

Hammer, Zange, scharfe Zähne

Werner Hirte

Mein kleines Lexikon



Werner Hirte

Hammer, Zange, scharfe Zähne

Illustrationen

von Günter Wongel

Der Kinderbuchverlag Berlin



Einbandgestaltung: Horst Wendland, Günter Wongel
Alle Rechte vorbehalten
Printed in the German Democratic Republic
Lizenz-Nr. 304-270/304/74- (60)
Lichtsatz: GG Interdruck Leipzig
Druck: VEB Offsetdruck Leipzig
Buchbinderische Verarbeitung: VEB Buchbinderei Leipzig
2. Auflage
LSV 980
Für Leser von 9 Jahren an
Best.-Nr. 628 943 6
EVP 5,80

Ohne Werkzeug kein Werk

Messer, Gabel, Schere, Licht...

Ein Jahr vielleicht waren wir alt, als unsere Hand zum erstenmal nach einem Werkzeug griff – nach einem kleinen Hammer aus Plast. Doch schon wenige Jahre später wissen wir, was ein Messer, eine Schere, eine Zange oder eine Säge ist. Und wie gern möchten wir diese blitzenden Dinge einmal selbst ausprobieren! Aber unsere Neugier wird, halb strafend, halb tröstend, durch den alten Kinderspruch gebremst:

Messer, Gabel, Schere, Licht
sind für kleine Kinder nicht!

Das ändert sich bald. Dürfen wir nicht schon aus den Teilen unseres Baukastens eine Brücke, ein Auto, einen Kran bauen? Es geht noch etwas langsam, bis alle Schrauben und Muttern fest am richtigen Platz sitzen – aber hätte es ohne Schraubenschlüssel nicht noch länger gedauert? Nach und nach lernen wir auch die „gefährlicheren“ Werkzeuge sicher gebrauchen: Hammer, Zange, Schraubenzieher, Bohrer, Laubsäge...

Freunde, Geschwister, Eltern und Lehrer zeigen uns die richtigen Handgriffe; so bekommen wir alles bald „in den Griff“. Wir wachsen mit dem Werkzeug auf, wir gebrauchen es beim Spiel, beim Basteln und Bauen, wir lernen es im Unterricht, im Haushalt oder in einem Betrieb kennen – es ist etwas so Alltägliches, daß wir uns über seinen Wert oft kaum noch Gedanken machen. Aber gerade das sollten wir tun – denn ob wir acht Jahre alt sind oder achtzehn, ob wir heute Spielzeuge oder morgen Maschinen und Automaten bauen: ohne Werkzeug entsteht kein Werk.



Wieviel Libellen hat eine Wasserwaage?

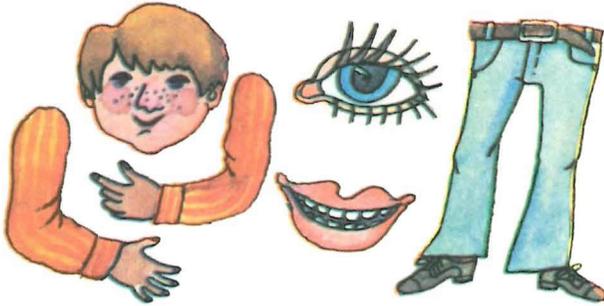
Die Werkzeuge geben uns viele Arme, mehr und stärkere, als uns die Natur schenkte. Sie vertausendfachen unsere Kraft, vorausgesetzt, daß wir sie genau kennen, daß wir wissen, wozu sie dienen, wie sie funktionieren, was sie leisten. Nur wenn wir sie richtig beherrschen, erleichtern sie ohne Gefahr unsere Arbeit. Geht einmal etwas schief, liegt es nie am Werkzeug – es liegt immer an uns. Kein Werkzeug, keine Maschine hat ein „Herz“ (mögen wir sie auch wegen ihrer treuen Dienste verehren); sie sind stets nur so gut und so zuverlässig wie wir selbst.

Auf einige von vielen Fragen – nicht nur nach den Libellen der Wasserwaage – versucht dieses Buch zu antworten. Es stellt in Wort und Bild die gebräuchlichsten Werkzeuge vor. Es zeigt ihre Formen, es schildert, was wir mit ihnen produzieren, und es berichtet manches aus ihrer Geschichte. Die meisten dieser Werkzeuge sind Handwerkszeuge. Sie haben ihren Namen von unserer Hand, die sie bewegt. Aus ihnen gingen, da ihr Gebrauch viel Kraft und Zeit erfordert, die von Maschinen angetriebenen Werkzeuge – die Werkzeugmaschinen – hervor. Sie herrschen in der modernen Produktion vor. Wir lernen eine ganze Reihe davon kennen, auch wenn sie sich nicht so leicht wie eine Wasserwaage begreifen lassen. Manche Begriffe, manche Arbeitsvorgänge sind schwierig, und es braucht seine Zeit, ehe wir sie verstehen. Aber was wäre ein richtiger Techniker ohne Probleme? Ohne immer neue Fragen? Ohne Ausdauer und Geduld?

In den Handwerkszeugen und in den Werkzeugmaschinen stecken die Erfahrungen unzähliger vergangener Generationen. Wir eignen sie uns an, vom Einfachen zum Komplizierten fortschreitend, und wiederholen so in der verhältnismäßig kurzen Zeit unseres



Lebens einen Prozeß, den die Menschheit in mehreren hunderttausend Jahren durchschritt.

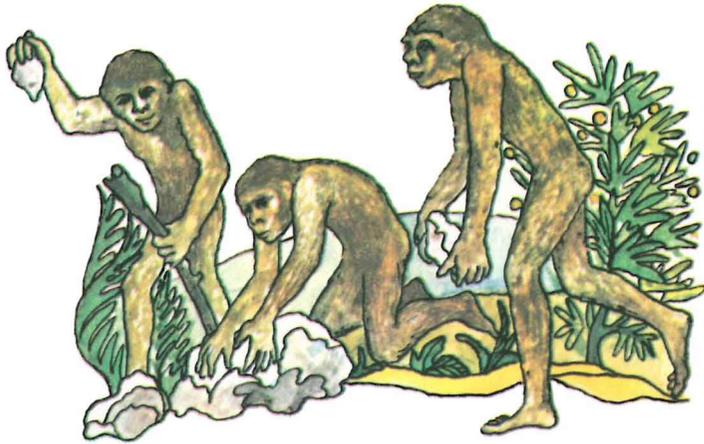


Arme und Beine, Köpfe, Augen und Zähne

Der Hammer hat einen „Kopf“, sein Stiel steckt im „Auge“. Die Säge fassen wir am „Arm“, sie zeigt uns ihre „Zähne“. Der Amboß ruht auf einem „Fuß“ und reckt seine beiden „Hörner“ zur Seite. Die „Backen“ der Zange bilden ein „Maul“. Tische und Stühle stehen auf „Beinen“ – geradezu endlos scheint die Reihe von Wörtern, die nicht nur Körperteile von Mensch und Tier bezeichnen, sondern die zugleich als Namen für unbelebte, für technische Dinge dienen.

Die Erklärung ist einfach: Bereits bekannte Begriffe wurden für neue Erfindungen, für bisher Unbekanntes und Namenloses, übernommen. Diese auffälligen Übereinstimmungen verweisen darauf, daß zahlreiche Werkzeuge durch Nachahmungen von Körperteilen oder Körperbewegungen entstanden. (Auch wir stehen auf Beinen und Füßen, unsere Backen bewegen sich, und die Zähne zerkleinern die Nahrung.)

Das erste Warenhaus für Werkzeuge und alles übrige, was die Menschen brauchten, war die Natur. Genaue Naturbeobachtung und das Ergründen der Naturgesetze waren unerlässlich, um die verschiedenen Roh-Stoffe immer vorteilhafter nutzen zu können. Die frühesten Werkzeuge waren – vor etwa 5 Millionen

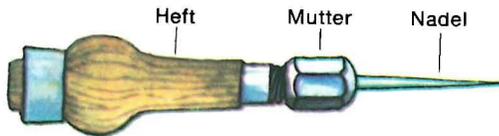


Jahren – zunächst nur ausgewählte Steine und Äste. Erst die mühsame und langwierige Erfahrung lehrte, welche Formen, welche Werkstoffe und Bearbeitungstechniken sich als die rationellsten erwiesen. So gelang es nach und nach, über viele Jahrtausende hinweg, immer bessere, immer mehr „Spezialwerkzeuge“ zu schaffen, mit denen sich die Bedürfnisse – vor allem der Ernährung, der Kleidung und des Wohnens – leichter befriedigen ließen.

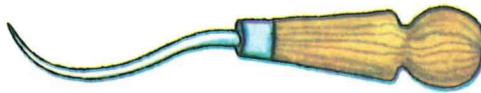
Die Arbeit, der Gebrauch der Werkzeuge und die gemeinschaftliche Produktion veränderten unsere tierischen Vorfahren und ermöglichten ihre Weiterentwicklung – zum Menschen.

So wichtig waren und sind die Werkzeuge, die Produktionsinstrumente. Noch immer, ja schneller denn je verändern wir mit ihnen unsere Welt. Gibt es eine schönere Aufgabe, als dabei mitzuhelfen?

Ahle Leicht können wir mit einer Nähnadel kleine Löcher in Papier oder Stoff einstechen. Mit viel Mühe gelingt es uns vielleicht noch bei Leder; erfolglos aber bleibt unser Versuch schon bei Holz oder gar bei dünnem Blech. Versehen wir die Nadel mit einem Griff, einem Heft, kann sie auch härtere Werkstoffe als Leder durchbohren und gleitet nicht durch die Finger.

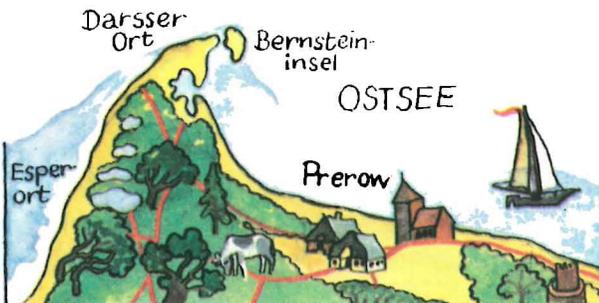


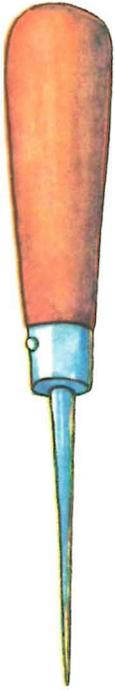
Ahle



Schuhmacherahle

Ahlen können recht unterschiedlich sein: verschieden lang, verschieden dick, gerade oder gekrümmt, auswechselbar oder fest mit dem Heft verbunden. Andere Namen dafür sind *Pfriem* und *Ort*. Alle drei Begriffe bedeuten soviel wie „spitzes Werkzeug zum Stechen“. Diese Auskunft verdanken wir den Sprachwissenschaftlern, die die Herkunft und Bedeutung der Wörter erforschen. Viele Wörter haben im Lauf der Geschichte ihren Sinn verändert. Wir verstehen sie erst dann voll und ganz, wenn wir wissen, was sie früher bedeuteten. So hat sich zum Beispiel die alte Bedeutung von „Ort“ = „Spitze“ auch in anderen Wörtern erhalten: Der Name „Darßer Ort“ bezeichnet eine Landspitze an

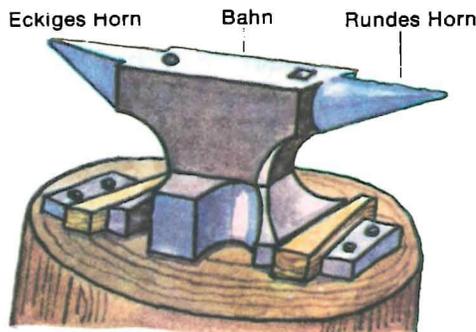




Vorstecher,
Spitzbohrer

der Ostsee, und der Bergmann arbeitet „vor Ort“, an der „Spitze“ des Stollens. Eine Ahle mit langer dicker Nadel nennen wir *Vorstecher* oder *Spitzbohrer*. Mit ihnen werden beim Bearbeiten von Holz, von Faserplatten und dünnen Blechen Löcher für kleinere Nägel oder Schrauben eingestochen. Um Bohrungen in Metall nachzuarbeiten, verwenden wir *Reibahlen*. Sie begegnen uns beim Bohrer wieder.

Amboß „Man muß das Eisen schmieden, solange es heiß ist“, sagt das Sprichwort. Kein Wunder, daß wir in einer Schmiede beim lauten Klang der Hämmer unser eigenes Wort nicht verstehen. Eine schwere Arbeit. Wichtige Schläge braucht der glühende Stahl, um in die rechte Form zu kommen. Eine sichere Unterlage dafür bietet der stählerne Amboß. Er ruht, bis zu 500 kg schwer, auf einem Fundament aus Beton, aus Grauguß oder auch auf einem Eichenklotz, einem Stein, einem sandgefüllten Faß.



Das massige Mittelteil, der Stock, erinnert an einen gedrungenen Tierkopf, und darum heißen wohl auch die spitz auslaufenden Seiten Hörner. Auf dem runden Horn lassen sich Ringe biegen und Rohre weiten, auf dem Vierkanthorn andere Werkstücke im Winkel biegen, abwinkeln. Die Oberfläche, die gehärtete und aufgeschweißte Bahn, verfügt

über zwei Löcher zur Aufnahme von Hilfswerkzeugen.

Der Schmied, einer der ältesten Berufe, war ein Tausendkünstler, der auf dem Amboß unzählige Dinge fertigte: Waffen wie Werkzeuge, Hufeisen wie Wagen, Haus- und Ackergeräte wie Schmuck. Noch heute zeugen Tore und Gitter, Brunnen und Beschläge von seiner hohen Kunstfertigkeit. Schon in alten Sagen und Märchen spiegelt sich seine Bedeutung wider. Erinnern wir nur an Hephaistos, den griechischen Gott des Feuers und der Schmiedekunst, an Wieland den Schmied und die schätzeschmiedenden Zwerge. Nicht weniger lebt dieses Handwerk in der Sprache fort: Wir können „vor die rechte Schmie-de gehen“, „viele Eisen im Feuer haben“ und „gut beschlagen sein“.

Ogleich der Amboß bei der industriellen Fertigung durch gewaltige *Umformmaschinen* verdrängt wurde (wir finden sie bei den Hämmern und bei den Pressen näher erläutert), ist der Klang der Schmiedehämmer längst nicht verhallt. Noch immer sind Pferde zu beschlagen, landwirtschaftliche Geräte zu reparieren, Türbeschläge zu schmieden oder Einzelteile für den Wagenbau herzustellen.

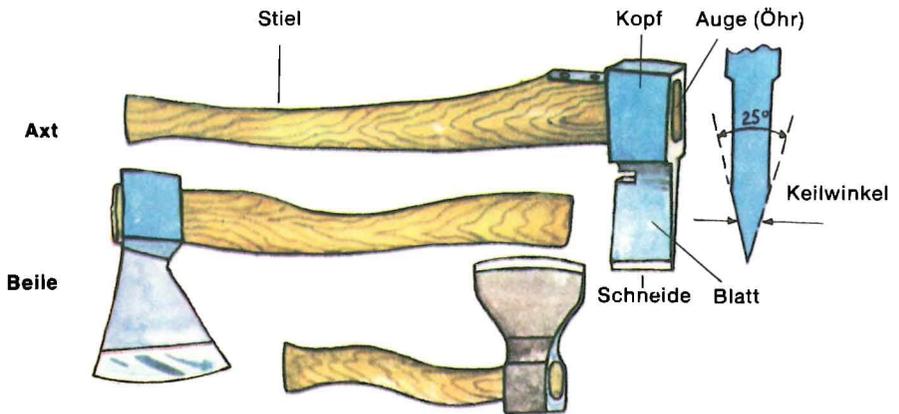
Und mehr noch: Der Kunstschmied unserer Zeit trägt durch seine dauerhaften und formreichen Arbeiten (etwa das prachtvolle Tor der Berliner Stadtbibliothek) zur Verschönerung unserer Städte und Dörfer bei.

Beil Als die Häuser noch aus Holz gebaut wurden, als die vielen Gebrauchsgegenstände ohne Maschinen gefertigt werden mußten, war das Beil unentbehrlich. Es galt, Bäume zu fällen, Äste abzuschlagen, Balken und Bohlen zuzuhauen, Holznägel abzuspalten, Pfähle anzuspitzen sowie Werkzeugstiele, Speere und anderes mehr zuzurich-

ten. Vielfach diente das Beil zugleich als Waffe, als Streitaxt.

Beil und Axt gleichen sich weitgehend; deshalb hat man auch früher die Begriffe oft nicht genau unterschieden. Im allgemeinen verfügt jedoch die Axt über ein längeres Blatt und eine schmalere Schneide.

Beile – aus Stein – gab es bereits in der Altsteinzeit. Es waren meißelartige Steine mit festgebundenen oder eingesteckten Stielen.



Beim Schlagen dringt das keilförmige Blatt mit seiner scharfen, zweiseitigen Schneide in das Holz ein, zerschneidet die Holzfasern oder reißt sie im Spalt auseinander. Der mehr oder weniger lange Stiel aus Hartholz sitzt fest verkeilt im Auge (Öhr) des Kopfes.

Dem Keil, der die Grundform aller schneidenden Werkzeuge bildet, werden wir übrigens noch mehrfach begegnen: etwa beim Meißel, beim Messer, beim Stechbeitel und beim Sägezahn.

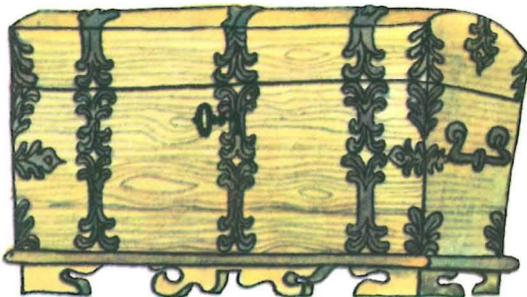
Die beiden Flanken oder Fasen einer Keilschneide bilden einen bestimmten Winkel, den *Keilwinkel*. Er ist, je nach Werkzeug und Werkstoff, verschieden groß. Für die Axt beträgt er 25°, für das Beil meist etwas weniger.

Am häufigsten verwenden wir Beil und Axt noch immer zum Bearbeiten oder Zerkleinern von Holz, außerdem leisten sie auch dem

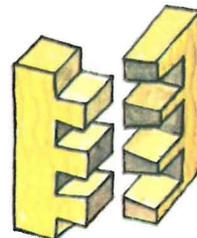
Fleischer als Hackbeil, dem Campingfreund als Hammerbeil (Beil mit Hammerkopf) und dem Bergsteiger als Eisaxt (Eispickel) gute Dienste.

Beitel Aus den vergangenen Jahrhunderten sind zahlreiche Möbel und Fachwerkhäuser erhalten geblieben, die uns durch ihre kunstvolle Bearbeitung, durch schöne Beschläge und farbenprächtige Bemalung beeindruckten. Darüber hinaus unterrichteten sie uns über die Art, wie man die Einzelteile dauerhaft zusammengefügt und Balken, Pfosten und Bretter miteinander verbunden hat. Zum Ausstemmen dieser *Holzverbindungen* (Zapfen, Zapfenlöcher, Zinken usw.) gebrauchte man verschiedene Arten von Stechbeiteln. Die Zinken an Schränken und Truhen griffen schwalbenschwanzförmig ineinander; diese Verbindung heißt deshalb *Schwalbenschwanzzinkung*.

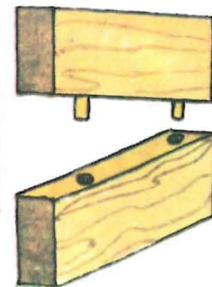
Die Klinge des Beitelstecks durch die Angel fest in einem Holzheft. Beim Stemmen zerschneidet oder spaltet die einseitig angeschliffene Schneide die Holzfasern. Dafür reicht der Druck der Hände meist nicht aus. Deshalb nimmt man einen Holzhammer, den Schlägel, zu Hilfe. Der Zimmermann schlägt oft mit der Rückseite der Axt zu. Seine Beitel, auch Stemmeisen genannt, sind dicker. Mit schmalen Beiteln lassen sich Löcher und Schlitzte stemmen; sollen Schlösser, Bänder



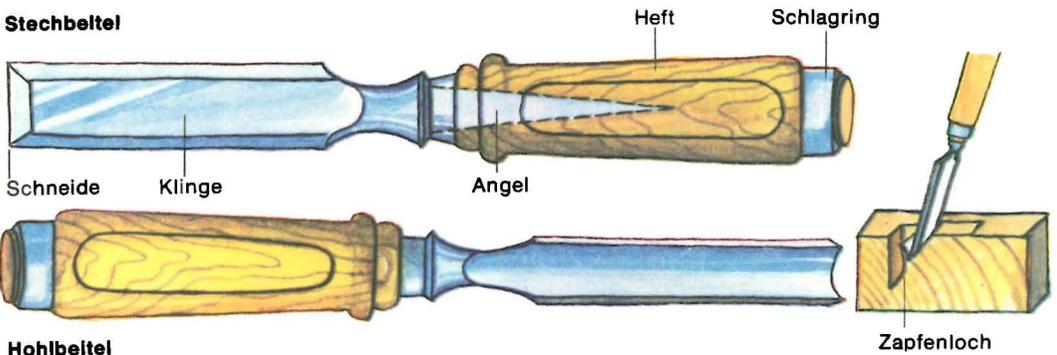
Schwalbenschwanzzinkung



Dübelverbindung



Stechbeitel



Hohlbeitel

und andere Beschläge eingesetzt werden, schafft man mit ihnen die entsprechenden Aussparungen. Breite Beitel dienen zum Nachstechen, zum Glätten (Putzen) oder zum Wegstechen scharfer Ecken und Kanten.

Der *Hohlbeitel* besitzt eine halbrunde Klinge und Schneide. Das ermöglicht das Herstellen runder Vertiefungen.

Für alle diese Arbeiten stehen heute Stem- und Fräsmaschinen zur Verfügung. Von Hand gefertigte Holzverbindungen veralten mehr und mehr. An modernen Möbeln finden wir kaum noch Schwalbenschwänze, und die Dübel, die sie zusammenhalten, liegen verdeckt.



Bohrer Ein Loch entsteht oft viel schneller, als uns lieb ist: Irgendwo bleiben wir mit der Jacke hängen – und schon hat der Ärmel ein zusätzliches Loch. Schön sieht es mit seinen ausgefransten Rändern nicht aus, und außerdem klafft es bestimmt an einer ganz unpassenden Stelle. Die Löcher aber, die wir benötigen, um Schrauben einzudrehen, um Nieten, Dübel oder Kugellager einzusetzen – das sind nur vier von einigen hunderttausend Gründen –, sollen in richtiger Form und Größe am richtigen Platz sitzen. Dabei helfen uns viele Arten von Bohrern und Bohrgeräten.

Vor dem Bohren müssen wir den Sitz des Loches durch *Messen* und *Anreißen* fest-

legen. Zum Messen lassen sich ein Lineal, ein Gliedermaßstab oder ein anderes Meßzeug verwenden. Das Anreißen, das Anzeichnen der Lochmitte (durch ein Kreuz) kann bei Holz durch Bleistift oder Spitzbohrer, bei Metall durch eine Reißnadel erfolgen. Die Bohrer werden durch die Kraft der Hände oder einer elektrischen Bohrmaschine in den Werkstoff hineingedreht. Die keilförmigen Bohrerschneiden heben dabei Späne ab, sie zerspanen den Werkstoff. Wie aber bekommen wir die Späne aus dem Loch heraus? Das besorgt der Bohrer oft gleich mit, nämlich dann, wenn sein Schaft über spiralförmige Vertiefungen, über *Spannuten* verfügt, in denen sie nach außen gleiten. Mitunter ist der Durchmesser des Schafts kleiner als der des Bohrerkopfes. So bleibt genügend Raum für die Späne.

Drehen wir einen Bohrer, so bemerken wir, daß er sich in zwei verschiedenen Richtungen bewegt: Einerseits dreht er sich um seine Längsachse, um sich selbst, zum anderen dringt er in Richtung seiner Längsachse in die Tiefe. Das erste nennen wir seine *drehende Schnittbewegung*, seine *Hauptbewegung*, das zweite seine *geradlinige Vorschubbewegung*, seinen *Vorschub*.



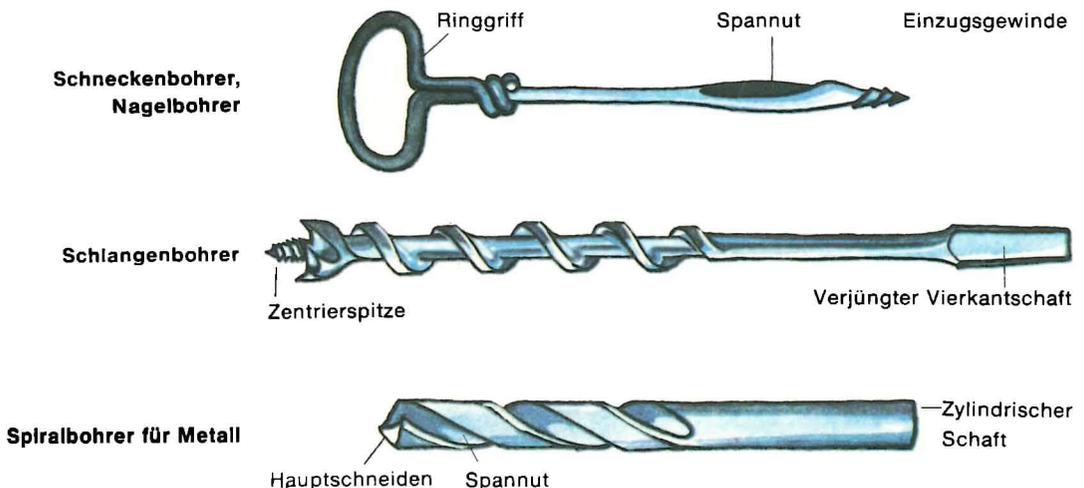
Die kreisrunden Löcher, die Bohrungen, führen entweder ganz durch das Werkstück oder nur ein Stück hinein. Deshalb unterscheiden wir *Durchgangsbohrungen* und *Grundbohrungen*.

Bohrerarten sind unterschiedlich geformt. Besonders deutlich zeigt dies ein Vergleich zwischen Holz- und Metallbohrern. Das hat seinen guten Grund: Holz setzt dem Eindringen des Bohrers viel weniger Widerstand entgegen als Stahl. Wir können einen Holzbohrer, sofern er einen Griff hat, ohne andere Hilfsmittel mit der bloßen Hand eindrehen. Bei Stahl wäre das nicht möglich. Viele Holzbohrer haben eine Spitze mit schraubenartigem Gewinde, ein Einzugsgewinde, das sie beim Drehen in das Holz hineinzieht. Schließt sich an das Gewinde eine Schneide an, die schneckenförmig um den Schaft herumführt, handelt es sich um einen *Schneckenbohrer*. Mitunter ist der Bohrkopf auch rund, zylindrisch, etwa beim *Schlangenbohrer*. Endet der Schaft in einem verjüngt auslaufenden Vierkant, läßt sich der Bohrer in die Bohrwinde einsetzen.

Für kleinere Bohrungen, vor allem bei Laubsägearbeiten, benutzen wir den Drillbohrer, auch Drillbohrdreher genannt.

Bohrungen in Metall erfolgen meist mit dem *Spiralbohrer*, der in eine Bohrmaschine eingespannt wird.

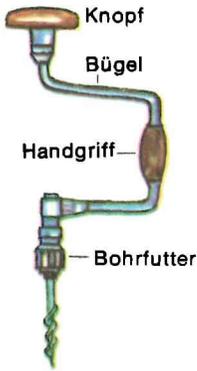
Selbstverständlich sind wir nicht damit zufrieden, die Löcher „irgendwie“ herzustellen – es soll möglichst rasch und mühelos



geschehen. Beim Bohren von Hand leisten uns dabei – durch Ausnutzen der Hebelwirkung – *Bohrwinden* und *Handbohrmaschinen* unentbehrliche Dienste. Beim Bohren entstehen, wie schon gesagt, Späne. Ein solches Fertigungsverfahren nennen wir deshalb (wie das Hobeln und Fräsen) *spanendes Formen*. Die Frage, wer die Löcher oder, besser, wer das Bohren erfunden hat, läßt sich nicht beantworten. Wir wissen nur, daß die Menschen bereits in der Steinzeit Holz, Knochen und Steine durchbohrten, um Werkzeuge und Waffen zu fertigen. Wichtig war dabei – und ist es noch jetzt –, daß der „Bohrer“ härter sein mußte als der bearbeitete Gegenstand. So ließen sich Holz durch Knochen und Stein, Knochen durch Steine, Steine durch noch härtere Steine (vor allem Feuersteine) bohren. Vielfach wurden die Löcher eingeschliften: Man versetzte einen Holzstab oder einen Stein unter Zugabe von feinem Sand in Umdrehung. Wir können uns kaum vorstellen, wie lange es gedauert haben mag, ehe ein solches Loch zum Einsetzen eines Stiels fertig war. Selbst als es gelang, verschiedene Hilfsgeräte zu bauen, blieb der Arbeitsaufwand beachtlich.

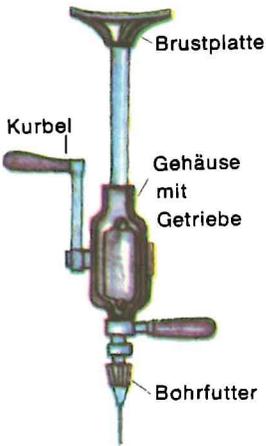
Die ältesten Bohrmaschinen stellten trotzdem einen großen Fortschritt dar, weil sie ein schnelleres Drehen des Bohrstabes ermöglichten. Um diesen Stab wurde die von einem Bogen gespannte Schnur geschlungen, und das Hinundherbewegen des Bogens erzeugte die Drehbewegung. Ein auf den „Bohrer“ gelegter Stein oder ein quer liegendes beschwertes Rundholz konnten den Druck von oben verstärken.

Mitunter wurden auch scharfkantige Steinsplitter als Schneiden in die Bohrstäbe eingesetzt. Dieses kluge Prinzip nutzen wir auch bei unseren Bohrern, wenn wir seinen Schaft mit besonders harten Schneiden ver-

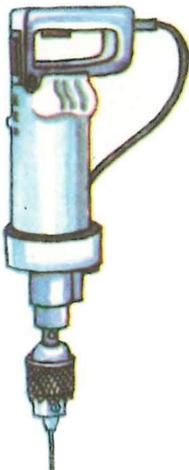


Bohrwinde

Handbohrmaschine mit Handantrieb



Elektrische Handbohrmaschine



sehen. Es können sogar Steine sein – nämlich Diamanten. So betrachtet, ist also die „Steinzeit“ noch längst nicht vorbei.

Bohrmaschine Von Bohrmaschinen, die mit der Hand angetrieben werden, haben wir schon gesprochen. Die elektrische Bohrmaschine verdankt ihren Namen dem Elektromotor, der den Bohrer in Umdrehung versetzt. Kleinere Maschinen – *elektrische Handbohrmaschinen* – können wir mit der Hand führen; größere sind fest montiert, es sind *ortsfeste Bohrmaschinen*. Die ortsfesten Maschinen stehen entweder auf der Werkbank (Tischbohrmaschinen) oder auf einem Fundament (Ständer- oder Säulenbohrmaschinen). Manche Handbohrmaschinen lassen sich auch in einen Ständer einsetzen.

Die Drehbewegung des Motors wird auf die Bohrspindel übertragen. Sie enthält ein Spannfutter, das den Bohrer aufnimmt. Die Geschwindigkeit, die ein Bohrer braucht, um in den Werkstoff eindringen zu können, hängt von seiner Art und von den Eigenschaften des Werkstoffes ab. Sie wird durch ein Getriebe geregelt, das aus mehreren Zahnrädern (Rädergetriebe) oder aus einem Riemen mit Riemenscheiben verschiedenen Durchmessers (Riemengetriebe) besteht.

Trifft der rotierende Bohrer auf das Werkstück, schneidet er Späne ab. Das ist seine Schnittbewegung (Hauptbewegung). Zugleich aber müssen wir auch dafür sorgen, daß genügend Druck vorhanden ist. Diesen Druck, den Vorschub, kann unsere Hand durch langsames Niederdrücken eines Hebels erzeugen. Bei großen Bohrmaschinen würde das jedoch nicht ausreichen. Sie haben deshalb ein mit der Bohrspindel verbundenes Vorschubgetriebe, das den Vorschub, je nach Einstellung, regelt.

Ein Facharbeiter muß vieles wissen, um gut

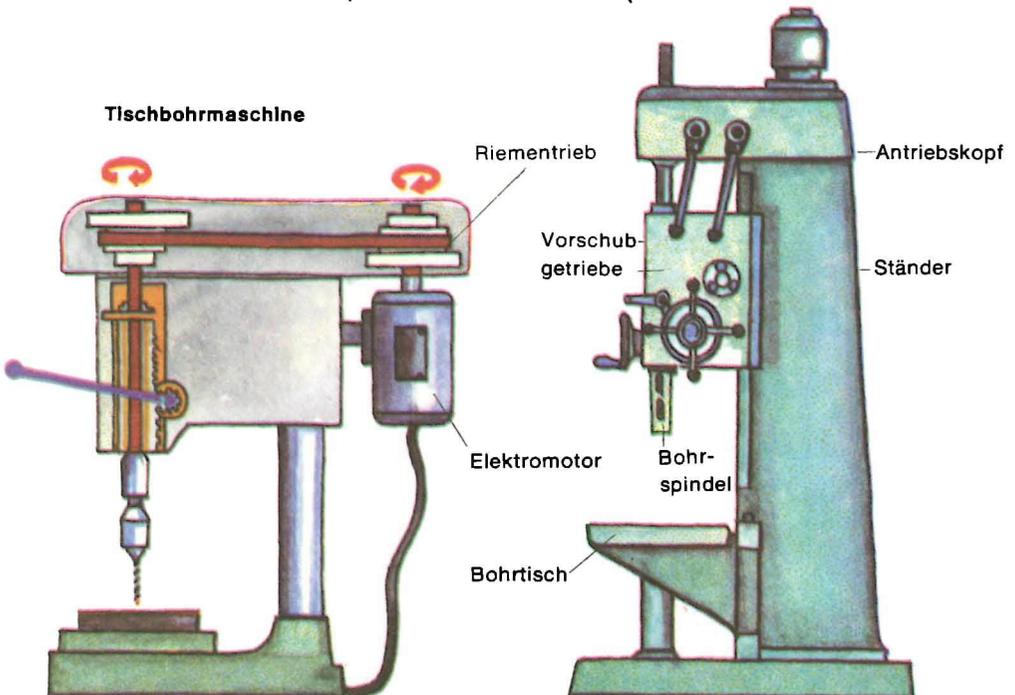
arbeiten zu können. Die Erfahrung sagt ihm, welchen Bohrer, welche Maschine er wählen muß. Für komplizierte Aufgaben stehen ihm außerdem Tabellen zur Verfügung. Sie geben Auskunft über die Werkzeuge, die Werkstoffe, die Drehzahlen, den Vorschub und über die Kühlmittel, denn beim Bohren erwärmen sich Werkstoff und Bohrer so stark, daß wir sie nicht mehr anfassen können. Die beigegebenen Flüssigkeiten vermindern die Reibungswärme und sorgen dafür, daß die Schneiden des Bohrers nicht ausglühen.

Die große Kraft des Bohrers kann kleinere Werkstücke mit sich reißen oder wegschleudern. Um diese Gefahr auszuschließen, gibt es verschiedene Spanneinrichtungen (Maschinenschraubstöcke, Spannschrauben), die die Teile festhalten.

Aber nicht nur unfallfreies und genaues Arbeiten ist wichtig, es soll auch mit möglichst wenig Anstrengung und rasch geschehen. Darum werden oft mehrere Bohrmaschinen nebeneinander aufgestellt oder einzelne mit mehreren Spindeln versehen (Mehr-

Ständerbohrmaschine

Tischbohrmaschine



spindelbohrmaschinen). Diese Methode ermöglicht gleichzeitiges Bohren zahlreicher Löcher oder den aufeinanderfolgenden Einsatz unterschiedlicher Werkzeuge, ohne daß das Werkstück oder die Maschine jedesmal neu eingerichtet werden müssen. Außer Bohrern können die Bohrmaschinen auch andere Schneidwerkzeuge aufnehmen, zum Beispiel Fräsköpfe, wie sie bei den Fräsmaschinen genannt werden.

Zum Bohren gehört auch das *Senken*: Sollen die Köpfe von Schrauben oder Nieten nicht hervorstehen, erhält die Bohrung eine Vertiefung, wird sie mit einem *Senker* erweitert oder aufgebohrt. Solche Senker werden bei der Holz- wie bei der Metallbearbeitung benötigt.



Senker
für Metall

Reibahle



Senker
für Metall



Holzsenker
(Krauskopf)



Das Nacharbeiten von Bohrungen, die besonders genau sein müssen, geschieht durch *Reibahlen*. Das sind bohrerähnliche Werkzeuge, die beim Hineindreuen in die Bohrung (von Hand oder maschinell) durch ihre Schneiden dünne Späne von der Bohrwandung abschaben.

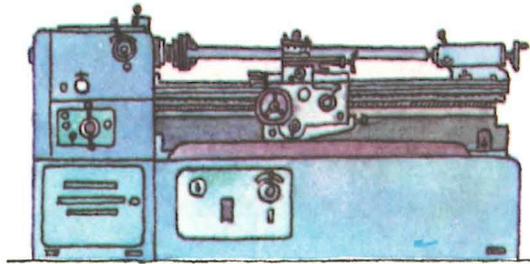
Es mag zunächst seltsam klingen, und doch ist es so, daß wir auch heute noch Steine durchbohren müssen, beispielsweise für die winzigen Lager in einer Uhr. In einer sowjetischen Uhrenfabrik wurden dafür 1971 erstmals Laserautomaten eingesetzt. Erforderte eine Bohrung mit der Bohrmaschine

bis zu zwölf Minuten, so bewältigt der Laser-
automat dieselbe Arbeit in einer Sekunde!
Drei geräuschlos arbeitende Automaten er-
setzen dabei 250 Bohrmaschinen. (Auf das
Laserprinzip kommen wir noch beim Senklot
zurück.)

Drehmaschine Wer vermöchte wohl zu
zählen, wie oft wir ein beliebiges Werkstück
drehen und wenden müssen, um es beim
Bearbeiten von Hand ständig in der gün-
stigsten Lage zu halten? Besondere Schwie-
rigkeiten ergeben sich bei runden Gegenstän-
den, wenn sie wirklich kreisrund geraten
sollen. Hierfür ist es notwendig, das Werk-
stück unablässig zu drehen, ohne daß sich
seine Stellung (die Richtung seiner Längs-
achse) verändert, wenn ein Schneidwerkzeug
dagegen gedrückt wird.

Die einfache und doch geniale Maschine,
die dieses Problem löste, war der *Drehstuhl*.
Er wurde bereits um 1500 vor unserer Zeit-
rechnung in Ägypten verwendet. Man klemm-
te den Gegenstand, der gerundet, geschlif-
fen oder poliert werden sollte, waagrecht
zwischen zwei Zapfen, die in gleicher Höhe
aus den seitlichen Halterungen herausstan-
den. Die Drehbewegung erzeugte ein Fie-
delbogen, wie er damals (und schon viel
früher) zum Bohren diente: Die Sehne, von
einem Holzbügel gespannt, wurde einmal
um das Werkstück geschlungen und der
Bogen hin und her geschoben. Das konnte
eine Hand besorgen, während die andere
das Werkzeug führte. Daß die Drehrichtung
bei jedem Hin und Her wechselte, mal links-
herum, mal rechtsherum, fiel nicht ins Ge-
wicht. Derartige Drehstühle blieben ver-
schiedenentlich bis zur Gegenwart in Gebrauch.
Über die zahlreichen anderen von Hand oder
Fuß angetriebenen Modelle wollen wir hier
nicht sprechen, sondern uns der seit dem

19. Jahrhundert eingesetzten *Drehmaschine* zuwenden. In ihr werden wir, bei aller Kompliziertheit, die schon genannten Grundgedanken wiederfinden.

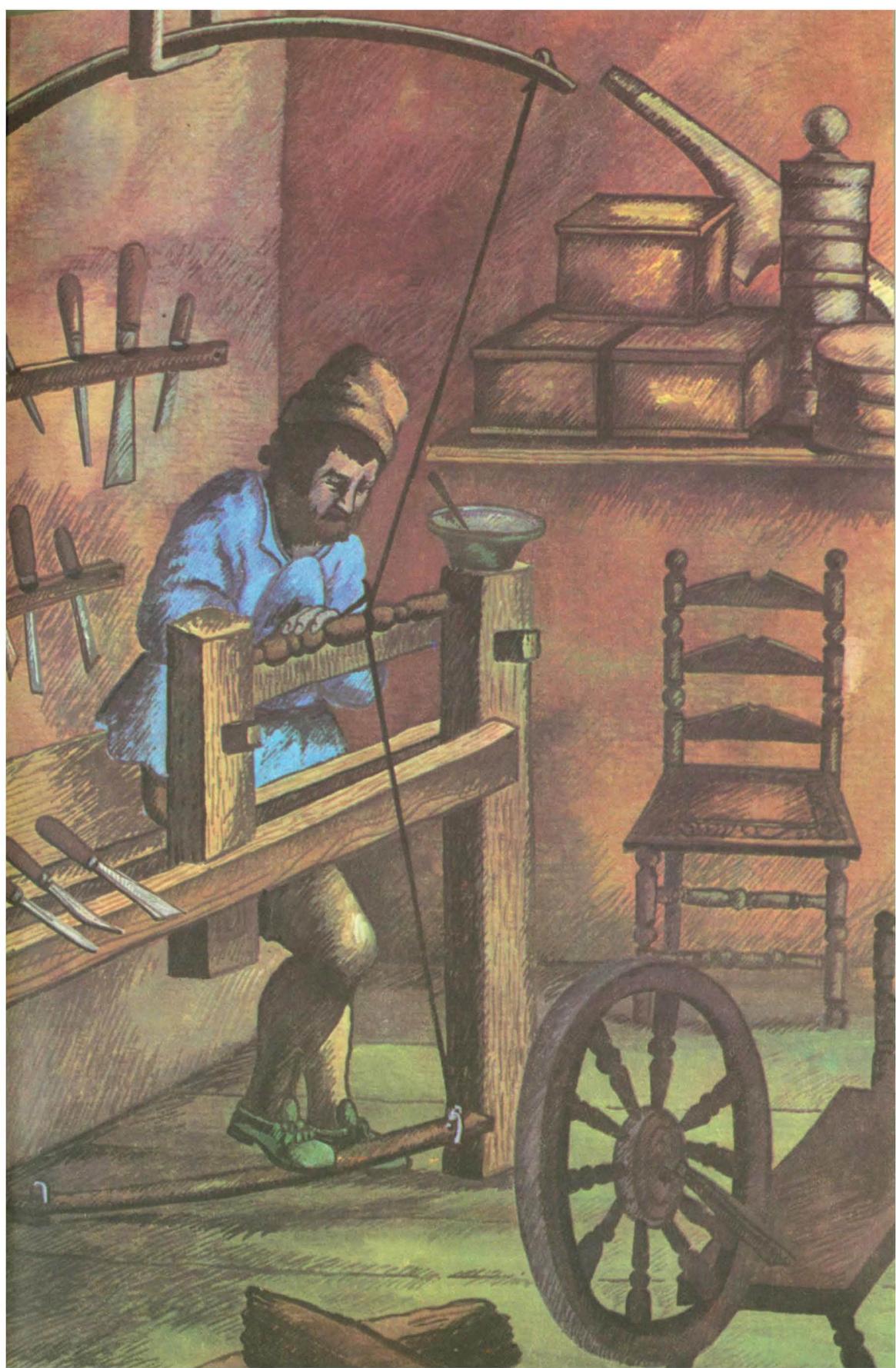


Drehmaschine

Die wichtigsten Teile einer Drehmaschine sind, vereinfacht gesagt: der Maschinenständer, der alles trägt; das Bett, auf dem der Werkzeugschlitten (Support) mit dem Meißelhalter gleitet; der Motor mit dem stufenlosen oder gestuften Hauptgetriebe für die Dreh- oder Hauptspindel; die Spanneinrichtungen zum Halten und Mitnehmen des Werkstücks, dafür verfügt die Hauptspindel über ein Backenfutter oder eine Spannzange. Ihr gegenüber liegt der Reitstock mit einer Spitze.

Das festgespannte Werkstück wird in Umdrehung versetzt (diese Drehbewegung heißt Schnittbewegung) und durch einen Drehmeißel, der Späne abhebt, „spanend“ geformt. Die Drehmeißel bestehen aus dem Schaft und dem Kopf mit den keilförmigen Schneiden.

Das Bewegen des Werkzeugschlittens mit dem Meißel am Werkstück entlang – die Vorschubbewegung – kann durch eine Leit- und Zugspindel erfolgen. Eine solche Maschine nennt man deshalb Leit- und Zugspindel-Drehmaschine. Sie ist, selbstverständlich, nur eine von vielen, und es würde zu weit führen, wollten wir allein die verschiedenen Werkzeuge aufzählen, die sich zum Drehen, Bohren, Reiben und Gewindeschneiden einzeln oder kombiniert einsetzen lassen.

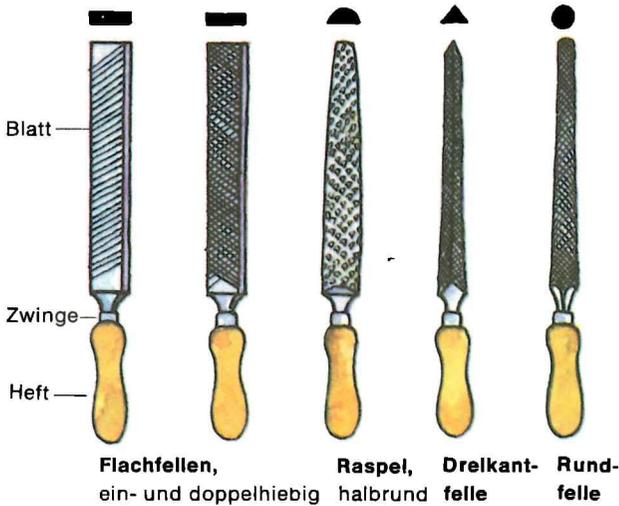


Für die Automatisierung der Produktion, für die Massenfertigung, wurde die Drehmaschine zum *Drehautomaten* weiterentwickelt. Er führt durch Steuereinrichtungen alle Arbeitsgänge – auch das Ein- und Ausspannen der Werkstücke und der Werkzeuge – selbsttätig aus.

Als besondere Art des Drehens ist noch das *Drechseln* zu nennen (das Wort bedeutet übrigens dasselbe). Wir bezeichnen damit das Herstellen von Gegenständen mit rundem Querschnitt aus nichtmetallischen Werkstoffen, vor allem aus Holz. Gedrechselt wurden vornehmlich kunsthandwerkliche Gegenstände (Spielzeuge, Leuchter, Teller, Dosen) und Möbelteile. Das „wurden“ trifft in erster Linie für die Möbel zu, denn ihre jetzigen Formen und die Bevorzugung anderer Werkstoffe anstelle von Holz erfordern kaum noch Drechslerarbeit. Was wir heutzutage an „runden Dingen“ brauchen – vom Quirl über den Besenstiel bis zum Tischbein –, entsteht auf Drehmaschinen und Drehautomaten. Das geht schneller und kostet weniger. Diese Einsicht sollte uns aber nicht davon abhalten, wertvolle gedrechselte Gegenstände zu bewundern. Denn es bleibt erstaunlich, was geschickte Hände mit einfachen Handwerkszeugen alles in Holz, Elfenbein und Bernstein hineinzaubern können!

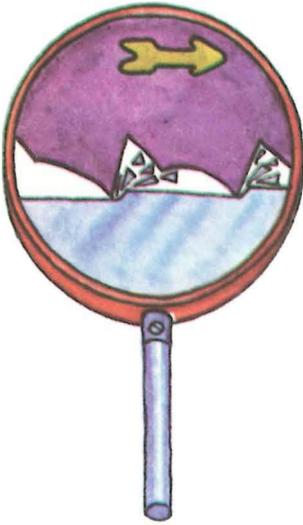


Feile Sägen wir ein Stück Holz oder Metall durch, so entstehen raue Schnittflächen mit scharfen Ecken und Kanten. Das gefällt uns weniger. Wie leicht können wir uns an einem Grat, an einem Span verletzen! Und so recht zusammenpassen wollen die Teile auch oft nicht. Was nun zu tun ist – das Glätten, das Nacharbeiten –, besorgt die Feile (neben Schleifpapier, Schleifmaschinen, Fräsmaschinen und anderen Werkzeugen).



Jede Feile besteht, wie wir wissen, aus einem stählernen Feilenblatt mit einer spitzen Angel, die fest in einem Holzgriff, dem Heft, steckt. So können wir sie ohne Gefahr mit der rechten Hand fassen; die linke umschließt das andere Ende. Führen wir die Feile auf diese Weise mit Druck über das Werkstück, schaben oder schneiden die vielen kleinen Zähne feine Späne ab.

Beim Betrachten mit dem bloßen Auge möchten wir zunächst kaum glauben, daß es sich um Zähne handelt. Doch schieben wir einmal eine Feile zwischen Daumen und Zeigefinger hindurch: Ziehen wir das Blatt von der Angel zur Gegenseite hin, gleiten die Finger darüber weg; tun wir es entgegengesetzt, spüren wir einen starken Widerstand, denn die Zahnschneiden weisen nach



vorn. Aus diesem Grund trennt die Feile auch nur beim Vorwärtsschieben Späne ab.

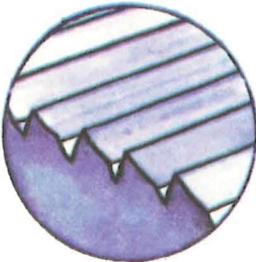
Würden wir eine Feile, stark vergrößert, von der Seite betrachten, könnten wir sehen, daß die spitzen Zähne ebenso wie bei einer Säge hintereinanderstehen. Doch eine Säge hat ein dünnes Blatt, hat dünne Zähne; bei der Feile dagegen führen sie rillenartig über die ganze Fläche, ungefähr so, als stünden viele Sägeblätter eng nebeneinander.

Die Zähne der Feile nennen wir *Hieb*, weil sie durch eine Feilenhaumaschine eingehauen (oder eingefräst) werden. Der Hieb steht etwas schräg zur Längsrichtung, denn man hat herausgefunden, daß die Feilen dadurch besser schneiden. Manche Feilen verfügen nur über Rillen in einer Richtung, es sind *einhiebig*e Feilen, andere dagegen überkreuzt ein zweiter Hieb, es sind *Doppel-* oder *Kreuzhiebf*eilen. Der erste Hieb heißt Unter- oder Grundhieb, der zweite Oberhieb. Die Abstände zwischen den Hieben, die *Hiebweiten*, sind bei den einzelnen Feilenarten verschieden. Eine Feile mit großer Hiebweite trennt mit ihren großen Zähnen große Späne ab; eine mit kleinerer Hiebweite dagegen verfügt nur über kleine Zähne. Sie nehmen nur kleine Späne weg und schaffen glattere Flächen. Mit der ersten Art, der *Schruppfeile*, können wir „schruppen“, grob vorarbeiten; mit der zweiten, der *Schlichtfeile*, schlichten, die Maße genauer erreichen, die Teile besser glätten. Auf einer 100 mm langen Schruppfeile lassen sich etwa 100 Hiebe zählen, auf einer Schlichtfeile aber 500 und mehr!

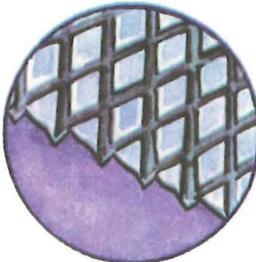
Besonders weite Hiebe und große Zähne hat die *Raspel*, die zur groben Holzbearbeitung dient.

Doch nicht nur die Oberflächen der Feilen sind verschieden, auch die Formen, die Querschnitte. Deshalb sprechen wir von *Flach-*

Einhiebige Feile



Doppelhiebige Feile



Raspel



feilen, Dreikantfeilen, Rundfeilen, Halbrundfeilen und anderen mehr.

Welche wir wählen, ergibt sich aus dem Zweck: Selbstverständlich können wir mit einer Flachfeile keine Rundung ausarbeiten oder mit einer Rundfeile die Säge schärfen!

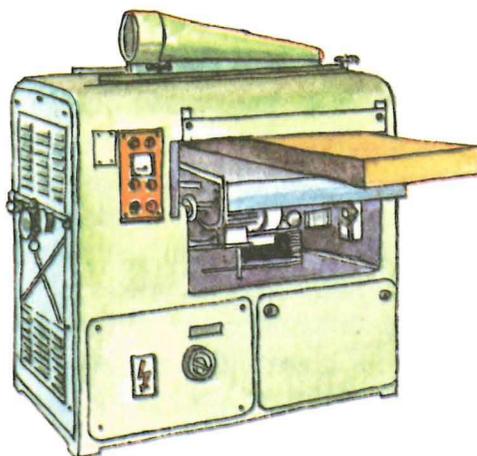
Beim Feilen müssen wir die Feile mit beiden Händen führen. Damit kleinere Werkstücke nicht verrutschen, spannen wir sie bei der Metallbearbeitung in den Schraubstock, bei der Holzbearbeitung in die Hobelbank ein. Obwohl es in der Industrie auch *Feilmaschinen* gibt, wäre doch ihr Gebrauch bei kleineren Einzelarbeiten, beim Basteln, Bauen und Montieren, oft zu aufwendig. Um einige wenige Feilstriche auszuführen, kann die Hand sogar schneller als die Maschine sein.

Bevor die Menschen Feilen herstellen konnten, mußten sie gelernt haben, Metall zu bearbeiten. Feilen aus Eisen entstanden deshalb erst wenige Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung. Zum Glätten, zum Schaben, bot die Natur auch andere „Werkzeuge“: scharfkantige Steine, Muscheln und die rauhe Haut von Fischen. Das erklärt, weshalb die Griechen für eine bestimmte Haifischart dasselbe Wort (*rhine*) gebrauchten wie für die Feile.



Fräsmaschine Der Rahmen des Fensters hat einen Falz, der die Scheibe aufnimmt; die Tür braucht ein schlitzartiges Loch, in dem das Türschloß Platz findet; der Fuchschwanzgriff ist unregelmäßig geformt, damit er gut in der Hand liegt; der Spiralbohrer verfügt über eine Nut, in der die Späne aus der Bohrung gleiten – alle diese Aussparungen in Holz oder Metall sind durch die Schneiden eines Fräasers entstanden. Die vom Motor angetriebene Welle oder Spindel einer Fräsmaschine kann viele Arten von Schneiden

aufnehmen. Sie sind als Messer oder Zähne ausgebildet und lassen sich auswechseln. Die Schneiden zerspänen den abzutragenden Werkstoff; die Fräsmaschine ist deshalb eine *spanende Werkzeugmaschine*. Ihre Eigenart besteht darin, daß sich die Schneidwerkzeuge drehen, eine kreisende Schnittbewegung ausführen, während das Werkstück bei seiner Vorschubbewegung unter Druck daran vorbeigleitet. Hier wiederholt sich ein Vorgang, wie er beim Drehen üblich ist, nur umgekehrt, denn beim Drehen wird das Werkstück eingespannt und zum Drehen, zum Rotieren gebracht, während das Werkzeug, der Meißel, dagegen drückt.



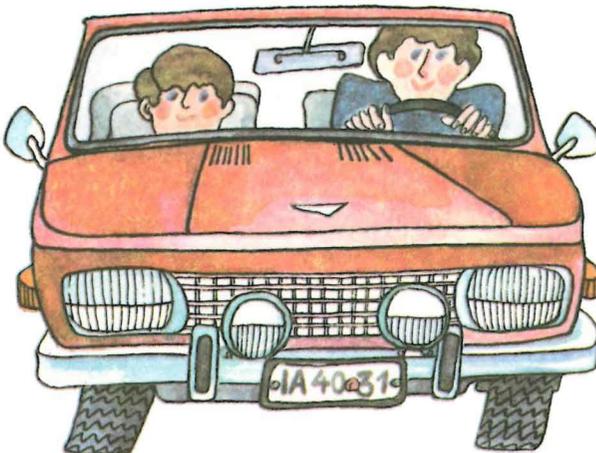
Dickenfräsmaschine

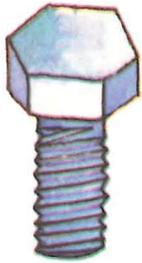
Die rotierenden Schneiden eines Fräses befinden sich entweder an seinem Umfang – das sind *Walzenfräser* – oder am Ende, an der Stirn – das sind *Stirnfräser*. Beide Arten können auch zu einem Fräser vereint sein. Für die Holzbearbeitung sind vor allem *Abrichtfräsmaschinen* und *Dickenfräsmaschinen* wichtig. Sie wurden lange Zeit (oft auch jetzt noch) als Hobelmaschinen bezeichnet, da wir mit ihnen Holz glätten, abrichten, auf eine bestimmte Dicke bringen. Die Messer – es können zwei bis sechs sein – sind auf einer Welle angebracht. Beim Abrichten wird das Brett (meist mit den Händen)

auf den Tisch der Maschine gedrückt und über die Messerwelle geschoben. Soll ein Brett eine gleichmäßige Dicke erhalten, so schiebt man es in eine Dickenfräsmaschine. Verschiedene Walzen transportieren es auf dem verstellbaren Arbeitstisch an der Messerwelle vorüber.

Mit anderen Fräsmaschinen für Holz, die wir nicht aufzählen wollen, lassen sich Zinken, Falze, Nuten und Löcher ausarbeiten oder Profilleisten (als Gardinen-, Tapeten- und Bilderrahmenleisten) fertigen. Hierfür sind jeweils verschiedene Fräsköpfe (Messerköpfe) notwendig. Ähnliches läßt sich von der Metallbearbeitung sagen: Mit den zahlreichen Fräserformen werden Nuten, Zahnräder, Gewinde und andere Profile hergestellt.

Gewindeschneidwerkzeug So unscheinbar auch Schrauben und Muttern sein mögen – wie sollten wir ohne sie die vielen Einzelteile der Fahrräder und Autos, der Maschinen und Motoren, der Haushaltsgeräte und elektrischen Anlagen miteinander verbinden? Ein einziger „Wartburg“ benötigt schon, Splinte und Niete hinzugezählt, über 12 000 derartige Verbindungselemente! Schraubenverbindungen lassen sich, im Unterschied





Außengewinde



Innengewinde

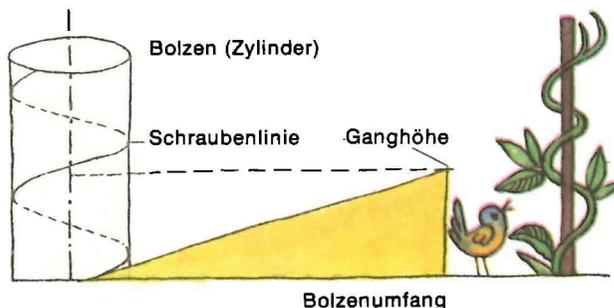
zu Schweiß- oder Nietverbindungen, verhältnismäßig leicht wieder lösen; es sind *lösbbare Verbindungen*. Wir benötigen sie jedoch nicht nur zum Befestigen, als *Befestigungsgewinde*, sondern auch für bewegliche Verbindungen, als *Bewegungsgewinde*, etwa bei den Spindeln für Schraubzwingen, Schraubstöcke, Hobelbänke und Pressen.

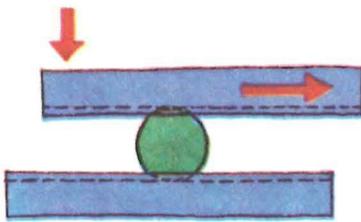
Der Schraubenbolzen, die Schraube, hat ein *Außengewinde*, das in ein passendes *Innengewinde* (Muttergewinde) hineingedreht wird. Außengewinde bestehen aus Gewindegängen, die rillenförmig in den Mantel eingeschnitten oder eingewalzt sind; das Innengewinde dagegen liegt in der Wandung einer Bohrung.

In dem Wort „Gewinde“ steckt „winden“, also drehen, wie wir es in der Winde zum Heben von Lasten kennen. Ähnliches läßt sich von der Wendeltreppe sagen, die um eine senkrechte Achse führt. Auch die Natur liefert Beispiele: Manche Schlingpflanzen, der Hopfen, die Bohnen, winden sich an einem Stab empor.

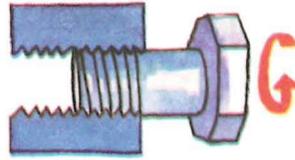
Wir können uns das Gewinde als rundgebo- genen Keil (geneigte Ebene) denken, denn der Keilwirkung verdankt es seinen Halt: Wickeln wir um den Bolzen ein rechtwink- ligen Dreieck aus Papier, dessen Grundlinie dem Bolzenumfang entspricht, dann be- schreibt die schräge Linie des Dreiecks eine keilförmige Kurve, die Schraubenlinie. Diese Linie kann flacher oder steiler ver- laufen, sie hat eine bestimmte Steigung, die

Kellform der Schraubenlinie





Gewindewalze



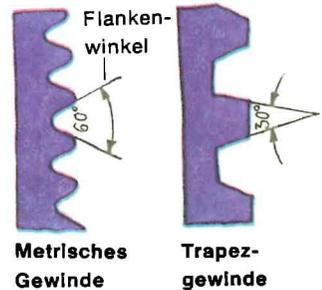
Rechtsgewinde

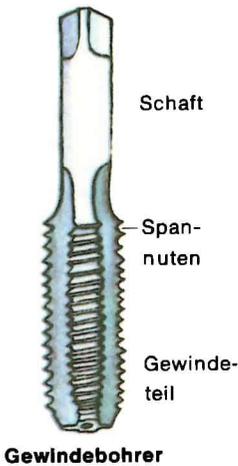
wir *Ganghöhe* nennen. Eine Umrundung ergibt jeweils einen *Gewindegang*.

Wir verwenden meist *Rechtsgewinde*, da unsere Hand Rechtsdrehungen leichter als Linksdrehungen ausführen kann. Linksgängige Gewinde sind selten. Die Gewindeart, die wir in der Gegenwart am häufigsten gebrauchen, heißt *metrisches Gewinde* (Abkürzung M). Der Außendurchmesser, Nenngröße genannt, wird in Millimetern angegeben. Zum Beispiel hat eine Schraube mit der Bezeichnung M 5 ein metrisches Gewinde und einen Durchmesser von 5 mm. Die schrägen Flächen, die Flanken des metrischen Gewindes, bilden einen Winkel von 60° (Flankenwinkel). Das Profil des Gewindes erscheint als Dreieck; die Spitzen sind etwas abgeflacht und der Gewindegrund ausgerundet. Man spricht deshalb auch von Spitzgewinde.

Für Bewegungsgewinde wird *Trapezgewinde* bevorzugt: Sein Profil ist trapezförmig, der Flankenwinkel beträgt 30° . Manche Rohre erhalten ein (nach seinem Erfinder benanntes) *Whitworth-Gewinde*. Seine Abmessungen werden in Zoll angegeben. Der Flankenwinkel beträgt 55° .

Das Ausarbeiten des Gewindes am Rohling – das ist ein Stück Rundstahl oder eine vorgeformte „Mutter“ – geschieht durch *umformende* oder *spanende Verfahren*. Beim Umformen durch Druck (Druckumformen) pressen Walzen mit Flachbacken oder Rollen die Rillen in die Rohlinge ein. Diese vollautomatischen Pressen, die ein Automaten-einrichter bedient, stoßen in einer Stunde bis zu 6000 Schrauben aus.





Für die spanenden Verfahren, bei denen man die Gewindegänge herausspannt, werden Maschinen mit verschiedenen Sonderwerkzeugen, wie Schneidköpfen, Gewindedrehmeißeln und Schleifscheiben, gebraucht. Zahlreiche Montagearbeiten und Einzelfertigungen erfordern das Schneiden von Gewinde mit der Hand. Das Ausarbeiten eines Innengewindes geschieht durch *Gewindebohrer*, die über Umfangsschneiden und Spannuten verfügen. Zu jedem Gewindedurchmesser gehört ein Satz mit drei Bohrern: dem Vor-, dem Mittel- und dem Fertigschneider. Sie werden mit einem *Windeisen* nacheinander in die Bohrung eingedreht, trennen also nach und nach, in drei Stufen, die Späne ab.

Außengewinde entstehen durch *Schneid-eisen*, die so ähnlich wie große runde Muttern aussehen. Zum Drehen dient ein *Schneid-eisenhalter*. In Gebrauch sind außerdem Schneidkluppen (Rohrkluppen), vor allem zum Schneiden von Rohrgewinde.

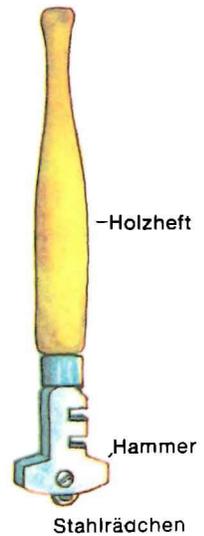
Um beim Gewindeschneiden die Reibung zwischen Werkzeug und Werkstück zu verringern, werden Schmier- und Kühlmittel (Bohremulsion, Petroleum) zugeführt.

In den früheren Jahrhunderten spielte das Gewinde keine bedeutende Rolle, obwohl bereits die Römer Geräte mit Druckspindeln bauten, um Wein und Öl zu pressen. Später

fertigten auch Holzdrechsler Gewinde an, oder man behalf sich damit, Drahtwindungen auf Bolzen und in Bohrungen festzulöten. Maschinen für die Schraubenherstellung gibt es erst seit dem vorigen Jahrhundert. Die damals üblichen Maße führten zu einer unübersehbaren Anzahl von Gewindearten. In der Gegenwart tragen internationale Abkommen zur Vereinheitlichung, zur Standardisierung bei.

Glasschneider Wenn der Glaser eine neue Fensterscheibe einsetzen will, muß er sie auf Maß schneiden. Das geschieht mit dem Glasschneider, den er, an einem Anschlagwinkel entlang, mit geringem Druck über die Oberfläche zieht.

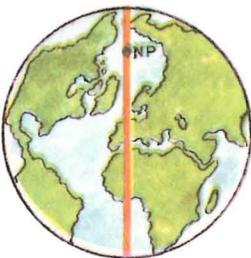
Im Kopf des Glasschneiders befindet sich zum Ritzen der Oberfläche ein drehbares Stahlrädchen oder auch ein Diamantsplitter. Ist dies getan, wird die Scheibe so auf den Tisch gelegt, daß Schnittlinie und Tischkante übereinstimmen, und das überstehende Stück abgebrochen.



Gliedermaßstab Schon immer gab es Menschen mit kleinen oder großen Füßen, mit kurzen oder langen Armen. Das ist nicht

weiter wichtig – solange man nicht mit Händen und Füßen zu messen versucht. Doch gerade das hat man getan, als es noch kein Metermaß gab. Aus der Fußgröße wurde der *Fuß*, aus der Länge des Unterarms die *Elle*. Kein Wunder, daß jedes Land, ja sogar manche Handelsstadt etwas anderes herausfand. Man rechnete nach dem Englischen, Russischen, Preußischen und Pariser Fuß, nach der Dänischen, Schwedischen, Bremer und Leipziger Elle. Der Fuß wiederum wurde in 10 oder 12 Zoll unterteilt; das führte zu Längen zwischen 21 und 30 mm! Alle diese Unterschiede anzuführen würde ein Buch füllen. Gewiß, jedes Messen beruht auf *Vergleichen* eines Gegenstandes mit einem anderen, mit einem Maß. Aber wer sollte sich in dem Durcheinander zurechtfinden, wenn die Schrauben und Balken, die Stoffe und Wege mit derart verschiedenen Mäßen verglichen wurden? Mißverständnisse, Fehler und Betrug folgten daraus. „Mit zweierlei Maß messen“, sagen wir noch heute, wenn Unrecht geschieht.

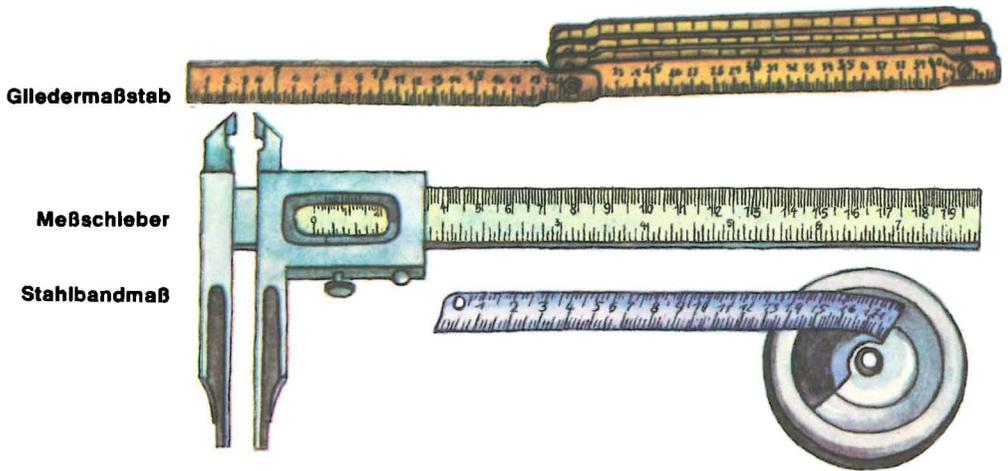
Es war nicht leicht, ein einheitliches Maß, eine überall gültige *Einheit* zu finden. Aber der Handel, der Verkehr und vor allem Wissenschaft und Technik entwickelten sich in einem solchen Tempo, daß die altväterischen Längenmaße um mehrere Längen zurückblieben. Im 18. Jahrhundert schließlich wurde ein neues Maß geschaffen: das *Meter*. Die Wissenschaftler bestimmten seine Länge nicht mehr nach einem Körperteil, sondern errechneten den 40 000 000. Teil des Erdmeridians, einer gedachten Linie, die über Nord- und Südpol rund um die Erde führt. Durch weitere Unterteilungen dieses Urmeeters nach dem Dezimalsystem, dem Zehnersystem, entstanden Dezimeter, Zentimeter und Millimeter. Nach und nach wurde der alte „Zollstock“ mit Zollteilung durch Maßstäbe mit Millimeterteilung verdrängt.



WIL...
MANUFACTURWARE
MANCHESTER

mnitz





Wie schwierig es ist, eine so vorteilhafte Erkenntnis in die Praxis umzusetzen, können wir daran sehen, daß auch noch in der Gegenwart manche Erzeugnisse, zum Beispiel Wasserleitungsrohre, nach Zoll bezeichnet werden.

Die Skala mit Millimeterteilung (und noch darunter) wurde auf zahlreiche Meßzeuge aufgetragen, auf Lineale, Rollbandmaße und Stahlmaßstäbe. Für genauere Messungen gibt es *Präzisionsmeßgeräte* wie Meßschieber, Meßschrauben und Meßuhren.

Beim Messen werden die Maße auf dem Werkstück markiert, „angerissen“, vom Meßzeug übertragen; ebenso lassen sich die Abmessungen ermitteln und überprüfen. Jedes Meßzeug hat eine begrenzte *Meßgenauigkeit*; die Wahl ergibt sich aus dem Zweck. Mit dem Gliedermaßstab können wir unbesorgt die Größe eines Zimmers oder die Länge eines Brettes messen. Seine Meßgenauigkeit beträgt ± 1 mm. Die Abweichung von einem Millimeter auf 1 m Länge (darunter oder darüber) bliebe belanglos. Dafür haben wir den Vorteil, daß sich ein Gliedermaßstab durch seine Federgelenke nach Gebrauch zusammenklappen und bequem transportieren läßt. Einem Maschinenbauer oder Feinmechaniker, der auf Bruchteile von Millimetern achten muß, würde er dagegen wenig nützen.

Ein wichtiger Grundsatz, den wir uns merken wollen, lautet deshalb: Miß nicht so genau wie möglich, sondern so genau wie nötig!

Hammer Es gibt kaum einen Beruf, kaum einen Haushalt, ja kaum einen Menschen, der ohne Hammer auskommt. Er ist eines der ältesten und gebräuchlichsten Werkzeuge. Hoch im Norden liegt die norwegische Stadt Hammerfest, die nördlichste Stadt unserer Erde. Ihre Einwohner leben aber nicht etwa vom Verkauf von Hämmern, sondern vom Fischfang. Der Name Hammerfest besagt vielmehr, daß die Gegend gebirgig und steinig ist. Und gerade das hat, wie wir kaum glauben möchten, etwas mit dem Hammer zu tun: Die ersten Hämmer, die die Menschen benutzten, bestanden aus Stein. Deshalb bezeichnete die alte Form des Wortes „Hammer“ stets den Steinhammer.

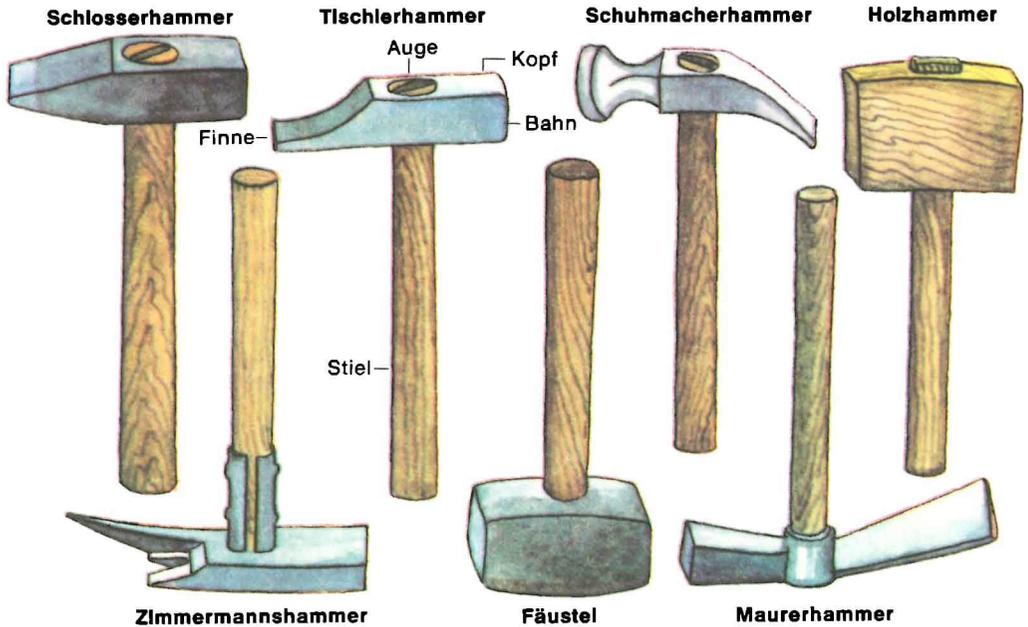
Zunächst gebrauchten unsere Vorfahren un- bearbeitete Steine zum Schlagen. Erst später lernten sie, Stiele daran festzubinden oder in entsprechende Löcher einzuschlagen.

Unsere Hämmer bestehen noch genauso aus zwei Teilen: aus dem schweren Kopf mit einem Loch, dem Auge oder Ohr, und dem leichten handlichen Stiel. Den Stiel fertigt man meist aus dem harten Holz der Esche, der Weiß- oder Rotbuche, den Kopf dagegen aus Stahl. (Außerdem gibt es Spezialhämmer aus Holz, Gummi, Leichtmetall, Plast usw.) Die Vorderseite des Kopfes heißt Bahn, die gegenüberliegende Finne.

Der Hammer ist ein *Schlagwerkzeug*. Die Schläge werden jedoch nicht nur mit der Bahnseite – wie beim Eintreiben von Nägeln oder beim Schmieden von Stahl –, sondern mitunter auch mit der Finne ausgeführt, etwa beim Teilen von Mauersteinen.

Je nach Zweck sind leichte oder wuchtige Schläge nötig und daher leichte oder schwere

Hämmer erforderlich. Jede Hammerart hat außerdem ihren „eigenen Kopf“, ihre eigene Form.



Die Namen sind häufig von den Berufen abgeleitet. So unterscheiden wir Schlosser-, Tischler-, Maurer-, Zimmermanns-, Dachdecker-, Glaser-, Uhrmacher- und Schuhmacherhammer, um nur einige zu nennen.

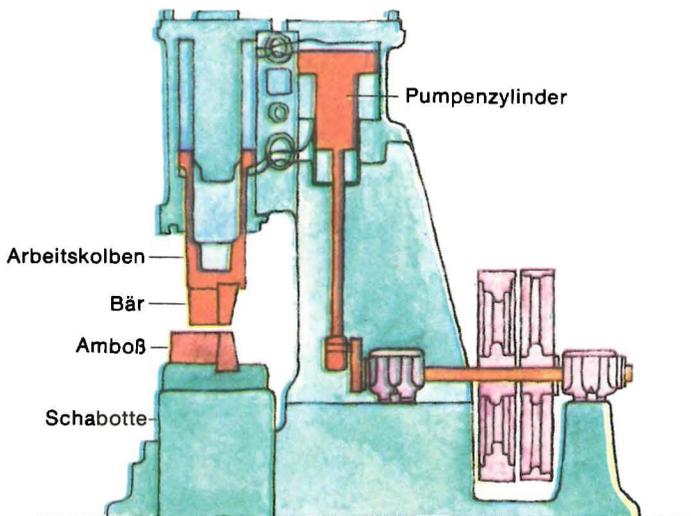
Sie alle haben Kopf und Stiel – und sehen doch ganz verschieden aus. Am häufigsten verwenden wir den Schlosserhammer. Seine Schlagfläche ist quadratisch, seine Finne steht quer zum Stiel. Beim Maurerhammer läuft die breite dünne Finne in eine meißelartige Schneide aus. Das ermöglicht das Teilen von Steinen. Der Zimmermann vermag mit seinem Hammer sogar Nägel ausziehen. Die geschlitzte Finne hat an einer Seite oftmals eine Spitze, damit sich der Hammer bei Nichtgebrauch am Balken festheften läßt. Zwei am Stiel angenietete Federn geben dem Kopf besonders guten Halt.

Manche Hämmer haben auf beiden Seiten eine Bahn, so die Fäustel und die Holzhammer, die zum Stemmen mit dem Meißel oder

Stechbeitel gebraucht werden. Hämmer dienen außerdem zum Biegen, Richten und für zahllose andere Arbeiten.

Es ist kein großes Kunststück, einen Nagel einzuschlagen; aber einen 16 kg schweren Vorschlaghammer zu schwingen, Stahl zu schmieden oder Gestein zu zertrümmern, das erfordert harte Muskeln. Um diese mühevollen Arbeit zu erleichtern und um größere Werkstücke aus Stahl rationeller herstellen zu können, wurden und werden verschiedene Arten von *Maschinenhämmern* gebaut. Den ältesten, das Hammerwerk, können wir heute nur noch als historische Sehenswürdigkeit (oder als selbstgebautes Spielzeug am Bach) bewundern. Mit Hilfe der Wasserkraft, eines Wasserrades, wurde der riesige Hammer angehoben und fiel durch seine Eigenmasse auf das glühende Metall herab. Die modernen Maschinenhämmer sehen jedoch dem Handhammer nicht mehr ähnlich. Ein mächtiger Stahlkörper, der Hammerbär, gleitet in Führungen auf und ab. Die Schlagenergie der aufprallenden Masse gibt den Werkstücken die gewünschte Form.

Der Bär wird auf verschiedene Weise gehoben: entweder mechanisch durch eine Aufzugsvorrichtung (Fallhammer), durch Dampf

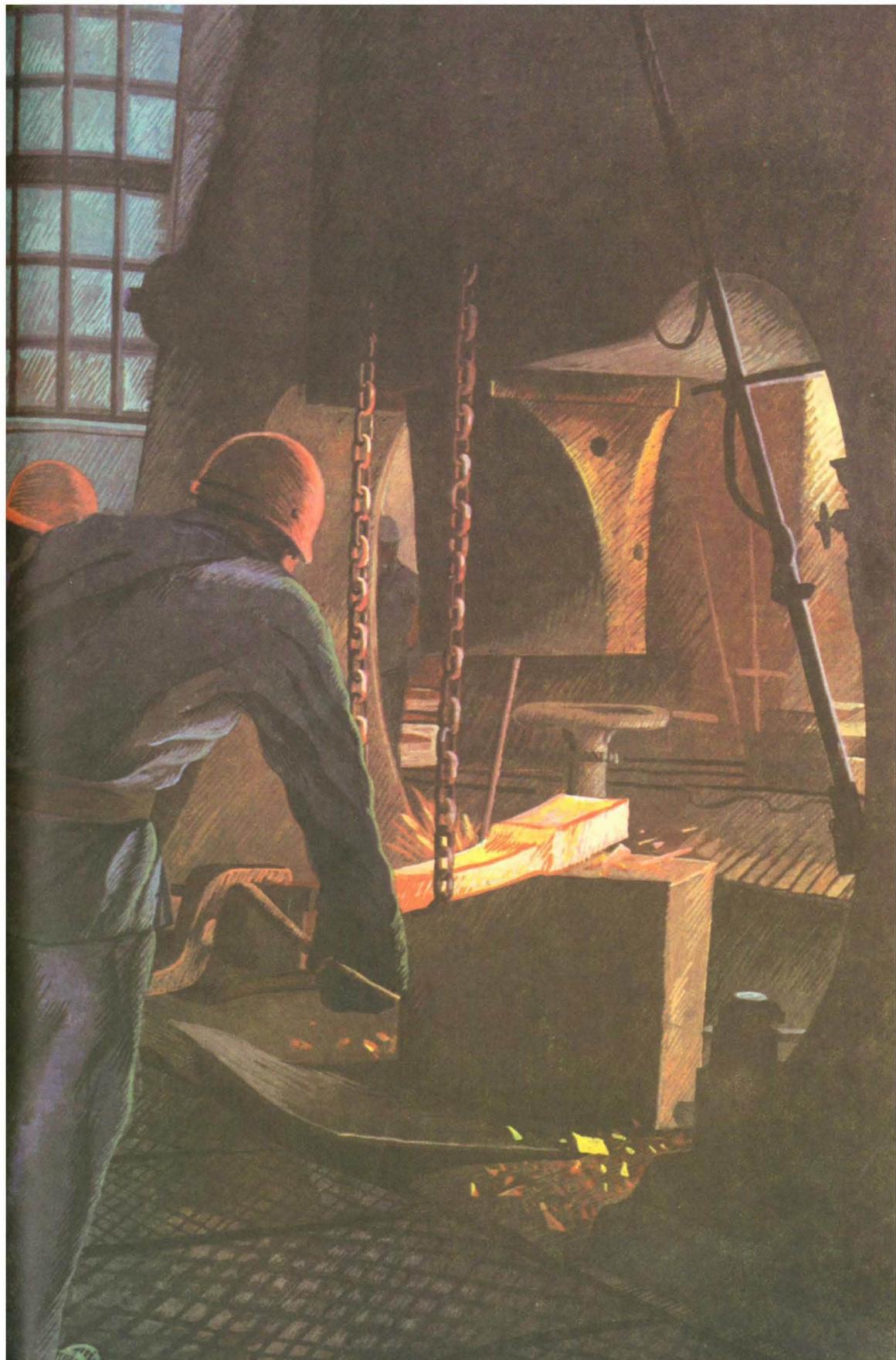


(Dampfhammer) oder durch Druckluft (Drucklufthammer). Beim Fallhammer kann ein Riemen den Bär emporziehen; er heißt dann Riemenfallhammer. Die Bewegung der anderen Hämmer geschieht durch Zu- und Abführung von Dampf oder Luft, wodurch sich der Bär – verbunden mit einem Kolben, den ein Zylinder umgibt – hebt und senkt. Manche Maschinenhämmer, die Gegenschlaghämmer, haben zwei Bäre, die sich gleichzeitig aufeinander zu bewegen. Bei ihnen entfällt die gewichtige Amboßunterplatte, die Schabotte. Das „macht eine ganze Masse aus“, denn sie erfordert die 20fache Bärmasse!

Das *Umformen* durch Schmieden ist ein wichtiger Bereich der Produktion. Die *Umformmaschinen*, zu denen neben Hämmern auch Pressen, Ziehmaschinen und Walzwerke gehören, bilden feste Körper um. Die Werkstücke können kalt oder warm umgeformt werden (der Techniker nennt glühende Werkstücke stets „warm“). Die Bedeutung dieser Bearbeitungsweise läßt sich leicht einsehen, wenn wir bedenken, daß dabei keine Späne, kein Abfall entsteht. Der Rauminhalt eines so gefertigten Teils bleibt sich immer gleich: Die Masse des Rohstücks (auch Halbzeug genannt) entspricht der Masse des vollendeten Werkstücks. Bedenken wir weiter, wie viele Fahrzeuge, Maschinen, Motoren und Geräte wir benötigen – deren Teile auf diese Weise entstehen –, dann gibt es keinen Zweifel, daß der „Hammer“ heute nicht weniger wichtig ist als vor Tausenden von Jahren.

Vieles ließe sich noch über den Hammer berichten: Auf dem Sportplatz können wir die Hammerwerfer bewundern, die Krocketsspieler schwingen den Hammerstock, und selbst den Bergsteigern ist ihr Kletterhammer nicht zu schwer.

Der Arzt klopft uns mit einem Perkussions-



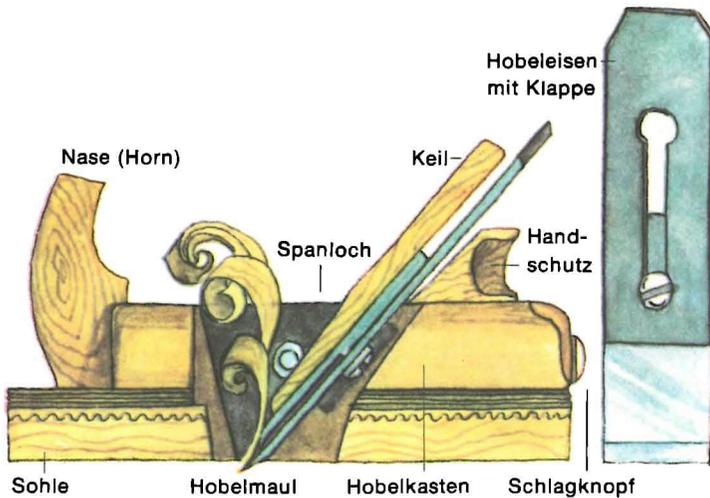
hammer ab. Im Klavier verbirgt sich ein ganzes Hammerwerk, viele kleine Hämmer, die die Saiten zum Schwingen bringen.

Von der Bedeutung des Hammers weiß auch die Sage zu erzählen: Der rotbärtige Donnergott Thor schleuderte mit Riesenkraft seinen Hammer Mjöllnir, den Zermalmer, gegen Feinde und Ungeheuer. Selbst Donner und Blitz entfuhrn diesem Hammer, der nie sein Ziel verfehlte und der immer wieder zurückkehrte. Im Rechtsleben entschied oftmals die Weite eines Hammer- oder Beilwurfs über die Größe des Besitzes. Bei Versteigerungen kommen alle möglichen Gegenstände auch heute noch „unter den Hammer“; und der dreifache „Zuschlag“ macht den Kauf rechtskräftig.

Reichverzierte Hämmer trugen die Gesellen auf der Wanderschaft als Erkennungszeichen bei sich, und die Bergleute verzierten seit eh und je ihre Tracht mit zwei gekreuzten Hämmern als Sinnbild der Arbeit. Nicht nur die Bergleute verehren den Hammer – denn er schmückt auch, vereint mit Zirkel und Ährenkranz, das Wappen unserer Republik.

Hobel Es stört uns nicht, daß die Sparren, daß die Balken und Bretter unter dem Dach so rauh sind. Aber weniger würde es uns gefallen, sähen unsere Tische und Schränke, unsere Fenster und Türen ebenso stachelig aus. Nur mit viel Aufwand könnten wir sie dann sauberhalten und anstreichen, und oft würden wir uns an spitzen Holzspänen stechen. Deshalb dient das Glätten der Oberflächen – auch bei Holz – nicht nur der Schönheit, sondern zugleich einem praktischen Zweck.

Beim Hobeln wird das Werkstück geglättet, abgerichtet, und das Abschneiden der Holzfasern, der Späne, führt zur gewünschten Form, zum genauen Maß.



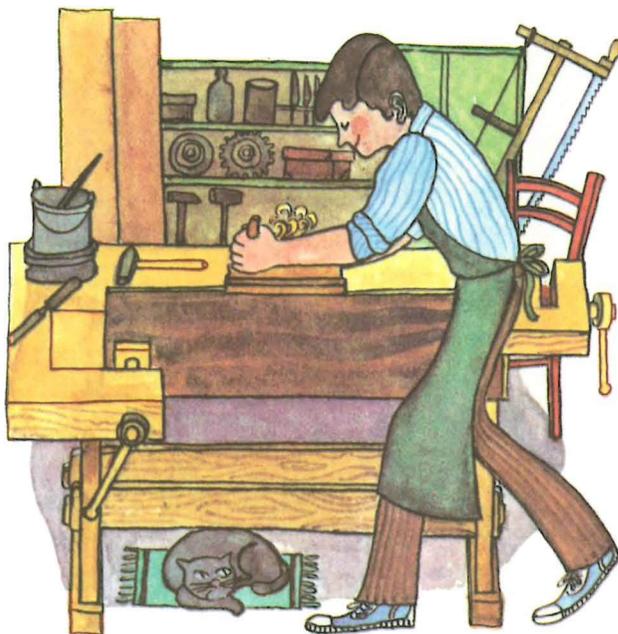
Doppelhobel

Das Hobelmesser (Hobeisen) mit seiner keilförmigen Schneide gleicht einem breiten Stechbeitel. Damit wir es gleichmäßig und kraftvoll führen können, hält es ein Keil im Hobelkasten fest.

Die Schneide steht verschieden weit aus dem Schlitz, dem Hobelmaul heraus; je nachdem, wie dick die Späne sein sollen: beim „Schruppen“ entstehen dicke, beim „Schlichten“ dünne, beim „Putzen“ sehr feine Späne. Daher stammen auch die Namen *Schrupphobel*, *Schlichthobel* und *Putzhobel*. Am häufigsten wird der Schlichthobel gebraucht. Sein Messer kann mit einer festgeschraubten Platte, der Klappe, versehen sein. Sie knickt den Span gleich hinter der Schneide, damit er keine tiefer liegenden Holzfasern mit aus der Fläche reißt. Ein solcher Hobel heißt *Doppelhobel*. Aus der großen Familie der Spezialhobel wollen wir noch die *Rauhbank* und den *Simshobel* nennen. Die Rauhbank ist der schwerste und längste Hobel, geeignet zum Abrichten längerer Flächen und Kanten. Mit dem schmalen Simshobel lassen sich Falze aus- oder nacharbeiten. Falze finden wir beispielsweise an Fensterrahmen; in ihnen liegt das verkittete Glas.

An der Vorderseite des Hobels befindet sich ein Griff für die Hand, die Nase. Der Hand-

schutz schützt die rechte Hand vor den scharfen Kanten des Hobeisens. Geben wir leichte Schläge auf den Schlagknopf, löst sich der Keil. Auf diese Weise können wir das Hobeisen neu einstellen oder zum Schärfen herausnehmen.



Das wichtigste Hilfsmittel zum Auflegen und Festspannen während der Bearbeitung (Hobeln, Bohren, Sägen, Feilen, Schleifen) ist die *Hobelbank*. Ihre dicke, schwere Platte, die auf einem Gestell ruht, verfügt über zwei Spannvorrichtungen, die Vorder- und die Hinterzange. Mit Hilfe der Hinterzange und den in die Löcher geschobenen Bankhaken lassen sich auch größere Werkstücke festhalten.

Das Hobeln erfordert Kraft und Erfahrung. Hobel- und Fräsmaschinen haben uns viele Mühen abgenommen. So können wir uns meist darauf beschränken, vorgefertigte Einzelteile passend zu hobeln und unerwünschte Ecken und Kanten zu beseitigen. Der Hobel ist zwar schon viele Jahrhunderte bekannt (denn bereits Griechen und Römer

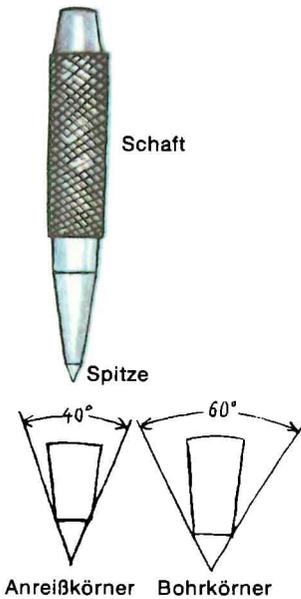
benutzten ihn), doch längst nicht so alt wie Beil und Axt. Auch mit ihnen ließen sich, das zeigen alte Möbel und Fachwerkhäuser, beachtlich glatte Flächen erzielen. Ganz eben sind sie jedoch nicht, sondern leicht gewellt. Hierbei müssen wir aber noch eine kuriose Sache erwähnen: Im Mittelalter durften nämlich nicht alle, die mit Holz zu tun hatten, den Hobel benutzen! Für die Zimmerleute zum Beispiel war er verboten, weil die Tischler befürchteten, sie würden ihnen „ins Handwerk pfuschen“. Es ging oft sehr „ungehobelt“ zu; das ist ein Ausdruck von vielen, der technische Eigenheiten auf menschliche überträgt. Umgekehrt gleicht sich das wieder aus: Wir fassen den Hobel an der „Nase“ und schieben ihm Späne ins „Maul“.



Hobelmaschine Wir haben schon davon gesprochen, wie vorteilhaft es ist, Holz mit einer Maschine zu hobeln – das war richtig, und wiederum auch nicht. Richtig deshalb, weil die Messer von Hobelmaschinen das Holz ebenso glätten wie der von Hand geführte Hobel. Die Maschinenmesser sitzen jedoch auf einer rotierenden Welle und führen keine geradlinige, sondern eine drehende Schnittbewegung aus. Eine solche Bearbeitungsweise aber nennt man „Fräsen“, und darum haben sich die Techniker seit einiger Zeit entschlossen, die seit rund 200 Jahren bekannte Hobelmaschine für Holz zu den Fräsmaschinen zu zählen.

Das Hobeln von Werkstücken aus Metall kann durch *Kurz- oder Langhobelmaschinen* erfolgen, je nachdem, ob kleine oder große Teile zu bearbeiten sind. Das Abtrennen des Spans zum Herstellen ebener Flächen oder zum Ausheben von Nuten erfolgt durch den eingespannten Hobelmeißel (in schmalere Streifen als bei Holz, denn der Werkstoff ist viel härter). Dabei kann sich entweder

der Meißel über das festgespannte Werkstück bewegen – hin und her oder auf und ab –, oder der Meißel bleibt an seinem Platz, und der Tisch mit dem Werkstück gleitet unter ihm vorwärts und zurück. Die erste Art heißt „Stoßen“, die dazu verwendete Maschine „Stoßmaschine“.



Körner Es gibt zwei Arten von Körnern: *Anreiß-* und *Bohrkörner*. Beide sind beim Bearbeiten von Metallen unentbehrlich. Mit dem Anreißkörner können wir in bestimmten Abständen kleine Vertiefungen auf den Rißlinien herstellen, um sie besser und dauerhafter sichtbar zu machen. Der Bohrkörner dient zum Markieren, zum „Ankörnen“ von Bohrungsmittelpunkten. Das gibt dem Bohrer eine erste Führung; ohne sie gleitet seine Spitze leicht weg.

Körner bestehen aus einem Stahlschaft mit gehärteter Spitze. Ihre Spitzenwinkel sind unterschiedlich. Sie betragen bei Anreißkörnern 30 bis 40° , bei Bohrkörnern 60° . Beim Ansetzen wird der Körner zunächst etwas schräg gehalten, um zu sehen, ob die Spitze genau auf der Markierung liegt; dem Senkrechtstellen folgt dann ein leichter Hammerschlag.

LötKolben Elektrisch leitende Verbindungen, ob für die Modelleisenbahn, für den Spielzeugmotor oder in Rundfunk- und Fernsehgeräten, stellen wir am einfachsten durch Löten her. Als Bindemittel dient das „Lot“, eine Zinnlegierung (Mischung aus Blei und Zinn für Schwermetall und aus Zink und Zinn für Leichtmetall), auch Lötzinn, Weich-, Weiß- oder Schnellot genannt. Mit dem LötKolben, dessen Kupfereinsatz eine elektrische Heizspirale erwärmt, bringen wir das Lot auf der einwandfrei gesäuberten Löt-

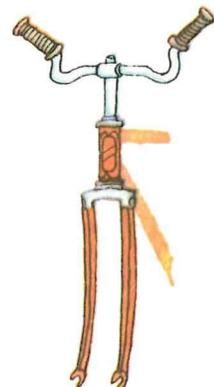
stelle zum Schmelzen. Am Lötunkt oder an der Lötnaht erkaltet es und schafft eine feste Verbindung. Durch Zugeben eines Flußmittels (Lötwasser, Lötfett) haftet das Lot besser, weil auf diese Weise die metallisch reine Oberfläche beim Erwärmen nicht oxydiert.

Im Unterschied zum Schweißen, bei dem die Werkstoffe an den Nahtstellen miteinander verschmelzen, liegt beim Löten der Schmelzpunkt des verbindenden Lots unter dem des Werkstoffs. Er wird zwar auch erwärmt (sonst hält die Verbindung nicht!), schmilzt aber nicht.



Das Löten mit einer Zinnlegierung wird *Weichlöten* genannt, im Gegensatz zum *Hartlöten*, für das als Lot Legierungen von Kupfer und Zink (Messinglot) oder mit Silberzusatz (Silberlot) – beide für Schwermetalle – und Legierungen aus Aluminium und Silizium (Aluminiumlot) oder aus Zink, Aluminium und Kadmium – für Leichtmetalle – dienen.

Zum Schmelzen reicht ein LötKolben nicht aus; es geschieht durch einen Schweißbrenner, eine Lötpistole oder einen LötOfen. Hartgelötet sind beispielsweise die Rahmen unserer Fahrräder und eingesetzte Hartmetallstücke an den Schneiden der Werkzeuge. Diese Arbeiten kann nur ein Facharbeiter ausführen. Mit dem LötKolben aber können wir schon als „junge Techniker“ unsere Talente erproben.





Meißel Kaum ein anderes Werkzeug ist so einfach und so alt wie der keilförmige Meißel. Auch halten wir ihn noch geradeso in der Faust wie unsere Vorfahren vor mehreren Millionen Jahren. Gewiß, er besteht längst nicht mehr, wie sein grobes Vorbild, der *Faustkeil*, aus einem zurechtgehauenen Stein, sondern aus Stahl, und er ist ebenso wenig noch das Werkzeug für alles, mit dem man Tiere töten, Felle abschaben, Löcher bohren und Nahrungsmittel teilen konnte. Aber insofern blieb der Keil doch ein Universalwerkzeug, als er sich in allen Werkzeugschneiden erhalten hat. In dieser Funktion begegnet er uns immer wieder – vom Beil bis zur Zange.

Hier wollen wir nur vom Handmeißel sprechen. Er besteht aus einem Stahlstück. Der handliche Schaft verfügt an einer Seite über eine zweiseitige Schneide mit einem Keilwinkel von 50 bis 60°.

Der abgeschrägte Kopf am anderen Ende wird oben leicht gerundet, damit sich beim Aufschlagen mit dem Hammer kein Grat, kein „Bart“, bildet, der abspringen und zu Verletzungen führen könnte. Der Hammer soll doppelt so schwer wie der Meißel sein.

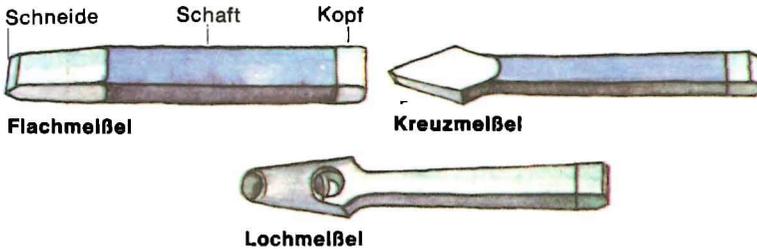
Teilen wir mit dem Meißel Metall, so kerbt die Schneide zunächst den Werkstoff ein; es entstehen beiderseits Wülste. Schließlich reißen die Teile auseinander. Das läßt sich auch nach dem Einkerbten durch Umbiegen



erreichen. Für derartige Arbeiten verwenden wir den *Flachmeißel*, wie ihn auch der Maurer zum Stemmen von Durchbrüchen oder Löchern in Mauern gebraucht.

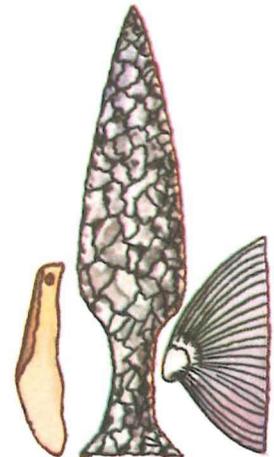
Sollen größere Werkstücke geteilt oder Nuten ausgehauen werden, bevorzugen wir den *Kreuzmeißel*. Seine schmale Schneide steht quer zum Schaft. Mit dem *Lochmeißel* (Locheisen) können wir runde Löcher aus dünnem Blech, Leder, Papier usw. ausstanzen.

Meißel für die Holzbearbeitung heißen *Beitel*. Ihre Schneide ist spitzwinkliger als die des Meißels; so dringt sie leichter in das Holz ein.



Messer Bei einer Reise durch sämtliche Länder der Erde würden wir zweifellos viele Werkzeuge, die uns ganz selbstverständlich erscheinen, nicht überall vorfinden. Ziemlich sicher aber können wir sein, daß das Messer nirgends fehlt. Denn wo immer auch Menschen wohnen, müssen sie wenigstens für ihre einfachsten Bedürfnisse – die Nahrung, die Kleidung, die Unterkunft – sorgen. Ohne ein messerartiges Werkzeug zum Schneiden ist dies nicht möglich.

Derartige Hilfsmittel, zuerst in Form von scharfen Steinen, Knochen, Zähnen oder Muscheln, zählen aus diesem Grund zu den ältesten Werkzeugen. Aus diesen naturgegebenen Gegenständen ging durch weitere Bearbeitung das Messer hervor. Dafür war es notwendig, dem Griff eine handliche Form zu geben und die Klinge möglichst zweckentsprechend zu gestalten. Denn erst ein



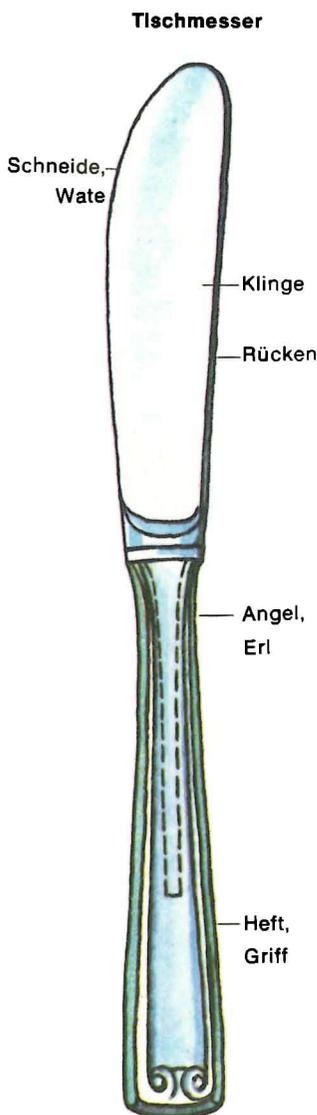
Messer der Vergangenheit:
Steine und Muscheln

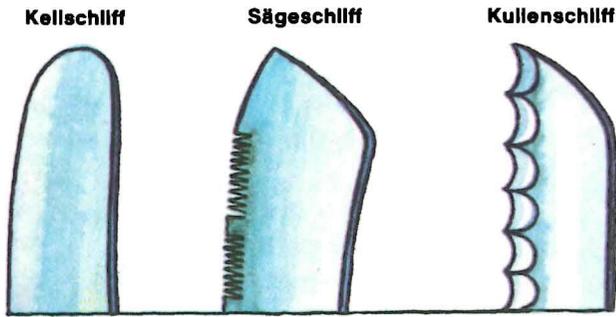
Griff zum Halten und eine Klinge zum Schneiden oder Stechen ergeben ein „richtiges“ Messer. Das trifft für ein primitives Steinmesser ebenso zu wie für ein modernes Küchenmesser aus rostfreiem Stahl.

Auf die zahlreichen Abwandlungen im Lauf der Entwicklung können wir nur kurz verweisen. Für den allgemeinen Gebrauch genügte es, wenn die Klinge nur über eine Schneide verfügte, zumal dann der breitere Rücken ein zusätzliches Drücken mit der zweiten Hand ermöglichte. Messer für den Kampf dagegen erhielten zwei Schneiden. Auf diese Weise wurden sie zum Dolch oder, bei größerer Abmessung, zum Schwert.

Versah man die mehr oder weniger gekrümmte Klinge mit einem winklig angebrachten Stiel, so ließ sie sich als Sichel oder Sense zum Mähen verwenden. Die Schere wiederum entstand aus zwei Messern, die am Kreuzungspunkt beweglich verbunden wurden. Bei Blech- oder Heckenschere sind die Griffe gerade, bei kleineren Scheren ringförmig gebogen; wir könnten sie sonst schlecht halten.

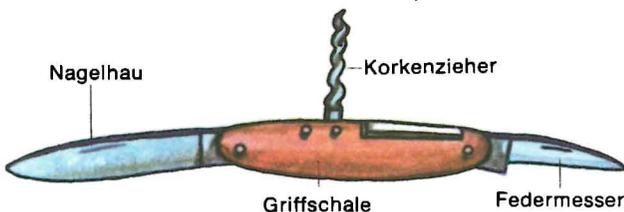
Die Namen der Messer verweisen auf ihren Verwendungsbereich, darum sprechen wir von Tisch-, Brot-, Garten-, Schlacht- und Rasiermessern. Die Tischmesser bilden – zusammen mit Gabel, Eß-, Tee- oder Kaffeelöffel – das *Eßbesteck*. Diese vierteiligen Bestecke wurden jedoch erst im 19. Jahrhundert allgemein üblich. Vorher brachte jeder seine Eßgeräte, vor allem Messer und Löffel, mit; ja, bis zum 16./17. Jahrhundert gebrauchte man das Messer nur zum Zerteilen der Speisen – im übrigen aß man mit den Fingern. Allerdings ißt auch heute noch fast die Hälfte der Weltbevölkerung ohne Messer und Gabel; nach alter Tradition bevorzugt sie Eßstäbchen. In sozial und technisch wenig entwickelten Ländern fehlt sogar jede Art von Besteck.





Sofern die Messer nicht aus einem Stück bestehen, sitzt die Klinge durch eine Angel (auch Erl genannt) fest in einem Heft oder Griff aus Holz, Plast oder Metall. Manche Messer haben am Übergang von Klinge und Heft eine Verdickung, den Kropf. Er heißt auch Balance, weil er zum Gewichtsausgleich zwischen beiden Teilen dient.

Die Schneide oder Wate der Klinge erhält ihre Schärfe durch Schleifen. Am häufigsten tritt, wie bei anderen Schneidwerkzeugen, der *Keilschliff* auf. Daneben gibt es Sägemesser mit *Sägeschliff* (die kleinen Zähne erleichtern das „Durchsägen“ von Früchten) und Kullenmesser mit *Kullenschliff* (die bogenförmige Schneide bevorzugt man zum Teilen von Fleisch und Wurst).



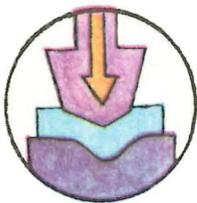
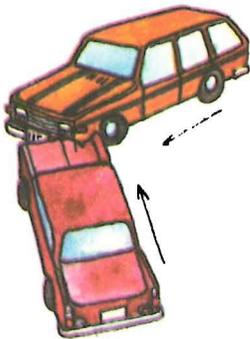
Taschenmesser

Unentbehrlich für Sport und Camping sind die *Taschen-* oder *Klappmesser*, bei denen sich die beweglichen Klingen mit Hilfe einer Feder auf- und zuklappen lassen. Außer mit einem großen und einem kleinen Messer können sie mit einem Korkenzieher, einem Büchsenöffner, einer Nagelfeile usw. ausgestattet sein. Die kleine Klinge heißt Federmesser, weil derartige kleine Messer, als man noch mit dem „Kiel“ schrieb, zum Anspitzen der Gänsefedern dienten.

Mit messerartigen Schneiden sind auch zahlreiche Werkzeugmaschinen versehen. Dazu gehören die „Hobelmesser“ und die „Messerköpfe“ beim Fräser, die mehrere Schneiden in sich vereinen.

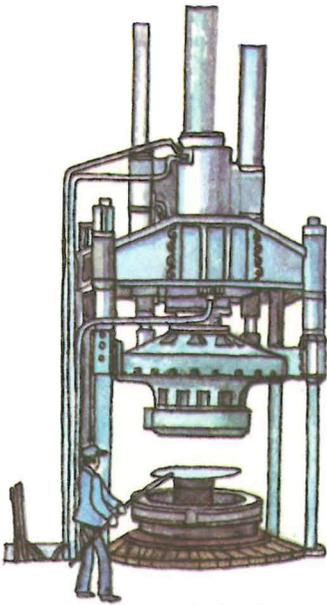
Wie viele Maschinen aber auch immer die Messer bewegen mögen – das Messer wird auch in Zukunft seinen Platz in unserer Hand behalten.

Presse Um den Saft einer Zitrone zu gewinnen, pressen wir sie zusammen. Der große Druck verformt sie, zerquetscht sie. Doch das tut nichts, wir werfen sie ohnehin weg. Beim Bearbeiten eines Werkstücks dienen der Schraubstock oder die Zange der Hobelbank zum Halten. Doch der Preßdruck, den die Spindeln erzeugen, darf nicht zu groß sein, sonst verändern wir die Oberflächen oder gar die Form in unerwünschter Weise. Prallen zwei Fahrzeuge bei einem Unfall aufeinander, dann entstehen (wenn es glimpflich abgeht) Beulen in der Blechverkleidung. Sie verliert ihre alte Form, sie wird deformiert. Um Gegenstände, um Werkstoffe in die richtige Form zu pressen, müssen wir dafür sorgen, daß die angreifenden Kräfte weder zu gering noch zu groß sind und vor allem in zweckmäßiger Richtung wirken.

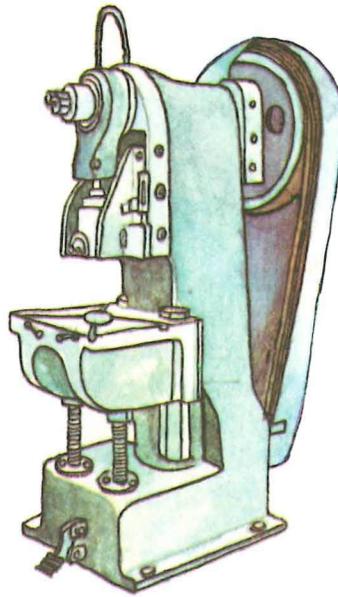


Diese Aufgabe erfüllen die *Umformmaschinen*, über die wir auch schon bei den Hämmern gesprochen haben. Maschinenhämmer formen die Werkstoffe gleichfalls um, jedoch durch Schläge, während die *Pressen* einen ruhigen, gleichmäßigen Druck ausüben. Auf diese Weise entstehen Teile für Kraftfahrzeuge, Werkzeuge, Plastartikel und Gegenstände aus Glas.

Die verschiedenen Pressen, deren Gestell aus einem, zwei oder vier Ständern (Säulen) bestehen kann, werden nach der Art ihres Antriebs eingeteilt. Die Kraftübertragung vom



Hydraulische Presse



Exzenterpresse

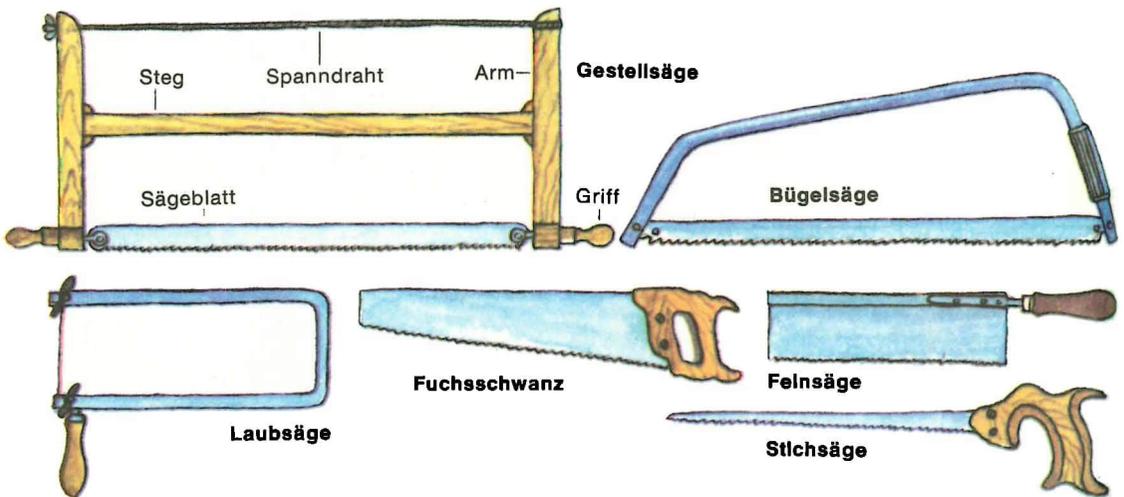
Motor auf den Stößel erfolgt entweder mechanisch – bei den *mechanischen Pressen* – oder durch einen Kolben – bei den *Kolbenpressen*.

Die mechanischen Pressen können als Spindel­presse (mit einer senkrechten Spindel), als Exzenter­presse (mit einem Exzenter) oder als Kurbel­presse (mit einer Kurbel­welle) gestaltet sein. Kolben­pressen bezeichnen wir als hydraulische Pressen, wenn eine Flüssigkeit (durch Pumpen) auf den Kolben einwirkt. Wird Druckluft oder Dampf verwendet, so sprechen wir von pneumatischen oder Dampf­pressen.

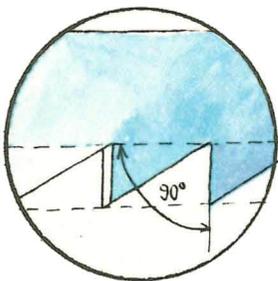
Säge Ob groß, ob klein, eines haben alle Sägen gemeinsam: ein Stahlblatt mit Zähnen. Dazu kommt, bei den Handsägen, ein Griff und manchmal ein Bügel oder ein Gestell.

Beim Sägen schneiden die keilförmigen Zähne kleine Späne aus dem Werkstoff heraus, die zwischen den Zähnen, in den Zahn­lücken, nach außen gelangen. Eine Säge läßt sich jedoch nur dann gut führen, wenn

das Blatt nicht in der Schnittfuge klemmt. Deshalb sind die Zähne abwechselnd nach links und rechts etwas ausgebogen, geschränkt. Das Sägeblatt der Handbügelsäge für Metall ist aus diesem Grund gewellt. Sägen mit gespannten Blättern heißen *Spannsägen*. Dazu zählen die Laubsäge, die Gestellsäge und die Bügelsäge. Eine zweite Gruppe bilden die ungespannten Sägen, die *Steifsägen*. Wir benötigen sie – als Fuchschwanz und Stichtsäge –, wenn ein Bügel hinderlich wäre, so beim Trennen von Platten oder um Löcher herauszuschneiden.



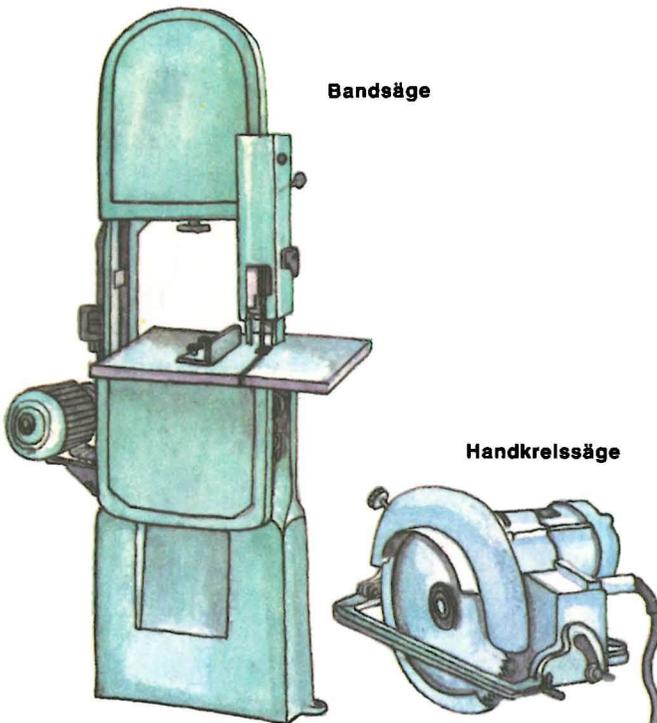
Die Zähne sind, wie die Sägen, verschieden groß, verschieden geformt. Die feinsten Schnitte erlauben die Laubsäge und die Feinsäge, denn sie haben sehr kleine Zähne. Die größte Handsäge, die Schrot- oder Zugsäge, mit der zwei Personen Baumstämme und Balken zersägen können, schafft durch ihre groben Zähne eine breite Schnittfuge mit unebenen Schnittflächen. Die Zähne der meisten Sägen stehen „auf Stoß“, das heißt, sie schneiden nur beim Vorwärtsschieben, beim Stoßen, in der Richtung, nach der die Zahnspitzen weisen. Bei der Laubsäge zeigen die Spitzen nach unten; spannen wir das Blatt andersherum ein, müßten wir sie aufwärts ziehen.



Sägeblatt

Jeder Sägezahn ist durch seine Dreiecksform als Keil erkennbar. Im Blatt sind gleichsam viele Keile dicht hintereinander gereiht. Auch die ersten Sägen bestanden, wie so viele andere Werkzeuge, aus Stein. Neben gezähnten Feuersteinen gab es Holzstäbe mit eingesetzten Steinsplintern.

Sägemaschine Es singt und pfeift und kreischt, sobald wir eine *Kreissäge* einschalten und das Holz gegen die spitzen Zähne schieben. Wir können sie nicht mehr erkennen, so schnell rotiert das Blatt! Gefährlich klingt dieser Ton, und wir fühlen, welche Kraft der Motor den reißenden Zähnen verleiht. Erstaunlich, was sie in wenigen Minuten leistet, wozu wir sonst unter Schweiß Stunden gebraucht hätten. Das tun zwar andere Maschinen auch, doch hier, vor den frei liegenden, sausenden Zähnen, spüren wir besonders deutlich, daß es unserer vollen Aufmerksamkeit, unseres ganzen Geschicks



bedarf, wenn sie uns ohne Gefahr dienen soll. Es ist traurig, aber es muß gesagt werden, weil wir es gar nicht früh genug wissen können: Die Hände lassen sich nicht zählen, die durch Sägemaschinen verletzt wurden, denen ein oder mehrere Finger fehlen!

Neben der Kreissäge, mit der gerade Schnitte entstehen, ist noch die *Bandsäge* zu nennen. Ihr schmales, endloses Sägeblatt läuft über zwei Umföhrungsscheiben, das untere Treibrad und das obere Leitrad. Das Werkstück wird, wie bei der Kreissäge, auf dem Tisch gegen das Blatt geschoben.

Beide Maschinenarten werden in verschiedener Form in der Holz- und in der Metallbearbeitung eingesetzt. Durch Kreissägen können wir auch Werkstoffe mit großem Querschnitt trennen; Bandsägen dienen vor allem zum Sägen von bogenförmigen Schnitten und für andere Ein- und Ausschritte. Im Unterschied zur Holzbearbeitung erfordert das Sägen von Metall die Zuföhrung von Kühlmitteln.

Für kleine Werkstattarbeiten wird die *Bügel-sägemaschine* benutzt. Ihr Sägeblatt geht – wie das einer Handsäge – hin und her. Sie hat dabei keine fortlaufende Arbeitsbewegung, denn beim Zurückgleiten entsteht ein „Leerhub“. Mit Sägeblättern sind auch die *Gatter* zum Auftrennen von Stämmen versehen.

Verschiedene elektrische *Handkreissägen* ermöglichen es, größere Werkstücke zu trennen und vielseitige Arbeiten zu bewältigen, für die der Einsatz einer stationären Maschine nicht möglich ist.

Sogenannte „Brettsägemöhlen“ sind in Europa seit dem 14. Jahrhundert nachweisbar. Der Antrieb erfolgte durch Wasserkraft, durch ein Wasserrad. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts entstanden durch Dampfkraft, durch eine Dampfmaschine betriebene Sägen. Heute geschieht dies mit Hilfe von Elektro-

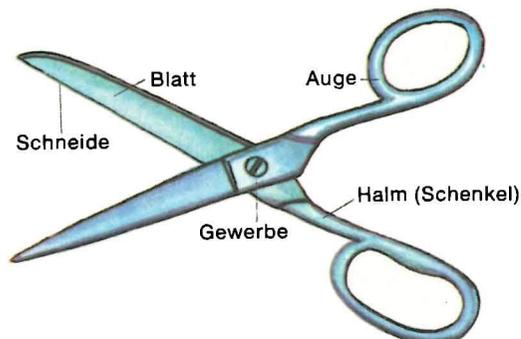




motoren, die seit etwa 1880 den Bau von leistungsfähigeren und wirtschaftlicheren Werkzeugmaschinen ermöglichten.

Schere Papier und Stoff, Leder und Fleisch, Gras und Zweige, Haare und Wolle, Plast und Metall und anderes mehr können wir mit der Schere zerschneiden. Es gibt viele Arten davon, und manche sehen gar nicht mehr wie eine Schere aus. Doch sie alle haben eines gemeinsam: sie teilen etwas, schneiden oder scheren es ab. Dabei gleiten die zwei Scherblätter mit ihren keilförmigen Schneiden aneinander vorbei und dringen – von beiden Seiten gleichzeitig – in den zwischengehaltenen Arbeitsgegenstand ein. Sie wirken wie die Zangen als zweiseitige Hebel. Die Halme oder Schenkel bilden die Kraftarme, die Blätter die Lastarme. Im Drehpunkt sorgt ein Niet oder eine Schraube für eine bewegliche Verbindung. Um Papier oder Stoff zu zerschneiden, benötigen wir wenig Kraft. Deshalb sind bei *Haushalts-* und *Schneiderscheren* die Kraftarme kürzer als die Lastarme.

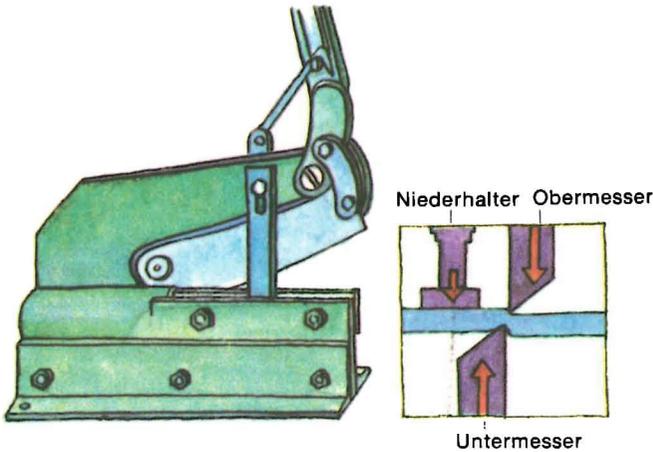
Bei den kräftigeren *Blech-* und *Heckenscheren* dagegen ist es umgekehrt.



Haushaltsschere

Lockert sich nach längerem Gebrauch die Verbindung, fehlt der Schere der genaue Gang. Dann teilt sie nicht mehr genau oder auch gar nicht; sie zieht den Gegenstand zwischen die Blätter, sie „kaut“. Auf diese

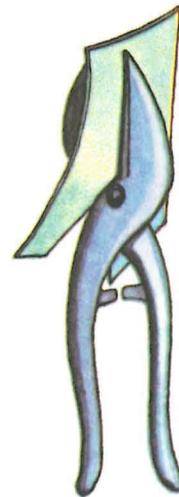
Weise kann sie den Widerstand, den der Werkstoff den Schneiden entgegensetzt, nicht überwinden.



Handhebelschere

Um dickeres Blech und andere Werkstücke aus Metall zu teilen, reicht der Druck unserer Hand an den Schenkeln nicht aus. Für diesen Zweck können wir die *Handhebelschere* oder eine *Maschinenschere* verwenden. Solche Scheren haben ein Unter- und ein Obermesser. Das Untermesser steht fest; das Obermesser wird mit einem langen Handhebel oder durch einen Elektromotor bewegt. Da sich die Bleche beim Teilen biegen, sind die Maschinenscheren mit einem Niederhalter versehen, der das Werkstück festhält. Kleinere Maschinenscheren können wir mit der Hand führen, etwa elektrische Rasierapparate und Haarschneidemaschinen sowie Elektrohandscheren für Metall.

Das Abtrennen mit Scherwerkzeugen ist besonders vorteilhaft. Es entstehen glatte und maßgerechte Schnittflächen, die kaum eine weitere Feinbearbeitung erfordern. Gegenüber dem Sägen ergibt das eine dreimal so hohe Arbeitsproduktivität! Selbstverständlich entstehen auch keine Späne; wir benötigen also weniger Material. Aus diesem Grund werden in der Metallindustrie zahlreiche Maschinenscheren eingesetzt. Bereits im Walzwerk schneiden große Scheren den



Blechscher

Werkstoff auf die gewünschte Länge. Andere Scheren erleichtern die Produktion von Einzelteilen für Kraftfahrzeuge, Schreibmaschinen, Uhren und Elektrogeräte. Neben geraden Schneiden gibt es auch kreisförmige. Die sich drehenden scheibenförmigen Schermesser der Kreis- oder Rollenschere erlauben außer langen geraden Schnitten auch Kreis- und Kurvenschnitte.

Einfache Handscheren aus Kupfer hat man bereits – neben Beilen und Sägen – in altägyptischen Gräbern gefunden. Ihr Alter: 6000 Jahre! „Nur“ halb so alt sind die ersten eisernen Scheren. Die Forscher nehmen an, daß die frühesten Scheren (gleich den Zangen) Federschere waren. Sie bestanden aus einem U-förmig gebogenen Blechstück mit zwei Schneiden, ähnlich denen, die wir noch jetzt zum Rasenschneiden herstellen.

Um das Jahr 300 v. u. Z. schnitten sich schon die Römer ihre Haare mit Scheren, die ein Gelenk hatten. Ob es damals ein Wort für „kauen“ gab, läßt sich nicht sagen. Wahrscheinlich aber kannten sie das schmerzhafteste Gefühl dabei viel besser als wir.



Schleifmaschine An stumpfe Messer und Scheren und an farbenprächtige gelbrote Funkenbündel denken wir, wenn wir das Wort „Schleifen“ hören. Vielleicht kommt uns auch das Märchen „Hans im Glück“ in den Sinn mit dem Lied des lustigen Scherenschleifers:

Es kam ein junger Scherenschleifer her,
schliff die Messer und die Scher'!

Nun, die Scherenschleifer ziehen kaum noch von Ort zu Ort. Schleifereien haben ihre Arbeit übernommen, oder wir behelfen uns selbst.

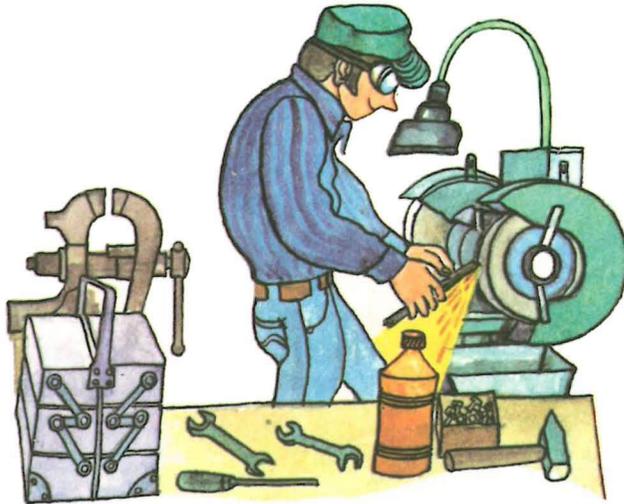
Alle Werkzeugschneiden nutzen sich durch den Gebrauch ab, werden stumpf. Sie dringen dann nur noch durch größeren Kraft-



aufwand ein, leisten weniger und ergeben keine genauen, keine glatten Schnittflächen mehr. Wir müssen also die Scheren und Messer, die Meißel und Beitel, die Hobelisen und Bohrer, die Körner und Reißnadeln beizeiten nachschleifen, denn nicht umsonst heißt es: „Gutes Werkzeug – halbe Arbeit!“ Schleifen – das bedeutet Abtrennen feiner und allerfeinster Späne. Sie sind meist so fein, daß wir sie nur als Staub wahrnehmen. Die rotierende Schleifscheibe, gegen die wir das stumpfe Werkzeug drücken, besteht aus sehr vielen kleinen scharfkantigen Körnern. Diese zahllosen Schneidkanten trennen die Späne ab.

Es gibt *natürliche* und *künstliche* Schleifscheiben. Die natürlichen, vor allem aus Sandstein, gebrauchen wir nur noch selten. Denn die künstlichen, bei denen ein Bindemittel die Körner zusammenhält, lassen sich so anfertigen, wie wir sie für den jeweiligen Zweck brauchen. Sind die Körner größer, gröber, eignen sie sich zum Schruppschliff, und wir können mit eigenen Augen sehen, wie rasch der Werkstoff abgespant wird. Kleine feine Körner dagegen heben beim Feinschliff nur Bruchteile von Millimetern ab, die sich nur durch automatische Meßgeräte registrieren lassen.

Doch auch wenn die Schneidkanten der Körner viel härter als die Werkzeuge oder Werkstoffe sind (überall trennt ja das Härtere das weniger Harte beim Schneiden), so werden sogar sie nach und nach stumpf. Darum müssen wir, so sonderbar es klingt, selbst die Schleifscheibe schleifen. Das besorgen oft die härtesten aller Steine, die Diamanten. Sie schleifen jedoch nicht die winzigen Kanten der Körner nach – das wäre unmöglich –, sondern stoßen die stumpf gewordene obere Schicht weg und legen damit neue scharfe Körner frei. Das geschieht automatisch durch Abrichtgeräte, ohne daß der

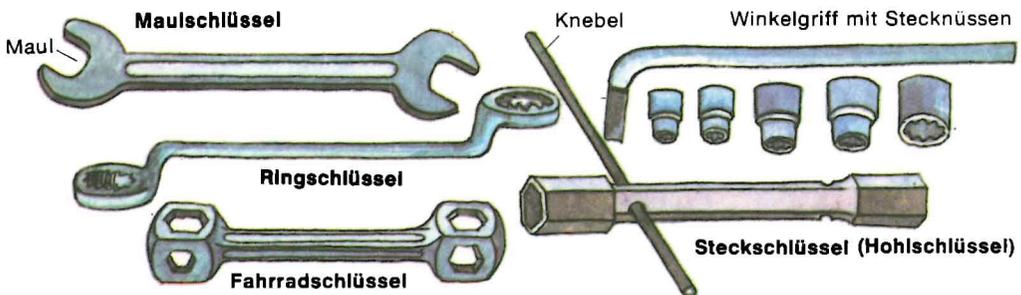


Schleifkörper ausgetauscht und der Produktionsablauf unterbrochen werden muß. Schleifmaschinen und Schleifautomaten mit solchen Einrichtungen vermögen selbstverständlich viel mehr als das Schleifen von Werkzeugen, das nur ein Teilgebiet darstellt. Eine Unzahl von Werkstücken – Wellen, Zylinder, Wälzlager, gebohrte und andere Teile, bei denen es auf hohe Genauigkeit ankommt, erhalten so den „letzten Schliff“. Farbenprächtige Funken wie in der Schlosserei oder Schmiede, wenn Kanten und Ecken trocken auf der Ständerschleifmaschine entfernt werden, gibt es dabei nicht. Flüssige Kühlmittel halten die Temperatur niedrig und spülen die feinen Späne fort. Naßschleifen wird auch beim Scharfschleifen der Werkzeuge bevorzugt, damit die Schneiden nicht ihre Härte durch Ausglühen verlieren. Diese Gefahr besteht bei den *Handschleifmaschinen* kaum; ihre Scheiben, durch eine Kurbel über ein Getriebe in Umdrehung versetzt, drehen sich verhältnismäßig langsam. Vieles mehr ließe sich vom Schleifen, von diesem uralten Arbeitsverfahren, berichten: von den vielgestaltigen Formen der Schleifkörper, vom Abziehen, vom Feinglätten der Schneiden auf dem Abziehstein, von den Körnern, die auf Schleifpapier oder Schleif-

leinen geklebt werden, vom Polieren durch staubfeine Schleifmittel, die Metall und Glas, Steine und lackiertes Holz zum Glänzen bringen...

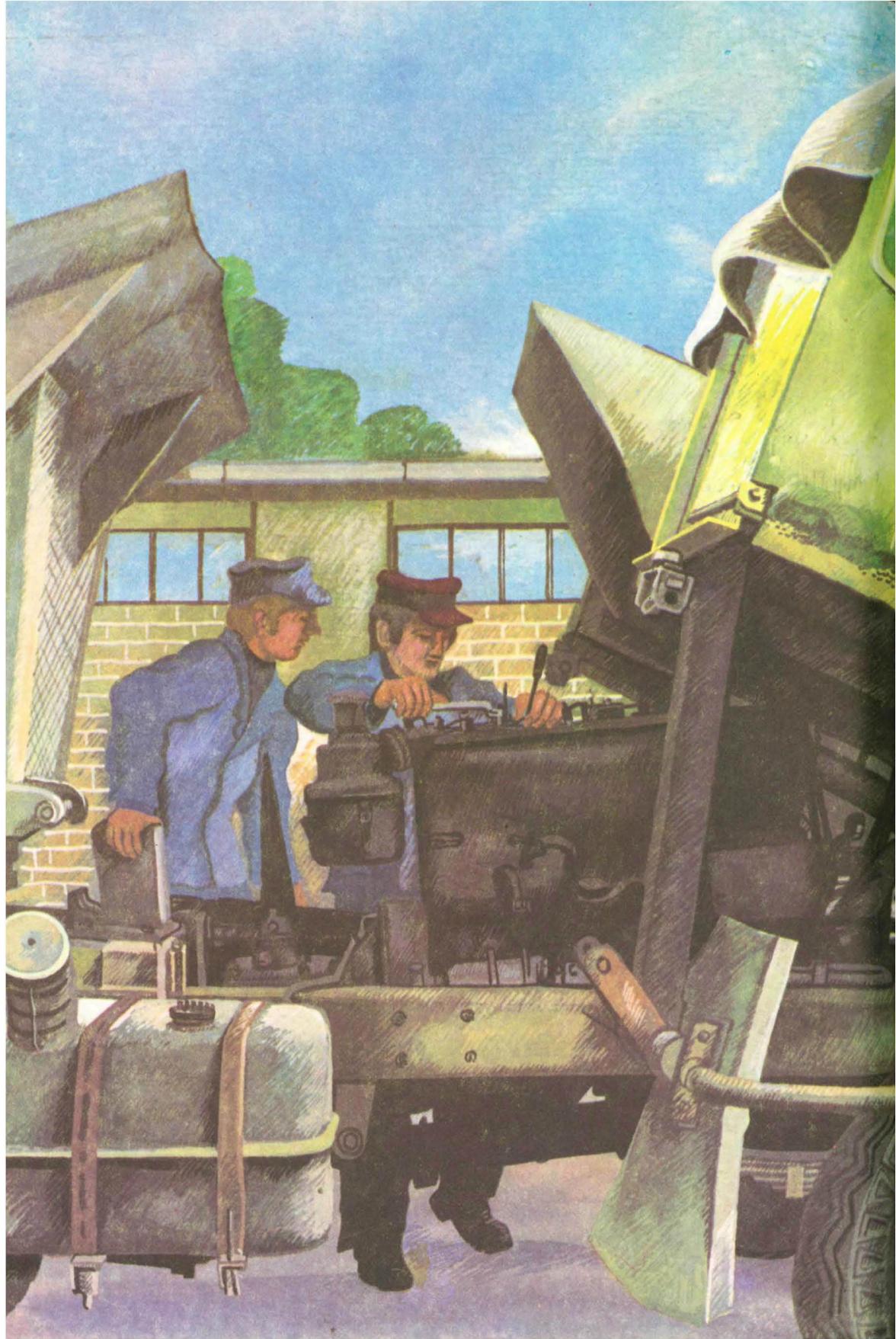
Schraubenschlüssel Schrauben ohne einen Schlitz lassen sich durch ihre vier- oder sechskantige Kopfform – ebenso wie die entsprechenden Muttern – mit Schraubenschlüsseln festziehen oder lösen. Das geschieht entweder bei der Montage oder bei der Demontage, beim Auswechseln defekter oder abgenutzter Teile, beim Zerlegen für die Reinigung usw.

Zunächst müssen wir zwei große Gruppen von Schraubenschlüsseln unterscheiden: die *unverstellbaren* und die *verstellbaren*. Bei unverstellbaren Schraubenschlüsseln, die es in Sätzen von verschiedener Größe gibt, ändern sich die Maulweiten nicht; die verstellbaren können wir den Schraubengrößen anpassen. Der Schaft dieser Schlüssel dient als Hebel, mit dem wir die erforderlichen Spannkraften erzeugen.



Zu den unverstellbaren Schraubenschlüsseln zählen: *Maulschlüssel*, *Ringschlüssel*, *Fahrradschlüssel* (Flach- oder Knochen-schlüssel) und *Steckschlüssel*.

Ringschlüssel umschließen Schrauben und Muttern mit einem Zwölfkantring; sie fassen darum besser als Maulschlüssel. Oft sind sie kurz hinter dem Ring abgebogen, also gekröpft. Das schafft mehr Bewegungsraum.



Aufgeprägte Zahlen geben die Maulweiten (in mm) an.

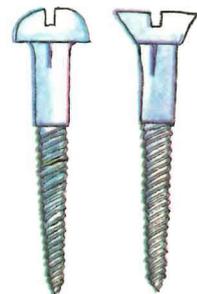
Steckschlüssel (Hohlschlüssel) werden auf tiefsitzende Schrauben und Muttern aufgesteckt und mit einem Knebel gedreht. Für denselben Zweck eignen sich *Stecknüsse*, bei denen ein einsetzbarer Winkelgriff als Schaft dient. Andere Steckschlüssel dagegen sind als Drei-, Vier- oder Sechskant ausgebildet; sie greifen in entsprechende Vertiefungen ein. Verstellbare Schraubenschlüssel sind der „*Franzose*“, dessen doppelseitiges Maul durch eine Spindel im Griff bewegt wird, der „*Engländer*“, bei dem dies mit einer Schnecke und einer Zahnstange geschieht, und der *Rollgabelschlüssel*, dessen einseitiges Maul durch eine Rolle im Kopf einstellbar ist.



Rollgabelschlüssel

Schraubenzieher Schrauben bestehen aus Kopf und Schaft. Durch das Gewinde, das als spiralförmige Rille um den Schaft läuft, finden sie im Werkstoff Halt. Der Schaft kann zylindrisch oder kegelförmig sein. Schrauben mit kegeligem Schaft werden ausschließlich in Holz und Holzwerkstoffe eingedreht; sie heißen deshalb *Holzschrauben*.

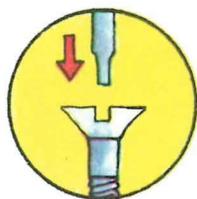
Die Köpfe sind, je nach Verwendungszweck, verschieden geformt. Daher stammen Bezeichnungen wie Sechskant-, Rundkopf- und Flachkopfschraube. (Das sind nur einige von vielen.) Neben Schraubenschlüsseln, die vier- oder sechskantige Köpfe voraussetzen, dienen vor allem Schraubenzieher – bei Schrauben mit geschlitztem Kopf – zum Ein- und Ausdrehen. (Schrauben dürfen wir bekanntlich nicht einschlagen!)



Rund- und Flachkopfschraube

Die Klinge des Schraubenziehers, meist

ein Stück Rundstahl, steckt mit einer Seite fest in einem Griff (Heft) aus Holz oder Plast. Die andere Seite, die Schneide, hat parallele Kanten, damit beide Seitenflächen gut im Schlitz sitzen. Die Bezeichnung „Schneide“ ist ungenau, denn sie wird nicht scharf geschliffen wie beim Meißel. Sie schneidet nichts, und ihr Querschnitt zeigt eine rechteckige Form.



Schraubenzieher dieser Art nennen wir *Normschraubenzieher*. Sie sind unterschiedlich groß, denn ihre Schneiden müssen den Schraubenschlitz entsprechen. Andernfalls beschädigen wir das Werkzeug oder den Schraubenkopf. Und mühsamer wäre die Arbeit außerdem.

Durch ihre Form und ihre Verwendungsart weichen verschiedene Schraubenzieher vom Normschraubenzieher ab. Das gilt beispielsweise für den *Umsteckschraubenzieher*. Seine Klinge – mit ungleich großen Schneiden – läßt sich aus dem Heft herausziehen und umstecken. Sie eignet sich auch zum Einsetzen in die Bohrwinde. Die größere Hebelwirkung ermöglicht rascheres Drehen und kräftigeren Druck.

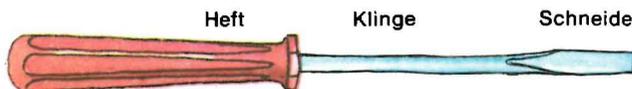
Umsteck- Drill-
schrauben- schrauben-
zieher zieher



Der *Drillschraubenzieher* nimmt uns das beschwerliche Drehen ab, denn durch senkrecht Drücken des Heftes drehen sich Spindel und Klinge und kehren beim Nachlassen automatisch in die Ausgangsstellung zurück. Ein weiterer Vorteil: Es lassen sich Klingen unterschiedlicher Größe einsetzen.

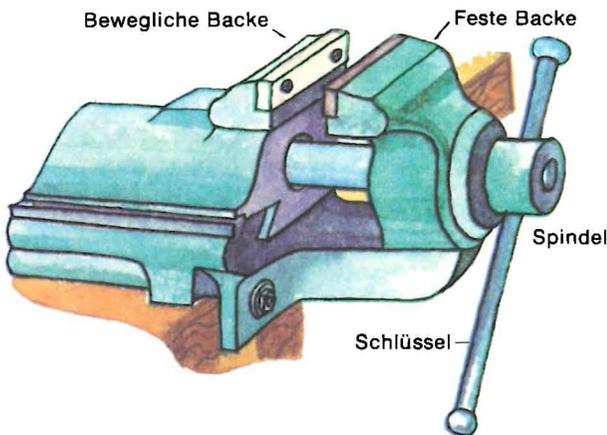
Für Arbeiten an elektrischen Anlagen werden oft *isolierte Schraubenzieher* gebraucht. Ihre Klingen haben einen Plast- oder Gummiüberzug. Für manche Industriezweige, die große Mengen von Schrauben benötigen, wäre das Eindrehen von Hand zu zeitraubend.

Normschraubenzieher



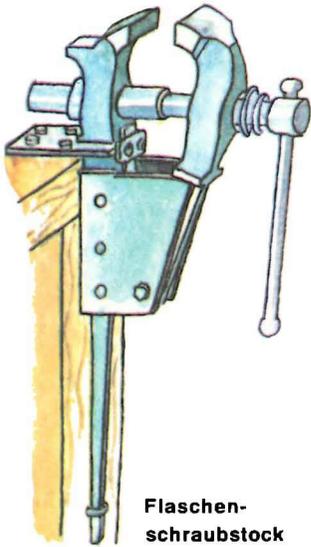
Man setzt deshalb die Klinge in das Spannfutter eines *Elektroschraubers* ein. Er gleicht einer elektrischen Handbohrmaschine, jedoch ist seine Drehzahl niedriger, und eine Rutschkupplung unterbricht automatisch das Weiterdrehen, sobald die Schraube fest genug sitzt.

Schraubstock Zersägen wir ein Brett, können wir es mit der Hand oder mit dem Knie ausreichend fest auf die Unterlage drücken. Doch um ein Stück Stahl zu trennen, zu biegen oder zu feilen, reicht unsere Kraft zum Festhalten auf die Dauer nur selten aus, denn härtere Werkstoffe setzen der Bearbeitung einen größeren Widerstand entgegen. Vor allem kleinere Teile verschieben sich leicht oder entgleiten der Hand. So läßt sich weder sicher noch genau arbeiten!



Parallelschraubstock

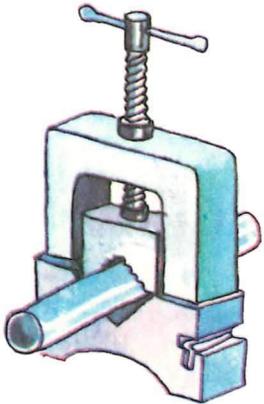
Der Schraubstock mit seinen kräftigen Backen ermöglicht das zuverlässige Festspannen von Werkstücken, vor allem von solchen aus Metall. Für Holz ist er weniger geeignet, weil umfangreichere Gegenstände nicht genug Platz finden und Druckstellen auf der Oberfläche entstehen können. Diese Nachteile hat eine Hobelbank nicht. Das gilt auch umgekehrt – Metallarbeiten beanspruchen eine Hobelbank mehr, als sie verträgt. Außerdem



Flaschenschraubstock

würden die Metallspäne das Holz verschmutzen.

Von den verschiedenen Schraubstockarten wird der *Parallelschraubstock* am häufigsten verwendet. Er hat eine fest stehende und eine bewegliche Backe, die durch Drehen der Spindel ihre Stellung verändert. Beide Backen stehen stets parallel zueinander. Das ergibt eine bessere Spannfähigkeit, da die gesamte Fläche auf das Werkstück trifft. Anders verhält es sich beim *Flaschen- oder Zangenschraubstock*, bei dem die Innenseite der beweglichen Backe um so geneigter steht, je weiter er geöffnet wird. Er reicht aber für größere Arbeiten wie Stauchen und Biegen in der Schmiede und der Bauschlosserei aus. Zum Halten von runden Stahlprofilen, besonders bei der Installation von Wasserrohren, dient der *Rohrschraubstock*. Seine Spindel steht senkrecht, die Backen sind gezahnt.



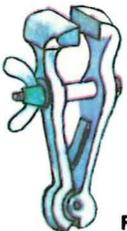
Rohrschraubstock

Der *Maschinenschraubstock* ist ein Parallelschraubstock, der auf den Arbeitstischen von Werkzeugmaschinen (Hobel-, Fräs- und Bohrmaschinen) die Werkstücke festhält.

Als Schraubstock im Kleinformat können wir den *Feilkloben* bezeichnen, dessen Backen – gegen den Druck einer Blattfeder – mit einer Flügelmutter angezogen werden. Er nimmt kleinere Werkstücke auf und läßt sich bei Bedarf in den Schraubstock einspannen.

Uhrmacher, Goldschmiede und Bastler bevorzugen kleinere Parallelschraubstöcke, die eine Zwinde auf der Tischplatte festhält.

Die ersten Schraubstöcke, die wir kennen, sind auf Abbildungen aus dem 16. Jahrhundert zu sehen. Es bleibt erstaunlich, daß so viele alte kunstvolle Metallarbeiten ohne seine Hilfe entstehen konnten. So gesehen ist es gar keine Kunst, sollten unsere Arbeiten besser ausfallen.



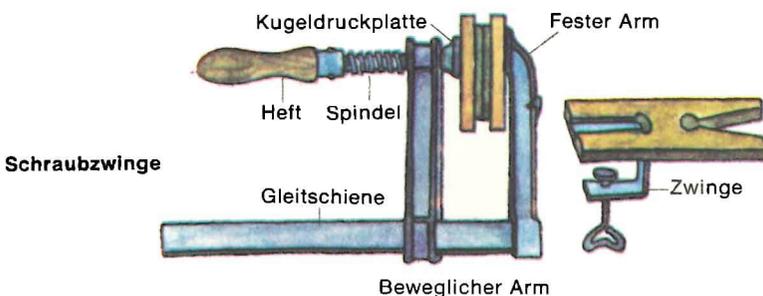
Feilkloben

Schraubzwinde Für einige Augenblicke können wir mit den Händen zwei geleimte Brettstücke fest aneinanderdrücken. Doch bald erlahmt unsere Kraft; der Druck läßt nach; die Verbindung löst sich. Eine Schraubzwinde nimmt uns diese Arbeit ab; ihre stählernen Arme ermüden auch nach Stunden, auch nach Tagen nicht. Aber nicht nur das. Wir können ohne weiteres beliebig viele Zwingen ansetzen und verfügen so jederzeit über die notwendige Anzahl hilfreicher Arme. Ihr Druck ist außerdem wesentlich größer als der, den wir ohne Werkzeug auszuüben vermögen.

Schraubenzwingen haben entweder zwei fest stehende oder einen festen und einen beweglichen Arm. Der bewegliche Arm gleitet auf einer Schiene und ermöglicht veränderliche Spannweiten, veränderliche Abstände, je nach Größe des Werkstücks.

Der Druck beim Zusammenpressen, der *Preßdruck*, entsteht – wie beim Schraubstock – durch Drehen der Spindel. Das angenietete Holzheft läßt sich gut mit der Hand umschließen. Am unteren, kugelförmigen Ende der Spindel befindet sich die Kugeldruckplatte. Das Kugelgelenk ermöglicht das Anziehen und Lösen der Spindel, ohne daß sich die Druckplatte mitdreht. Um die Oberflächen der Werkstücke nicht durch Druckstellen zu beeinträchtigen und den Druck gleichmäßiger zu verteilen, legt man Brettstücke bei.

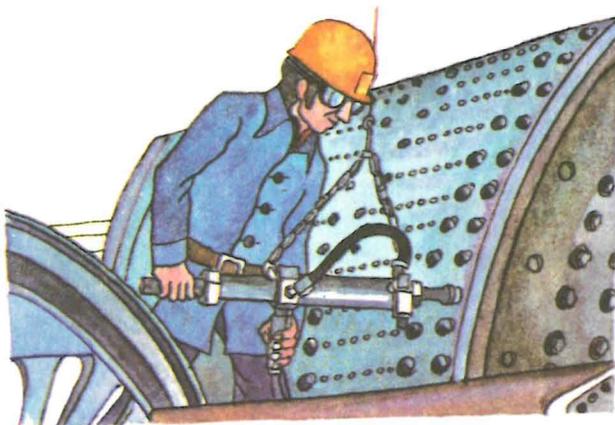
Mit Schraubzwingen lassen sich auch Werkstücke während der Bearbeitung festspan-



Laubsägetisch

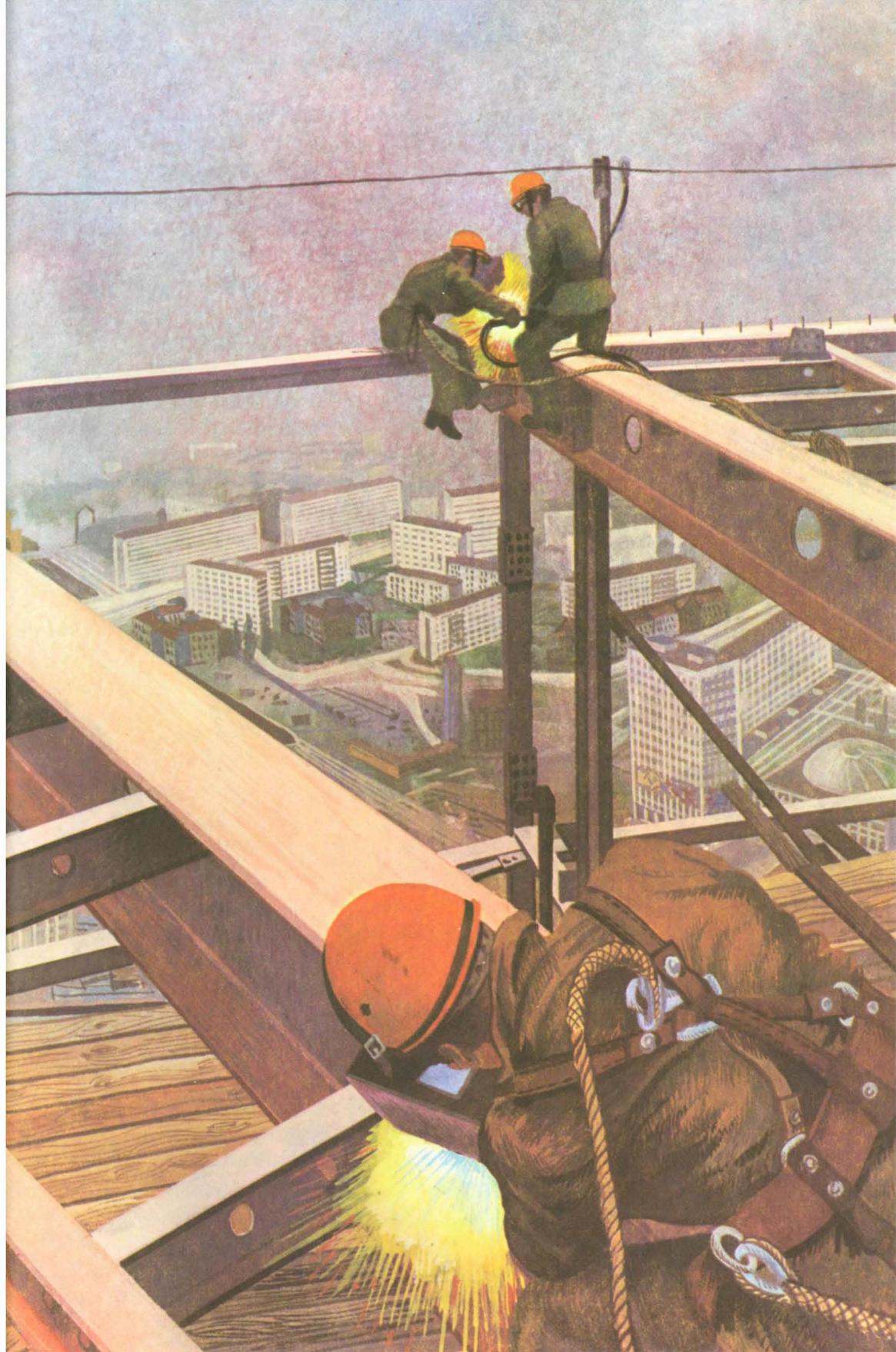
nen. In verschiedener Form und Größe finden wir sie außerdem an kleineren Schraubstöcken, Tischleuchten und Laubsägetischen.

Schweißgerät Die Pfeiler, Träger und Streben älterer Stahlbrücken sind mit Hunderten, ja Tausenden runder Kuppen übersät – mit Nietköpfen, die alle Teile unlösbar zusammenhalten. Als sie entstanden, war das Schweißen von Stahlkonstruktionen noch verhältnismäßig wenig verbreitet. Eine andere Möglichkeit, Metalle ohne Niete und Schrauben haltbar zu verbinden, gab es zwar schon lange, nämlich durch das *Feuerpreß-* oder *Hammerschweißen*, bei dem die glühenden



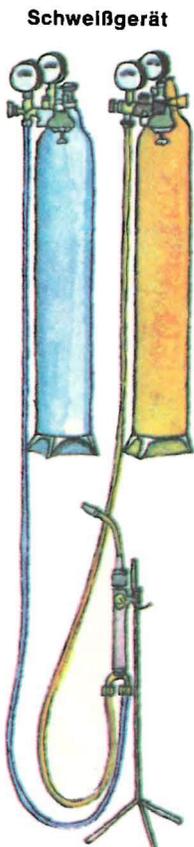
Werkstücke zusammengeschmiedet wurden. Aber so große Teile, wie sie eine Brücke hat, ließen sich auf diese Weise nicht vereinigen. Auch müssen wir bedenken, daß zum Einführen einer neuen Technik Mut und Verantwortung gehören, daß zuverlässige Berechnungen und Tests vorausgehen müssen.

Nietverbindungen verliehen zwar den Brücken und Schiffsplanken, den Kesseln und Maschinen ausreichende und erprobte Festigkeit, doch waren ihre Nachteile nicht zu übersehen. Das Bohren der Löcher, das



Herstellen und Einsetzen der Niete erforderte viel Zeit. Dazu kam der beträchtliche Werkstoffverbrauch – für die Niete, für die Laschen zum Überdecken der Stoßstellen –, der zudem die Konstruktionen schwerer machte.

Der Ausweg wurde im vergangenen Jahrhundert durch das *Schmelzschweißen* gefunden. Man brachte die Teile an der Schweißstelle zum Schmelzen, so daß sie, eine „Schweißnaht“ bildend, miteinander verschmolzen. Für diesen Zweck entstanden verschiedene Schweißgeräte. Beim *Gas-schmelzschweißen*, auch Autogenschweißen genannt, erfolgt das Aufschmelzen der Schweißkanten durch die Azetylen-Sauerstoff-Flamme eines Schweißbrenners. Hierbei wird gleichzeitig ein Zusatzwerkstoff, der Schweißdraht, in die Stichflamme gehalten und in die Schweißfuge eingeschmolzen. Die Betriebsstoffe (Gase), ein Gemisch aus Sauerstoff und einem Brenngas, meist Azetylen, aber auch Propan oder Wasserstoff, werden aus Flaschen oder speziellen Anlagen zugeführt. Beim *Lichtbogenschweißen* entsteht die Schweißhitze durch einen elektrischen Lichtbogen. Er bildet sich, wenn man einen genügend starken Stromkreis in geeigneter Weise unterbricht. Beispielsweise wird beim Elektrodenhandschweißen ein Pol der Stromquelle am Werkstoff befestigt und der zweite mit der Elektrode verbunden, die als Schweißstab, als Zusatzwerkstoff dient und mit den Nahtstellen verschmilzt. Daneben gibt es zahlreiche andere Verfahren, etwa das Elektronenstrahlschweißen im Vakuum.

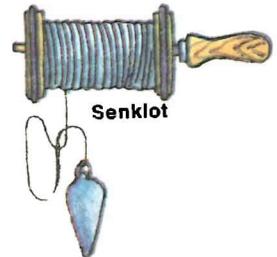


Von großer Bedeutung sind die leistungsfähigen teil- oder vollautomatischen Anlagen, die es für fast alle Schweißverfahren gibt. Gegenwärtig steht das Schweißen von Metallen an erster Stelle, ja, die Möglichkeiten, bekannte Metalle und neuentwickelte

Legierungen auf diese Weise zu verbinden, sind bei weitem noch nicht erschöpft. Zugleich aber gewinnt die Schweißtechnik auch auf anderen Gebieten an Bedeutung: Für viele Zwecke sind thermoplastische Kunststoffe durch Schweißen zu verbinden. Es geschieht bei dickeren Querschnitten durch Heißluft, bei Folien durch aufgeheizte Geräte. Als weitere Anwendungsbereiche wollen wir noch das Schweißen von Glas und Natursteinen nennen. Die Schweißtechnik entwickelt sich beständig weiter – nicht nur auf der Erde, sondern auch im Kosmos. Die ersten Schweißversuche im Weltraum fanden 1969 während des fünftägigen Fluges des sowjetischen Raumschiffes „Sojus 6“ statt. Die neuen Erkenntnisse sind nicht nur für die „Experten“ aufschlußreich, denn sie kommen uns allen – durch verbesserte Produktionsmethoden – zugute. Wie auf vielen anderen Gebieten wirkt sich auch hier unsere enge Freundschaft und Zusammenarbeit mit der Sowjetunion fruchtbar aus.

Senklot Jeder von uns kennt den Schiefen Turm von Pisa, der vor allem deshalb berühmt ist, weil er, bei einer Höhe von 54,40 m, mehr als 4 m von der Senkrechten abweicht. Der Grund dafür liegt im Nachgeben der Fundamente, nicht etwa im fehlenden Augenmaß der Bauleute oder weil bei Baubeginn (1174) das Lot noch ungebräuchlich gewesen wäre; denn das war schon im alten Ägypten (um 3200 v. u. Z.) bekannt. Als Muster für die Baukunst kann ein solcher Turm nicht gelten, denn jedes Bauwerk muß „im Lot“, muß so berechnet sein, daß wir uns um seine „Standfestigkeit“ nicht zu sorgen brauchen.

Die Senkrechte (Lotrechte, Vertikale) läßt sich an Bauteilen, an Mauerecken, an Säulen und Pfählen durch das Senklot, bei



ebenen Flächen auch durch die Wasserwaage ermitteln oder prüfen. Es besteht aus einem kegelförmigen oder spitz zulaufenden zylindrischen Stahlkörper. Er spannt die ruhig gehaltene, an einer Öse befestigte Lotschnur. Behelfsweise könnten wir statt dessen auch einen Hammer an eine Schnur knüpfen. Er würde sie durch die Erdanziehung, die Schwerkraft, ebenso senkrecht spannen.



Zum Prüfen größerer Bauwerke, wie Brücken, Staumauern, Hochhäuser und Türme, ist ein Senklot jedoch nicht genau genug. Eine sehr lange Schnur läßt sich nicht überblicken, und außerdem brächte schon ein kleiner Luftzug das Lot zum Pendeln. Diese Nachteile hat ein *Theodolit* nicht. Mit einem solchen Meßgerät, das über ein Zielfernrohr verfügt, können die Winkel exakt ermittelt werden. Zwei Libellen ermöglichen das richtige Aufstellen, die Gradteilung das Ablesen der Werte. Zum Prüfen hoher Bauten wird auch das *Laser-Leitstrahl-System* verwendet, bei dem der Laserstrahl, ein scharfgebündelter Lichtstrahl, gleichsam die „Lotschnur“ bildet. Mit seiner Hilfe wurde beispielsweise der 535 m hohe Moskauer Fernsehturm gebaut. Die Meßgenauigkeit dieses Systems setzt uns in Erstaunen: Bei 300 m Höhe beträgt die Abweichung von der Senkrechten höchstens 5 mm!



Wasserwaage Nein, mit Wasser hat diese Waage eigentlich nichts zu tun. Auch auf den alten Brauch, den frischgebackenen Lehrling die Gewichte holen zu lassen, fällt heute keiner mehr herein.

Die Wasserwaage, wie wir sie kennen, entstand aus einfacheren Geräten. Bereits im Altertum wurde eine mit Wasser gefüllte Rinne zum Nivellieren, zum Ermitteln der Waagerechten benutzt. Davon berichtet der



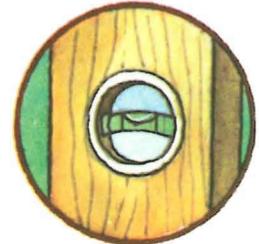
Wasserwaage

römische Baumeister Vitruv aus dem 1. Jahrhundert v. u. Z., dessen Büchern wir viele Kenntnisse über das damalige Bauwesen verdanken. Das Prinzip, nach dem unsere heutigen Wasserwaagen funktionieren, ist seit dem 17. Jahrhundert bekannt, denn erst zu dieser Zeit wurde die Röhrenlibelle erfunden.

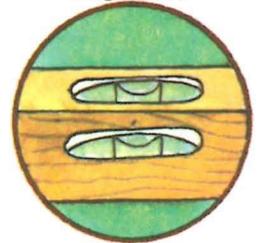
Der Körper der Wasserwaage besteht aus einer Leiste mit rechteckigem Querschnitt. Alle Kanten müssen gerade und parallel sein. Als Werkstoff bevorzugt man das dauerhafte Eichen- oder Teakholz. In zwei Aussparungen sitzen die beiden Libellen, je eine Längs- und eine Querlibelle. Diese leicht gebogenen oder tonnenförmig ausgeschliffenen Glasröhrchen sind so mit Alkohol oder Äther gefüllt, daß nur eine kleine Luftblase bleibt. Wasser eignetsich weniger, denn es könnte einfrieren. Die Luftblase, als der leichtere Stoff, nimmt stets die höchste Stelle in der Libelle ein. Diese Stelle ist durch zwei Eichstriche markiert. Ruht die Blase dazwischen, liegt die Waage genau waagrecht oder senkrecht. (Der Begriff „Libelle“ kommt von den lateinischen Wörtern *libra* = Wasserwaage und *libella* = kleine Waage; der Name wurde erst später auf eine Insektenart, die Libellen, übertragen, da ihre Flügel waagrecht schwirren.)

Die Wasserwaage ist ein Meßzeug, mit dem sich die Lage von Bauteilen, Wänden, Fußböden und anderen Werkstücken prüfen läßt. Sie ist auch im modernen Wohnungsbau unentbehrlich, um vorgefertigte Wände oder Einschaltungen für Betonarbeiten auszurichten. Reicht ihre Länge nicht aus, wird sie auf ein längeres Brett, auf das *Waage-* oder *Richtscheit* gelegt.

Querlibelle



Längslibelle

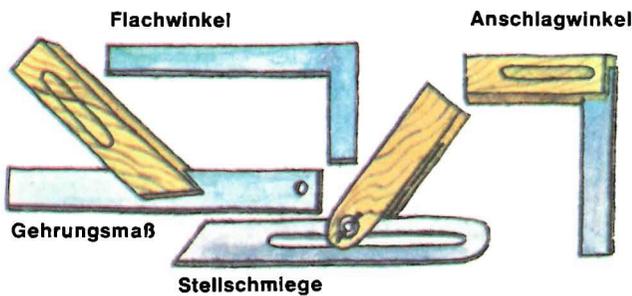


Der Ofenbauer benötigt eine kurze Waage zum Ausrichten der Kacheln. In der Industrie, etwa beim Aufstellen von Maschinen, benutzt man empfindlichere *Präzisionswaagen* aus Metall, die durch weitere Teilstriche das Messen der Neigung ermöglichen.

Um Höhenpunkte zu übertragen, die weiter auseinander liegen, wäre eine Wasserwaage zu kurz. Man verwendet dafür *Nivellierinstrumente*, die über ein Zielfernrohr verfügen. Sie setzen jedoch ein überschaubares Gelände voraus. Hätten wir die Aufgabe zu lösen, einen Tunnel durch einen Berg zu bauen, würde uns das Nivellierinstrument nichts nützen. Schnelles Vorankommen und kurze Transportwege sind jedoch nur dann gegeben, wenn die Baupatrups von beiden Seiten aufeinander zu arbeiten. Werden sie sich, über Kilometer hinweg, genau in der Mitte treffen? Das war früher eine schwierige Aufgabe, und mit großer Spannung wurde der Augenblick der Begegnung erwartet... Bereits beim Senklot haben wir über den Laserstrahl gesprochen. Er gibt uns nicht nur senkrecht, sondern auch waagrecht die genaue Richtung an – selbst durch den größten Berg hindurch.

Winkel „Reich doch bitte mal den Winkel 'rüber!'“ sagen wir wohl zu unserem Nachbarn, wenn wir prüfen wollen, ob der soeben zusammengebaute Bilderrahmen rechtwinklig ist. Ja, als so unentbehrlich hat sich seit eh und je dieses Meßzeug erwiesen, daß wir bei dem Wort „Winkel“ stets zuerst an einen rechten Winkel denken. Mit gutem Grund, denn bei den meisten Dingen, von der Streichholzschachtel bis zum Hochhaus, stoßen Einzelteile, Flächen und Kanten in einem Winkel von 90° aneinander („recht“ hatte schon in seiner alten Sprachform die Bedeutung von „geraderichten“, von „richtig“).

Die beiden Schenkel eines solchen Winkelmaßes aus Holz oder Metall können, wie beim *Flachwinkel*, gleich dick sein. Ist ein Schenkel dicker – zum besseren Anlegen an einer geraden Kante, der Bezugskante –, bezeichnen wir den Winkel als *Anschlagwinkel*. Rahmen bilden in den Ecken oft einen Winkel von 45° . Diese Gehrung läßt sich mit dem *Gehrmaß* anreißen. Das Übertragen von Winkeln erlaubt die *Stellschmiege*. Ihre geschlitzten, beweglichen Schenkel bleiben durch Festdrehen der Flügelmutter in der gewünschten Stellung.



Winkel dienen außerdem zum Ziehen von Reißlinien und zum Prüfen von Flächen und Kanten auf ihre Ebenheit. (Die im Unterricht gebräuchlichen Zeichendreiecke und Winkelmesser wollen wir als bekannt voraussetzen.)

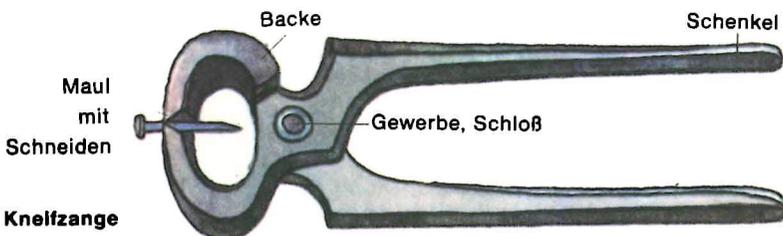
Ein Winkel ist, wie die Wissenschaftler sagen, der Richtungsunterschied zweier Strahlen, die denselben Ausgangspunkt haben. Dieser Punkt bildet den Scheitel, die beiden Strahlen seine Schenkel. Eine volle Umdrehung ergibt den Vollwinkel, bei dem beide Schenkel zusammenfallen (0 oder 360°). Bilden beide Schenkel eine Gerade, entsteht ein gerader oder gestreckter Winkel (180°); wird dieser halbiert, der bereits genannte rechte Winkel von 90° . Winkel, die kleiner als rechte sind, heißen spitze, solche zwischen 90 und 180° stumpfe, die von mehr als 180° überstumpfe oder erhabene. Für uns sind besonders die Winkel an den Werkzeugschnei-

den, die Keilwinkel, hervorzuheben. Sie sind das Ergebnis jahrhundertalter Arbeitserfahrung und, je nach Werkzeug und Werkstoff, verschieden. Willkürlich verändern dürfen wir sie nicht (das kann beim Schärfen leicht geschehen), denn dann halten die Schneiden nicht lange, und wir würden außerdem mit unseren Leistungen unzufrieden sein.

Manche Meßgeräte zeigen auf ihrer Skala keine 360°-Teilung mehr, sondern rechnen für einen Vollwinkel mit 400°, das ergibt für den rechten Winkel 100°. Zur Abgrenzung heißt die alte Einheit *Altgrad*, die neue *Neugrad* (Gon). Die Neugrad-Teilung ist jedoch keine neue Erfindung, es gibt sie bereits, wie das Meter, seit der Großen Französischen Revolution (1789–1794). Das unentbehrliche Winkelmaß aber gebrauchten schon die Bauleute im alten Ägypten.

Zange Oft sind während der Arbeit kleinere Teile festzuhalten, Nägel herauszuziehen, Drähte zu biegen oder zu trennen. Dann greifen wir zur Zange, die unseren Händen größere Kraft verleiht und sie zugleich vor Verletzungen schützt.

Doch die Dinge können rund oder eckig, dick oder dünn, leicht oder schwer, rau oder glatt, kalt oder glühend sein – darum ist es kein Wunder, daß es zahlreiche Arten von Zangen gibt. Fast alle gleichen einander jedoch in ihrer Wirkungsweise, so verschieden sie auch nach Form und Größe sein mögen. Sie bestehen aus zwei längeren

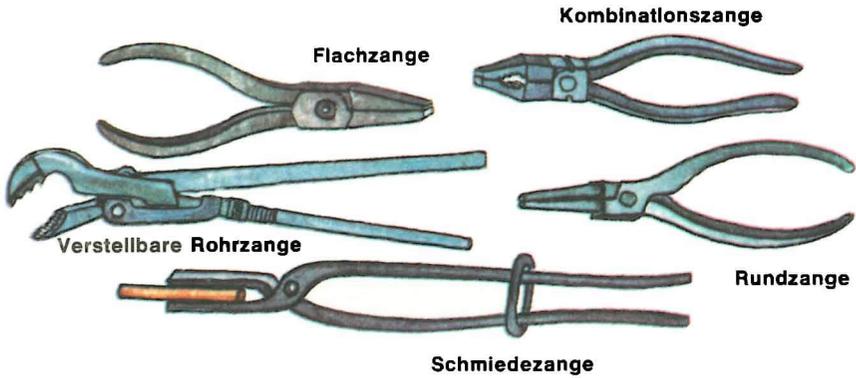


Stahlschenkeln, die sich überkreuzen und dann in die meist kürzeren Backen übergehen. Die drehbare Verbindung stellt ein Gelenk her, Gewerbe oder Schloß genannt.

Beim Handhaben der Zange nutzen wir die *Hebelwirkung* aus. Die Schenkel bilden die *Kraftarme*, die Backen die *Lastarme*. Das ergibt zwei zweiseitige Hebel. Je länger die Schenkel, die Kraftarme sind, um so größerer Druck läßt sich am Maul ausüben. Allzu große und schwere Zangen wären jedoch nutzlos, wir könnten sie mit unseren Händen weder lange noch ruhig halten.

Die Schenkel der Zange unterscheiden sich verhältnismäßig wenig voneinander. Sie sind allenfalls länger oder kürzer, gerade oder gebogen. Anders die Backen, die das Maul bilden: Sie müssen die verschiedenen Gegenstände zuverlässig festhalten und deshalb zweckentsprechend geformt sein. Beispielsweise verfügt die *Kneifzange* über runde Backen mit scharfen Schneiden. Sie ermöglichen das Herausziehen von Nägeln und Schrauben sowie das Abkneifen von Drahtstiften und dünnem Draht. Diese Zange heißt auch *Beißzange*, denn das deutsche Wort „Zange“ entstand nach und nach aus älteren Wörtern, die, wie im Altgriechischen, soviel wie „beißen“ bedeuteten.

Einige der bekanntesten Zangen sind im Bild dargestellt. Ihre Form und manchmal auch ihr Name sagen uns bereits, wofür sie sich eignen. Mit den runden Backen der *Rundzange* lassen sich Ringe, mit der *Flachzange* kleine Schraubenköpfe und Muttern oder Blechstücke festhalten. Die *Kombinationszange* kann durch ihre gezahnte Öffnung runde Gegenstände umschließen und durch ihren Seitenschneider dünnen Draht trennen. Die *Schmiedezange* verfügt über besonders lange Schenkel, die festes Zupacken erlauben, ohne daß die Hände dem glühenden Stahl zu nahe kommen. Eine ro-



buste Zange benötigt auch der Rohrleger, um Stahlrohre und Armaturen verschrauben zu können. Seine *Rohrzange* läßt sich durch Verstellen der Maulweite den verschiedenen Rohrdurchmessern anpassen.

Um Splitter oder Haare herauszuziehen, verwenden wir eine *Pinzette*, die aus einem U-förmig gebogenen, federnden Blechstück mit zwei Schneiden besteht. Derartige *Federzangen* gab es schon vor 4000 Jahren in Ägypten. Sie sind vermutlich die ältesten Zangen überhaupt, aus denen die anderen hervorgingen. (Dieses alte Prinzip hat sich auch in der Grasschere erhalten.)

Mit einer Zange können wir fest zupacken, darum sagen wir oft, wenn jemand hart angefaßt werden soll: „Wir nehmen ihn in die Zange.“

Der Kinderbuch-
verlag Berlin

Hammer, Zange,
scharfe Zähne

EVP 5,80 M

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 „Hammer, Zange, scharfe Zähne“ macht mit Formen und Funktionen der wichtigsten Werkzeuge bekannt und stellt einfache Werkzeugmaschinen vor.

In Vorbereitung sind:

„Straßen, Plätze, große Namen“

„Pflanzen, Tiere und Maschinen“

„Radar, Flugzeug, Testpilot“

„Plastik, Grafik, Malerei“