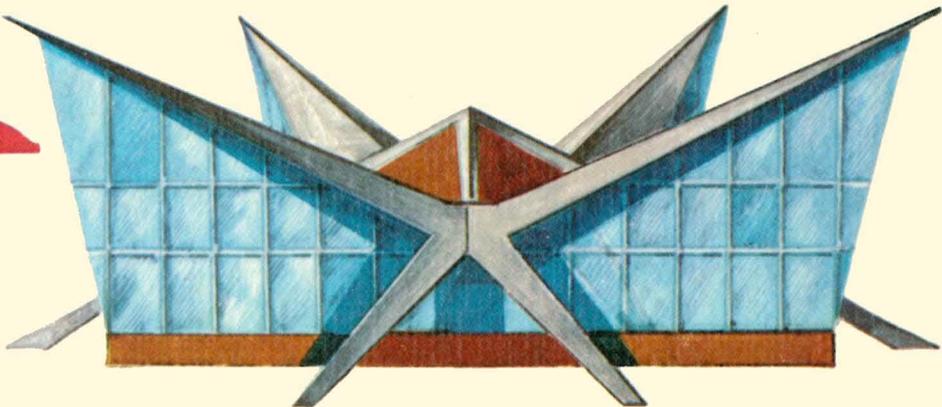
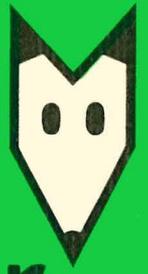


WERNER HIRTE

Stahl, Beton und bunte Gläser



Werner Hirte

Stahl, Beton und bunte Gläser

Illustrationen von Gerd Ohnesorge

Der Kinderbuchverlag Berlin





3. Auflage 1982

© DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN – DDR 1977

Lizenz-Nr. 304-270/347/82-(70)

Lichtsatz: INTERDRUCK

Graphischer Großbetrieb Leipzig – III/18/97

Repro, Druck und buchbinderische Verarbeitung:

Grafischer Großbetrieb Sachsen-Druck Plauen

LSV 7822

Für Leser von 9 Jahren an

Bestell-Nr. 6294753

DDR 5,80 M

Überblick

Alles ist aus etwas

Nein, so spannend wie eine Indianergeschichte ist dieses Buch nicht. Wir finden hier keinen mutigen Helden, der hundert Abenteuer besteht. Von Helden können wir zwar auch sprechen, doch sie sind von anderer Art und zählen nach Millionen. Es sind die unbekanntenen Helden der Arbeit, denen wir das Holz, das Glas, das Papier und was es sonst gibt verdanken. Doch von den zahllosen Arbeitern in den Bergwerken und Werkhallen, den Ingenieuren, Forschern und Künstlern aus Vergangenheit und Gegenwart läßt sich diesmal nur wenig berichten, denn wir halten ja ein sehr kleines Lexikon in der Hand. Deshalb müssen wir uns die Abenteuer, die Mühen und Kämpfe hinzudenken. Dieses Buch kann uns nur sagen, was es für Werkstoffe gibt, wo sie vorkommen, welche Eigenschaften sie haben, wozu sie dienen und wie lange wir sie kennen. Fachleute nennen Bücher dieser Art, die ganz schön dick und verzwickelt sein können, „Werkstoffkunde“.

Alles, was uns umgibt, ist aus etwas. Es sieht grün oder gelb oder weiß aus, ist leicht oder schwer, hart oder weich, glatt oder rau ... Alles, was wir brauchen – von der Zahnbürste bis zum Dach über dem Kopf –, besteht aus einem bestimmten Werkstoff. Wir erkennen ihn am Aussehen, an seinen Eigenschaften. Natürlich interessieren uns die Autos und Flugzeuge, die Maschinen und Spielzeuge, die neuen Häuser und die alten Zinnfiguren. Manches bauen wir sogar schon selbst. Durch Erfahrung gewinnen wir ein Gefühl für das Material und erkennen, wie wir es anzufassen haben und was sich aus ihm machen

läßt. Viele Menschen kommen mit diesem Gefühl sogar ohne große Pannen durchs Leben. Wer in seinem Beruf mit Metall zu tun hat, weiß oft wenig vom Holz – und umgekehrt. Keiner kann sich eben um alles kümmern. Trotzdem müssen wir uns, weil wir viele Dinge brauchen, mit vielen Dingen befassen. Das muß nicht immer ganz gründlich sein; für manches genügt ein Blick, ein Überblick. Den soll uns, auf einem kleinen, aber sehr wichtigen Gebiet, dieses Lexikon geben.

Alles braucht Ordnung

Nicht alles läßt sich so leicht machen, wie es aussieht. Schnell ist der krumme Nagel, ist die Zeitung weggeworfen. Wer denkt schon daran, wie heiß der Ofen war, aus dem der Stahl floß, wie lang der Arbeitstag (oder die Nacht) an der Papiermaschine. Je mehr wir verderben oder achtlos wegwerfen, um so mehr Zeit, Geld und Material müssen wir aufwenden, um es zu ersetzen. Zur Sparsamkeit gehören vor allem die Einsicht, was ein Werkstoff aushält, und die Achtung vor der Mühe, die selbst im kleinsten Nagel steckt. Wir wollten es nicht bei jedem Stichwort sagen, wie notwendig es ist, Altstoffe zu sammeln, weil dies die Mühe verkleinert, Neues herzustellen, denn die Natur ist mit ihren Schätzen oft viel zu geizig.



Es gibt viele Arten von Werkstoffen. Um sie überblicken zu können, hat man sie nach bestimmten Merkmalen zusammengefaßt. Die Fachleute verständigen sich sehr kurz durch Formeln und Abkürzungen und haargenaue Begriffe. Einiges davon wollen wir uns beizeiten aneignen, um nicht durcheinanderzukommen.

Zunächst müssen wir *Naturstoffe*, *Rohstoffe* und *Werkstoffe* unterscheiden. Was wir in der Natur vorfinden, sind Naturstoffe. Wir bezeichnen sie als Rohstoffe, wenn sie – wie beispielsweise Erze und Sand – für die Weiterbearbeitung abgebaut, gewonnen wurden. In der Produktion verändern wir die Rohstoffe; aus den Erzen entsteht Stahl, aus dem Sand Glas. Diese Umwandlung macht sie zu Werkstoffen. Einige von ihnen, wie Ziegel und Zement, werden zum Bauen gebraucht. Deshalb nennt man die Werkstoffe der Bauindustrie *Baustoffe*.

Unsere Erde besteht aus rund 100 chemischen Elementen. Das sind Grundstoffe, die sich mit chemischen Mitteln nicht weiter trennen lassen. Manche von ihnen treten häufig auf, manche selten (siehe Tabelle).

Sind die Vorkommen an Naturstoffen in der Erde so groß, daß die Gewinnung lohnt, sprechen wir von *Lagerstätten*. Nach der Art der Stoffe unterscheidet man Erzlagerstätten, Kohlelagerstätten, Salzlagerstätten, Erdöllagerstätten und Lagerstätten von Steinen und Erden.

Die Bodenschätze sind sehr unterschiedlich auf der Erde verteilt. Das macht ihr Auffinden und die Erschließung kompliziert. Ihre Entdeckung ist in weniger besiedelten, unzugänglichen oder technisch zurückgebliebenen Gebieten noch keineswegs abgeschlossen. Auch die Nutzung der Meere und des Meeres-

Anteil der Elemente in der Erdkruste bis 1 km Tiefe (in Prozent)

Sauerstoff	46,6
Silizium	27,7
Aluminium	8,0
Eisen	5,0
Natrium	2,8
Magnesium	2,1
Kupfer	0,01
Nickel	0,01
Zinn	0,004
Zink	0,004
Blei	0,0016
Silber	0,00001
Gold	0,0000005
Platin	0,0000005

bodens hat noch nicht lange begonnen. Vielfach wurde es erst durch die Raumfahrt möglich, ein umfassendes Bild zu gewinnen. Manche Lagerstätten liegen tief unter der Erde. Oft müssen in den Bergwerken viele hundert Meter tiefe Schächte und Stollen gebohrt, gesprengt und geschlagen werden, um sie zutage zu fördern. Das sind noch verhältnismäßig geringe Probleme, wenn wir bedenken, daß um Rohstoffe viele Kriege geführt und Millionen von Menschen durch die Kolonialmächte rücksichtslos ausgebeutet wurden. Diese Länder haben es besonders schwer, die Schäden des Raubbaus zu überwinden und den Rückstand aufzuholen. Das Kolonialsystem ist zwar zusammengebrochen, trotzdem müssen noch eine Reihe Länder um ihre wirtschaftliche und politische Freiheit kämpfen.

Der überwiegende Teil der Elemente, rund 70, sind Metalle. Die Natur bietet sie nur selten rein, gediegen, sondern meist als Erze. In ihnen sind mehrere Metalle und andere Elemente enthalten, die bei der Gewinnung getrennt werden müssen.

Die Metalle stellen infolge ihrer vielseitigen Verwendbarkeit die größte Werkstoffgruppe dar. Man unterscheidet *Eisenmetalle* und



Nichteisenmetalle. Eisenmetalle sind Stahl und Gußeisen. Einige bedeutsame Nichteisenmetalle und ihre Legierungen werden in der Übersicht genannt. Legierungen entstehen durch das Zusammenschmelzen verschiedener Metalle.

Ein weiteres wichtiges Unterscheidungsmerkmal ist die *Dichte*. Darunter verstehen wir, was ein Stoff im Verhältnis zu seiner Größe wiegt. Wir wissen ja längst, daß ein Korkstück leichter ist als ein gleich großer Stein. Bei gleicher Größe, bei gleichem Rauminhalt (Volumen) kann also die Masse sehr unterschiedlich sein. Kurz gesagt: Die Dichte ist das Verhältnis der Masse eines Körpers zu seinem Volumen. Ein Stoff ist um so dichter, je mehr Masse – in Gramm (g) – ein Kubikzentimeter (cm^3) enthält. Die Tabelle gibt die Dichte einiger Stoffe an. Auch die Dichten der Metalle weichen stark voneinander ab. Die leichten Metalle heißen *Leichtmetalle*, die schweren *Schwermetalle*. Die Grenze zwischen beiden liegt bei der Dichte von $4,5 \text{ g/cm}^3$.

Einige Metalle – Gold, Silber, Platin – sind gegenüber chemischen Einflüssen sehr beständig, sie heißen deshalb *Edelmetalle*. Nimmt man die Farbe als Unterscheidungsmerkmal, so stoßen wir auf den Begriff *Buntmetalle*. Zu ihnen zählen sämtliche Schwermetalle, außer Eisen und Edelmetallen.

Dichte einiger Stoffe
(in g/cm^3 bei 20°C)

Aluminium	2,7
Beton	2,2
Blei	11,34
Eiche	0,9
Eisen	7,86
Glas	2,5
Gold	19,3
Gummi	1,45
Kiefer	0,55
Kupfer	8,92
Leder	0,86
Mauerziegel	1,8
Messing	8,5
Nickel	8,7
Papier	0,7
Porzellan	2,45
Silber	10,5
Stahl	7,85
Zink	7,2
Zinn	7,4

Alles wandelt sich

Die Werkstoffe haben nicht nur alle Kulturen in der langen Menschheitsgeschichte begleitet, sie haben sie auch mitgeformt. Von jeher beeinflussen sie die Lebensweise und die Bedingungen der Produktion. Aus diesem Grund hat man zum Beispiel Abschnitte der Geschichte nach Werkstoffen benannt, die in

dieser Zeit vorwiegend verwendet wurden: die Steinzeit, die Bronzezeit, die Eisenzeit. Heute werden ständig neue Werkstoffe mit neuen Eigenschaften hergestellt, ohne die viele technische Aufgaben unserer Zeit unlösbar wären.

Wir werden sehen, daß es keine Werkstoffe gibt, die sich für alles eignen. Wir müssen sie durchschauen und so einsetzen, daß sie bei geringstem Aufwand den größten Nutzen stiften. Das ist zwar eine uralte Erfahrung – trotzdem müssen wir sie täglich aufs neue machen.

Alte Erfahrung steckt auch in dem Spruch, den wir mit auf den Weg nehmen dürfen: „Ein Ding auslachen kann ein jeder Narr. Wer es aber verbessert, der mag für einen Meister gelten.“

Bergbau im 16. Jh.
Aus dem Werk über
Berg- und Hüttenwesen
von Georgius Agricola





Aluminium Sehen wir die lautén Silbervögel am Himmel ihre Bahn ziehen, so denken wir wohl kaum daran, woher der Glanz ihrer Verkleidungen kommt. Mit Recht bezeichnet man Aluminium als „Metall der Luft“. Seine Leichtigkeit, seine geringe Masse – sie beträgt nur ein Drittel von der des Stahls – erweist sich für den Bau von Flugzeugen, Raketen und Raumflugkörpern als besonders günstig. Hinzu kommen noch andere vorteilhafte Eigenschaften: es rostet nicht, leitet den elektrischen Strom gut, ist leicht formbar und läßt sich walzen, schmieden, gießen und schweißen. Durch den Einfluß der Luft bildet sich an der Oberfläche eine dünne feste Oxidschicht (Verbindung des Metalls mit Sauerstoff), die es vor der Witterung schützt. Aus all diesen Gründen wurde das silberweiße Leichtmetall Aluminium zu einem der wichtigsten Werkstoffe unserer Zeit.

Von den zahlreichen Verwendungsmöglichkeiten des Aluminiums und seiner Legierungen wollen wir nur einige nennen. Bei Kraftfahrzeugen sind es Felgen, Motorblöcke und Kolben; bei Eisenbahnen und Schiffen Verkleidungen und Teile der Innenausstattung; im Bauwesen Wand- und Dachelemente; in der Elektrotechnik vor allem Kabel und im Haushalt die vielen unentbehrlichen Dinge vom Campingmöbel über den Kochtopf bis



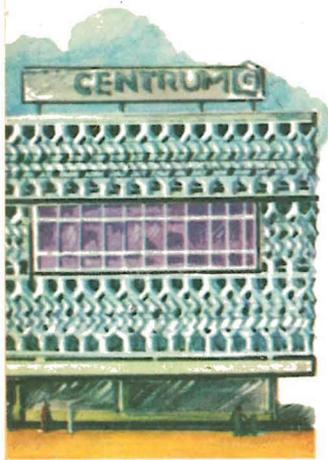
zur Verpackungsfolie. Silos, Öltanks und Kühlwagen erhalten eine wetterfeste Schutzschicht aus *Aluminiumbronze*, einer Mischung aus Aluminiumpulver und einem Bindemittel. Ihre Helligkeit wirft die Wärmestrahlen zurück und verhindert so eine zu starke Erwärmung.

Eine Reihe von Gegenständen, die früher aus inzwischen knapp gewordenen Metallen bestanden, lassen sich ebensogut oder noch besser aus dem pflegeleichten Aluminium fertigen. Doch es erfolgte nicht nur ein Austausch, sondern es wurden auch leichtere, einfachere und materialsparende Bauweisen möglich. Der *Leichtbau*, für den noch andere Werkstoffe, etwa Plaste, wichtig sind, erlaubt es, besser, billiger und schneller zu bauen.

Mitunter gilt es freilich, gewisse Nachteile auszugleichen. So beträgt die elektrische Leitfähigkeit des Aluminiums gegenüber der des → Kupfers nur 60 Prozent. Das bedingt etwas dickere Leitungen. Sie sind zwar immer noch leichter als Kupferleitungen, würden aber in Motoren zuviel Platz brauchen. Ferner ist Aluminium zwar leichter als Stahl, aber unlegiert nicht so hart und fest. Deshalb finden wir in Bauwerken oft beide kombiniert: Das Skelett besteht aus Stahl, die Verkleidung aus Aluminium. Außerdem gibt es einen Verbundwerkstoff, der aus Stahl und Aluminium besteht.

Um die Festigkeit und andere Eigenschaften zu verbessern, wird Aluminium mit anderen Elementen gemischt, legiert. Hierfür eignen sich vor allem Kupfer, Silizium, Magnesium, Mangan, Nickel und Zink.

Aluminium bildet nach Sauerstoff und Silizium das dritthäufigste Element der Erdkruste und somit das häufigste Metall. Doch es kommt nicht rein, gediegen vor; es ist mit



Sauerstoff, Silizium und anderen Elementen verbunden. Bei der Produktion muß es aus seinen Verbindungen gelöst werden. Das macht die Gewinnung schwierig; sie erfordert teure Anlagen und vor allem viel Elektroenergie. Für 1 Tonne Aluminium benötigt man 15 000 bis 20 000 Kilowattstunden – das ist dreimal soviel wie für Stahl und achtmal soviel wie für Plast.

Der günstigste Rohstoff für die Aluminiumgewinnung ist das tonerdehaltige *Bauxit*. 4 Tonnen Bauxit ergeben 2 Tonnen Tonerde, 2 Tonnen Tonerde 1 Tonne Aluminium.

Bedeutende Lagerstätten gibt es im karibischen Raum (Jamaika, Guyana, Surinam), in Guinea, Australien, Nord- und Südamerika, Frankreich, Norwegen, Jugoslawien, China und Ungarn. Die Sowjetunion verfügt gleichfalls über beträchtliche Vorkommen. In der Nähe von Woronesh wurde 1974 das größte Aluminiumwerk Europas in Betrieb genommen. Unsere Republik ist weitgehend auf Importe aus sozialistischen Ländern angewiesen. Sie werden im VEB Elektrochemisches Kombinat Bitterfeld und in einem neuen Werk in Lauta verarbeitet.

Nachdem es 1825 gelungen war, Aluminium in Pulverform zu gewinnen, vermochte der Chemiker Friedrich Wöhler zwei Jahre später, Aluminiumplättchen herzustellen. Er nannte das Produkt nach der verwendeten Hallischen Tonerde *Aluminit* (von lateinisch *alumen* = bitteres Tonerdesalz). Daraus entstand die heutige Bezeichnung. Aluminium war zunächst sehr teuer. Der Siegeszug dieses Metalls begann erst in den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts, als die Wege zur Herstellung erforscht waren und die Großkraftwerke billige Elektroenergie lieferten.





Alte Öllampe
mit Asbestdocht



Fingerlinge aus Asbest

Asbest Aufsehenerregende Experimente fanden 1785 in Stockholm statt: Man entzündete leichte Holzgebäude, die mit Hobelspänen gefüllt waren. Sie brannten aus, stürzten aber nicht zusammen. Das Geheimnis: Die Wandverkleidung bestand aus sogenannter steinerner Pappe, aus Asbestplatten, die die Konstruktion vor dem Feuer schützten.

Asbest ist ein faserförmiges Mineral. Die einzelnen weißen oder graugrünlischen Fasern sind unvorstellbar dünn: Ihr Durchmesser: 0,000 018 Millimeter!

Das Muttergestein, in dem Asbestadern oder -nester gefunden werden, ist Serpentin oder Hornblende. Es wird meist im Tagebau gewonnen. Bedeutende Abbaugelände gibt es in Kanada, Afrika, China und Italien. Über beträchtliche Vorräte verfügt auch die Sowjetunion: In einem berühmten Verarbeitungszentrum des Urals, bei Swerdlowsk, erhielt sogar eine Stadt den Namen Asbest. Im Gebiet von Orenburg begannen 1974 die Arbeiten für ein neues Asbest-Bergbau- und Aufbereitungskombinat. Dieser hochautomatisierte Betrieb ist eine Gemeinschaftsleistung der europäischen RGW-Länder.

Das Wort Asbest stammt aus dem Griechischen und bedeutet unverbrennbar. Die wichtigste Eigenschaft war also bereits in der Antike bekannt. Man benutzte Asbest als Docht für Öllampen und für Servietten, die zum Reinigen ins Feuer gelegt wurden. Seit dem 18. Jahrhundert stellte man aus Asbestgewebe eine Art Papier, Mützen, Handschuhe, Geldbörsen, feine Spitzen, Schnüre, Dochte und anderes her.

Asbest erlangte für viele technische Zwecke Bedeutung, denn er ist nicht nur unbrennbar, sondern auch säurefest und ein schlechter Leiter von Wärme und Elektrizität. Die biege-

samen Fasern eignen sich (in Verbindung mit Baumwolle und Flachs) wie Textilfasern zum Spinnen, Zwirnen und Weben.

Aus Asbest werden vorwiegend Gegenstände hergestellt, die gegen Hitze widerstandsfähig sein müssen, zum Beispiel Kupplungs- und Bremsbeläge für Kraftfahrzeuge, Untersetzer für Bügeleisen, Dichtungsschnüre für Ofentüren, Asbestschutzkleidung für Stahlschmelzer (die vor Strahlungshitze, Schlacken- und Metallspritzern schützt), Asbestfingerlinge für die Lampenherstellung; ferner gebraucht man Asbest in der Elektrotechnik als Isolierstoff, in der Wasserinstallation für Dichtungen und als Filterpapier.

Durch Mischen von Asbestfasern mit Zement, Wasser und anderen Zusätzen entsteht Asbestzement. Dieser Werkstoff ist wasserundurchlässig, frost- und hitzebeständig. Aus ihm werden Rohre für die Wasserwirtschaft sowie ebene und gewellte Platten gefertigt. Die wetterfesten Asbestzementplatten eignen sich als Dacheindeckung, Wand-, Balkon- und Fassadenverkleidung sowie als Feuerschutz.



Dach aus Asbestzement-Welltafeln

Beton Wir staunen heute kaum noch über Wohnhäuser mit zwei Dutzend Stockwerken, über die mächtigen Mauern der Talsperren, über die endlosen Bänder der Autobahnen und über Fernsehtürme, die bis in die Wolken ragen. Alle diese Bauwerke entstanden aus Beton, dem Hauptbaustoff unserer Zeit.

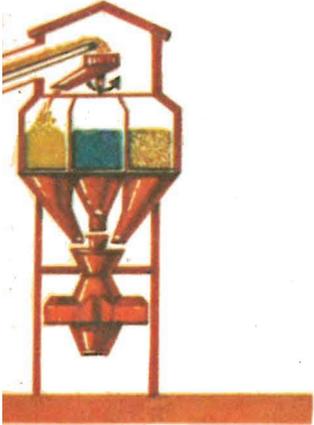
Beton stellt man durch Mischen von → Zement, Kies und Wasser her. Zement dient als Bindemittel; er wird durch das Anmachwasser zu Zementleim, der die kleinen und großen Kieskörner miteinander verkittet und die Zwischenräume ausfüllt. Das Mischen erfolgt



Betonmischmaschine



Mischerfahrzeug
mit drehbarem Behälter



Betonmischanlage
Das Förderband führt
von oben Sand, Kies und
Zement zu. Zum Beladen
fahren die Transportfahr-
zeuge unter den Mischer

in Mischmaschinen oder, bei kleinen Mengen, mit der Schaufel.

Bei geringem Wasserzusatz entsteht krümeliger, steifer Beton; gibt man mehr zu, wird er weich, plastisch oder flüssig. In jedem Fall aber braucht er bis zum Festwerden eine Form, eine Schalung aus Brettern oder Platten. Steifer Beton wird nach dem Einbringen durch Stampfen oder Rütteln verdichtet. Einige Stunden danach beginnt der Beton zu erstarren und sodann zu erhärten. Dieser Prozeß ist nach 28 Tagen abgeschlossen. Nun trägt sich der Beton selbst; er kann Lasten aufnehmen.

Die Eigenschaften des Betons kennt wohl jeder: seine Härte, seine Wetterbeständigkeit, seine gute Formbarkeit. Und außerdem: Er brennt nicht, fault nicht, rostet nicht und gibt Insekten kein Quartier. Verschiedene Zusatzmittel machen ihn wasserdicht, schützen während des Erhärtens vor Frost, beschleunigen oder verzögern die physikalischen und chemischen Vorgänge, die zu seiner Festigkeit führen.

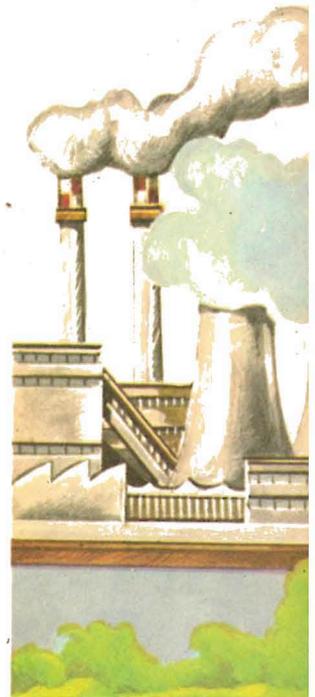
Beton kann leicht oder schwer sein. *Leichtbeton* entsteht durch Zugabe von porösen Zuschlagstoffen wie Schlacke, Natur- und Hüttenbims. Man fertigt aus ihm Trennwände, Wandplatten sowie Hohlblock- und Deckensteine. *Schwerbeton* enthält an Zuschlagstoffen neben Kies und Sand auch Splitt, Schotter und Hochofenschlacke. Diese besonders dichte, feste und wetterbeständige Betonart eignet sich für den Hoch-, Tief- und Wasserbau. Man verwendet sie für Fundamente, Pfeiler, Stützmauern, Dachsparren, Dachsteine, Bordsteine, Fußbodenplatten, Wandplatten, Treppenstufen, Brunnenringe und Rohre.

Wir nannten Beton den Hauptbaustoff unse-

rer Zeit. Doch er hätte es nicht werden können ohne seinen eisernen Bruder, den → Stahl. Die Einlagen im *Stahlbeton*, Bewehrung genannt, bestehen meist aus runden Stahlstäben, die beim Zusammenbau durch Draht oder Schweißen miteinander verbunden werden. Ihre Anzahl, Abmessung, Form und Lage sind genau berechnet. Stahl und Beton ergänzen sich vorteilhaft. Die hohe Druckfestigkeit des Betons verbindet sich mit der hohen Zugfestigkeit des Stahls. Der Beton haftet fest am Stahl und verhindert bei völliger Umhüllung das Rosten.

Stahlbeton ist außerordentlich feuerbeständig und widerstandsfähig gegenüber Erschütterungen. Er kann gewaltige Lasten aufnehmen, wodurch er sich für Industrieanlagen, Schornsteine, Kühl- und Fernsehtürme, Silos, Brücken, Straßen, Tunnel, Talsperrren und ähnliches eignet. Ferner entstehen daraus Dach- und Deckenplatten, Fenster, Pfähle, Masten und anderes mehr. Eine besondere Art des Stahlbetons ist der *Spannbeton*. Bevor man den Beton einbringt, werden die Stahleinlagen – Stäbe, Drähte, Seile – gespannt. Dadurch sind die Bauteile höher belastbar. Man setzt sie als Deckenelemente, Druckrohre, Maste, Eisenbahnschwellen und als weitgespannte Konstruktionen ein, zum Beispiel bei Brücken.

Teile und Bauten aus Beton im heutigen Sinne gibt es erst seit dem vorigen Jahrhun-



Rechte Seite:
Mittelalterlicher Bau-
platz. Die Lasten hebt
ein Kran mit Tretrad

dert, obgleich man schon im Altertum verstand, wasserfesten Mörtel herzustellen. Die Entwicklung ist zwangsläufig eng mit der Produktion von → Zement verknüpft. Das Wort Beton in seiner jetzigen Bedeutung setzte sich erst nach der Einführung des Stahlbetons durch; es entstand aus dem lateinischen Wort bitumen = Erdpech, Asphalt.

Als Erfinder des Stahlbetons (früher Eisenbeton genannt) gilt der französische Gärtner Joseph Monier. Da seine hölzernen Blumenkübel nicht lange hielten, fertigte er sie aus Zementmörtel mit Drahteinlage. Darauf erhielt er 1867 ein Patent. Monier nutzte später seine Erfahrungen für andere Zwecke, für Brückenkonstruktionen, Rohre, Behälter, Platten, Treppen, Balken und vieles andere.

Es erwies sich, daß die Ummantelung mit Beton den Stahl vor Rost schützte und daß die Erzeugnisse außerordentlich widerstandsfähig waren. Am Anfang gab es noch keine wissenschaftlichen Berechnungen, und es waren viele Vorurteile und Schwierigkeiten zu überwinden. Bis zur Jahrhundertwende stand der Bau von großen Behältern für Brauereien, Zuckerfabriken und chemische Werke im Vordergrund. Erst in den zwanziger Jahren setzte sich der Stahlbeton allgemein durch.

Der Beton ermöglichte die größte Umwälzung im Bauwesen. Jahrtausendelang türmte der Mensch am Bauplatz Stein auf Stein. Heute gibt es Häuserfabriken zur Produktion von Betonfertigteilen, die, nach dem Transport zur Baustelle, mit Hilfe von Kranen montiert werden. Buchstäblich über Nacht wachsen neue Wohnblocks und andere Bauten aus dem Boden.





Umleitung

Blei Mit dem Bleistift, dessen Mine aus Graphit besteht, hat das Blei insofern doch etwas zu tun, als man früher zum Zeichnen und Linienziehen Scheiben und Stifte aus Blei benutzte. Sehen wir von Wasserleitungen in alten Häusern ab, so stoßen wir im Alltag kaum noch auf dieses Metall. Für manche technischen Zwecke dagegen ist es nach wie vor unentbehrlich.

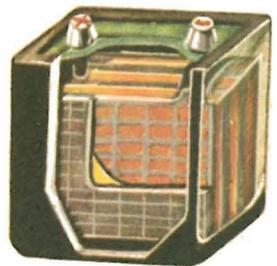
Blei, das weichste aller Schwermetalle, ist bläulichweiß; bearbeitete Flächen glänzen silbrig, überziehen sich aber durch den Einfluß der Luft bald mit einer mattgrauen Schicht. Die Natur bietet kein reines Blei. In den Bleierzten – das wichtigste und häufigste heißt *Bleiglanz (Galenit)* – können unter anderem Zink, Zinn, Kupfer, Silber, Gold und Antimon enthalten sein. Bedeutende Vorkommen befinden sich vor allem in der Sowjetunion, in den USA, in Mexiko, Australien, China, Peru und Kanada. Einen Teil des Eigenbedarfs können wir durch Lagerstätten im Erzgebirge decken.

Für die meisten Zwecke ist reines Blei zu weich; es wird deshalb mit anderen Metallen gemischt, vor allem mit Antimon und Zinn. Auf diese Weise entstehen Blei-Antimon-Legierungen (Hartblei) und Blei-Antimon-Zinn-Legierungen. Blei und seine Legierungen sind gegenüber der Witterung sehr widerstandsfähig, also korrosionsbeständig. Sie schützen vor Röntgen- und radioaktiven Strahlen und werden von den meisten Säuren nicht angegriffen. Sie eignen sich für die Herstellung von Akkumulatoren (Batterien), wofür mehr als ein Viertel des gesamten Aufkommens verbraucht wird, für Kabelummantelungen, als Strahlenschutzmittel und zum Auskleiden von Behältern in der chemischen Industrie. Ferner benötigt man

Linke Seite:
Moderner Bauplatz. Der Drehkran bringt die Fertigbauteile an Ort und Stelle. Bald werden die runden Stahlstäbe der Brückenpfeiler in Beton eingebettet sein



Fenster
mit Bleiverglasung



Bleiplatten –
Bestandteile der Akku-
mulatoren für Kraft-
fahrzeuge



Pistole aus dem 18. Jh.



Moderne Bleimunition für das Luftgewehr und die Schrotflinte



Mittelalterliche Buchdruckerwerkstatt



Lettern – gegossene Druckbuchstaben aus einer Bleilegierung



diesen Werkstoff in der Druckerei zum Gießen von Schrifttypen, in Verbindung mit → Zinn als Zinnlot zum Löten, zum Bau von Lagern für Maschinen und Motoren, als Schrot und für Geschoskerne, als Zusatz bei der Glasherstellung (Bleikristall) und schließlich für Anstrichstoffe (Bleiweiß, Mennige). Da Blei stark giftig ist, läßt es sich für die Nahrungsmittelindustrie nicht verwenden.

Die industrielle Nutzung dieses Metalls begann im 18. Jahrhundert, jedoch haben bereits die alten Völker in Babylonien, Ägypten, Indien, Griechenland und im Römerreich mit ihm gearbeitet. In den griechischen und römischen Bergwerken waren oft mehrere tausend Menschen beschäftigt, vor allem Sklaven und Sträflinge. Die Römer bauten aus Bleirohren Wasserleitungen. Für den berühmten Leuchtturm von Pharos vor Alexandria goß man die Fugen der Steinquader mit Blei aus. In anderen Bauten wurden die Metallanker für die Steine in Blei eingesetzt. Nach der Einführung der Feuerwaffen nutzte man das leicht gießbare Metall zum Anfertigen von Geschossen. In kostbaren Glasfenstern dienten Bleiruten zum Halten der Einzelstücke (→ Glas). Seit der Erfindung der Buchdruckerkunst im 15. Jahrhundert verwandelte sich das fügsame Blei auch in Schrifttypen. Die beweglichen Buchstaben, die Lettern, wurden für die Vervielfältigung der Druckerzeugnisse so wichtig, daß ein kluger Mann sagen konnte: „Mehr als das Gold hat das Blei in der Welt verändert. Und mehr als das Blei in der Flinte das im Setzkasten.“

Chrom Das neue Fahrrad blitzt und funkelt. Diesen Glanz verdankt es nicht zuletzt den verchromten Teilen, dem Lenker, den Tretkurbeln, den Speichen und Naben. Das seit 1797 bekannte Chrom zählt, wie Blei, Kupfer, Nickel, Zinn und andere, zu den Schwermetallen. Es glänzt silberweiß, ist sehr hart und widersteht den Einflüssen von Luft und Wasser. Chrom kommt in der Natur nur in Verbindung mit anderen Metallen und mit Sauerstoff vor. Die wichtigsten Chromerze heißen *Chromit* und *Rotbleierz*. Bedeutende Vorkommen gibt es unter anderem in der Sowjetunion, in Bulgarien, Brasilien, der Türkei, in Griechenland, Jugoslawien, Afrika und Indien.

Ein Verwendungszweck des Chroms wurde schon genannt: Da es nichtrostend, temperaturbeständig und sehr hart ist, eignet es sich bestens als *Überzug für Stahlteile*. Das gilt nicht nur für das Fahrrad. Verchromte Gegenstände finden wir auch an Kraftfahrzeugen, an den Mischbatterien der Wasserleitung, bei Boots- und Schiffsbeschlägen und an anderen Dingen, die der Feuchtigkeit ausgesetzt sind – und die zugleich schön aussehen sollen. Widerstandsfähigkeit und Glanz bilden so eine günstige Einheit. (Das Wort Chrom wurde aus dem Griechischen übernommen, dort bedeutete *chroma* ursprünglich Farbe.)

Sollen die Gegenstände einen ganz besonderen Glanz erhalten, werden sie vor dem Verchromen mit → Nickel überzogen. Von *Hartverchromen* spricht man dann, wenn zur Verringerung der Abnutzung eine Chromschicht aufgebracht wird. Das ist vor allem bei Meßzeugen, Maschinenwellen und Kugellagern wichtig. Dieses Überziehen von Metallen, wie Verchromen und Vernickeln,





Kugellager mit verchromten Stahlkugeln

bezeichnet man als *Galvanisieren*. In einer Flüssigkeit, dem Galvanisierbad, wird mit Hilfe des elektrischen Stroms (elektrolytisch) das gelöste Überzugsmetall am eingetauchten Gegenstand abgeschieden.

Eine noch größere Rolle spielt das Chrom als *Legierungsmetall*. Es wird vor allem mit → Stahl, aber auch mit anderen Metallen zusammengeschmolzen, um ihre Eigenschaften zu verbessern. Chromstahl, die Legierung von Chrom und Stahl, ist bei einem Anteil von 12 Prozent Chrom nicht nur besonders hart, sondern auch rostfrei. Für außerordentlich beanspruchte Bauteile, so in Atomreaktoren und Strahltriebwerken, verwendet man *Chromnickelstahl*, der 18 Prozent Chrom und 8 Prozent Nickel enthält. Als Material für harte Schneideteile an Werkzeugen dienen *Schneidmetalle*, etwa eine Legierung von Chrom, Kobalt und Wolfram. Aus Chromverbindungen lassen sich auch, etwa für die Porzellanmalerei, *Farbstoffe* gewinnen. Sie leuchten in Gelb, Orange, Rot, Schwarz und Grün.

Gips Zum Herstellen von Gipsbrei streut man das weiße Pulver in einen Becher mit Wasser. Je nach Mischung entsteht eine flüssige bis teigartige Masse, die bald darauf erstarrt. Mit Gipsbrei können wir Dübel befestigen oder Risse und Löcher im Putz schließen. Das sind jedoch nur zwei Möglichkeiten von vielen, denn Gips eignet sich für zahlreiche technische und künstlerische Zwecke.

Gips entsteht aus Gipsstein, der weltweit verbreitet ist und der in unserer Republik vor allem am Harzrand und im Thüringer Wald abgebaut wird. Die Gewinnung erfolgt meist im Tagebau. Nach dem Zerkleinern entzieht



man dem Gipsstein mit Hilfe verschiedener Brenntemperaturen ganz oder teilweise das Kristallwasser (chemisch gebundenes Wasser). Später, beim Anrühren, kehrt sich der Vorgang gleichsam um: Der Gips erhärtet durch die Wasseraufnahme.

Je nach Herstellungsart und Verwendungszweck unterscheidet man Stuckgips, Putzgips, Modellgips, Estrichgips, Marmorgips und andere. Gips ist mit einfachen Mitteln leicht zu formen. Bauteile und Gegenstände aus diesem Material können infolge seines raschen Erstarrens zügig und rationell gefertigt werden. Die glatten Oberflächen benötigen meist keine weitere Bearbeitung. Andererseits sind Gipszeugnisse empfindlich gegenüber Feuchtigkeit. Sie bleiben deshalb Innenräumen vorbehalten.

Im Bauwesen kommt den Gipsplatten besondere Bedeutung zu. Sie dienen, da sie schall- und wärmedämmend sind, zur Verkleidung von Decken und als Trennwände. Durch seine gute Formbarkeit eignet sich Gips auch für zahlreiche Schmucktechniken. In alten – und neuen – kunstvollen Bauwerken können wir die meisterhaften Arbeiten der Stukkateure bestaunen, die Säulen, Wände und Decken mit prachtvollen Ornamenten geschmückt haben. Die Wirkung wird oft noch durch farbig abgesetzte Flächen oder Vergoldung gesteigert.

In der Bildhauerkunst dient Gips zum Herstellen von Abgüssen. Die Nachbildung wirkt originalgetreu; sie ist oft das einzige Mittel zum genaueren Kennenlernen von Kunstwerken, die irgendwo auf der Welt streng behütet werden.

Der Gebrauch von Gips läßt sich bis ins Altertum zurückverfolgen. Im alten Ägypten waren bereits Gipsmasken (Toten- und Lebendmas-



Schmuckelement
(Rosette) aus Gips



Gipsabguß einer altägyptischen Figur, die Thot, den Gott der Weisheit, darstellt

ken) bekannt. Zum Bau der Cheopspyramide verwendete man Gipsmörtel, dem Kalk und Quarz beigemischt waren. Für die damaligen Wandmalereien versahen die Künstler den Untergrund mit einer Gipsschicht, den sogenannten Gipsgrund. Auch die Griechen und Römer schufen aus Gips kunstvolle Werke. – Auf andere Weise kunstvoll und nützlich ist der Gipsverband bei Knochenbrüchen. Ein arabischer Arzt empfahl ihn schon im 10. Jahrhundert. Sein Verband blieb bis heute „modern“.



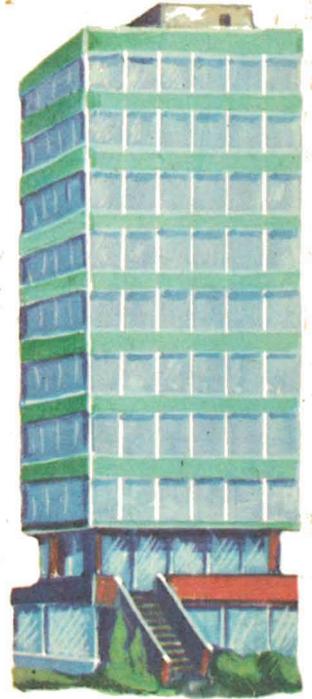
Glas Als die Schildbürger ins neue Rathaus einzogen, erschrakten sie mächtig. Es war darin, so wird erzählt, derart stockfinster, daß einer den andern kaum noch hören konnte. Kein Wunder, denn sie hatten die Fenster vergessen! Da half es auch nichts, als sie versuchten, den lieben hellen Tag in Säcken hineinzutragen.

Freilich gab es Glas schon lange vor diesem Schildbürgerstreich aus dem 16. Jahrhundert; so weit verbreitet und vielseitig brauchbar wie heute war es damals jedoch nicht. Ja, selbst in unserer Zeit nimmt Glas noch eine Sonderstellung ein, denn es gibt nur sehr wenige Werkstoffe, die lichtdurchlässig, die durchsichtig sind. Außerdem hat Glas noch eine Reihe anderer willkommener Eigenschaften: es rostet nicht, ist unbrennbar, beständig gegenüber Feuchtigkeit, leicht zu säubern und hygienisch. Trotz seiner Härte bricht es bei falscher Behandlung jedoch leicht entzwei, denn es ist spröde, verträgt

keine Stöße und Spannungen. Auch scharfer Temperaturwechsel führt zum Bruch.

Im Haushalt, in der Kunst, in Wissenschaft und Technik verwenden wir hauptsächlich drei Arten: Tafelglas, Hohlglas und optisches Glas. *Tafelglas* besteht aus gleichmäßig dicken Scheiben. Wir benötigen es vor allem für die Fenster der Wohnungen, Geschäfte und Werkhallen. Die verglasten Flächen sind heute viel größer als früher; oft werden wandgroße Elemente eingesetzt oder riesige Fassaden verkleidet. Deshalb zählt Glas, neben → Beton und → Stahl, zu den wichtigsten Werkstoffen im Bauwesen. Sollen uns die nur wenige Millimeter dicken Scheiben gut vor Kälte, Wärme und Lärm schützen, reichen einfache Fenster oft nicht aus. Deshalb baut man Doppelfenster ein oder ordnet zwei und mehr Scheiben mit Zwischenräumen hintereinander an. Eine besondere Eigenschaft zeichnet das Bauglas „Theraflex“ aus: Es besteht aus zwei Scheiben und einer dünnen Metallschicht, wodurch zwar die Lichtstrahlen, nicht aber die häufig unerwünschten Wärmestrahlen eindringen.

Sehr sorgfältig geschliffene und polierte Tafeln, etwa für Schaufenster oder Möbel, nennt man *Spiegelglas*. Es ist so klar und farblos, daß wir die Scheibe mitunter erst bemerken, wenn wir gegenstoßen. Auch Spiegel bestehen aus poliertem Tafelglas. Ihre Rückseite bedeckt eine Silberschicht mit schützendem Lacküberzug. Die Silberschicht wirft das Licht zurück. Durch diese Spiegelung (Reflexion) entsteht das Abbild. Auf diese Weise können wir sogar hinter uns blicken, was zum Beispiel beim Autofahren unerlässlich ist. Zerrspiegel haben gebogene oder gewellte Flächen – ein Jahrmarktsspaß, bei dem wir eine lustige Figur abgeben. Für





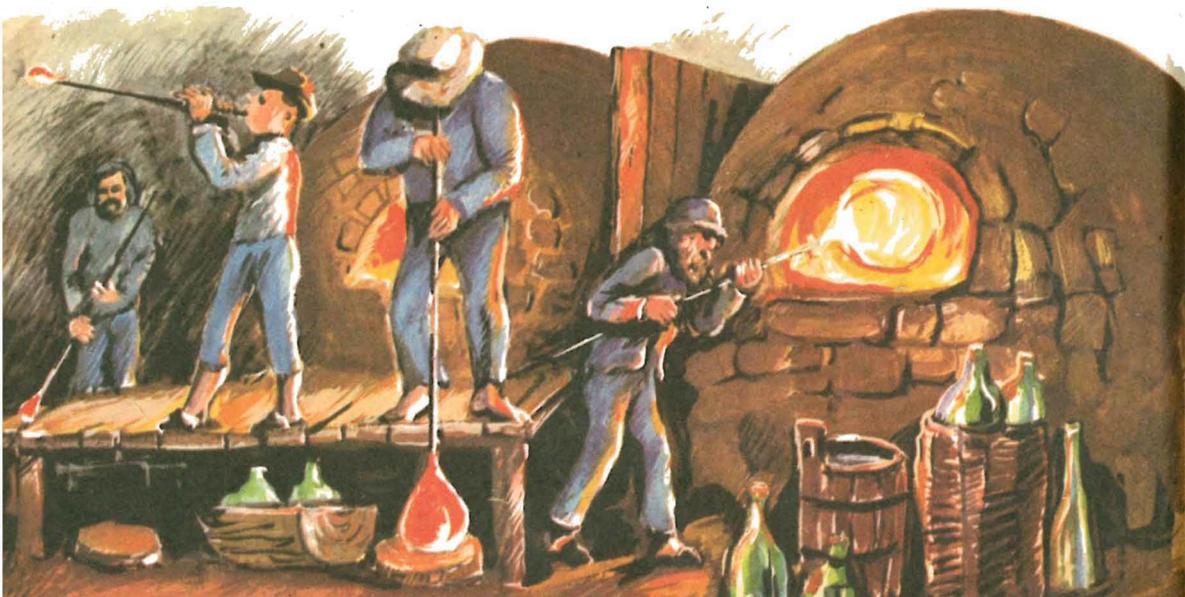
Fahrzeuge gibt es *Sicherheitsglas*, das bei Bruch in unscharfe Splitter zerfällt.

Manchmal ist nur die Lichtdurchlässigkeit, nicht aber die Durchsichtigkeit erwünscht. Deshalb wird das Glas gefärbt oder aufgeraut (Milchglas, Mattglas). Ferner verwendet man beim Bauen Drahtglas (mit Drahteinlage), Glasbausteine, Glasdachziegel, Glasfliesen, Glaswatte und Schaumglas.

Hohlgläser umschließen einen Hohlraum. Dazu zählen Flaschen, Becher, Konservengläser, Trinkgläser, Vasen, Glühlampen, technische Apparate und anderes mehr. Sie wurden früher vom Glasbläser angefertigt. Er tauchte die Glasmacherpfeife, ein längeres Metallrohr, in die zähflüssige Glasmasse, nahm einen Teil heraus und gab ihm durch Wälzen, Drehen und Blasen das gewünschte Aussehen. Das konnte auch mit Hilfe von Formen aus Ton oder Metall geschehen, in die die Masse hineingeblasen wurde. In unserer Zeit stellt man Hohlglas weitgehend teil- oder vollautomatisch her. Die Glasmasse wird in Formen gesaugt oder gepreßt und durch Preßluft oder andere Verfahren geformt. Eine automatische Flaschenblasma-

Glasbläser

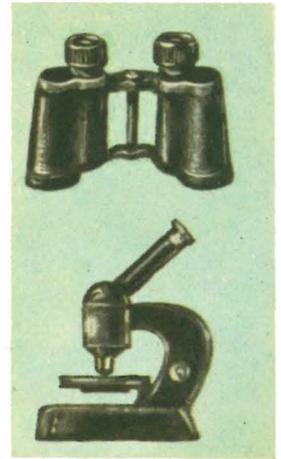
aus dem 19. Jh.



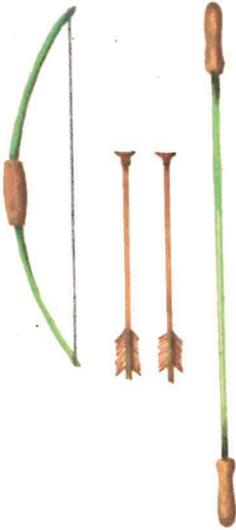
schine produziert in einer Stunde 60 000 Bierflaschen!

Viel höheren Ansprüchen als dieses Haushalts- und Verpackungsglas muß das *optische Glas* genügen. Es bedingt äußerst reine Rohstoffe und präzise Fertigungs- und Prüfverfahren. Ohne diese Exaktheit würden wir durch eine Brille vielleicht noch schlechter sehen oder mit dem Mikroskop etwas entdecken, das es gar nicht gibt. Glas hat also auch die erstaunliche Eigenschaft, Sehfehler auszugleichen, die Augen vor schädlichen Strahlen zu schützen und die Größe und Schärfe der Dinge für unsere Zwecke zu verändern. Umwälzende Entdeckungen wären ohne feinmechanisch-optische Geräte nicht möglich gewesen, denken wir nur an Galileo Galilei, der erstmals (1610) das Fernrohr für astronomische Beobachtungen benutzte und mit ihm die Jupitermonde entdeckte. Werkzeuge und Maschinen haben die Kraft der Muskeln vertausendfacht – das Glas aber verlieh dem Auge die Fähigkeit, das „Unsichtbare“ zu erkennen. Es gibt Glaskörper von gewaltigem Ausmaß, zum Beispiel der Spiegel eines Teleskops im Kaukasus. Er hat eine Masse von 42 Tonnen, sein Durchmesser beträgt 6,10 Meter.

Aus Glas lassen sich nicht nur Präzisionsinstrumente und riesige Apparate bauen, sondern auch allerfeinste Fäden spinnen. Sollen sie zu *Glasseide* verwebt werden, dreht man aus rund 400 Fasern den Webfaden. Die Fasern sind so dünn, daß erst 200 nebeneinanderliegende 1 Millimeter ergeben! Es geht, wenn nötig, sogar noch dünner: Es gibt Glasfasern, deren Durchmesser ein fünfzigtausendstel Millimeter beträgt! Glasfasern sind enorm zugfest. Deshalb eignen sie sich zum Verstärken von Plasterzeugnissen. (Wir



Technisches
und optisches Glas



Glasfaserverstärkte Plaste entstehen, ebenso wie Stahlbeton, aus der Verbindung von zwei Werkstoffen. Ihre unterschiedlichen Eigenschaften ergänzen sich vorteilhaft. Anwendungen: Boote, Bogen, Turnstäbe u. a.



Lichtleitkabel leiten das Licht für Untersuchungen sogar in unseren Körper

können uns das etwa so vorstellen, wie es bei → Beton durch die eingebettete Stahlbewehrung geschieht.) Aus *glasfaserverstärkten Plasten* entstehen zum Beispiel Hochdruckbehälter, Wellplatten, Boote, Schutzhelme, Fahrzeugteile und Sportgeräte.

Den Glasfasern verdanken wir auch die *Glasfaseroptik*. Kabel aus Glasfasern können nämlich Bilder übertragen. Werden sie in den Körper eingeführt, vermag sich der Arzt „ein Bild“ von unseren inneren Organen zu machen.

Der größte Betrieb für Spezialglas in unserer Republik ist das weltbekannte volkseigene Jenaer Glaswerk. In ihm werden über 25 000 verschiedene Artikel produziert!

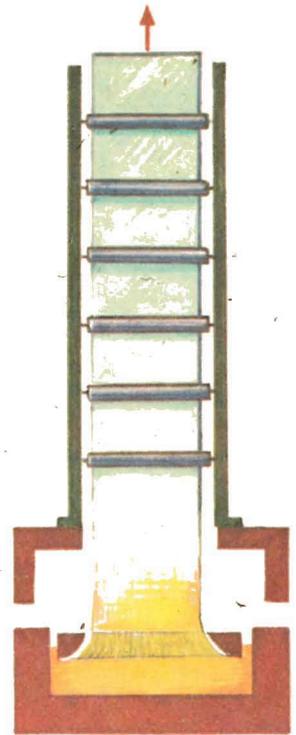
Wir wissen nicht, wer das Glas, den ältesten künstlich erzeugten Werkstoff, erfunden hat.

Die ersten Glastropfen sind wahrscheinlich zufällig bei anderen Arbeiten mit Feuer entstanden. Gewiß ist, daß es Glasschmuck und kleinere Glasgefäße bereits einige Jahrtausende vor unserer Zeitrechnung in Ägypten gab. Trotzdem, die Menschen mußten noch ziemlich lange ohne Glas im Dunkeln tappen. Die Fensteröffnungen waren klein und wurden bei schlechtem Wetter dicht verschlossen, sofern man sich nicht mit Häuten, Hornplatten oder – das konnten nur die Eskimos – mit Scheiben aus Eis behelf. Vereinzelt gab es zwar am Beginn unserer Zeitrechnung bei den Römern schon kleine durchscheinende Glasfenster, jedoch galt es noch im 15. Jahrhundert als etwas Besonderes, daß in Wien zahlreiche Häuser mit Scheiben versehen waren. Glasgeschirr dagegen wurde früher und rascher gebräuchlich, denn Hohlglas ließ sich nach Erfindung der Glasmacherpfeife (etwa zu Beginn unserer Zeitrechnung) leichter herstellen.

Das Wort Glas bezeichnete früher den Bernstein, der als Schmuck diente. Als die ähnlich aussehenden Perlen aus Glas eingeführt wurden, erhielten sie denselben Namen.

An Rohstoffen für die *Glasproduktion* besteht kein Mangel. Die Weltproduktion steigt rasch, obwohl es inzwischen möglich ist, zahlreiche Artikel aus durchsichtigen Plasten herzustellen. Glas entsteht durch das Zusammenschmelzen von Sand, Kalk, Soda und verschiedenen Zusätzen. Auch Glasbruch wird gebraucht – deshalb sammeln wir alte Flaschen! Das Gemenge schmilzt man bei hohen Temperaturen. Die Maschine walzt es zu einem endlosen Band, das nach dem Abkühlen entsprechend den gewünschten Größen automatisch in Stücke geschnitten wird.

Glas ist nicht nur nützlich, sondern auch wunderbar: Fällt das Licht auf schöne Formen und Farben, empfinden wir den Zauber, den bunte Fenster, funkelnde Gläser und glitzernder Schmuck ausüben. Nichts sonst, Edelsteine ausgenommen, reflektiert das Licht so prächtig. (Kostbare Schätze können wir im Museum für Glaskunst in Lauscha betrachten.) Kunstvolles Glas galt schon immer als wertvoll. Für die Färbung kann das Gemenge bestimmte Zusätze erhalten, oder es werden, wie bei einer Murmel, verschiedenfarbige Massen miteinander verschmolzen. Die Oberflächen fertiger Gegenstände lassen sich auch durch Schleifen, Bemalen, Vergolden oder Einbrennen von Farben schmücken. Auf diese Weise entstehen *Kunstgläser*. Sie wären jedoch für den täglichen Gebrauch zu kostbar – „Glück und Glas, wie leicht bricht das!“ –, deshalb benutzen wir hauptsächlich maschinell gepreßtes Gebrauchsglas.



Maschinelles Ziehen von Tafelglas. Die Glasmasse wird in einem Kühlturm durch Walzen bandartig nach oben gezogen. Am Ende schneidet man die Tafeln in der gewünschten Länge ab





Pokal aus geschliffenem
Kristallglas (17. Jh.)

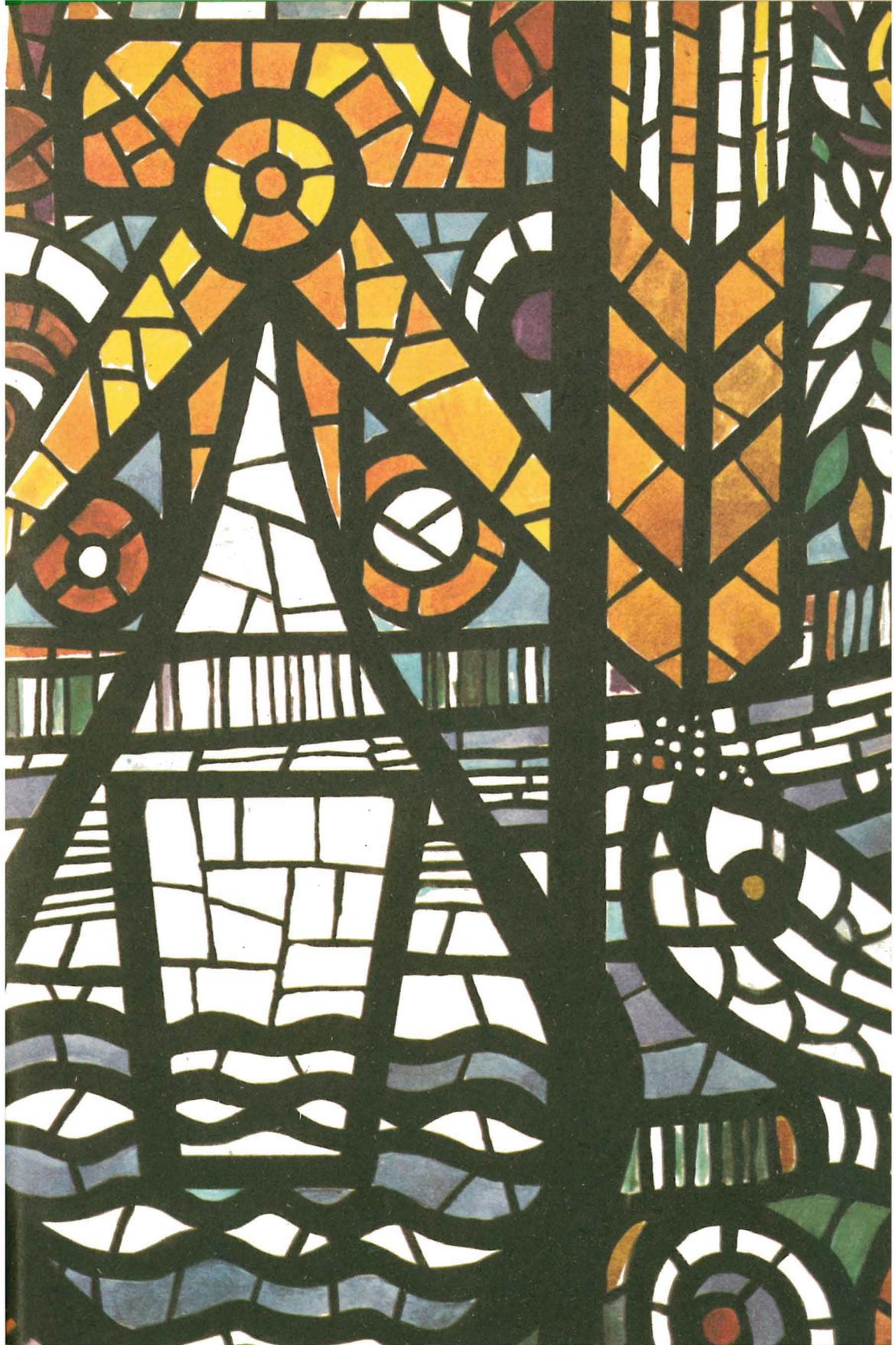
Reizvoll ist das Farbenspiel bunter Glasfenster. Bei der *Glasmalerei* werden die Bilder mit Schmelzfarben aufgetragen und eingebrannt. Außerdem gibt es mosaikartig zusammengesetzte Fenster, bei denen die bunten Stücke in Bleiruten stecken. Die Bleifassung hält die Teile zusammen und bildet zugleich die Hauptumrisse im Bild. Die Glasmalerei entstand vor über 1000 Jahren. Zeugnisse dieser Kunst können wir in alten Kirchen, Rathäusern und Gaststätten sehen. Und nicht nur das: Auch die Künstler unserer Zeit zaubern das unvergleichliche Farbenspiel des Lichts in anspruchsvolle Bauwerke.

Gold Am Anfang aller Metallbearbeitung, so lehrt die Geschichte, stand das Gold. Dieses weiche Edelmetall ließ sich auch ohne perfekte Werkzeuge gut formen. Das mag ein Grund für seinen frühen Gebrauch gewesen sein, der andere klingt ebenso überzeugend – es ist der einmalige Glanz.

Reines Gold vermag man mit dem Fingernagel zu ritzen, und man kann es so dehnen, daß aus 1 Gramm ein 3 Kilometer langer Draht entsteht. Man kann es so dünn walzen oder schlagen, daß sich eine Folie von 0,00014 Millimetern Dicke bildet, das *Blattgold*.

Zur Formbarkeit, zum Glanz, zur Beständigkeit kommt die Seltenheit. Nach Schätzungen wurden bisher von der Menschheit nicht mehr als 50 000 Tonnen Gold gefunden. Formte man daraus einen Würfel, so hätte er rund 14 Meter Kantenlänge. All das erklärt, weshalb in Sagen und Märchen so oft von goldenen Schätzen erzählt wird, und es erklärt auch die schrecklichen Taten habgieriger Menschen, die durch Betrug, Diebstahl,

Rechte Seite:
Glas-Beton-Fenster
von R. Wilhelm in der
Ingenieurschule
für Wasserwirtschaft,
Magdeburg





Oben: Schätze aus Gold und Silber gibt es in vielen Märchen und Sagen. Tatsächlich wird manchmal noch ein Schatz gefunden: Vor über einhundert Jahren spülten die Wellen am Strand von Hiddensee mehrere Schmuckstücke aus Gold frei. Sie stammen aus dem 10. Jh. Unten: einer der kreuzförmigen Anhänger



Plünderung und Mord nach seinem Besitz trachteten.

Reines Gold ist, wie gesagt, sehr weich. Andersfarbig und vor allem härter wird es durch Mischen mit anderen Metallen. Silberzusatz macht das Gold blasser; es entsteht *Blaßgold*. Die Beigabe von Kupfer erzeugt orangefarbiges bis rötliches Gold, *Rotgold*. Kommt zum Silber noch Kadmium hinzu, färbt sich das Gold grüngelb; man nennt es *Grüngold*.

Um den Goldgehalt (Feingehalt) einer Legierung erkennen zu können, gibt man ihn seit 1884 in Tausendteilen an: Der Stempel 500, der im Trauring eingepreßt sein kann, besagt, daß eine Hälfte aus reinem Gold, die andere aus anderem Metall besteht. Für Schmuckwaren beträgt der Goldgehalt meist 585. Weitere Legierungsverhältnisse sind 900, 750 und 333.

Legiertes Gold – in erster Linie kommen Silber und Kupfer in Betracht – verarbeitet man zu Schmuck- und Kunstgegenständen, zu speziellen Kontakten in der Elektrotechnik, zu Laborgeräten, zu feinmechanisch-optischen Geräteteilen und zu Zahnersatz. Die Spinndüsen für Chemiefasern bestehen aus einer Gold-Platin-Legierung. Goldmünzen, Münzgold, enthalten meist Zusätze von Silber, Nickel oder Kupfer. Manche Gebäudeteile, Plastiken und Gebrauchsgegenstände (Schreibgeräte, Uhren, Bilderrahmen, Schmuck) sind mit einer dünnen Goldschicht belegt. Sie dient als Schmuck und Schutz. Gold wird in reiner Form und in Verbindung mit anderen Elementen gefunden. Aus Flußablagerungen gewinnt man die Goldkörner durch Auswaschen. Im Gestein der Erdkruste gibt es Goldadern, die ziemlich unregelmäßig verlaufen und oft in großer Tiefe (in Südafrika

bis zu 3000 Meter) oder im ewigen Frostboden (wie in der Jakutischen ASSR) freigelegt werden müssen. Außer der Sowjetunion verfügen über ergiebige Vorkommen Südafrika, die USA, Australien, Ghana, China und Vorderindien.

Funde aus alten Gräbern beweisen, daß die Menschen schon vor mehr als 5000 Jahren das Gold meisterhaft zu formen wußten. Sie nutzten es für Waffen, Werkzeuge, Gefäße, Spiegel und Schmuck. Sie vermochten es zu gießen, zu treiben und zu verzieren, ja, sie konnten sogar Gegenstände mit einer dünnen Goldschicht überziehen. Besonders aufschlußreich war das unversehrt aufgefundene Grab des ägyptischen Herrschers Tut-ench-Amun (um 1350 v. u. Z.), das 1922 bei Luxor freigelegt wurde. Der über 100 Kilogramm schwere, aus 2,5 bis 3,5 Millimeter dicken Wänden bestehende Sarg war aus purem Gold gefertigt. Die Maske, die Kopf und Schultern bedeckte, bestand gleichfalls aus Gold, verziert mit vielfarbigen Glaseinlagen. Finger und Zehen waren von goldenen Hülsen umhüllt. Hier diente Gold, wie so oft, zur Repräsentation.

Nicht selten in der Geschichte wurde versucht, die Menschen mit Hilfe des Goldes zu blenden oder zu beherrschen. Wir aber wissen, daß wir unseren Reichtum, den persönlichen wie den gesellschaftlichen, nicht dem Gold, sondern der Arbeit verdanken.

Gummi „Weinende Bäume“ nannten die Indianer des Amazonasgebiets jene Pflanzen, aus denen milchiger Saft tropft, wenn ihre Rinde verletzt wird. Die gummiartige Flüssigkeit, die durch Trocknen gerinnt, eignete sich für Bälle, Gefäße, Fackeln und zum Abdich-



Vor rund 3500 Jahren entstand die Goldmaske Tut-ench-Amuns. Sie bedeckte den Kopf und die Schultern dieses altägyptischen Königs in dessen Grab. In das Gold sind kostbare Steine und vielfarbige Glasstücke eingelegt



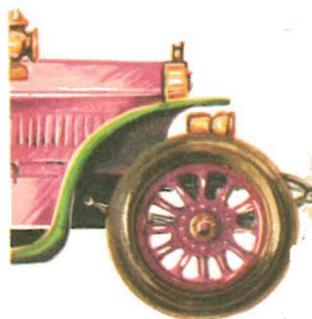
ten der Boote. Wir bezeichnen diesen Milchsaft, den Latex, als *Naturkautschuk* – im Unterschied zum *Synthesekautschuk*, der erst Jahrhunderte später hergestellt werden konnte.

Den Latex produzieren die brasilianischen Kautschukbäume, von denen es über 20 Arten gibt. Sie blieben bis heute die wichtigsten Lieferanten, obgleich inzwischen mehr als 500 andere geeignete tropische und nicht-tropische Pflanzen entdeckt wurden. Bis zu Beginn unseres Jahrhunderts war nur die Gewinnung in den tropischen Regenwäldern Brasiliens bedeutend. Doch bald wollten auch andere daran verdienen. Deshalb schmuggelten damals britische Unternehmer 70 000 Samen aus dem Land und legten in ihren südostasiatischen Kolonien Plantagen an. Großbritannien behielt seine Vorherrschaft, bis sich die Völker von der kolonialen Unterdrückung befreiten.

In der Gegenwart liefern Naturkautschuk vor allem Malaysia (fast die Hälfte der Weltproduktion), ferner Indonesien, Thailand, Sri Lanka und Indien. Die Bäume werden, ähnlich wie unsere Kiefern, durch Einschnitte angezapft. Der in Behältern gesammelte Latex enthält etwa 25 Prozent Kautschuktrockensubstanz, der Rest besteht hauptsächlich aus Wasser. Nach Ausscheiden der unbrauchbaren Bestandteile gelangt der meist durch Räuchern bräunlich gewordene Rohstoff in Säcken oder Ballen zum Versand. Die Eigenschaften des Kautschuks wurden durch mehrere Erfindungen verbessert. So gelang es beispielsweise 1823, wasserdichte elastische Gewebe herzustellen. Noch wichtiger war das seit 1839 bekannte Verfahren, den Kautschuk mit Schwefel zu mischen. Diesen Prozeß nennt man *vulkanisieren*.

Durch das Vulkanisieren wird der Kautschuk zum Gummi; es macht ihn fester, elastischer und alterungsbeständiger, das heißt, er wird nicht so schnell brüchig. Ursprünglich bezeichneten Gummi und Kautschuk dasselbe, nämlich den klebrigen Saft bestimmter Pflanzen. Das Wort Gummi gibt es in ähnlicher Form bereits in der ägyptischen, griechischen und lateinischen Sprache; den Begriff Kautschuk dagegen verdanken wir den Indianern, die ihre „weinenden Bäume“ *cahucu* nannten.

Der Bedarf an Naturkautschuk stieg stetig, vor allem nach der Erfindung des luftgefüllten Fahrradreifens durch John Dunlop im Jahre 1888 und die bald darauf beginnende Entwicklung der Automobilindustrie. In den ersten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts gelang es, künstlichen Gummi, *Synthesekautschuk*, aus Kohle und Kalk herzustellen. Das neue Produkt, das jetzt mehr und mehr aus Erdgas und Abgasen der Erdölverarbeitung entsteht, erhielt den Namen *Buna*.



Es hat zum Teil sogar günstigere Eigenschaften als das Naturprodukt. Für manche Zwecke werden auch beide gemischt. Seit 1960 ist die gewonnene Menge des künstlichen Kautschuks größer als die des natürlichen. Innerhalb der sozialistischen Staaten produziert die Sowjetunion den meisten

Synthesekautschuk. In unserer Republik erzeugt ihn der VEB Chemische Werke Buna in Schkopau.

Es gibt zahlreiche Gummiarten, je nach Zusammensetzung, je nach Zweck. Am wichtigsten ist *Weichgummi*, der wesentlich weniger Schwefel als *Hartgummi* enthält. Er bleibt dadurch weich und elastisch. Den größten Teil davon verbraucht die Kraftfahrzeugindustrie. Doch auch sonst ist er oft unentbehrlich: für Bekleidung, Behälter, Sportartikel



und Dichtungen. Die Elastizität, die Wasser- und Gasundurchlässigkeit und die gute chemische Beständigkeit gegen Säuren und Laugen nutzen wir in der Industrie: für Schläuche und als Korrosionsschutz durch Überziehen von Behältern. In der Elektrotechnik wird die gute Isolierfähigkeit besonders geschätzt. Zum Polstern, für Schwämme und als Verpackungsmittel verwendet man *Schäumgummi*, den ein Treibmittel (Luft, Gas) sehr leicht und elastisch macht. Erwähnt sei noch *das Gummi*, ein wasserlöslicher Klebstoff, der aus Pflanzensäften gewonnen wird. Unentbehrlich ist uns der *Radiergummi*; es gibt ihn seit 1770, doch damals war das Radieren sehr teuer.

Holz Lange Zeit war der Wald sich selbst überlassen. Der Mensch nahm, was er brauchte. Er lichtete mit Feuer, mit Axt und

Säge die Bestände, und erodete den Boden, um Platz für das Haus, für Ackerbau und Viehzucht zu gewinnen. Der Wald wuchs zwar durch Selbstbesamung nach, doch das reichte nicht für den zunehmenden Verbrauch. In den dichtbesiedelten Landstrichen wurden die bewaldeten Flächen immer kleiner, und mancherorts verödete die Landschaft durch Raubbau. Gewiß, auch heute wachsen die Bäume von selbst, aber wir dürfen nicht mehr Holz einschlagen als nachwächst. Der Zeitraum vom Pflanzen bis zum Fällen heißt Umtrieb. Aus Fichten läßt sich nach 30 Jahren Faserholz zum Herstellen von → Papier gewinnen; sollen sie als Stangen und Maste dienen, müssen sie wie Kiefern und Buchen 80 bis 140 Jahre wachsen! Eichen brauchen 150 bis 300, die rasch wachsenden Pappeln, Erlen und Birken dagegen nur 20 bis 60 Jahre.

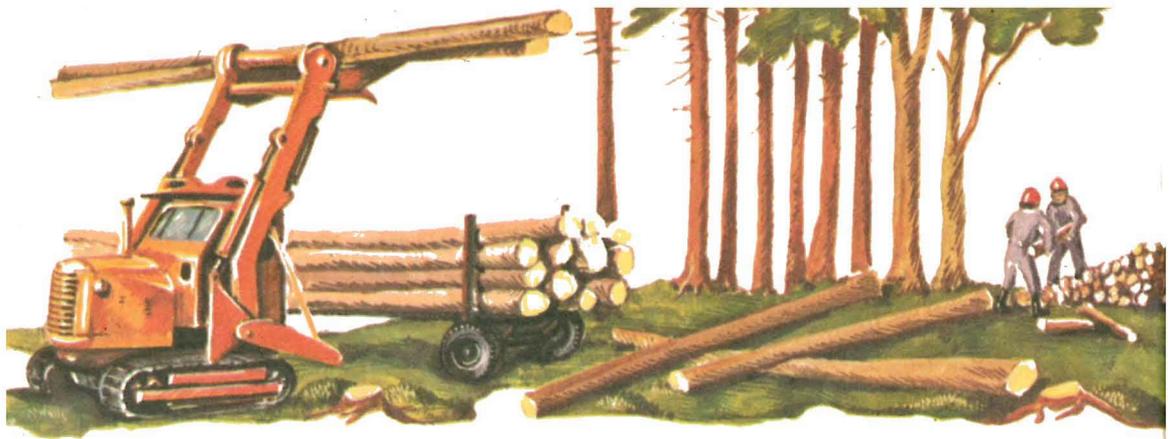
Durch den Anbau rasch wachsender Arten und durch Pflege trägt die Forstwirtschaft dazu bei, den Umtrieb zu verkürzen. Nicht alle Samen fallen uns so bequem in den Schoß wie Eicheln und Kastanien. Wenn das Jahr zu Ende geht, steigen deshalb bei uns die Zapfenpflücker in die Wipfel, 30 oder 40 Meter hoch, um die Samen der Nadelbäume zu gewinnen. Mehr wollen wir hier über den Wald – in unserer Republik bedeckt er ein reichliches Viertel des Bodens – nicht sagen; denn daß er nicht nur als Rohstofflieferant, sondern zugleich für das Klima und unser Wohlbefinden lebenswichtig ist, wissen wir ja längst.

Auf der Welt gibt es schätzungsweise 100 000 Holzarten. Einen großen Teil von ihnen kennen wir noch nicht, weil schwer zugängliche Gebiete nicht ausreichend erforscht sind. Jeder aber kennt die Holzarten



Maximale Baumhöhen (in m)

Eibe	15
Eberesche	16
Lebensbaum	20
Walnußbaum	20
Robinie	25
Birke	25
Roßkastanie	30
Silberweide	30
Esche	30
Platane	30
Feldulme	30
Roteiche	30
Schwarzerle	30
Traubeneiche	35
Sommerlinde	40
Zeder	40
Silber-, Zitterpappel	40
Rotbuche	44
Kiefer	48
Stieleiche	50
Lärche	53
Fichte	60
Tanne	75
Douglasie	127
Mammutbaum	132
Rieseneukalyptus	152



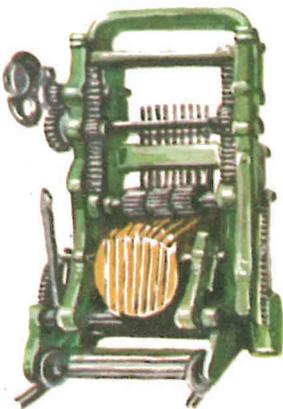
**Maximale Stamm-
durchmesser (in m)**

Birke	0,8
Silberweide	1
Kiefer	1
Lärche	1,6
Esche	1,7
Fichte	2
Rotbuche	2
Tanne	3
Ulme	3
Zypresse	3,2
Traubeneiche	4,2
Silberpappel	4,5
Eibe	4,9
Stieleiche	7
Rieseneukalyptus	8
Sommerlinde	9
Mammutbaum	11

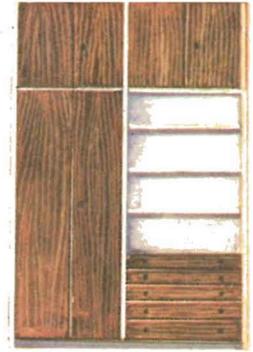
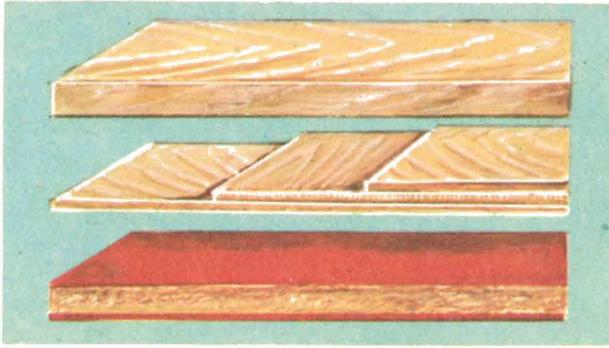
unserer Heimat, wie Fichte, Kiefer, Tanne, Lärche, Eiche, Rotbuche, Weißbuche, Esche und Birke. Auch die Namen einiger ausländischen, importierten Hölzer für Möbel sind uns vielleicht vertraut: Mahagoni, Bété und Makoré. Das gelbliche Balsa, das leichteste Holz der Welt, verwenden wir zum Bau von Flugmodellen; das sehr schwere schwarze Ebenholz dagegen eignet sich für Drechslrarbeiten, Musikinstrumente und Werkzeuge. Diese Hölzer kommen aus Südostasien, Nord- und Südamerika und Afrika.

Der Baum wird mit Motorsägen gefällt und teilweise an Ort und Stelle mit Spezialmaschinen weiterbearbeitet: entastet, entrinde und auf Länge geschnitten. Aus Ästen, Reisern und anderen Abfällen, die man früher verbrannte, entstehen Hackschnitzel für die Faserplattenindustrie.

Wir unterscheiden *Rundholz* und *Schnittholz*. Rundholz behält die Stammform. Die dickeren Stämme eignen sich beispielsweise für Masten oder als Grubenstempel im Bergbau zum Abstützen der Stollen. Die dünneren Stämme (Stangen) verwendet man für Holzbauten, für den Gerüstbau und für Zäune. Schnittholz entsteht im Sägewerk durch Längsschnitte parallel zur Stammachse. Dazu zählen Balken, Kanthölzer, Bretter, Bohlen (dicke Bretter), Latten, Leisten und



Das Sägegatter trennt den Stamm in Bretter oder Balken



Furniere. Schnittholz benötigt vor allem die Bau- und die Möbelindustrie.

Als *Furniere* bezeichnet man besonders dünn geschnittene Holzbahnen (0,6 bis 3,6 Millimeter dick) von gefälliger Maserung und Farbe, die auf weniger wertvolles Holz oder auf Platten geklebt werden. Mehrere, meist kreuzweise verklebte Furniere nennt man Furnier- oder Sperrholzplatten. Die Oberflächen moderner Möbel sind oft nicht mehr mit Furnier, sondern auf andere Weise beschichtet, vor allem mit *Dekorfolien*. Diese kunstharzgetränkten Spezialpapiere zeigen eine aufgedruckte Holzmaserung oder andere Muster. Unter Furnieren und Dekorfolien finden wir meist kein Vollholz, sondern sogenannte *Holzwerkstoffe*. Das sind Span- und Faserplatten, die aus zerspannten Holzabfällen oder Pflanzen gepreßt werden. Auf diese Weise läßt sich Holz einsparen und die Herstellung von Möbeln, Türen und anderen Bauteilen vereinfachen. Holz hat nämlich einen großen Nachteil: Es trocknet bei Wärme zusammen und dehnt sich durch die Luftfeuchtigkeit aus; es schwindet und quillt. Man sagt, es „arbeitet“. Bei Sperrholz und Holzwerkstoffen ist diese Gefahr so gut wie beseitigt. Sie können nicht spalten und reißen. Der größte Nachteil des Holzes ist zweifellos, daß wir nicht genug davon haben.

Moderne Möbel fertigt man meist nicht mehr aus Brettern (oben), sondern aus Platten (Mitte und unten). Diese bestehen entweder aus mehreren dünnen Holzschichten (Sperrholz) oder aus gepreßten Spänen mit vergüteten Oberflächen (Spanplatten)

Rechte Seite:
Holzgerüst einer wind-
getriebenen Papiermühle
aus dem 18. Jh.



Das Rathaus von
Wernigerode, ein
prächtiger Fachwerkbau



„Das Wiedersehen“,
Holzplastik von Ernst
Barlach

Hinzu kommt, daß es leicht brennt, durch die Witterung fault und sehr anfällig gegenüber tierischen und pflanzlichen Schädlingen ist. All das hat dazu geführt, daß es auf vielen Gebieten durch anderes Material ersetzt wird; im Bauwesen vor allem durch Beton, bei den Gebrauchsgegenständen durch Plast. Trotzdem bleibt uns Holz lieb und wert. Wir bewahren und pflegen die alten Fachwerkhäuser. Weltweit berühmt sind auch die Holzkirchen von Kishi, einer Insel im Onegasee. Wir könnten noch vieles nennen: alte Schiffe, Holzplastiken, kunstvoll geschnitzte und bemalte Räuchermänner, schöne Wandtäfelungen und kostbare Möbel ...

Es gibt, sagen die Fachleute, 10 000 Verwendungsmöglichkeiten für Holz. Und sie rechnen auch das dazu, was im Holz steckt; die Gerbstoffe für → Leder, das Harz für Lacke, Ölfarben, Plaste und Schuhkrem, den Zellstoff für Papier und Pappe.

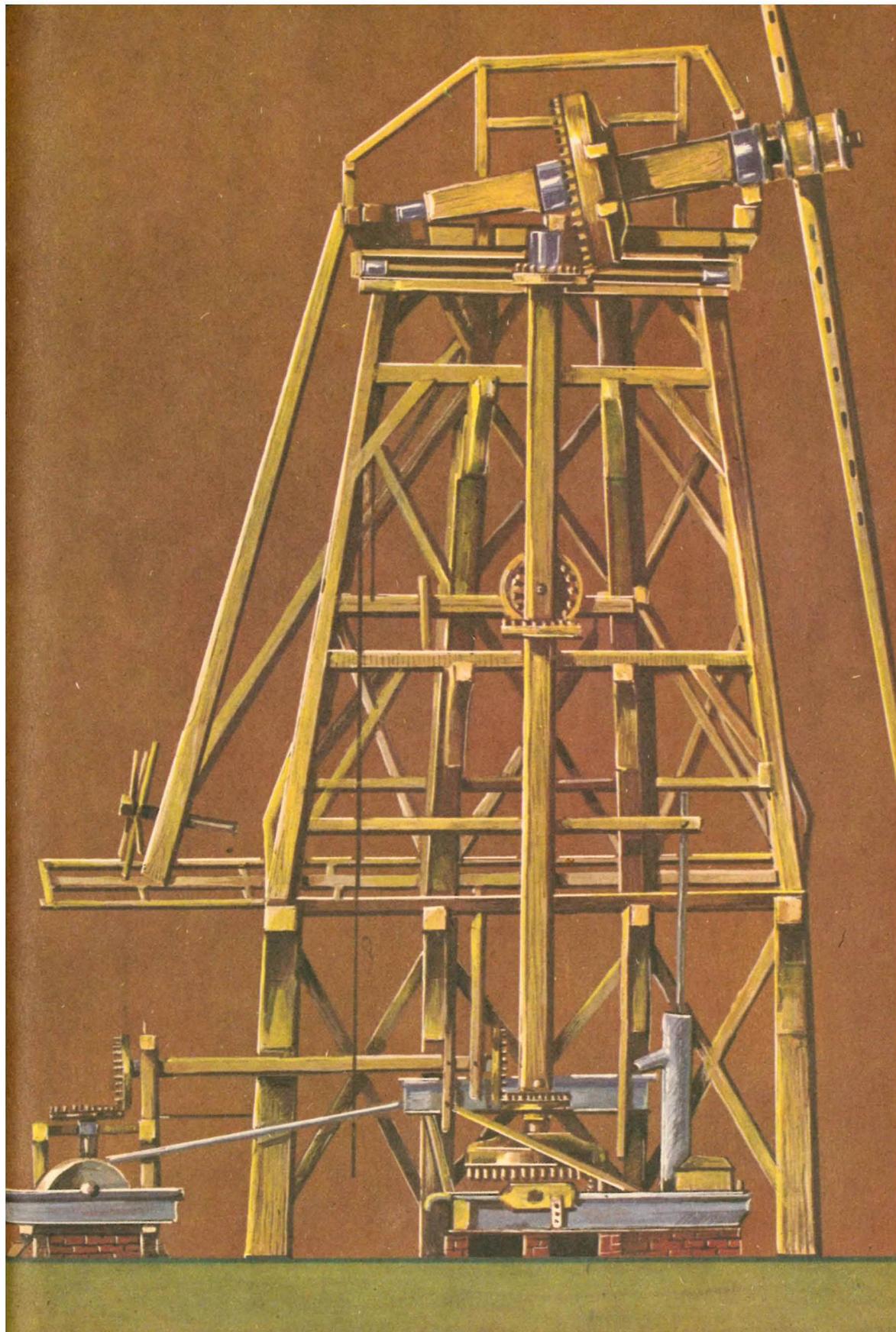
Jahr um Jahr bildet der Baum an der Außenfläche einen neuen Ring aus Zellen, den *Jahrring*. Er entsteht in der lebenden Schicht, der Wachstums- oder Kambiumschicht. Sie liegt unter der schützenden Rinde, die aus abgestorbenen Zellen besteht. Zählen wir die Ringe am Querschnitt nach, so erfahren wir das Alter des Baumes.

Das Alter der Bäume
Durchschnittlicher
Alterstod (nach Jahren)

Eiche	400 bis 500
Linde	400 bis 500
Eibe	400 bis 500
Tanne	300 bis 400
Kiefer	300
Buche	200 bis 300
Fichte	200 bis 300
Birke	100 bis 150
Pappel	100 bis 200

**Älteste
lebende Bäume**
(in Jahren)

Borstenkiefern (in den White Mountains, Kalifornien)	4000 Jahre
Mammutbäume (Kalifornien)	über 3000 Jahre
Eiche (Frankreich)	2000 Jahre





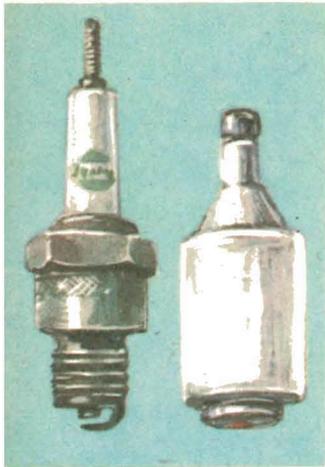
Gebrauchsgeschirr

Keramik Aus Ton gebrannte Gegenstände bezeichnet man als *Keramiken*. Das Wort stammt von altgriechisch *kéramos*, womit bereits damals Ton und Tongefäße benannt wurden.

Täglich nehmen wir Dinge aus Keramik zur Hand – Teller, Tassen, Schüsseln und Kannen. Derartiges Geschirr zählt zur *Haushaltkeramik*. Ferner ist dieser Werkstoff in der Technik unentbehrlich, als *Baukeramik* für → Ziegel, Rohre, Schmuckplatten sowie Fliesen und als *Elektrokeramik* für Isolatoren, Schaltersockel, Zündkerzen und winzige Bauelemente in der Elektronik.

Die Tonmasse für die Produktion kann trocken, plastisch oder flüssig sein. Das Formen geschieht durch Pressen, Drehen oder Gießen. Nach dem Trocknen werden die Gegenstände bei bestimmten Temperaturen – zwischen 800 und 1600 Grad Celsius – gebrannt. Sie zeichnen sich, je nach Zusammensetzung und Bearbeitung, durch unterschiedliche Eigenschaften aus. Der *Scherben*, so nennt man die fertig gebrannte Masse, kann dick, rot und porös wie bei einem Dachziegel oder dünn, weiß und außerordentlich glatt wie bei einer Kaffeetasse sein. Bei anderen Dingen wiederum kommt es auf Feuerfestigkeit an, etwa bei Schamottesteinen, Ofenkacheln und Schmelztiegeln. Sollen die Oberflächen besonders glatt und dicht sein, so erhalten sie eine Glasur, einen glasartigen Überzug.

Geschirr fertigt man entweder aus Porzellan (davon später) oder aus *Steingut*. Der Scherben des Steingutes ist weiß und porös und zeigt eine durchsichtige Glasur. Im Unterschied dazu hat *Steinzeug* einen dichten Scherben von grauer oder bräunlicher Färbung. Wir kennen es als Rohre, Tröge und Steintöpfe. Da es von Säuren nicht angegrif-



Zündkerze
und Sicherungspatrone



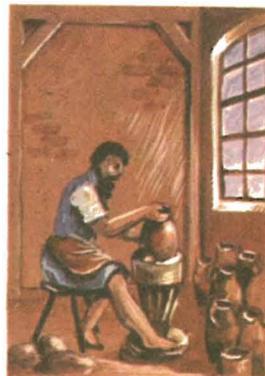
Steinzeug

fen wird, eignet es sich in der chemischen Industrie für Behälter, Pumpen und Armaturen.

Die Geschichte der Tonwaren reicht mehrere Jahrtausende zurück. Die Notwendigkeit, Behälter herzustellen, ergab sich aus den natürlichen Bedingungen, denn die Natur bietet nur wenige Produkte, in denen sich Flüssigkeiten aufbewahren lassen. Es sind vor allem die harten Schalen verschiedener Früchte, beispielsweise der Kokosnuß, sowie Hörner und Schädel von Tieren. Doch zum Kochen sind sie ungeeignet, und nach Steinen mit einer Mulde kann man lange suchen.

Zur Herstellung haltbarer Gefäße war nicht nur geeigneter Ton erforderlich – nicht weniger wichtig war hierfür das Brennen. Die ältesten bisher gefundenen gebrannten keramischen Gefäße entstanden etwa 6500 Jahre vor unserer Zeitrechnung.

Kennzeichnend für eine entwickeltere Kultur der früheren Völker – in Ägypten, Mesopotamien, Indien, Peru – war der Gebrauch der *Töpferscheibe*. Durch diese geniale Erfindung, eine radartige, drehbare Scheibe auf einer Achse, wurde es möglich, runde Gefäße einfacher, schneller und genauer herzustellen. Der auf der Scheibe liegende Tonklumpen drehte sich (das konnte durch die Füße geschehen, wenn sich unten eine zweite Scheibe befand), und die Hand gab ihm nach und nach die gewünschte Gestalt. Das Rad, eine der wichtigsten Erfindungen überhaupt, wurde hierbei erstmals nicht senkrecht, sondern waagrecht eingesetzt. In Ägypten, wo man den Ton aus Nilschlamm gewann, gab es einfache Töpferscheiben schon vor 5000 Jahren. Nach Griechenland gelangten sie 1800 Jahre vor unserer Zeitrechnung, und



Mittelalterliche Töpferwerkstatt



Schnurkeramische
Gefäße

in Europa finden wir sie erst seit dem Jahr 500. Schon früh war dieses Handwerk mit der Kunst verbunden: Man drückte und ritzte Muster in die Tongefäße ein, schuf Farbkontraste, ja bemalte sie mit prächtigen Szenen aus dem Alltag. So können wir uns aus den erhaltenen, oft mühsam wieder zusammengesetzten Scherben ein Bild machen von der alten Welt. Für manche Abschnitte der Urgeschichte liefert die verzierte Keramik sogar die Namen: So sprechen wir innerhalb der Jungsteinzeit (Neolithikum, 4500 bis 1800 vor unserer Zeitrechnung) von der *Bandkeramik* (mit bandartigen Mustern, Spiralen, Mäandern), der *Glockenbecherkeramik* (mit glockenförmigen Gefäßen) und von der *Schnurkeramik* (Ziertechnik mit Hilfe von Schnurabdrücken).

Zur Keramik gehört auch das *Porzellan*. Es gilt als das wertvollste keramische Erzeugnis, denn es weist einen durchscheinenden glasierten weißen Scherben auf. Die aus Ton (Kaolin), Quarz und Feldspat bestehende Masse wird ähnlich wie die anderer keramischer Gegenstände geformt und gebrannt. Aus ihr entstehen hitze- und säurefeste Gefäße, Laborgeräte, Isolatoren, Tafelgeschirr, Porzellanplastiken und andere Ziergegenstände.



Porzellantiegel
für Versuche

Geschirr und Kunstwerke aus Porzellan sind oft farbenprächtig bemalt. Das geschieht entweder vor oder nach dem Glasieren (Unterglasurmalerei, Aufglasurmalerei).

Die Herstellung von Porzellan gelang erstmals im 7. Jahrhundert in China. In Europa wurde es im 15. Jahrhundert durch Einführen allgemeiner bekannt. (In Italien bezeichnete das Wort *porzellana* eine Seemuschel; die Ähnlichkeit mit dem neuen Material führte dazu, daß es diesen Namen erhielt.) Viele

Versuche, die Erzeugnisse nachzuahmen, scheiterten, weil Mischung und Verarbeitungsweise unbekannt waren. Das Porzellan mußte zum zweiten Mal erfunden werden. Das gelang erst 1709 durch die Arbeiten des Physikers Ehrenfried Walter von Tschirnhaus und des Apothekers Johann Friedrich Böttger. König August II., der Starke, ließ 1710 auf der abgeschlossenen Albrechtsburg bei Meißen eine Manufaktur zur Porzellanherstellung gründen. Böttger wurde bis zu seinem Tode von dem verschwenderischen König gefangengehalten. Doch das Geheimnis der neuen Kunst ließ sich nicht lange bewahren; ausgewanderte Arbeiter trugen es bald in andere Länder.

Aus unserer Republik seien nur zwei bedeutende Werke genannt: Der VEB Henneberg-Porzellan ist der modernste Betrieb dieser Art in Europa; die längste Tradition aber hat der Betrieb mit den blauen Schwertern, die Staatliche Porzellanmanufaktur Meißen.



Kupfer Die grünen Kuppeln der Türme und die Dächer kunstvoller Bauten verdanken ihre Farbe keineswegs einem schwindelfreien Maler, sondern der Natur. Sie bestehen



Porzellanplastik, Zwiebelmusterteller und blaue Schwerter, das Zeichen für Meißner Porzellan



aus Kupfer, und ihre Oberfläche hat sich durch das Einwirken feuchter Luft mit einer Schutzschicht überzogen, *Patina* genannt. Als Dachbelag finden wir Kupfer jedoch nur noch bei historischen Gebäuden, denn wir brauchen es für andere Zwecke nötiger.

Am häufigsten dient es uns als Leitungsmaterial in der Elektrotechnik, vor allem dort, wo es sich nicht durch → Aluminium ersetzen läßt. Kupfer ist, nach Silber, das Metall mit der besten elektrischen Leitfähigkeit. Ferner leitet es die Wärme gut, weshalb es sich für hitzebeständige Dichtungen, für LötKolben, Heiz- und Kühlschlangen und Apparate in der Chemieindustrie eignet. Gebräuchlich ist es ferner für Münzen und in der Drucktechnik. Manche Gegenstände sind nur mit einem dünnen Überzug versehen, sind verkupfert. Das verbessert ihr Aussehen und schützt vor Rost. Speisen darf man in Kupfergefäßen nicht aufbewahren. Durch essighaltige oder andere saure Nahrungsmittel bildet sich der giftige Grünspan.

Das wetterbeständige Kupfer ist sehr weich und dehnbar, deshalb läßt es sich gut kalt und warm formen. Diese Eigenschaften werden vor allem im Kunsthandwerk für Schmuckwaren und Gebrauchgegenstände genutzt. Obgleich man Kupfer schon seit langer Zeit für diesen Zweck und zum Gießen von Bronze verwendete, stieg seine Bedeutung noch erheblich, seit man seine ausgezeichnete elektrische Leitfähigkeit zu nutzen weiß. Der Verbrauch nahm deshalb nach der Erfindung der Dynamomaschine (1866) und der raschen Elektrifizierung (Industrie, Haushalt) im vergangenen und jetzigen Jahrhundert stark zu.



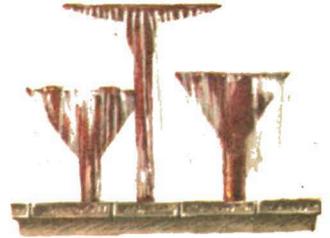
Große Bedeutung hatte Kupfer schon immer als Legierungsmetall. Derartige Legierungen

bezeichnen wir heute als *Bronzen*; ihr Kupfergehalt beträgt ungefähr 60 Prozent. Es gibt Zinnbronze (Kupfer, Zinn) für Armaturen, Bleibronze (Kupfer, Blei) für stark beanspruchte Lager und Aluminiumbronze (Kupfer, Aluminium) für Maschinen und Apparate der chemischen Industrie. Die Legierung von Kupfer und Zink wird als → Messing bezeichnet.

Die Natur bietet Kupfer, dieses rötliche Buntmetall, zum Teil rein, gediegen, zum Teil als Erz. Bedeutungsvoll sind die Erze Kupferkies, Kupferglanz, Buntkupfererz, Rotkupfer und Malachit.

Bekannte Förderungsgebiete liegen in der Sowjetunion, den USA, in Kanada, Chile, Peru, Mexiko, Australien, China, Japan, Sambia, Simbabwe, Kongo, Spanien, Jugoslawien und Polen. Unsere Republik gewinnt Kupfer aus dem Mansfelder Kupferschiefer; er lagert zwischen Harz und Thüringer Wald. Die Erzeugung deckt etwa ein Viertel des Bedarfs, hinzu kommen Schrott und Importe aus der Sowjetunion. Im Mansfelder Gebiet wird Kupfer übrigens schon seit über 750 Jahren gefördert. Die Stollen liegen bis zu 1100 Meter tief. Der Kupferschiefer enthält auch Blei, Zink und Nickel.

Seinen Namen verdankt das Kupfer der Insel Zypern. Man nannte das im Altertum dort geförderte Erz *cyprium*. Neben Gold ist Kupfer das am frühesten verarbeitete Metall. Wann und wo es zuerst verwendet wurde, wissen wir nicht. Jedenfalls liegt der Anfang mehrere Jahrtausende vor unserer Zeitrechnung. Davon zeugen beispielsweise etwa 4000 Jahre alte Ringe, Nadeln, Schüsseln, Messer, Scheren, Sägen, Beile und Waffen, die man in ägyptischen Gräbern fand. Bald auch verstand man, Kupfer und Zinn zusam-





Axt und Spiralarmband
aus der Bronzezeit

menzuschmelzen. Die daraus entstandene *Bronze* war härter und für viele Zwecke brauchbarer. In Europa bezeichnen wir den Abschnitt von 1800 bis 750 vor unserer Zeitrechnung, der der Steinzeit folgte, als *Bronzezeit*. Damals war Bronze der vorherrschende Werkstoff für Werkzeuge, Waffen und Schmuck. In den Ländern des Vorderen Orients gab es Bronzegegenstände jedoch bereits zu Beginn des 3. Jahrtausends vor unserer Zeitrechnung.

Heute kennen wir mehrere Arten von Bronzen. Ursprünglich galt die Bezeichnung nur für die Mischung aus Kupfer und Zinn. Je nach dem Mischungsverhältnis unterschied man damals Glockenbronze, Geschützbronze, Münzbronze und Statuenbronze. Viele der alten Bronzeerzeugnisse können wir nur noch in Museen betrachten, die zahlreichen alten und neuen Bronzeplastiken aber schmücken noch heute Dörfer und Städte.



Glocke und Geschützrohr
aus Bronze



Leder Sobald wir auf eigenen Füßen stehen, stehen und gehen wir auf Leder. Später kommen noch manch andere Kleidungsstücke aus diesem dauerhaften Material hinzu. Die Schulmappe, die wir eine Zeitlang mit herumtragen, besteht heutzutage entweder aus Leder oder aus Kunstleder.

Nennen wir noch Koffer und Taschen, Möbelbezüge und Fußbälle, das Zaumzeug der Pferde und ihre Sättel, die Treibriemen für Maschinen, die Dichtungsringe und -scheiben, das Fell der Trommel, das Pergament für kostbare Bucheinbände und schließlich

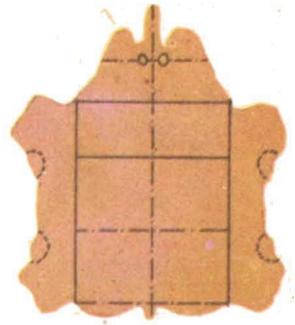


Brieftasche und Geldbörse – so haben wir wohl die wichtigsten Dinge aus Leder beisammen.

Um Leder zu gewinnen, wird – leider – zunächst den Tieren das Fell über die Ohren gezogen. Das Rohmaterial bezeichnet man teils als Haut, teils als Fell. Es gibt Rind-, Roß-, Schweins-, Schlangen- und Eidechsenhäute sowie, meist auf junge Tiere bezogen, Kalb-, Schaf- und Ziegenfelle. Die tierische Haut besteht wie die unsere aus drei Schichten: der behaarten *Oberhaut* (Epidermis), der *Lederhaut* und dem *Unterhautbindegewebe*. Nach dem Abziehen vom Tier ist sie feucht und geschmeidig; doch ohne weitere Behandlung würde sie faulen oder durch Austrocknen brüchig werden. Das Haltbarmachen geschieht durch Gerben. Ober- und Unterhaut sind dafür ungeeignet, man entfernt sie durch chemische und mechanische Mittel. Aus den Haaren läßt sich Filz, aus der Unterhaut Hautleim (Tischlerleim) gewinnen. Die Verwertung ist so vollständig, daß der Besucher eines Schlachthofes sagen konnte: „Vom Schwein wird alles verwertet, mit Ausnahme des Grunzens.“

Das *Gerben* ist ein Vorgang, bei dem verschiedene Gerbstoffe auf die Lederhaut, auch Blöße genannt, einwirken und diese biegsam erhalten und widerstandsfähig machen. Dem Gerben folgt die *Zurichtung* des Rohleders. Dazu gehören das Egalisieren (auf gleiche Dicke bringen), Färben, Fetten, Glätten oder samtartig Schleifen, Weichmachen und anderes.

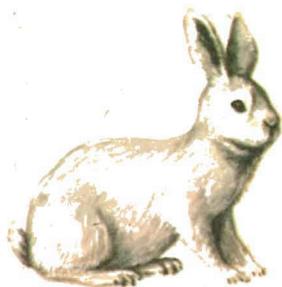
Die Haut, ein Netz von Fasern und Faserbündeln, ist unterschiedlich dick und fest. Den wertvollsten Teil bildet das Kernstück, auch Rücken oder Schild genannt. Sein Umfang macht etwa die Hälfte der Gesamtfläche aus.



Oben: Das Mittelstück der Tierhaut nennt man Kernstück.

Unten: Die Tierhaut besteht aus Oberhaut, Lederhaut (mit Haar, Talgdrüse, Schweißdrüse und Muskel) sowie Unterhautbindegewebe

Durch Gerben und andere Arbeitsgänge kann man dem Leder je nach Zweck bestimmte Eigenschaften verleihen. Für die *Schuhherstellung* wird festes Sohlenleder und weiches, geschmeidiges Oberleder gebraucht (vom Kalb und Rind). *Bekleidungsleder* für Hosen, Jacken und Mäntel muß ebenfalls geschmeidig sein (von Ziege, Schaf, Roß und Rind). *Wildleder* für Oberbekleidung und Handschuhe ist samtartig geschliffen und wirkt wie Tuch (vom Hirsch, Elch und Rentier). *Handschuhleder* ist dünn, weich und zülig (aus Zickelfellen, Schweinhäuten und Wildfellen). *Geschirrleder* für Pferdegeschirre und Zaumzeug entsteht aus glatter, kräftiger Rindhaut.



Kaninchen, Hermelin, Waschbär – ihre Felle sind für Pelze begehrt

Leder zeichnet sich also durch viele nützliche Eigenschaften aus. Es ist zäh, biegsam, elastisch und wärmend. Es läßt sich nähen und kleben. Bei Schuhen werden die Gummi- oder Kunststoffsohlen oft mit dem Oberleder verschweißt.

Wird das Haarkleid nicht von der Haut entfernt, spricht man von *Rauchwaren*. (Das Wort rauch bedeutet soviel wie rau, behaart.) Rauchwaren, Pelzwaren, verarbeitet man zu Kleidungsstücken oder verwendet sie als Decken und Vorleger. Das Fell wird von Fleischresten befreit, egalisiert und gegerbt. Das Haarkleid bleibt naturfarben oder erhält durch Färben ein besseres Aussehen.

Für all diese Zwecke müssen viele Tierarten ihre Haut zu Markte tragen. Einige der wildlebenden oder in Farmen gezüchteten Felllieferanten wollen wir nennen: Schaf, Lamm, Zobel, Marder, Biber, Fuchs, Iltis, Seal (Bärenrobbe), Hermelin, Dachs ... Pelzwaren kann man heute auch synthetisch erzeugen (Webpelze), außerdem werden oft weniger wertvolle Felle, beispielsweise vom Kanin-

chen, so zugerichtet, daß sie edlen Pelzen ähneln.

Kunstleder verdankt seinen Namen – wie andere Kunststoffe – unserer Erfindungsgabe, Dinge mit ähnlichen Eigenschaften und ähnlichem Aussehen aus völlig anderen Stoffen als dem Naturprodukt herzustellen. Das geschieht, wenn die Naturerzeugnisse nicht ausreichen oder wenn ihre Eigenschaften unseren Ansprüchen nicht genügen. Der Austauschstoff kann also Lücken schließen, Vorteile durch rationellere Produktion bieten und bei richtiger Nutzung seiner Gebrauchseigenschaften, wie besserer Haltbarkeit, das natürliche Erzeugnis übertreffen. Die Tierhaut zeigt bereits beim einzelnen Tier eine unterschiedliche Struktur. Im Unterschied dazu läßt sich Kunstleder in beliebiger Menge von gleichbleibender Güte erzeugen. Von den zahlreichen Arten wollen wir nur das *Textilkunstleder* und das *Schaumkunstleder* anführen. *Textilkunstleder* entsteht aus Gewebe, auf das man eine Bestreichmasse, eine Deckschicht aus Plast aufträgt. Das täuschend ähnliche Narbenbild des Leders wird aufgepreßt. Beim *Schaumkunstleder* erhält die Masse ein Treibmittel, wodurch sich Gasbläschen bilden, die der Schicht ein weiches, schwammartiges Gefüge geben. Aus Kunstleder fertigt man Regenbekleidung, Schuhe, Möbelbezüge, Taschen und anderes mehr.

Wir Menschen haben kein dickes Fell, mag sich auch mancher manchmal dickfellig benehmen. Die Verwendung von Fellen zum Schutz gegen die Witterung ist deshalb uralte. Es zählt zu den ältesten menschlichen Fähigkeiten, die Felle der Beutetiere zu nutzen. Sie dienten zur Bekleidung, als Schlafdecken und in Form von Dächern und Zelten (wir alle



Sessel, mit Kunstleder bezogen



Tipi, das Zelt der Indianer



Pergamentband

kennen das Tipi des Indianers) als Schutz gegen die Witterung. Aus zusammengenähten Tierbälgen entstanden auch Tragsäcke, Wasserbehälter und sogar luftgefüllte Flöße und Fellboote.

Schließlich wollen wir noch des *Pergaments* gedenken, jenes bedeutsamen Schreibmaterials aus Tierhaut, das von der Antike bis zur Verbreitung des → Papiers im 14. Jahrhundert viele Zeugnisse der alten Kultur bewahren half. Seinen Namen verdankt es der griechischen Stadt Pergamon, in der das Pergament zwar nicht erfunden wurde, die jedoch durch seine Herstellung und die umfangreiche Bibliothek – die Rollensammlung umfaßte 200 000 Pergamenthandschriften – berühmt war. Das Pergament, auf das schon vor über 3000 Jahren die Ägypter schrieben, war dauerhafter als Papyrus (→ Papier), und es ermöglichte kunstvolle Bemalungen. Außerdem diente es – gefertigt aus der Haut von Schaf, Ziege, Esel oder Schwein – zum Einbinden von Büchern. Sie gelten noch heute als kostbar.

Gerberei im 18. Jh.
Die Häute werden von
Fleisch und Haaren be-
freit, in Gruben mit
Kalkwasser gebracht
und gewaschen

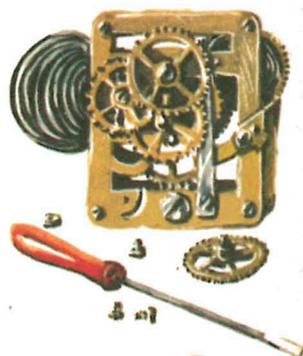


Messing Vor gar nicht langer Zeit mußten einmal im Monat die Wasserhähne und Türklinken geputzt werden, damit sie wieder goldgelb funkelten. Jetzt bestehen sie aus Plast oder verchromtem Stahl. Diese Wandlung geschah freilich nicht deshalb, weil Messing ungeeignet wäre, sondern weil es zu wenig davon gibt.

Messing entsteht als *Legierung* aus → Kupfer und → Zink; manchmal enthält es auch noch andere Metalle. Diese wichtigen Legierungen sind sehr zäh und witterungsbeständig, deshalb eignen sie sich für viele Zwecke: für Schrauben, Muttern, Niete, Beschläge, Blattfedern, Uhrenteile, feinmechanische Geräte, vergoldete Schmuckwaren, Armaturen für die Wasserinstallation, Installationsteile der Elektrotechnik und Apparate; ja selbst beim Bau von Wärmekraftwerken, Schiffen, Lokomotiven und Motoren wird Messing benötigt.

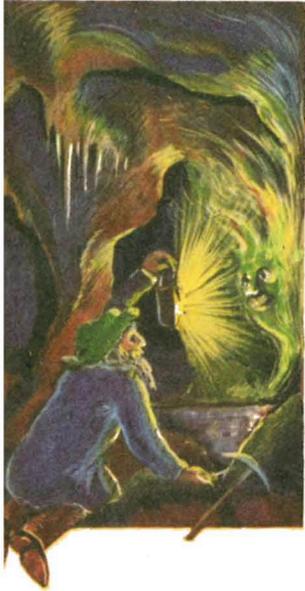
Das Mischungsverhältnis von Kupfer und Zink ist je nach Verwendung unterschiedlich. Das wirkt sich auf Härte, Korrosionsbeständigkeit und Bearbeitungsweise (Kalt- oder Warmumformung) aus. Geringer Zink- und hoher Kupfergehalt ergibt rötliches Messing, *Rotmessing*. Verhält es sich umgekehrt, entsteht gelblichweißes Messing, *Gelbmessing*. *Sondermessing* heißen Legierungen mit anderen Metallen, etwa mit Nickel, Mangan, Zinn, Eisen und Aluminium.

Wer zuerst Messing erzeugte und woher das Wort stammt, wissen wir nicht genau. Das Wort kann sich aus „Masse“ und „Mischen“ entwickelt haben, oder es geht vielleicht auf die Mossynoiken, ein altes Volk am Schwarzen Meer, zurück. Fest steht, daß man diese Legierung schon einige Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung verwendete, wobei das



Samowar

Kupfer jedoch nicht mit Zink, sondern mit dem Zinkerz Galmei gemischt wurde. In Europa kam es erst im 16. Jahrhundert stärker in Gebrauch. Viele überlieferte gegossene oder getriebene Gegenstände zeugen durch ihre reiche Oberflächenverzierung von der handwerklichen Kunst bei der Bearbeitung von Metall.



Nickel Die Namen Ursula kann man zu Ulla und Rudolf zu Rudi verkürzen. Aus Nikolaus aber wurde Nickel, jedoch mit dem Unterschied, daß ein so gerufener Mensch schlechte Eigenschaften hat. Als die erzgebirgischen Bergknappen nach Kupfererzen suchten, stießen sie auf den ähnlich aussehenden Rotnickelkies, der sich aber nicht verarbeiten ließ. Sie fühlten sich genarrt und nahmen an, ein zwergartiger Berggeist, ein Nickel, habe sie zum besten gehalten. Diesem Grund verdanken noch zwei weitere Metalle ihren Namen. *Kobalt* entstand aus Kobold, einem kleinen neckenden Berg- und Hausgeist der Volkssage. Für wertlos wurde auch *Wolfram* gehalten; der Name bedeutete ursprünglich Wolfsdreck, denn er raubte beim Schmelzen wie ein Wolf, nämlich das Zinn.

Nickel, ein silberweiß glänzendes Schwermetall, wurde erst in der Mitte des 18. Jahrhunderts als selbständiges Metall erkannt. Es vergingen 50 Jahre, ehe reines Nickel erzeugt werden konnte. Die wichtigsten Nickelerze sind Kupfernickel (Rotnickelkies), Nickelblende und Arsennickelkies.

Nickel ist hart, zäh, korrosionsbeständig und glänzt wie ein Spiegel. In geringem Umfang verwendet man es allein, unlegiert, zum Beispiel für Bauelemente in der Elektronik. Wegen seiner guten Eigenschaften nimmt

man es auch – ähnlich wie → Chrom, aber in geringerem Maße – zum Überziehen von Stahl. Es schützt vor Rost und verbessert das Aussehen.

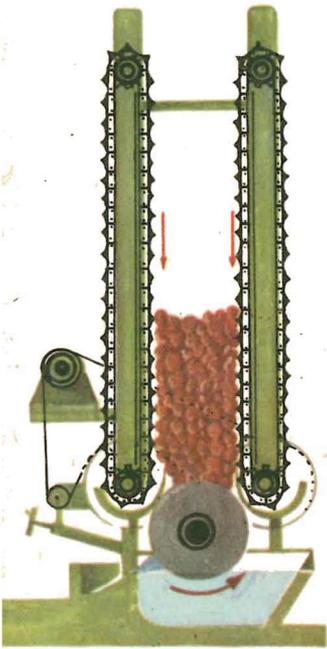
Die größte technische Bedeutung – etwa die Hälfte der Weltproduktion – hat Nickel jedoch als *Legierungsmetall*. Durch Zusammenschmelzen mit → Stahl entstehen rostfreie Edel- und Spezialstähle. Sie sind zäher, härter und fester als unlegierter Stahl. Es gibt noch zahlreiche andere Legierungen, beispielsweise die Nickel-Chrom-Legierung für hitzebeständige Heizleiter in elektrischen Geräten oder die Kupfer-Nickel-Legierung, die man zur Herstellung von Elektronenröhren sowie zum Bau von Maschinen und Apparaten für die Chemieindustrie benötigt.

Einige Nickellegierungen werden als *Neusilber* oder *Alpaka* bezeichnet. Außer Nickel enthalten sie etwa 50 Prozent Kupfer sowie oft Zinn, Zink, Blei, Eisen und Mangan. Neusilber ist ungiftig und chemisch sehr beständig. Es eignet sich deshalb für Bestecke, Küchengeräte, Bauteile der Elektrotechnik, der Feinmechanik-Optik und der Medizintechnik. Obgleich Nickel erst seit verhältnismäßig kurzer Zeit genau bekannt ist, wurde es in der Vergangenheit als Legierung genutzt. Auf diese Weise gefertigte Gegenstände, wie Waffen, Schmuck und Münzen, erwiesen sich als dauerhaft und erfreuten sich durch ihren Glanz. Die ältesten Nickelmünzen, die wir kennen, stammen aus dem 3. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung. Das Neusilber, auch Weißkupfer genannt, gelangte in größerem Umfang im 16. und 17. Jahrhundert aus Ostasien nach Europa, und es gab wohl den Anstoß, sich eingehender mit Nickel zu befassen. Die erste Nickelhütte entstand 1824 in Österreich.

Nickel kommt in abbauwürdigen Mengen selten vor, es ist deshalb teuer. Im kapitalistischen Ausland wird der beträchtlichste Teil aus kanadischen Magnetkiesen gewonnen. Genannt seien ferner Australien, Brasilien, Griechenland, Indonesien und die Insel Neukaledonien, eine frühere französische Strafkolonie im Stillen Ozean. Für die sozialistischen Staaten liefern vor allem Kuba und die Sowjetunion das glänzende Metall. In unserer Republik – Nickelerze werden auch heute noch im Erzgebirge abgebaut – entstand durch enge Zusammenarbeit mit befreundeten Ländern in St. Egidien (Bezirk Karl-Marx-Stadt) die größte Nickelhütte Mittel- und Westeuropas.

Papier „Wer lesen kann“, sagte einmal ein Dichter, „hat ein zweites Paar Augen.“ Daß wir so vieles durch Lesen erfahren, verdanken wir nicht nur dem Alphabet, sondern ebenso dem Papier. Täglich nehmen wir etwas aus Papier zur Hand: Bücher, Zeitungen, Schreibhefte, Fotos und Geldscheine. Es erscheint uns billig und alltäglich. Doch es ist leichter verbrannt als hergestellt.

Der wichtigste Rohstoff für seine Produktion sind Pflanzenfasern, vor allem Holz. Große Schleifmaschinen zerkleinern die Stücke zu feinen Spänen, zu *Holzschliff* (seit 1843). Neben dieser mechanischen Methode gibt es noch eine chemische, bei der die eingelagerten Bestandteile aus den Holzfasern ausgeschieden werden. Übrig bleibt *Zellstoff*, denn die Zellwände des Holzes bestehen aus Zellulose. Je nach Papierart dienen ferner Lumpen (Hadern), Altpapier, Stroh, Schilf, Bambus und auch andere Pflanzenfasern als Rohstoff. Nach seiner Zusammensetzung unter-



Stetigschleifer zum Herstellen von Holzschliff

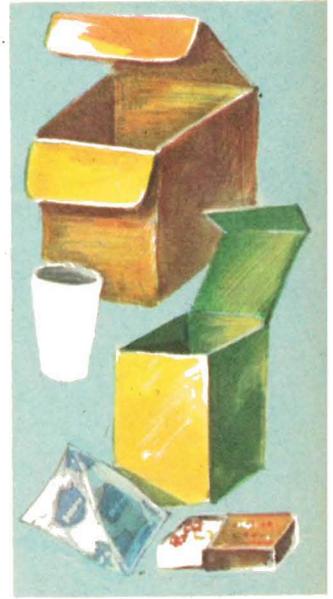
scheidet man *holzfreies* und *holzhaltiges* Papier.

Das hochwertigere holzfreie Papier besteht aus Zellstoff oder Lumpen. Papier mit Holzschliffanteil nennt man holzhaltig.

Die zerfaserten Rohstoffe werden gemahlen und geleimt, das heißt durch Harz, Kunstharz, Wachs und andere Zusätze wasserabweisend gemacht. Hinzu kommen noch Füllstoffe, beispielsweise Gips und Kreide, die das Aussehen verbessern.

Jetzt erst tritt die Papiermaschine in Funktion. Dem Papierstoff wird auf einem Sieb das Wasser entzogen; die Fasern ergeben die Papierbahn, die durch Walzen weiter entwässert, gepreßt und geglättet wird. Am Ende nimmt eine Trommel die fertige Bahn auf. Diese automatischen Maschinen können so schnell laufen, daß in 1 Minute bis zu 1000 Meter der mehrere Meter breiten Bahn entstehen. Bei der Nachbehandlung kann das Papier gefärbt oder bedruckt werden (Buntpapier, Tapete). Daneben gibt es noch viele andere Verfahren, die seine Eigenschaften verändern.

Schließlich benötigen wir Papier für die unterschiedlichsten Zwecke: Transparentpapier zum Zeichnen muß durchscheinend sein; Pergamentpapier darf kein Fett durchlassen, wasserdichtes Papier kein Wasser; Schleifpapier zum Glätten von Holz bekommt einen aufgeklebten Überzug von feinem Sand, Schmirgel- oder Glaspulver. Besonders dünnes Papier, Dünndruckpapier, dient für Fahrpläne, Taschenwörterbücher und andere, gut ausgestattete Bücher. Es ist, ebenso wie das tintenfeste Schreibpapier, holzfrei. Zeitungen dagegen brauchen weder tintenfest noch besonders haltbar zu sein; hierfür genügt holzhaltiges Papier.



Papierformate der Gegenwart

Die heutigen Formate (sie sind in mm angegeben) entstehen durch Falten eines Bogens von 1 m² Fläche (841 × 1189)

- A0 841 × 1189
- A1 594 × 841
- A2 420 × 594
(Zeichenblock)
- A3 297 × 420
(Zeichenblock)
- A4 210 × 297 (Briefbogen, Ganzbrief)
- A5 148 × 210 (Schreibheft, Halbbrief)
- A6 105 × 148
(Postkarte)

Die Formate sind nach Hauptreihen geordnet. Das A bezeichnet eine solche Hauptreihe. Darauf abgestimmt sind die Umschläge, die Hüllenformate (Reihe C).

Hüllenformate

- C3 324 × 458
- C4 229 × 324
- C5 162 × 229
- C6 114 × 162

Dickes Papier, *Karton* oder *Pappe* genannt, fertigt man auf ähnliche Weise wie Papier. Daraus entstehen vor allem Verpackungsmittel wie Schachteln und Kartons. Eine besondere Art der Pappe, die Dachpappe, brauchen wir zum Schutz gegen Feuchtigkeit auf den Dächern und in den Fundamenten der Häuser. Die Bahn – aus Textilabfällen, Zellstoff und Altpapier oder Glasfasern gefertigt – wird mit Teer oder Bitumen getränkt. Für die Schuh- und Kofferindustrie verwendet man Hartpappe, die ihre Festigkeit einer besonderen Imprägnierung verdankt. Wellpappe für Kartons hat in der Mitte eine gewellte Bahn. Die Seiten bestehen aus aufgeklebten glatten Bahnen. Das macht sie steif und elastisch zugleich. Zur Verpackung oder zum Aufbewahren dienen ferner Becher, Eimer, Tüten, Beutel, Säcke und anderes mehr. Die Undurchlässigkeit, beispielsweise bei Milchtüten, kann durch Beschichten mit Wachs, Plast oder Aluminium erzielt werden.

Der Rohstoff → Holz ist knapp. Durch Sammeln des wertvollen Altpapiers können wir dazu beitragen, daß weniger Bäume gefällt werden müssen. 1100 Tonnen Altpapier ergeben 1000 Tonnen Zellulose. Dafür würden wir 1400 Kiefern benötigen! Jährlich werden bei uns rund 500 000 Tonnen Altpapier und 100 000 Tonnen Alttextilien erfaßt. Es könnte mehr sein. Zu vieles wandert noch achtlos durch den Schornstein oder vergrößert die Müllberge.

Das Papier wurde wahrscheinlich im 1. Jahrhundert unserer Zeitrechnung in China erfunden. Durch die Araber gelangte es später nach Europa. Seit der Erfindung der Buchdruckerkunst im 15. Jahrhundert wuchs der Bedarf an Papier mehr und mehr. Den Rohstoff lieferten gemahlene Lumpen, vor allem

Leinen. Erst 1843 gelang es dem sächsischen Weber Gottlob Friedrich Keller, Papier aus Holz herzustellen. Einige Jahrzehnte später vermochte man auch mit Hilfe von Schleifmaschinen Holzschliff und durch chemische Verfahren Zellstoff zu gewinnen.

Das Papier verdankt seinen Namen dem *Papyrus*, dem altägyptischen Beschreibstoff. Er wurde seit ungefähr 3500 vor unserer Zeitrechnung aus der Papyrusstaude gefertigt. Eineinhalb Jahrtausende später fand man auch heraus, daß sich bearbeitete Tierhäute, Pergament genannt, gleichfalls zum Beschreiben eignen (→ Leder). Vielleicht führt uns der Weg einmal in das Papiermuseum in Greiz, wo wir mehr über die interessante Geschichte erfahren können.

Plast Fast täglich überrascht uns die Industrie mit neuen Dingen aus Plast. Dabei sind eigentlich nicht die Dinge neu, sondern das in allen Farben leuchtende synthetische Material und bisweilen auch die Form. Wir essen von Plasttellern, laufen auf synthetischen Sohlen, auf ebensolchen Fußböden und lassen den elektrischen Strom durch plastummantelte Kabel fließen.

Bisher gewohnte Werkstoffe wie Holz, Glas, Gummi, Keramik und Metall werden ersetzt und für andere Aufgaben frei. Grund für diese gewaltige Wandlung ist keineswegs nur der Mangel an bestimmten Stoffen. Die Plaste bieten vielmehr entschiedene Vorteile: Für ihre Produktion benötigen wir viel weniger Arbeitszeit; der Energieverbrauch beträgt gegenüber dem für Rohstahl ein Drittel, gegenüber dem für Aluminium sogar nur ein Achtel; bei der Metallbearbeitung läßt sich das Material nur zu 60 bis 70 Prozent ausnut-



Papyrusstaude.
Pflanzenteile dienen
als Vorbild für kunst-
voll geformte Säulen

zen, bei Plasten dagegen zu 90 bis 95 Prozent!

Die Plaste bilden eine besondere Werkstoffgruppe innerhalb der *Kunststoffe*, zu denen auch Kunstleder, synthetischer Gummi, Chemiefaserstoffe, Klebstoffe, Anstrichmittel und anderes mehr gehören. Ihnen allen ist gemeinsam, daß sie – im Unterschied zum reinen Naturprodukt – synthetisch, das heißt künstlich aus organischen Verbindungen hergestellt werden. Selbstverständlich sind natürliche Stoffe schon immer bearbeitet und umgewandelt worden: Das Holz erhielt durch Beil und Säge die gewünschte Form, die Metalle hat man geschmolzen und gemischt, dem Ton durch Feuer neue Eigenschaften gegeben. Plastwerkstoffe aber sind Produkte der Chemie, die sie zerlegt und beliebig wieder zusammensetzt. Die Aufgaben der chemischen Industrie haben sich hierbei gewandelt; früher lieferte sie Hilfsstoffe für andere Wirtschaftszweige, heute erzeugt sie ständig steigende Mengen von Material für die Industrie.

Wie die Tabelle zeigt, können Plaste entweder aus abgewandelten Naturstoffen hergestellt oder synthetisch aufgebaut sein. Die erste (teilsynthetische) Gruppe hat nur geringe Bedeutung; lassen wir sie deshalb außerhalb der Betrachtung. Die synthetischen Plaste werden aus Kohle und in jüngerer



ster Zeit vornehmlich aus Erdöl und Erdgas produziert. Aus den organischen Grundstoffen von 1 Tonne Erdöl lassen sich beispielsweise 30 Kilogramm Waschmittel, 25 Dederonhemden oder 1000 Paar Damenstrümpfe, 10 Polyesterpullover oder Verpackungsfolie für 10 000 Liter Milch herstellen.

Nach ihrem physikalischen Verhalten, dem Verhalten bei Erwärmung, unterscheidet man *Duroplaste* und *Thermoplaste*. Duroplaste erhärten nach ihrer Formgebung endgültig und sind somit durch erneutes Erwärmen nicht mehr erweichbar. Umfangreicher als die Gruppe der Duroplaste, die etwa ein Viertel der Produktion einnehmen, ist die der Thermoplaste. Man kann sie durch erneutes Erwärmen wieder erweichen. Auf diese Weise ist es möglich, sie umzuformen, zu biegen und zu schweißen.

Aus Duroplasten entstehen Fernseh- und Radiogehäuse, Schalter, Steckdosen und sogenannte Schichtpreßstoffe (mit Kunstharzlösung getränkte Papier- oder Gewebbahnen) für Möbeloberflächen und Autokarosserien (Trabant). Aus Thermoplasten fertigt man beispielsweise Behälter, Rohrleitungen, Apparaturen und Schaumstoffe, auch Schläuche, Schuhsohlen, Kabel, Folien für Tischdecken, Schürzen und Verpackungszwecke. Der größte Verbraucher von Plasten ist die Industrie; der Anteil der Konsumgüter beträgt nur ungefähr 10 Prozent. Obwohl wir in unserer Darstellung alles viel kürzer und einfacher gehalten haben, als es in Wirklichkeit ist, erscheint uns dieser Werkstoff durch die vielen komplizierten Namen und die nicht weniger verwickelten Produktionsprozesse als schwer überschaubar. Aber wir müssen bedenken, daß er für uns ziemlich neu ist. Andere Werkstoffe



Plast ersetzt andere Werkstoffe, vor allem Holz und Metall

haben eine Tradition, die sich oft über einige tausend Jahre erstreckt. Ihr Aussehen und ihre Verwendungsgebiete gehören zur altvertrauten Überlieferung. Die Wandlung, die wir miterleben und mitgestalten, braucht Verständnis und Erfahrung. Mancher Plastartikel zerbricht beim Gebrauch oder sinkt in Ofennähe in sich zusammen. Wir können noch nicht immer richtig mit ihnen umgehen. Dabei haben die Plaste, richtig genutzt, hervorragende Eigenschaften. Sie sind leicht, nämlich nur halb so schwer wie Aluminium; benötigen keinen Anstrich; werden nicht von Schädlingen und Fäulnis befallen; lassen sich vorteilhaft verarbeiten; isolieren gut den elektrischen Strom ...

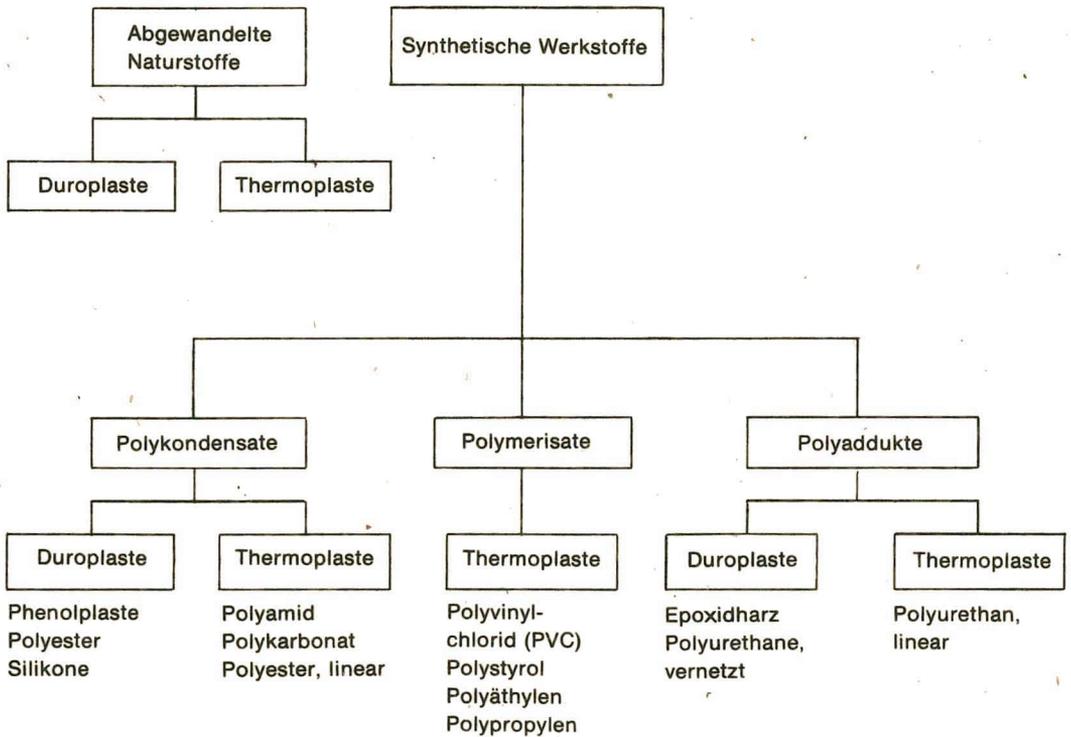
Andererseits: Sie dehnen sich bei Wärme aus; sie sind brennbar, manche verformen sich bei bestimmten Temperaturen; es fehlt ihnen an Festigkeit und Härte ... Aus diesem Grund verbindet man sie oft mit anderen Werkstoffen (Verbundwerkstoffe). Stahl wird plastbeschichtet, damit er nicht rostet; in PVC, einem Thermoplast, legt man die enorm festen Glasfasern ein (→ Glas), wodurch es dem Stahl sogar überlegen wird.

Der erste vollsynthetische Plastwerkstoff war das *Bakelit*. Es verdankt seinen Namen dem belgischen Chemiker Baekeland, der 1908 ein Patent darauf erhielt. Älter freilich ist das *Zelluloid*, dessen Produktion 1869 anließ. Dieser leicht brennbare, durchsichtige Thermoplast, aus dem Filme, Behälter, Käbme, Brillenfassungen, Zeichendreiecke, Spielzeuge und anderes angefertigt wurden, entsteht jedoch aus Zellulose, einem umgewandelten Naturstoff. Es ist deshalb ein teilsynthetischer Plast.

Die Weltproduktion von Plasten steigt ständig. Im Hinblick auf die Prokopfproduktion

zählt unsere Republik zu den wichtigsten
 plasterzeugenden Ländern. Den entschei-
 denden Rohstoff erhalten wir aus der Sowjet-
 union, er fließt durch die Erdölleitung
 „Freundschaft“.

Einteilung der Plaste



Silber Dieses glänzende Edelmetall lernen wir, wie das Gold, zuerst als Schmuck kennen, als Ring, Kette, Armband, Fassung für Edelsteine und als Ziergerät. Seine technische Bedeutung fällt zwar weniger ins Auge, ist aber trotzdem beachtlich. Seine besondere Eigenschaft – Silber hat die beste elektrische Leitfähigkeit unter allen Metallen – kann man allerdings nur für anspruchsvolle Aufgaben nutzen, beispielsweise bei elektrischen Geräten für technische, medizinische und andere wissenschaftliche Zwecke, denn Silber gibt es nicht sehr viel. Reines Silber eignet sich zum Belegen von Glas (Spiegel) und zum Versilbern, zum Überziehen von Metallgegenständen oder Glas- und Porzellangefäßen. Fast ein Drittel des erzeugten Silbers verbraucht man für die Produktion der lichtempfindlichen Schichten von Foto- und Filmmaterial.

Das sehr weiche und dehnbare Metall ist derart geschmeidig, daß sich aus einem Gramm ein 1800 Meter langer Faden ziehen läßt. Diese Eigenschaft ermöglicht es, Kunstwerke von besonderer Feinheit zu gestalten. Da sich weiche Metalle schnell abnutzen, gibt man dem Silber für Schmuck, chirurgische Instrumente, Bestecke und Münzen noch andere Metalle bei. Silberwaren bestehen meist aus 80 und mehr Prozent Silber, bei Münzen liegt der Gehalt niedriger. Einige wichtige Legierungsmetalle sind Kupfer, Platin, Zinn, Zink und Kadmium. Auf Schmuck wird der Silbergehalt in sogenannten Tausendteilen angegeben. Ein Stempel mit der Zahl 800 besagt beispielsweise, daß 800 Teile von 1000 aus Silber bestehen.

Reines Silber findet sich in der Natur häufig, die Mengen sind jedoch im allgemeinen klein. Auch ausgesprochene Silbererze wie



Argentit und Silberglanz spielen keine bedeutende Rolle. Meist gewinnt man das Metall als Nebenprodukt aus silberhaltigen Erzen, die auch Blei, Kupfer, Zink und Nickel bieten.

In unserem Land gibt es silberhaltige Blei- und Kupfererze im Harz und im Erzgebirge. Von anderen Förderländern seien die Sowjetunion, Mexiko, Peru, China, Kanada und die USA genannt.

Über den Gebrauch des Silbers in alten Zeiten gibt es nur wenige Nachrichten. Jedenfalls sind Gold und Kupfer früher verwendet worden. In Mesopotamien war es vor 5000 Jahren kostbarer als Gold. Im Grab des ägyptischen Herrschers Tut-ench-Amun (um 1350 vor unserer Zeitrechnung) fand man hauptsächlich goldene Gegenstände, eine Trompete jedoch bestand aus Silber. Im antiken Griechenland gab es silberne Trinkgefäße und Silbermünzen; die Kunst der Silberschmiede stand in hohem Ansehen. Die Römer nutzten das Silber für Spiegel und Schmuck, ja bauten sogar Möbel daraus. Auch in Indien und in Mitteleuropa wurden vereinzelt alte Silbergegenstände gefunden. Während der Herrschaft der Inkas verfügte Bolivien über reiche Silberschätze. Sie wurden, ebenso wie das Gold, von den spanischen Eroberern geraubt.



Traubenpokal

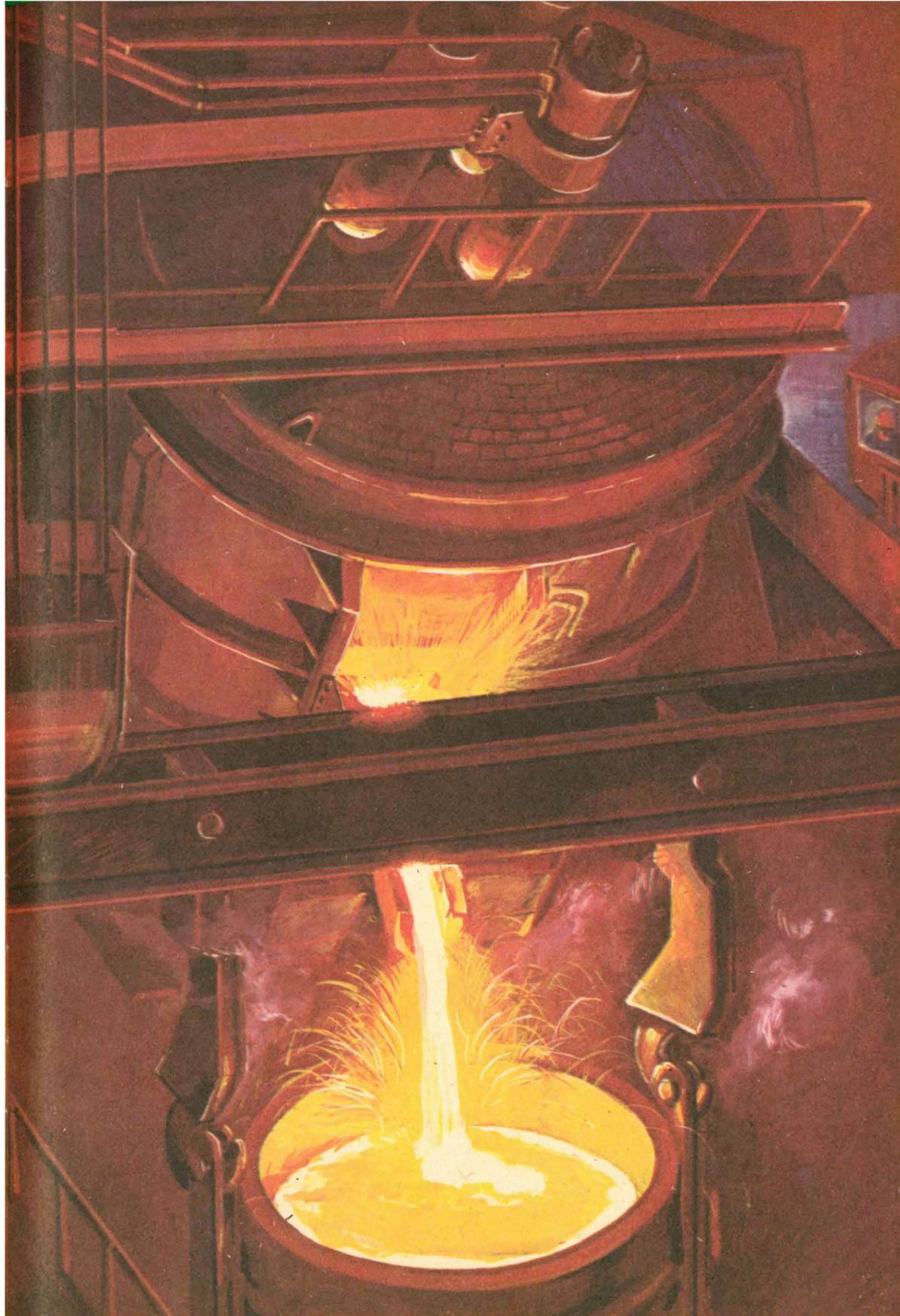
Stahl Das wichtigste Metall unserer Zeit ist das Eisen und der daraus gewonnene Stahl. Kein anderes Metall, ja kein anderer Werkstoff wird in so großen Mengen und für so viele Zwecke gebraucht. Zwar hat die Verwendung neuerer Werkstoffe wie Aluminium und Plaste ganz erheblich zugenommen und sich Gebiete erobert, die früher dem Stahl vorbehalten waren – dennoch ist und bleibt er, neben der Elektroenergie, die Grundlage unserer Industrie. Dafür gibt es drei Gründe: Die nötigen Rohstoffe kommen in vielen Teilen der Welt ausreichend vor; sie lassen sich ohne allzu beträchtlichen Aufwand verarbeiten, und schließlich verfügen sie über Eigenschaften, die sich in vielfältiger Weise verändern und nutzen lassen.

Das größte Vorkommen an Eisenerz liegt in der Sowjetunion, im Kursker Becken. Es bedeckt eine Fläche, die doppelt so groß wie unser Land ist. In Kriwoi Rog wurde der bisher mächtigste Hochofen gebaut. Er hat eine Höhe von 90 Metern und liefert jährlich über 4 Millionen Tonnen Roheisen.

In unserer Republik wurde auf der Basis importierter Rohstoffe eine moderne Eisen- und Stahlindustrie aufgebaut. Für die Zusammenarbeit der sozialistischen Länder auf diesem Gebiet gibt es die Organisation „Intermetall“.

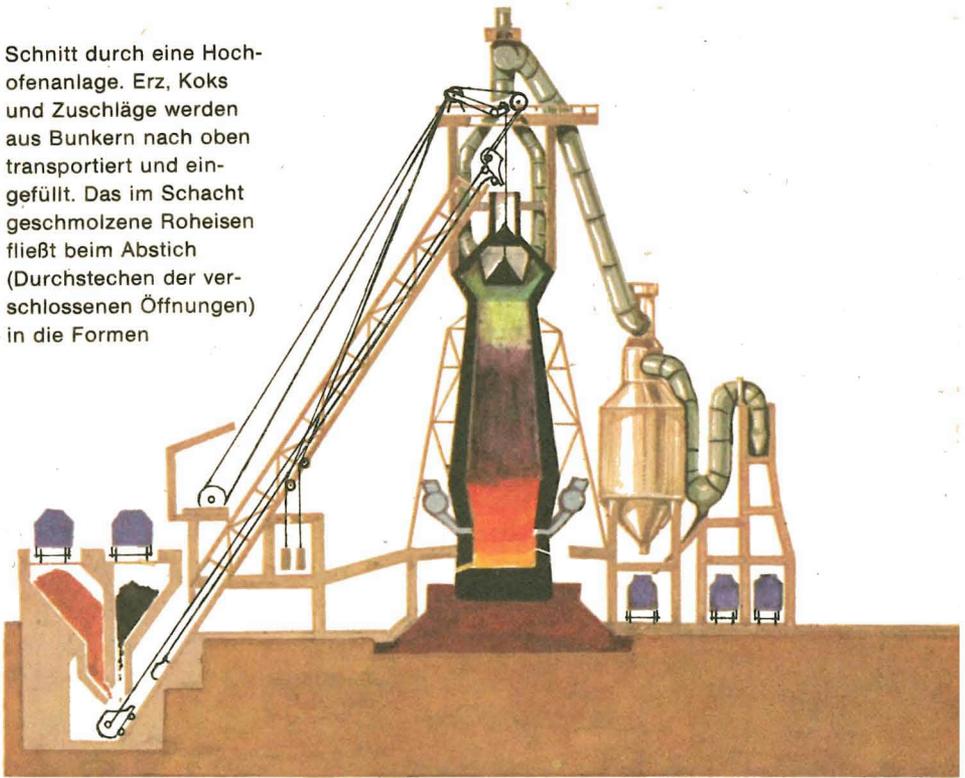
Wichtige Stahlproduzenten sind neben der Sowjetunion die USA, Japan, die BRD und Großbritannien. Für die Industrialisierung sind neue Werke vor allem in den Staaten notwendig, die durch den Kolonialismus rückständig blieben, wie beispielsweise Indien.

Eisen ist das Schwermetall, das in der Erdkruste am häufigsten vorkommt. Von den Metallen wird es darin nur vom Leichtmetall





Schnitt durch eine Hoch-
ofenanlage. Erz, Koks
und Zuschläge werden
aus Bunkern nach oben
transportiert und ein-
gefüllt. Das im Schacht
geschmolzene Roheisen
fließt beim Abstich
(Durchstechen der ver-
schlossenen Öffnungen)
in die Formen



→ Aluminium übertroffen. Die Natur bietet Eisen fast stets in Verbindungen, als Eisenerz. Reines Eisen ist weich, weiß und glänzend. Es eignet sich für technische Zwecke nicht. Die Eisenerze sind mit Kohlenstoff und vielen anderen Elementen vermischt, die zur Erzeugung von *Roheisen* entfernt oder verringert werden müssen. Das Roheisen hat einen Kohlenstoffgehalt von 3 bis 6 Prozent. Es ist deshalb hart und spröde, wodurch es sich zwar gießen, nicht aber schmieden und walzen läßt. Um das Eisen schmiedbar zu machen, muß der Kohlenstoffgehalt auf 0,05 bis 1,7 Prozent gesenkt werden. Wir bezeichnen es dann als *Stahl*. Im täglichen Sprachgebrauch unterscheiden wir Eisen und Stahl nicht immer genau. Der Begriff „Eisen“ hat sich in vielen Wörtern erhalten, die Gegenstände und Erzeugnisse aus Stahl bezeichnen. So spre-

Linke Seite:
Oben: Von Wasserkraft
getriebenes Eisenwerk
(18. Jh.);
unten: Ankerschmiede



Schiffshebewerk
Niederfinow



Hydraulischer
Schmiedehammer

chen wir von der Eisenbahn, von Hobeisen und Eisenwarengeschäften.

Stahl und Eisen lassen sich nach mehreren Gesichtspunkten einteilen, beispielsweise nach der Art der *Erzeugung* (Thomasstahl, Elektrostahl), den *Eigenschaften* (rostfreier oder hitzebeständiger Stahl) oder der *Legierung* (legierter oder unlegierter Stahl) und der *Verwendung* (Baustahl, Werkzeugstahl).

Über 90 Prozent aller Stahlsorten, die wir brauchen, setzen wir als unlegierten Baustahl ein. Baustähle nennt man deshalb auch *Massenstähle*. Die gegossenen Stahlblöcke werden durch Walzen, Schmieden oder Pressen weiterverformt; es entstehen sogenannte Halbzeuge. Das sind Träger, Bleche, Rohre, Schienen und anderes mehr. In dieser Form verwendet man den Baustahl im Stahlbau für Häuser und Brücken, im Fahrzeugbau für Kraftfahrzeuge, Schiffe und Flugzeuge sowie im Maschinenbau und in anderen Zweigen der metallverarbeitenden Industrie.

Für manche Zwecke – für Maschinenteile und Werkzeuge – benötigen wir auch gegossene Teile. Sie lassen sich aus dem nicht schmiedbaren *Gußeisen* herstellen. Es unterscheidet sich, wie bereits erwähnt, vom Stahl durch seinen höheren Kohlenstoffgehalt.

Legierten Stahl gibt es in vielen Arten. Dem Roheisen kann Chrom, Nickel, Kupfer, Aluminium, Silber, Titan und anderes zugesetzt sein. Das macht den Stahl fester, härter, zäher oder auch rostbeständig. Legierten Stahl braucht man für hochleistungsfähige Maschinen und Ausrüstungen, für die chemische Industrie und die Energieerzeugung. Der größte Feind des Stahls ist der *Rost*. Zwar ist es möglich, rostfreie oder durch Überzüge rostgeschützte Stähle herzustellen, doch sie

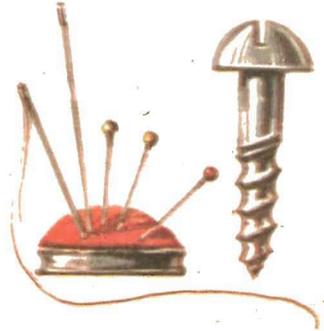
sind teuer. Man setzt sie deshalb nur dann ein, wenn Anstriche zu aufwendig oder ungeeignet sind.

Aus der Geschichte wissen wir, daß Eisen im Laufe der Entwicklung die weicheren, schon gebräuchlichen Metalle wie Gold, Kupfer und Bronze verdrängte und ersetzte. Das dauerte lange, und es gilt als sicher, daß zuerst Meteoreisen verwendet wurde, also Eisen, das aus dem Weltall die Erde erreichte. Die Ägypter nannten es deshalb „Kupfer des Himmels“. Die ältesten bekannten Gegenstände aus diesem Metall wurden vor rund 5000 Jahren gefertigt. In Griechenland begann die Eisenverarbeitung um 900 vor unserer Zeitrechnung. In Mitteleuropa löste die *Eisenzeit* 750 Jahre vor unserer Zeitrechnung die Bronzezeit ab.

Die industrielle Revolution, die in Großbritannien mit der Erfindung der Dampfmaschine ihren Ausgang nahm, führte zu einer technischen Umwälzung der Produktionsmethoden und der gesellschaftlichen Verhältnisse. Eisen und Stahl – durch neue Verfahren immer wieder verbessert – gehören zu den wichtigsten Hilfsmitteln, um technische Probleme zu meistern.

Zement Das feine, meist graue Pulver wird entweder in Säcken zu 50 Kilogramm oder in geschlossenen Spezialfahrzeugen zur Baustelle transportiert. Dort dient es als unentbehrliches Bindemittel zum Herstellen von → Beton.

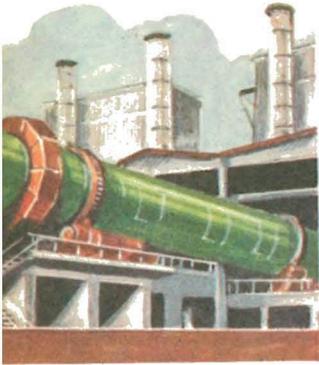
Die Rohstoffe werden meist im Tagebau gewonnen. Es sind vor allem Mergelkalke (Mergel), Gemenge von Kalk und Ton. Kalkgebirge gibt es in vielen Ländern der Erde. In unserer Heimat wird Muschelkalk im Thürin-



ger Becken und in Rüdersdorf bei Berlin gewonnen.

Die Zementproduktion entstand aus bescheidenen Anfängen. Die entscheidenden Anstöße kamen aus Großbritannien, das um diese Zeit industriell am weitesten fortgeschritten war. Der Maurer Joseph Aspdin, der Versuche anderer fortsetzte, brannte 1824 ein Gemisch aus Ton und gelöschtem Kalk. Das Produkt war ein hydraulischer (auch unter Wasser fest werdender) Mörtel, dem er den Namen Portlandzement gab (Zement kommt vom lateinischen *caementum* = Bruchstein; Portland wurde wegen des farblich ähnlichen Portlandsteins gewählt, den die Briten damals sehr schätzten).

In den folgenden Jahrzehnten wurde der Zement mehr und mehr verbessert. Zunächst mußte man ihn aus Großbritannien importieren. Erst um die Mitte des vorigen Jahrhunderts entstanden auch in anderen Ländern Betriebe zur Zementherstellung. Heute ist die Produktion von Zement und der damit hergestellte → Beton wichtiger denn je. So wurde bei uns im Jahre 1976 ein neues Zementwerk mit hohem Automatisierungsgrad fertiggestellt: Deuna im Eichsfeld. Fast 3000 Bauleute, Monteure und Elektriker, auch aus befreundeten Ländern, haben es erbaut. Durch vier Ofenlinien können jährlich 2,5 Millionen Tonnen Zement produziert werden.



Drehrohrofen für die Zementherstellung



Altafrikanischer Vorratsspeicher aus Ton

Ziegel Hinter Backsteinen, wie man die Mauerziegel auch nannte, haben schon unzählige Generationen gewohnt. Die früheren Häuserbauer nahmen Schlamm aus den Flüssen, formten ihn mit der Hand oder in Holzrahmen und trockneten die Quader in der Sonne. Durch Ausgrabungen wissen wir,

daß auf diese Weise bereits vor 5000 Jahren in Mesopotamien und Ägypten Fundamente und Mauern errichtet wurden. Solide gebaute Steinhäuser gab es damals auch schon in Indien.

Die Festigkeit der Bausteine erhöhte sich durch beigemengtes Gras oder Stroh. Doch wenn die luftgetrockneten Ziegel lange dem Regen ausgesetzt waren, lösten sie sich auf. Die entscheidende Verbesserung bestand darin, sie zu brennen. Das setzte Brennmaterial und eine aufwendigere Technik voraus. Derart kostbare Steine blieben den Prachtbauten, den Tempeln und Palästen, vorbehalten. Es war nicht notwendig, dicke Mauern aus gebrannten Steinen zu errichten; es genügte, die Außenfläche wetterfest zu verkleiden. Dieses Prinzip hat sich, mit anderen Baustoffen, bis heute bewährt.

Ein anschauliches Zeugnis meisterhafter alter Bautechnik können wir in den Staatlichen Museen zu Berlin betrachten: das babylonische Ištartor mit der Prozessionsstraße. Die glasierten farbigen Ziegel, die ursprünglich Lehmziegelwände von außen schützten, entstanden vor rund 2500 Jahren. Babylon war eine der mächtigsten und prachtvollsten Städte des Altertums. Auf der reliefartigen Ziegelglasur sehen wir in – noch heute – leuchtenden Farben Löwen und Fabelwesen.

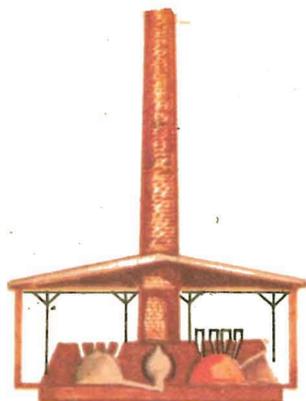
Der schlichte Ziegel, der älteste von Menschenhand geformte Baustoff überhaupt, hat in allen Ländern mit entsprechenden Rohstoffen eine wichtige Rolle gespielt. Die römischen Bauleute verbesserten seine Eigenschaften und erschlossen ihm neue Anwendungsgebiete. Von den Römern kam auch das Wort in unsere Sprache: Ziegel stammt vom lateinischen *tegula* = Dachziegel.



Glasierte Reliefziegel mit Kriegerern (aus der altorientalischen Stadt Susa am unteren Tigris)



Backsteingotik: Kloster Chorin



Ziegelringofen

Aus roten gebrannten Backsteinen, die unverputzt und unverkleidet blieben, entstanden zeitenüberdauernde Bauwerke wie Stadttore, Türme, Rathäuser und Kirchen. Der Backstein wurde im 13./14. Jahrhundert so meisterhaft gehandhabt, daß ein bedeutender Baustil entstand, die norddeutsche Backsteingotik.

Hat der ehrwürdige Mauerziegel heute ausgedient? Ja und nein. Seine Verwendung ist zeitraubend und mit schwerer körperlicher Arbeit verbunden. Für Großbauten benutzen wir deshalb Fertigteile aus → Beton. Trotzdem wird die Produktion von Ziegeln weiterhin gesteigert. Rund 70 Prozent der Einwohner unserer Republik leben in Altbauten. Um diese zu erhalten und zu erneuern, braucht man Mauersteine. Außerdem benötigen wir sie für die Rekonstruktion (Wiederherstellung) von historisch wertvollen Gebäuden, für Ausbauten in der Industrie und die Errichtung von Einzelwohnhäusern. Im übrigen wollen wir auch den Dachziegel nicht vergessen, der nach wie vor unentbehrlich bleibt.

Der Mauerziegel hat, gegenüber natürlichem Gestein, viele Vorteile: Er läßt sich in beliebiger Menge von gleicher Größe, Form und Qualität produzieren; seine Eigenschaften, wie Härte, Dichte, Druckfestigkeit und andere, können dem Zweck angepaßt werden; die Rohstoffe – plastische Tone – gibt es in genügendem Maße; der Herstellungsprozeß ist verhältnismäßig billig. Die früher übliche schwere Handarbeit wird mehr und mehr durch industrielle Methoden abgelöst.

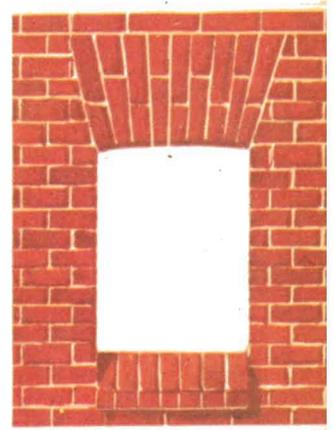
Aus dem aufbereiteten Rohstoff entstehen zunächst Rohlinge, das sind geformte, aber ungebrannte Stücke, die aus maschinellen Strangpressen kommen. Nach dem Trocknen in Freiluftschuppen oder durch Heißluft ge-

langen die Rohlinge zum Brennen in den Ringofen oder in den Tunnelofen. Im Ringofen werden die Steine nicht bewegt, sondern das Feuer wandert in einem ringförmigen Raum, dem Brennkanal. Im Tunnelofen dagegen durchlaufen die Rohlinge nacheinander mehrere Zonen, die Vorwärmzone, die Brenn- oder Feuerzone und die Kühlzone. Je nach Rohstoff und Brenndauer entstehen Ziegel verschiedener Art. Normale Mauerziegel brauchen 900 bis 1100 Grad Celsius, die sehr harten Mauerklinker aber 1400 Grad Celsius. Ziegel ohne Hohlräume nennt man Vollziegel. Sollen sie leichter sein und besser vor Kälte und Wärme schützen, also wärmedämmend sein, werden längs oder quer Löcher in die Rohlinge eingebracht; es entstehen Langloch- oder Hochlochziegel.

In einer Mauer sind die Steine nach bestimmten Regeln, den Verbandregeln, angeordnet. Zur Verbindung dient Mörtel, meist Kalkmörtel. Er besteht aus einem Gemisch von Kalk, Sand und Wasser.

Im Unterschied zu Silber und Gold, zu Bronze und Stahl hat der Ziegel nur mäßige Bewunderung gefunden. Und doch war und ist er für unsere Kultur nicht geringer zu achten.

Zink Das spröde, bläulichsilbrig glänzende Zink ist nur in Erzen enthalten, vor allem in Zinkblende und Zinkspat. Lohnende Vorkommen gibt es in der Sowjetunion, in Polen, Großbritannien, Frankreich, Peru, Nordafrika sowie in einigen anderen außereuropäischen Ländern. In unserer Republik gewinnen wir Zinkerz im Erzgebirge; eine moderne Zinkhütte haben wir in Freiberg. Reines Zink ist dreifach brauchbar: als *Blech*, als *Überzug* und zum *Legieren*. Aus Zink-



Verblendmauerwerk





blech wurden früher Dachrinnen und Dachabdeckungen gefertigt; jetzt verwendet man dafür oft Aluminium oder PVC. Unentbehrlich ist Zinkblech für Behälter (Becher) von Elementen, von Trockenbatterien, mit denen wir unsere Kofferradios und Taschenlampen versorgen. Speisen dürfen wir in Zinkgefäßen nicht aufbewahren, weil dadurch giftige Salze entstehen können.

Bedeutsamer sind die beiden anderen Bereiche. Das wetterbeständige Zink eignet sich gut zum Überziehen von Stahlteilen, um sie gegen Rost zu schützen. Durch den Einfluß der Luft bedeckt sich die Oberfläche des Zinks mit einer grauen Schutzschicht. Das Auftragen auf Stahlteile – Bleche, Rohre, Behälter, Draht, Konstruktionsteile – erfolgt entweder durch *Feuerverzinken*, wobei die Stücke in flüssiges Zink getaucht werden, oder durch *Metallspritzen*, das Aufspritzen flüssigen Zinks mit Hilfe einer Spritzpistole. Durch Metallspritzen lassen sich auch große Konstruktionen wie Brücken dauerhaft vor Rost schützen.

Über die Bedeutung des Zinks als Legierungsmetall können wir unter dem Stichwort → *Messing* nachlesen. Manche Zinklegierungen dienen zum Bau von Vergasergehäusen in Kraftfahrzeugen, als Lager oder für Maschinenteile.

Eine gewisse Bedeutung hat Zink auch in der *Medizin*. Man gebraucht es für Zinkpulver und Zinksalbe, denn es wirkt austrocknend und desinfizierend.

Beim Schmelzen im Ofen setzt Zink Zacken, Zinken an. Dieser Eigenschaft verdankt es seinen Namen. Zinklegierungen waren bereits im Altertum bekannt. Im 16. Jahrhundert erwähnt es der Begründer der modernen Bergbaukunde, Georgius Agricola, in seinen



Schriften. Reines Zink konnte erst im 18. Jahrhundert erzeugt werden. Die erste bedeutende Zinkhütte entstand 1743 in Großbritannien. Seither hat die Produktion beständig zugenommen. Inzwischen gibt es eine ganze Reihe von Industriezweigen, die Zink benötigen: Es ist in weißer Farbe ebenso enthalten wie in kosmetischen Artikeln, in Plasten, Gummiprodukten, Fernsehgeräten und Leuchtschirmen für die Röntgenstrahlung.

Zinn Jeder, der einmal Zinnfiguren betrachtet oder beim Basteln gelötet hat, kennt dieses silberweiße Schwermetall. Doch Zinn dient auch zahlreichen anderen Zwecken. Es ist zwar sehr weich, aber Luft und Wasser können es ebensowenig zerstören wie Fruchtsäuren und Lebensmittel.

Die geschmeidige Weichheit ermöglicht das Auswalzen zu *Folien*, zu Blattzinn, Stanniol. Zinnfolie dient zum Verpacken, beispielsweise von Schokolade, und zum Herstellen von Tuben. Vielfach wird sie jetzt durch Aluminiumfolie ersetzt. Das ungiftige Zinn hat sich für die Verpackungs- und Lebensmittelindustrie so gut bewährt, daß ein großer Teil der Produktion dafür verwendet wird. Was wir aus Dosen an Fisch, Gemüse, Obst und Getränken zu uns nehmen, ist oft von verzinnem Stahlblech, *Weißblech* genannt, umschlossen. Anstelle des Zinns kann das Blech auch einen Überzug aus Kunstharzlack oder Aluminium erhalten. Als *Überzugsmetall* finden wir Zinn auch an Geräten, die mit Lebensmitteln in Berührung kommen, so bei Fruchtpressen und Fleischereimaschinen. Eine weitere wichtige Rolle spielt dieses Metall in *Legierungen*. Dazu gehören unter





Ratsherrenkanne
aus dem 16. Jh.

anderen das Zinn- oder Weichlot zum Löten, das Blei enthält, sowie die Mischung von → Kupfer und Zinn für Bronze.

Zinn wird aus Erz, aus *Zinnstein* gewonnen. Die ergiebigsten Vorkommen bieten Malaysia, Bolivien, China, Indonesien. Ferner wird es in der Sowjetunion und in Afrika abgebaut. Die DDR verfügt über geringe Mengen im Erzgebirge (Altenberg).

Das verhältnismäßig leicht schmelzbare Zinn wurde schon vor etwa 5000 Jahren verwendet. Zu überragender Bedeutung gelangte es als Bestandteil der Bronze, die einen großen Fortschritt in der Metalltechnik mit sich brachte. Auf europäischem Gebiet gab es im Altertum größere Zinngruben im heutigen Großbritannien und in Spanien. Seit dem 12. Jahrhundert wurden die Lagerstätten des Erzgebirges erschlossen. Es entstand der Beruf des *Zinngießers*, des Kandelmachers (Kannenmachers), denn Zinn läßt sich nicht wie Kupfer durch Treiben mit dem Hammer formen. Es wird in Gips- oder Metallformen gegossen. Für Kannen, Krüge, Becher, Leuchter und anderes mischte man zehn Teile Zinn und einen Teil Blei. Die Blütezeit der Zinngießerei reichte vom 15. bis zum 17. Jahrhundert. Durch Gravierungen entstanden reichverzierte Gegenstände. Gefäße aus Glas und Keramik verdrängten allmählich das Zinngeschirr, jedoch wird die alte Kunst des Zinngießens vereinzelt auch heute noch geübt.

Das Zinn hat sich, wie wir sehen, auf vielen Gebieten als nützlich erwiesen. Am prachtvollsten aber, prachtvoller als jedes andere Metall, zeigt es sich in der kleinen bunten Welt der Zinnfiguren, die Kinder wie Erwachsene erfreut.





MEIN KLEINES LEXIKON

Mein kleines Lexikon ist eine für Kinder herausgegebene Serie populärwissenschaftlicher Einführungen in verschiedene Wissensgebiete, die wesentliche Begriffe in alphabetischer Reihenfolge verständlich und unterhaltsam erklären.

Mein kleines Lexikon „Stahl, Beton und bunte Gläser“ stellt wichtige Werkstoffe vor. Der Autor berichtet, woher sie kommen, welche Eigenschaften sie haben und was man aus ihnen macht. Dabei weiß er Interessantes aus der Geschichte zu erzählen.



Der Kinderbuchverlag Berlin