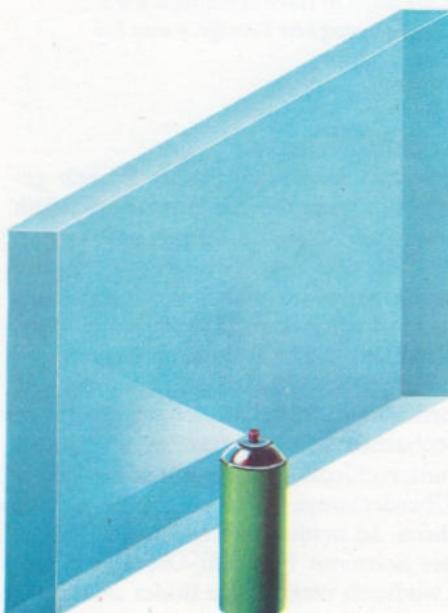
## Flugzeuge

Die Cockpitfenster von Flugzeugen sind durch Schichtbauweise (Sandwichtechnik) gegen Eisbildung geschützt. Die mittlere Schicht besteht aus einem durchsichtigen, leitenden Material, zum Beispiel einer dünnen Goldschicht, die sich erwärmt, wenn Strom hindurchgeleitet wird. Es kann auch ein Hohlraum zwischen der äußeren und inneren Glasschicht liegen, durch den Heißluft geschickt werden kann. Wärmefühler sorgen dafür, daß die Scheiben nicht zu heiß werden und bersten.

Wichtig ist auch, daß sich auf den Luftschrauben und den Turbinenschaufeln keinerlei Eis ansammelt, da dies zu gefährlichen Unwuchten führt. Außerdem kann der Rumpf durchschlagen werden, wenn das Eis abgeschleudert wird. Die Blätter sind entweder elektrisch beheizt, oder es wird Frostschutzflüssigkeit durch Ausnutzung der Zentrifugalkraft über sie geleitet.

Heute sind Kleinflugzeuge meist mit einer mechanischen Enteisungsanlage ausgerüstet. Sie besteht aus einer aufblasbaren Gummiummhüllung der Leitwerkskanten, in die ein vom Motor gespeister Kompressor Druckluft blasen kann. Durch das Aufblasen dieser Umhüllung wird Eisansatz abgesprengt; der Luftstrom reißt dann das Eis mit sich.

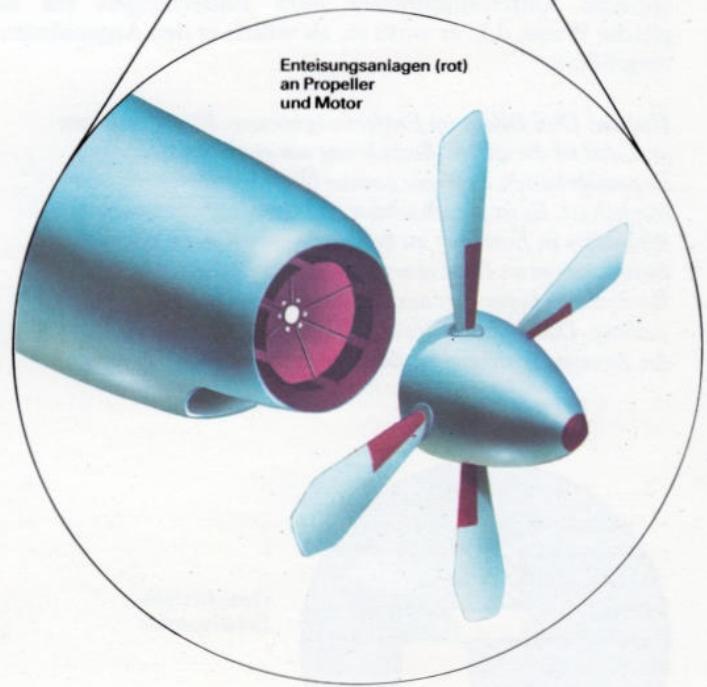
**Unten:** Das TKS-Enteisungssystem besteht aus einer dünnen Metallgaze, durch die die Enteisungsflüssigkeit gepumpt wird.



Enteisungsanlagen (rot)  
an Vorder- und Hinterflügeln  
und Steuerflosse



Enteisungsanlagen (rot)  
an Propeller  
und Motor



**Oben:** Die Enteisungsanlagen werden an den empfindlichen Stellen des Flugzeugs eingebaut: an den Vorderkanten der Flügel, am Rumpfende und an den Propellern. Sie werden während des Flugs in regelmäßigen Abständen eingeschaltet, um das Eis zu entfernen.

**Links:** Enteisungssysteme. Die einfachste Art der Enteisung erfolgt durch einen Warmluftstrom, der über das Glas streicht. Die Scheibe kann auch durch eine dünne Metalleinlage (Gold) getrennt werden, durch die Strom fließt und das Fenster gleichmäßig erwärmt. Heizelemente können in das Glas eingebunden oder aufgesetzt werden. Sprays verhindern ebenfalls die Eisbildung.

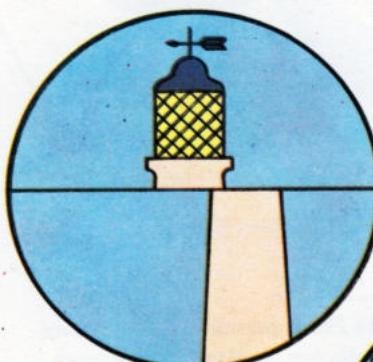
## ENTFERNUNGSMESSE

Die Augen der Menschen und Tiere sowie die 'Augen' von Kameras, Flugzeugabwehrgeschützen und Instrumenten für das Vermessungswesen sind in der Lage, Entfernungen abzuschätzen.

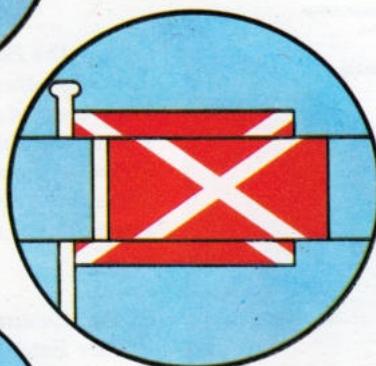
Der Entfernungsmesser für die Entfernungsberechnung eines Gegenstandes beruht auf dem gleichen Prinzip, wie es die Natur beim menschlichen Auge eingerichtet hat. In jedem der beiden Augen entsteht ein geringfügig unterschiedliches Bild, so daß ein in der Nähe befindlicher Gegenstand unter verschiedenen Winkeln gesehen wird. Dies ist das Prinzip der **STEREOSKOPIE**.

Das stereoskopische (räumliche) Sehen des Menschen ist auf Entfernungen von weniger als 90 Metern beschränkt, weil die Augen ziemlich eng beieinanderstehen. Um die Genauigkeit und den Bereich zu verbessern, muß der Augenabstand vergrößert werden. Aus diesem Grund wiegen die Jäger unter den Tieren, wie Katzen und Schlangen, beim Beobachten der Beute den Kopf hin und her, bevor sie zuschlagen. Der optische Entfernungsmesser mißt Entfernungen auf die gleiche Weise, d.h. er wirkt so, als würde er den Augenabstand vergrößern.

**Unten:** Drei Bilder im Entfernungsmesser. Für Messungen an Land ist die untere Ausführung am praktischsten, denn sie gewährleistet, daß eine genaue Überdeckung stets möglich ist. Es ist jedoch schwer, die obere mit der unteren Bildhälfte in Einklang zu bringen, wenn sich die Sicht ändert, wie es an Bord eines Schiffes der Fall ist. Für Bordzwecke bevorzugt man daher die oben gezeigte Darstellung. Das in der Mitte abgebildete Verfahren war während des Zweiten Weltkrieges üblich.



Gesichtsfeld-Schiffsgesäte



Gesichtsfeld-Landgeräte



**Oben:** Optische Entfernungsmesser werden durch elektronische Geräte ersetzt, die das vom Ziel zurückgeworfene Licht verwenden. Die Zeit, die vom Aussenden bis zum Empfang des zurückgeworfenen Strahles vergeht, hängt von der Entfernung ab. Bei der abgebildeten Ausführung eines Entfernungsmessers für das Vermessungswesen wird Infrarotlicht verwendet, weil es durch Dunst und Luft nicht so stark beeinflußt wird wie normales Licht. Die Meßgenauigkeit beträgt 5 mm bei einer Entfernung von 300 m.

### Entfernungsmeßinstrumente

Die meisten modernen Geräte sind noch immer ähnlich gebaut wie die ersten Ausführungen, die im Handel erhältlich waren. An beiden Enden einer Stange sind Spiegel so befestigt, daß sie ein Bild von zwei verschiedenen Gesichtspunkten aus zur Mitte der Stange werfen, wo sie verglichen werden können. Indem man die Bilder zur Überschneidung bringt, d.h. einen der Spiegel dreht oder das Bild mit Hilfe eines Prismas bewegt, kann man die Bilder so einstellen, daß sie sich genau decken. Das Maß der dafür erforderlichen Bildverschiebung hängt von der Entfernung des beobachteten Gegenstandes ab. Dieses Prinzip wurde zu zwei unterschiedlichen Verfahren weiterentwickelt, nämlich dem Überdeckungs- (Koinzidenz-) und dem stereoskopischen Verfahren. In beiden Fällen sind die Geräte im allgemeinen auf jeder Seite mit Fernrohr-Objektiven und -Okularen ausgestattet, wodurch vergrößerte Bilder entstehen.

## Koinzidenz-Entfernungsmesser

Beim Koinzidenz-Entfernungsmesser werden zwei Bilder auf lediglich ein Okular geworfen. Eine Art der Ausführung ist, daß man eine Bildhälfte im oberen Teil des Gesichtsfeldes erscheinen läßt und die andere im unteren. Die beiden Hälften scheinen so lange in der Mitte geteilt zu sein, bis sie zur Deckung gebracht wurden. Bei einer Abart dieses Verfahrens erscheint das zweite Bild nur als Strich in der Mitte des ersten. Damit vermeidet man eine Schwierigkeit, die z.B. beim Blick auf eine entferntliegende Hecke auftritt, die sich verjüngt und deren Bildhälften voneinander verschieden sind.

Ein anderer Ausweg ist der, daß dieselbe Bildhälfte auf beiden Hälften des Okulars erscheint, das untere Bild jedoch auf dem Kopf steht. Dann ist selbst beim Bild eines vom Wind bewegten Baumes kein Zweifel darüber möglich, welcher Zweig mit welchem in Deckung zu bringen ist.

## Kleinkameras

Eine Abart des Koinzidenz-Entfernungsmessers ist in Kleinkameras gebräuchlich, um die Entfernung eines Gegenstandes im Sucher festzustellen. Ein Spiegel am anderen Ende der Kamera wirft das Bild eines Punktes meist durch einen Filter (der den Punkt durch leichte Färbung besser erkennbar macht) auf die durch ein Kreuz gekennzeichnete Mitte des Suchers. Durch Drehen eines Rädchen bringt man die beiden Bilder zur Deckung. Das Rädchen ist in der Regel mit der Entfernungseinstellung der Kamera verbunden, so daß die Einstellung automatisch erfolgt.

## Raumbildentfernungsmesser

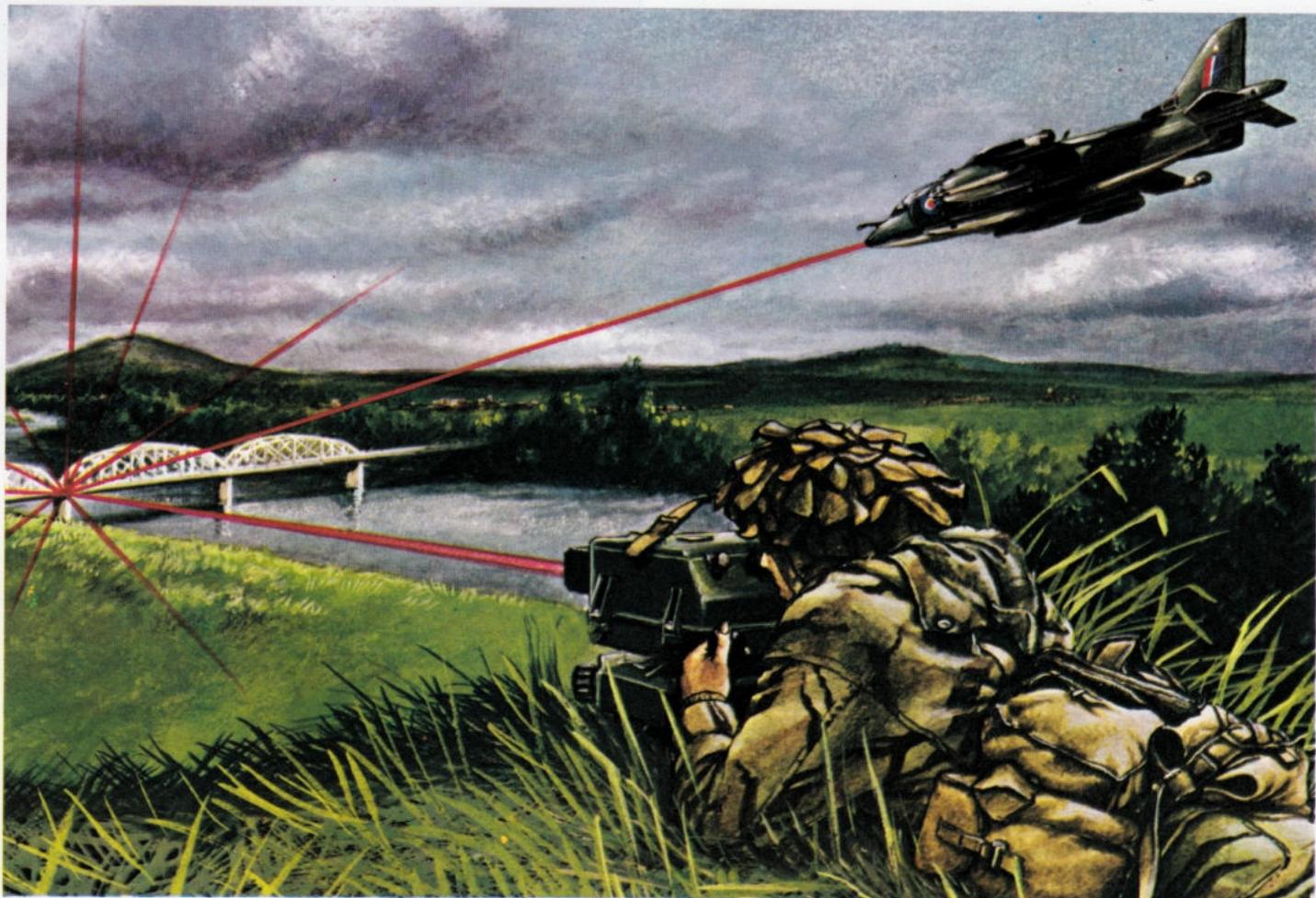
Der Raumbildentfernungsmesser hat zwei Okulare mit großem Abstand zwischen den Objektiven. Der Beobachter blickt ähnlich wie bei einem Fernglas in den Entfernungsmesser. Der größere Abstand der Objektive ergibt eine sehr deutliche

räumliche Wirkung. Wenn man die Ausrichtung der Bilder ändert, scheint der Gegenstand seine Entfernung zu ändern. Der Beobachter bemüht sich, den Gegenstand — meist ein Ziel — auf dieselbe scheinbare Entfernung zu bringen wie die im Gerät eingebaute Bezugsmarkierung. Ist die Bedienungsperson in der Handhabung geübt, ergibt ein solches Gerät sehr genaue Messungen. Diese Entfernungsmesser haben auch eine militärische Verwendung. Während des Zweiten Weltkrieges wurden solche Geräte zum Messen der Entfernung sich bewegender feindlicher Ziele, die sich unmöglich — und sei es nur für eine kurze Zeit — im kleinen Blickfeld eines Koinzidenz-Entfernungsmessers halten ließen, verwendet.

## Anwendungen

Vermessungsingenieure benutzen optische Entfernungsmesser gelegentlich dann, wenn die Anforderungen an die Genauigkeit nicht allzu hoch sind. Im Durchschnitt beträgt die Genauigkeit 6 cm bei einer Entfernung von 30 m. Solche Geräte sind dort besonders praktisch, wo die zu bestimmenden Gegenstände schwer erreichbar sind, z.B. im Gebirge oder auf belebten Stadtstraßen. Sie sind auch für Messungen auf dem Wasser nützlich. Genaue Entfernungsmessungen lassen sich heute mit RADAR oder mit Lasern durchführen.

**Unten:** Das Gerät, das der Soldat bedient, richtet Laserstrahlen auf ein Ziel. Ihre Reflektion wird von einer Anlage in der Flugzeugnase aufgenommen. Die Entfernung des Zielobjektes wird durch die Zeit bestimmt, die zwischen Aussendung der Strahlen und ihrer Aufnahme verstreicht. Das Empfangsgerät im Flugzeug nimmt nur Laserstrahlen auf. Daher kann das System auch bei Tageslicht eingesetzt werden, obwohl dieses heller als Laserstrahlen ist. Die Genauigkeit der Anlage wird noch dadurch vergrößert, daß die Laserstrahlen in kurzen Intervallen ausgesendet werden.



## ENTLADUNGSRÖHRE

Zu Entladungsröhren (exakter Gasentladungsröhren) gehören Leuchtstoffröhren, Katodenstrahlröhren — man findet sie in Fernsehern und Oszilloskopen vor —, Rundfunkröhren und sehr lichtstarke Blinkfeuer.

Gasentladungsröhren sind hermetisch dichte Glasröhren, in die Elektroden (Katode und Anode) eingeschmolzen sind, die an einen externen Stromkreis angeschlossen werden. Befindet sich in der Röhre Luft unter Atmosphärendruck, fließt so lange kein elektrischer Strom, bis die Spannung zwischen den Elektroden so hoch geworden ist, daß die sogenannte Durchbruchspannung (etwa 20 000 V) erreicht wird. Bei dieser Spannung werden die Luftmoleküle ionisiert; es kommt zu einer Funkenentladung.

Diese Erscheinung kann man in der Natur als Blitz beobachten. Evakuiert man die Gasentladungsröhre, kann man interessante Phänomene beobachten. Erniedrigt man den Druck in der Glasröhre auf unter  $1/15$  bar, schlängelt sich durch die Röhre ein dünner Leuchtfaden, der in seiner Form einem Funken ähnelt. Bei weiterer Evakuierung wird der Leuchtfaden immer dicker. Die Farbe des Leuchtfadens hängt von dem in der Glasröhre befindlichen Gas ab. Luft erscheint rosa, Stickstoff rot und Neon hellrot.

Bei etwa 0,0006 bar tritt an der Katode eine rötliche Glimmhaut auf. Ihr folgt der erste Katoden-Dunkelraum — auch Hittorfsscher oder Crookscher Dunkelraum genannt —, woran sich ein Glimmlicht anschließt. Dieses Glimmlicht geht in den zweiten, sogenannten Faradayschen Dunkelraum über. Anschließend kommt die positive (mitunter geschichtete) Säule und schließlich sitzt dicht auf der Anode das anodische Glimmlicht.

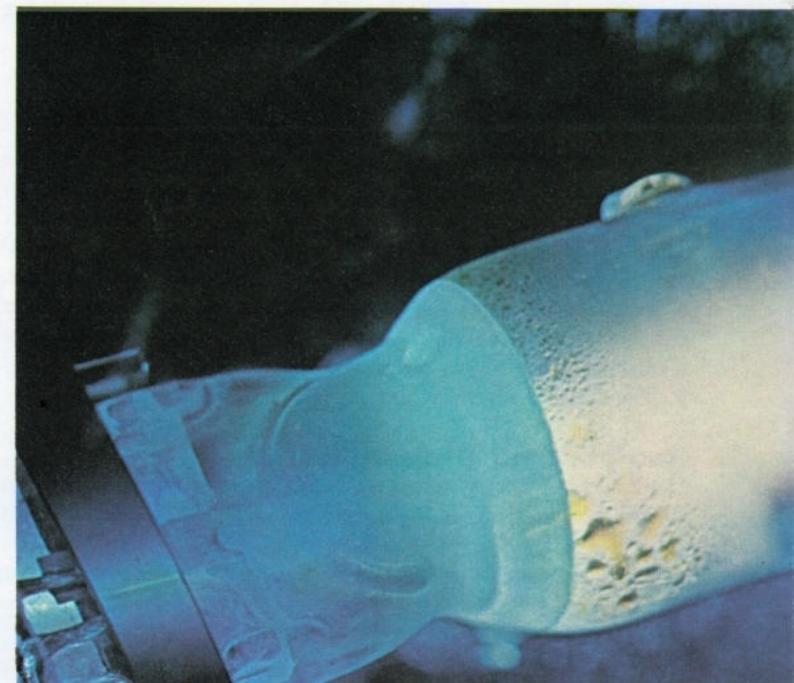
**Unten:** Leuchtwerbung in Tokio. Neonröhren geben orangerotes Licht ab. Die Farbvielfalt wird durch die Verwendung anderer Füllgase wie Argon oder Quecksilber erreicht.



Bei weiterer Evakuierung auf 0,00003 bar wird die Röhre bis auf einen, von der Katode ausgehenden Lichtpinsel fast dunkel. Als neue Erscheinung beobachtet man ein grünliches Aufleuchten der Glaswand um die Katode. Besonders auf der Katode gegenüberliegenden Röhrenseite ist durch ein Bombardement der Katodenstrahlen das Leuchten zu bemerken. Die Energie dieser Strahlen hängt von der angelegten Spannung ab. Bei Radar- und Fernsehbildschirmen fliegen die Katodenstrahlen auf einen mit fluoreszierendem Material (Phosphor) überzogenen Schirm.

### Leuchtstoffröhren

Eine Leuchtstoffröhre ist eine schlanke Glasröhre, die bei einem Druck von einigen Mikrobar mit Quecksilberdampf ge-



Stromkreis schließen

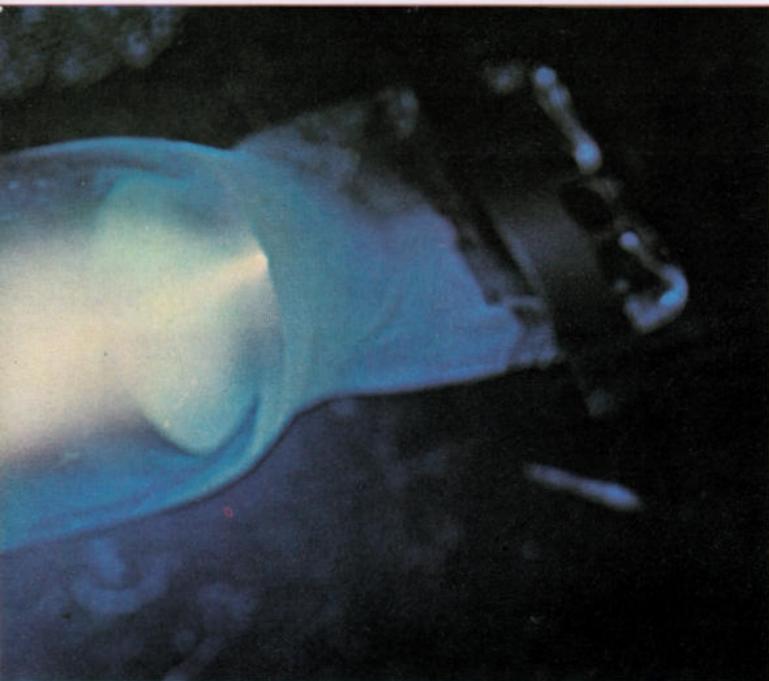


### FUNKTION EINER LEUCHTRÖHRE

Elektronen ionisieren das Gas. Ein Elektronenbogen bildet sich. Die Elektronen regen die Quecksilberatome zum Strahlen an. Diese Strahlung wird von der Phosphorbeschichtung der Glühstäbe als sichtbares Licht reflektiert.

füllt ist. Um den Beginn des Leuchtvorganges zu unterstützen, wird dem Quecksilberdampf Argon zugesetzt. Bei Normaltemperatur ist Quecksilber flüssig. Somit beginnt die Entladung mit Argon, das die Röhre und das Quecksilber aufheizt, wobei letzteres verdampft.

An jedem Ende befindet sich eine glühfadenartige Elektrode, die mit einem Material beschichtet ist, das beim Aufheizen Elektronen emittiert. Wird der Strom — gewöhnlich WECHSELSTROM — eingeschaltet, heizen sich die Glühfäden auf und emittieren Elektronen, wobei jeder Glühfaden jeweils entweder als Anode oder Katode arbeitet; dies hängt von der Halbperiode des Stromes ab. Um die Argonentladung auszulösen, wird zwischen den Elektroden eine hohe Spannung benötigt. Dazu verwendet man einen Starter und eine Drossel.



Nach Aufheizen der Glühfäden unterbricht der Starter den Schaltkreis automatisch, wobei die Drossel, die als Induktionsspule arbeitet, einen kurzen Hochspannungsimpuls erzeugt. Dadurch wird die Argonentladung ausgelöst; kurz darauf erfolgt eine Quecksilberentladung. Diese Entladungen erfolgen dann unter fortgesetztem Elektronenfluß zwischen den Elektroden selbstständig.

Leuchtstoffröhren arbeiten bei bedeutend niedrigeren Temperaturen als normale Glühbirnen. Weil mehr Energie für die Emission des Lichtes genutzt und weniger Wärme erzeugt wird, sind diese Lampen leistungsfähiger als Glühlampen. Eine Leuchtstoffröhre mit 80 W Leistung liefert die gleiche Lichtmenge wie vier 100-W-Glühbirnen.

Weil zum Starten der Leuchtstoffröhre verhältnismäßig hohe Stromstärken benötigt werden und die Beschichtung der Glühfäden nur eine begrenzte Lebensdauer hat, ist es nicht ratsam, Leuchtstoffröhren oft ein- und auszuschalten. Wenn nicht der Startschaltkreis defekt geworden ist, ist es eigentlich nur der Verschleiß der Oxidbeschichtung auf den Glühfäden, der die Leuchtstoffröhre schließlich unbrauchbar werden lässt.

### Sonstige Lampenarten

Quecksilberdampflampen bilden oft die Grundlage für ULTRAVIOLETTLAMPEN. Andere Arten von Entladungsröhren, die entwickelt wurden, um damit einzelne Lichtblitze von großer Intensität aussenden zu können, wurden als Blinkfeuer an Flugzeugen, in Leuchttürmen, für BLITZLICHTGERÄTE und zum Anregen von Lasern entworfen. Ein für diese Geräte vielfach verwendetes Gas ist Xenon.

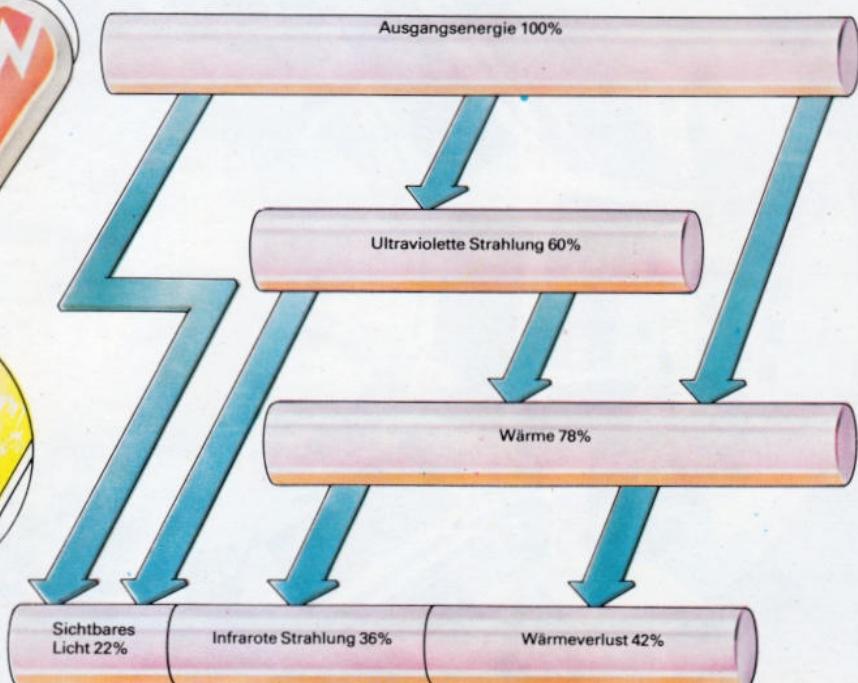
**Links:** Eine Metalliodidlampe. Diese Fotografie wurde absichtlich unterbelichtet, damit die Einzelheiten der Entladung besser zu erkennen sind.

**Unten:** Die energiesparende Leuchtröhre (rechts im Bild) kann die Elektronen auf drei Arten zum Fließen anregen (Bild 2a bis 2c.)



### ENERGIEVERTEILUNG

Eine typische, weißes Licht verbreitende kühle Leuchtröhre



## ERDUMLAUFSATELLITEN

In hundert Jahren wird eine große deutsche Firma ihre Vertreter in den verschiedenen Ländern wohl kaum noch zu Konferenzen bei der Muttergesellschaft zusammenrufen müssen. Jeder Vertreter wird im Konferenzraum als sprechendes, dreidimensionales Bild, das vom Satelliten übertragen wird, anwesend sein. Dies ist eines von unzähligen Beispielen für den Einsatz von Satelliten.

Der erste von Menschen gebaute SATELLIT wurde von der Sowjetunion am 14. Oktober 1957 in den Weltraum geschossen und Sputnik 1 genannt. Der kugelförmige Satellit wog 83 kg und übermittelte Temperatur- und Druckwerte. Er war Vorausläufer für viele Hunderte von künstlichen Satelliten.

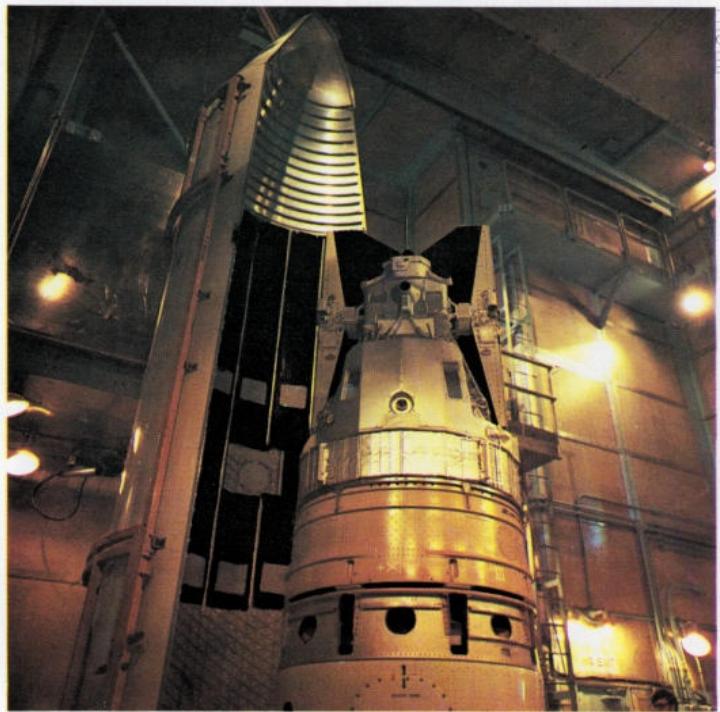
Die theoretischen Grundlagen für das erfolgreiche Unternehmen Sputnik 1 wurden viele Jahre früher geschaffen. Nachdem das Experiment die Theorie bestätigt hatte, wurden im Laufe der Zeit schwerere und komplexere Körper in den Weltraum gesendet. Die USA schickten ihren ersten Satelliten — es war Explorer 1 — im Februar 1958 in den Weltraum.

Das Ziel sowohl der Sowjetunion als auch der USA war, Menschen in den Weltraum zu schicken. Das erste lebende Wesen, das die Erde umkreiste, war der Hund Laika. Er befand sich in Sputnik 2, der im November 1957 seine Umlaufbahn um die Erde begann. Die Auswertung der Ergebnisse zeigte, daß tierisches Leben durch Schwerelosigkeit nicht zerstört wird.

### Probleme bei der Erdumkreisung

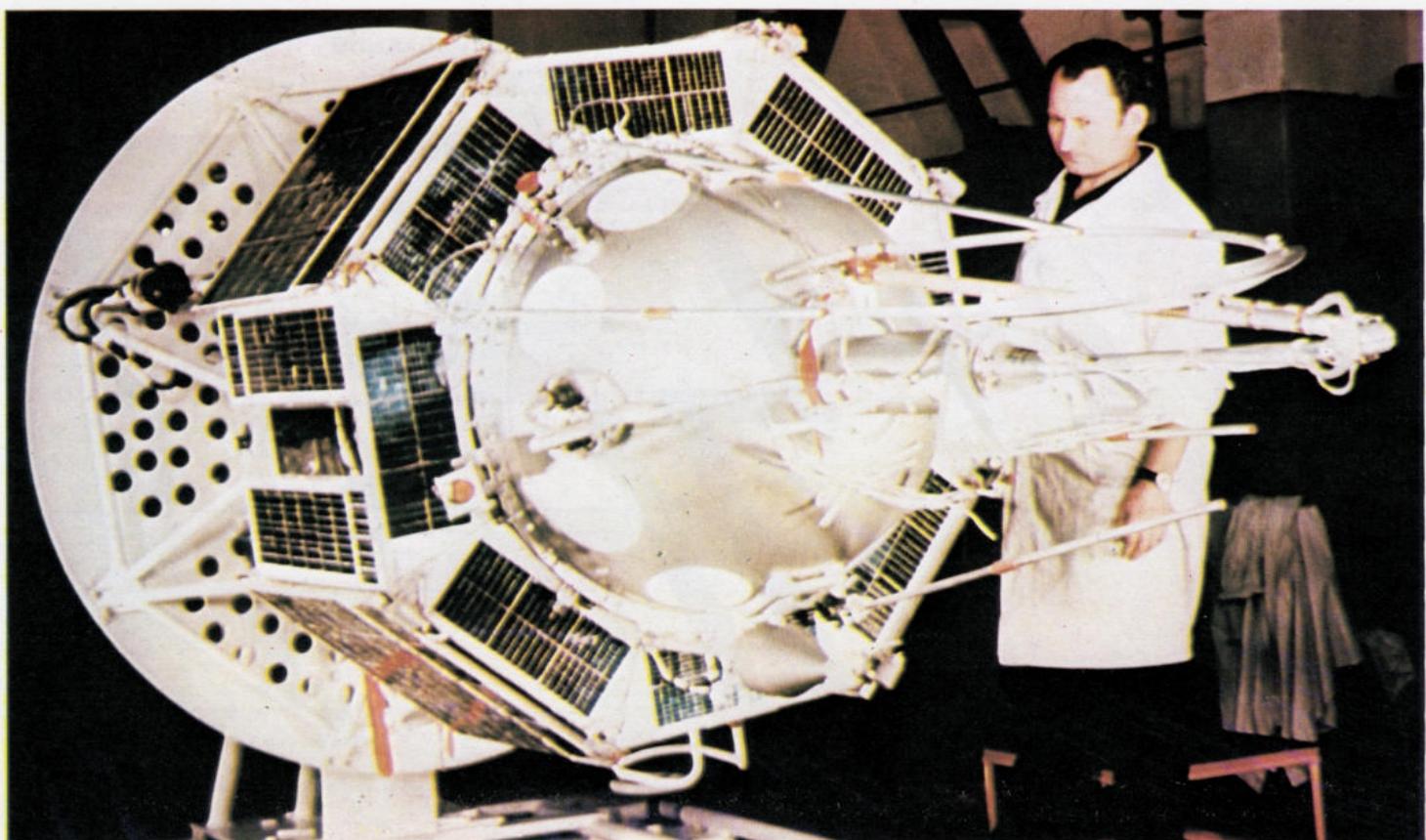
Eine erfolgreiche Umkreisung der Erde hängt von einer Anzahl von Faktoren ab. Einmal muß festgelegt werden, in welcher Höhe das Raumschiff die Erde umkreisen soll. Dies hängt davon ab, welche Aufgabe das Fahrzeug zu erfüllen hat. Ein Foto-Satellit für Erdaufnahmen wird die niedrigstmögliche Umlaufbahn einnehmen. Ein Wettersatellit kann sich in höheren Umlaufbahnen bewegen.

Dann muß eine Rakete eingesetzt werden, die genügend Schubkraft hat, um das Raumfahrzeug auf die gewünschte Höhe zu bringen (siehe RAKETEN). Weiter muß überlegt sein, mit welcher Geschwindigkeit der Satellit in die Umlaufbahn geschossen werden soll. Diese Geschwindigkeit bestimmt



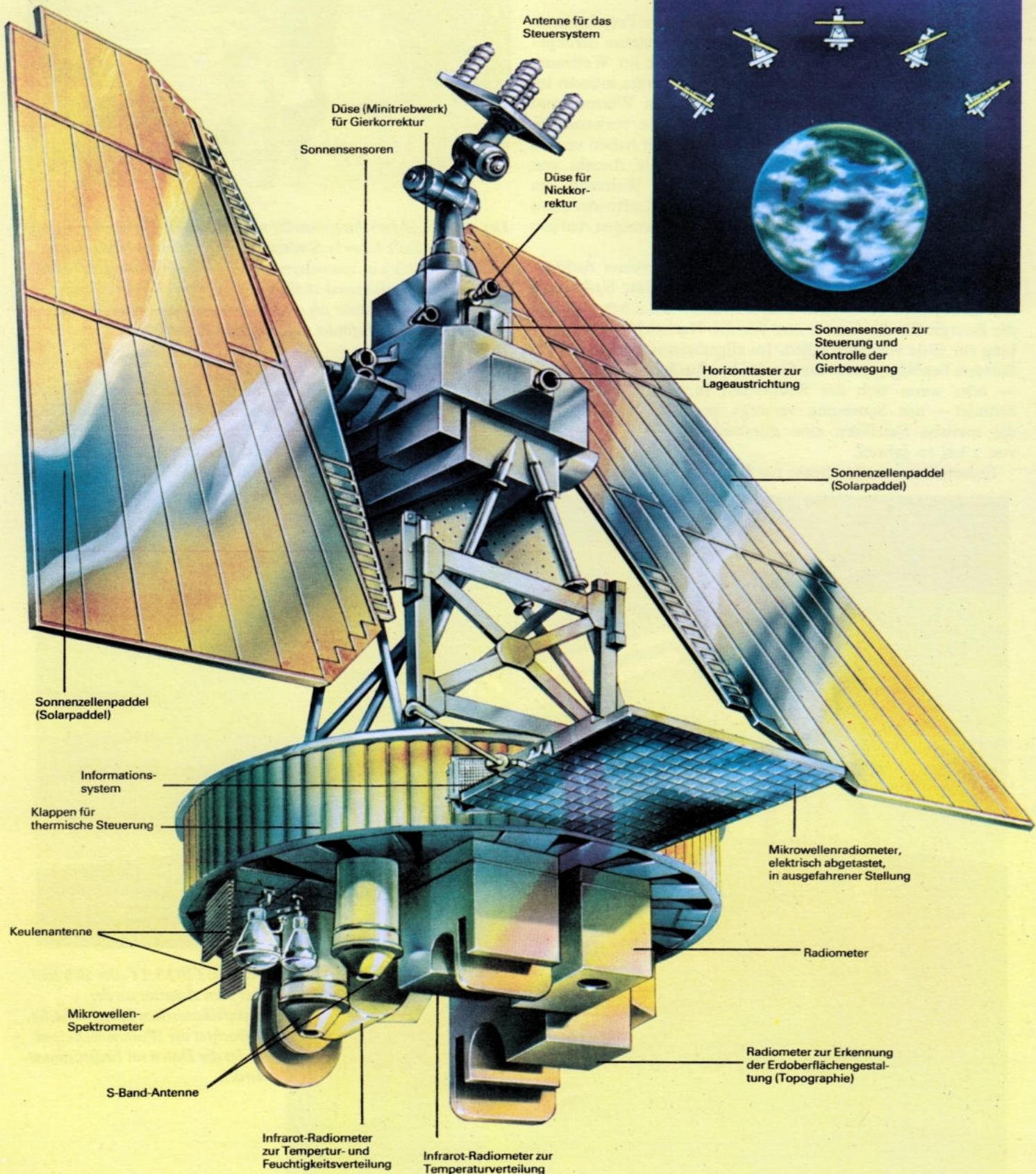
**Oben:** Ein Satellit, eingebettet in einem Konus in der Raketen spitze, wird zum Abschluß vorbereitet. Die Solarzellen und andere Projektionen werden im Weltall ausgefällt.

**Unten:** Einer der Intercosmos-Raumfahrtsatelliten, wie sie von der Sowjetunion in Kooperation mit verschiedenen anderen Warschauer-Pakt-Staaten gebaut wurden.



Der Nimbus E, ein meteorologischer Satellit. Der untere Teil beherbergt die Sensoren, der obere Teil das pneumatische Stabilisationssystem. Die beiden Solarzellen erzeugen eine Energie von über 200 Watt.

Das Diagramm rechts veranschaulicht, wie der Winkel der Sonnenzellen ständig verändert wird, damit sie unmittelbar zur Sonne zeigen. Das Stabilisierungssystem sorgt dafür, daß der untere Teil mit den Sensoren erdwärts gerichtet bleibt.



Form und Länge der Umlaufbahn (siehe Umlaufbahn). Die Länge der Umlaufbahn bestimmt auch die Periode des Satelliten, d.h. diejenige Zeit, die vergeht, bis der Satellit die Erde einmal umkreist hat.

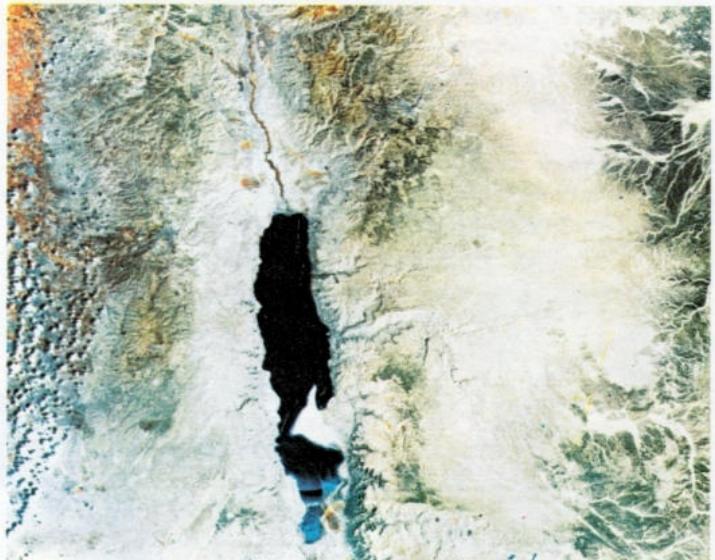
Schließlich muß die Richtung berücksichtigt werden, unter der der Satellit in die Umlaufbahn gebracht wird. Diese Größe ist sehr wichtig, da sie angibt, über welche Gebiete der Erde sich der Satellit bei jedem Umlauf bewegen wird.

### Aufbau der Satelliten

Die bisher beschriebenen Probleme gingen die Projektplaner an. Schon frühzeitig wurden Entwicklungingenieure herangezogen, um zu gewährleisten, daß der Satellit im Weltraum zufriedenstellend arbeitet. Die Ausstattungsgeräte müssen im Zustand der Schwerelosigkeit und bei großen Wärme- und Kälteunterschieden funktionstüchtig sein. Die verwendeten Werkstoffe müssen deshalb eine hohe Festigkeit haben und so leicht wie möglich sein, damit eine optimale Anzahl von Geräten untergebracht werden kann. Da im Weltraum ein fast vollkommenes Vakuum herrscht, ist der Luftwiderstand vernachlässigbar klein. Auf einen stromlinienförmigen Aufbau muß daher nicht geachtet werden.

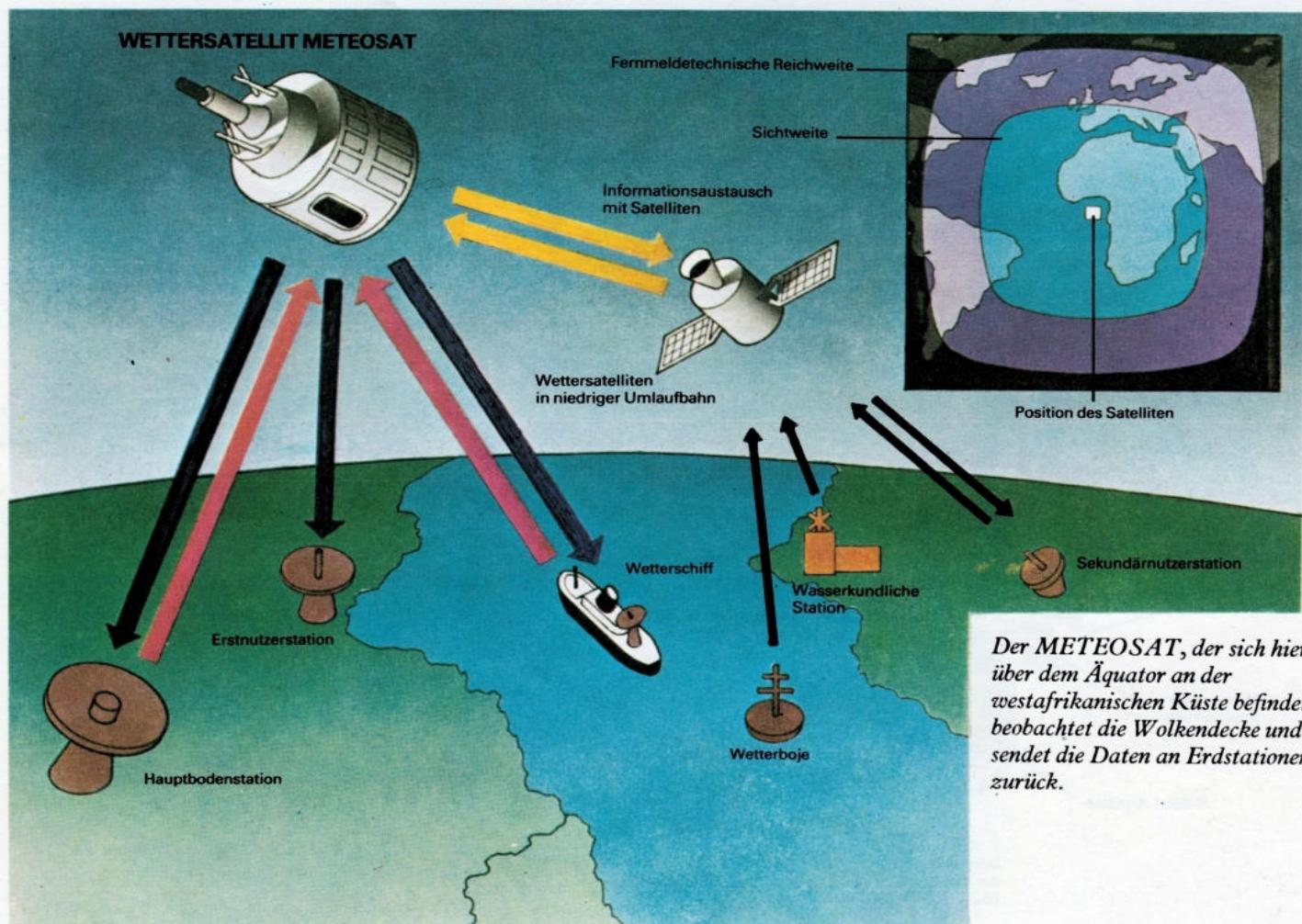
Jeder Stellit hat ganz unterschiedliche, von seiner Aufgabe abhängende Geräte an Bord. Einige dieser Geräte findet man jedoch in jedem Satelliten vor. Die meisten Satelliten erhalten die Energie für die Geräte und für die Nachrichtenübermittlung zur Erde von Solarzellen. Im allgemeinen wird auch eine Batterie benötigt, damit die Geräte bei Ausfall der Solarzellen — oder wenn sich das Raumschiff in einem Erdschatten befindet — mit Spannung versorgt werden. Derzeit haben die meisten Satelliten eine durchschnittliche Lebensdauer von 2 bis 10 Jahren.

Erdsatelliten werden heute für folgende Zwecke eingesetzt:



Der erste Erderforschungssatellit mit sich im Flug öffnenden Solarzellen. Jede Zelle kann in Sonnenrichtung gedreht werden. Diese Satelliten werden in 'sonnensynchrone' Umlaufbahnen geschossen, d.h. sie bewegen sich nord-südlich und bewegen sich dabei nach Westen etwas langsamer als die Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde. Der Satellit befindet sich über dem Toten Meer.

1. als Nachrichtensatelliten; 2. als militärische Beobachtungsstationen; 3. als Navigationshilfen für Schiffe und Flugzeuge; 4. als meteorologische Stationen; 5. als Erd- und Meerüberwachungsstationen und 6. im Einsatz bei rein wissenschaftlichen Beobachtungen.



## Fernmelde-, Militär- und Navigationssatelliten

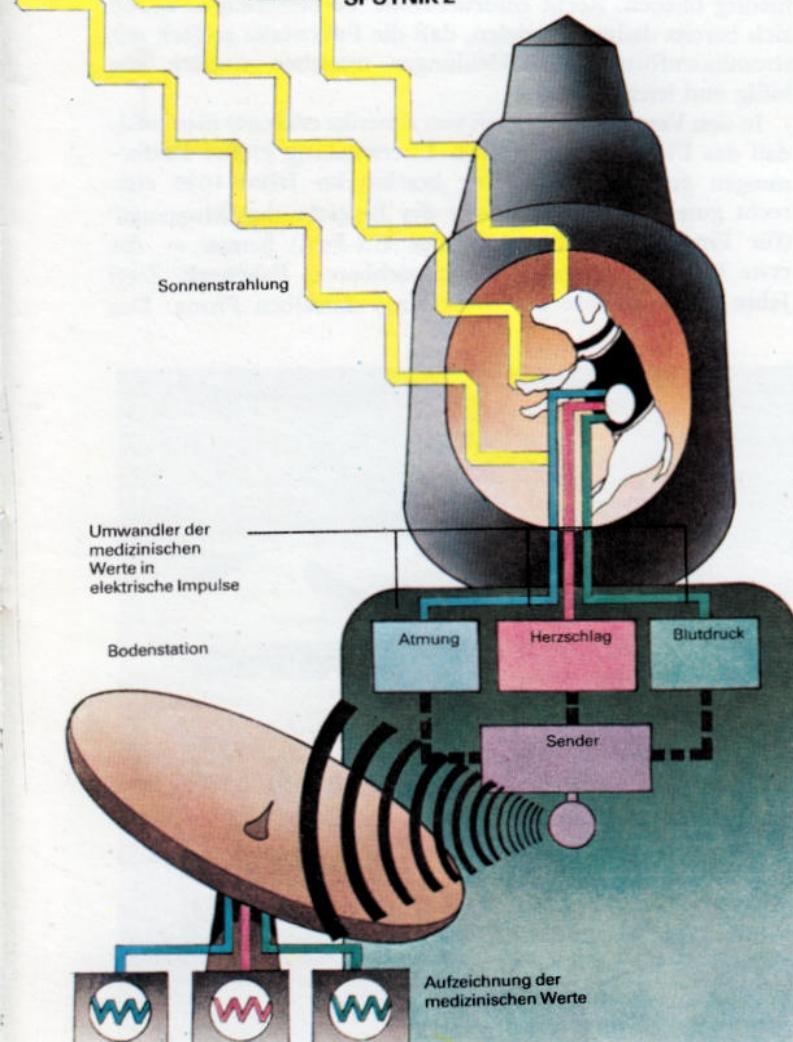
Ein Nachrichtensatellit ist eine Raumstation, die Radio-, Telefon- und Fernsehsignale überträgt. Um Signale über Satelliten zu übertragen, wird ein Signal zuerst zu der Bodenstation gesendet, die mit dem Satelliten in Verbindung steht. Das Signal wird verarbeitet und dann an den Satelliten übertragen, der es anschließend auf eine Bodenstation in dem betreffenden Land überträgt. Von hier kann das Signal auf einen einzigen Empfänger übertragen oder an Rundfunk- und Fernsehstationen weitergeleitet werden. Einige Länder mit großen Flächenausdehnungen wie die Sowjetunion oder Kanada haben auch nationale Satellitensysteme (siehe FERNMELDESATELLITEN).

Sollte zukünftig eine Übertragung mit Hilfe von Hologrammen möglich werden, bedeutet dies — wie im Vorwort erwähnt —, daß ein Unternehmer in Hamburg mit Kollegen, die sich an einem Dutzend verschiedener Stellen der Erde befinden, konferieren kann, ohne seinen Stuhl verlassen zu müssen (siehe HOLOGRAPHIE).

Man kennt zwei Arten von militärischen Satelliten, und zwar für Beobachtungen des Weltraumes und für die Nachrichtenübertragung. Aufklärungssatelliten werden im allgemeinen auf niedrigen Umlaufbahnen gehalten; sie verwenden fotografische Aufzeichnungssysteme. Die aufgenommenen Bilder können so scharf sein, daß es möglich ist, die militäri-

**Unten:** Sputnik 2 wurde in die Erdumlaufbahn geschossen, um den Effekt von Sonnen- und kosmischer Strahlung und Schwerelosigkeit auf Lebewesen zu erforschen. Der Passagier des Sputnik 2 war der Hund Laika. Er war an Instrumente angeschlossen, die seine Atmung, seinen Herzschlag und seinen Blutdruck steuerten.

### SPUTNIK 2



PHOTRI

**Oben:** Eine Satellitenaufnahme des Imperial Valley Gebietes in Kalifornien von einem Geosatelliten. Die Farben bedeuten: Orange = Alluvium, Gelb = Sanddünen und Rot = Basalt.

schen Kennzeichen einer Kraftwagenkolonne aus einer Höhe von 130 km zu erkennen.

Bis heute waren Sterne, Kompaß, Sextant und Funkfeuer die bekanntesten Mittel, Schiffe und später auch Flugzeuge zu lenken. Die neuesten Satellitenlenksysteme sind Bezugspunkte von einer noch höheren Genauigkeit. Es werden Systeme erforscht, die der kommerziellen Schifffahrt und Luftfahrt ununterbrochen Richtfunksignale über Navigationssatelliten übermitteln können (siehe NAVIGATION).

## Meteorologische- und Erderforschungssatelliten

Wetterbeobachtungssatelliten waren die ersten Anwendungssatelliten, die von der NASA in die Umlaufbahn geschickt wurden. Tiros 1, ein 122 kg schweres Raumfahrzeug, wurde im April 1960 in die Umlaufbahn gesendet. Der Hauptbeitrag der Tiros-Satelliten war der Test der automatischen Bildübertragung, die auch heute noch eingesetzt wird. Dies bedeutet, daß Bilder von Wolken übertragen werden, die sehr einfach und mit preiswerten Empfangsgeräten aufgenommen werden können. Aufnahmen von Wolkenbildern in den Wettervorhersagen der Fernsehsendungen werden im allgemeinen mit APT-Empfängern gemacht (APT = Automatic Picture Transmission = automatische Bildübertragung).

Die Sowjetunion wendet ihr eigenes Wetterbeobachtungssystem an, das als 'Meteor' bekannt geworden ist. Japan und die europäische Weltraumbehörde haben beide einen meteorologischen Satelliten in der geostationären Umlaufbahn stationiert (siehe METEOROLOGIE, UMLAUFBAHN).

Um Daten über die verschiedenen Land- und Meeresbedingungen zu erhalten, werden heute ebenfalls Satelliten eingesetzt: Dies ist ein neuer Anwendungsbereich. Der erste Satellit dieser Art war 'ERTS 1' der NASA, später 'Landsat 1'. Derzeit sind 'Landsat 2' und 'Landsat 3' im Einsatz. Aus den übermittelten Daten dieser Satelliten können Angaben über die Güte der Ernte, die Häufigkeit von Wasservorkommen, die Dichte der Umweltverschmutzung und deren Quellen, über herannahende Erdbeben sowie über Öl- und Mineralvorkommen u.a. gemacht werden.

# F

## FAHRGESTELL

**Jeder Flugreisende kennt das Geräusch des einfahrenden Fahrwerks. Flugzeugfahrwerke werden eingefahren, um den Luftwiderstand herabzusetzen. Hierdurch ist eine höhere Reisegeschwindigkeit möglich.**

Die Vorteile der Stromlinienform wurden in der Luftfahrt von Anfang an erkannt. Durch Glättung des Strömungsprofils von FLUGZEUGEN und fast vollständige Beseitigung überstehender Teile war es möglich, die Geschwindigkeit zu steigern und die mit einem bestimmten Kraftstoffverbrauch erzielbare Reichweite zu vergrößern. Für diese 'Beseitigung' bietet sich das Fahrwerk geradezu an, denn es ist nicht nur sehr groß, sondern ganz und gar überflüssig, wenn das Flugzeug erst einmal den Boden verlassen hat. Zum Fahrwerk gehören Räder, Achsen, Bremsen und das tragende Gestänge mit Federbeinen. Da es den Belastungen von Start und Landung gewachsen sein muß, ist es zwangsläufig robust und damit sperrig. Der *Luftwiderstand* dieser Aggregate ist bereits bei geringer Geschwindigkeit hoch und nimmt mit steigender Geschwindigkeit stark zu.

### Mechanische Fahrwerke

Bereits im Jahre 1908, nur fünf Jahre nach dem ersten geglückten Motorflug, wurde das erste, sehr einfache, mechanisch be-

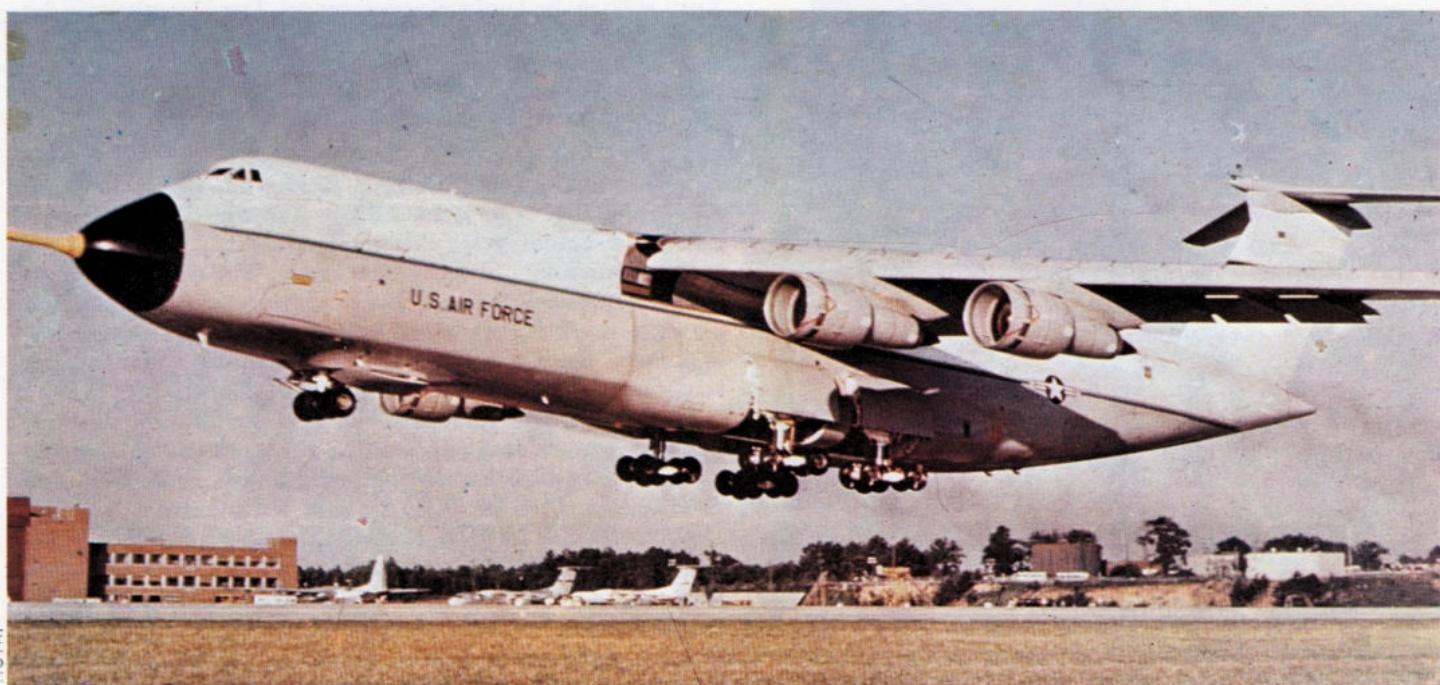
**Unten: Eines der kompliziertesten Fahrwerke ist das des Militärtransportflugzeugs vom Typ C-5A Galaxy der Lockheedwerke. Es ist das größte Flugzeug der Welt.**

triebene, einziehbare Fahrwerk vorgestellt. Es befand sich an einem von dem Amerikaner Matthew Sellers gebauten Flugzeug und wurde drei Jahre später in den Vereinigten Staaten von Amerika patentiert. Das zweite einziehbare Fahrgestell wurde im Jahre 1911 in Deutschland entwickelt und damit das Wiencziers Eindeckerflugzeug ausgestattet.

Die Luftfahrt rief wegen der Erfolge der Flugzeuge im Ersten Weltkrieg Begeisterung hervor. Die Konstrukteure von Wettbewerbsflugzeugen versuchten, den Erwartungen entsprechende, höhere technische Anforderungen zu erfüllen. Der Eindecker von Dayton-Wright, der in Frankreich im Jahre 1920 im Rennen um den Gordon-Bennet-Pokal startete, besaß das erste wirklich moderne einziehbare Fahrwerk. Ihm folgte im Jahre 1922 ein britisches Flugzeug, das Eindecker-Wettbewerbsflugzeug von Bristol.

Nach dem Ersten Weltkrieg stand die technische Weiterentwicklung der Luftfahrt einige Jahre lang still. Geringe Fortschritte wurden insbesondere auf dem Gebiet des Motorenbaus gemacht, so daß die Fluggeschwindigkeiten niedrig blieben. Recht eindrucksvolle Verbesserungen ließen sich bereits dadurch erzielen, daß die Fahrwerke einfach mit stromlinienförmigen Verkleidungen umgeben wurden, die billig und leicht waren.

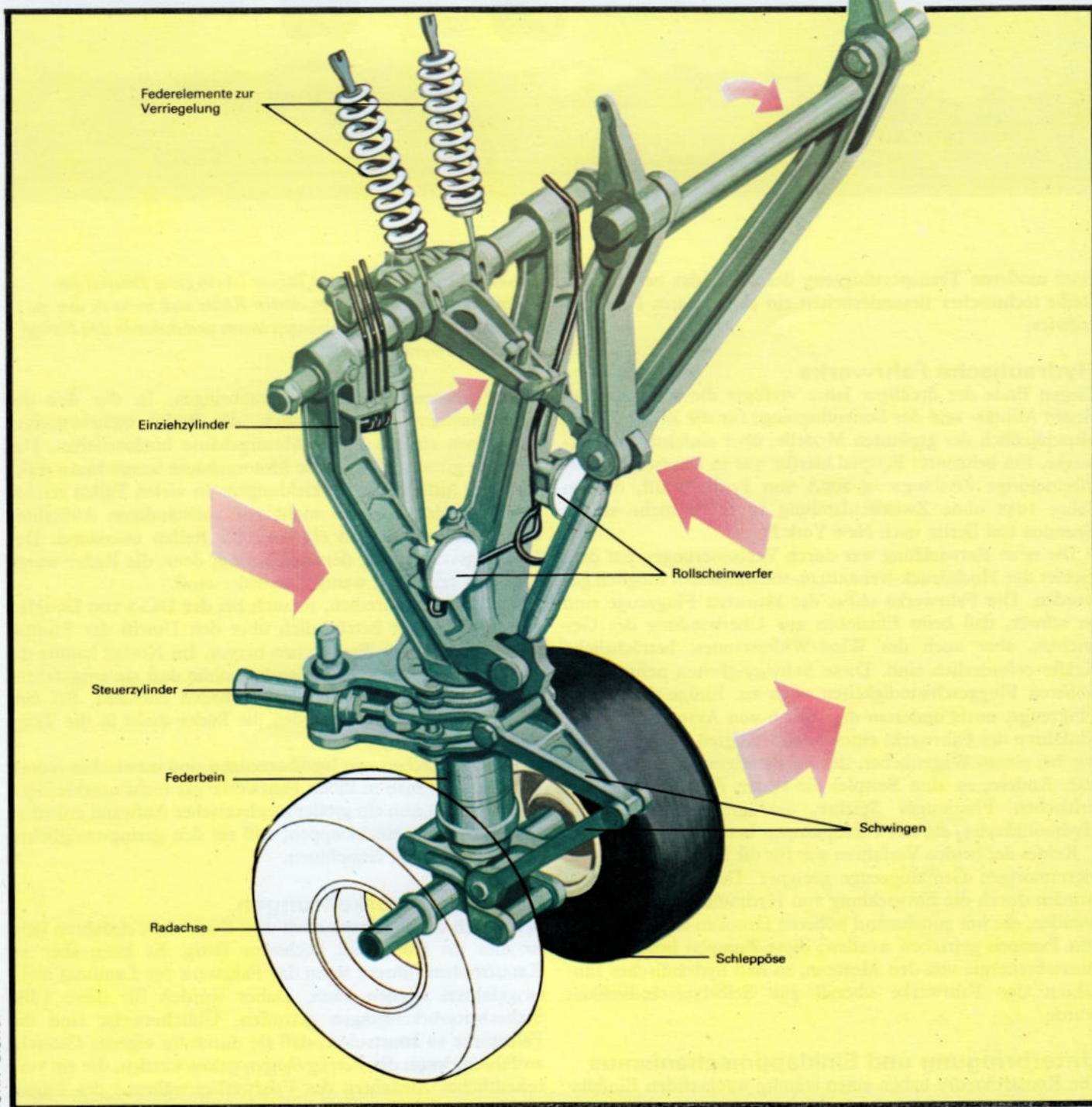
In den Vereinigten Staaten von Amerika erkannte man bald, daß das Flugzeug zur raschen Überwindung großer Entfernung geeignet ist. Boeing brachte im Jahre 1930 eine recht gute Konstruktion unter der Bezeichnung 'Monomail' (für Eindecker-Postflugzeuge der US-Post) heraus — das erste Gebrauchsflugzeug mit einziehbarem Fahrwerk. Zwei Jahre später startete das Modell 247 derselben Firma: Das





**Links:** Das Werk der Boeing 747 besteht aus zwei Bugrädern und 16 Haupträdern, die an vier Fahrwerkstreben angebracht sind, um das Gewicht zu verteilen.

**Unten:** Das einfahrbare Bugradfahrwerk einer Lockheed L-1011 TriStar. Die roten Pfeile zeigen die Richtung an, in die sich die Gestängelemente bewegen, wenn das Fahrwerk an seinen Platz unter dem Kabinenboden gefahren wird.





erste moderne Transportflugzeug der Welt, das neben einer Reihe technischer Besonderheiten ein einfahrbare Fahrwerk aufwies.

### Hydraulische Fahrwerke

Gegen Ende der dreißiger Jahre verfügte die Mehrzahl der neuen Militär- und der Serienflugzeuge für die Zivilluftfahrt, einschließlich der geplanten Modelle, über einfahrbare Fahrwerke. Ein bekanntes Beispiel hierfür war in Deutschland das viermotorige Zivilflugzeug 200A von Focke-Wulf, das im Jahre 1938 ohne Zwischenlandung in kaum mehr als 24 Stunden von Berlin nach New York flog.

Die neue Entwicklung war durch Verbesserungen auf dem Gebiet der Hochdruck-HYDRAULIK-MECHANISMEN möglich geworden. Die Fahrwerke selbst der kleinsten Flugzeuge sind so schwer, daß beim Einziehen zur Überwindung des Gewichtes, aber auch des Wind-Widerstandes, beträchtliche Kräfte erforderlich sind. Diese Schwierigkeiten nehmen bei höheren Fluggeschwindigkeiten noch zu. Einige der frühen Flugzeuge, unter anderem das Anson von Avro, hatten zum Einfahren des Fahrwerks einen handbetätigten Spindelantrieb wie bei einem Wagenheber, dessen Betätigung sehr mühselig war. Andere, so zum Beispiel die ersten Ausführungen des britischen Flugzeuges Spitfire, verfügen über einfache Hydraulikkreise, die mit Handpumpen betätigt wurden.

Keines der beiden Verfahren war für die künftigen, teilweise viermotorigen Großflugzeuge geeignet. Die Schwierigkeiten wurden durch die Entwicklung von Hydrauliksystemen überwunden, die mit zunehmend höheren Drücken arbeiteten und von Pumpen getrieben wurden; diese Pumpen bezogen ihre Antriebsenergie von den Motoren, so daß hydraulisches Einfahren der Fahrwerke überall zur Selbstverständlichkeit wurde.

### Unterbringung und Einklappmechanismus

Die Konstrukteure haben einen ständig wachsenden Einfallsreichtum bei der Lösung der Aufgabe bewiesen, Räder in

**Oben:** Dieser BAe-Specat Jaguar ist ein gutes Beispiel für einen modernen Düsenjäger, dessen Räder sich nicht in den zu dünnen Tragflächen unterbringen lassen und daher in den Rumpf eingeklappt werden müssen.

immer engeren Räumen unterzubringen. In der Ära der Kolbenmotoren war es üblich, die Räder mehrmotoriger Maschinen einfach in die Motorgehäuse hochzuziehen. Das war sehr günstig, denn diese Motorgehäuse waren kaum mehr als leere, luftleitende Verkleidungen. In vielen Fällen reichte die Tiefe der Gehäuse nicht zur vollständigen Aufnahme der Räder aus, so daß ein Teil der Reifen überstand. Der Leistungsverlust war dennoch gering, denn die Räder waren glatt und erzeugten wenig Luftwiderstand.

Bei einigen Baureihen, so auch bei der DC-3 von Douglas, ragten die Räder beträchtlich über den Umriß der Rumpfunterseite und der Tragflächen hervor. Im Notfall konnte die Maschine auf den Rädern landen, ohne daß sie ausgefahren werden mußten und allzu viel Schaden entstand. Bei einmotorigen Flugzeugen wurden die Räder meist in die Tragflächen eingeklappt.

Die Tragflächen von Jagdflugzeugen sind inzwischen jedoch so dünn, daß man in ihnen Fahrwerke gar nicht unterbringen könnte; es ist nun ein großer mechanischer Aufwand erforderlich, um sie so einzuklappen, daß sie den geringstmöglichen Raum im Rumpf einnehmen.

### Sicherheitsvorkehrungen

Wenn sich das Fahrwerk nach dem Start nicht einfahren läßt, ist dies im Normalfall höchstens lästig. Es kann aber zu Katastrophen führen, wenn das Fahrwerk zur Landung nicht ausgefahren werden kann. Daher wurden für diese Fälle Sicherheitsvorkehrungen getroffen. Üblicherweise sind die Fahrwerke so konstruiert, daß sie durch ihr eigenes Gewicht ausfahren, wenn die Verriegelungen gelöst werden, die ein versehentliches Ausfahren des Fahrwerkes während des Fluges verhindern sollen.



# Erfindungen 9: SCHMELZEN UND LEGIEREN

Lange bevor Metall aus Erz gewonnen wurde, verwendete man die dunkelblauen und grünen Kupfermineralien als Farbe. Auf der Suche nach diesen Farben fand man kleine, metallische Kupferstückchen, die in das Erz eingelagert waren, das sogenannte reine Kupfer. Aus diesem Kupfer wurden — z.B. im fernen Osten ab 5000 v. Chr. — Schmuckstücke gearbeitet.

## Kupfergewinnung

Man fand heraus, daß Kupfer aus Kupfererz gewonnen werden kann. Da dieser Prozeß hohe Temperaturen verlangt, kann man annehmen, daß beim Schmelzen als Nebenprodukt Steingut entstand. Im ersten uns bekannten Prozeß wurde in einem kleinen Erdloch ein Gemisch aus Holzkohle und Kupfererz erhitzt. Die notwendige Hitze entstand dadurch, daß Männer mit Blasrohren in das Feuer bliesen. Dies geht sehr deutlich aus Zeichnungen hervor, die gegen 2500 v. Chr. und später in ägyptischen Gräbern gefunden wurden.

Bei diesem einfachen Vorgang lagerte sich das geschmolzene Kupfer am Boden des primitiven Ofens in Fladenform ab. Mit der Entdeckung des Schmelzprozesses war man auch in der Lage, Kupfer in vorbereitete Formen zu gießen.

## Silber und Gold

Bald nachdem man gelernt hatte, reines Kupfer zu gewinnen, wurde Silber aus Silbererz extrahiert. Zur

gleichen Zeit wurde auch Gold aus Golderz gewonnen. Durch das Mischen einiger damals bekannter Metalle in einem Schmelzriegel entdeckte man vermutlich, daß die daraus entstehende Verbindung — man nennt sie auch Legierung — gewöhnlich härter ist als einige der in der Legierung enthaltenen Metalle. Seit etwa 2500 v. Chr. wurden in Mesopotamien und Ägypten verschiedene Silber/Kupfer- oder Gold/Silber-Legierungen zur Schmuckherstellung verwendet.

## Bronze

Wenn Kupfer auch schön aussah, hatte es bei der Herstellung von Werkzeugen doch den großen Nachteil, sehr weich zu sein. Theoretisch hätte man Kupfer — wie im alten Peru praktiziert — durch Zusatz von Gold oder Silber härter machen können. Dies ist allerdings ein teures Verfahren. Statt dessen wurden weniger teure Metalle, wie die ebenfalls in Erzen vorkommenden Metalle Zinn, Antimon und Arsen, zum Legieren mit Kupfer verwendet. Etwa um 2000 v. Chr. wurde Zinn mit Kupfer legiert. Man nennt diese Legierung Bronze.

## Blei

Zu der Zeit, als Bronze hergestellt wurde, konnte man auch Blei aus Bleierz gewinnen. Es war ein sehr weiches, nicht glänzendes Metall, so daß es zu Anfang wenig Anwendung fand. Etwa um 1500 v. Chr. erkannte man, daß durch Zumischen von Blei

die Bronzelegierung beim Gießen sehr viel leichter fließt. Von diesem Zeitpunkt an konnten größere Gußstücke hergestellt werden. Die Legierung aus Kupfer, Zinn und Blei wird heute noch zum Gießen von Standbildern verwendet.

## Hartzinn

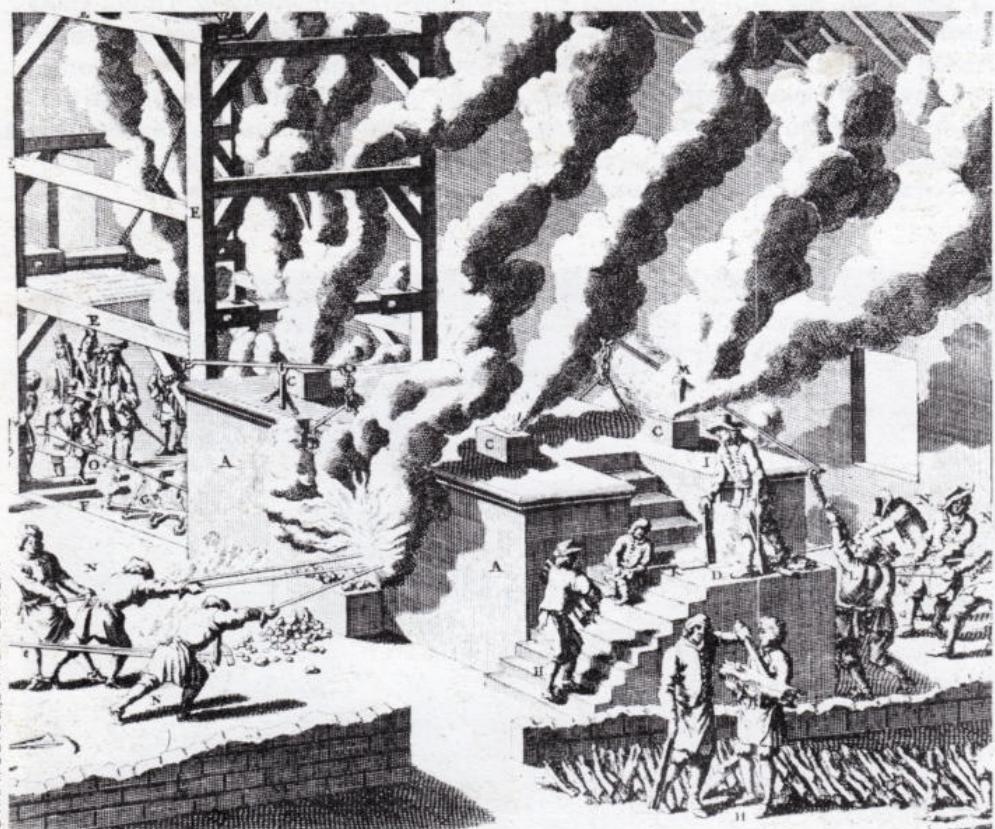
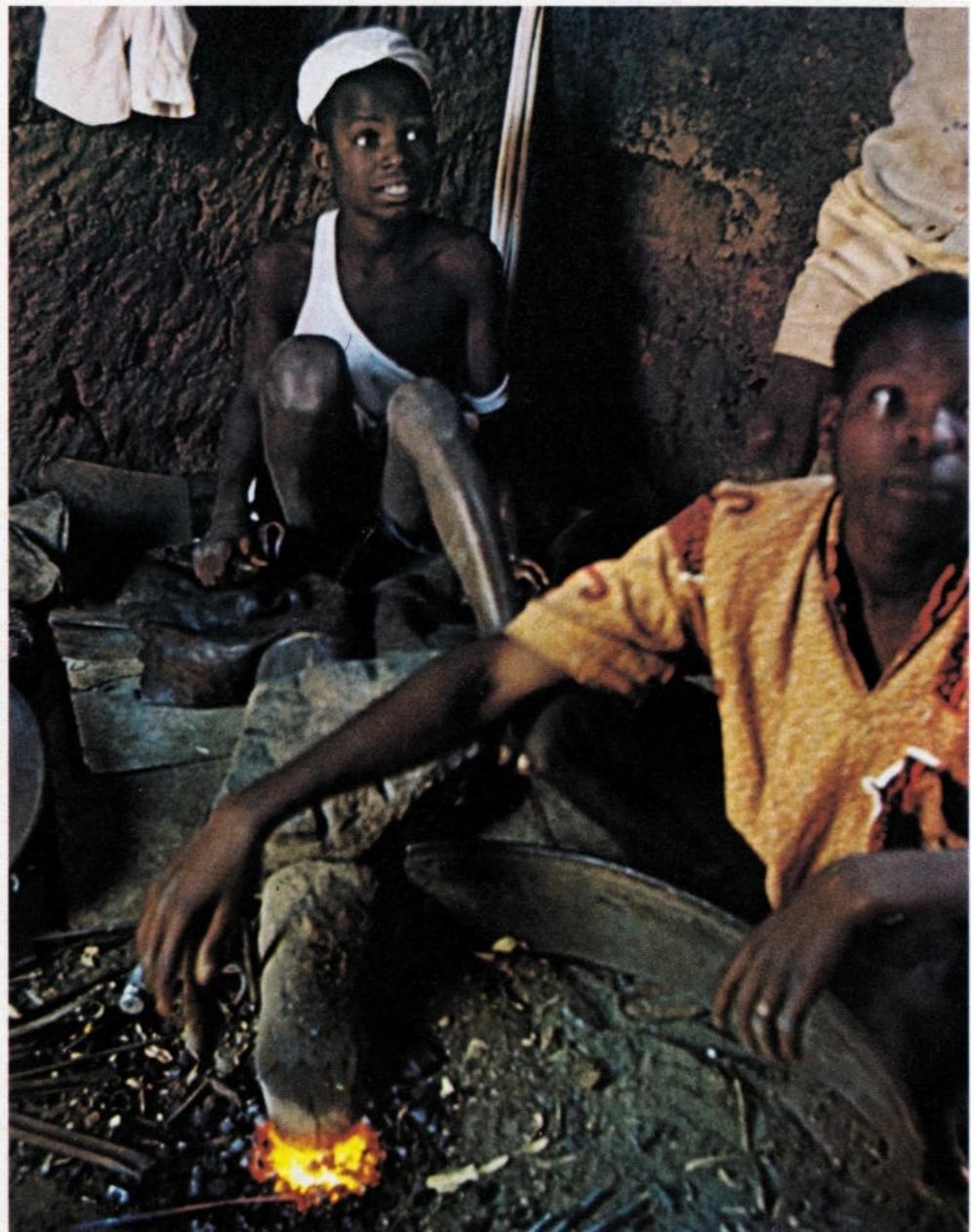
Die Römer legten die Aquädukte mit großen Bleimengen aus, damit Wasser durchgeleitet werden konnte. Sie erfanden auch eine Legierung aus Blei und Zinn — man nennt sie Hartzinn — und benutzten sie als preiswerten Ersatz für Silber bei der Fertigung von Schüsseln und Bechern. Die gleiche Legierung wurde auch als Lötmittel zum Zusammenfügen von Bronze- oder Kupferteilen verwendet.

## Messing

Zinn war nicht sehr reichlich vorhanden; daher begannen persische Handwerker um 500 v. Chr. vermutlich, Zink anstelle von Zinn zu verarbeiten. Die Verbindung von Kupfer und Zink nennt man Messing. Messing wurde in Europa durch die Römer bekannt. Ungefähr 100 n. Chr. beuteten sie mitteleuropäische Zinklagerstätten (Zinkerz) aus, so daß

Dieses Wandgemälde von etwa 1500 v. Chr. zeigt das Gießen einer Bronzetür. Links sieht man, daß Blasebalge an den Füßen verwendet wurden. In der Mitte sieht man, wie das geschmolzene Metall mit kleinen Behältern in die Formen gegossen wurde.





eine große Anzahl der römischen Münzen und Ornamente aus Messing statt aus Bronze hergestellt wurde. Messing wurde die am häufigsten benutzte Kupferlegierung im Mittelalter. Die Herstellungsmethode unterschied sich von heutigen Techniken. Zink verdampft sehr leicht in einem Ofen. Um die Legierung Messing herstellen zu können, wurde das zinkhaltige Erz unter dauerndem Rühren durch geschmolzenes Kupfer gezogen.

### Eisen

Die Herstellung von reinem Eisen war sehr schwierig. Der Schmelzpunkt von Eisen liegt so hoch, daß diese hohen Temperaturen von den einfachen Schmelzöfen nicht erreicht werden konnten. Das Metall, das in den Schmelzöfen zurückblieb, war eine spröde Masse. Sie wurde erhitzt und gehämmert, um einen Metallbarren zu erhalten. Zur Weiterverarbeitung mußte das Eisen wieder erhitzt und gehämmert werden. Kleine Eisenstücke wurden schon 2000 v. Chr. gefertigt. Es dauerte aber etwa 1000 Jahre, bis man mit Eisen umzugehen wußte. Da Eisenlagerstätten sehr häufig vorkommen, löste das Eisen die Bronze bei der Herstellung von Waffen und Werkzeugen ab.

Im zwanzigsten Jahrhundert wurde der rostfreie Stahl erfunden: eine Legierung aus Eisen, Kohlenstoff und Chrom. Die Suche nach Legierungen hält an, da die Verbraucher billige Produkte wünschen und die modernen Technologien neue Werkstoffe benötigen, die höchsten Anforderungen gerecht werden sollen.

Um hohe Temperaturen zu erzielen, muß für erhöhte Sauerstoffzufuhr gesorgt werden. Ganz früher verwendete man Blasebalge aus Tierhaut, wobei die Luft in einen offenen Schaft geblasen wurde. Das Bild links oben zeigt zwei Blasebalge aus Ziegenhaut. Es wurde 1964 in Nigeria bei einem Hersteller von Schwertern und Rasiermessern aufgenommen. Das Bild links zeigt einen Schmelzofen, der in einem Buch aus dem Jahre 1697 abgebildet ist. Es handelt sich um eine Geschützfabrik, deren Produkte aus Bronze hergestellt wurden. Der Blasebalg war an der Decke angebracht. Die Hitze von der Decke schmilzt das darunter befindliche Metall. Pro Tag konnten bis zu 30 Tonnen Bronze hergestellt werden.