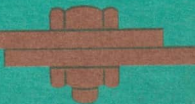


Einführung in die sozialistische Produktion

Klasse
7/8

Industrielle Gebiete

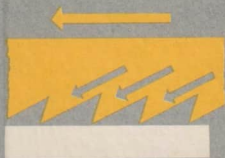




Scheren



Biegen



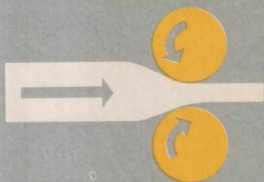
Sägen



Schmieden



Feilen



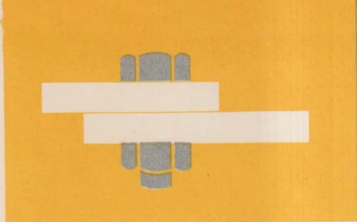
Walzen



Bohren



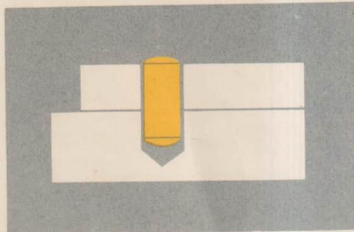
Pressen



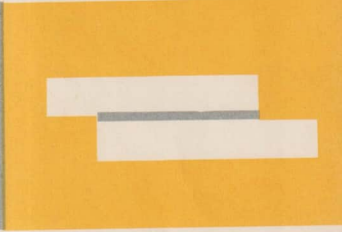
Schraubverbindung



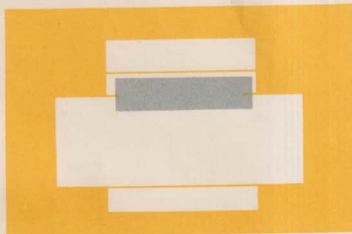
Schweißverbindung



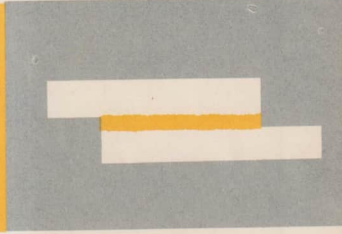
Stiftverbindung



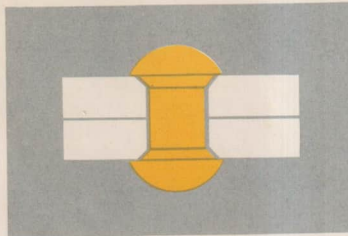
Kleilverbindung



Federverbindung



Lötverbindung



Nietverbindung



Schichtverbindung

**Einführung
in die sozialistische
Produktion
Klassen 7 und 8**

Industrielle Gebiete



Volk und Wissen

Volkseigener Verlag Berlin

1967

Vom Ministerium für Volksbildung
der Deutschen Demokratischen Republik
als Lehrbuch für die zehnklassige allgemein-
bildende polytechnische Oberschule
bestätigt.

Die Manuskripte verfaßten

Grundlagen der mechanischen Technologie:

Günter Böse, Magdeburg; Rolf Heicke,
Magdeburg; Karl Heinemann, Magdeburg;
Joachim Kindler, Magdeburg; Friedrich
Michaelis, Magdeburg; Werner Frügel,
Berlin; Karl-Heinz Schulze, Berlin; Werner
Barthel, Halle; Gerhard Schwebs, Halle

Ökonomie:

Paul Ferchow, Halle; Otto Werk, Berlin;
unter Mitwirkung der Redaktion

Redaktion: Gerda Mehlis, Inge Enger

An der Illustration wirkten mit:

Das Gebrauchsgrafikerkollektiv
Bartel · Grumm · Päsler, Berlin; Eberhard
Graf, Berlin; Gerhard Anton, Berlin; Hein-
rich Linkwitz, Berlin

Redaktionsschluß: 1. 4. 1964

Einband: Edgar Schellenberg

Typografie: Atelier Volk und Wissen Berlin

ES 11 J · Bestell-Nr. 060709-6 · Preis: 2,50

Lizenz Nr. 203 · 1000/66 (UN)

Vervielfältigungsgenehmigung Nr. 1/85/66

Satz und Druck:

Karl-Marx-Werk Pößneck V 15/30

INHALTSVERZEICHNIS

GRUNDLAGEN DER MECHANISCHEN TECHNOLOGIE			
<i>Arbeitsschutz</i>	7		
Hinweise zur Gesunderhaltung und zur Unfallverhütung	8		
<i>Meßtechnik I</i>			
Lehren	11		
Fertigungsgenauigkeit – Meßgenauigkeit	12		
Wirtschaftliches Messen	13		
Aufbau der Geräte und Meßvorgang	15		
Übersicht über Längen- und Winkelmeßgeräte			
Meßvorgang	15		
Pflege der Meßgeräte	18		
<i>Formgebung durch Trennen</i>	20		
Grundlagen des Teilens und Spanens	22		
Scheren	23		
Grundlagen und Anwendung	23		
Übersicht über die gebräuchlichen Handscheren	26		
Einsatz von Maschinenscheren	27		
Scheren mit Schnittwerkzeugen	28		
Sägen	28		
Grundlagen und Anwendung	28		
Aufbau der Werkzeuge	30		
Übersicht über die gebräuchlichen Handsägen	31		
Einsatz von Maschinensägen	32		
Feilen	33		
Grundlagen und Anwendung	33		
Werkzeuge	34		
Einsatz von Maschinen	35		
Bohren und Senken	36		
Grundlagen und Anwendung	36		
Aufbau der Werkzeuge	39		
Bohrgeräte und Bohrmaschinen	39		
Bohren mit Bohrvorrichtungen	43		
Einsatz von Reihenbohr- und Mehrspindelbohrmaschinen	43		
Gewindeschneiden	45		
Gewindearten	45		
Physikalische Grundlagen	45		
		<i>Formgebung durch Umformen</i>	54
		Grundlagen des Umformens	55
		Umformbarkeit der Werkstoffe	55
		Einfluß der Temperatur	56
		Biegen	57
		Grundlagen und Anwendung	57
		Verfahren und Werkzeuge	59
		Einsatz von Maschinen	60
		Schmieden	61
		Grundlagen und Anwendung	61
		Verfahren und Werkzeuge	62
		Maschinenhämmer	64
		Walzen	65
		Grundlagen und Anwendung	65
		Verfahren und Maschinen	67
		Pressen	68
		Grundlagen und Anwendung	68
		Verfahren und Werkzeuge	69
		Pressen von Duroplast-Preßmassen	70
		Wirtschaftlichkeit des-Umformens	71
		Eigenschaften der Werkstücke	71
		Aufwand an Arbeitszeit	72
		Aufwand an Werkstoff	73
		Umformen – eine wirtschaftliche Fertigungstechnik	74
		<i>Meßtechnik II</i>	
		Meßungenauigkeiten	76
		Toleranzen und Wirtschaftlichkeit	77
		Grenzlehren	78
		Feinmeßgeräte	79
		Meßfehler	81
		Gerätefehler	81
		Umweltfehler	81
		Meßkraftfehler	82
		Persönliche Fehler	82
		Passungen	82
		Zusammenpassen von Werkstücken	82
		Austauschen der Einzelteile	83
		Gütekontrolle	84

<i>Formgebung durch Fügen</i>	86	Härten	129
Verbindungsarten	86	Anlassen	129
Standardisierung und Massenherstellung	88	Härteverfahren	130
Schraubverbindungen	89	Vergüten	130
Allgemeine Grundlagen	89		
Arten und Aufbau von Schraubverbindungen	90	<i>Systematische Zusammenfassung der Fertigungsverfahren</i>	131
Beanspruchungen an den Schraubverbindungen	91	Ordnung der Fertigungsverfahren	131
Schraubensicherungen	92	Wirtschaftlichkeit der Fertigungsverfahren	131
Werkzeuge	93		
Stiftverbindungen	97		
Allgemeine Grundlagen	97		
Arten von Stiftverbindungen	97	ÖKONOMIE I	
Beanspruchungen an den Stiftverbindungen	99	<i>Die Produktion materieller Güter</i>	137
Vorbereiten der Stiftverbindung	100	Die Notwendigkeit der Produktion	137
Keil- und Federverbindungen	100	Die Voraussetzungen der Produktion	137
Allgemeine Grundlagen	100	Die Produktionsverhältnisse	139
Aufbau von Keil- und Federverbindungen	100	Das Ziel der Produktion im Sozialismus	142
Beanspruchungen an den Keil- und Federverbindungen	101	<i>Die sozialistische Industrie</i>	144
Übersicht über die Keil- und Federverbindungen	102	Der Aufbau einer leistungsfähigen Industrie in der DDR	144
Nietverbindungen	104	Die Entwicklung der führenden Industriezweige	146
Allgemeine Grundlagen	104	Die Erzeugnisse der Industrie	149
Nietformen	104	Gesellschaftliche Arbeitsteilung und Kooperation	149
Arten der Nietverbindungen	105	Die Struktur der Industrie	150
Beanspruchungen an der Nietverbindung	106		
Nietwerkzeuge	106	<i>Die Aufgaben der Werktätigen im sozialistischen Industriebetrieb</i>	153
Schweißverbindungen	106	Möglichkeiten zur Steigerung der Produktion	153
Allgemeine Grundlagen	108	Die Arbeitsproduktivität	154
Aufbau von Schweißverbindungen	109	Faktoren, zur Steigerung der Arbeitsproduktivität	155
Schweißverfahren und Schweißgeräte	110	Faktoren, die mit der Arbeitskraft verbunden sind	155
Vergleichende Betrachtungen Nietverbindungen – Schweißverbindungen	113	Faktoren, die mit den Arbeitsmitteln verbunden sind	160
Klebeverbindungen	114	Faktoren, die mit den Arbeitsgegenständen verbunden sind	162
Allgemeine Grundlagen	114	Faktoren, die mit der Organisation des Produktionsprozesses verbunden sind	164
Aufbau und Arten von Klebeverbindungen	115	Die kollektive Zusammenarbeit der Werktätigen im sozialistischen Industriebetrieb	167
Arbeitsablauf bei Klebeverbindungen	115	Die Neuererbewegung	168
Vergleichende Betrachtungen Schweißen – Kleben	116	Der sozialistische Wettbewerb	170
Lötverbindungen	117	Ständige Produktionsberatungen und Produktionskomitees	172
Allgemeine Grundlagen	117	Die Bedeutung der Arbeitsproduktivität	173
Arten der Lote und Lötverbindungen	118		
Lötmittel und Lötgeräte	118		
Fügen von Schichten	120		
Ursachen des Zerfalls metallischer Werkstoffe	121		
Beschichtungsverfahren	122		
<i>Veredeln von Werkstoffen</i>	127		
Grundlagen der Wärmebehandlung von Stahl	128		
Glühen	128		

**Grundlagen
der
mechanischen
Technologie**

ARBEITSSCHUTZ

In den Betrieben und auf den Baustellen lauert die Unfallgefahr. Unser Staat be-
gegnet ihr durch viele Maßnahmen. Auf dem Hochbau muß der Arbeiter entwe-
der angeseilt sein oder es müssen Schutz-
netze gespannt werden (Bild 7/1); der
Schweißer muß während des Schweißens
eine Schutzbrille aufsetzen (Bild 7/2);
eine Bleischürze schützt den Arzt vor
gesundheitschädlichen Wirkungen der
Röntgenstrahlen (Bild 7/3), und beim
Abspritzen von Schallplattenmatrizen
mit Silbernitratlösung muß der Arbeiter
eine Schutzmaske tragen (Bild 7/4); sie
verhindert, daß schädliche Dämpfe ein-
geatmet werden.

Die Gesunderhaltung der Werk-tätigen ist
in unserem Staat oberstes Gebot. Durch
einen wirkungsvollen Gesundheits- und
Arbeitsschutz wird es immer besser mög-
lich, die Werk-tätigen vor Unfällen und
Berufskrankheiten zu schützen, noch
vorhandene Gesundheitsgefahren am Ar-
beitsplatz zu beseitigen oder wesentlich
zu vermindern und die Arbeit zu erleich-
tern.

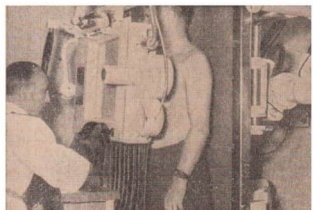
Das „Gesetz der Arbeit der Deutschen
Demokratischen Republik (GBA) vom
12. 4. 1961, die „Verordnung zur Erhal-
tung und Förderung der Gesundheit der
Werk-tätigen im Betrieb“ (Arbeitsschutz-
verordnung) vom 22. 9. 1962 und die ver-
schiedenen Arbeitsschutzanordnungen
(ASAO) bilden die gesetzlichen Grund-
lagen für den Schutz der Gesundheit der
Werk-tätigen. Diese gesetzlichen Bestim-



7/1



7/2



7/3

7/4



mungen legen unter anderem fest, daß die Leiter der Betriebe voll verantwortlich sind für die ständige Verbesserung des Gesundheits- und Arbeitsschutzes in ihren Betrieben. Sie verpflichten aber auch alle Werk tätigen, im Interesse ihrer eigenen Gesundheit und im Interesse der Gesellschaft, an der ständigen Verbesserung des Gesundheits- und Arbeitsschutzes mitzuwirken und die ihnen erteilten Weisungen zu befolgen. Die Arbeitsschutzinspektionen des FDGB kontrollieren, ob die Arbeitsschutzbestimmungen eingehalten werden. Die Kontrolle über den Gesundheitsschutz wird von den Beauftragten des staatlichen Gesundheitswesens (Betriebsärzten, Mitarbeitern der Polikliniken usw.) durchgeführt.

Hinweise zur Gesunderhaltung und zur Unfallverhütung

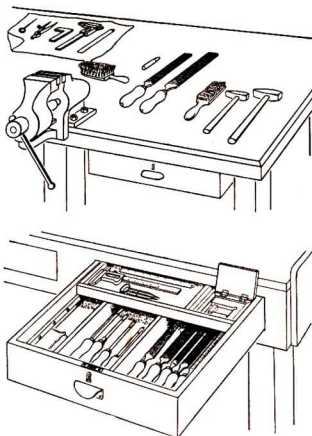
Vor Beginn jeder Tätigkeit in einem Betrieb erhält der Werk tätige eine Unterweisung und Belehrung über die speziellen *Arbeitsschutzbestimmungen* einschließlich der *Brandschutzbestimmungen*. Darin ist festgelegt, wie man an den einzelnen Arbeitsplätzen arbeiten muß, um Unfälle und Sachbeschädigungen zu vermeiden.

- In den Produktionsbetrieben, in denen sich freiliegende Maschinenteile drehen oder hin- und herbewegen, können weite Kleidungsstücke, lange Haare, Armbanduhren, Ketten, Ringe usw. von der Maschine erfaßt werden und zu Unfällen führen. Ungeeignetes Schuhwerk führt leicht zur Ermüdung. Durch umherliegende Werkstücke, Abfälle, Späne usw. kann man ausgleiten und sich verletzen.

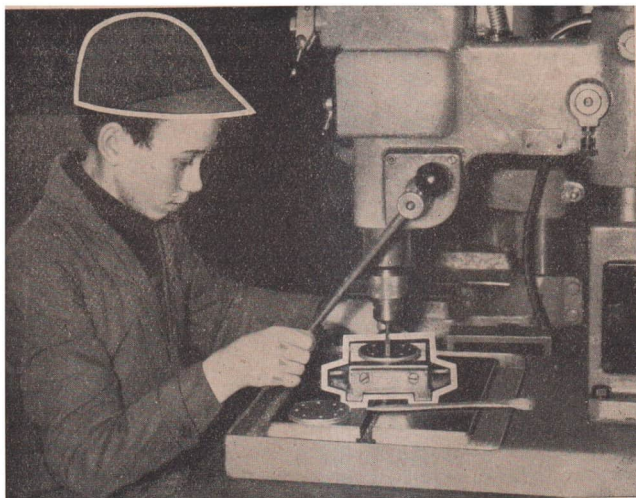
Deshalb trägt man im Betrieb *Arbeitskleidung*. Dazu gehören feste Schuhe, ein möglichst anliegender Arbeitsanzug und beim Arbeiten an Maschinen ein Kopfschutz (Bild 9/1).

Das Tragen von Armbanduhren, Ringen, Armreifen, Ketten und sonstigem Schmuck ist verboten.

- Der Arbeitsplatz im Betrieb ist stets auf dem kürzesten Weg aufzusuchen. Das Umherlaufen zwischen den Maschinen und Arbeitsplätzen behindert den Arbeitsablauf und gefährdet Menschenleben.
- Das Betriebsgelände ist kein Spielplatz. Neckereien und unbefugtes Benutzen von Werkzeugen, Maschinen, Geräten und Fahrzeugen können schwerwiegende Folgen haben.
- Der Aufenthalt unter schwebenden Lasten eines Kranes ist verboten. Ebenso das unerlaubte Betreten besonders gesundheitsgefährdender Abteilungen, wie Farbspritzereien, galvanischer Abteilungen, Beizanlagen usw.
- Besondere Vorsicht ist beim Umgang mit offenem Feuer und beim Umgang



8/1 oben: vorschriftsmäßiger Schlosserarbeitsplatz
unten: ordentliches Werkzeugschubfach

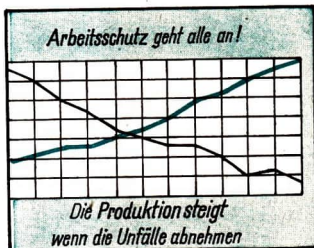


9/1 Ein Schüler arbeitet an der Bohrmaschine. Das Werkstück ist vorschriftsmäßig eingespannt. Der Schüler trägt eine Kopfschutzhaube

mit leicht entzündlichen Flüssigkeiten notwendig.

- Bei Alarm sind die Arbeitsräume auf den im *Alarmplan* des Betriebes vorgesehenen Wegen diszipliniert und geordnet zu verlassen. Weisungen der Ordner ist unbedingt Folge zu leisten.
- Wege und Türen, auch Notausgänge, sowie Zugänge zu Schalteinrichtungen, Sicherungskästen usw. sind unbedingt frei zu halten.
- Der Arbeitsplatz ist das Spiegelbild eines jeden Werkstätigen. Diszipliniertes Verhalten, Sauberkeit und Ordnung auf der Werkbank wie auch im Werkzeugkasten kennzeichnen auch einen guten Schüler (Bild 8/1).
- Vorhandene Mängel an Werkzeugen,

Maschinen, Anlagen und Fahrzeugen, die zu Unfällen führen können, sind sofort dem Aufsichtsführenden zu melden.



9/2 Hinweistafel für den Arbeitsschutz

- Beim Arbeiten an Maschinen sind die besonderen Schutzvorrichtungen und Sicherheitseinrichtungen zu verwenden (Bild 9/1).
- Scharfe und spitze Werkzeuge und Werkstücke gehören nicht in die Taschen der Arbeitskleidung, da sie leicht zur Ursache von Verletzungen werden können.
- Bei erlittenen Verletzungen, auch wenn sie noch so harmlos erscheinen, ist sofort der Betreuer zu verständigen und die zuständige Sanitätsstelle oder ein Arzt aufzusuchen.
- Der Betreuer ist immer zu verständigen, wenn der Arbeitsplatz für eine gewisse Zeit verlassen werden muß.
- Die gegenseitige kameradschaftliche Unterstützung, Hilfe und Erziehung ist auch im polytechnischen Unterricht erforderlich.

AUFGABE:

Vorstehend wurden allgemeine Arbeitsschutzbestimmungen und allgemeine Verhaltensregeln im Betrieb genannt.

Erkundige dich, welche speziellen Arbeitsschutzanordnungen beziehungsweise Verhaltensregeln für deinen Betrieb bestehen!

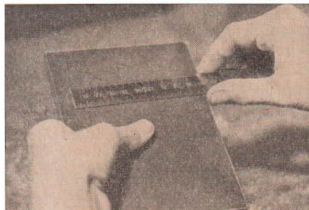
MESSTECHNIK I

An die Gegenstände des täglichen Bedarfs stellen die Verbraucher bestimmte Anforderungen: Stühle müssen eine Höhe haben, bei der man bequem sitzen kann; Rundfunkgeräte sollen die Sender klar empfangen, der Klang soll angenehm und das Gehäuse formschön sein; damit am Fahrrad Felge, Schlauch und Decke zusammenpassen, müssen sie aufeinander abgestimmte Formen und Abmessungen haben.

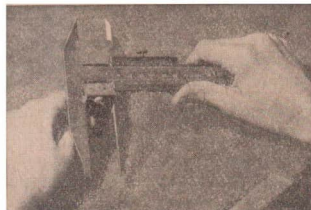
Eine wichtige Voraussetzung zur Fertigstellung eines Erzeugnisses ist in vielen Fällen das richtige Messen. Im Werkunterricht wurde gelehrt, daß Holz u. a. meist mit einem Maßstab, Durchmesser von Metallteilen mit einem Meßschieber gemessen werden (Bilder 11/1 und 11/2).

In den Chemiebetrieben unserer Deutschen Demokratischen Republik laufen viele Reaktionen nur unter Einhaltung bestimmter Temperaturen folgerichtig ab. Damit keine Produktionsstörungen auftreten, ist es in vielen Fällen unerlässlich, Temperaturen zu messen (Bild 11/3). Für die Sicherheit im Straßenverkehr ist wichtig, daß bei der Bereifung von Kraftfahrzeugen der richtige Luftdruck vorhanden ist; mit einem Manometer kann man den Luftdruck messen (Bild 11/4).

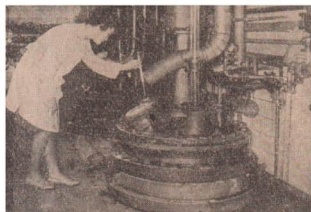
Diese Beispiele zeigen, daß Messen recht vielfältig ist. In der mechanischen Technologie, also zum Beispiel bei der Fertigung von Erzeugnissen aus Holz, Plast oder Metall, muß meist sowohl während des Fertigungsvorganges als auch beim



11/1



11/2



11/3

11/4



Prüfen (Gütekontrolle) des fertigen Erzeugnisses gemessen werden.

Durch Messen können viele physikalischen Größen mengenmäßig erfaßt werden; die physikalische Größe (zum Beispiel eine Länge von 8 m) wird dazu mit einer als Maßeinheit gewählten Größe derselben Art (zum Beispiel eine Länge von 1 m) verglichen (die Maßzahl ist im vorliegenden Fall 8).

- *Messen heißt, eine Größe mit einer als Maßeinheit gewählten Größe der gleichen Art vergleichen.*

Zur eindeutigen Kennzeichnung der zu messenden Größe sind stets Maßzahl und Maßeinheit anzugeben.

Entsprechend den zu messenden Größen werden geeignete Meßgeräte verwendet.

Anzeigende Meßgeräte:

Auf diesen Meßgeräten sind die Einheiten, ihre Teile oder ihre Vielfachen abzulesen (Zentimeter, Volt, °C).

Welche Meßgeräte hast du kennengelernt?

Was hast du über das Urmeter im Physikunterricht erfahren?

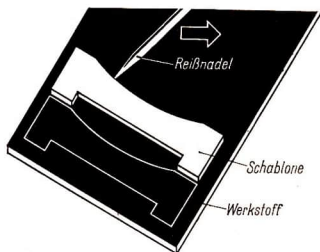
Lehren

Außer den oben genannten Meßgeräten werden Mittel zum Prüfen von Werkstücken verwendet, die in vielen Fällen eine erhebliche Arbeitserleichterung und Zeitersparnis bedeuten. Prüfmittel dieser Art sind zum Beispiel Schablonen.

Wenn die Mutter sich zu Hause ein Kleid schneidert, dann benutzt sie meist dazu Schnittmuster; das sind Schablonen aus Papier, die auf den Stoff aufgelegt werden. Auf diese Weise können komplizierte Umrisse formgerecht aus dem Stoff geschnitten werden.

Gleichfalls verwendet man in vielen Industriezweigen für komplizierte Formen Schablonen zur Arbeitserleichterung

(Bild 12/1). (Nur bei Anfertigung der Schablonen muß gemessen werden.) Schablonen werden auch während der Fertigung zum Vergleich mit dem Werkstück eingesetzt.



12/1 Schablonen erleichtern das Anreißen komplizierter Formen

Das Prüfen eines Werkstückes mit der in Form und Abmessungen festgelegten Schablone nennt man Lehren.

- *Beim Lehren vergleicht man das Werkstück mit einem maß- und formgenauen Gegenstück – der Lehre.*

Fertigungsgenauigkeit – Meßgenauigkeit

Bevor Häuser, Maschinen und andere technische Gegenstände gebaut werden, legt man ihre Abmessungen, Werkstoffart und Oberflächenbeschaffenheit in technischen Zeichnungen fest. Das Erzeugnis wird dann nach den Angaben der Zeichnung angefertigt. Je nach der durch die Zeichnung oder durch eine Arbeitsanweisung geforderten Genauigkeit des Werkstücks wendet man unterschiedliche Verfahren und Meßgeräte an. Es muß immer so genau gearbeitet werden, daß die Funktion und die Qualität des Erzeugnisses gewährleistet sind. Übertriebene Genauigkeitsanforderungen verteuern die Fertigung unnötig.

Entsprechend der erforderlichen Genauigkeit in der Fertigung verwendet man Meßgeräte unterschiedlicher Anzeigegenauigkeit.

Für Dreharbeiten zum Beispiel mit einer Arbeitsgenauigkeit von 0,1 mm reicht die Meßgenauigkeit eines Stahlmaßstabes nicht aus. Andererseits ist es unnötig, für Schmiedearbeiten Meßschieber zu verwenden.

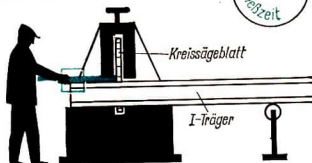
- Die Ablesegenauigkeit des Meßgerätes muß mit der Genauigkeit des Arbeitsverfahrens übereinstimmen. Das Arbeitsverfahren wird nach der von der Zeichnung oder von einer Arbeitsanweisung geforderten Genauigkeit ausgewählt.

Wirtschaftliches Messen

Der Schlosser, der ein Werkstück feilt, und der Tischler, der eine Leiste abhobelt, prüfen den Arbeitsfortschritt von Zeit zu Zeit durch Nachmessen. Dabei unterbrechen sie das Feilen beziehungsweise das Hobeln und verlängern somit den Arbeitsvorgang. Messen ist aber notwendig zur Gütesicherung der Arbeit. Um wirtschaftlich zu arbeiten, wird jeweils das Meßverfahren eingesetzt, das bei der verlangten Genauigkeit am wenigsten Zeit beansprucht.

Bei sich wiederholenden Meßvorgängen ist es möglich, durch besondere Einrichtungen an den Maschinen die Meßzeit dadurch zu verringern, daß man nur einmal mißt (Bilder 13/1 und 13/2). Beim ersten Zuschnitt stellt man beispielsweise den Anschlag an einer Kreissäge ein und kann dann alle nachfolgenden Stücke nach dieser Einstellung abschneiden.

In neuzeitlichen Produktionsanlagen, bei großen Aggregaten und in chemischen Apparaturen sowie in der Elektrizitätserzeugung ist es nicht möglich, den Ar-



13/1 Kreissäge ohne Anschlag



13/2 Anschlag an der Kreissäge erübrigt das wiederholte Messen

beitsvorgang zu unterbrechen, weil der Prozeß ohne Unterbrechung ablaufen muß oder weil das Anhalten und Wiedereingangssetzen zu kostspielig wäre. Hierfür mußten Meßverfahren entwickelt werden, die während des Arbeitsorgan-



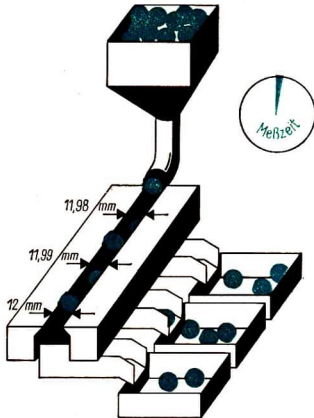
■ Arbeitszeit ■ Prüfzeit

Arbeitszeitvergleich

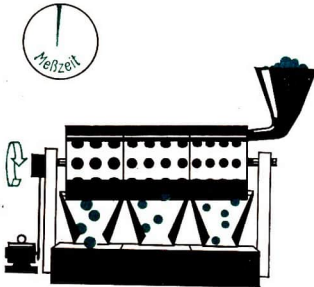
I Arbeitszeit und Prüfzeit folgen aufeinander

II Arbeitszeit und Prüfzeit sind überlagert

13/3 Gliederung der Arbeitszeit



14/1 Kugelsortiereinrichtung



14/2 Splittsortieranlage

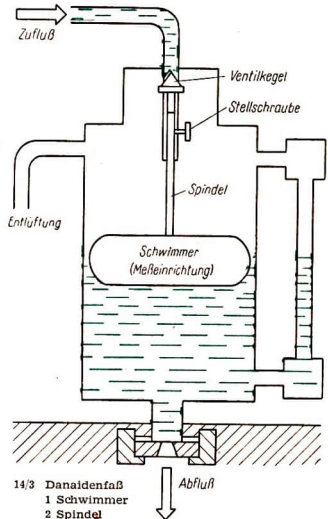
ges die physikalische Größe erfassen können.

Damit wird die unproduktive Meßzeit in die Zeit für den Arbeitsvorgang verlegt (Bild 13/3). Es ist dann möglich, das Fortschreiten des Arbeitsvorganges zu beobachten und die Arbeit beim Erreichen be-

stimmter Abmessungen oder Werte zu beenden.

Ein anderes Meßverfahren ist die nachträgliche Messung der Teile. Man sortiert die Teile dabei in Gruppen wie beispielsweise Ringe und Wälzkörper für Wälzlager (Bild 14/1). Es ist dann möglich, Meßautomaten einzusetzen. Auch Splitt, Kartoffeln u. a. können durch ähnliche Einrichtungen sortiert werden (Bild 14/2). Hier ist der Meßvorgang zugleich der Arbeitsvorgang.

Die höchste Stufe der Fertigung, die Automatisierung, ist erreicht, wenn das Meßergebnis unmittelbar auf die Einstellung der Maschine oder auf die Anlage wirkt. Soll beispielsweise in einem Behälter trotz Abfluß der Flüssigkeitsstand



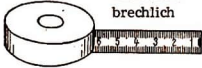

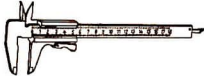
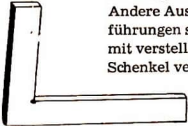
14/3 Danaidenfaß
 1 Schwimmer
 2 Spindel
 3 Ventilkegel
 4 Stellschraube

immer in der gleichen Höhe gehalten werden, so muß man für ausreichenden Zufluß sorgen. In einer Danaide (Bild 14/3) gibt der Schwimmer die Höhe des Flüssigkeitsspiegels an. Sinkt der Flüs-

sigkeitsspiegel durch verstärkten Abfluß, sinkt auch der Schwimmer und öffnet dabei das Ventil. Es fließt solange mehr Flüssigkeit zu, bis die richtige Höhe des Flüssigkeitsspiegels wieder erreicht ist.

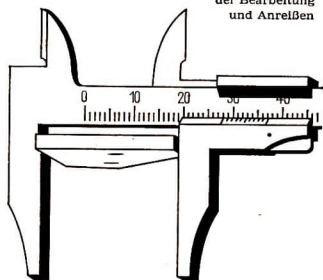
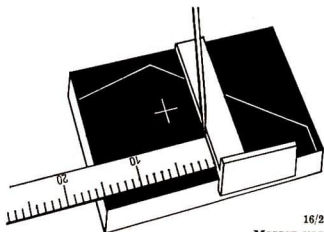
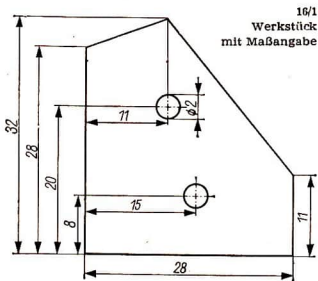
Aufbau der Meßgeräte und Meßvorgang

Übersicht über Längen- und Winkelmeßgeräte

Benennung	Ausführung	übliche Meßbereiche (in mm)	Meßgenauigkeit	Verwendung
Stahl- meßband	Federstahl, einrollbar, nicht zer- brechlich	0 bis 1000 0 bis 2000	genauer als Gliedermaßstab $\pm 0,5$ mm	für große Längen und geringere Meß- genauigkeit
				
Stahlmaß- stab	Stahlblech	0 bis 300 0 bis 500	$\pm 0,5$ mm	gut geeignet zum Messen und gleich- zeitigem Anreißen
				
Meßschieber	Schiene mit Haupt- teilung und festem Schenkel; Schieber mit Noniusteilung und beweglichem Schenkel	0 bis 160 0 bis 320	$\pm 0,1$ mm	für genauere Längenmessungen
				
Winkel	Schenkel sind miteinander fest verbunden und auf ganz bestimmte Winkelmaße fest eingestellt. Andere Aus- führungen sind mit verstellbarem Schenkel versehen	30° , 45° , 60° , 75° , 90° usw.	Lichtspalt- verfahren	Anreißen und Prüfen der winkligen Lage von Werkstück- flächen
				

Meßvorgang

An Werkstücken müssen die Formen von Kanten und Flächen sowie ihre Lage zueinander geprüft werden.



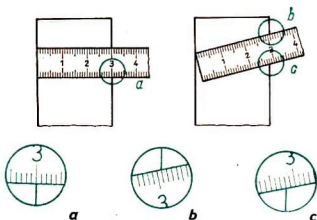
16/3 Messen während und nach der Bearbeitung

1. Aus der Zeichnung werden die Maße abgelesen. (Bild 16/1 zeigt diese Maße in einer Werkstattzeichnung.)
2. Die Maße werden auf das Werkstück durch Anreißen übertragen (Bild 16/2).
3. Während der Bearbeitung und nach der Bearbeitung (Bild 16/3) wird geprüft, ob die in der Zeichnung vorgeschriebenen Maße eingehalten worden sind.

Messen mit dem Stahlmaßstab

Die Genauigkeit der Messung hängt davon ab, ob das Meßgerät richtig angelegt wird. Stahlmaßstäbe müssen parallel zur Meßrichtung angelegt werden (Bild 16/4a). Man erzielt nur dann ein genaues Meßergebnis, wenn

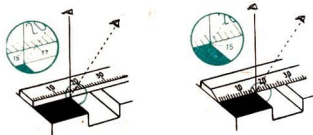
1. die Maßstabkante direkt auf der Werkstückkante liegt und
2. der Nullstrich genau mit der Werkstückkante abschließt (Bild 16/4b, c). Zum Anlegen des Nullstrichs benutzt man zweckmäßig einen Anschlagwinkel als Anlagefläche (siehe Bild 16/2).



16/4 Richtiges und falsches Anlegen des Stahlmaßstabes
a) richtig
b) und c) falsch

Die Ablesegenauigkeit wird auch von der Form des Maßstabes beeinflusst. Liegt die Teilung nicht dicht auf dem Werkstück auf, so können durch schräge Blickrichtung Ablesefehler entstehen. Maßstäbe

mit abgeschrägten Flächen, auf denen die Teilung angebracht ist, verhindern diese sogenannte Parallaxe (Bild 17/1).



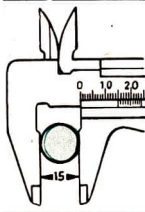
17/1 Parallaxe beim Messen

Messen mit dem Meßschieber

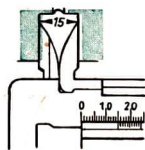
Mit dem Meßschieber können Außenmessungen mit den Meßschenkeln, Innenmessungen mit den Kreuzschnäbeln oder den gerundeten Meßflächen und Tiefenmessungen mit dem Tiefenmaß ausgeführt werden.

Messungen
mit dem Meßschieber

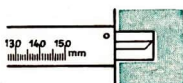
Meßart



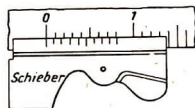
Außenmessung



Innenmessung



Tiefenmessung



17/2 Nonius
am Meßschieber

Auf der Schiene des Meßschiebers sind ganze Millimeter angegeben. Der Schieber hat eine Stricheinteilung (Bild 17/2), die Nonius genannt wird. Bei zusammengeschobenen Meßschenkeln steht der Nullstrich des Nonius unter dem Nullstrich der Schiene. Der Nonius hat 10 Teile, die zusammen 9 mm lang sind. Ein Teil entspricht demnach einer Länge von $\frac{9}{10}$ mm, denn

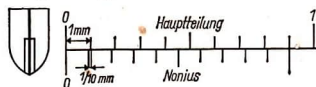
$$10 \text{ Teile des Nonius} = 9 \text{ mm}$$

$$1 \text{ Teil des Nonius} = x \text{ mm}$$

$$x = \frac{9 \text{ mm} \cdot 1}{10} = \frac{9}{10} \text{ mm Länge}$$

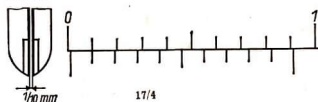
Die Entfernung zwischen zwei Noniusstrichen ist also $\frac{1}{10}$ mm kleiner als die Entfernung zwischen zwei Teilstrichen der Hauptteilung. Vom ersten Strich des Nonius bis zum ersten Strich der Hauptteilung bleibt ein Längenunterschied von $\frac{1}{10}$ mm, denn

$$\frac{9}{10} \text{ mm} + \frac{1}{10} \text{ mm} = 1 \text{ mm (Bild 17/3)}.$$



17/3

Wird der Schieber so eingestellt, daß der erste kurze Teilstrich des Nonius unter dem Einmillimeterstrich der Hauptteilung steht, so bildet sich zwischen den Meßschenkeln ein Spalt von $\frac{1}{10}$ mm (Bild 17/4).

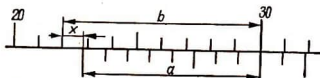


17/4

Für untenstehende Schieberstellung (Bild 18/1) ergibt sich folgende rechnerische Beziehung:

$$\begin{aligned}x + a &= b \\x &= b - a \\x &= 8\text{mm} - \left(8 \cdot \frac{9}{10}\text{mm}\right) \\x &= 8\text{mm} - 7,2\text{mm} \\x &= 0,8\text{mm}\end{aligned}$$

Diese 0,8 mm sind den ganzen Millimetern zuzuzählen, ganze mm + $x = 22\text{mm} + 0,8\text{mm} = 22,8\text{mm}$.



18/1 Rechnerische Beziehung am Nonius



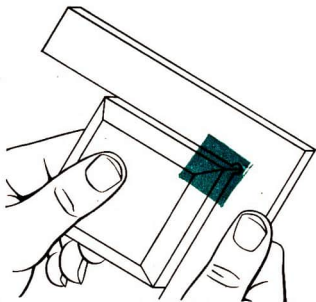
18/2 Ablesebeispiele

Beispiel: Welches Maß zeigt das erste Ablesebeispiel in Bild 18/2? Vor dem Noniusnullstrich werden 58 volle Millimeter abgelesen. Da der siebente Noniusstrich mit einem Strich der Hauptteilung übereinstimmt, ist das Maß sieben Zehntelmillimeter größer als 58 mm, also 58,7 mm.

- Die Meßlänge zwischen den Meßschenkeln erhält man, indem man die vollen Millimeter vor dem Nullstrich des Nonius und die Zehntelmillimeter addiert. Die Zehntelmillimeter erhält man durch Auszählen bis zum übereinstimmenden Noniusstrich.

Prüfen mit dem Winkel

Man ermittelt die winklige Lage zweier Werkstückflächen zueinander meist durch Anlegen einer Winkellehre (Bild 18/3). Abweichungen der Werkstückform von dieser Winkellehre sind an dem Lichtspalt zwischen Werkstück und Lehre



18/3 Formlehren mit dem Winkel



zu klein

zu groß

einwandfrei

18/4 Prüfbild durch den Lichtspalt

zu erkennen. Das Werkstück muß nachgearbeitet werden, bis die Winkellage seiner Flächen der Lehre entspricht.

- Je gleichmäßiger die Lichtspaltbreite ist, umso genauer entspricht die Form des Werkstücks der Lehre (Bild 18/4).

Pflege der Meßgeräte

- Meßgeräte sind empfindlich und teuer; sie müssen schonend behandelt werden.
- Meßgeräte sind von den Werkzeugen getrennt aufzubewahren.
- Am Arbeitsplatz sind die Meßgeräte auf einen sauberen Lappen oder auf eine Filzplatte zu legen.
- Meßflächen sind möglichst nicht zu berühren, da der Handschweiß ein Rosten verursacht.
- Meßgeräte sind keine Werkzeuge; man darf mit den Meßspitzen nicht anreißen.

- Meßflächen von Meßschiebern, Winkeln, Linealen usw. nicht über die Werkstücke schieben, sondern nur auflegen. Meßflächen nutzen sich ab und werden uneben.
- Nach Gebrauch sind die Meßgeräte zu reinigen, mit Vaseline hauchdünn einzufetten und in Holzkästen oder in Futteralen aufzubewahren.
- In bestimmten Zeitabständen sind Meßgeräte auf ihre Genauigkeit zu überprüfen. Es kann sonst vorkommen, daß trotz richtiger Handhabung größere Fehler auftreten.

AUFGABEN

1. Nenne die Meßgeräte, mit denen folgende Größen meßbar sind: Längen (3 Geräte); Winkel (2 Geräte); Waagerechte und Senkrechte; Temperaturen; Drücke; Wasser-, Gas- und Elektrizitätsmengen; Geschwindigkeiten; Massen; Zeiten!
2. Nenne Ableseeinrichtungen folgender Meßgeräte: Maßstab; Uhr; Thermometer; Gaszähler; Waage!
3. Stelle eine Tabelle auf und trage die notwendigen Meßgeräte ein für folgende Verfahren:

Mauern (± 1 cm), Tischlerarbeit (± 1 mm), Gießen (± 1 mm), Schmieden (± 2 mm), Feilen ($\pm 0,1$ mm), Drehen ($\pm 0,05$ mm).

4. Begründe, weshalb auch während der Bearbeitung gemessen wird!
5. Zeichne 1 cm mit Millimeterteilung im Maßstab 5:1 und trage darunter den Nonius ein! Der Nullstrich des Nonius soll mit dem Nullstrich der Millimeterteilung übereinstimmen!
6. Skizziere ähnlich Bild 17/4 die Stellung 1,7 mm eines Meßschiebers!
7. Lies die gemessenen Längen der anderen Noniuseinstellungen in Bild 18/2 ab!
8. Wie kann beim Meßschieber eine Meßgenauigkeit von $\frac{1}{20}$ mm erzielt werden?
9. Wie kann man die Genauigkeit eines Winkels von 90° prüfen?
10. Beschreibe die Lichtspaltmethode als Prüfverfahren und beurteile ihren Wert für die Produktion!
11. Erläutere, wie man beim Messen Fehler vermeiden kann!
12. Begründe, warum die Zeit für das Messen in der Produktion eingeschränkt werden muß!

FORMGEBUNG DURCH TRENNEN

Bevor die Fensterscheibe eingesetzt werden kann, muß das Glas zugeschnitten werden (Bild 20/1). In der Großbäckerei schneidet eine Maschine das Brot in die erforderlichen Scheiben (Bild 20/2). Der Steinmetz bearbeitet mit Hammer und Meißel die Oberfläche des Steines, und der Drehmeißel an der Drehmaschine hebt den Span vom umlaufenden Drehstück ab (Bilder 20/3 und 20/4).

Diesen Beispielen, die zunächst recht unterschiedlich erscheinen, ist gemeinsam: Es erfolgt eine Formgebung durch Trennen.

- Werkstücke können durch Trennen geformt werden.

Dabei wird entweder die Oberfläche bearbeitet oder das Werkstück geteilt.

Für das Trennen von Werkstoffen haben sich verschiedene *Trennverfahren und -techniken* entwickelt. Sie lassen sich entsprechend dem Zweck der Trennarbeit einteilen:

<i>Werkstücke sollen geteilt werden</i>	<i>Werkstoffteilchen sollen abgetrennt werden</i>
---	---

Dafür wendet man folgende Verfahren an:

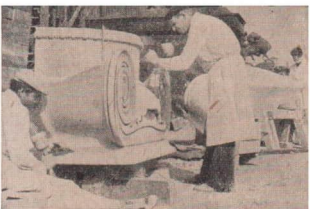
<i>Teilen</i>	<i>Spanen</i>	<i>Abtragen</i>
Trenntechniken sind zum Beispiel:		
Scheren	Feilen	Brennschneiden
Sägen	Bohren	
	Gewindschneiden	



20/1

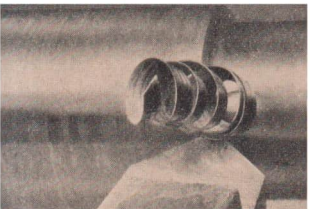


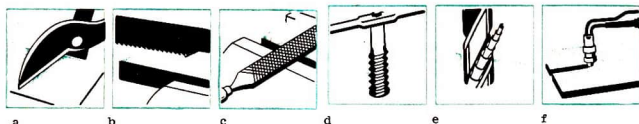
20/2



20/3

20/4





- 21/1 Anwendung der Trenntechniken
- a) Scheren
 - b) Sägen
 - c) Feilen
 - d) Gewindeschneiden
 - e) Bohren
 - f) Brennschneiden

Die nachfolgende Übersicht zeigt, für welche Werkstoffe die genannten Trenntechniken verwendet werden.

Trenntechnik	Werkstoff						
	Papier	Hartpapier	Gewebe	Hartgewebe	Holz	Plast	Metall
Scheren	●	●	●	●		●	●
Sägen		●		●	●	●	●
Feilen bzw. Raspeln		●		●	●	●	●
Bohren		●		●	●	●	●
Gewindeschneiden		●		●	●	●	●
Brennschneiden							●

Aus dem Physikunterricht ist bekannt, daß Stoffe aus kleinsten Teilen bestehen, zwischen denen eine je nach der Art des Stoffes mehr oder weniger große *Zusammenhangskraft*, die Kohäsion, wirkt.

- *Beim Trennen wird der Werkstoffzusammenhang aufgehoben.*

Um den Zusammenhang der Werkstoffteilchen an der Trennstelle aufheben zu können, muß der Widerstand, den der Werkstoff der Formgebung entgegensetzt, überwunden werden ($\text{Trennkraft} > \text{Kohäsion}$). Dazu ist eine bestimmte Energiemenge notwendig. Beim handwerklichen Teilen und Spanen wird sie durch die Muskelkraft des Menschen aufgebracht. Beim maschinellen Teilen und Spanen wird der Maschine elektrische Energie zugeführt, die ein Elektromotor in mechanische Energie umwandelt. Beim Abtragen wird Wärmeenergie oder elektrische Energie verwendet.

Die einzelnen Trenntechniken erfordern eine unterschiedliche Nacharbeit, um die notwendige Oberflächengüte zu erreichen. So ist der Aufwand an Nacharbeit beim Sägen und Brennschneiden größer als beim Scheren und Bohren. Das Gewindeschneiden verlangt keine Nacharbeit. Um beim Herstellen von Werkstücken wirtschaftlich zu arbeiten, wählt man stets die Trenntechnik, die den geringsten Aufwand an Arbeitszeit und Material benötigt. Dabei sind jedoch Form, Dicke und Härte des Materials sowie die notwendige Oberflächengüte zu berücksichtigen.

So wird zum Trennen von Blechen hauptsächlich das Scheren, zum Trennen von Winkelstahl oder Rohren hauptsächlich das Sägen angewendet. Geringe Formänderungen oder Verbesserungen der Werkstückoberfläche werden in der Einzel fertigung oder bei Reparaturen mit der Feile ausgeführt.



AUFGABE

- Das in Bild 22/1 gezeigte Aufhängeblech soll aus einem Stück Stahlblech (60 mm x 40 mm x 2 mm) gefertigt werden. Stelle die dazu notwendigen Trenntechniken zusammen und begründe die Zusammenstellung!

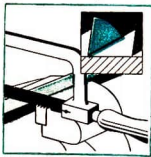
Grundlagen des Teilens und Spanens

Im Physikunterricht wird dargestellt, daß der Keil sowohl ein kraftübertragendes als auch ein Trennwerkzeug sein kann.

- Die Grundform der Werkzeugschneiden aller teilenden und spanabhebenden Werkzeuge ist der Keil.



22/2
Keil an der
Blechscher



22/3
Keil an
der Säge

Um teilen oder spanen zu können, muß die Werkzeugschneide härter als der zu bearbeitende Werkstoff sein. Werkzeugschneiden bestehen entweder aus gehärtetem Werkzeugstahl, aus Hartmetallen oder aus sehr harten keramischen Stoffen; in besonderen Fällen aus Diamanten.

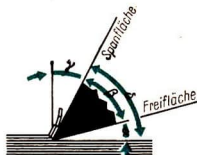
Bei sehr harten Werkstoffen (zum Beispiel Stahl) ist der Verschleiß (Stumpfwerden, Ausbrechen) an der Werkzeug-

schneide größer als bei weicheren Werkstoffen (zum Beispiel Holz).

- Werkzeuge für das Teilen und Spanen müssen stets härter als der zu bearbeitende Werkstoff sein.

Bezeichnungen an den Werkzeugschneiden

Die Bezeichnung der Winkel und Flächen an Werkzeugschneiden ist einheitlich durch Standards festgelegt (Bild 22/4).

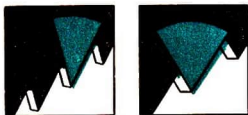


- 22/4 Bezeichnungen an der Werkzeugschneide
- β = Keilwinkel
 - α = Freiwinkel
 - γ = Spanwinkel
 - δ = Schnittwinkel

KEILWINKEL. Für die Bearbeitung der verschiedenen Werkstoffe, zum Beispiel Stahl, Leichtmetall, Kupfer, Messing, Holz und Plastwerkstoffe, werden nicht nur verschieden harte Werkzeuge, sondern auch Werkzeugschneiden mit verschiedenem großem Keilwinkel benötigt. Grundsätzlich sind Werkzeugschneiden mit großem Keilwinkel widerstandsfähiger als solche mit kleinem Keilwinkel. Für die Bearbeitung harter Werkstoffe müssen deshalb Werkzeuge mit großem Keilwinkel gewählt werden. Ist der Keilwinkel für den zu bearbeitenden Werkstoff zu klein, kann die Schneide ausbrechen. Würde man zum Beispiel versuchen, mit einem Taschenmesser, dessen Klinge einen Keilwinkel von $\approx 5^\circ$ besitzt, Stahl zu bearbeiten, so würde die Klinge ausbrechen. Die keilförmigen Zähne

eines Sägeblattes mit einem Keilwinkel von 50° dringen jedoch bei sachgemäßer Handhabung der Säge in diesen Werkstoff ein, ohne auszubrechen.

- Zur Bearbeitung harter Werkstoffe werden Werkzeuge mit einem großen Keilwinkel verwendet. Werkzeuge für weiche Werkstoffe besitzen kleine Keilwinkel.

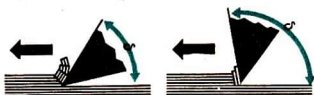


23/1 Unterschiedliche Keilwinkel für Leichtmetall und Stahl

FREIWINKEL. Durch die Stellung der Werkzeugschneide zur Arbeitsfläche wird der Freiwinkel α gebildet. Er ist durch die Freifläche und die Werkstückoberfläche begrenzt. Der Freiwinkel bewirkt, daß nur die Schneide des Werkzeugs die Werkstückoberfläche berührt. Dadurch ist die Reibung zwischen Werkzeug und Werkstück und dementsprechend die Wärmeentwicklung geringer. Gleichzeitig wird die Kraft, die zur Überwindung der Reibung notwendig ist, verringert.

SPAN- UND SCHNITTWINKEL. Die Spanfläche der Werkzeugschneide und eine im Angriffspunkt der Schneide gedachte Senkrechte zur Werkstückoberfläche schließen den Spanwinkel γ ein. Der Schnittwinkel δ wird durch die Arbeitsfläche und die Spanfläche gebildet. Von der Größe des Schnittwinkels hängen beim Zerspanungsvorgang Form und Abmessung der abgehobenen Späne ab.

- Ist der Schnittwinkel kleiner als 90° , so werden große Späne abgehoben. Ist der Schnittwinkel größer als 90° , so sind die abgehobenen Späne klein (schabende Wirkung).



23/2 Einfluß des Schnittwinkels auf die Spanbildung

AUFGABEN

1. Führe in einer Tabelle die dir bekannten Trennwerkzeuge auf! Schätze jeweils die Größe des Keilwinkels und gib an, für welche Werkstoffe das Werkzeug geeignet ist!

a) Trennwerkzeug

.....

b) Größe des Keilwinkels

.....

c) Für welche Werkstoffe geeignet

.....

2. Zeichne eine Werkzeugschneide mit einem Keilwinkel von 50° , einem Spanwinkel von 10° und einem Freiwinkel von 30° ! Trage die Winkelzeichnungen ein!

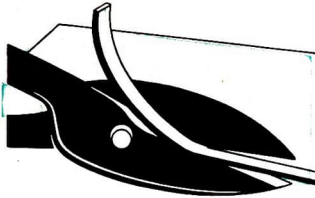
Scheren

Grundlagen und Anwendung

Wie die Übersicht auf Seite 21 zeigt, können viele Werkstoffe durch Scheren geteilt werden.

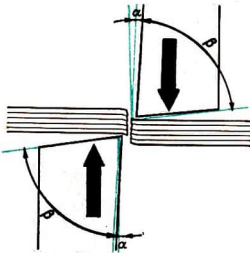
In der metallverarbeitenden Industrie werden oftmals Bleche und Bandstähle durch Scheren geteilt (Bild 24/1).

Die Scherwirkung wird durch zwei keilförmige Schermesser hervorgerufen, die



24/1 Scheren mit der Handblechscherer

sich dicht aneinander vorbeibewegen. Dabei dringen sie von beiden Seiten des Werkstückes in den Werkstoff ein und trennen ihn spanlos. Der Keilwinkel der Schermesser beträgt 75° bis 85° . Der Freiwinkel ($\alpha = 2^\circ$ bis 3°) vermindert die Reibung des oberen Schermessers am durchgeschnittenen Werkstoff. Dadurch wird gleichzeitig der Verschleiß dieses Schermessers verringert.

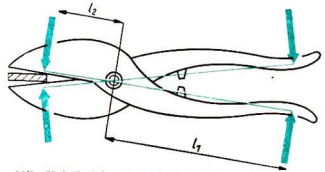


24/2 Winkel an den Schermessern

Der Zusammenhang der Werkstoffteichen kann durch die Schermesser jedoch nur aufgehoben werden, wenn sie mit der nötigen Kraft in den Werkstoff hineingedrückt werden. Diese Kraft wird als Scherkraft bezeichnet.

Handscheren sind so gebaut, daß Schermesser und Schenkel einen Hebel bilden. Die an den Schenkeln der Schere wir-

kende Handkraft wird mit Hilfe dieser Hebel, entsprechend der Länge der Hebelarme vervielfacht, auf die Schermesser übertragen. Dort ist sie als Scherkraft wirksam.



24/3 Hebelwirkung an der Handschere

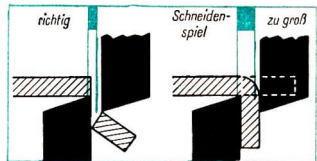
Welche Hebelarten hast Du kennengelernt?

Welche Hebelart tritt an der Handschere auf?

Wie lautet das Hebelgesetz in seiner allgemeinen Form, und in welcher Weise wird es bei der Handschere angewendet?

Zur weiteren Erhöhung der Schnittkraft gibt es Scheren mit einer mehrfachen Hebelübersetzung (Bild 27/1).

SCHNEIDENSPIEL UND ÖFFNUNGSWINKEL. Um beim Scheren einen sauberen Schnitt zu erhalten, müssen die Schneiden der Schermesser in einem geringen Abstand, der als *Schneidenspiel* bezeichnet wird, aneinander vorbeigleiten. Bei zu geringem Schneidenspiel reiben die Schermesser aneinander. Gleichzeitig wird der Werkstoff gequetscht. Zu



24/4 Schneidenspiel

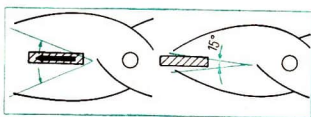
großes Schneidenspiel ergibt unsaubere Schnittflächen. Beim Scheren dünner Bleche können sich diese umbiegen und zwischen die Schermesser ziehen (Bild 24/4).

- *Dünne Werkstücke und solche mit geringer Härte erfordern ein geringes Schneidenspiel.*

Harte und dicke Werkstücke werden mit größerem Schneidenspiel geschert.

Wird beim Anschneiden eines Werkstückes der *Öffnungswinkel* der Schermesser sehr groß gewählt, so wird das Werkstück aus der Schere hinausgeschoben (Bild 25/1a). Erst wenn die Schermesser einen Winkel von $\approx 15^\circ$ bilden, hebt die Reibung zwischen Werkstück und Schermessern die Schubkraft der Schere auf. Das Werkstück wird festgehalten und kann abgeschert werden (Bild 25/1b). Wählt man den Öffnungswinkel dagegen zu klein, wird dadurch der Lastarm verlängert und die kraftsparende Wirkung herabgemindert.

- *Der Öffnungswinkel der Schermesser darf nicht größer als 15° sein.*



25/1 a, b Öffnungswinkel der Schermesser

SCHERVORGANG. Der Schervorgang vollzieht sich in drei Teilabschnitten, die man als *Phasen* bezeichnet. Diese drei Phasen sind an den Trennflächen eines



25/2 Trennfläche eines gescherten Werkstückes

gescherten Werkstückes deutlich zu erkennen (Bild 25/2).

Phasen des Schervorganges

1. Durch die Schnittkraft werden die Schermesser in den Werkstoff gedrückt. Dabei entsteht auf der Ober- und Unterseite des Werkstoffes eine Einkerbung.
2. Bei weiterem Eindringen der Schermesser in den Werkstoff wird der Zusammenhang einiger Werkstoffteilchen aufgehoben. Es entsteht eine glatte Schnittfläche. Die noch zusammenhaltenden Werkstoffteilchen werden dabei durch die Schermesser zusammengedrückt und gegeneinander verschoben.
3. Bewegen sich die Schermesser noch weiter gegeneinander, so wird der Zusammenhang aller Werkstoffteilchen an der Trennstelle aufgehoben. Dabei bricht der Werkstoff auseinander. Es entsteht eine Bruchfläche.

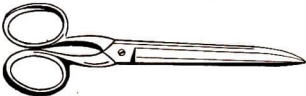
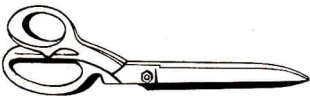
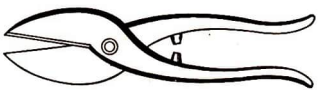




25/3 Phasen des Schervorganges

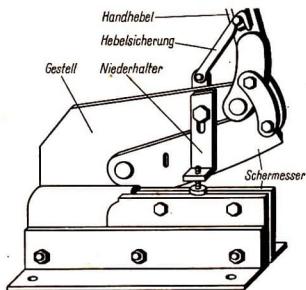
WIRTSCHAFTLICHKEIT DES SCHERENS. Die Trennflächen eines gescherten Werkstückes sind trotz der vorhandenen Bruchfläche verhältnismäßig glatt. Umfangreiche *Nacharbeit* ist nur dann notwendig, wenn besonders glatte Trennflächen gefordert werden. Bei vielen Werkstücken genügt ein Entgraten der Schnittkanten. Wegen der geringfügigen Nacharbeit kann die Schere unmittelbar auf der Anrißlinie angesetzt werden. Dadurch treten nur geringe Maßabweichungen auf. Die zum Scheren benötigte Arbeitszeit ist gering.

Das Scheren ist eine wirtschaftliche Trenntechnik und wird daher in den Produktionsbetrieben vielseitig angewendet.

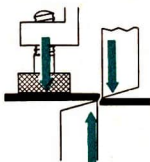
Übersicht über die gebräuchlichen Handscheren

Art	Verwendung	Bemerkungen														
Papierschere	Teilen von Papier	Schermesser sind länger als Schenkel, um große Schnittleistung zu erzielen.														
																
Stoffzuschneiderschere	Teilen von Geweben	Die Griffe der Schere sind zur besseren Führung der Form der Hand angepaßt. Das schmale Untermesser verhindert, daß sich der Stoff auf dem Zuschneidetisch wölbt.														
																
Handblehschere	Teilen und Ausschneiden dünner Werkstoffe	Zulässige Werkstoffdicken beim Trennen														
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Werkstoff</th> <th>Dicke</th> <th>Werkstoff</th> <th>Dicke</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pappe</td> <td>6,0 mm</td> <td>Leichtmetall (weich)</td> <td>2,5 mm</td> </tr> <tr> <td>Leichtmetall (hart)</td> <td>1,0 mm</td> <td>Kupfer</td> <td>1,0 mm</td> </tr> <tr> <td>Messing</td> <td>0,8 mm</td> <td>Stahl</td> <td>0,7 mm</td> </tr> </tbody> </table> <p>Die angegebenen Dicken gelten für die Muskelkraft Erwachsener, für Schüler ist eine niedrigere Dicke anzusetzen.</p>	Werkstoff	Dicke	Werkstoff	Dicke	Pappe	6,0 mm	Leichtmetall (weich)	2,5 mm	Leichtmetall (hart)	1,0 mm	Kupfer	1,0 mm	Messing	0,8 mm
Werkstoff	Dicke	Werkstoff	Dicke													
Pappe	6,0 mm	Leichtmetall (weich)	2,5 mm													
Leichtmetall (hart)	1,0 mm	Kupfer	1,0 mm													
Messing	0,8 mm	Stahl	0,7 mm													
																
Lochschere	Ausführen kurzer kurvenförmiger Schnitte	Wird nur für Innenkurven verwendet. Bei Außenkurven bietet die gerade Schere eine bessere Führung.														
																
Durchgangsschere	Ausführen langer gerader Schnitte	Das Blech wird beim Scheren unter der Hand durchgeführt; damit wird die Verletzungsgefahr an den scharfen Schnittkanten geringer.														
																

Art	Verwendung	Bemerkungen
Handhebelschere	Teilen starker Bleche	Ein Niederhalter (Bild 27/2) verhindert, daß das Werkstück zwischen die Schermesser gezogen wird; gleichzeitig wird die Verletzungsgefahr durch Hochschlagen des Bleches ausgeschaltet.



27/1 Handhebelschere



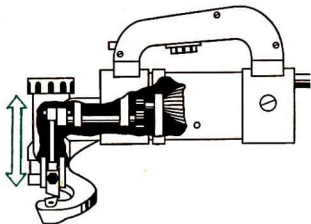
27/2 Wirkung des Niederhalters

Einsatz von Maschinenscheren

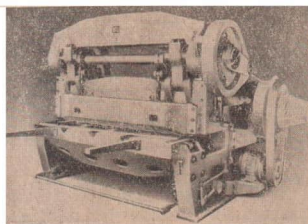
Besonders für die papier- und für die metallverarbeitende Industrie sind Maschinenscheren entwickelt worden. Mit diesen Maschinen lassen sich bei geringer körperlicher Anstrengung große Arbeitsergebnisse erzielen. Maschinenscheren werden durch Elektromotoren angetrieben. Im folgenden sind einige Maschinenscheren dargestellt:

Elektrohandschere

Führt komplizierte Schnitte an großen Blechtafeln aus. Unteres Schermesser



27/3 Elektrohandschere



27/4 Tafelschere

feststehend, oberes über einen Kurbeltrieb angetrieben.

Tafelschere

Teilt große, dicke Blechtafeln. Oberes Messer steht in einem Winkel von 3 bis 5° zum Untermesser.

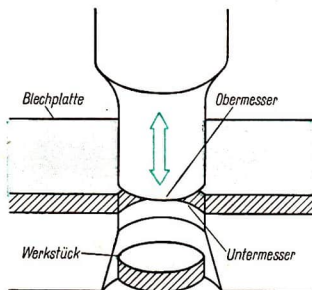
Beschneideschere

Führt gerade Schnitte an Papierlagen aus; arbeitet prinzipiell wie die Tafelschere.

Zur Verminderung der Unfallgefahr sind die meisten Maschinenscheren mit Schutzvorrichtungen versehen. Die Schutzvorrichtungen verhindern, daß während des Trennvorganges Finger oder Hände in die Nähe der Messer gelangen.

Scheren mit Schnittwerkzeugen

Zur Herstellung von Blechteilen in großer Stückzahl werden Schnittwerkzeuge (Bild 28/1) eingesetzt. Sie arbeiten nach dem Scherprinzip. Ober- und Unterteil werden mit Stempel und Schnittplatte



28/1 Prinzip eines Schnittwerkzeuges

bezeichnet. Durch den Einsatz von Schnittwerkzeugen können viele gleichartige Werkstücke in kurzer Zeit hergestellt werden. Die Maßgenauigkeit der hergestellten Teile ist sehr groß.

AUFGABEN

1. Lege einen Bleistift in eine weit geöffnete Papierschere und verkleinere langsam den Öffnungswinkel. Beobachte, wann der Bleistift zu klemmen beginnt!

2. Zeichne eine Handblechschere beim Anschnitt mit sehr großem und eine mit sehr kleinem Öffnungswinkel! Zeichne Last- und Kraftarm ein und ziehe Schlußfolgerungen aus deren Längenverhältnissen!
3. Beschreibe und skizziere die zweifache Kraftumformung an der Handhebel-schere (Bild 27/1)!
4. Nenne Werkstücke, die durch den Einsatz von Schnittwerkzeugen wirtschaftlich gefertigt werden können!

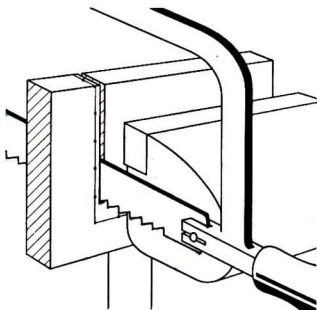
Sägen

Grundlagen und Anwendung

Zum Trennen beispielsweise von Brettern und Balken, von Stahlrohren und Walzprofilen, von Hartpapieren und -geweben sowie von Plast benutzt man vielfach die *Säge*.

Alle Sägen haben ein Sägeblatt aus gehärtetem Werkzeugstahl, in das eine fortlaufende Reihe keilförmiger Sägezähne eingearbeitet ist.

Unterschiedlich sind besonders die Form des Sägeblattes, die Größe der Sägezähne, ihre Winkel, der Abstand der Sägezähne

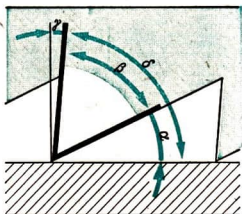


28/2 Herstellen eines Ausschnittes mit der Handbügelsäge

voneinander und ihre Stellung zueinander.

Je nach der Art des Werkstoffes (zum Beispiel Holz oder Metall) und seiner geforderten Bearbeitung (zum Beispiel Zuschneiden von Schalblettern oder Aus-sägen von Durchbrüchen, Bild 28/2) unterscheiden sich die Sägeblätter.

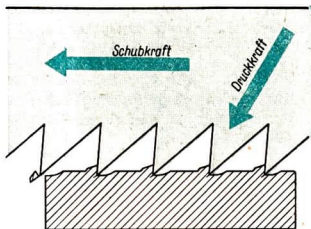
WINKEL AM SÄGEZAHN. Der Keilwinkel des einzelnen Sägezahnes wird so groß gewählt, daß der Zahn bei der *Zer-spannung* den Werkstoffwiderstand überwindet, ohne auszubrechen. Sägeblätter zur Bearbeitung sehr harter Werkstoffe haben größere Keilwinkel, weil beim Trennen dieser Werkstoffe ein größerer Widerstand überwunden werden muß.



29/1 Winkel am Sägezahn

Der am Sägezahn vorhandene große Freiwinkel α (20 bis 40°) verringert die Reibung zwischen Werkzeugschneiden und Werkstoff und schafft gleichzeitig einen großen Raum zwischen den einzelnen Zähnen, den man als *Spanraum* bezeichnet. Dieser Spanraum ist notwendig, um den zerspannten Werkstoff aufzunehmen.

KRAFTWIRKUNGEN BEIM SÄGEN. Beim Sägen wird das Sägeblatt in den

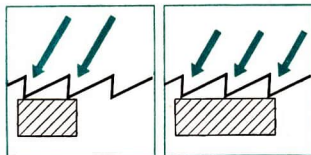


29/2 Spanbildung am Sägezahn

Werkstoff gedrückt und gleichzeitig in Schneidrichtung bewegt. Entsprechend der Länge des auszuführenden Schnittes heben mehrere Zähne gleichzeitig Späne ab und trennen dabei den Werkstoff, es entsteht eine *Schnittfuge*.

Die am Sägeblatt wirksame Druckkraft verteilt sich auf alle gleichzeitig auf den Werkstoff einwirkenden, d. h. im *Eingriff* befindlichen Sägezähne. Während beim Sägen von Werkstücken mit großer *Schnittlänge* eine größere Zähnezahl gleichzeitig Späne abhebt, sind bei geringer *Schnittlänge* nur wenige Zähne gleichzeitig im Eingriff. Bei gleich großer Handkraft wird der einzelne Sägezahn bei geringen *Schnittlängen* mit einer größeren Druckkraft belastet als bei großen *Schnittlängen* (Bild 29/3).

Eine zu starke Belastung der einzelnen Sägezähne verringert die Standzeit (Dauer der Schneidfähigkeit) des Werk-



29/3 Belastung des Sägezahns bei unterschiedlicher Schnittlänge

zeugs. Darum wird beim Sägen die notwendige Handkraft entsprechend der Schnittlänge geändert.

- Werkstücke mit geringen Schnittlängen werden mit geringerem Kraftaufwand gesägt als Werkstücke mit großen Schnittlängen.

SPANRAUM. Beim Trennen des Werkstoffes dringt das Sägeblatt mit jedem Vorschieben der Säge in Schneidrichtung tiefer in den Werkstoff ein. Die Späne müssen in den Spanräumen mitgenommen werden und können erst dann, wenn der einzelne Spanraum aus der Schnittfuge austritt, herausfallen.

Weiche Werkstoffe setzen dem Zerspanen einen geringeren Widerstand entgegen. Die einzelnen Sägezähne dringen leichter in den Werkstoff ein und heben große Spanmengen ab. Dadurch sammeln sich selbst bei kürzeren Schnittfugen in den Spanräumen große Spanmengen. Harte Werkstoffe setzen dem Zerspanen einen großen Widerstand entgegen. Deshalb entstehen beim Trennen harter Werkstoffe in den Spanräumen geringe Spanmengen.

Sägeblätter werden mit unterschiedlich großen Spanräumen hergestellt. Größere Spanräume entstehen dadurch, daß der Zahnabstand, den man als *Zahnteilung* bezeichnet, vergrößert wird (Bild 30/1).

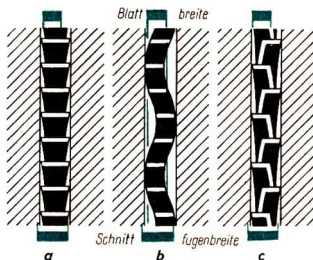
Bezeichnung	Zähnezahl auf 25 mm Länge	Form
<i>grob</i>	14 ..16	
<i>mittel</i>	22	
<i>fein</i>	32	

30/1 Standardisierte Zahnteilungen

- Sägeblätter mit grober Zahnteilung werden zum Trennen weicher Werkstoffe und beim Sägen langer Schnittfugen verwendet. Sägeblätter mit feiner Zahnteilung werden meist zum Trennen harter Werkstoffe und beim Sägen kurzer Schnittfugen verwendet.

FREISCHNEIDEN DES SÄGEBLATTES.

Beim Sägen darf das Sägeblatt in der Schnittfuge nicht klemmen, es muß frei schneiden. Das wird erreicht, wenn die entstehende Schnittfuge breiter als die Dicke des Sägeblattes ist.



30,2 Freischneiden des Sägeblattes

- angestauchte Zähne
- gewellte Zähne
- geschränkte Zähne

Die Säge muß stets neben der Anrißlinie angesetzt werden, damit die Maßhaltigkeit des Werkstückes gewährleistet ist.

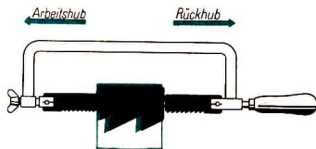
Vergleiche Scheren und Sägen im Hinblick

- auf die erforderliche Arbeitszeit,
- auf den Werkstoffverlust,
- auf die notwendige Nacharbeit!

Aufbau der Werkzeuge

Handsägen werden meist für die Einzel fertigung und für Reparaturarbeiten eingesetzt. Handsägen bestehen aus dem

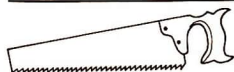
Sägeblatt und einer geeigneten Halterung. Fast allen Handsägen für die Metallbearbeitung ist gemeinsam, daß ihr Sägeblatt „auf Stoß“ eingespannt ist, das heißt, die Sägezähne dringen beim Vorschieben der Säge in den Werkstoff ein und heben Späne ab. Beim Rückziehen der Säge werden keine Späne abgehoben (Bild 31/1).



31/1 Richtig eingespanntes Sägeblatt an der Handbügelsäge

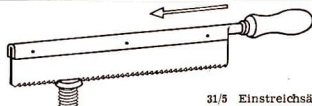
Übersicht über die gebräuchlichen Handsägen

Art	Verwendung	Bemerkungen
Fuchsschwanzsäge	Holzbearbeitung	Ausführen von Schnitten an trockenen Hölzern, z. B. an Latten
Schrotsäge		Sägen von Bäumen oder Balken, Säge wird von zwei Arbeitern bedient
Gestellsäge		Ausführen von Schnitten an Brettern, Latten und Leisten
Einstreichsäge	Holz-, Metall- und Plastbearbeitung; Sägeblatt für den jeweiligen Werkstoff auswechselbar	Ausführen von Schlitzern, Sägen von Gehrungen (rechtwinklige Verbindungen), von Leisten und Latten in Verbindung mit einer Gehrungslade
Laubsäge		Sägeblatt ist „auf Zug“ gespannt; Aus-sägen von Figuren und Durchbrüchen aus Werkstoffen geringer Dicke
Handbügelsäge	Metall- und Plastbearbeitung	Ausführen von Schnitten an Werkstücken kleinerer Abmessungen



31/2 Fuchsschwanz

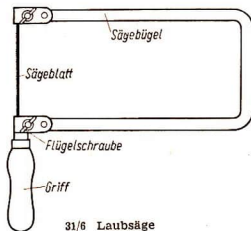
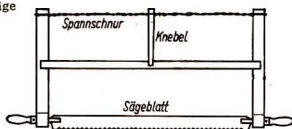
31/3 Schrotsäge



31/5 Einstreichsäge



31/4 Gestellsäge

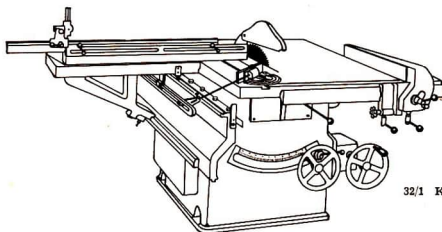


31/6 Laubsäge

Einsatz von Maschinensägen

Mit Maschinensägen wird das ermüdende und zeitraubende Sägen von Hand eingeschränkt; außerdem können Werkstoffe größerer Dicke gesägt werden. In modernen Produktionsbetrieben wird

vorwiegend mit Maschinensägen gearbeitet. Allgemein sind Maschinensägen für das Ausführen spezieller Schnitte, nicht aber für einen speziellen Werkstoff gebaut. Welcher Werkstoff getrennt werden kann, richtet sich nach dem Sägeblatt (siehe Seite 30).



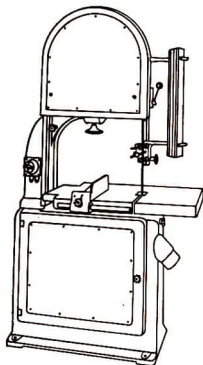
32/1 Kreis Sägemaschine

Kreis Sägemaschine

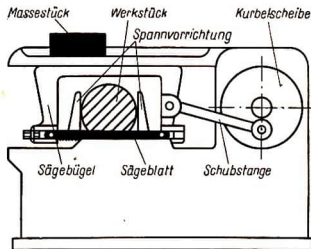
Ein kreisrundes Sägeblatt wird durch einen Motor in Umdrehung versetzt; das Werkstück liegt auf dem Säge Tisch. Kreis Sägen verwendet man vorwiegend zum Schneiden auf Länge.

Bandsägemaschine

Ein an seinen Enden verlötetes (endloses) bandförmiges Sägeblatt wird über Umführungsscheiben in Umlauf gesetzt; der Säge Tisch ist unbeweglich, daher muß das Werkstück geführt werden. Bandsägemaschinen eignen sich besonders zum Ausschneiden von Figuren, sowie für Ein- und Ausschnitte.



32/2 Bandsägemaschine



32/3 Bügelsägemaschine

Bügelsägemaschine

Das Sägeblatt ist „auf Zug“ gespannt; Verwendung: Sägen dickwandiger Rohre und starker Profile in der Werkstatt.

Werden Metalle oder Plaste maschinengesägt, dann muß meist durch ein geeignetes Kühlmittel eine übermäßige Erwärmung von Sägeblatt und Werkstück verhindert werden. Für Stahl, Aluminium und seine Legierungen verwendet man *Kühlflüssigkeit* (Bohrölemulsion); für Hartpapiere, -gewebe und Plast verwendet man Druckluft.

AUFGABEN

1. Skizziere einen Sägezahn, und trage die Winkelbezeichnungen ein!
2. Skizziere ein Sägeblatt zum Trennen von Leichtmetall und ein Sägeblatt zum Trennen von Stahl!
3. Von einer Stange Rundstahl mit 10 mm Durchmesser sollen zwölf Stücke von je 22 mm Länge abgesägt werden. Die Breite jeder Schnittfuge beträgt 2 mm. Berechne die Länge des benötigten Rundstahles!

Feilen

Grundlagen und Anwendung

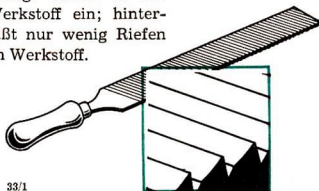
Feilen ist eine (meist sehr zeitraubende) Nacharbeit. Mit der Feile sollen nur geringe Mengen des Werkstoffes zerspant werden, um dem Werkstück endgültige Form, Größe und Oberflächengüte zu geben.

Gefeilt wird mit dem Feilenblatt, in das keilförmige Zähne eingehauen oder eingefräst sind.

Nach der Art, wie die Feilenzähne in das Blatt gearbeitet sind, unterscheidet man:

Einhiebig gehauene Feile (Bild 33/1)

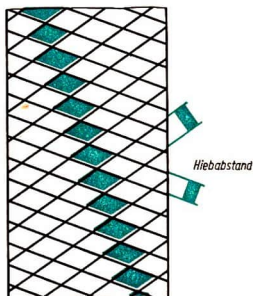
Dringt schwer in den Werkstoff ein; hinterläßt nur wenig Riefen im Werkstoff.



33/1

Doppelhiebig gehauene Feile (Bild 33/2)

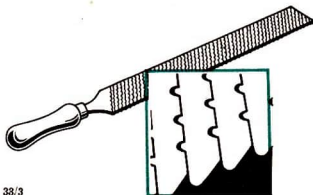
Dringt leicht in den Werkstoff ein; hinterläßt eine rissige Oberfläche.



33/2

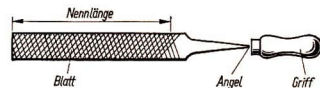
Gefräste Feile (Bild 33/3)

Mit Spanbrechernuten versehen, dringt diese Feile leicht in den Werkstoff ein, die Werkstückoberfläche bleibt glatt.



33/3

- *Harte Werkstoffe werden vorwiegend mit gehauenen doppelhiebigen Feilen bearbeitet. Die Feilenzähne besitzen große Keilwinkel und sind dadurch besonders widerstandsfähig. Weiche Werkstoffe werden vorwiegend mit einhiebigen gefrästen Feilen bearbeitet.*



34/1 Flachstumpffelle



34/2 Nadelfeile

KRAFTWIRKUNGEN BEIM FEILEN. Beim Feilen treten gleiche Kräfte wie beim Sägen auf. Dabei dringen die Zähne in den Werkstoff ein und heben auf dem gesamten Schnittweg Späne ab. Ein Teil der abgehobenen Späne wird in den Spanräumen mitgeführt und kann erst herausfallen, wenn der einzelne Spanraum über das Werkstück hinausgeschoben ist. Durch die Schrägstellung der Zahnreihen werden aber auch Späne seitlich aus den Spanräumen hinausgeschoben.

- *Durch Druck- und Schubkraft dringen die Feilenzähne in den Werkstoff ein und zerspanen ihn.*

WIRTSCHAFTLICHKEIT DES FEILENS. Das Feilen ist eine sehr zeitraubende und körperlich anstrengende Arbeit, die viel Erfahrung und Geschicklichkeit verlangt. Durch die lange Bearbeitungszeit werden die Werkstücke außerdem teuer. Darum ist jeder Betrieb bestrebt, seine Werkstücke mit wirtschaftlicheren Verfahren herzustellen. Gefeilt wird nur dann, wenn der Einsatz entsprechender Maschinen nicht möglich ist oder nicht lohnt, zum Beispiel bei Reparaturarbeiten.

Werkzeuge

AUFBAU DER FEILEN. Man unterscheidet bei einer Feile das Blatt und die Angel, über die der Griff gesteckt ist (Bild 34/1). Abweichend davon laufen die

Nadelfeilen in einen Rundstab aus, der zur besseren Handhabung in einen Werkzeughalter gespannt werden kann (Bild 34/2).

ARTEN UND AUSWAHL DER FEILEN. Um Werkstücke maßgenau mit der geforderten Oberflächengüte herstellen zu können, müssen zur Bearbeitung die entsprechenden Feilen ausgewählt werden. Bei der Auswahl sind neben der Werkstoffhärte die Form der zu bearbeitenden Flächen sowie der Aussparungen oder Rundungen zu beachten.

Jede Feile hat bestimmte Hiebweiten. Unter Hiebweite versteht man die Anzahl der Hiebe je Zentimeter der Nennlänge der Feile. Sind zum Beispiel auf 1 cm 10 Hiebe aufgebracht, dann spricht man von einer großen Hiebweite; sind zum Beispiel 45 Hiebe je Zentimeter aufgebracht, dann spricht man von einer kleinen Hiebweite.

Die folgende Übersicht zeigt die wichtigsten Feilenformen mit ihren Hiebnummern und Nennlängen.

Benennung	Querschnitt	Hiebnummer	Nennlänge (in mm)
Armfeile (Gewichtsfeile)		0	
Handfeile (Gewichtsfeile)		0	
Flachfeile		0 bis 5	100 bis 450
Vierkantfeile		1 bis 5	100 bis 450

Benennung	Querschnitt	Hiebweite	Nennlänge (in mm)
Dreikantfeile	▼	1 bis 5	100 bis 450
Sägefeile	▼	2	100 bis 200
Messerfeile	▼	2 bis 5	100 bis 250
Rundfeile	●	0 bis 5	100 bis 450
Halbrundfeile	◐	0 bis 5	100 bis 450
Schwertfeile	◆	2 bis 5	80 bis 250
Barettfeile	◄	1 bis 5	80 bis 200
Vogelzungen- feile	◄	1 bis 5	80 bis 200
Nadelfeile	●	1 bis 3	50 bis 100

Schruppfeilen zerspanen in kurzer Zeit viel Werkstoff, das heißt, sie haben eine große Zerspanungsleistung. Die dabei entstehenden Flächen des Werkstückes sind jedoch rau und rissig. Um glatte Flächen zu erreichen, muß die Hiebweite der Feile gering sein. Dabei ist aber auch ihre Zerspanungsleistung gering. Feilen mit kleiner Hiebweite werden als *Schlicht- und Feinschlichtfeilen* bezeichnet.

Die geforderte Oberflächengüte des Werkstückes wird durch entsprechende Oberflächenzeichen in der technischen Zeichnung angegeben. Ob bei einem Werkstück, dessen Flächen geschlichtet werden sollen, sofort mit der Schlichtfeile oder erst mit der Schruppfeile gearbeitet werden kann, bestimmt die *Bearbeitungszugabe*.

Wenn Werkstoff mit einer Dicke von

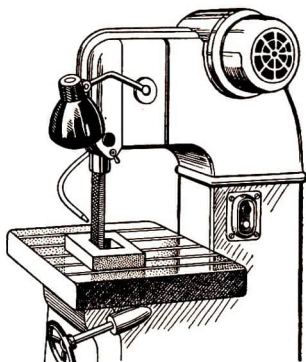
mehr als 0,5 mm zerspannt werden muß, wird erst die Schruppfeile verwendet.

Beträgt die Bearbeitungszugabe weniger als 0,5 mm, kann sofort mit der Schlichtfeile gearbeitet werden.

Sollen Flächen fein geschlichtet werden, so wird die Feinschlichtfeile erst dann benutzt, wenn die Bearbeitungszugabe weniger als 0,2 mm beträgt.

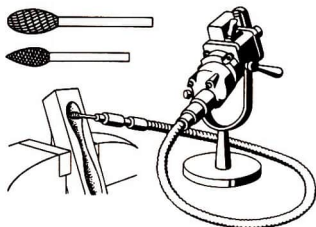
Einsatz von Maschinen

Mit Feilmaschinen lassen sich ohne große Kraftanstrengung Werkstücke von hoher Maßgenauigkeit und Oberflächengüte herstellen. Außerdem erreicht man gleichzeitig eine höhere Zerspanungsleistung als beim Feilen von Hand. Mit *Hubfeilmaschinen* werden besonders Werkstücke mit Durchbrüchen und Aussparungen bearbeitet. Durch die Maschine wird das Feilenblatt senkrecht auf- und abbewegt. Das auf dem Maschinentisch liegende Werkstück wird von Hand geführt und gegen das Feilenblatt gedrückt (Bild 35/1).



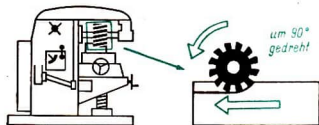
35/1 Hubfeilmaschine zur Bearbeitung von Schnittplatten

Turbofeilen (Bild 36/1) werden durch einen Elektromotor über eine biegsame Welle angetrieben. Am Ende dieser Welle lassen sich Turbofeilen verschiedener Form und Größe einspannen. Mit Turbofeilmaschinen können vorteilhaft Werkstücke mit Aushöhlungen und gewölbten Flächen, wie sie zum Beispiel im Formenbau vorkommen, bearbeitet werden.

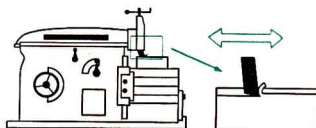


36/1 Feilen einer Preßform mit der Turbofeile

Im Maschinenbau werden viele Werkstücke mit *Fräsmaschinen* und *Stößmaschinen* bearbeitet. Mit diesen Maschinen können die Werkstücke bei geringem Zeitaufwand so maßgenau mit der geforderten Oberflächengüte hergestellt werden, daß ein Nacharbeiten mit der Feile überflüssig ist. Viele Stunden wertvoller Arbeitszeit eines Facharbeiters können bei dieser wirtschaftlichen Fertigung eingespart werden. Durch die volle Ausnutzung der Maschinen und den richtigen Einsatz der frei werdenden Facharbeiter läßt sich die Produktion wesentlich steigern.



36/2 Fräsmaschine mit Werkzeug



36/3 Waagrecht-Stößmaschine mit Werkzeug

AUFGABEN

1. Wodurch unterscheiden sich Schruppfeilen und Schlichtfeilen voneinander?
2. Welche Feilenform verwendest du zur Bearbeitung des Aufhängebleches (Bild 22/1)?
3. Stelle zusammen, welche Überlegungen bei der Auswahl von Feilen notwendig sind!
4. Begründe, warum Werkstücke so eingespannt werden müssen, daß die Feilenzähne nicht mit den Schraubstockbacken in Berührung kommen!

Bohren und Senken

Grundlagen und Anwendung

Maschinen, Geräte und Anlagen bestehen aus Einzelteilen, die vielfach durch Schrauben, Nieten oder Stifte miteinander verbunden werden. Zur Aufnahme dieser Verbindungselemente müssen die Einzelteile mit den entsprechenden Bohrungen versehen werden. Gebohrt wird auch, um zylindrische Bauteile wie Achsen, Wellen oder Kugellager in ein Werkstück einsetzen oder um in das Erdreich eindringen zu können. Oft sind dazu Bohrungen notwendig, die durch das Werkstück hindurchgehen. Sie werden als *Durchgangs-*

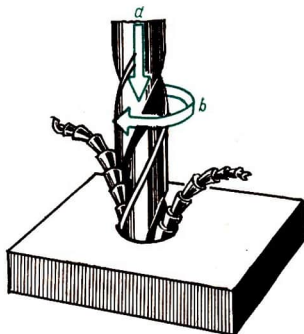


36/4 Durchgangsbohrung, Grundbohrung

bohrungen bezeichnet. Bei der Herstellung von *Grundbohrungen* (Bild 36/4) wird nur bis zu der geforderten Tiefe gebohrt.

Je nach Art des zu bohrenden Werkstoffes sind unterschiedliche Bohrer entwickelt worden; die folgende Übersicht zeigt einige Beispiele:

Werkstoff	Bohrer
Metall, Plast	Spiralbohrer
Holz	Nagelbohrer, Zentrumborher
Erde, Gestein	Spiralbohrer, Tellerbohrer, Schlangenbohrer, Schuppenbohrer



37/2 Spanbildung am Spiralbohrer
 a) Vorschubbewegung und
 b) Drehbewegung ergeben die Arbeitsbewegung

Bohrer bestehen aus gehärtetem Werkzeugstahl (WS). Außerdem werden Bohrer aus Schnellarbeitsstahl (SS) und Hochleistungsschnittstahl (HS) hergestellt. Diese Bohrer sind noch widerstandsfähiger und bleiben länger betriebsfähig. Für sehr harte metallische Werkstoffe werden Bohrer mit Hartmetallschneiden hergestellt. Mit ihrer Hilfe kann gehärteter Stahl gebohrt werden.

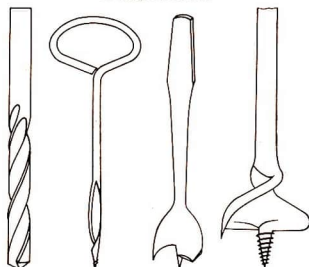
Wird der Bohrer um seine Längsachse gedreht und dabei gleichzeitig in das Werkstück gedrückt, dringt er in den Werkstoff ein. Die Drehbewegung nennt man *Arbeits- oder Hauptbewegung*, die eindringende Bewegung nennt man *Vorschub- oder Nebenbewegung*.

● Beim Bohren muß der Bohrer gleichzeitig eine Arbeitsbewegung und eine Vorschubbewegung ausführen.

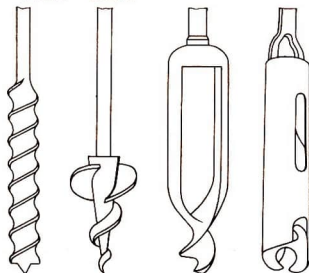
Vergleiche die Bewegungen beim Scheren, Sägen und Bohren!

Wie erzeugt man die Bewegungen

- a) beim Bohren mit dem Nagelbohrer,
 b) beim Bohren mit der Handbohrmaschine?



a) Spiralbohrer b) Nagelbohrer
 c) d) Zentrumborher

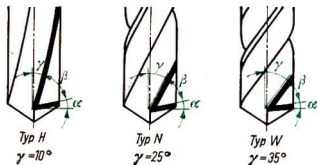


e) Spiralbohrer f) Tellerbohrer g) Schlangenbohrer h) Schuppenbohrer

37/1 Bohrerarten

Die beim Bohren entstehenden Späne werden von den *Spannuten* (Drallnuten) aufgenommen und aus der Bohrung gefördert. Eine ähnliche Förderwirkung ist bei Förderschnecken, zum Beispiel in Getreidesilos, Mühlen und auch am Fleischwolf vorhanden.

Stahl, Grauguß und harte Leichtmetalle werden mit Bohrern des Typs N gebohrt. Bei diesen Bohrern sind die Keilwinkel größer als bei Bohrern des Typs W, die für weiche Werkstoffe, wie Leichtmetall, Kupfer oder Thermoplaste verwendet werden. Da nur eine geringe Spanmenge abgeführt werden muß, genügen Spanwinkel mit einer Größe von 25° . Sehr harte und spröde Werkstoffe wie Messing oder Preßstoff verlangen Spiralbohrer des Typs H mit großen Keilwinkeln und Spanwinkeln von 10° bis 15° .



38/1 Winkel an den Bohrerschnitten

In der Metall- und Plastbearbeitung gilt:

- Zum Bohren weicher Werkstoffe verwendet man Spiralbohrer mit kleinen Keilwinkeln und großen Spanwinkeln. Für harte und spröde Werkstoffe werden Spiralbohrer mit großen Keilwinkeln und kleinen Spanwinkeln benutzt.

VERMINDERUNG DER REIBUNGSWÄRME. Durch die Reibung beim Bohren erwärmen sich Bohrer und Werkstück. Eine zu große Reibung verringert die Standzeit der Schneiden. Außerdem



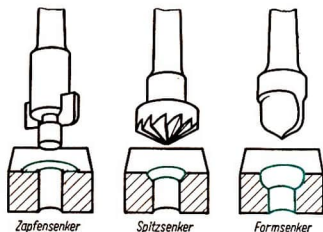
38/2 Stellung des Bohrers in der Bohrung

wird eine große Energiemenge verbraucht, um die Reibung zu überwinden. Durch die vorhandenen Freiwinkel an den Schneiden wird erreicht, daß nur die Schneiden auf dem Werkstoff reiben. Weiterhin ist die Mantelfläche des Spiralbohrers so bearbeitet, daß nur eine schmale Fase, die *Führungsfase* (Bild 38/2) am Bohrloch reibt. Diese Führungsfase zerspannt keinen Werkstoff, sie gibt dem Bohrer die Führung im Bohrloch und verhindert, daß die gesamte Mantelfläche des Bohrers am Werkstoff reiben kann. Um die Reibung weiter zu verringern und die trotzdem noch entstehende Wärme abzuleiten, werden Kühl- und Schmiermittel (Bohrölemulsion) verwendet.

SENKEN. Um Schrauben oder Niete, deren Köpfe nicht über die Werkstückoberfläche hinausragen dürfen, aufnehmen zu können, müssen die Bohrungen im oberen Teil entsprechend bearbeitet werden (Bild 39/1). Dazu verwendet man verschieden geformte *Senker*. Mit Senkern werden auch Bohrungen entgratet. Senker bestehen aus Werkzeug- oder Schnellarbeitsstahl. Zur Bearbeitung sehr harter Werkstoffe werden Senker mit Hartmetallschneiden hergestellt. Senker besitzen zwei oder mehr keilförmige Schneiden. Diese Schneiden stehen senkrecht oder in einem bestimmten Winkel zur Achse des Senkers (Bild 39/2).



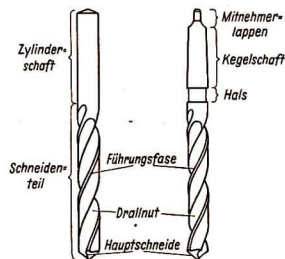
39/1 Senkungen



39/2 Arten der Senker

Senker arbeiten grundsätzlich wie Bohrer. Durch die größere Schneidenzahl sind die Spanräume der Senker jedoch kleiner. Das ist möglich, weil durch die vorgearbeitete Bohrung weniger Späne als beim Bohren entstehen.

Um den Werkstoff zerspanen zu können, müssen Senker ebenfalls Vorschub- und Arbeitsbewegung gleichzeitig ausführen. Benutzt man feststehende Bohrmaschinen beim Senken, so erhält das Werk-



39/3 Spiralbohrer mit Zylinderschaft und Kegelschaft

zeug eine gute Führung. Senker mit Führungszapfen werden außerdem in der Bohrung geführt.

Aufbau der Werkzeuge

Spiralbohrer und Senker bestehen aus dem Schneidenteil und dem Schaft. Bohrer mit großem Durchmesser besitzen zwischen Schaft und Schneidenteil einen Hals (Bild 39/3).

Bohrgeräte und Bohrmaschinen

SPANNVORRICHTUNGEN FÜR DEN BOHRER. Alle Bohrgeräte und -maschinen besitzen eine Spannvorrichtung zur Aufnahme des Bohrers.

Gebräuchlich sind folgende Spannvorrichtungen:

Dreibackenfutter
Bild 40/1

Für Bohrer bis etwa 10 mm

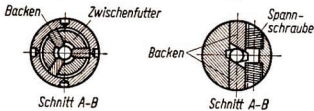
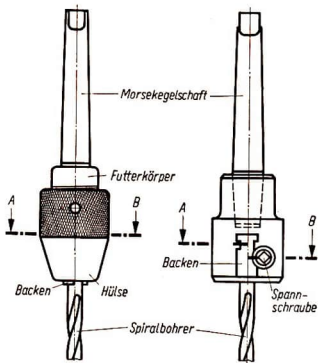
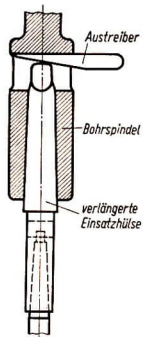
Zweibackenfutter
Bild 40/2

Erzeugt Unwuchten, deshalb nur für Bohrer über 10 mm verwenden

Bohrspindel
Bild 40/3

Für Bohrer mit kegeligem Schaft, oft unter Verwendung von Einsatzhülsen

Dreibacken- und Zweibackenfutter sind für Bohrer mit Zylinderschaft, Bohrspindeln und Einsatzhülsen für Bohrer mit Kegelschaft verwendbar (Bild 39/3).

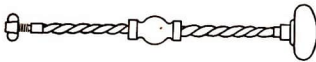
40/1 Drei-
backenfutter40/2 Zwei-
backenfutter

Um bohren und senken zu können, werden in den Produktionsbetrieben und auf den Baustellen Bohrgeräte und -maschinen in verschiedenen Ausführungen verwendet.

Übersicht gebräuchlicher Bohrgeräte und Bohrmaschinen

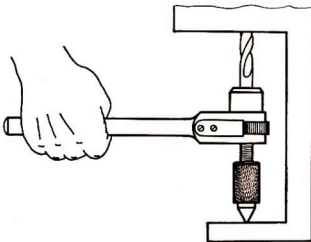
Benennung und Anwendung

Drillbohrer

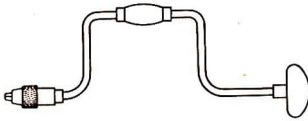


Bohren kleiner Durchmesser bei dünnen Werkstoffen. Nur für Einzelbohrungen.

Bohrknarre

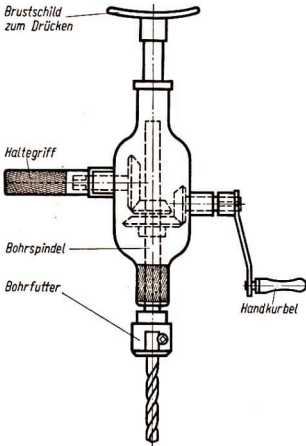


Bei Montagen im Stahlbau. Gestattet auch Anwendung bei starker räumlicher Begrenzung.



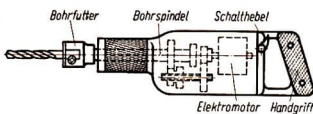
Bohrwinde

Auch „Brustleier“ genannt. Meist für Bohrer mit verjüngtem Vierkantschaft oder kegligem Schaft. Für Einzelbohrungen speziell auf Montagen.



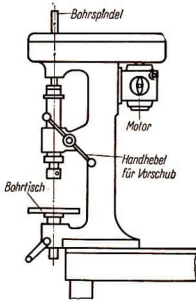
Handbohrmaschine

Bohrungen bis zu 10 mm. Zweiganggetriebe, Gang wird durch Umwecheln der Handkurbel und des Haltegriffs geändert.



Handbohrmaschine mit elektrischem Antrieb

Bohrungen bis zu 25 mm. Für Bohrungen über 13 mm zwei Haltegriffe verwenden (Sicherheit)! Getriebe ist auf zwei Drehzahlen einstellbar. Rechte Hand drückt und schaltet den Elektromotor ein. Linke Hand führt die Maschine am Hals. In einen Ständer eingespannt, wird die Handbohrmaschine zur Tischbohrmaschine.

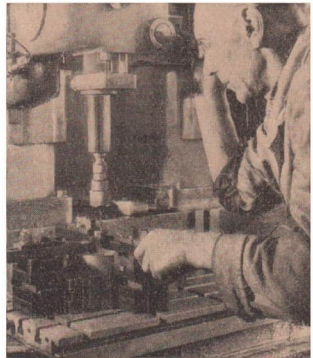
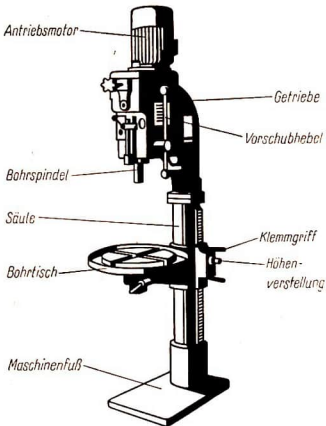


Tischbohrmaschine

Für kleinere, nicht sperrige Werkstücke. Bei kleinen Typen bis 6 mm Bohrdurchmesser erfolgt der Vorschub häufig durch Hochdrücken des Bohrtisches gegen den Bohrer.

Säulenbohrmaschine

Ein Zahnradgetriebe oder ein Keilriemenantrieb dienen der veränderbaren Übertragung der Drehzahl des Antriebsmotors auf die Bohrspindel. Zum Vorschub wird die Bohrspindel in Richtung auf den Bohrtisch bewegt.



42/1 Säulenbohrmaschine mit Bohrvorrichtung

Drehzahl und Vorschub

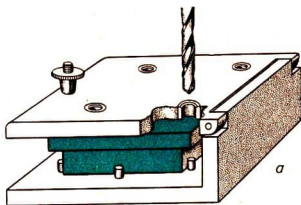
- Bei weichen Werkstoffen und kleinen Bohrerdurchmessern werden hohe Drehzahlen, bei harten Werkstoffen und großen Bohrerdurchmessern niedrige Drehzahlen verwendet.

Genaue Drehzahlen für das Bohren können aus entsprechenden Tabellen entnommen werden. Kann die so ermittelte Drehzahl an der Maschine nicht eingestellt werden, so wird jeweils die nächst niedrigere Drehzahl verwendet. Zu hohe Drehzahlen belasten den Bohrer zu stark und verringern die Standzeit.

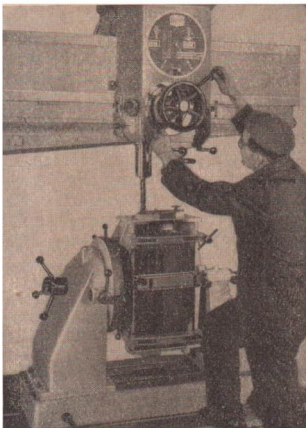
Die Vorschubbewegung des Bohrers kann durch die Handkraft erreicht werden; oder über ein zweites Getriebe, das *Vorschubgetriebe*, kann der Antriebsmotor die Vorschubbewegung ausführen. Durch unterschiedliche Übersetzungen läßt sich der jeweils notwendige Vorschub einstellen. Günstige Vorschubwerte können ebenfalls aus Tabellen entnommen werden.

Bohren mit Bohrvorrichtungen

Beim Bau neuer Maschinen und Geräte müssen vielfach gleiche Teile in großer Anzahl gebohrt werden. Um die umfangreiche Arbeit beim Anreißen und Körnen einzusparen, werden zum Bohren *Bohrvorrichtungen* (Bilder 42/1, 43/1) benutzt. Diese Vorrichtungen bestehen aus dem Kasten, der das Werkstück aufnimmt, der Bohrplatte und einer Vorrichtung zum Festspannen des Teiles. In der Bohrplatte befinden sich an den Stellen, an denen gebohrt werden soll, *Bohrbuchsen* aus gehärtetem Stahl. Die Durchmesser der Buchsen entsprechen den Durchmessern der herzustellenden Bohrungen. Bohrbuchsen geben dem Bohrer eine gute Führung, so daß ein Ankönnen überflüs-



b



43/1 a) b) Bohrvorrichtungen

sigt wird. Bohrvorrichtungen sind in der Herstellung teuer, machen sich aber schnell bezahlt, weil schon bei kleinen Serien viele Stunden wertvoller Arbeitszeit eingespart werden.

Einsatz von Reihen- und Mehrspindelbohrmaschinen

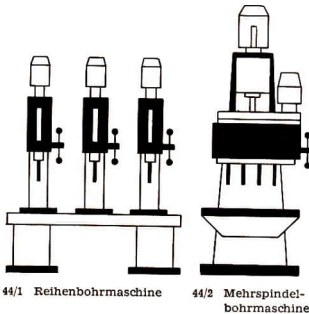
Bei den bisher besprochenen Bohreräten und -maschinen müssen je nach Bedarf die Bohrer häufig aus- und eingespannt

werden. Das ist zum Beispiel nachteilig, wenn Bohrvorrichtungen für viele Bohrungen unterschiedlicher Durchmesser eingerichtet sind.

Begründe die Nachteile!

Im modernen Produktionsbetrieb werden Maschinen eingesetzt, die ein Umspannen der Werkzeuge bei unterschiedlichen Bohrungsdurchmessern am gleichen Werkstück erübrigen.

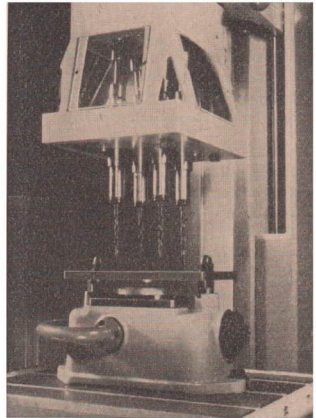
REIHENBOHRMASCHINEN. Bei diesen Maschinen sind mehrere Bohrmaschinenoberteile auf einem gemeinsamen Bohrtisch montiert. Jede Bohrspindel läßt sich durch einen Elektromotor unabhängig von den Spindeln der anderen Maschinenoberteile in Tätigkeit setzen. Werden in die einzelnen Spindeln Bohrer mit den erforderlichen Durchmessern eingepannt, so braucht das Werkstück oder die Bohrvorrichtung nur unter die folgende Bohrspindel geschoben zu werden.



44/1 Reihenbohrmaschine

44/2 Mehrspindelbohrmaschine

MEHRSPINDELBOHRMASCHINEN haben mehrere Bohrspindeln, die durch einen gemeinsamen Elektromotor angetrieben werden. Beim Betätigen des Vorschubs werden alle Spindeln gleichzeitig



44/3 Moderne Vierspindelbohrmaschine mit Bohrvorrichtung

vorgeschoben, so daß mit dieser Maschine mehrere Bohrungen zu gleicher Zeit hergestellt werden können. Die Bohrspindeln können verstellt und damit auf die Bohrungsabstände des Werkstückes eingerichtet werden.

Mit solchen Maschinen können sehr gut Gehäuseteile, wie sie zum Beispiel am Motor des Motorrades oder des Mopeds zu sehen sind, gebohrt werden. Durch die Möglichkeit, mehrere Bohrungen gleichzeitig herzustellen, kann beim Einsatz dieser Maschine die Herstellungszeit für das einzelne Werkstück verkürzt und dadurch die Produktion gesteigert werden.

Der Einsatz von Mehrspindelbohrmaschinen lohnt sich jedoch erst, wenn die zu bohrenden Werkstücke in großer Stückzahl benötigt werden. Bei kleinen Stückzahlen müßten die Spindeln sehr oft neu eingerichtet werden. Dadurch würde wertvolle Arbeitszeit verlorengehen.

AUFGABEN

1. Bohre einen Spiralbohrer (Durchmesser 10 mm bis 15 mm) in ein Stück Seife oder Plastilin! Beachte dabei die Wirkung der Schneiden und die Spanabfuhr!
2. Begründe, warum Bohrer für weiche Werkstoffe kleine Keilwinkel und große Spanwinkel besitzen!
3. Warum sind beim Bohren zu hoch gewählte Drehzahlen genau so unwirtschaftlich, wie zu geringe Drehzahlen?
4. Fertige eine Tabelle an, aus der die Werkstoffe ersichtlich sind, die mit den Bohrertypen H, N, W gebohrt werden können!

Bohrertyp	H	N	W
Verwendbar für:			
5. Laß dir vom Betreuer eine Bohrvorrichtung zeigen und die Handhabung dieser Vorrichtung erklären!

Gewindeschneiden

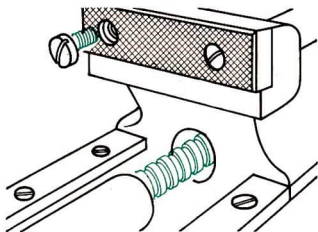
Gewindearten

Durch Gewinde kann man Werkstücke miteinander verbinden und wieder lösen.

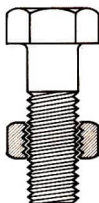
Nenne zehn Beispiele, bei denen Teile durch Schrauben zusammengefügt sind!

Sollen Teile durch Schrauben verbunden werden, ist jeweils ein Schraubenbolzen mit einem *Außengewinde* und das dazu passende *Innengewinde* in einer Schraubenmutter oder im Werkstück notwendig. Die dafür verwendeten Gewinde werden als *Befestigungsgewinde* bezeichnet.

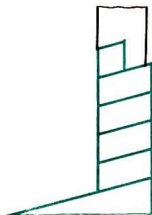
Mit Hilfe der Schrauben können Teile an Maschinen und Geräten bewegt werden. Dazu ist eine *Schraubenspindel* mit dem Außengewinde und das passende Innengewinde notwendig. Beim Schraubstock zum Beispiel ist die bewegliche Spann-



45/1 Befestigungs- und Bewegungsgewinde am Schraubstock



45/2 Schraube und Mutter



45/3 Modell einer Schraubenspinde

backe mit einem Innengewinde versehen, sie kann durch Drehen der Schraubenspindel bewegt werden. Auch bei der Drehmaschine, bei der Schraubenspinde und bei der Spindelpresse werden Teile durch Schrauben bewegt. Diese Gewinde werden als *Bewegungsgewinde* bezeichnet.

Nenne noch andere Beispiele von Bewegungsgewinden!

Physikalische Grundlagen

Wie aus dem Physikunterricht bekannt ist, kann man sich das Gewinde der Schraube aus der geneigten Ebene entstanden denken.

Wie lauten die Gesetzmäßigkeiten der geneigten Ebene?

Wie entsteht eine Schraubenlinie?

Die auf dem Umfang eines Rundstabes entstehende Schraubenlinie entspricht den *Gewindegängen* bei der Schraube. Mit der Schraube kann beim Verbinden von Werkstücken oder beim Bewegen von Teilen mit geringem Kraftaufwand eine große Last überwunden werden.

- Die Schraube ist eine einfache kraftumformende Einrichtung.

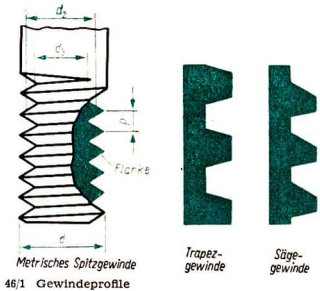
Metrisches Gewindesystem

Durch die Einführung von Standards, die für die gesamte Industrie Gesetzeskraft haben, bestehen einheitliche Festlegungen über Abmessungen und Profile der einzelnen Gewinde. Danach werden zum Beispiel im Maschinenbau ausnahmslos *metrische Gewinde* hergestellt und verwendet. Bei diesem *Gewindesystem* werden die zur Kennzeichnung des Gewindes notwendigen Maße auf die Längeneinheit Meter bezogen und in Millimeter angegeben. Die Bezeichnung M 10 kennzeichnet zum Beispiel ein metrisches Gewinde, dessen Außendurchmesser d 10 mm beträgt. Da das Gewinde nach dem Außendurchmesser benannt wird, heißt er auch *Nenndurchmesser*.

Weitere Bezeichnungen am metrischen Gewinde:

- d_3 – Kerndurchmesser (kleinster Durchmesser am Schraubenbolzen),
- d_2 – Flankendurchmesser (mittlerer Durchmesser, wird bei Kräfteberechnungen an der Schraube benötigt),
- P – Steigung (senkrechter Abstand von Gewindespitze zu Gewindespitze).

Befestigungs- und Bewegungsgewinde unterscheiden sich hauptsächlich durch unterschiedliche Profile. Als Befestigungsgewinde wird vorwiegend *metri-*



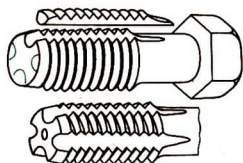
sches Spitzgewinde verwendet. Bewegungsgewinde werden als *Trapez- oder Sägegewinde* hergestellt.

Gewindeschneiden von Hand

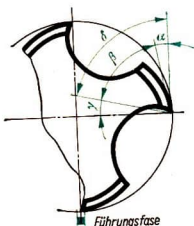
Schneiden von Innengewinde

Innengewinde werden mit Gewindebohrern geschnitten. Gewindebohrer können mit einer Schraube verglichen werden, bei der durch Herausfräsen von Werkstoff Spanntuten entstanden sind. Beim Herausfräsen des Werkstoffes entstehen gleichzeitig die keilförmigen Schneiden. Um mit diesen Schneiden ein Zerspanen des Werkstoffes beim Gewindeschneiden zu erreichen, müssen sie so bearbeitet werden, daß nur die Schneidkante und eine schmale Führungsfase am Werkstoff angreifen. Durch entsprechendes Abschleifen entsteht der Freiwinkel α und damit die vollständige Keilform der Schneiden. Die so entstandenen Gewindebohrer müssen außerdem einen kegelförmigen *Anschnitt* erhalten, damit das Zerspanen des Werkstoffes auf mehrere Schneiden verteilt und ein Anschneiden überhaupt möglich wird.

Zum Schneiden von Innengewinden wird meist ein Satz Gewindebohrer, bestehend



47/1 Entstehen des Gewindebohrers aus der Schraube



47/2 Winkel an den Schneiden des Gewindebohrers

aus Vor-, Mittel- und Fertigschneider, verwendet. Diese drei Gewindebohrer haben unterschiedliche Außendurchmesser (Bild 47/3).

Während die Gewindegänge mit dem Vorschneider nur in bestimmter Tiefe vorgeschritten werden, werden sie mit dem Mittelschneider weiter vertieft und mit dem Fertigschneider endgültig fertiggeschnitten und geglättet. Die Hauptzerspanungsarbeit wird bei allen Gewindebohrern am Anschnitt verrichtet. Für das Gewindeschneiden in Durchgangsbohrungen kann der Muttergewindebohrer verwendet werden. Bei diesem Gewindebohrer sind Vor-, Mittel- und Fertigschneider zu einem Werkzeug vereinigt (Bild 47/4).

• Innengewinde wird mit Vor-, Mittel- und Fertigschneider in drei Arbeitsgängen geschnitten. Gewinde in Durchgangsbohrungen können mit Mutter-

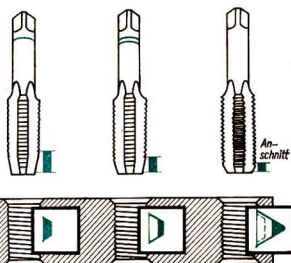
gewindebohrern in einem Arbeitsgang geschnitten werden.

Innengewinde werden mit Gewindebohrern in entsprechend vorbereitete Bohrungen der verschiedensten Werkstücke geschnitten. Da beim Gewindeschneiden stets ein Teil des Werkstoffes in die Gewindegänge des Schneidwerkzeugs gequetscht wird, muß der Durchmesser der Bohrung größer als der Gewindegangdurchmesser sein. Zur Ermittlung des notwendigen Bohrerdurchmessers für das jeweils zu schneidende Gewinde wird in der Werkstatt die folgende Faustformel verwendet:

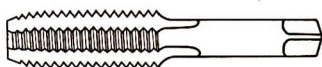
$$\text{Durchmesser des Spiralbohrers} = 0,8 \cdot \text{Gewindedurchmesser} + 0,2 \text{ mm.}$$

Schneiden von Außengewinde

Zum Schneiden von Außengewinde wird das Schneideisen verwendet. Das Schneideisen kann mit einer Schraubenmutter, bei der durch das Herausarbeiten der Spannuten einzelne Schneiden entstehen,

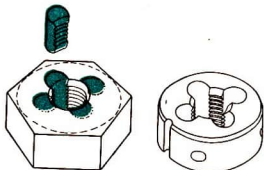


47/3 Satz Gewindebohrer

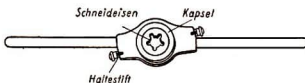


47/4 Muttergewindebohrer

verglichen werden. Genau wie bei den Gewindebohrern müssen auch beim Schneideisen die Schneiden entsprechend abgeschliffen sein, um die vollständige Keilform dieser Schneiden zu erreichen. Schneideisen sind beidseitig mit einem 60°-Senker angesenkt: Der so entstandene Anschnitt verrichtet beim Schneiden von Außengewinde die Hauptzer-spanungsarbeit. Die Schneiden der folgenden Gewindegänge des Schneideisens schneiden das Gewinde fertig und glätten es.



48/1 Entstehen des Schneideisens aus der Schraubenmutter (Demonstrationsbeispiel)



48/2 Schneideisen mit Schneideisenhalter

- Außengewinde wird mit dem Schneideisen in einem Arbeitsgang geschnitten.

Schneideisen werden in Schneideisenhalter (Bild 48/2) eingespannt. Bevor der Bolzen zum Gewindeschneiden vorbereitet wird, muß der Durchmesser geprüft werden. Bei zu geringem Bolzendurchmesser kann das Gewinde nicht voll ausgeschnitten werden, weil nicht genügend Werkstoff vorhanden ist. Ist der Bolzen zu stark, so wird beim Schneiden zu viel Werkstoff vorgequetscht, und die Gewindegänge reißen aus. Das Gewinde wird unbrauchbar. Der notwendige Bolzendurchmesser kann mit Hilfe der in

der Werkstatt gebräuchlichen Faustformel ermittelt werden:

$\text{Bolzendurchmesser} = \text{Nenn Durchmesser des Gewindes} - 0,2 \cdot \text{Gewindetiefe}$.

Schmier- und Kühlmittel

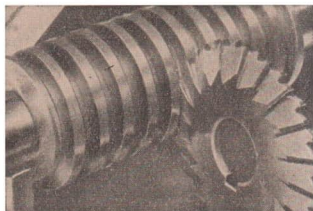
Ebenso wie beim Sägen werden auch beim Gewindeschneiden viele Werkstoffe unter Mitwirkung von Kühl- und Schmiermitteln zerspannt. Die nachstehend aufgeführte Übersicht gilt gleichfalls für das maschinelle Gewindeschneiden.

Werkstoff	Schmiermittel
Stahl	Bohrölemulsion, Rüböl
Grauguß	trocken oder Petroleum
Messing, Bronze	trocken oder Rüböl
Leichtmetall	Bohrölemulsion, Spiritus
Plast	trocken

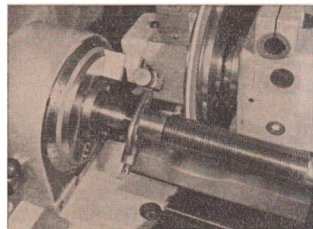
Einsatz von Maschinen

Innengewinde können in der Werkstatt mit ortsfesten Bohrmaschinen, zum Beispiel mit der Säulenbohrmaschine geschnitten werden. Dazu sind spezielle Gewindebohrer notwendig. Bei den zum Gewindeschneiden geeigneten Bohrmaschinen kann die Drehrichtung geändert und dadurch der Gewindebohrer aus der Bohrung herausgedreht werden. Der Zeitaufwand beim maschinellen Gewindeschneiden ist gering. Außerdem werden die beim Schneiden von Hand möglichen Fehler, wie schiefes Ansetzen oder ungleichmäßige Belastung, weitgehend vermieden. Die Qualität des hergestellten Gewindes wird dadurch höher.

Gewinde können weiterhin mit Drehmaschinen geschnitten werden. Dazu werden entsprechend geformte Drehmeißel, Gewindebohrer und Schneideisen verwendet.



49/1 Gewindefräsen



49/2 Gewindeschleifen

Fräsmaschinen und *Schleifmaschinen* eignen sich ebenfalls zur Herstellung von Gewinden.

Bei der Konstruktion von Maschinen, Anlagen und Geräten werden soweit als möglich standardisierte Gewindeteile und Schrauben verwendet. Dadurch wird ein einfaches Austauschen möglich und gleichzeitig die Voraussetzung dafür geschaffen, daß diese Teile in entsprechenden Betrieben in sehr großen Stückzahlen für die gesamte Wirtschaft hergestellt werden können.

Zur Herstellung von Gewindeteilen und Schrauben in großen Stückzahlen werden *Drehautomaten* eingesetzt. Diese Automaten führen alle zur Herstellung der Schraube notwendigen Arbeitsgänge aus und benötigen dafür nur wenig Zeit (s. Schraubenautomat, Bild 88/1).

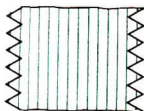
Ein Drehautomat kann zum Beispiel in 60 Minuten 500 Zylinderkopfschrauben M 5 herstellen. Für die Herstellung einer Schraube wird damit nur eine Arbeitszeit von ungefähr 7 Sekunden benötigt. Ein Facharbeiter würde allein für das Schneiden eines Außengewindes M 5 mit einer Länge von 50 mm 3,5 Minuten benötigen.

Automaten werden nur von wenigen Facharbeitern betreut, so daß bei sehr geringen Herstellungszeiten auch noch Arbeitskräfte eingespart werden.

Spanlose Gewindeherstellung

In der modernen Produktion wird an Stelle der Gewindeherstellung durch Spanen ein Verfahren angewendet, bei dem die Gewindgänge durch Umformung des Werkstoffes entstehen.

Bei diesem Verfahren, dem *Gewindewalzen* oder *Gewinderollen*, werden die Gewindgänge durch gehärtete Stahlplatten oder Rollen, die das herzustellende Gewindeprofil tragen, in den Bolzen eingewalzt. Beim *Gewindewalzen* wird kein Werkstoff zerspannt, so daß bei der Herstellung von Gewindeteilen in großer Stückzahl erhebliche Materialmengen eingespart werden. Außerdem ist die Festigkeit gewalzter Gewinde größer als bei Gewinden, die durch Zerspanen hergestellt werden. Die Fasern des Werkstoffes werden beim Walzen nicht unterbrochen, es wird lediglich ihr Verlauf geändert. Die Herstellungszeiten beim *Gewindewalzen* sind gering. Zur Herstellung von Dieselmotoren werden Schrauben M 24 mit einer Gewindelänge

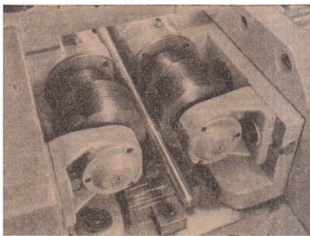


spanend geformtes Gewinde



spanlos geformtes Gewinde

49/3 Faserverlauf



50/1 Gewinderollmaschine

von 30 mm benötigt, die sehr hohen Belastungen standhalten können. Die Gewinde dieser Schrauben werden durch Umformen mit einer Gewinderollmaschine hergestellt. In 60 Minuten können mit dieser Maschine auf 80 Werkstücke Gewinde aufgerollt werden.

AUFGABEN

1. Beurteile die Zerspanungsarbeit der einzelnen Gewindebohrer eines Satzes beim Gewindeschneiden!
2. Fertige eine Tabelle an, aus der die Durchmesser der Spiralbohrer zur Herstellung der Kernbohrungen für die Gewinde M 3, M 4, M 5, M 6, M 8 und M 10 zu ersehen sind!
3. Welche Auswirkungen haben falsch gewählte Durchmesser von Bolzen und Kernbohrungen auf die Qualität des herzustellenden Gewindes?
4. Warum müssen die Gewindebohrer eines Satzes unbedingt in der richtigen Reihenfolge verwendet werden?
5. Fertige ein Modell einer Schraubenlinie an und ermittle die Steigung der Gänge an diesem Modell!

Abtragen

Sind metallische Werkstücke sehr groß, sehr dick, sehr sperrig oder werden sehr komplizierte Formen gefordert, dann ist spanendes Trennen oftmals sehr schwierig. Das Gleiche gilt auch, wenn gehärteter Werkzeugstahl, Schnellarbeitsstahl oder Hartmetalle getrennt werden müssen. Das betrifft besonders den Schiffbau, den Kesselbau, den Stahlbau und den Werkzeugmaschinenbau.

Nenne Erzeugnisse dieser metallverarbeitenden Betriebe, bei denen Werkstücke mit den oben genannten Merkmalen auftreten!

- *Durch Abtragen werden große, kompliziert geformte Werkstücke hergestellt sowie sehr harte Werkstoffe bearbeitet.*

Beim Abtragen wird der Werkstoffzusammenhang durch Zerstoren oder Abheben von Werkstoffteilchen an der Trennstelle aufgehoben. Dieses Zerstoren oder Abheben von Werkstoffteilchen kann durch *chemische* oder durch *elektrische* Trennverfahren hervorgerufen werden. Beide Verfahren werden in der Produktion angewendet. Sie ermöglichen eine wirtschaftliche Herstellung und Bearbeitung der Werkstücke bei geringem Aufwand an Arbeitszeit und Kraft.

Brennschneiden

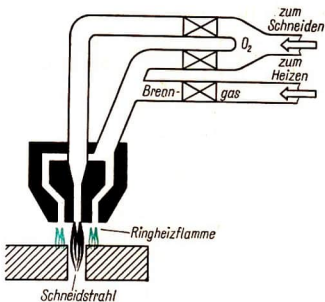
- *Brennschneiden ist ein chemisches Trennverfahren. Es wird zur Bearbeitung von Werkstücken aus Stahl und Stahlguß angewendet.*

Einem *Schneidbrenner* (Bild 51/2) wird durch Schlauchleitungen *Äthin* (*Azetylen*) und *Sauerstoff* zugeführt. Über ein Rohr gelangt dieses Gasgemisch in die Düse des Brennerkopfes, strömt aus und



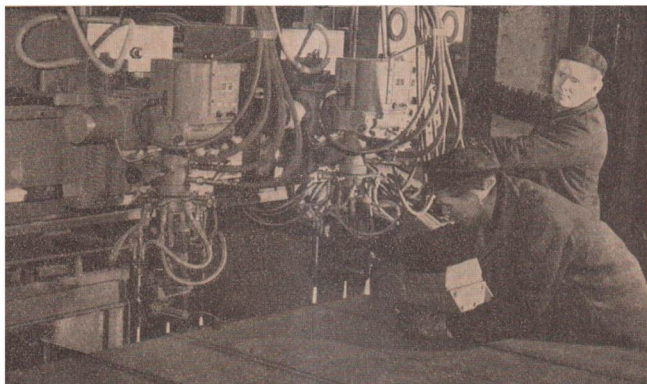
51/1 Schneidbrenner

wird dort verbrannt. Die Düse ist so gestaltet, daß eine ringförmige Flamme entsteht. Mit Hilfe dieser Heizflamme wird der Werkstoff an der Trennstelle auf eine Temperatur von ungefähr 900 °C erwärmt. Gleichzeitig wird über ein zweites Rohr, das Schneid-Sauerstoff-



51/2 Schnitt durch den Brennerkopf

Rohr, ein Sauerstoffstrahl auf den erwärmten Werkstoff geleitet. Bei der Temperatur von 900 °C, der Entzündungstemperatur von Stahl, verbindet sich der zugeführte Sauerstoff (O) mit dem Eisen (Fe) zu Eisenoxid (Fe_2O_3), der Stahl verbrennt.



51/3 Brennschneidemaschine

- *Beim Brennschneiden wird der vorher erwärmte Werkstoff durch einen Sauerstoffstrahl verbrannt und spanlos eine Trennfuge hergestellt.*

Für Leichtmetall, Kupfer und Grauguß ist dieses Verfahren nicht zu verwenden, da bei ihnen die Entzündungstemperatur höher liegt als die *Schmelztemperatur*. Diese Stoffe würden schmelzen, bevor ein Entzünden und Verbrennen von Teilchen an der Trennstelle möglich wäre.

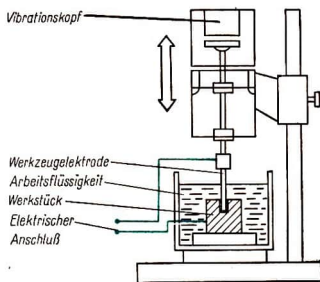
Beim Brennschneiden mit dem Schneidbrenner (Bild 51/1) weisen die entstehenden Trennflächen größere Ungenauigkeiten auf, weil eine sichere Führung von Hand nicht möglich ist. Im Produktionsbetrieb werden darum vielfach Brennschneidemaschinen (Bild 51/3) eingesetzt. Durch entsprechende Vorrichtungen wird der Brenner sicher geführt, so daß die Schnittflächen sauberer sind und weniger Nacharbeit notwendig ist. Außerdem ist die Schnittleistung der Maschinen größer als beim Schneiden von Hand. Brennschneidemaschinen werden vorwiegend dann eingesetzt, wenn Werkstücke mit komplizierten Formen und großer Werkstoffdicke ausgeschnitten werden müssen. Im Schiffbau zum Beispiel werden die Platten der Außenhaut und des Decks sowie viele andere Teile mit solchen Maschinen zugeschnitten.

Elektroerosives Abtragen

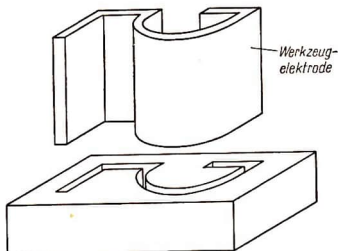
- *Elektroerosives Abtragen ist ein elektrisches Trennverfahren. Es wird zur Bearbeitung von elektrisch leitenden Werkstoffen angewendet.*

Da alle Metalle den elektrischen Strom leiten, können sie mit diesem Verfahren bearbeitet werden. Durch elektroerosives Abtragen werden vorwiegend vielfältig geformte Durchbrüche (Bild 52/2) und

Bohrungen hergestellt. Dabei wird das zu bearbeitende Werkstück an den einen Pol und das Werkzeug, das als *Werkzeugelektrode* bezeichnet wird, an den anderen Pol einer speziell dafür bestimmten elektrischen Anlage angeschlossen. Mit Hilfe der Anlage werden in sehr kurzen Zeitabständen elektrische Funken zwischen Werkzeug und Werkstück erzeugt. Die Temperatur dieser Funken beträgt ungefähr 15 000 °C. Die hohe Temperatur wirkt an der Trennstelle auf den Werkstoff ein. Dabei wird die Oberfläche zerstört, und Werkstoffteilchen werden



52/1 Anlage zur elektroerosiven Bearbeitung



52/2 Formloch

abgetragen. Damit die Funken entstehen, muß das Werkzeug eine schwingende Bewegung in Richtung des Werkstückes ausführen. Dazu wird eine besondere elektrische Einrichtung, der *Vibrationskopf*, verwendet (Bild 52/1). Die Werkzeugelektrode muß im Querschnitt der Form des herzustellenden Durchbruches oder der Bohrung entsprechen (Bild 52/2). Ein kreisrundes Loch kann folglich nur mit einer kreisrunden Werkzeugelektrode hergestellt werden.

Werkzeugelektroden können aus Graphit, Wolfram, Kupfer oder Stahl bestehen. Zwischen Werkstück und Werkzeug befindet sich bei diesem Verfahren eine elektrisch nicht leitende Flüssigkeit (Öl, Petroleum, o. a.). Sie verhindert die Entstehung eines Lichtbogens, wie er zum Beispiel beim elektrischen Schweißen zu beobachten ist. Außerdem führt die Flüssigkeit

die abgetragenen Teilchen ab und kühlt Werkzeug und Werkstück.

- *Durch elektroerosives Abtragen lassen sich vielfältig geformte Durchbrüche und Bohrungen mit sehr hoher Maßgenauigkeit anfertigen.*

Im Gegensatz zu dem bekannten Bohrverfahren können auch Bohrungen mit sehr kleinen Durchmessern hergestellt werden. Außerdem können gehärtete Werkstoffe und sogar Hartmetalle bearbeitet werden, ohne daß diese ihre Härte dabei verlieren. Das elektroerosive Verfahren ist daher gut geeignet, zum Beispiel abgebrochene Gewindebohrer aus Werkstücken zu entfernen, ohne das Werkstück zu zerstören. Die bei der Bearbeitung von Werkstücken notwendige Arbeitszeit ist bei diesem Verfahren gering.

FORMGEBUNG DURCH UMFORMEN

Wie man mit elektrischem Strom, mit Stadtgas und mit dem Leitungswasser sparsam umgehen muß, müssen auch unsere Betriebe mit den Werkstoffen und Halbzeugen sparsam, das heißt wirtschaftlich umgehen. Bei der Formgebung durch Trennen, besonders beim Spanen, treten oftmals erhebliche Werkstoffverluste auf. So fallen beispielsweise in der Tischlerei große Mengen an Säge- und Hobelspänen an; in der Metallwerkstatt sammeln sich viele Stahl-, Messing-, Aluminium- und Plastspäne. Späne sind Abfall; sie sind ein Verlust an wertvollem Werkstoff.

Allgemein gilt für die Formgebung durch Trennen: Das fertige Werkstück hat eine geringere Masse als das in die Bearbeitung gegebene Rohstück. Die Differenz vom Rohstück zum fertigen Werkstück ist der Werkstoffverlust.

Kann man einem Werkstoff die gewünschte Form geben, ohne daß ein Werkstoffverlust eintritt, dann ist ein solches Verfahren viel wirtschaftlicher. Dazu einige Beispiele:

Plastrohre lassen sich über einer Flamme leicht in die gewünschte Form biegen (Bild 54/1). Auf dem Amboß wird aus dem Flachstahl das Werkstück geschmiedet (Bild 54/2).

Überlege, wie groß der Werkstoffverlust wäre, wenn man das gleiche Werkstück durch ein Trennverfahren herstellen würde!



54/1



54/2



54/3







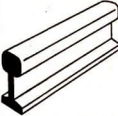

54/4



In allen Wirtschaftsbereichen und Industriezweigen werden Werkstoffe umgeformt. Die Straßenwalze formt die Asphaltdecke der Straße (Bild 54/3), und im Fleischverarbeitungswerk wird die Wurstmasse gepreßt (Bild 54/4).

Die vier genannten Beispiele haben gemeinsam, daß die gewünschte Form durch Umformen gegeben wird.

Überlege weitere Beispiele für die Anwendung von Umformverfahren!

Rohteil				
Fertigteil				
Verfahren	Biegen	Schmieden	Walzen	Pressen

55/1 Umformverfahren in der Metallverarbeitung

- *Biegen, Schmieden, Walzen und Pressen sind Umformverfahren.*

Grundlagen des Umformens

Umformbarkeit der Werkstoffe

Kann man einem Werkstoff durch die Einwirkung einer äußeren Kraft eine neue Form geben, ohne daß dabei seine Stoffteilchen ihren Zusammenhang verlieren, dann ist der Werkstoff formbar. Beim Umformen bleibt nicht nur der Zusammenhang der Stoffteilchen erhalten, sondern auch das ursprüngliche Volumen des eingesetzten Werkstoffes.

Umformungen lassen sich an vielen Werkstoffen (zum Beispiel Plast, Stahl, Kupfer, Aluminium) durchführen; dabei geraten unter der Einwirkung einer Kraft

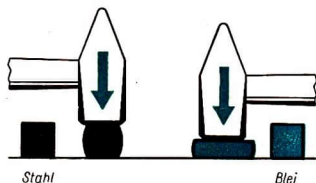
die Stoffteilchen in Bewegung, verändern ihre Lage. Läßt man die Kraft so einwirken, daß sich die Stoffteilchen in einer bestimmten Richtung bewegen, dann erhält der Werkstoff die neue, gewünschte Form.

Den Bewegungsvorgang im Innern des Werkstoffes nennt man *Fließen*. Der Werkstoff vermag so lange zu fließen, wie die Kohäsionskräfte ausreichen, die die Stoffteilchen untereinander zusammenhalten. Die Umformbarkeit der Werkstoffe beruht auf ihrem *Fließvermögen*.

- *Das Umformen setzt die Formbarkeit des Werkstoffes voraus. Ein Werkstoff ist umformbar, wenn er unter Einwirkung äußerer Kräfte seine Form verändert, ohne dabei den stofflichen Zusammenhang zu verlieren.*

Formungswiderstand und Kraftbedarf

Sollen zwei gleiche Rohstücke, das eine aus Stahl, das andere aus Blei, unter gleichem Kraftaufwand geformt werden, dann fällt das Ergebnis sehr unterschiedlich aus (Bild 56/1).

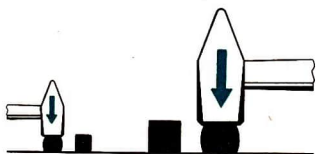


56/1 Unterschiedlicher Widerstand gegen das Umformen

Der innere Widerstand, der Formungswiderstand, den ein Werkstoff dem Verschieben seiner Teilchen entgegensetzt, hängt offensichtlich von der Art und Zusammensetzung des Stoffes ab.

Untersuche dir bekannte formbare Werkstoffe (zum Beispiel Plastilin, Wachs) im Hinblick auf ihren Formungswiderstand!

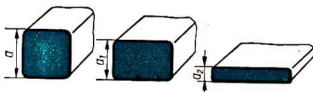
Für jedes Stoffteilchen, das beim Umformen verschoben werden muß, ist ein bestimmter Kraftaufwand erforderlich. Je größer die Werkstücke bei gleichem Werkstoff sind, um so mehr Stoffteilchen müssen verschoben werden und um so größer muß deshalb die von außen einwirkende Kraft sein. Mit zunehmender



56/2 Unterschiedliche Werkstückgröße

Größe der Werkstücke wächst der Kraftbedarf beim Umformen (Bild 56/2). Für Schmiedestücke mit geringem Gewicht reicht die Muskelkraft des Schmiedes aus. Große Werkstücke müssen von Schmiedemaschinen umgeformt werden.

Je mehr die Form des Werkstückes von der Form des Rohteils abweicht, um so größer ist der erforderliche *Umformungsgrad*. Das bedeutet, daß die Stoffteilchen um einen längeren Weg verschoben werden müssen und daß dafür eine größere Kraft benötigt wird. Beim Umformen eines Rohlings mit quadratischer Querschnittfläche zu einem Stück mit rechteckiger Querschnittfläche ist der Umformungsgrad und damit der Kraftbedarf um so größer, je mehr die ursprüngliche Dicke (Bild 56/3) verringert wird.



56/3 Unterschiedlicher Umformungsgrad

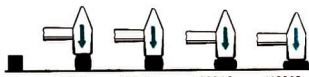
Einfluß der Temperatur

Prüfe die Formbarkeit von Wachs in kaltem und in erwärmtem Zustand!

Nur wenige Werkstoffe sind kalt formbar. Viele Werkstoffe lassen sich dagegen gut warmformen.

Die meisten metallischen Werkstoffe sind kalt- und warmformbar. Unter *Kaltformen* versteht man das Umformen des Werkstoffes ohne Wärmezufuhr. Hierbei ist die Umformbarkeit jedoch gering. Mit zunehmendem Umformungsgrad wird der Werkstoff so spröde, daß er reißt.

Beim *Warmformen* wird der Werkstoff unter Wärmezuführung umgeformt. Die erforderliche Temperatur zum Warmformen ist nicht für alle Werkstoffe



57/1 Einfluß der Temperatur eines Stahlwürfels auf seine Formbarkeit

gleich groß. Während sie für den Kunststoff PVC ungefähr 130 °C beträgt, kann sie für den metallischen Werkstoff Stahl mehr als 1000 °C betragen. Da sich durch Warmformen viele metallische Werkstoffe, wie zum Beispiel Stahl, Aluminium und Messing, beliebig weit umformen lassen, bezeichnet man diese Werkstoffe bei höheren Temperaturen als *knetbar*.

In dem Maße, wie die Umformbarkeit der Werkstoffe durch Erwärmen zunimmt, verringert sich der Kraftbedarf für die Umformung. Mit steigender Temperatur werden die Bindungskräfte, die die Stoffteilchen zusammenhalten, kleiner. Dadurch lassen sie sich mit geringerem Kraftaufwand überwinden, das bedeutet, daß die Teilchen durch kleinere Kräfte verschoben werden können (Bild 57/1).

- *Formbare Werkstoffe lassen sich bei höherer Temperatur weitgehender und mit geringerem Kraftaufwand umformen als bei Raumtemperatur.*

Das Warmformen wird deshalb in der Metallverarbeitung dann angewendet, wenn große Werkstücke durch Umformen aus dicken und schweren Rohteilen hergestellt werden.

- *Dicke Werkstücke und harte Werkstoffe werden warmgeformt. Dünne Werkstücke aus plastischem Werkstoff (zum Beispiel dünne Bleche und Rohre) können kaltgeformt werden.*

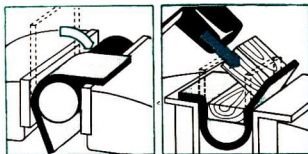
Beim Biegen, Walzen und Pressen wird sowohl kalt- als auch warmgeformt. Schmieden ist ein Warmformen.

Biegen

Grundlagen und Anwendung

Das Biegen wird in fast allen Zweigen der metallverarbeitenden Industrie angewendet. Aus Blech werden Rohrschellen (Bild 57/2), Verkleidungen für Maschinenteile, Behälter, Trichter gebogen. Aus Draht kann man Haken, Ösen und Ringe fertigen. Rohre, Schienen und andere Profile lassen sich ebenfalls in eine gewünschte Form biegen.

Werkstoffe, die sich zum Biegen eignen sollen, müssen plastisch sein. Elastische Werkstoffe eignen sich nicht zum Biegen.



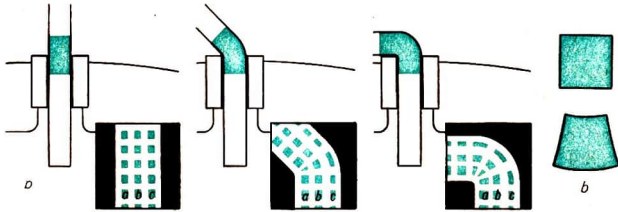
57/2 Biegen einer Rohrschelle

Erkläre die Unterscheidungsmerkmale plastischer und elastischer Stoffe, wie sie im Physikunterricht in der Klasse 6 gelehrt wurden!

- *Durch Biegen werden plastisch formbare Werkstoffe umgeformt. Das Volumen des Werkstückes bleibt gleich.*

Veränderung des Werkstoffes beim Biegen

Wird ein grüner Zweig um einen Zylinder geringen Durchmessers gebogen, dann wellt sich die Rinde auf der Innenseite, während sie auf der Außenseite reißt. Ähnliches, ohne jedoch zu reißen, geschieht zum Beispiel beim Biegen eines Stückes Flachstahl (Bild 58/1). Vor dem Biegen zeigt der Werkstoff eine gleich-



58/1 Umformung des Werkstoffes (a) und des Materialquerschnittes (b) beim Biegen

mäßige Struktur. Während des Biegevorganges werden die Werkstoffschichten an der inneren Biegekante gestaucht (zusammengepreßt), dadurch bilden sich an der Werkstückoberfläche Falten. An der äußeren Biegekante werden die Werkstoffschichten gestreckt (auseinandergezogen). In der Mitte des Werkstückes treten diese Stauch- und Streckvorgänge nicht auf. Die mittlere Werkstoffschicht nennt man deshalb *neutrale Schicht*. Auf Grund von Veränderungen der äußeren und inneren Werkstoffschichten verformt sich auch der Querschnitt des Flachstahls (Bild 58/1). Vor dem Biegevorgang war der Querschnitt ein Rechteck, während des Biegens haben sich die äußeren Flächen gewölbt. Nur in der neutralen Schicht bleibt die Werkstückbreite erhalten.

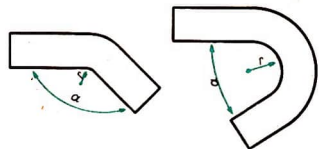
- *Beim Biegen wird der Werkstoff an der Innenkante gestaucht und an der Außenkante gestreckt. Die mittlere Werkstoffschicht wird im allgemeinen nicht beeinflusst, sie heißt neutrale Schicht.*

BIEGERADIUS. Wird ein Werkstück sehr scharf gebogen, so werden die Stauch- und Streckvorgänge besonders groß. Der Werkstoff kann an der äußeren

Fläche reißen. Deshalb darf der Biegeradius r bei der Konstruktion des Werkstückes nicht zu klein gewählt werden. Er ist von der Dicke des Werkstoffes und von der Größe des Biegewinkels α abhängig (Bild 58/2).

- *Je dicker das Werkstück ist, desto größer muß der Biegeradius sein. Je kleiner der Biegewinkel ist, desto größer muß der Biegeradius bei gleicher Werkstückdicke sein.*

BIEGELÄNGE. Für die Fertigung eines Werkstückes, das gebogen werden soll, ist es ökonomisch wichtig, vor dem Biegen die genaue Werkstofflänge zu ermitteln, die abgetrennt werden muß. Dazu muß die Biegelänge berechnet werden. Unter der Biegelänge L versteht man die Länge des gestreckten Werkstückes. Dabei geht man üblich von der nicht ver-



58/2 Abhängigkeit des Biegeradius vom Biegewinkel

formten, neutralen Schicht aus und nimmt ihre Länge als das Maß des gestreckten Werkstückes.

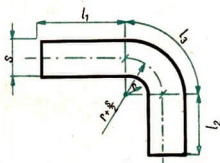
Bei einem rechtwinklig gebogenen Werkstück (Bild 59/1) ist die Länge l_3 ein Viertelkreis. Der Radius dieses Kreises ergibt sich aus dem Biegeradius r und der halben Werkstückdicke. Dann ist die Biege­länge:

$$L = l_1 + l_2 + l_3$$

$$l_3 = \frac{2 \cdot \pi \cdot (r + \frac{s}{2})}{4}$$

$$l_3 = \frac{\pi \cdot (r + \frac{s}{2})}{2}$$

$$L = l_1 + l_2 + \frac{\pi}{2} (r + \frac{s}{2})$$



59/1 Biege­länge

Berechnungsbeispiel:

Gegeben: $l_1 = 120 \text{ mm}$; $l_2 = 100 \text{ mm}$
 $s = 4 \text{ mm}$; $r = 18 \text{ mm}$

Gesucht: Biege­länge L

Lösung: $L = l_1 + l_2 + \frac{\pi}{2} (r + \frac{s}{2})$

$$L = 120 \text{ mm} + 100 \text{ mm} + \frac{3,14}{2} \cdot (18 \text{ mm} + \frac{4}{2} \text{ mm})$$

$$L = 120 \text{ mm} + 100 \text{ mm} + 3,14 \cdot 10 \text{ mm}$$

$$L = \underline{251,4 \text{ mm}}$$

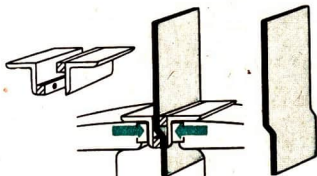
Verfahren und Werkzeuge

Beim Biegen unterscheidet man entsprechend der fertigen Form des Werkstückes das Biegen von winkligen Formen, das Biegen von runden Formen und das Richten. Während beim Biegen von einem geraden Werkstück ausgegangen

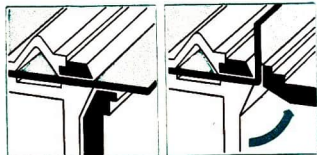
wird, sollen verbogene, verdrehte und verspannte Werkstücke durch das Richten wieder ihre ursprüngliche Form erhalten.

Herstellen winkliger Formen

Zur Herstellung eines winklig gebogenen Werkstückes werden Schlag-, Spann- und Hilfswerkzeuge benötigt. Für das Biegen von Stahl und anderen harten Werkstoffen eignet sich als Schlagwerkzeug der Schlosserhammer. Für weichere und dünnere Werkstoffe verwendet man den Holz- oder Gummihammer. Das gebräuchlichste Spannwerkzeug ist der Schraubstock. Da die Schraubstockbacken recht scharfkantig sind, ist es notwendig, zum Biegen eine Beilage aus weicherem Werkstoff zwischen Schraubstockbacke und Werkstück zu legen. Um das Biegen wirtschaftlicher zu gestalten und um menschliche Arbeitskraft und Arbeitszeit zu sparen, werden entsprechend der Form des Werkstückes auch verschiedene einfache Vorrichtungen, wie zum Beispiel Beilagen, vorgearbeitete Profile und Formstücke, verwendet. Bild 59/2 zeigt, wie durch zwei Beilagen und durch die Spannkraft des Schraubstockes Flachstahl gebogen werden kann. Sind dickere und breite Bleche zu biegen, wird dazu eine Abkantmaschine verwendet. Sie arbeitet nach dem Prinzip des



59/2 Biege­vorrichtung zum Durchsetzen von Flachstahl

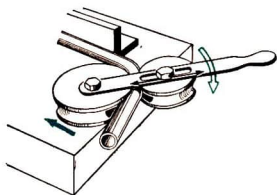


60/1 Abkantmaschine zum Biegen breiter Bleche

Hebelgesetzes (Bild 60/1). Dadurch wird ein genaues Arbeiten ohne große Kraftanstrengung erreicht.

Herstellen runder Formen

Beim Biegen von Werkstücken mit runden Formen kann nur, nachdem der Anfang der Rundung festgelegt ist, nach Schablone oder Lehre gebogen werden. Während bei winkligen Formen das Biegen in einem Arbeitsgang geschieht, muß bei runden Formen durch Nachsetzen des Spannwerkzeuges der Biegevorgang in mehreren Etappen verlaufen. Beim Biegen von Draht arbeitet man meist mit

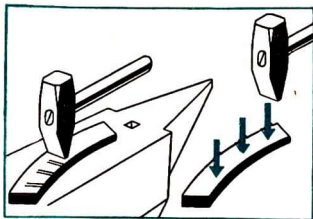


60/2 Biegevorrichtung für Rohre

Rundzangen. Ist der zu biegende Werkstoff stärker, muß die Rundung im Schraubstock unter Verwendung einer runden Beilage gebogen werden (Bild 57/2). Zum Biegen von Rohren (Bild 60/2) sind Biegevorrichtungen vorteilhaft.

Richten

Ein verbogenes Werkstück läßt sich dadurch richten, daß man den Werkstoff durch gezielte Hammerschläge an der gestauchten Stelle streckt. Dadurch arbeitet man der Biegung entgegen, und das Werkstück wird wieder gerade. Wichtig ist eine gerade Unterlage. Die Richtplatte, der Amboß oder die Amboßplatte am Schraubstock sind dafür geeignet.

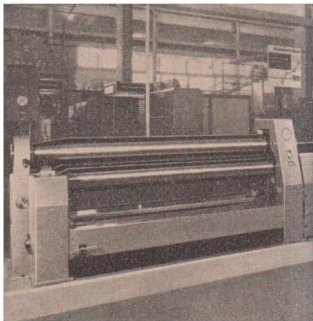


60/3 Richten von Flachstahl

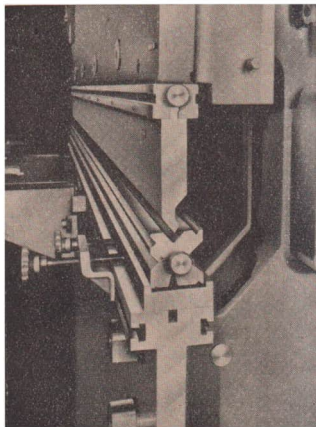
Kleinere Richtarbeiten lassen sich im Schraubstock ausführen. Durch Zusammendrücken der Schraubstockbacken kann ein Werkstück gerichtet werden.

Einsatz von Maschinen

In der Produktion müssen auch Werkstücke großer Abmessungen gebogen werden. Um zum Beispiel für den Bau eines Kessels die Bleche zu biegen, reicht die Muskelkraft des Menschen nicht aus. Die Maschine muß die Arbeit verrichten. Sie arbeitet außerdem schneller und genauer. Aber auch zur Herstellung kleiner Werkstücke ist das Biegen von Hand nur noch bei Einzelfertigung, in der Reparatur und bei kleinen Serien lohnend. Bei größeren Serien und in der Massenfertigung verwendet man Biegemaschinen. Bild 61/1 zeigt eine Blechbiegemaschine.



61/1 Dreiwalzen-Blechbiegemaschine



61/2 Abkantpresse für Bleche bis zu 12 mm Dicke bei 6 m Biegelänge

Durch Verstellen der Biegewalze kann der Biegeradius geändert werden. Zum Biegen winkliger Formen wird die Ab-

kantpresse verwendet (Bild 61/2). Das Biegegesenk bestimmt die Form des Werkstückes.

AUFGABEN

1. Warum müssen Werkstoffe, die gebogen werden sollen, plastisch formbar sein?
2. a) Fertige aus Knetmasse ein Werkstück $120 \text{ mm} \cdot 25 \text{ mm} \cdot 15 \text{ mm}$, biege es über einem Rundholz von 10 mm Durchmesser und berichte über deine Beobachtungsergebnisse!
b) Lege anschließend einen Schnitt durch die Biegestelle! Was stellst du fest?
3. Berechne die Biegelänge für das Werkstück nach Bild 59/1, wenn $r = 10$ (20) mm; $s = 2$ (8) mm; $l_1 = 85$ (150) mm; $l_2 = 40$ (250) mm beträgt!

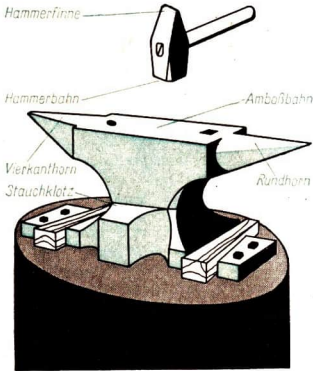
Schmieden

Grundlagen und Anwendung

Schmieden ist ein Warmumformverfahren, das hauptsächlich zum Umformen von Stahl eingesetzt wird.

Auf dem Amboß werden erwärmte Rohstücke durch kurze Hammerschläge zu Werkzeugen, wie Meißeln, Beilen, Zangen, oder zu kleinen Maschinenteilen geformt. Größere Werkstücke, wie Achsen, Wellen usw., werden auf großen Schmiedemaschinen geformt. Wie bei allen Umformverfahren tritt auch durch Schmieden praktisch kein Werkstoffverlust auf.

- *Beim Schmieden werden umformbare Metalle bei höheren Temperaturen durch Einwirkung von Schlagkraft geformt.*



62/1 Hammer und Amboß

SCHMIEDEVORGANG. Durch kurze stoßartig wirkende Schläge wird der auf Schmiedetemperatur (1000 °C) erwärmte Werkstoff umgeformt. Der Werkstoff wird an der Schlagstelle verdrängt und fließt in die Richtung, in der er keinen Widerstand findet. Durch zweckmäßige Anordnung der einzelnen Schläge wird der Werkstofffluß so gelenkt, daß aus dem Rohteil die Gestalt des fertigen Schmiedeteils entsteht.

SCHMIEDETEMPERATUR. Wichtig beim Schmieden ist die richtige Schmiedetemperatur des Werkstoffes. Ein hellglühender Stahl läßt sich bei gleicher Schlagkraft viel weiter umformen als ein dunkelglühender. Man darf das Werkstück jedoch nicht zu stark erwärmen, sonst verbrennt es. Ist das Werkstück zu niedrig erwärmt, entstehen beim Schmieden Risse in der Oberfläche.

- *Metalle lassen sich nur innerhalb bestimmter Temperaturgrenzen einwandfrei schmieden.*

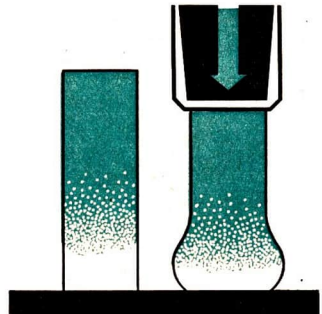
Die richtige Schmiedetemperatur erkennt man bei Stahl an der Glühfarbe. Das Werkstück wird hierzu aus dem Feuer gezogen und die Glühfarbe bestimmt. Das Umformen durch Schmieden gewinnt immer mehr an Bedeutung. Volle Ausnutzung des Werkstoffes, gute Festigkeitseigenschaften der Schmiedeteile und die ständige Verbesserung der Maschinen und Verfahren tragen dazu bei, daß heute immer mehr Werkstücke, die früher meist durch trennende Verfahren bearbeitet wurden, geschmiedet werden. Schmiedeteile werden in allen Industriezweigen eingesetzt, zum Beispiel für Achsen, Hebel, Walzen, Kurbelwellen.

Laß dir an Maschinen bzw. Geräten verwendete Schmiedeteile zeigen!

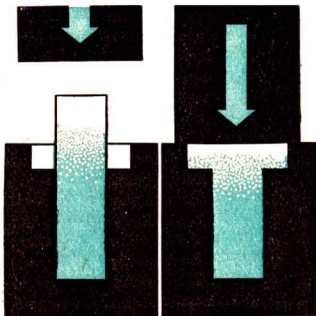
Verfahren und Werkzeuge

Die wichtigsten Verfahren beim Schmieden sind das *Freiformschmieden* und das *Gesekenschmieden*.

Beim *Freiformschmieden* wird das Schmiedeteil zwischen Hammer und Amboß frei geformt (Bild 62/2).

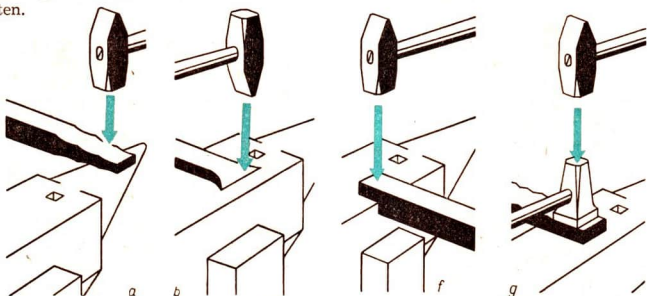
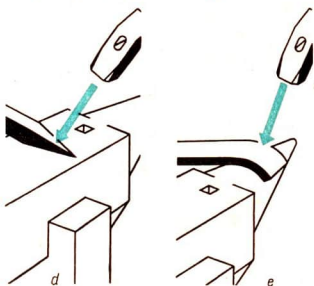
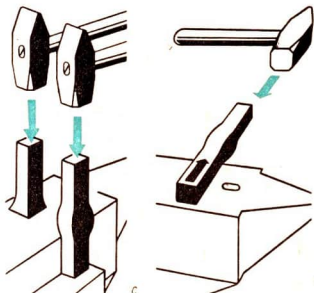


62/2 Freiformschmieden



63/1 Gesenkschmieden

Dieses Schmieden verwendet man bei der Einzelfertigung kleiner bis großer Teile. Das Gesenkschmieden wird vornehmlich bei der Massenfertigung angewendet: Das erwärmte Rohstück wird durch ein Schmiedegesenk umgeformt. Ein Gesenk ist eine Hohlform aus Stahl, in die der schmiedewarme Werkstoff geschlagen wird (Bild 63/1). Er paßt sich dadurch der vorgegebenen Form an und füllt sie aus. Innerhalb der Schmiedeverfahren gibt es eine große Anzahl von Schmiedearbeiten.



63/2 Schmiedearbeiten a) Strecken, b) Breiten, c) Stauchen, d) Spitzen, e) Runden, f) Absetzen, g) Schichten

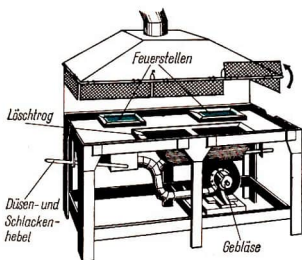
Die wichtigsten Schmiedearbeiten sind Strecken, Breiten und Stauchen (Bilder 63/2 a bis c).

Die Formung eines Werkstückes durch Schmieden stellt meist eine Verbindung dieser drei Schmiedearbeiten dar.

Weitere Schmiedearbeiten zeigen die Bilder 63/2 d bis g.

ERWÄRMUNGSEINRICHTUNGEN.

Zum Erwärmen des Werkstückes benutzt man in der Kleinschmiede den Schmiedeherd mit offenem Schmiedefeuer (Bild



64/1 Schmiedeherd

64/1). Als Brennstoff dienen schwefelarme Schmiedekohlen.

Die notwendige Verbrennungsluft wird von einem Gebläse erzeugt und durch

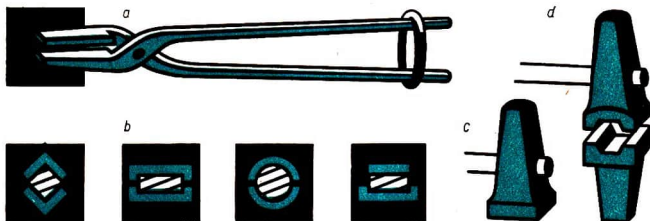
eine Rohrleitung von unten in das Feuer geführt. In größeren Schmieden erwärmt man auch in geschlossenen Öfen, die mit Gas, Öl oder elektrisch beheizt werden.

WERKZEUGE. Außer Hammer und Amboss, den wichtigsten Schmiedewerkzeugen, benutzt man zum Festhalten kurzer Werkstücke Zangen mit den verschiedensten Maulformen (Bild 64/2 a, b). Für Umformungsarbeiten, die sich allein mit dem Schmiedehammer nicht ausführen lassen, werden Hilfshämmer und Hilfs-gesenke (Bild 64/2 c, d) gebraucht. Mit ihnen wird nicht direkt auf das Werkstück geschlagen, sie werden nur aufgesetzt und mit einem Hammer geschlagen.

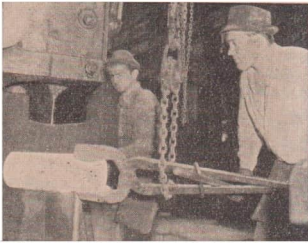
Maschinenhämmer

Durch den Einsatz von Maschinenhämmern wird körperlich schwere Schmiedearbeit ersetzt. Mit Hilfe der Schmiedemaschinen ist es auch möglich, sehr große Werkstücke genauer und schneller als durch Muskelkraft umzuformen.

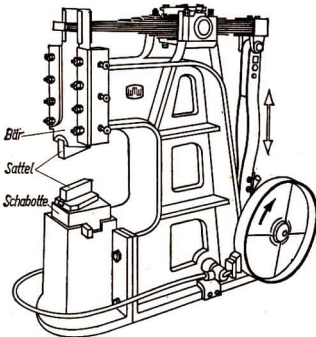
Bild 65/2 zeigt den Aufbau eines Federhammers. Beim Maschinenhammer tritt an die Stelle des Handhammers der maschinell bewegte Bär mit dem Obersattel und an die Stelle des Ambosses die Schabotte mit dem Untersattel. Ober-



64/2 Schmiedewerkzeuge



65/1 Schmieden mit dem Maschinenhammer



65/2 Federhammer

und Untersattel sind auswechselbar, da für die verschiedenen Umformungsarbeiten unterschiedlich geformte Sättel benötigt werden. Außerdem werden die Sättel als Schlag- bzw. Werkstückauflageflächen am meisten abgenutzt. Für die verschiedenen Arten und Größen der Schmiedestücke gibt es auch verschiedene Arten und Größen von Maschinenhämmer.

AUFGABEN

1. Warum werden Werkstücke zum Schmieden erwärmt?

2. Erläutere den Unterschied zwischen Freiformschmieden und Gesenkschmieden!
3. Begründe die wirtschaftlichen Vorteile, die sich durch die Auswechslungsmöglichkeit der Schmiedesättel ergeben!
4. Erkläre nach Bild 65/2 die Arbeitsweise des Federhammers!

Walzen

Grundlagen und Anwendung

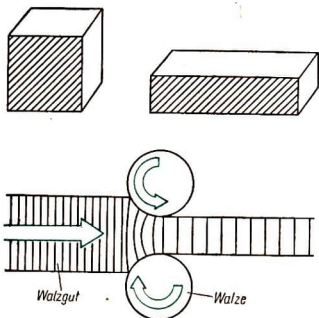
Bleche, Schienen und Rohre bezeichnet man als Halbzeuge, da sie für den Bau von Geräten und Maschinen noch weiter bearbeitet werden. Die Herstellung solcher Halbzeuge geschieht in Walzwerken.

PRINZIP DES WALZENS. Durch zwei sich gegeneinander drehende Walzen wird der Werkstoff aus einem Rohblock mit meist quadratischem oder rechteckigem Querschnitt in die gewünschte Form umgeformt. Der Abstand der Walzen ist dabei kleiner, als der Block vor dem Walzen dick ist. Der Rohblock wird von den Walzen erfaßt und durch sie hindurchgezogen; dabei wird er zusammengedrückt, seine Dicke wird geringer.

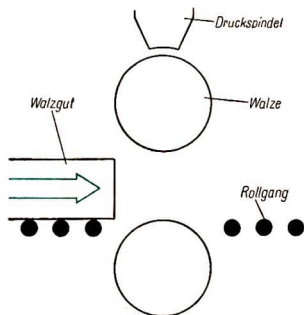
Vergleiche das Walzen mit dem Strecken und erkläre, wie der Werkstoff fließen muß!

Während des Walzvorganges wird das Walzgut länger, aber kaum breiter. Die große Reibung zwischen den Walzen und dem Walzgut läßt ein Verschieben der Stoffteilchen quer zur Walzrichtung nicht zu.

- *Durch Walzen wird der Querschnitt eines umformbaren Werkstoffes verändert. Die Stoffteilchen fließen in Walzrichtung. Dabei wird der Werkstoff länger.*



66/1 Walzvorgang



66/2 Schematische Darstellung eines Walzwerkes

<p>Bleche</p>	<p>Feinbleche <math>< 4\text{ mm}</math> Grobbleche $\geq 4\text{ mm}</math>$</p>	
<p>Profile</p>	<p>Quadrat-Profil, Winkel-Profil, Rund-Profil, U-Profil, Flach-Profil, T-Profil, Sechskant-Profil, Schienen</p>	
<p>Rohre</p>	<p>nahtlose Rohre geschweißte Rohre</p>	

66/3 Walzerzeugnisse und Walzenformen

KRAFTBEDARF BEIM WALZEN. Für den Antrieb und den Druck der Walzen ist eine große Kraft notwendig. Die Größe des Kraftbedarfs hängt wesentlich vom Widerstand ab, den der Werkstoff der Formänderung entgegensetzt. Durch richtige Wahl der Walztemperatur kann der Widerstand gegen das Umformen möglichst klein gehalten werden. In den meisten Fällen wird das Walzgut erwärmt, aber auch im kalten Zustand ist ein Walzen möglich. Kalt gewalzt wird vor allem dann, wenn hohe Genauigkeit und glatte Oberflächen erreicht werden sollen. Für den Kraftbedarf ist auch der Durchmesser der Walzen von Bedeutung. Je kleiner der Walzendurchmesser, desto größer ist der Kraftbedarf, gleichzeitig aber auch die Streckwirkung beim Walzen.

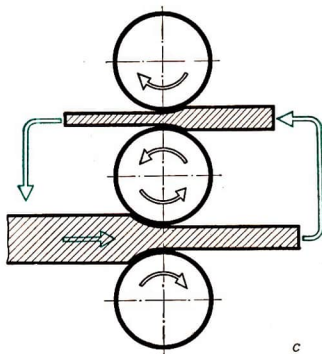
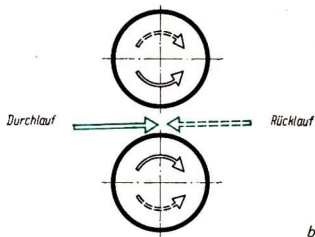
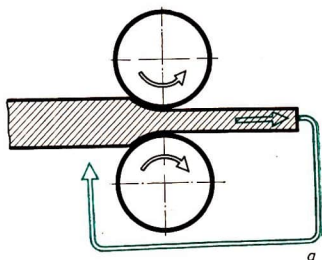
- Der Kraftbedarf beim Walzen ist besonders vom Widerstand gegen das Umformen, von der Temperatur und dem Walzendurchmesser abhängig.

Verfahren und Maschinen

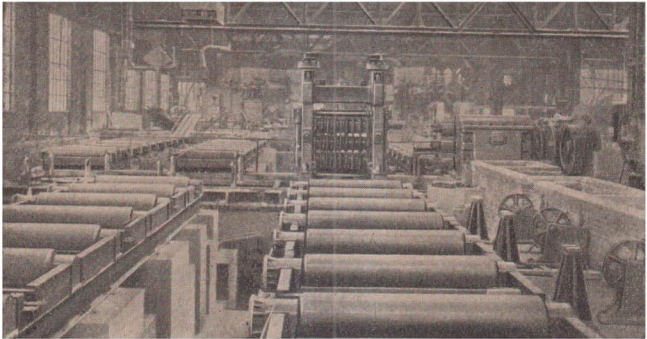
Ein Walzwerk besteht aus zwei oder mehr in einem Gerüst übereinander angeordneten Walzen. Den Antrieb der Walzen übernehmen Elektromotoren. Zum Zu- und Abführen des Walzgutes sind vor und hinter dem Walzgerüst maschinell angetriebene Rollgänge angebracht. Die Bilder 67/1a bis c zeigen einige typische Anordnungen von Walzen. Entsprechend dem zu fertigenden Halbzeug unterscheidet man Walzwerke für Bleche, Profile und Rohre.

Für das **WALZEN VON BLECHEN** benötigt man Walzen mit glatter Oberfläche.

Die **WALZWERKE FÜR PROFILE** unterscheiden sich von den Walzwerken für Bleche nur durch die Form der Wal-



67/1 Walzwerkarten (schematisch)
 a) Duowalzwerk (Zweilwalzwerk)
 b) Umkehrwalzwerk
 c) Triowalzwerk (Dreilwalzwerk)



68/1 Walzenstraße im Aufbau

zen, die dem zu walzenden Profil entspricht (Bild 66/3).

Die **WALZWERKE FÜR ROHRE** sind in ihrem Aufbau kompliziert. Durch schräggestellte Walzen und durch das Aufwalzen eines Rundstahls auf einen Dorn werden nahtlose Rohre hergestellt.

Erkundige dich, mit welchen Verfahren gleichfalls Rohre hergestellt werden!

Man kann auch mehrere Walzwerke mit unterschiedlichen Walzenabständen hintereinander anordnen. Große Mengen Material können so in kurzer Zeit mit geringem Arbeitsaufwand gewalzt werden (Bild 68/1).

AUFGABEN

1. Warum benötigt man für den Antrieb von Walzen sehr starke Motoren?
2. Nenne Halbzeuge, die aus gewalztem Profilmaterial bestehen und skizziere die Walzenform!
3. Beschreibe die Hauptarten der Walzwerke (Bild 67/1)! Überlege, welche Vor- und Nachteile die einzelnen Arten der Walzwerke haben!

Pressen

Grundlagen und Anwendung

Beim Schmieden, Walzen und Pressen werden Drückkräfte benötigt. Beim Schmieden erfolgt die Verformung durch *plötzlich wirkende Drücke*, das heißt durch vielfache schlagartige Bearbeitung mit einem Hammer. Der Walzvorgang vollzieht sich unter dem *gleichbleibenden Druck* zweier rotierender Walzen.

- *Beim Pressen wird der erforderliche Druck langsam und stetig so lange gesteigert, bis der Werkstoff die gewünschte Form erhalten hat.*

Die Maschinen, die die dazu erforderlichen hohen Drücke erzeugen, werden *Pressen* genannt.

Beim **PRESSVORGANG** verteilt sich der von der Presse ausgeübte Druck gleichmäßig auf das Rohstück, bringt den Werkstoff zum Fließen und drängt ihn in die gewünschte Form. Diese kann durch ein Gesenk, wie beim Gesenkschmieden, vorgegeben sein (Bild 69/1). Der Werk-

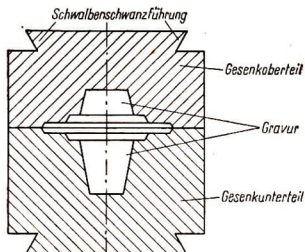
stoff kann aber auch mit Hilfe des Preßdruckes durch eine in das Preßwerkzeug eingearbeitete Öffnung gedrängt werden und wird dadurch umgeformt (Bild 70/2). Diese beiden Arten des Pressens werden zur Formung von Werkstücken und Halbzeugen verschiedenster Gestalt benutzt. Zum Umformen durch Pressen eignen sich besonders Werkstoffe, die ein gutes Fließvermögen besitzen und deren Formänderungswiderstand nicht zu hoch ist. Ebenso wie beim Walzen wird durch Pressen teils warm und teils kalt umgeformt.

WIRTSCHAFTLICHKEIT DES PRESSENS. Das Umformen durch Pressen ist von großer Bedeutung für die Industrie. In allen Wirtschaftszweigen werden viele Werkstücke und Halbzeuge mit der gleichen Form benötigt. Mittels der verschiedenen Preßverfahren lassen sich diese billiger als mit anderen Verfahren herstellen. So werden zum Beispiel Kotflügel und Motorhauben für Kraftfahrzeuge, Bolzen mit den verschiedensten Kopfformen, Ventilkegel, Kegelräder, Stangen, Leisten und Rohre durch Pressen geformt.

Verfahren und Werkzeuge

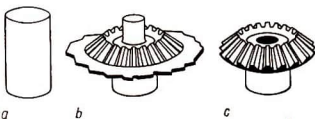
GESENKPRESSEN ist ein in der Produktion oft angewandtes Verfahren zur Massenfertigung kleinerer Formteile. Das Gesenk muß aus bestem Stahl gefertigt werden, um den hohen Druckbeanspruchungen standhalten zu können. Seine Herstellung ist sehr teuer. Darum ist der Einsatz dieses Verfahrens von der benötigten Stückzahl der Preßteile abhängig.

Das formgebende Werkzeug, das Gesenk, besteht aus zwei Teilen, dem Ober- und dem Untergesenk.



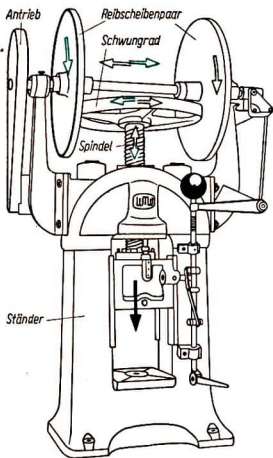
69/1 Gesenk mit Ober- und Unterteil

In die Gesenkhälften ist die Form des herzustellenden Werkstückes eingearbeitet (Bild 69/1). Zum Umformen wird das auf Preßtemperatur erwärmte Rohstück in das geöffnete Gesenk eingelegt. Um der Gefahr einer unvollständigen Formfüllung vorzubeugen (Ausschuß), wird das Volumen des umzuformenden Rohstückes etwas größer gewählt, als notwendig ist. Unter dem Druck des sich langsam schließenden Gesenks beginnt der Werkstoff zu fließen. Der überschüssige Werkstoff wird in den Trennungsspalt zwischen Ober- und Untergesenk gedrängt und dort zu einem flachen Grat ausgepreßt (Bild 69/2 b). Dieser Grat muß später mit einem Schneidwerkzeug entfernt werden. Bild 70/1 zeigt eine Presse zum Gesenkpresse.



69/2 Entstehen eines Kegelrades durch Gesenkpresse

STRANGPRESSEN wird hauptsächlich zur Herstellung von Halbzeugen aus Zink, Kupfer, Zinn, Aluminium und deren Legierungen angewandt.

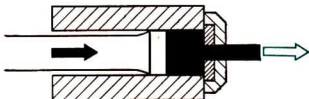


70/1 Friktionsspindelpresse

Diese Metalle setzen im Vergleich zu Stahl der Umformung einen geringeren Widerstand entgegen.

Die Bezeichnung Strangpressen ist darauf zurückzuführen, daß bei diesem Verfahren Rohlinge zu Stangen, sogenannten Strängen, umgeformt werden. Die Rohlinge in Form runder Barren werden durch Gießen hergestellt. Zum Umformen werden sie auf Preßtemperatur erwärmt und in die Preßkammer einer Strangpresse eingeführt.

Die Preßkammer ist an der einen Seite durch eine Matrize abgeschlossen. Die



70/2 Strangpressen

Matrize hat eine Öffnung, deren Form dem herzustellenden Profil entspricht. Der von der anderen Seite meist hydraulisch bewegte Preßstempel staut zunächst den Rohling so weit zusammen, daß er fest an den Wänden der Preßkammer anliegt. Unter weiterem Druck beginnt das Metall zu fließen und wird durch die Öffnung der Matrize gepreßt. Dabei wird es zu einer Stange mit dem Querschnitt umgeformt, der als Öffnung in die Matrize eingearbeitet ist.

Seit jüngster Zeit gibt es auch ein *Stranggußverfahren* für Stahl.



70/3 Preßprofile

Pressen von Duroplast-Preßmassen

Viele Werkstücke, für die man früher Stahl oder Buntmetall benötigte, werden heute aus Plast hergestellt.

Plastpreßmassen werden als Pulver oder Granulat an den Preßbetrieb geliefert. Sie werden durch Erwärmen teigig und gehen bei längerem Einwirken einer Temperatur von 160 °C in einen unlöslichen und unschmelzbaren Zustand über (Urformen!). Für das Formpressen von Duroplast-Preßmassen werden beheizte Stahlformen verwendet. Die Formgebung geschieht in folgender Weise: Zunächst wird die Hohlform bis auf etwa 160 °C erwärmt und durch Druckluft gereinigt. Die lose Preßmasse wird genau dosiert in die Form gefüllt. Infolge der Wärmeinwirkung wird die Preßmasse plastisch, dringt unter Preßdruck in sämtliche Hohlräume, füllt sie aus und härtet danach unter Druck und Hitze aus. Nun wird die Form geöffnet, das Werkstück ausgestoßen und der Preßgrat entfernt.



71/1 Duroplast-Pressen

- Ein Umformen ausgehärteter Duroplaste ist nicht möglich.

AUFGABEN

1. Laß dir Preßteile, die im Betrieb eingesetzt werden, zeigen!
2. Begründe die Wirtschaftlichkeit des Gesenk- und Strangpressens!
3. Nenne Duroplastpreßteile aus Industrie und Haushalt!
4. Vergleiche das Pressen von Duroplasten mit dem Pressen von Metallen und begründe, warum es sich bei ersterem um ein Urformen handelt!

Wirtschaftlichkeit des Umformens

Eigenschaften der Werkstücke

Der Konstrukteur legt in einer Zeichnung fest, welche Eigenschaften ein Werkstück besitzen muß, damit es dem

vorgesehenen Verwendungszweck entspricht. In der Werkstatt wird nach dieser Zeichnung gefertigt.

Für alle Werkstücke werden bestimmte *Formen, Maße und Qualitäten der Flächen* gefordert. Der Grad der Genauigkeit, mit dem ein Werkstück gefertigt werden muß, ergibt sich aus seiner Verwendung. Je höher die geforderte Genauigkeit ist, um so höher sind die Kosten für die Herstellung eines Erzeugnisses. Die Produktion folgt deshalb dem Grundsatz:

„Nicht so genau wie möglich, sondern so genau wie nötig fertigen!“



71/2 Schraubenschlüssel

Beispiel:

Der Schraubenschlüssel dient zum Anziehen und Lösen von Schrauben (Bild 71/2). Das Maul des Schlüssels muß dazu den Schraubenkopf oder die Mutter eng umschließen. Die Form und die Weite des Schlüsselmaules müssen deshalb der Form und den Maßen der Schraube angepaßt sein. Damit der Schlüssel leicht und sicher angesetzt werden kann, ist ferner eine glatte und saubere Oberfläche in der Maulöffnung erforderlich. Alle übrigen Flächen erfordern nicht diese hohe Genauigkeit. Die Brauchbarkeit des Schraubenschlüssels ist noch dann gewährleistet, wenn geringe Form- und Maßabweichungen auftreten oder die Oberfläche nicht ganz glatt ist.

Die erreichbare Genauigkeit der Formen und Maße sowie der Oberflächengüte ist bei den einzelnen Fertigungsverfahren unterschiedlich. Im allgemeinen ist sie beim Trennen größer als beim Umformen. In vielen Fällen werden jedoch die

Werkstücke durch Schmieden, Pressen oder Walzen so genau gefertigt, daß eine Nacharbeit nicht erforderlich ist.

Eine wichtige Eigenschaft der Werkstücke ist ihre *Festigkeit*. Darunter versteht man die Widerstandsfähigkeit eines Bauteiles gegenüber auftretenden Belastungen. Allgemein wird diese Eigenschaft durch die Auswahl eines geeigneten Werkstoffes sowie die richtige Form und Größe des Bauteiles gewährleistet. Häufig hat jedoch auch das Herstellungsverfahren Einfluß auf die Festigkeit des Werkstückes.

Der im Bild 72/1 dargestellte Bolzen mit Kopf wird aus gewalztem Rundstahl hergestellt. Durch den Walzvorgang hat sich im Stahl ein der Walzrichtung entsprechender Faserverlauf gebildet. Wird der Bolzen durch ein Trennverfahren, zum Beispiel durch Drehen, hergestellt, dann zerschneidet man dabei die Fasern (Bild 72/1 a). Die Bruchgefahr am Übergang vom Kopf zum Schaft wird erhöht und damit die Festigkeit des Bolzens vermin-

dert. Durch Umformen, wie zum Beispiel Pressen oder Schmieden, werden die Fasern nicht zerstört. Sie werden lediglich entsprechend der neuen Form in eine andere Richtung gelenkt. Dabei kommt es gerade an der gefährdeten Stelle, am Übergang vom Kopf zum Schaft, zu einer Verdichtung der Fasern und damit zu einer Verbesserung der Festigkeit des Werkstückes (Bild 72/1 b).

- *Umformen ergibt eine höhere Festigkeit der Werkstücke als Trennen.*

Aufwand an Arbeitszeit

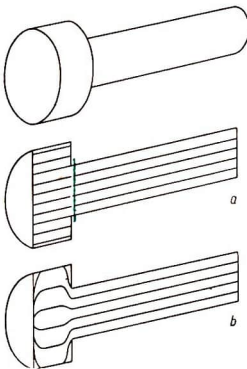
Die Zeit, die für die Fertigung eines Werkstückes gebraucht wird, hängt von vielen Faktoren ab. Neben der Qualifikation der Arbeiter und der Wirksamkeit der Werkzeuge, Maschinen und Hilfsmittel ist die richtige Auswahl unter vielen möglichen Fertigungsverfahren besonders wichtig.

In einem Produktionsbetrieb wird das geeignetste Verfahren zur Herstellung eines bestimmten Erzeugnisses von der Abteilung „Technologie“ im Rahmen der „Fertigungsvorbereitung“ ausgewählt. Meistens fällt dabei die Entscheidung zugunsten des Verfahrens, bei dem der geringste Aufwand an Arbeitszeit erforderlich ist.

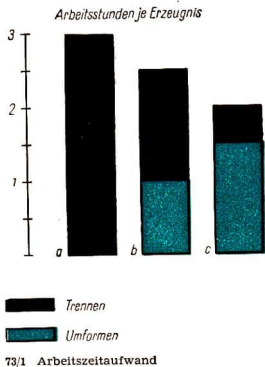
Trennverfahren erfordern allgemein einen großen Arbeitszeitaufwand und den Einsatz kostspieliger Maschinen. Dadurch erhöhen sich die Herstellungskosten für die Erzeugnisse.

Welche Folgen hat das für die Verbraucher?

Die Werkstücke werden in kürzerer Zeit hergestellt, wenn Umformverfahren angewendet werden. Beim Gesenkschmieden zum Beispiel entsteht das Werkstück durch wenige Schläge, beim Pressen sogar durch einmaligen Preßdruck auf das



72/1 Bolzen mit Kopf

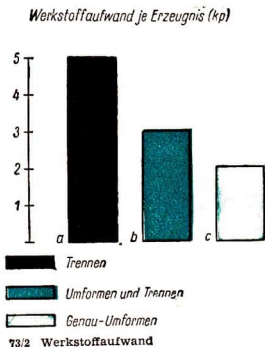


Rohteil. Da jedoch die Maßgenauigkeit und die Oberflächengüte, die beim Umformverfahren erreicht werden, nicht immer genügen, werden die Werkstücke häufig durch Schmieden, Pressen, Walzen usw. vorgeformt und anschließend durch ein Trennverfahren, wie zum Beispiel Drehen, Hobeln, Fräsen oder Schleifen, fertig bearbeitet. Auch bei diesem Fertigungsablauf ist die Gesamtarbeitszeit in den meisten Fällen kürzer, da durch das vorangegangene Umformen nur noch wenig Werkstoff abzutrennen ist. Bild 73/1 zeigt, wie durch Verbesserung der Technologie, das heißt durch Auswahl günstigerer Fertigungsmethoden, die Arbeitszeit für die Herstellung eines Laufrades gesenkt werden konnte.

Aufwand an Werkstoff

Die Werk tätigen unserer Betriebe unternehmen große Anstrengungen, um die Ergebnisse ihrer Arbeit zu verbessern. Die besseren Arbeitsergebnisse zeigen sich nicht nur in einer höheren Qualität, sondern auch in sinkenden Herstellungs-

kosten. Neben den Löhnen, die sich aus dem Aufwand an Arbeitszeit ergeben, gehen in die Herstellungskosten und damit in die Preise der Erzeugnisse auch die Kosten für den Werkstoff ein. Da der Werkstoffverbrauch in vielen Fällen den Preis eines Erzeugnisses in bedeutendem Maße beeinflusst, muß die Forderung nach sparsamer Werkstoffverwendung täglich neu erhoben werden. Jedes Werkstück besteht aus einer bestimmten Werkstoffmenge, die sich aus dessen Form und Größe ergibt. Die erforderliche Menge, die zum Beginn der Fertigung bereitgestellt werden muß, ist jedoch meistens größer als die Menge, die man im fertigen Werkstück wiederfindet. Je nach dem angewendeten Fertigungsverfahren ist die während der Bearbeitung „abfallende“ Werkstoffmenge verschieden groß. Die Verfahren des Trennens bedeuten allgemein eine verlustreiche, die des Umformens eine verlustarme Bearbeitung der Werkstoffe. Je weitgehender Form, Maßgenauigkeit und Oberflächengüte eines Werkstückes durch das Umformen erreicht werden, um so gerin-



ger ist die erforderliche Nacharbeit durch Feilen, Bohren usw., um so weniger Werkstoff geht durch die spanabhebende Bearbeitung verloren.

Bild 73/2 zeigt, in welchem Maße der Werkstoffaufwand bei der Herstellung von Laufrädern durch geeignete Umformverfahren gesenkt werden konnte.

Umformen – eine wirtschaftliche Fertigungstechnik

Der VI. Parteitag der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands hat wichtige Beschlüsse über die Aufgaben und die weitere Entwicklung unserer Industrie gefaßt. Beim umfassenden Aufbau des Sozialismus ist die Produktion auf der Grundlage des höchsten Standes der Wissenschaft und Technik zu gestalten. Besondere Bedeutung haben für eine wirtschaftliche Produktion die material- und arbeitszeitparenden Verfahren der Umformtechnik. Das Schmieden, Walzen und Pressen wird in noch größerem Umfang angewendet werden. Wissenschaftler und Techniker arbeiten gemeinsam mit den Werktätigen der Betriebe daran,

diese Verfahren weiterzuentwickeln und zu verbessern. Mit zunehmender Genauigkeit der Umformteile wird die nachfolgende spanabhebende Bearbeitung geringer.

- *Anwendung der Umformtechnik bedeutet: bei gleicher Qualität mehr und billiger produzieren.*

AUFGABEN

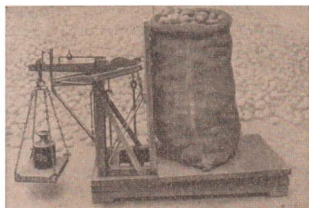
1. Berechne die Verkürzung der Herstellungszeit für 600 Stück Laufräder durch Anwendung der Bearbeitungsverfahren b und c (Bild 73/1) gegenüber der ursprünglichen Herstellungsdauer bei Anwendung des Bearbeitungsverfahrens a. Gib die Zeiteinsparung in Arbeitstagen an! (Ein Arbeitstag wird mit $7\frac{1}{2}$ Arbeitsstunden angesetzt.)
2. Berechne die Werkstoffeinsparung bei der Herstellung von Laufrädern durch Anwendung der Bearbeitungsverfahren b und c (Bild 73/2) gegenüber dem ursprünglichen Werkstoffaufwand bei der Anwendung des Bearbeitungsverfahrens a (in Prozent)!

MESSTECHNIK II

Im Kapitel „Messen“ wurde dargestellt, daß die Meßgenauigkeit bei der Fertigung beispielsweise einer Maschine, eines Gerätes oder eines Bauwerkes eine bedeutende Rolle spielt. Wird eine große Meßgenauigkeit gefordert, dann ist allgemein auch eine große Präzision der Meßgeräte notwendig. Aus wirtschaftlichen Gründen muß jedoch sehr sorgfältig entschieden werden, welche Meßgenauigkeit erforderlich ist. Dazu zwei Beispiele:

Kartoffel- oder Kohlenmengen für unseren Haushalt lassen sich mit gewünschter Genauigkeit mit der Brückenwaage messen (Bild 75/1). Für den Chemiker wäre die Brückenwaage in den meisten Fällen untauglich, er benötigt oftmals eine Analysenwaage, mit der er Stoffmengen mit einer Genauigkeit von $\pm \frac{1}{1000}$ Gramm wägen kann (Bild 75/2). Analysenwaagen sind sehr teure Meßgeräte, und es wäre wirtschaftlich nicht vertretbar, wenn wir unsere Kartoffeln mit der obengenannten Genauigkeit wägen wollten.

Für eine Zeitmessung beispielsweise bei einem 100-m-Lauf reicht die Meßgenauigkeit einer Stoppuhr meist aus (Bild 75/3). Für Zeitmessungen, die im Zusammenhang mit der Bewegung der Himmelskörper und ihrer Stellung zueinander stehen, wird eine sehr große Meßgenauigkeit gefordert. Zu solchen Zwecken benutzt man elektrisch betriebene Quarzuhren (Bild 75/4). Quarzuhren



75/1



75/2



75/3

75/4



sind so genau, daß sie in einem Zeitraum von drei Jahren um etwa eine Sekunde vor- oder nachgehen.

Die unterschiedliche Meßgenauigkeit bei den verschiedenen Meßgeräten ist durch ihre Konstruktion bedingt. Benutzt man beispielsweise zum Messen einen Gliedermaßstab mit Millimeterteilung, so sind nur ganze Millimeter abzulesen und halbe Millimeter zu schätzen.

Einige Stahlmaßstäbe tragen noch halbe Millimeter auf der Skalenteilung. Eine weitere Unterteilung ist jedoch nicht mehr möglich, da das Auge des Betrachters die Striche nicht mehr getrennt erkennen könnte.

Meßschieber gestatten das sichere Ablesen von $\frac{1}{10}$ mm und Meßschrauben von $\frac{1}{100}$ mm.

Erläutere, durch welche Einrichtungen beim Meßschieber $\frac{1}{10}$ mm abgelesen werden können!

(Ablesen der Meßschraube, siehe S. 79)

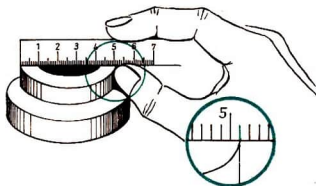
• Je nach erforderlichem Genauigkeitsgrad der Messung sind unterschiedliche Meßgeräte zu benutzen. Je höher die Genauigkeitsanforderungen sind, um so größer muß die Anzeigegenauigkeit des Meßgerätes sein.

Meßgenauigkeiten

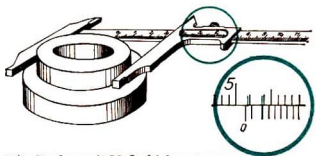
Eine Messung muß nicht immer das richtige Ergebnis bringen. Beim mehrmaligen Messen desselben Maßes erhält man oft unterschiedliche Meßergebnisse. Führen verschiedene Schüler die gleiche Messung aus, sind die Meßergebnisse ebenfalls unterschiedlich. Auch mit den verschiedenen Meßgeräten erhält man unterschiedliche Meßergebnisse.

Beispiel:

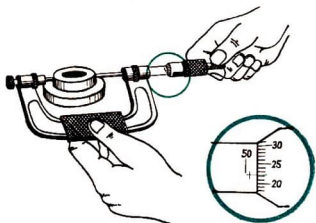
Eine Buchse wird mit dem Stahlmaßstab gemessen (Bild 76/1). Der Durchmesser be-



76/1 Buchse mit Stahlmaßstab gemessen



76/2 Buchse mit Meßschieber gemessen



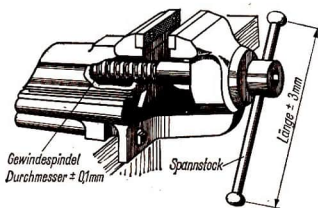
76/3 Buchse mit Meßschraube gemessen

trägt 51 mm. Beim Nachmessen mit dem Meßschieber (Bild 76/2) ergeben sich 51,2 mm Durchmesser. Mit der Meßschraube (Bild 76/3) kontrolliert, werden jedoch 51,23 mm gemessen. Mit Meßzeugen noch höherer Ablesegenauigkeit könnte das Maß noch genauer bestimmt werden.

Der Facharbeiter kann nur so genau arbeiten, wie er messen kann, deshalb muß ein der notwendigen Arbeitsgenauigkeit entsprechendes Meßzeug gewählt werden.

- *Es ist nicht möglich, absolut genau zu messen und zu arbeiten. Deshalb müssen bestimmte Abweichungen von den geforderten Maßen zugelassen werden.*

An einem Gerät und an einer Maschine gibt es fast immer Bauteile, die eine hohe, und solche, die eine weniger hohe Genauigkeit der Bearbeitung erfordern: Für die Funktion eines Schraubstocks ist es zum Beispiel unbedeutend, ob der Spannstock 3 mm länger oder kürzer ist, als er sein soll. Weicht jedoch der Durchmesser der Spindel um + 1 mm vom geforderten Maß ab, so paßt sie nicht in das Muttergewinde hinein (Bild 77/1).



77/1 Schraubstock

Nenne weitere Teile mit hoher und geringer Genauigkeit an dir bekannten Maschinen!

Muß man eine Arbeit häufig unterbrechen, um nachzumessen, so verlängert sich die Arbeitszeit. Gleichfalls verlängert sich allgemein die Arbeitszeit für ein Werkstück, je genauer gearbeitet werden muß; damit verbunden ist meist größeres Wissen und Können des Facharbeiters. Diese genannten Erscheinungen verteuern das Werkstück.

- *Es ist nicht so genau wie möglich, sondern so genau wie nötig zu messen und zu arbeiten.*

Toleranzen und Wirtschaftlichkeit

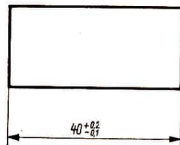
Bei der Fertigung eines Werkstückes lassen sich die durch die Zeichnung oder durch die Arbeitsanweisung gegebenen Maße nicht mit *absoluter* Genauigkeit erreichen. Am vorhergenannten Beispiel des Schraubstocks erkennt man, daß Maßabweichungen in bestimmten Grenzen durchaus nicht die Funktion eines Werkstückes beeinträchtigen. Man findet daher meist auf der Zeichnung oder Arbeitsanweisung neben der Angabe des geforderten Maßes (Nennmaß) auch die Angabe der möglichen Abweichung von diesem Maß. Diese mögliche, die Funktion des Werkstückes nicht beeinträchtigende Abweichung nennt man *Toleranz*. Die Toleranzen werden vom Konstrukteur festgelegt (Bild 77/2).

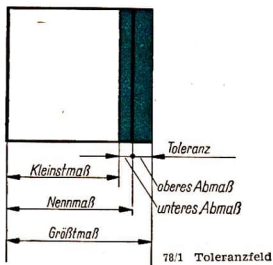
Im VEB Schwermaschinenbau „Heinrich Rau“ werden zum Beispiel beim Bau einer Maschine verschiedene Teile in den verschiedenen Abteilungen des Betriebes hergestellt; andere Teile, wie Schrauben, Scheiben und Kupplungen, werden häufig aus anderen Betrieben bezogen. Damit in der Montageabteilung keine Schwierigkeiten beim Zusammenbau auftreten und nicht Teile nachgearbeitet werden müssen, sind ihre Abmessungen annähernd genau einzuhalten.

Jeder Arbeiter muß daher wissen, wie genau die Maße des Teiles, das er herstellt, sein müssen.

Aus Nennmaß und möglichen Abweichungen lassen sich das größte zulässige

77/2
Toleranzangaben
in der Zeichnung





Maß (Größtmaß) und das kleinste zulässige Maß (Kleinstmaß) ermitteln (Bild 78/1).

Die obere Abweichung vom Nennmaß wird oberes Abmaß, die untere Abweichung unteres Abmaß genannt.

- Oberes Abmaß ist der Unterschied zwischen Größtmaß und Nennmaß.
- Unteres Abmaß ist der Unterschied zwischen Kleinstmaß und Nennmaß.

Die Werkstücke sind brauchbar, wenn die tatsächlichen Maße (Istmaß) jeweils zwischen Größtmaß und Kleinstmaß liegen.

- Toleranz ist der Unterschied zwischen Größtmaß und Kleinstmaß.

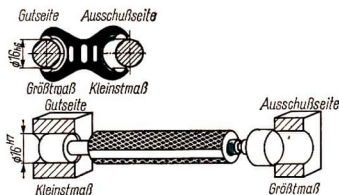
Grenzlehren

Wird eine große Anzahl gleicher Werkstücke hergestellt, dann spricht man von einer Massenfertigung. Wollte man dabei die tatsächliche Größe jedes Werkstückes feststellen, so wäre das ein großer, unnötiger Arbeitsaufwand. Es genügt zu wissen, ob Größtmaß und Kleinstmaß nicht überschritten beziehungsweise unterschritten wurden. Diese beiden Maße prüft man zweckmäßig mit Grenzlehren.

GRENZRACHENLEHREN (Bild 78/2) dienen zum Prüfen von Außenmaßen

(Wellen). Bei Grenzrachenlehren trägt die Gutseite das Größtmaß. Die Gutseite muß ohne Kraftanwendung über das Werkstück gleiten. Die rot gekennzeichnete Ausschußseite mit dem Kleinstmaß darf nicht über das Werkstück gleiten, sie darf nur „anschnäbeln“.

GRENZLEHRDORNE (Bild 78/3) dienen zum Prüfen von Innenmaßen (Bohrungen). Bei ihnen sind die Maßverhältnisse umgekehrt. Die Gutseite hat das Kleinstmaß und die Ausschußseite das Größtmaß. Der Maßunterschied zwischen Gutseite und Ausschußseite entspricht der Toleranz.



78/2 Grenzrachenlehre

78/3 Grenzlehrdorn

- Durch Maßlehren mittels Grenzrachenlehre und Grenzlehrdorn kann schnell und sicher geprüft werden, ob Werkstückmaße und Toleranzen eingehalten wurden. Werden Werkstücke mit zu kleinen Außenmaßen oder zu großen Innenmaßen festgestellt, gelten sie als Ausschuß.

Um die Anzahl der Werkzeuge und Meßzeuge herabzusetzen, begrenzte man die Anzahl der Durchmesser, die der Konstrukteur anwenden darf. Im Maschinenbau zum Beispiel sind die Durchmesser von Wellen aus einer Reihe standardisierter Durchmesser auszuwählen.

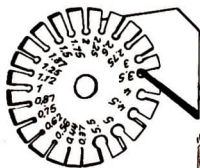
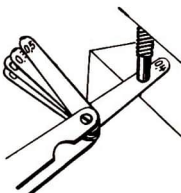
Neben diesen Grenzlehren gibt es für bestimmte Zwecke auch noch Lehren, die

Nacharbeit erforderlich	Werkstück gut	Ausschuß
		
Werkstückmaß größer als Größtmaß	Werkstückmaß zwischen Größt- und Kleinstmaß	Werkstückmaß kleiner als Kleinstmaß

79/1 Mögliche Ergebnisse beim Prüfen mit Grenzlehren

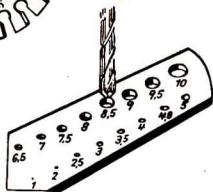
jeweils ein bestimmtes Maß darstellen (Bilder 79/2 bis 4). Sie müssen ebenfalls leicht und zügig, ohne merkliches Spiel über das Werkstück greifen (Blechdickenlehre, Lochlehre) oder den Zwischenraum ausfüllen (Fühlerlehre).

79/2 Fühlerlehre



79/3 Blechdickenlehre

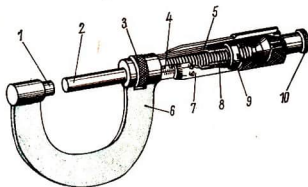
79/4 Lochlehre



Feinmeßgeräte

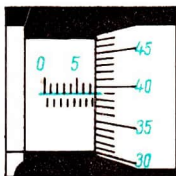
In der Einzelfertigung verwendet man zum genauen Messen Meßschrauben und Meßbühnen. Bei Meßschiebern führt der Nonius die gleiche Bewegung wie die Meßflächen aus. Sehr kleine Bewegungen sind infolgedessen nicht mehr sichtbar. Durch Vergrößern der Zeigerbewegung gegenüber der Bewegung der Meßflächen (Übersetzung) ist ein genaueres Ablesen möglich.

MESSSCHRAUBEN haben im Innern eine Gewindespindel, deren Gewindestei-

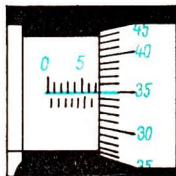


79/5 Meßschraube im Schnitt

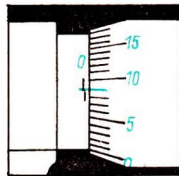
- 1 Amboß
- 2 Meßspindel
- 3 Feststellung
- 4 Teilungshülse mit Längenteilung
- 5 Hülse
- 6 Bügel
- 7 Trommel mit Kreisteilung
- 8 Mutter
- 9 Überwurfmutter
- 10 Kupplung



ganze und halbe mm 7,50
hundertstel mm 39
Maß 7,89 mm

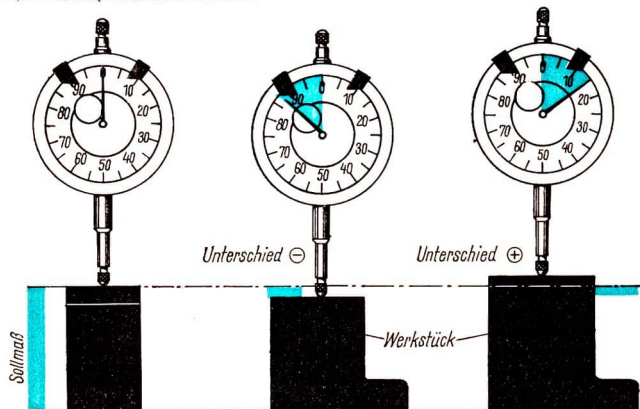


7,00
35
7,35 mm



0,50
09
0,59 mm

80/1 Ablesbeispiele an der Meßschraube



80/2 Unterschiedsmessen mit der Meßuhr

gung meist 0,5 mm beträgt. Bei einer Spindelumdrehung verändert sich der Abstand der Meßfläche um 0,5 mm.

Die Meßtrommel (Bild 79/5) trägt die Teilung für die hundertstel Millimeter (0,01 mm).

Der Umfang ist in 50 Teile geteilt. Dreht man also die Trommel um $\frac{1}{50}$, so bewegt sich die Spindel ebenfalls um $\frac{1}{50}$ der Gewindesteigung. Das sind:

$$\text{Steigung } 0,5 \text{ mm} \div 50 = 0,01 \text{ mm}$$

Die Ableseregeln an Meßschrauben lautet:

- Ganze und halbe Millimeter auf der Hauptteilung plus hundertstel Millimeter an der Trommel ergeben die Maßanzeige.

MESSUHREN haben Räder- oder Hebelübersetzungen.

Eine Feder drückt den Taststift der Meßuhr stets in die Ruhelage.

Zum Einstellen von Meßuhren verwendet man genaueste Maße (Parallelendmaße). Eingestellt werden sie an besonderen Ständern mit oder ohne Tisch. Es wird dann festgestellt, um wieviel das Prüfstück vom eingestellten Maß abweicht (Bild 80/2).

Meßfehler

Untersucht man, aus welchen Gründen Messungen nicht absolut genau sind, so wird man unter anderem feststellen:

1. Kein Meßgerät arbeitet völlig fehlerlos.
2. Der Prüfende liest nicht genau ab.
3. Temperaturschwankungen beeinflussen das Meßergebnis.
4. Unterschiedlich aufgewendete Meßkraft führt zu unterschiedlichen Meßergebnissen.

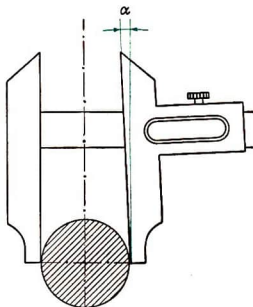
Aus diesen Feststellungen lassen sich die wichtigsten Meßfehler ableiten:

Gerätefehler, Umweltfehler, Meßkraftfehler, persönliche Fehler.

Die verlangten Toleranzen des Werkstückes und damit die Qualität der Erzeugnisse sind nur gesichert, wenn der Facharbeiter die auftretenden Meßfehler kennt.

Gerätefehler

Für die Teilung auf dem Meßschieber, die Steigung der Gewindespindel von Bügelmeßschrauben, die Teilung der Zahnradchen von Meßuhren usw. müssen Toleranzen gegeben werden. Sie wirken sich unmittelbar auf die Genauigkeit des Gerätes aus und führen zu Meßfehlern. Ein anderer Gerätefehler ist der Kippfehler des Meßschiebers (Bild 81/1). Er entsteht durch den Abstand zwischen Lineal und beweglichem Schenkel. Der Fehler macht sich am stärksten bemerk-



81/1 Kippfehler am Meßschieber

bar, wenn an den Schenkelenden gemessen wird.

Welche physikalische Gesetzmäßigkeit liegt diesem Fehler zugrunde?

Umweltfehler

Durch Temperatureinflüsse können Umweltfehler entstehen. Aus dem Physikunterricht ist bekannt, daß der Betrag der Ausdehnung von der Art des Werkstoffes abhängt. Bei der Bearbeitung, zum Beispiel durch Drehen, Feilen, Sägen, erwärmen sich die Werkstücke erheblich. Die Längenänderung Δl der Werkstücke durch Temperatureinfluß läßt sich berechnen nach

$$\Delta l = l \cdot \alpha \cdot \Delta t.$$

Δl : Längenunterschied in mm,

l : ursprüngliche Länge in mm,

α : Wärmeausdehnungszahl in $\frac{1}{\text{grad}}$,

Δt : Temperaturunterschied in grad.

Die auf einer Zeichnung angegebenen Maße gelten nur bei einer bestimmten Temperatur, der Bezugstemperatur. Die Länge eines Teiles kann zum Beispiel bei 40 °C innerhalb der verlangten Toleranz liegen, während das Teil bei 20 °C klei-

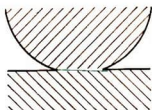
ner wird und Ausschub ist. In der Technik wurde daher die Bezugstemperatur von 20 °C festgelegt. Alle technischen Maße beziehen sich auf diese Temperatur.

Regeln für die Erhaltung der Bezugstemperatur:

1. Schütze Meßgeräte vor Temperaturschwankungen!
2. Durch die Bearbeitung erwärmte Stücke laß vor dem Messen auf die Bezugstemperatur abkühlen!
3. Schütze die Meßgeräte vor Wärmeaufnahme durch die Hand!
4. Beim Messen zahlreicher gleicher Teile mit demselben Meßgerät benutze besondere Halterungen zum Einspannen des Meßgerätes!

Meßkraftfehler

Bei den meisten Messungen wird das Werkstück vom Meßgerät berührt. Die Meßflächen des Gerätes liegen mit einer bestimmten Meßkraft an der Prüffläche an. Der Meßkrafteinfluß führt zu Abplattungen an der Berührungsstelle (Bild 82/1), die meist nur elastisch sind und nach Beendigung der Messung zurückgehen. Hierdurch können Meßfehler auftreten, die in bestimmten Fällen beachtlich sind.



82/1 Abplattung an Meßflächen

- *Wende beim Messen keine Gewalt an!*

Persönliche Fehler

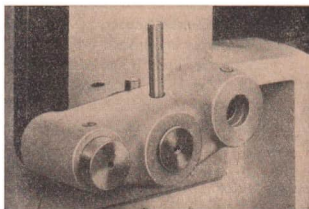
Hierzu gehören parallaxische Ablesefehler (siehe Bild 17/1), Fehler durch

Ermüdung des Prüfenden oder durch ungenügende Sachkenntnis.

- *Einwandfreie Messungen setzen voraus: einwandfreie Meßgeräte, das Einhalten von Bezugstemperatur und Meßkraft sowie gleichmäßige Beobachtungsbedingungen.*

Passungen

Das Zusammenfügen von Teilen bei der Montage ist nur dann ohne zeitraubende Nacharbeit möglich, wenn die zusammengehörenden Teile nach Form und Abmessungen in bestimmter Weise zusammenpassen: Beim Ottomotor muß sich der Kolben im Zylinder zügig bewegen. Ein Zylinderstift muß so stramm in der Bohrung sitzen, daß er nicht von selbst herausfällt (Bild 82/2). Wellen müssen im Lager leicht laufen und dürfen nicht klemmen.

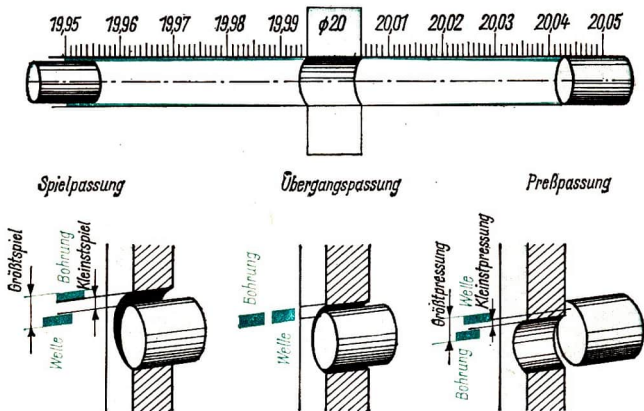


82/2 Stiftverbindung

- *Den betriebsmäßigen Zustand zweier ineinandergefügter Teile bezeichnet man als Passung.*

Zusammenpassen von Werkstücken

Man kann eine Welle so bemessen, daß sie entweder leicht, schwer oder überhaupt nicht in die zugehörige Bohrung eingeführt werden kann. Hat beispiels-



83/1 Arten der Passung

weise eine Bohrung einen Durchmesser von 20 mm und die Welle einen Durchmesser von 21 mm, so läßt sich die Welle auch nicht mit Gewalt in die Bohrung einführen. Eine Welle von 19 mm Durchmesser würde dagegen in dieser Bohrung großes Spiel haben.

Ist die Welle um einen geringeren Betrag größer als die Bohrung, zum Beispiel 20,05 mm, so läßt sich die Welle nur mit Kraftaufwand in die Bohrung pressen und sitzt dann fest – *Preßpassung*.

Bei einem Wellendurchmesser von zum Beispiel 19,95 mm kann man die Welle leicht in die Bohrung einführen. Die Welle läßt sich leicht bewegen und drehen – *Spielpassung*.

Bei einem Wellendurchmesser von 20 mm ließe sich die Welle nur mit Kraftanstrengung verschieben und drehen – *Übergangspassung*.

Bild 83/1 zeigt am Beispiel von Welle und Bohrung die drei grundsätzlich möglichen Passungen.

Austauschen der Einzelteile

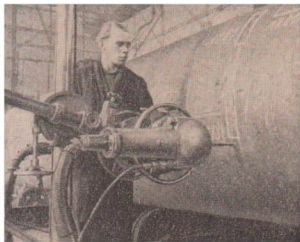
Maschinen und Geräte können besonders wirtschaftlich hergestellt und instand gesetzt werden, wenn die einzelnen Bauteile untereinander austauschbar sind. Sie werden nach den Passungsvorschriften in großen Mengen angefertigt. Die Achsen für ein Fahrrad werden beispielsweise vollkommen unabhängig von den dazugehörigen übrigen Teilen (Nabe, Konus, Kugellager) zu mehreren tausend Stück in der erforderlichen Abmessung und Genauigkeit hergestellt. Beim Bruch einer Achse ist es nicht notwendig, die ganze Nabe auszuwechseln oder eine neue Achse nach den vorhandenen Teilen durch langwieriges Probieren herzustellen. Jede Achse paßt ohne Nacharbeit und läuft in der gewünschten Weise. Die Austauschbarkeit wird gewährleistet, wenn die für die erforderliche Passung vorgegebenen Toleranzen genau eingehalten werden.

Gütekontrolle

Die Gütekontrolle hat in der Fertigung den Zweck:

1. die Fertigung unbrauchbarer Teile zu verhüten;
2. die Güte der Erzeugnisse zu steigern;
3. die Fertigungsverfahren zu verbessern;
4. mitzuhelfen, wirtschaftliche Fertigungsverfahren einzuführen.

Ihre Arbeit erstreckt sich nicht nur auf die Kontrolle während oder nach dem Bearbeitungsgang. Der Gütekontrolle obliegt auch die Eingangs- und Lagerkontrolle. Hier wird geprüft, ob die Rohteile, Halbzeuge und die zugelieferten Teile für die reibungslose Fertigung und zur Herstellung eines brauchbaren Werkstückes geeignet sind. Man prüft zum Beispiel, ob ein Gußteil Lunker enthält, ob überall die erforderliche Wanddicke vorhanden ist oder ob vorgesehene Durchbrüche für Bohrungen versetzt sind.



84/2 Prüfen von Schweißnähten mit dem Röntgengerät

Durch sorgfältiges Messen werden rechtzeitig Mängel in der Produktion aufgedeckt und damit Fehl- und Ausschußstücke vermieden. Das ist besonders wichtig, wenn es sich um die Bearbeitung von Werkstücken handelt, die anschließend noch zahlreiche andere Arbeitsgänge durchlaufen müssen.

Welche Bedeutung die Gütekontrolle hat,



84/1 Werkstoffprüfung mit dem Ultraschalgerät



84/3 Prüfen von Maschinengestricken an der Warenschaumaschine



85/1 Prüfen der Optischärfe bei Kameras

läßt sich auch an der Tätigkeit des Deutschen Amtes für Meßwesen und Warenprüfung (DAMW) erkennen: Hier werden Erzeugnisse auf ihre Qualität und in Verbindung damit auf ihren Preis untersucht. Die Betriebe sind bemüht, das Gütezeichen „Q“ für ihre Erzeugnisse zu erhalten.

- *In der technisch hochentwickelten Produktion werden alle Arbeitsvorgänge und -ergebnisse durch Prüfverfahren kontrolliert. Sie sind notwendig, um ständig die Qualität zu verbessern und die Arbeitsproduktivität zu steigern.*

AUFGABEN

1. Prüfe ein Werkstückmaß mit einem Meßschieber und laß das gleiche Maß von anderen Mitschülern prüfen! Vergleiche die Ergebnisse!
2. Prüfe ein Werkstückmaß mit einer Meßschraube und laß das gleiche Maß von anderen Mitschülern prüfen! Vergleiche die Ergebnisse!
3. Stelle fest, welche Toleranzangaben in Zeichnungen deines Betriebes zu finden sind!
4. Stelle fest, welche Angaben auf Grenzrachenlehren und Grenzlehrdornen zu finden sind und wodurch sich Gutseite und Ausschußseite unterscheiden!
5. Welche Meßbereiche haben die Meßschrauben in deinem Betrieb?
6. Welche Arten von Meßfehlern gibt es? Wie werden sie bei der Messung verhindert beziehungsweise berücksichtigt?
7. Schlage in einem Tabellenbuch nach, welche Ausdehnungskoeffizienten die verschiedenen Werkstoffe haben, und vergleiche sie miteinander!
8. Um welchen Betrag dehnt sich ein Werkstück aus Stahl von 100 mm Länge aus, wenn es um 1 grd erwärmt wird?
Wie hoch ist die technische Bezugstemperatur?
9. Erkundige dich im Betrieb, welche traditionellen Prüfverfahren durch moderne Prüfverfahren abgelöst wurden, und ermittle, welcher wirtschaftliche Nutzen für den Betrieb verzeichnet werden konnte!

FORMGEBUNG DURCH FÜGEN

Mit unseren modernen Plastbaukästen kann man Brücken, Türme, Häuser und sogar ganze Straßenzüge bauen, indem die Bausteine zusammengefügt werden (Bild 86/1). Mit dem Metallbaukasten können Kräne, Traktoren und Flugzeuge durch Verbinden einzelner Teile mit Schrauben und Muttern gebaut werden (Bild 86/2).

In den Stationen Junger Techniker findet man viele Beispiele für das Fügen und Verbinden von Werkteilen: Im Bild 86/3 fügen Oberschüler aus Bad Berka Balken für eine Wanderhütte dieser Station zusammen; Bild 86/4 zeigt Mitglieder des Klubs Junger Techniker beim Zusammensetzen eines Modells für einen Verbesserungsvorschlag in der Textilindustrie.

Sämtliche Maschinen, Apparate und sonstigen technischen Einrichtungen bestehen aus Einzelteilen. Diese müssen zweckentsprechend zusammengefügt und miteinander verbunden sein.

Maschinen, Geräte und Aggregate werden meist aus vielen Bauelementen und Baugruppen zusammengesetzt. Dabei werden verschiedene Arten des Verbindens angewendet.

Verbindungsarten

Die Wahl des Verbindungsmittels hängt von verschiedenen Faktoren ab. Ist ein Maschinenteil sehr reparaturanfällig und muß deshalb öfter ausgewechselt werden,



86/1

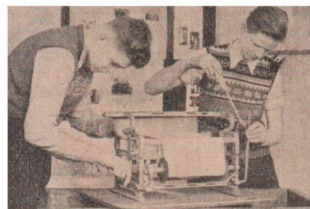


86/2



86/3

86/4



wählt man eine Verbindungsart, die ohne großen Aufwand an Arbeitskraft und Arbeitszeit zu lösen ist.

Beispiel 1:

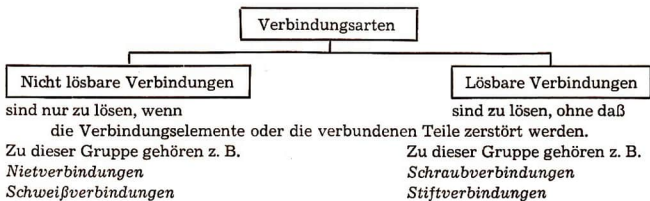
Die Bereifung des Fahrrades ist sehr reparaturanfällig. Deshalb sind Rad und Gabel durch Schrauben miteinander verbunden. Diese ermöglichen bei einer Reparatur ein leichtes und schnelles Lösen des Rades. Bei sachgemäßer Handhabung werden dabei weder die Teile, Rad und Gabel, noch die Muttern zerstört.

Werden verbundene Teile normalerweise nicht voneinander gelöst, wählt man Verbindungsarten, die nicht oder nur sehr schwer zu lösen sind.

Beispiel 2:

Im Werkunterricht sind Kästen aus Holz angefertigt worden. Die dazu notwendigen Bretchen wurden in Form und Größe zugeschnitten und bearbeitet, anschließend zusammengefügt und geleimt beziehungsweise zusammengenagelt. Diese Verbindungsarten wurden gewählt, weil normalerweise die Teile nach dem Zusammenbau nicht mehr gelöst werden. Löst man sie trotzdem, so zerstört man entweder die Verbindungselemente oder die verbundenen Teile.

Im ersten Beispiel bleiben die Verbindungselemente und die verbundenen Teile beim Lösen erhalten, im zweiten Beispiel werden sie zerstört. Man kann Verbindungen also nach ihrer Lösbarkeit einteilen in:



Außerdem gibt es noch eine Reihe beschränkt lösbarer Verbindungen. Man versteht darunter solche Verbindungen, die sich nur wenige Male lösen lassen: Zum Beispiel werden viele Spielzeuge aus Metall durch Laschenverbindungen zusammengesetzt; die Lasche läßt sich nur wenige Male biegen, dann bricht sie. Die Holzschrauben, mit denen Gleise auf Bohlen montiert sind, lassen sich nur wenige Male lösen, dann ist im Holz das Gewinde zerstört.

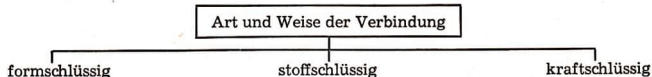
Ein anderer Einteilungsgesichtspunkt ergibt sich aus der Art und Weise der hergestellten Verbindung. Beim Schraubstock kommt zum Beispiel die Verbindung durch die ineinandergreifenden

Formen der Gewindegänge zustande. Man nennt diese Verbindung deshalb formschlüssig. Verbindet man zwei Bretter durch Leimen, wird die Verbindung durch die Kohäsionskräfte im Leim und die Adhäsionskräfte zwischen Holz und Leim hergestellt. Es tritt eine Werkstoffvereinigung ein. Man nennt diese Art und Weise der Verbindung stoffschlüssig. Was weißt du aus dem Physikunterricht über Adhäsion und Kohäsion?

Beim Verbinden zweier Bretter durch Nägel wird die Verbindung durch die Reibungskräfte zwischen Nägeln und Brett erzielt. Reibungskräfte treten ebenfalls auf, wenn Werkteile durch Niete verbunden werden. Die auf diese Art und

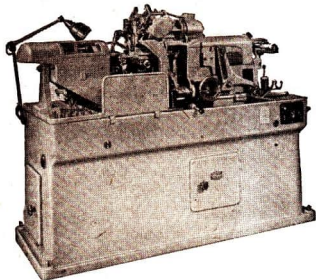
Weise hergestellte Verbindung wird als *kraftschlüssig* bezeichnet.
Welche Arten der Reibung wurden im Physikunterricht behandelt?

Teilt man nach den letztgenannten Merkmalen ein, dann ergibt sich folgende Übersicht:



Standardisierung und Massenfertigung

Früher stellte jedes Werk seine Schrauben, Stifte, Bolzen usw. selbst her, dadurch gab es eine große Anzahl von verschiedenen Bauteilen der gleichen Art. Die einzelnen Stückzahlen waren verhältnismäßig gering und der Preis je Stück hoch. Die Entwicklung der Technik zeigte, daß man die gleichen Ergebnisse mit einer weit geringeren Anzahl von Bauteilen der gleichen Art (Typen) erzielen konnte. Die Industriebetriebe einigten sich deshalb auf bestimmte Formen und Abmessungen, so daß die große Anzahl der Typen eingeschränkt wurde. Da man jetzt von einem Typ größere Stückzahlen benötigte, konnte man Spezialmaschinen einsetzen und damit das Produkt wesentlich billiger herstellen. Mit dem im Bild 88/1 gezeigten Schrau-



88/1 Schraubenautomat

benautomaten können in einer Schicht 10 000 bis 30 000 Schrauben angefertigt werden. Die sinnvolle Reduzierung der verschiedenen Typen einer Art auf wenige ist eine Folge der *Standardisierung*. Die Standardisierung erstreckt sich auf fast alle Gebiete der Wirtschaft. Die standardisierten Artikel der Deutschen Demokratischen Republik tragen das Symbol TGL und eine Nummer.

Nenne Erzeugnisse, auf denen das Zeichen TGL zu finden ist!

Einige weitere Vorteile, die sich durch die Standardisierung ergeben, sind

- kürzere Lieferzeiten von Ersatzteilen,
- bessere Austauschbarkeit der Teile untereinander,
- Vereinfachung der Lagerhaltung in den Betrieben und im Handel.

Die vollständige Standardisierung, *radikale Standardisierung* genannt, kann aber nur in einem sozialistischen Wirtschaftssystem durchgeführt werden. In der kapitalistischen Wirtschaft ist der Unternehmer durch den Konkurrenzkampf immer wieder gezwungen, neue Typen zu entwickeln. Jede neue Konstruktion erfordert neue Kosten für die Entwicklung, für neue Werkzeuge und Maschinen. Diese hohen Produktionskosten versuchen die Unternehmer durch höhere Preise ihrer Erzeugnisse zu decken. Da die Löhne nicht in gleichem Maße steigen, führt das zu sinkendem Lebensstandard der Werktätigen. In der soziali-

stischen Wirtschaft, die frei von Konkurrenzkampf und Profitinteressen ist, wird die Standardisierung zum Nutzen der Gesellschaft durchgeführt. Die Standards werden auf wissenschaftlicher Grundlage so ausgearbeitet, daß sie für die Volkswirtschaft die beste Lösung darstellen.

- *Standardisierung bedeutet Vereinfachung und Vereinheitlichung. Durch die Standardisierung wird wirtschaftlich gefertigt, und die Produkte werden billiger.*

AUFGABEN

1. Nach welchen Gesichtspunkten lassen sich unlösbare und lösbare Verbindungen einteilen?
2. Begründe, warum es bei den lösbaren Verbindungen keine stoffschlüssigen Verbindungen geben kann!
3. Nenne aus dem Werkunterricht bekannte nichtlösbare und lösbare Verbindungen, und begründe ihre Anwendung für den jeweiligen Zweck!
4. Stelle entsprechend der Darstellung auf S. 87 eine Übersicht zusammen,

und trage die aus dem Werkunterricht bekannten Verbindungen in diese Übersicht ein.

5. Fertige nach folgendem Muster eine Tabelle an, und ordne die in Bild 89/1 dargestellten Verbindungen nach den drei genannten Gesichtspunkten ein!

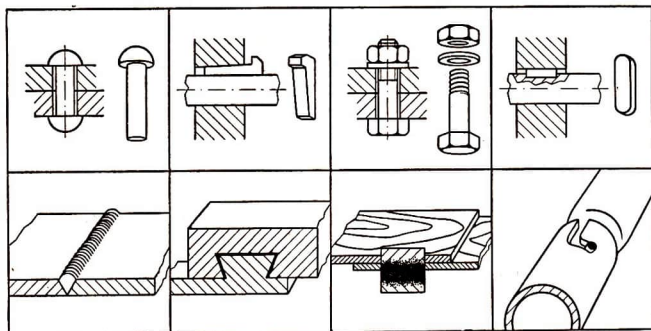
Muster:

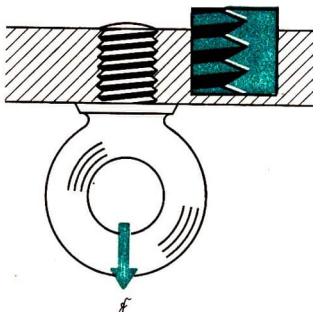
Bezeichnung der Verbindung	Lötverbindung
Art der Lösbarkeit	unlösbar
Art und Weise der hergestellten Verbindung	stoffschlüssig

Schraubverbindungen

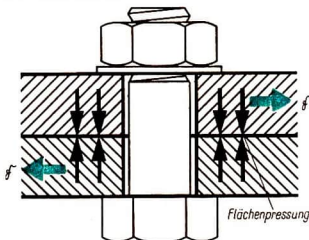
Allgemeine Grundlagen

- *Die Schraubverbindung ist eine lösbare Verbindung. Sie ist gekennzeichnet durch das Ineingreifen von Innen- und Außengewinde.*





90/1 Tragschraube



90/2 Befestigungsschraube

Eine einfache formschlüssige Verbindung bildet die Tragschraube (Bild 90/1). Bei Beanspruchung verhindern die Windungen ein Herausrutschen der Schraube. Die im Bild 90/2 dargestellte Befestigungsschraube preßt die Teile fest gegeneinander, es entsteht zwischen den Auflageflächen der Teile eine *Flächenpressung*. Diese Flächenpressung ruft bei den beanspruchten Teilen eine Reibung hervor, die größer sein muß als die von außen angreifenden Kräfte. Dadurch können sich die Teile nicht gegenseitig verschieben, und man erhält zusätzlich zur formschlüssigen eine *kraftschlüssige* Verbindung.

- Die meisten Schraubverbindungen sind sowohl formschlüssig als auch kraftschlüssig.

Entsprechend den verschiedenen Verwendungszwecken sowie dem zu verbindenden Werkstoff (Holz oder Metall) gibt es eine große Anzahl von Schrauben. Einige Beispiele für Schrauben sind auf der hinteren inneren Umschlagseite dargestellt. Aus dem Werkunterricht sind die wichtigsten Holzschrauben bekannt.

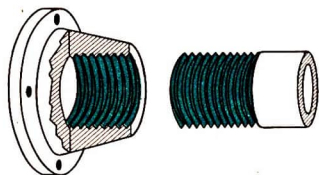
Erläutere den Unterschied zwischen den auf der hinteren Umschlagseite dargestellten Schrauben und den aus dem Werkunterricht bekannten Holzschrauben!

Schrauben werden in sehr großen Mengen benötigt. Durch die Standardisierung und Massenfertigung (s. S. 88) sind sie verhältnismäßig billig. Wie groß die Menge der erzeugten und verbrauchten Schrauben ist, zeigt folgendes Beispiel:

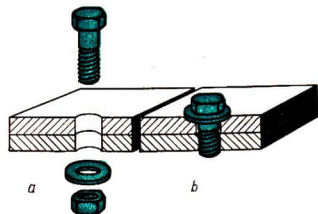
In der Deutschen Demokratischen Republik werden jährlich etwa 8000 t Schrauben verschiedenster Art hergestellt. Würde man aus dieser Menge nur Sechskantschrauben mit einem Durchmesser von 10 mm und einer Schaftlänge von 60 mm herstellen, so könnten daraus 160 Millionen Schrauben angefertigt werden. Hintereinandergelegt, würden diese Schrauben eine Strecke von 10 720 km, das heißt mehr als ein Viertel des Erdumfangs, ergeben.

Arten und Aufbau von Schraubverbindungen

Man unterscheidet grundsätzlich zwei Arten von Verschraubungen. Bei der ersten Art sind die Teile mit Gewinde versehen und ineinandergeschraubt (Bild 91/1). Ihr Vorteil ist, daß zum Verbinden keine zusätzlichen Verbindungselemente benötigt werden. Angewendet wird diese Art hauptsächlich im Rohrlei-



91/1 Schraubverbindung (1. Art)



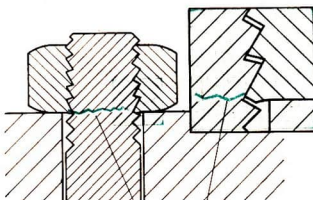
91/2 Aufbau einer Schraubverbindung (2. Art)

tungsbau und in der Feinwerktechnik (siehe auch Bild 90/1, Tragschraube).

Die zweite Art besteht in der Regel aus Schraubenbolzen, Mutter, Unterlegscheibe und den zu verbindenden Teilen (Bild 91/2a). Ist die Auflagefläche für den Kopf am Werkstück nicht bearbeitet, dann wird auch eine Unterlegscheibe für den Schraubenkopf benötigt (Bild 91/2b). Wenn aus Platzmangel oder anderen Gründen (Unfallgefahr) keine Mutter verwendet werden kann, wird in das letzte zu verbindende Bauteil Gewinde geschnitten. Das Gewinde ersetzt dann die Mutter (Bild 91/2b).

Beanspruchungen an den Schraubverbindungen

ZUGBEANSPRUCHUNG. Wird eine Schraube in Richtung ihrer Längsachse belastet, so tritt im Kernquerschnitt

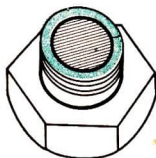


91/3 Verformung der Gewindegänge bei Zugbeanspruchung

eine Zugbeanspruchung auf. Bei sehr großen Belastungen werden die Gewindegänge deformiert (Bild 91/3). Dabei zeigt der Schraubengang, der der Belastung am nächsten liegt, die größte Deformierung. Bei Überlastung bricht die Schraube an dieser Stelle. Besteht bei einer Schraubverbindung die Gefahr, daß sie überlastet werden könnte, muß man zuvor berechnen, welche Zugbeanspruchung die Schraube im äußersten Falle aufnehmen kann.

FLÄCHENPRESSUNG. Durch die Zugbeanspruchung werden gleichzeitig die Flächen der ineinandergreifenden Gewindegänge von Bolzen und Mutter aufeinandergereßt. Diese Beanspruchungsart nennt man Flächenpressung.

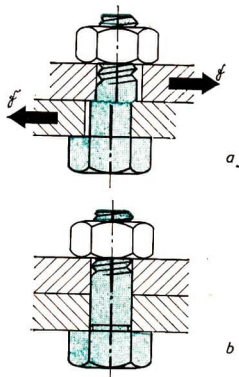
Die Flanken eines Gewindeganges haben die Form einer Kreisringfläche (Bild 91/4). Je höher die Mutter ist, desto mehr Gewindegänge kann sie aufnehmen. Da jeder Gewindegang einen Teil der Ge-



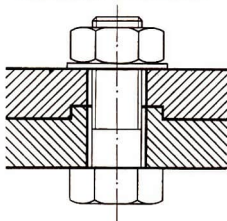
91/4 Kreisringfläche am Gewindegang

samtlast aufnimmt, wird die Flächenpressung um so kleiner, je höher die Mutter ist. Bei standardisierten Muttern beträgt die Mutterhöhe $0,8 \cdot d$.

SCHERBEANSPRUCHUNG. Damit der Schraubenbolzen leicht in die Bauteile eingeführt werden kann, wird die Durchgangsbohrung um einen bestimmten Betrag größer gebohrt, als der Durchmesser des Schraubenbolzens ist. Wird die Verbindung quer zur Schraubenachse beansprucht, dann kann bei großer Belastung die Flächenpressung zwischen den Bauteilen (s. Bild 92/2) überwunden werden, und die Bauteile verschieben sich. Sie legen sich an den Schraubenbolzen an (Bild 92/1a) und wirken wie eine Schere. Der Schraubenbolzen wird dann auf Abscheren beansprucht. Durch Paßschrauben (Bild 92/1b) oder Ausarbeitungen der Bauteile (Bild 92/2) kann man die Teile gegen ein seitliches Verschieben sichern.



92/1 a) Beanspruchung der Schraubverbindung auf Abscheren b) Paßschraube

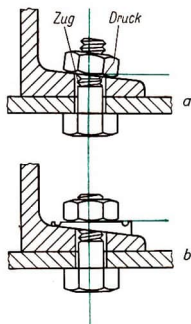


92/2 Sichern der Schraubverbindung durch Ausarbeitungen der Bauteile

92/3 Biegebeanspruchung an der Schraube

BIEGEBEANSPRUCHUNG.

Eine Schraube wird verbogen, wenn die Auflagefläche für den Kopf, beziehungsweise für die Mutter nicht rechtwinklig zur Längsachse liegt. Bei der Biegebeanspruchung wird die eine Seite des Bolzens zusätzlich auf Zug und die andere Seite zusätzlich auf Druck beansprucht (Bild 92/3). Dadurch kann der Bolzen zerbrechen. Aus diesem Grunde muß die Auflagefläche stets sorgsam bearbeitet werden, damit sie rechtwinklig zur Bohrung steht. Ist das nicht möglich, muß man durch schräge Unterlegscheiben den Winkelfehler ausgleichen (Bild 92/3b).

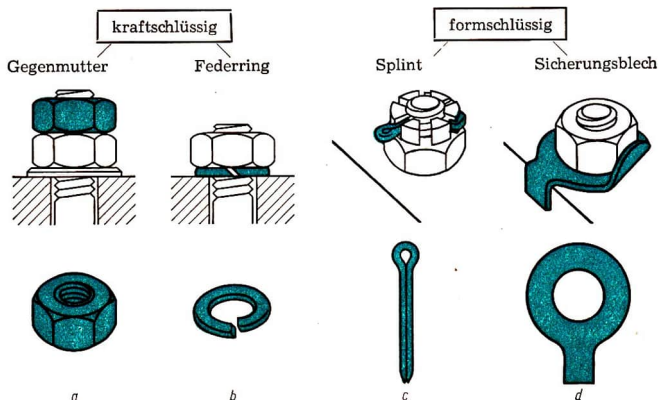


Schraubensicherungen

Durch das Anziehen der Mutter werden die zwischen ihr und dem Bolzenkopf liegenden Bauteile fest zusammengedrückt. Die geringe Neigung der Gewindegänge

und die verhältnismäßig große Reibung zwischen Innen- und Außengewinde bewirken ein Festklemmen der Mutter. Diese einfache Verschraubung ist jedoch nur für ruhende Bauteile geeignet. Werden die Teile durch Erschütterungen be-

anspruch, dehnt sich der Schraubenbolzen zeitweilig aus. Dadurch liegt die Mutter nicht mehr fest auf der Unterlage und kann sich lösen. In diesem Falle ist eine zusätzliche Schraubensicherung notwendig. Man teilt Schraubensicherungen ein in:



93/1 Schraubensicherungen

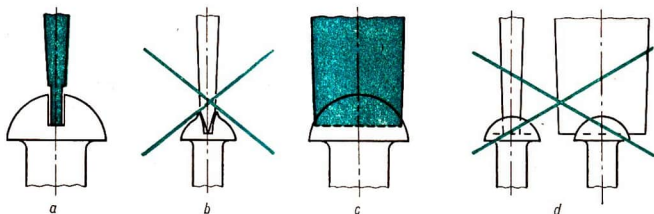
Die *Gegenmutter* (Bild 93/1a) wird fest auf die andere Mutter geschraubt. Die entstehende Reibung verhindert das selbständige Lösen. Der *Federring* (Bild 93/1b) preßt sich mit seinen Enden gegen die zu sichernden Flächen und hält das Gewinde dauernd unter Spannung. Beim *Versplinten* (Bild 93/1c) erhält der Schraubenbolzen eine Bohrung. Der eingezogene Splint hält durch seine Form die Kronenmutter an dem Zacken fest. *Sicherungsbleche* (Bild 93/1d) halten durch ihre angebogenen Lappen die Mutter beziehungsweise den Schraubenkopf fest. Diese Sicherung ist jedoch nur wirksam, wenn Schraube und Mutter gesichert werden.

Stelle fest, wo derartige Sicherungen an Werkzeugen, Geräten und Maschinen zu finden sind!

Werkzeuge

Beim Herstellen oder beim Lösen einer Schraubverbindung sind Werkzeuge zu verwenden, die den Schraubenschlitten, Schraubenköpfen und Muttern entsprechen.

SCHRAUBENZIEHER. Kopfschrauben, die mit einem Schlitz versehen sind, werden mit Schraubenziehern eingeschraubt. Die Klingenflächen der Schraubenzieher müssen im unteren Teil parallel verlau-



94/1 Beschaffenheit der Schraubenzieherklinge

fen und die ganze Schlittiefe der Schraube ausfüllen (Bild 94/1a). Keilförmig zugespilfene Klingen beschädigen die Schlitzte und machen die Schraube unbrauchbar (Bild 94/1b). Die Klingebreite muß etwas kleiner als der Durchmesser des Schraubenkopfes sein (Bild 94/1c). Zu schmale Klingen brechen beim Anziehen der Schraube ab, zu breite können durch die herausstehenden Kanten, beispielsweise bei versenkt liegenden Schrauben, nicht in den Schlitz fassen (Bild 94/1d).

Die Schraubenzieher sind in ihren Formen und Größen standardisiert. Früher gab es etwa 100 verschiedene Typen. Nach der Standardisierung werden nur noch vier Typen in 30 Größen hergestellt. Durch diese Reduzierung können sie in größeren Serien gefertigt werden. Das ergibt jährlich eine Einsparung an Arbeitslöhnen von etwa 150 000 MDN.

SCHRAUBENSCHLÜSSEL. Zum Anziehen und Lösen von Sechskantschrauben oder -muttern werden offene und geschlossene Schraubenschlüssel verwendet. Im allgemeinen genügen die *Maulschlüssel*, die zur Gruppe der *offenen*

Schraubenschlüssel gehören. Sind sie nur an einem Ende mit einem Maul versehen, bezeichnet man sie als *Einmaulschlüssel*, *Doppelmaulschlüssel* tragen an beiden Enden ein Maul. Beide Enden haben verschiedene Maulweiten. Zu den *geschlossenen Schraubenschlüsseln* gehören die *Ringschlüssel* mit einem geschlossenen Sechskant oder mit zwei um 30° versetzten Sechskanten (Zwölfkant). Die Ringschlüssel lassen sich nur verwenden, wenn über dem Schraubkopf beziehungsweise der Mutter so viel Platz ist, daß ein derartiger Schlüssel aufgesetzt werden kann. Neben den genannten Schraubenschlüsseln gibt es noch eine Vielzahl von Spezialschlüsseln, die sich hauptsächlich durch die besondere Form des Kopfes unterscheiden und meistens auch danach benannt werden; zum Beispiel Hakenschlüssel, Vierkant-Aufsteckschlüssel (Bild 97/1).

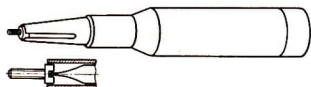
Außer den üblichen Schraubenziehern und Schraubenschlüsseln gibt es eine Reihe von Werkzeugen, Geräten und Maschinen, mit denen Schraubverbindungen sehr wirtschaftlich ausgeführt werden können. Einige Möglichkeiten zeigt die nachstehende Übersicht:

Drillschraubenzieher



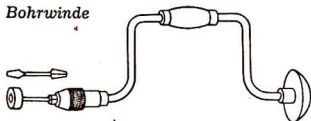
dient zum Anziehen kleiner Schrauben; Arbeitersparnis etwa 50%

Schraubenzieher mit Schraubenhalter



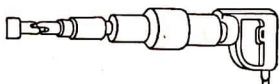
erleichtert die Arbeit beim Anziehen sehr kleiner Schrauben und bei Schraubverbindungen an schwer zugänglichen Stellen

Bohrwinde



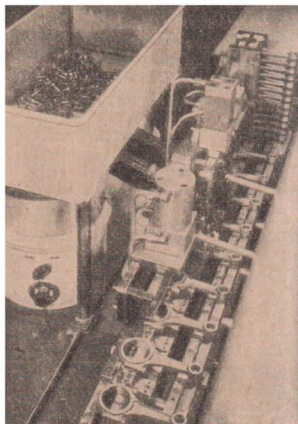
wird häufig für Holzschrauben verwendet

Elektroschrauber



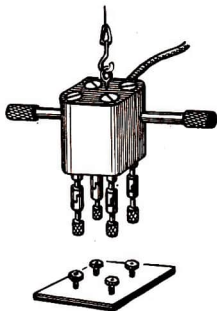
wird besonders in der Massenfertigung verwendet; gleiche Ausführungen gibt es auch druckluftbetrieben

Montageautomat



auch Fügeautomat genannt; nebenstehender Automat montiert Pleuelschäfte und -deckel, führt Schrauben zu, schraubt ein und transportiert montierte Teile zur nächsten Maschine; Mengenleistung: 700 bis 800 Stück je Stunde

dient zum gleichzeitigen Anziehen bis zu vier Schrauben, die in einer Ebene liegen



AUFGABEN

1. Erkläre, warum eine Schraubverbindung keine stoffschlüssige Verbindung sein kann!
2. An welcher Stelle bricht die Schraube meistens, wenn sie auf Zug überbeansprucht wird? Begründe die Feststellung!
3. Was versteht man unter Flächenpressung?
4. In welcher Richtung zur Längsachse der Schraube wirken die Kräfte
 - a) bei Zugbeanspruchung,
 - b) bei Flächenpressung,
 - c) bei Scherbeanspruchung,
 - d) bei Biegebeanspruchung?
5. Erkläre an Beispielen die Wirkungsweise einer formschlüssigen und einer kraftschlüssigen Schraubensicherung!
6. Auf welchen physikalischen Gesetzmäßigkeiten beruht die Wirkung einer Gegenmutter?
7. Warum dürfen beim Anziehen von Schrauben und Muttern die Schraubenschlüssel nicht durch aufgesetzte Rohre verlängert werden?

8. Miß den Nenndurchmesser und die Steigung von
 - a) einer Rohrverbindung,
 - b) einer Maschinenschraube!
 Stelle das Verhältnis von Nenndurchmesser zur Steigung fest!
9. Stelle von fünf Schrauben zwischen M 4 und M 12 den Nenndurchmesser (d) und den Kerndurchmesser (d_3) fest. Errechne jeweils den Wert

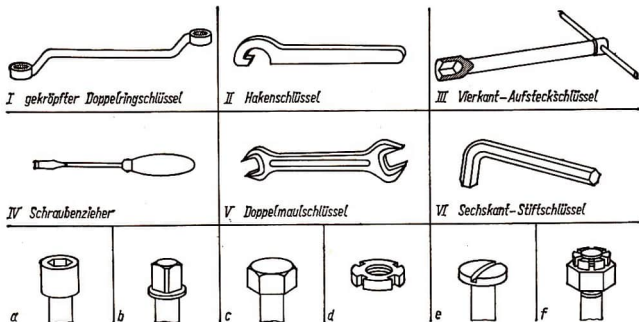
$$x = \frac{d_3}{d}. \text{ Fertige nach folgendem}$$

Muster eine Tabelle an!

Benennung	d (in mm)	d_3 (in mm)	$\frac{d_3}{d} = x$
M 10	10	8	$\frac{8}{10} = 0,8$

Der Mittelwert des errechneten x wird in der Praxis für die überschlägliche Errechnung des Kerndurchmessers verwendet. Man errechnet dann d_3 aus $d \cdot x$.

10. Warum ist die Schraubensicherung durch Sicherungsbleche nur wirksam,



97/1

- wenn Schraube und Mutter gesichert werden?
- Suche in deinem Betrieb weitere Arten von Schraubensicherungen! Ermittle ihre Wirkungsweise und laß dir vom Betreuer die Namen dieser Sicherungen nennen!
 - Wähle nach Bild 97/1 zu jedem Schraubenkopf das passende Werkzeug!
 - Erkläre die Funktion eines Drillschraubenziehers!

Stiftverbindungen

Allgemeine Grundlagen

- Durch Stifte können Bauteile lösbar miteinander verbunden werden.

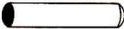




Die Verbindung entsteht, indem man den Stift in die vorbereitete Bohrung einführt. Die Form des Stiftes verhindert, daß sich die Bauteile gegeneinander verschieben, die Stiftverbindung stellt also eine *formschlüssige* Verbindung dar. Damit die Stifte bei Erschütterungen der

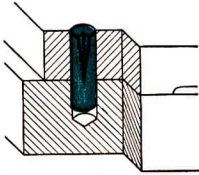
Maschine nicht herausfallen, muß ihr Durchmesser um einige hundertstel Millimeter größer sein als der Durchmesser der Bohrung. Stifte müssen daher in die Bohrung eingeschlagen werden. Dadurch pressen sich die Stifte mit ihren Umfangsflächen gegen die Lochwand und bleiben fest im Loch stecken.

Stiftverbindungen sind leicht herzustellen und deshalb sehr wirtschaftlich. Die Stifte werden in großen Stückzahlen mit Automaten produziert und sind verhältnismäßig billig. Obwohl die Stifte standardisiert sind, gibt es in der Deutschen Demokratischen Republik noch 14 940 verschiedene Ausführungen. Untersuchungen ergaben jedoch, daß diese Vielzahl von Typen durch weitere Standardisierungsmaßnahmen um 70 Prozent verringert werden kann.

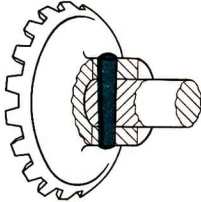
Arten von Stiftverbindungen

Nach der Form der Stifte lassen sich die Stiftverbindungen folgendermaßen einteilen: (s. Tabelle S. 98)
Die Bilder 99/1, 99/2 und 99/3 zeigen einige Anwendungsbeispiele für Stiftverbindungen.

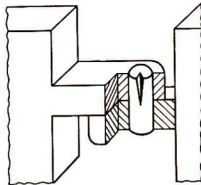
Verbindung	Herstellung	Bemerkungen
<p>Zylinderstift</p> 	<p>Der Stift aus blank gezogenem Stahl wird mit Übermaß in die vorher gebohrte und dann aufgeriebene Bohrung durch Hammerschläge eingetrieben.</p>	<p>Die Herstellung der Bohrung wird durch das Reiben teuer. Der Stift ist wegen der bleibenden Verformung im allgemeinen nicht wieder verwendbar.</p>
<p>Kegelstift</p> 	<p>Der kegelförmige, im Verhältnis 1 : 50 verjüngte Stift wird in die gebohrte und mit einer Kegelreibahle aufgeriebene Bohrung eingetrieben.</p>	<p>Die Herstellung der Bohrung wird durch das Reiben teuer. Die Verbindung ist nicht rüttelsicher. Der Kegelstift kann mehrmals benutzt werden.</p>
<p>Spannstift</p> 	<p>Die aus Federstahl bestehende, seitlich geschlitzte Hülse wird mit Übermaß in die Bohrung eingeschlagen.</p>	<p>Die Bohrung braucht nur mit dem Spiralbohrer bearbeitet zu werden. Die Spannstifte sind für Leichtbau anwendbar, da sie eine um 40 bis 60% geringere Masse als Zylinderstifte besitzen.</p>
<p>Kerbstift</p> 	<p>Der Stift mit drei an den Rändern wulstartig aufgeworfenen Kerben (a) wird in eine einfache Bohrung eingetrieben, und dabei werden die Wulste elastisch umgeformt (b). Die hierbei auftretenden Kräfte halten den Stift in der Bohrung kraftschlüssig fest.</p>	<p>Man kann denselben Stift wiederholt verwenden. Die Bohrung ist mittels Spiralbohrer wirtschaftlich herzustellen. Die Stifte sind für die Massenfertigung geeignet. Die Verbindung kann 20- bis 25mal gelöst und wieder hergestellt werden.</p>
<p>Kerbnagel</p> 	<p>Der Kerbnagel hat die gleiche Wirkungsweise wie der Kerbstift.</p>	<p>Mit Kerbnägeln ist eine wirtschaftliche Befestigung von Typenschildern, Schellen und Verkleidungsblechen möglich. Die Verbindung kann wiederholt gelöst werden.</p>



99/1 Paßstiftverbindung



99/2 Verbindungs- und Mitnehmerstift



99/3 Gelenkstiftverbindung

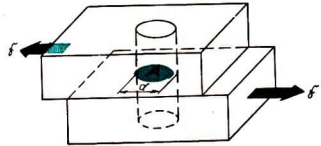
Durch *Paßstiftverbindungen* (Bild 99/1) werden zwei Bauteile in ihrer genauen Lage zueinander festgelegt.

Verbindungsstifte haben die Aufgabe, zwei Bauteile miteinander zu verbinden. Durch *Mitnehmerstiftverbindungen* wird die Mitnahme des einen Maschinenteils durch das andere erreicht. Die im Bild 99/2 dargestellte Verbindung erfüllt beide Aufgaben.

Durch *Gelenkstiftverbindungen* erreicht man gelenkige oder drehbare Verbindungen zweier Teile (Bild 99/3).

Beanspruchungen an den Stiftverbindungen

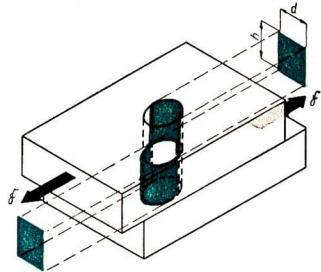
Durch Paßstifte werden Bauteile gegen ein seitliches Verschieben gesichert. Wirken äußere Kräfte auf die verbundenen Bauteile, so wird der Querschnitt des Stiftes an den Verbindungsstellen auf Abscheren beansprucht (Bild 99/4).



99/4 Scherbeanspruchung an der Stiftverbindung

Die auftretende Scherspannung ist von der Größe der angreifenden Kräfte und von der Größe der Scherflächen abhängig. Bei Beanspruchung der Bauteile wird die Mantelfläche des Stiftes gegen die Bohrungswandung gepreßt. Es entsteht an Bohrungswandung und Mantelfläche eine Flächenpressung.

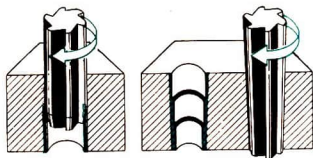
Die Flächenpressung wirkt auf die Projektion (Darstellung auf einer Fläche, Schattenbild) des Stiftes (Bild 99/5).



99/5 Flächenpressung an der Stiftverbindung

Vorbereiten der Stiftverbindung

Stiftlochbohrungen für Zylinderstifte und Kegelstifte werden *aufgerieben*. Beim Reiben werden an der Bohrungswandung feine Späne abgehoben. Dadurch wird die Bohrung geglättet und auf ein genaues Maß gebracht. Da durch Reiben die Bohrung vergrößert wird, muß der Bohrerdurchmesser kleiner als der Stiftdurchmesser gewählt werden (Bild 100/1).



100/1

100/2

Für Kegelstifte wird das Loch stufenweise vorgebohrt und danach mit einer *Kegelreibahle* aufgerieben (Bild 100/2).

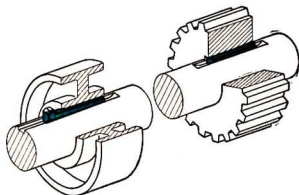
AUFGABEN

1. Wo werden die einzelnen Arten der Stifte wirtschaftlich eingesetzt?
2. Laß dir von deinem Betreuer eine Handreibahle und eine Maschinenreibahle, wie sie für Stiftverbindungen benötigt werden, zeigen, und erläutere die Unterschiede!

Keil- und Federverbindungen

Allgemeine Grundlagen

- Durch Keile und Federn werden Maschinenteile miteinander verbunden, die große Kräfte und Bewegungen von einem Teil auf das andere übertragen sollen. Keil- und Federverbindungen sind lösbar.



100/3 Keilverbindung
(Riemenscheibe
auf halbe Keilbreite
geschnitten)

100/4 Federverbindung
(Zahnrad auf
halbe Federbreite
geschnitten)

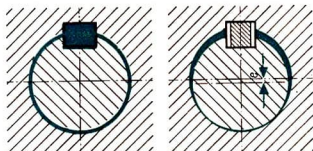
Beispielsweise befestigt man durch Keile und Federn Riemenscheiben und Zahnräder auf Wellen (Bilder 100/3 und 100/4).

Welche von den beiden Verbindungsarten angewendet wird, hängt unter anderem von der Größe, Richtung und Wirkung (gleichmäßig oder stoßweise) der Kräfte ab, die übertragen werden sollen.

Keile und Federn sind standardisiert. Dadurch ist eine wirtschaftliche Fertigung der Teile möglich.

Aufbau von Keil- und Federverbindungen

Bei den Keilverbindungen werden in die zu verbindenden Teile keilförmige Nuten eingearbeitet. In diese treibt man dann den keilförmigen Körper (Keil) ein. Dadurch werden die Teile gegeneinander



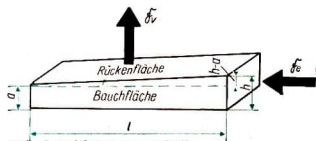
100/5 Außermittiger Sitz bei einer Keilverbindung

gedrückt (verspannt). Die Reibungskräfte zwischen den Teilen halten diese in ihrer Lage fest (Selbsthemmung). Die Verbindung wirkt *kraftschlüssig*. Wird ein Drehkörper (zum Beispiel ein Zahnrad) mittels Keil auf einer Welle befestigt, dann wird durch das Verspannen die Nabe des Drehkörpers gedehnt und die Welle gedrückt. Dadurch bekommen Welle und Nabe einen außermittigen (exzentrischen) Sitz (Bild 100/5), was für genau rundlaufende Teile nicht zulässig ist. Deshalb wählt man bei Zahnrädern, Fräsern usw., die genau rundlaufen sollen, eine Federverbindung. Dazu erhalten Welle und Nabe rechteckige Nuten. In die Nuten wird die Feder, ein langgestreckter rechteckiger Körper, eingepaßt. Die Feder hindert durch ihre Form die zusammengefügte Teile an einem gegenseitigen Verdrehen. Die Verbindung wirkt *formschlüssig*. Die Federverbindung läßt sich aber axial (längs zur Achse) verschieben. Darum muß sie zusätzlich durch Stellringe, Stifte o. ä. gesichert werden. Bei hochbeanspruchten Getrieben werden Federn und Wellen aus einem Stück gefertigt. Die damit hergestellte Verbindung nennt man Profilverbindung (s. S. 103 unten).

Beanspruchung an den Keil- und Federverbindungen

Aus dem Physikunterricht ist die geneigte Ebene als kraftsparende Einrichtung bekannt. Ähnliche Verhältnisse wirken auch beim Keil (Bild 101/1). Je kleiner der Höhenunterschied bei gleicher Keillänge ist, desto kleiner kann die Eintreibkraft sein.

Zwei Beispiele sollen beweisen, daß die gleiche Vorspannkraft (F_v) mit kleinerer Eintreibkraft (F_e) erzielt werden kann, wenn die Höhendifferenz bei gleichbleibender Länge kleiner ist. In der Technik



- 101/1 Bezeichnungen am Keil
 F_e : Eintreibkraft in kp
 F_v : Vorspannkraft in kp
 l : Keillänge in mm
 h : große Keilhöhe in mm
 a : kleine Keilhöhe in mm
 $h - a$: Höhendifferenz in mm

bezeichnet man den Quotienten aus Keilhöhendifferenz und Länge des Keiles mit *Anzug*.

$$\text{Anzug} = \frac{\text{Höhendifferenz}}{\text{Keillänge}} = \frac{h-a}{l}$$

Bei standardisierten Befestigungskeilen beträgt der Anzug 1:100 (siehe 2. Beispiel).

1. Beispiel:

- a) *Gegeben:* $a = 6 \text{ mm}$
 $h = 9 \text{ mm}$
 $l = 150 \text{ mm}$

Gesucht: Anzug

Lösung: $\text{Anzug} = \frac{h-a}{l}$

$$\text{Anzug} = \frac{9 \text{ mm} - 6 \text{ mm}}{150 \text{ mm}}$$

$$\text{Anzug} = \frac{1}{50}$$

- b) *Gegeben:* $F_v = 2000 \text{ kp}$

Gesucht: F_e

Lösung:

Folgende Proportion wird aufgestellt:

$$F_e : F_v = (h - a) : l$$

Daraus folgt:

$$F_e = F_v \cdot \frac{(h-a)}{l}$$

$$F_e = \frac{2000 \text{ kp} \cdot (h-a)}{l}$$

$$F_e = \frac{2000 \text{ kp} \cdot 1}{50}$$

$$F_e = \underline{40 \text{ kp}}$$

2. Beispiel:

- a) **Gegeben:** $a = 7,5 \text{ mm}$
 $h = 9 \text{ mm}$
 $l = 150 \text{ mm}$

Gesucht: Anzug

Lösung: $\text{Anzug} = \frac{9 \text{ mm} - 7,5 \text{ mm}}{150 \text{ mm}}$

$$\text{Anzug} = \frac{1}{100}$$

- b) **Gegeben:** $F_v = 2000 \text{ kp}$

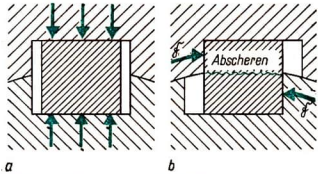
Gesucht: F_o

Lösung: $F_o = F_v \cdot \frac{(h - a)}{l}$

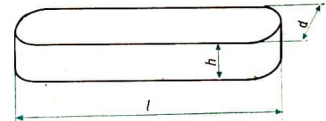
$$F_o = \frac{2000 \text{ kp} \cdot 1}{100}$$

$$F_o = 20 \text{ kp}$$

Wird der Keil in die Nuten eingetrieben, so preßt sich seine Bauchfläche gegen die Welle und seine Rückenfläche gegen die Nabe. An Bauch- und Rückenfläche entsteht eine Flächenpressung, die 900 kp/cm^2 nicht überschreiten soll (Bild 102/1a). Ist bei Beanspruchung der Maschinenteile die von außen angreifende Kraft so groß, daß die Vorspannkraft überwunden wird, so legt sich der Keil an die Seitenflächen der Nut in Welle und Nabe an. Die Keilverbindung wirkt dann formschlüssig, und der Keil wird auf Abscheren beansprucht (Bild 102/1 b). Bei den Federn liegen die Bauch- und



102/1 Kräfte an der Keilverbindung



102/2 Bezeichnungen an der Paßfeder

Rückenflächen zueinander meist parallel. Federn haben keinen Anzug, sie verbinden die Maschinenteile nur formschlüssig. Im Ruhezustand wirken auf die Federverbindung keine Kräfte ein. Wenn die Maschine läuft, werden alle Teile – Feder, Nabe und Welle – durch die Umfangskraft auf Abscheren beansprucht. Die Scherkraft greift an den Seitenflächen der Feder an. Dadurch ist der Federquerschnitt ($d \cdot h$) gefährdet (Bild 102/2). Um zu verhindern, daß die Federverbindung zerstört wird, muß die erforderliche Länge der Feder berechnet werden.

Übersicht über die Keil- und Federverbindungen

KEILE

Befestigungskeile

(Anzug 1:100)

Längskeile
 Nutenkeile
 Flachkeile
 Hohlkeile
 Rundkeile
 Tangentkeile

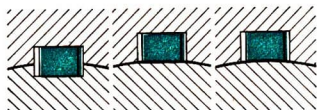
Querkeile

Maschinenteile werden quer miteinander verbunden; ihre Herstellung ist sehr teuer, darum werden sie selten verwendet

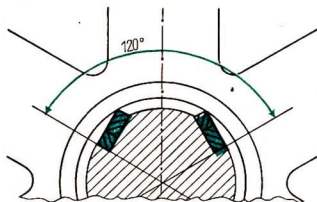
Stellkeile

(Anzug 1:10 bis 1:5)

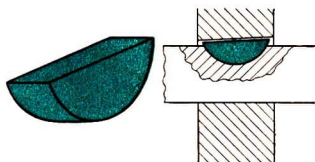
haben keine Selbsthemmung; müssen daher durch Schrauben eingestellt und gehalten werden; mit Stellkeilen wird die genaue Lage von Maschinenteilen zueinander eingestellt



103/1 a) Nutenkeil b) Flachkeil c) Hohlkeil

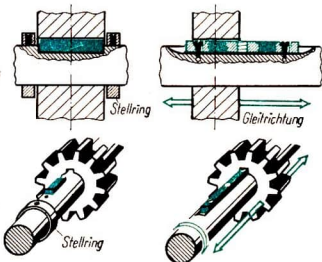
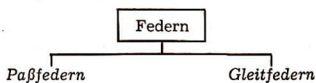


103/2 Tangentkeilverbindung
Dient zur Übertragung großer Kräfte. Durch die Anordnung der zwei Keilpaare im Winkel von 120° wird bei stoßartiger Belastung verhindert, daß sich die Nabe auf der Welle lockert



103/3 Scheibefeder-Verbindung
Diese Verbindung ist billig, weil bei ihr die teuren Paßarbeiten entfallen, die bei der Bearbeitung der Keilschräge notwendig sind

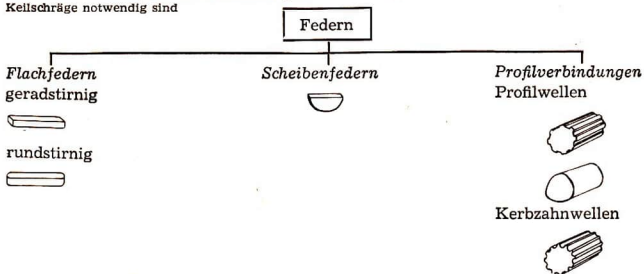
FEDERN kann man nach ihrer Wirkungsweise einteilen:



Gleitfedern werden angewendet, wenn die mitzunehmenden Teile auf der Welle verschoben werden sollen (zum Beispiel Zahnräder in Getrieben). Sie sind meist mit Schrauben in der Wellennut befestigt.

Paßfedern werden angewendet, wenn Naben und Wellen nicht verschoben werden.

Nach ihrer Form lassen sich die Federn wie folgt einteilen:



Die *Flach- und Scheibenfedern* unterscheiden sich von den Keilen dadurch, daß ihnen der Anzug fehlt. Bei den *Profilverbindungen* erhalten Welle und Nabe einen profilierten Querschnitt, die Profile greifen ineinander und stellen eine formschlüssige Verbindung her. Profilverbindungen können darum zur Übertragung großer Kräfte eingesetzt werden. Man kann sie als Wellen mit mehreren Federn auffassen. Der in der Praxis übliche Ausdruck „Keilwelle“ ist irreführend, da die federförmigen Erhöhungen keine Längsneigung aufweisen. Er ist dadurch entstanden, daß man früher die Paßfedern als „Keile ohne Anzug“ bezeichnete.

AUFGABEN

1. Vergleiche die Form eines Flachkeils mit der einer Flachfeder, und äußere dich dazu!
2. Was versteht man unter dem Anzug des Keiles, und wie wird er errechnet?
3. Warum müssen Keilverbindungen an den Flanken und Federverbindungen zwischen Federrücken und Nabengrund ein gewisses Spiel haben?
4. Warum müssen Paßfederverbindungen gegen Längsverschiebungen gesichert werden und Keilverbindungen nicht?
5. Miß einen Keil aus! Berechne seinen Anzug!
6. Stelle die Merkmale zusammen, durch die sich Keile von Federn unterscheiden!

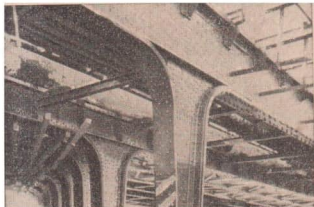
Nietverbindungen

Allgemeine Grundlagen

- Durch Nietten werden zwei oder mehrere Bauteile unlösbar miteinander verbunden.

Man nutzt dabei die Tatsache aus, daß einige Werkstoffe – Aluminium, Kupfer, Stahl – in gewissen Grenzen unter Druck verformbar sind. Nietverbindungen werden in den verschiedensten Zweigen der Technik angewendet.

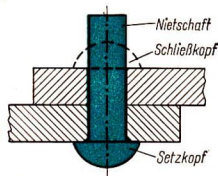
Nenne zehn Beispiele, bei denen Bauteile durch Nietten verbunden wurden! (Bedenke, daß nicht nur Metalle miteinander vernietet werden!)



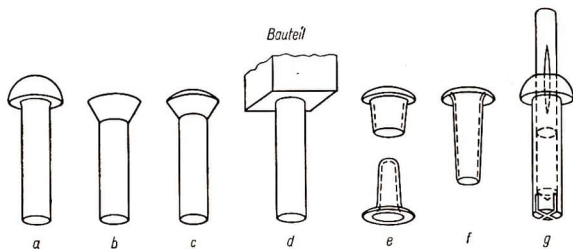
104/1 Genietete Stahlkonstruktion

Nietformen

Eine Nietverbindung besteht aus dem Niet und den zu verbindenden Bauteilen. Zum Rohniet gehören der *zylindrische Nietschaft* und der *Setzkopf*, der verschiedene Formen haben kann. Die gebräuchlichsten Nietarten haben *Halbrund-* (Bild 105/1a), *Senk-* (Bild 105/1b)



104/2 Nietverbindung



105/1 Nietformen

und *Linsenköpfe* (Bild 105/1c). Beim Nieten wird das aus der Bohrung herausragende Nietschaftende gestaucht und zum *Schließkopf* geformt, der ebenfalls als Halbrund-, Senk- oder Linsenkopf ausgebildet werden kann (Bild 104/2).

In der Feinwerktechnik (Schreibmaschinen, Optik u. ä.) werden oftmals die Nietzapfen direkt an das Bauteil angearbeitet. Diese Niete werden *Zapfenniete* (Bild 105/1d) genannt.

Bauteile aus weichem, elastischem Werkstoff lassen sich kaum mit Vollnieten verbinden. Sie würden beim Bilden des Schließkopfes ihre Form verlieren. Deshalb verwendet man für derartige Werkstoffe meist *Hohlните*; sie sind aus Blech hergestellt und besitzen einen vorgeformten Kopf. Hohlните werden vor allem in der lederverarbeitenden Industrie angewendet. Einen zweiteiligen Hohl Niet, wie er häufig zum Verbinden von Pappe verwendet wird, zeigt das Bild 105/1e.

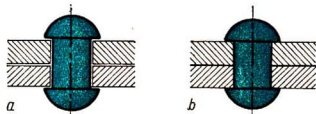
Auch bei spröden Werkstoffen, zum Beispiel Preßstoff, sind Vollniete kaum anwendbar, da diese Stoffe zu leicht platzen. Hier verwendet man ebenfalls *Hohlните* (Rohrniete oder Ösen, Bild 105/1f). Sie werden aus Rohr oder Blech hergestellt und haben einen vorgeformten Kopf. Der Schließkopf wird mit einem Spezialwerkzeug durch Einrollen des überstehenden Rohrendes hergestellt.

Für Nietungen an Stellen, die nur von einer Seite zugänglich sind, wurden vom VEB Kerb-Konus, Dresden, *Spreizniete* entwickelt (Bild 105/1g). Ein Spreizniet besteht aus zwei Teilen. Der Niet mit dem Setzkopf hat eine Grundbohrung. Das volle restliche Teil des Schaftes ist kreuzweise geschlitzt. In der Bohrung befindet sich ein Knebelkerbstift. Beim Formen des Nietes wird der Kerbstift von der Setzkopfseite aus durch den Niet getrieben. Dabei wird das kreuzweise geschlitzte Schaftende gespreizt.

Arten der Nietverbindungen

Nietverbindungen werden nach dem Zweck in *lose* und *feste* Nietverbindungen eingeteilt.

Bei einer *losen Nietung* werden die Teile durch die Form der Nietköpfe beweglich zusammengehalten (Bild 105/2a). Der Nietschaft hat die Aufgabe einer Achse, zum Beispiel bei der Nietung an einer Schere. Eine *Festnietung* (Bild 105/2b) muß hoch beansprucht werden können.



a) Lose Nietung

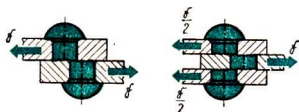
b) Feste Nietung

Die Teile werden deshalb durch den Niet zusammengepreßt, zum Beispiel bei der Nietung an einem Brückenträger.

Beanspruchungen an der Nietverbindung

ZUGBEANSPRUCHUNG. Bei den festen Nietverbindungen preßt der geschlagene Niet mit seinen beiden Köpfen die zu verbindenden Bauteile fest aufeinander. Dabei wird der beim Nieten gestauchte Werkstoff des Nietschaftes zwischen den Köpfen auf Zug beansprucht. Diese Zugbeanspruchung wird bei der Warmnietung (s. S. 107) besonders groß, weil sich der Niet beim Erkalten zusammenzieht (schrumpft) und die Bauteile mit um so größerer Kraft zusammenpreßt.

SCHERBEANSPRUCHUNG. Werden durch Krafteinwirkung von außen die Reibungskräfte zwischen den Bauteilen überwunden, können sich die Bauteile etwas gegeneinander verschieben. Dabei legt sich der Niet an die Lochwand an, und der Nietquerschnitt wird auf Abscheren beansprucht. Nach der Anzahl der belasteten Querschnitte spricht man von ein- und mehrschnittigen Nietverbindungen (Bild 106/1).



106/1 Scherbeanspruchung an der Nietverbindung

Nietwerkzeuge und -einrichtungen

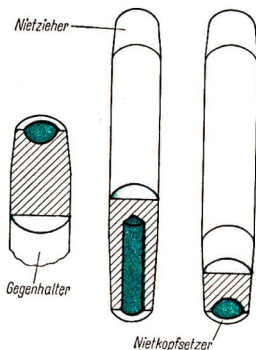
Zu den Nietwerkzeugen gehören:

Auflage oder Gegenhalter,

Werkzeug zum Zusammenhalten der Werkstücke,

Werkzeug zur Herstellung des Schließkopfes.

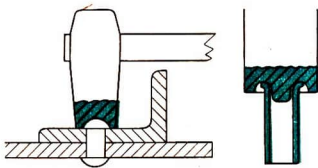
DIE AUFLAGE ODER DER GEGENHALTER für den Setzkopf haben bei Senknieten eine glatte Oberfläche. Bei den anderen Kopfformen sind diese in das Werkzeug eingearbeitet (Bild 106/2). Diese Einarbeitung, Kalotte genannt, kann sich auch in einem Hammer (Setzhammer) oder in gekröpften Rundstäben (Nietstöcken) befinden.



106/2

DAS ZUSAMMENHALTEN DER ZU VERBINDENDEN WERKSTÜCKE wird durch Heftschrauben, Spannkloben oder Feilkloben erreicht. Der Nietzieher ist im Bild 106/2 dargestellt. Seine Bohrung hat einen etwas größeren Durchmesser als der Nietschaft. Er wird auf den überstehenden Nietschaft gesteckt. Durch Schläge auf den Nietzieher wird ein dichter Schluß zwischen den Werkstücken erreicht.

DAS WERKZEUG ZUM HERSTELLEN DES SCHLIESSKOPFES ist bei versenkten Nieten ein Flachstempel. Für alle anderen Nietkopfformen muß eine entsprechende Aussparung in das Werkzeug eingearbeitet sein (Bild 106/2). Man nennt



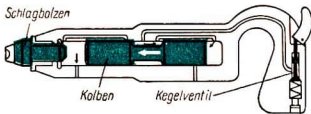
107/1 Klinkhammer

107/2 Einrollwerkzeug
für Ösen

diese Werkzeuge *Nietkopfsetzer* oder *Döpper*. Im Stahlbau verwendet man einen Klinkhammer, das ist ein Hammer, in dessen Bahn die Kopfform eingearbeitet ist (Bild 107/1). Bei Rohrrieten benutzt man *Einrollwerkzeuge* (Bild 107/2). Damit werden die vorstehenden Ränder der Rohrriete nach außen zum „Kopf“ umgerollt.

Wird zum Nieten ein Handhammer benutzt, so spricht man von einer *Handnietung*. Bei einer *Druckluftthammernietung* werden Drucklufthämmer (Bild 107/3) verwendet. Bei einer *Maschinen-nietung* werden Nietmaschinen eingesetzt.

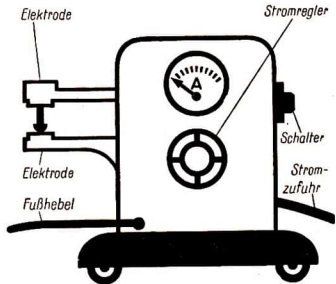
Die Handnietung wird heute nur noch dort angewendet, wo einzelne Niete geschlagen werden müssen, zum Beispiel bei Reparaturen. In der Produktion ist dieses Verfahren unrationell.



107/3 Drucklufthammer

DAS ERWÄRMEN DER NIETE geschieht vielfach, vor allem auf Baustellen, in offenen Schmiedefeuern, in durch Gas, Öl, Kohle oder Koks geheizten Wärmeöfen oder mit elektrischen Nietwärmern (Bild 107/4). Die Vor- und Nachteile der

verschiedenen Einrichtungen sind bei der Anwendung gegeneinander abzuwägen. Bei der *Warmnietung* hat das Nietenende eine Temperatur von etwa 800 bis 950 °C und läßt sich gut formen. Stahlriete mit einem Schaftdurchmesser unter 8 mm können auch *kalt* genietet werden.



107/4 Elektrischer Nietwärmer

AUFGABEN

1. Welche Anforderungen sind an die Werkstoffe der Niete zu stellen?
2. Wie heißen die einzelnen Teile am geschlagenen Niet?
3. Nenne die gebräuchlichsten Nietarten und ihre Anwendungsgebiete!
4. Nach welchen Gesichtspunkten lassen sich die Arten der Nietverbindungen einteilen?
5. Erläutere den Unterschied zwischen loser und fester Nietung!
6. Informiere dich, warum beim Nieten der Schließkopf mit nur wenigen kräftigen Schlägen ausgeformt werden soll!
7. Die Arten der Nietverbindungen lassen sich nach dem Zweck ihrer Anwendung einteilen. Nenne zu jeder Art zwei weitere Beispiele!

Schweißverbindungen

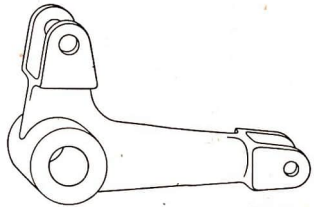
Allgemeine Grundlagen

- Die Schweißverbindung ist eine unlösbare Verbindung. Durch Schweißen können metallische und thermoplastische Stoffe stoffschlüssig verbunden werden.

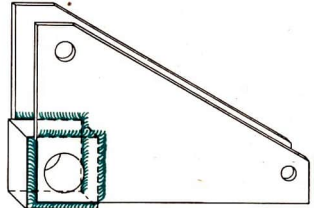
Durch eine Schweißverbindung werden die zu verbindenden Teile direkt oder unter Zusatz von artgleichem Werkstoff verbunden. Die Verbindung geschieht durch Wärme oder durch Wärme und Druck.

In den letzten 60 Jahren hat die Schweißtechnik einen immer größeren Umfang angenommen. Vor allem das Nieten wird immer mehr vom Schweißen verdrängt. Die verhältnismäßig umfangreichen Vorbereitungsarbeiten, die durch das Anreißen der Nietlöcher, das Lochen oder Bohren, Heften und Aufreiben notwendig sind, entfallen beim Schweißen. Weiterhin werden die Bauteile nicht durch Nietlöcher geschwächt und erhalten eine glatte Oberfläche. Ferner können Schweißkonstruktionen bei gleicher Haltbarkeit um 15 bis 40% leichter hergestellt werden als Nietkonstruktionen.

Auch Verbindungen, die früher geschraubt und gelötet wurden, werden heute schneller und vor allem wirtschaftlicher durch Schweißen hergestellt. In der Massenfertigung werden heute weitgehend Schweißautomaten eingesetzt.



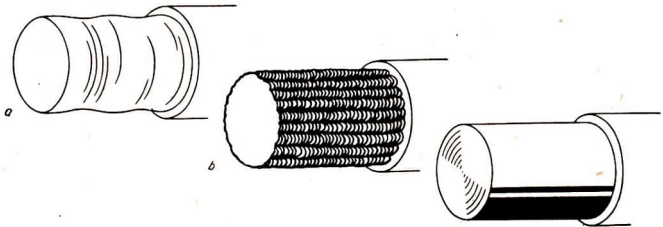
gegossen



geschweißt

108/1 Gegenüberstellung eines Winkelhebels in Schweiß- und Gußkonstruktion
Ersparnis beim Schweißen
an Werkstoff $\approx 65\%$,
an Fertigungszeit $\approx 75\%$

Eine besondere Bedeutung hat das Schweißen bei Reparaturarbeiten erlangt. Durch *Auftragsschweißen* wird an abgenutzten Stellen von Maschinenteilen neuer Werkstoff aufgeschweißt. Durch anschließende spanabhebende Bearbei-



108/2 Durch Auftragsschweißen verstärkter Zapfen

tung erhält somit das Teil wieder seine ursprüngliche Form und muß nicht vollständig ersetzt werden (Bild 108/2).

Außer dem Auftragsschweißen gibt es noch das *Verbindungsschweißen*. Hierbei werden zwei oder mehrere Teile durch Schweißen zu einem neuen Bauteil (*Schweißteil*) verbunden.

Aufbau von Schweißverbindungen

Schweißbare Metalle sind zum Beispiel Stahl, Stahlguß, Grauguß, Kupfer und einige Kupferlegierungen, Aluminium und einige Aluminiumlegierungen, Magnesiumlegierungen, Nickel, Blei, Zink, Silber, Gold und Platin. Schweißbare

Plaste sind zum Beispiel PVC-hart, PVC-weich und Plexiglas.

Die geschweißte Verbindungsstelle wird als *Schweißnaht* bezeichnet.

Bei dicken Blechen werden vor dem Schweißen die Kanten abgeschrägt. Das Abschrägen geschieht entweder durch spanabhebende Werkzeuge (Feile, Fräser, Meißel), durch Schneiden oder durch Abtragen (Brennschneiden). Dünne Bleche werden vor dem Schweißen an den Kanten umgebördelt oder auch ohne besondere Vorbereitung geschweißt. Entsprechend der Kantenvorbereitung unterscheidet man bei der Schweißnaht verschiedene *Fugenformen*. Einige Fugenformen sind in der nachfolgenden Übersicht zusammengestellt.

Benennung	Fugenform	Ausführung	Sinnbild	Werkstückdicke
Bördelnaht				bis 2mm
I-Naht				0,5 bis 10 mm
V-Naht				3 bis 12 mm
X-Naht				über 12 mm
Kehlnaht				
Ecknaht				

109/1 Schweißnahtarten

Nach der Art der zu schweißenden Werkstoffe kann man die Schweißverfahren einteilen in

Metallschweißen

Plastschweißen

ist ein Vereinigen von metallischen Werkstoffen gleicher Art

thermoplastischen, das heißt nicht härtbaren Plasten gleicher oder verschiedener Art

unter Anwendung von

Wärme oder Wärme und Druck

Wärme oder Wärme und Druck

mit oder ohne Zusetzen von

artgleichem Werkstoff mit gleichem oder nahezu gleichem Schmelzbereich

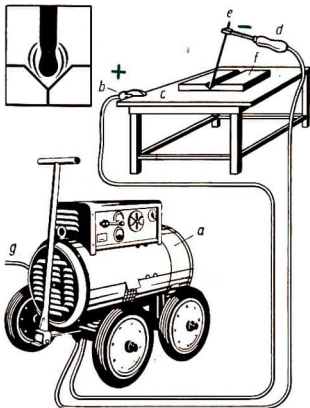
artgleichem oder artähnlichem Plastwerkstoff

Metallschweißen

OFFENES

LICHTBOGENSCHWEISSEN. In der Großproduktion, vor allem im Stahlbau, hat sich als Wärmequelle der elektrische Lichtbogen durchgesetzt. Das Verfahren wurde 1892 von *Slavianoff* vorgeschlagen. Nach dem Erfinder nennt man das Verfahren *Slavianoff-Verfahren* oder auch allgemein *offenes Lichtbogenschweißen* (Bild 110/1).

Das Bild läßt erkennen, daß der Pluspol (+) an das Werkstück (in diesem Falle an den Schweißtisch) und der Minuspol (-) an einen Metallstab (Elektrode) gelegt sind. Die Spannungsquelle ist in diesem Falle ein Schweißumformer. Die in einen Elektrodenhalter geklemmte Elektrode ist gleichzeitig Schweißdraht, das heißt Zusatzwerkstoff. Wird nun die Elektrode gegen das Werkstück gehalten, so fließt ein Strom. Entfernt man die Elektrode bis auf einen gewissen Abstand vom Werkstück, so bildet sich ein elektrischer Lichtbogen von etwa 3000 bis 3800 °C. Bei dieser Temperatur werden die Werkstückkanten und die Elektrode geschmol-



110/1 Schematische Darstellung einer offenen Lichtbogenschweißanlage
 a) Schweißumformer
 b) Werkstückzwinne
 c) Stahlplatte des Schweißtisches
 d) Elektrodenhalter
 e) Schweißelektrode
 f) zu schweißendes Werkstück
 g) Stromkabel für Netzanschluß

zen. Die Elektrode schmilzt dabei ab und füllt die Schweißfuge mit Schweißgut.

Der helle und blendende Lichtbogen sendet außer den sichtbaren Strahlen auch unsichtbare aus, die wie die Sonnenstrahlen die Haut verbrennen und Augenentzündungen



111/1 Augen- und Handschutz beim Lichtbögenschweißen

hervorrufen. Gegen diese Strahlen schützt sich der Schweißer durch einen breitrandigen Schirm mit dunklen Spezialgläsern (Bild 111/1). Für die Hände und Arme verwendet man Lederhandschuhe mit langen Stulpen. Außerdem wird die Schweißstelle zum Schutze der in der Nähe beschäftigten Arbeiter mit Blechwänden oder ähnlichem umgeben.

- Beim Slavianoff-Verfahren bildet der Lichtbogen die Wärmequelle. Bei einer Temperatur von 3000 bis 3800 °C werden die Bauteile zu einem Schweißteil verbunden.

GASSCHWEISSEN. Eine andere Wärmequelle, wie sie vor allem in Reparaturbetrieben noch angewendet wird, ist ein Gemisch aus Äthin und Sauerstoff. Das Verfahren nennt man *Gasschweißen*. Der Sauerstoff ermöglicht die Verbrennung, und das Äthin verbrennt dabei unter starker Wärmeentwicklung.

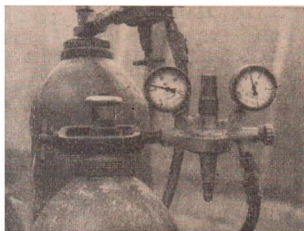
Der Sauerstoff wird für industrielle Zwecke in *blauen* Stahlflaschen mit 40 l Inhalt und 150 at geliefert.

Multipliziert man den Rauminhalt einer Flasche mit dem in ihr herrschenden Druck, so erhält man den Gasinhalt bei normalem Luftdruck ($40 \cdot 150 = 6000 \text{ l} = 6 \text{ m}^3$).

Das Äthin wird dem Verbraucher entweder in *gelben* Stahlflaschen geliefert, oder er erzeugt es selbst in einem Entwickler aus Kalziumkarbid und Wasser.

Was hast du über Kalziumkarbid im Chemieunterricht erfahren?

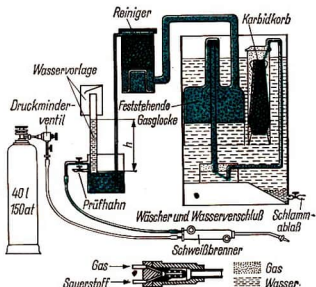
Der in den Flaschen herrschende Druck ist für das Schweißen zu hoch. Deshalb befestigt man an den Flaschenöffnungen *Druckminderventile* (Bild 111/2), mit denen der benötigte Arbeitsdruck eingestellt werden kann.



111/2 Druckminderventile

Die so auf Arbeitsdruck gebrachten Gase werden durch getrennte Schläuche in den Brenner geleitet. Hier vermischen sich die Gase und treten als Äthin-Sauerstoff-Gemisch aus der Düse aus. Bei Entzündung entsteht eine Stichflamme von etwa 3200 °C, die zum Schmelzen des Schweißgutes dient.

Das Bild 112/1 zeigt eine schematische Darstellung einer Gasschweißanlage, bei der das Gas Äthin selbst hergestellt und der Sauerstoff handelsüblich in Gasflaschen bezogen wird.



112/1 Schematische Darstellung einer Gasschweißanlage

- Beim Gasschweißen bildet die Stichflamme an der Brennerdüse die Wärmequelle. Bei einer Temperatur von etwa 3200 °C werden die Bauteile zu einem Schweißteil verbunden.

Plastschweißen

Beim Schweißen von PVC dient als Wärmequelle ein Luftstrom von 200 bis 280 °C, weil PVC ab 175 °C zu fließen beginnt. Das Fließen ist nicht mit dem Schmelzen zu vergleichen, wie es beim Metallschweißen auftritt. Es ist vielmehr ein Übergehen in den teigigen Zustand.

WÄRMEQUELLEN. Zur Erzeugung des heißen Luftstromes benutzt man gas- oder elektrisch beheizte Heißluft-Schweißbrenner (TP-Schweißgeräte, TP = Thermoplast) (Bild 112/2).

Bei diesen Geräten tritt ein Luftstrom, der auf die erforderliche Temperatur von 200 bis 280 °C gebracht wird, aus der Düse des Schweißbrenners aus. An der Schweißstelle soll die Temperatur zwischen 175 und 200 °C liegen.

Bei den gasbeheizten Schweißgeräten hat sich Wasserstoff als vorteilhaftes Gas er-

wiesen. Es wird durch einen Schlauch dem Brenner zugeführt. Über einen anderen Schlauch leitet man die Druckluft zum Brenner.

Bei den elektrisch beheizten Schweißgeräten wird die Schweißluft durch ein elektrisch beheiztes Rohr geleitet, das die Luft auf die notwendige Austrittstemperatur von 200 bis 280 °C erwärmt. Der Luftstrom für diese Brenner wird durch Gebläse mit elektrischem Antrieb erzeugt. Die Gebläse sind leicht zu transportieren und können an jeder Montagestelle eingesetzt werden.



112/2 Schweißen eines Plastbehälters mit dem Heißluft-Schweißbrenner

- Die Wärmequelle beim PVC-Schweißen ist Heißluft mit einer Temperatur von 200 bis 280 °C. Die Bauteile werden im teigigen Zustand bei etwa 175 °C zu einem Schweißteil verbunden.

Vergleichende Betrachtungen Nietverbindungen — Schweiß- verbindungen

Durch Schweißen erhält man eine um 10 Prozent höhere Nahtfestigkeit als beim Nieten. Ein wesentlicher Vorteil bei der Anwendung von Schweißverbindun-

gen an Stelle von Nietverbindungen ist außerdem die Massensparnis.

Beispiel:

Es sollen zwei offene Behälter von je 1 m Kantenlänge, also 1 m³ Inhalt, hergestellt werden. Die Blechdicke beträgt 6 mm. Ein Behälter wird genietet, der andere wird geschweißt. Es werden benötigt:

genietet		geschweißt	
5 m ² Stahlblech 6 mm dick	= 235 kg	5 m ² Stahlblech 6 mm dick	= 235 kg
etwa 6 m Winkelstahl		Zusatzwerkstoff	= 2,5 kg
└ 50 × 50 × 6 zu			Gesamtmasse = <u>237,5 kg</u>
4,5 kp/m	= 27 kg		
etwa 600 Niete			
d = 14 mm	= 27 kg		
	Gesamtmasse = <u>289 kg</u>		

Die Masse des geschweißten Behälters ist um 51,5 kg (18^{0/0}) geringer als die des genieteten Behälters. Außerdem verringert sich die Herrichtungs- und Ferti-gungszeit um etwa 60^{0/0}. Dadurch werden gleichzeitig Arbeitskräfte eingespart, und das Produkt verbilligt sich. Wie Arbeitskräfte eingespart werden können, zeigt folgendes Beispiel:

Früher wurden zum Nieten von offenen Güterwagen je Tag und Wagen

- 26 Facharbeiter
- 18 angelernte Arbeiter

Gesamt: 44 Beschäftigte benötigt.

Durch das Einführen des Schweißens waren nur noch

- 6 Facharbeiter
- 14 angelernte Arbeiter
- 1 Körperbehinderter
- 6 Schweißer

Gesamt: 27 Beschäftigte notwendig.

17 Beschäftigte, das sind rund 40%, konnten für andere Arbeiten eingesetzt werden.

Durch die Massensparnis verringern sich außerdem die Transportkosten, weil für die kleinere Masse weniger Antriebsenergie benötigt wird. Im Maschinenbau wurde durch

das Schweißen erst der Leichtbau möglich. So wurden zum Beispiel beim Lokomotivbau durch das Schweißen 2,5 t eingespart.

An diesen wenigen Beispielen ist zu erkennen, daß das Schweißen gegenüber dem Nieten große Vorteile hat.

Dem Schweißen sind aber auch Grenzen gesetzt. Es gibt einige Metalle oder Legierungen, die nicht schweißbar sind. Im Flugzeugbau wird zum Beispiel ein Blech verarbeitet, das aus einer Legierung von Aluminium und Kupfer besteht und *Duralumin* heißt. Diese Legierung ist schwer schweißbar. Verbindungsstellen werden hier vorwiegend genietet.

Außerdem lassen sich verschiedene Metalle (zum Beispiel Stahl und Kupfer) oder verschiedene Werkstoffe (zum Beispiel Metall und Plast) nicht miteinander verschweißen. In diesem Falle ist man ebenfalls gezwungen, andere Verbindungsarten (zum Beispiel Schraub- oder Nietverbindungen) zu wählen.

Eine weitere Grenze ist dem Schweißen beim Verbinden von *Vergütungsstählen* gesetzt. Vergütungsstähle sind Stähle, die durch Warmbehandlung in ihrer

Qualität verbessert worden sind. Durch die Erwärmung auf Schweißtemperatur würde diese Qualitätsverbesserung wieder aufgehoben werden.

Neuerdings werden an Stelle von Schweißverbindungen auch Klebeverbindungen angewendet, die sich durch die Entwicklung neuer Kunstharzkleber immer mehr in der Technik durchsetzen.

AUFGABEN

1. Nach welchen Gesichtspunkten lassen sich die Schweißverfahren einteilen?
2. Welche Aufgabe haben beim Gas-schweißen die Druckminderventile?
3. Unterscheide das Gas-, Lichtbogen- und Plastschweißen nach der Art der Wärmequellen!
4. Stelle in einer Tabelle die Vorteile und Grenzen des Schweißens zusammen!
5. Beobachte den Schweißvorgang bei einer Lichtbogen-Schweißanlage und schreibe deine Beobachtungen auf!

Klebeverbindungen

Allgemeine Grundlagen

- *Das Kleben ist ein stoffschlüssiges Verbinden von Körpern mittels Klebstoff.*

Beim Nieten oder Schweißen sind umfangreiche Vor- und Nacharbeiten sowie Maschinen und Geräte notwendig. Beim Schweißen werden durch hohe Temperaturen die Eigenschaften der Werkstoffe teilweise beeinflusst. Bei den Nietverbindungen sind zum Beispiel glatte Oberflächen nur bedingt erreichbar. Solche und andere Nachteile werden durch das Kleben vermieden.

Für das Kleben sind besonders die aus dem Werkunterricht bekannten Werkstoffe Papier, Pappe, Holz, Leder und Textilien geeignet. Einen wesentlichen Fortschritt stellte

hier die Einführung der *Kaltleime* dar, die eine dauerhafte Verbindung ohne Aufwand von Wärme gestatten (vergleiche Leimen mit Warmleim und Kaltleim). Ein weiteres bekanntes Anwendungsbeispiel sind die Kleberänder für Verpackungen, die wegen ihrer geringen Schichtdicke nur wenig auftragen und doch eine feste und dauerhafte Verpackung gewährleisten.

Durch die Entwicklung der *Kunstharzkleber* sind der Technik neue Anwendungsgebiete für Klebeverbindungen erschlossen worden. Mit ihrer Hilfe können zum Beispiel Schichthölzer erzeugt werden, die eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen Feuchtigkeitseinflüsse aufweisen. Weiterhin ermöglichen die Kunstharzkleber auch das Verbinden von gleichen oder verschiedenen metallischen Werkstoffen untereinander oder mit anderen Werkstoffen. So können zum Beispiel Leichtmetallbleche untereinander oder mit Stahl, Aluminium mit Kunststoffen oder Holz zuverlässig verbunden werden. Auf diese Weise werden Fensterrahmen, Teile von Möbeln usw. hergestellt. In der Metallbearbeitung werden heute nicht nur Fahrradrahmen aus Leichtmetallrohren geklebt, sondern bereits über 40% der notwendigen Verbindungsstellen an Großflugzeugen.

Weitere Vorteile ergeben sich in der Elektrotechnik. Auch hier werden Bauteile aus unterschiedlichen Werkstoffen miteinander verbunden. Ein besonderer Vorteil liegt darin, daß die Klebstoffe elektrisch isolierend wirken.

- *Mit Kunstharzklebern können metallische und nichtmetallische Werkstoffe gleicher oder verschiedener Art unlösbar verbunden werden. Auch Metalle und Nichtmetalle können miteinander verklebt werden. Durch ihre isolierende Eigenschaft hat die Klebeverbindung für die Elektrotechnik eine große Bedeutung.*

Aufbau und Arten von Klebeverbindungen

Eine Klebeverbindung besteht aus den zu verbindenden Bauteilen und aus dem Kleber, der als dünne Schicht auf die Klebflächen der Teile aufgetragen wird. Nach dem Zusammenfügen der Teile erhärtet der Kleber. Durch die Oberflächenhaftung (Adhäsionskräfte) zwischen Kleber und Bauteil sowie durch den inneren Zusammenhalt des Klebers selbst (Kohäsionskräfte) werden die geklebten Teile zusammengehalten. In den meisten Fällen, vor allem beim Metallkleben, ist die Festigkeit des Klebers geringer als die der zu verbindenden Werkstoffe. Aus diesem Grunde muß beim Kleben eine möglichst große Klebfläche vorhanden sein.

Die Art der Klebeverbindung ergibt sich aus der Art des Stoßes (Bild 115/1).

Der *Stumpfstoß* stellt durch seine kleine Klebfläche eine ungünstige Nahtform dar. Die *Schäftung*, die einfache und doppelte *Überlappung* sowie einfache oder doppelte *Laschung* sind wegen der größeren Klebflächen zweckmäßiger. Die

Schäftung benötigt jedoch einen großen Fertigungsaufwand und ist deshalb verhältnismäßig teuer. Als günstige Klebelänge hat sich nach bisherigen Untersuchungen das zwanzig- bis fünfundzwanzigfache der Blechdicke erwiesen. Die *Nutverbindung* ist besonders günstig, wenn die geklebten Teile auf Zug, Druck und Abscheren beansprucht werden.

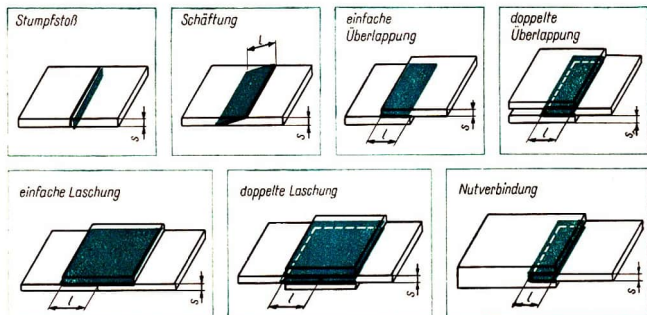
Arbeitsablauf bei Klebeverbindungen

VORBEREITEN DER KLEBFLÄCHEN.

Verunreinigungen durch Schmutz, Fett, Öl und Feuchtigkeit verhindern ein vollständiges Benetzen der Oberfläche mit dem Klebemittel.

- Die Klebflächen sind mit einem Fettlösungsmittel zu reinigen.

Oxide (zum Beispiel Rost), Lackanstriche, galvanische Überzüge (Nickel, Chrom u. ä.) beeinträchtigen die Haltbarkeit der Klebeverbindung. Sie müssen durch Abreiben mit Sandpapier oder Schmirgelleinen, durch Sandstrahlen oder Beizen von den Klebflächen entfernt werden.



115/1 Arten der Klebeverbindungen

Man erhält dadurch eine metallisch reine Oberfläche und auch eine für das Verkleben günstige geringe Rauigkeit. Beim Beizen wird die gleiche Wirkung mit chemischen Mitteln erzeugt.

- Die Klebflächen sind durch mechanische oder chemische Verfahren von Fremdstoffen zu befreien.

AUFTRAGEN DES KLEBEMITTELS. Das Klebemittel wird unmittelbar nach den Vorbereitungsarbeiten aufgetragen. Das sachgemäße und sorgfältige Aufbringen des Klebemittels ist entscheidend für die Haltbarkeit der Verbindung. Zähflüssige Kleber werden mit einem Spachtel und dünnflüssige mit einem Pinsel als gleichmäßige dünne Schicht aufgetragen.

- Unmittelbar nach dem Vorbereiten der Klebflächen sind die Klebemittel als dünne Schicht aufzutragen.

FÜGEN DER BAUTEILE. Bevor die Teile verklebt werden, müssen die Klebemittel etwas antrocknen. (Das Antrocknen kann durch Wärme beschleunigt werden.) Danach werden die zu klebenden Flächen in ihre Lage zueinander gebracht und miteinander verklebt.



116/1 Auskleiden eines Behälters

- Nachdem die Klebemittel auf der Klebfläche etwas getrocknet sind, werden die Teile miteinander verklebt.

AUSHÄRTEN DES KLEBEMITTELS. Zum Aushärten (Trocknen) ist eine gleichmäßige Temperatur erforderlich. Wird an der Luft getrocknet, beträgt die Trockenzeit etwa 12 bis 15 Stunden. Damit sich die Teile nicht verschieben, werden sie beschwert oder in besondere Vorrichtungen eingespannt. In der Technik wird die Trockenzeit durch erhöhte Temperatur verkürzt. Man verwendet dazu Tunnelöfen, Heizplatten oder Infrarotstrahler.

- Beim Aushärten müssen die verbundenen Teile gegen Verschieben gesichert werden. Die Aushärtezeit ist abhängig von der Temperatur.

Vergleichende Betrachtungen Schweißen – Kleben

Beim Schweißen muß das Bauteil örtlich erhitzt werden, damit der Werkstoff zusammenfließen kann. Dabei entsteht im Werkstoff eine ungünstige Gefügeveränderung. Außerdem bilden sich durch das Ausdehnen und Schrumpfen beim Erwärmen und Abkühlen Verwerfungen. Diese Nachteile entfallen beim Kleben, weil die Aushärtungstemperaturen verhältnismäßig niedrig liegen (20 bis 280 °C). Im Gegensatz zum Schweißen können beim Kleben außerdem wahlweise verschiedene Werkstoffe verbunden werden. Beim Schweißen benötigt man größere Energiemengen als beim Kleben. Jedoch ist beim Kleben oftmals die Fügeteilvorbereitung teurer. Während bei Schweißverbindungen Korrosionen (s. S. 121) auftreten können, sind diese bei den Klebeverbindungen ausgeschaltet. Klebeverbindungen haben eine gute Zug- und Schubfestigkeit, ihre



117/1 Aufschälen einer Überlappung und Verhinderung des Aufschälens

Schälfestigkeit ist jedoch gering (Bild 117/1).

Da die mechanischen Verbindungen, wie zum Beispiel das Nieten, die Schälkräfte günstig aufnehmen, kombiniert man oft die Klebeverbindungen mit den mechanischen Verbindungen (Bild 117/1). Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß durch das Kleben der Fügetechnik neue Wege erschlossen werden.

AUFGABEN

1. Worin liegt die Bedeutung des Klebens für die Technik?
2. Erläutere die physikalischen Grundlagen der Klebeverbindung!
3. Welche Arbeitsvorgänge sind beim Herstellen einer Klebeverbindung notwendig?
4. Stelle schriftlich die Vor- und Nachteile der Schweiß- und Klebeverbindungen gegenüber!
5. Suche drei Klebeverbindungen und informiere dich, durch welche Verfahren diese Verbindungen früher hergestellt wurden!

Lötverbindungen

Allgemeine Grundlagen

- *Beim Löten werden zwei Teile aus Metall oder Metallegierungen durch ein eingeschmolzenes Lot stoffschlüssig verbunden.*

Das Lot dringt in die Poren der erwärmten Berührungsflächen ein, und nach dem Erkalten haften die Werkstücke infolge

der Anhangskraft (Adhäsionskraft) aneinander.

- *Das Lot muß stets einen niedrigeren Schmelzpunkt als die zu verbindenden Metalle haben.*



117/2 Junge Pioniere der Arbeitsgemeinschaft Elektrotechnik beim Löten

Eine gute Lötbarkeit haben Stahl, Kupfer, Messing, Zink, Blei, Zinn und die Edelmetalle. Dagegen bereitet das Löten von Grauguß und Aluminium Schwierigkeiten. Bei schwer lötbaren Metallen kann man in vielen Fällen das Löten erleichtern, indem man die Verbindungsstellen vorher verzinnt.

Gelötet wird in vielen Industriezweigen, besonders in der Feinwerktechnik, in der Elektrotechnik, im Fahrzeugbau (Fahreräder, Kraftfahrzeugkühler, Karosserien usw.), in der Schmuck- und Tafelwarenindustrie, im Kleinbehälterbau und im Stahlleichtbau. Obwohl viele Teile in der

Elektrotechnik geklebt werden, muß man leitende Verbindungen oftmals durch Lötten herstellen.

Nenne zehn Erzeugnisse des täglichen Bedarfs, die Lötverbindungen aufweisen!

- *Durch Lötten können gleichartige und unterschiedliche Metalle miteinander verbunden werden.*

Arten der Lote und Lötverbindungen

Nach ihren Schmelzpunkten teilt man die Lote ein in *Weichlote* und *Hartlote*. Bei Weichloten liegt der Schmelzpunkt unterhalb 500 °C, bei Hartloten oberhalb 500 °C.

WEICHLOTE. Die Weichlote sind vorwiegend Blei-Zinn-Legierungen. Ihre Zusammensetzung richtet sich nach dem Verwendungszweck. Da Zinn ein teures Buntmetall ist, muß es sparsam verwendet werden. Man nimmt für gröbere Arbeiten (Dachrinnen, Dächer u. ä.) Lötzinn mit hohem Bleigehalt. Lot für Gefäße, die mit Speisen in Berührung kommen, darf höchstens 10 Prozent Blei enthalten. Ein höherer Bleigehalt würde zu Bleivergiftung führen.

HARTLOTE. Die Hartlote sind vorwiegend Kupfer-, Zink- und Silberlegierungen. Sie werden verwendet, wenn von

der Lötnaht eine größere Festigkeit verlangt wird, oder wenn die Naht nachträglich gehämmert werden muß.

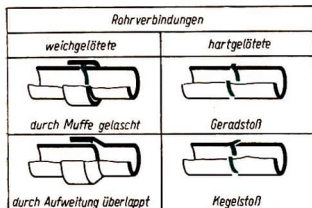
LÖTVERBINDUNGEN. Nach der Höhe des Schmelzpunktes der Lote teilt man die Verfahren in *Weich- und Hartlötten* ein.

Hart- und weichgelötete Rohrverbindungen zeigt Bild 118/1.

Lötmittel und Lötgeräte

LÖTMITTEL. Beim Erwärmen der blanken Metalle überziehen sich diese unter der Einwirkung des Luftsauerstoffs mit einer Oxidschicht. Diese verschleißt die Poren und verhindert dadurch das Eindringen der Lotes in die Metalloberfläche. Um die Oxidbildung zu vermeiden und das Fließen des Lotes zu erleichtern, verwendet man folgende Lötmittel (Flußmittel):

Lötung	Lötmittel	Bemerkung
Weichlötung	Verdünnte Salzsäure	für Zink
	Lötwasser	besteht aus Salzsäure und Zink (Zinkchlorid)
	Lötfett	besteht aus Stearin, Salmiak, Kolophonium und Zinkchlorid
	Kolophonium	säurefrei
Hartlötung	Borax	Natriumtetraborat
	Besondere Hartlötpulver	



118/1

WÄRMEQUELLEN BEIM LÖTEN. Man unterteilt in

Wärmequellen

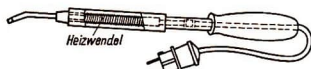
zur Erwärmung der Lötstelle	zur Erwärmung des ganzen Werkstückes
LötKolben	Flamme
Flamme (z. B. Lötlampe)	(z. B. Schmiedefeuer)
warmflüssiges Lot	Lötofen
	Salzglühbad



BenzinlötKolben als SpitzKolben



GaslötKolben als HammerKolben

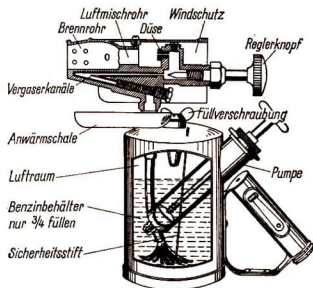


Elektrisch beheizter LötKolben

119/1 LötKolben

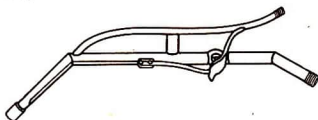
Der **LötKolben** besteht aus Kupfer. Er überträgt die Wärme auf die Lötstelle und bringt gleichzeitig das Lot zum Schmelzen. Die Erwärmung kann elektrisch, durch Gas, durch flüssige oder feste Brennstoffe erfolgen. Nach der Form unterscheidet man HammerKolben und SpitzKolben. Die Temperatur des Kolbens soll zwischen 250 und 500 °C liegen. LötKolben werden nur bei der Weichlötung angewendet.

Zum Erwärmen der Lötstelle durch eine *Flamme* können die Lötlampe, die Löt-pistole oder der Schweißbrenner einge-

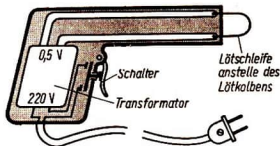


119/2 Lötlampe

setzt werden. Die *Flamme* dient sowohl zur Weichlötung als auch zur Hartlötung. Die *Flamme* wird angewendet, wenn die *Wärmemenge* des Kolbens nicht ausreicht, wenn die *gesamte Löt-naht gleichzeitig fließen* muß oder wenn die Lötstelle für den LötKolben nicht zugänglich ist.



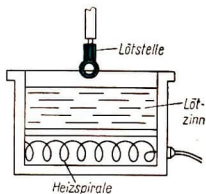
Gasbeheizte Löt-pistole



Elektrisch beheizte Löt-pistole

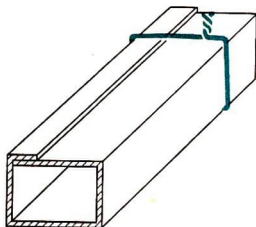
119/3 Löt-pistolen

Bei der Erwärmung mittels *Lot* wird die Lötstelle in ein Bad aus flüssigem Lot getaucht (Bild 120/1).



120/1 Tauchlöten

HILFSWERKZEUGE BEIM LÖTEN. Die Nahtstellen müssen vor dem Löten metallisch blank gemacht werden. Dazu dienen Schaber, Feile, Drahtbürste und Schmirgelleinen. Die zu lötenden Teile werden durch Feilkloben, Schraubzwingen, Draht oder durch Belasten gegen Verschieben gesichert.



120/2 Drahtsicherung

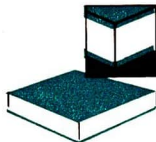
AUFGABEN

1. Nach welchen Gesichtspunkten lassen sich die Lötverfahren einteilen?
2. Welche Aufgabe haben die Flußmittel?
3. Warum benutzt man für Zinklötungen verdünnte Salzsäure als Flußmittel?
4. Vergleiche in einer Tabelle für Zinnlote den Zinngehalt mit den Schmelzpunkten der Lote und äußere dich darüber!
5. Beschreibe Aufbau und Funktion einer Lötlampe!

Fügen von Schichten

Zum Fügen gehört auch das *Beschichten* von Oberflächen.

- Beim *Beschichten* wird die Werkstückoberfläche mit einer dünnen Stoffschicht überzogen (Bild 120/3).



120/3 Beschichtetes Metall

Anstreichen, Tauchen, Spritzen und *Galvanisieren* sind Verfahren, die zum Fügen gerechnet werden. Diese Verfahren wendet man an, um dem Zerfall von Metallen durch chemische Einflüsse entgegenzuwirken. Dadurch erhalten metallische Gegenstände eine längere Lebensdauer; gleichzeitig wird ihr Aussehen verbessert.

Beim *Beschichten* unterscheidet man *metallische* und *nichtmetallische Überzüge*.

Wo findet man bei einem Fahrrad metallische und nichtmetallische Überzüge?

Viele Erzeugnisse sind erst vollkommen, wenn sie eine Oberflächenschutzschicht erhalten haben.

Nenne Erzeugnisse, die einen Oberflächenschutz erhalten müssen! (Begründe die Notwendigkeit!)

Neben der Verwendung für den Oberflächenschutz werden einige Verfahren des Fügens von Schichten für das Aufarbeiten von abgenutzten Maschinenteilen eingesetzt. Solche Verfahren sind das

Auftragsschweißen, Metallspritzen und Hartverchromen. Mit diesen Verfahren kann man harte, verschleißfeste Oberflächen herstellen.

Ursachen des Zerfalls metallischer Werkstoffe

Die meisten Gebrauchsmetalle, vor allem die Eisenmetalle, sind empfindlich gegenüber chemischen Einflüssen. Die häufigsten chemischen Reaktionen führen der Sauerstoff und das Kohlendioxid der atmosphärischen Luft herbei. Aber auch Säuren, Basen und Salze sowie deren wässrige Lösungen können Metalle angreifen und sie verändern. Wie weit ein Metall gegenüber chemischen Einflüssen beständig ist, hängt außer vom angreifenden Mittel noch von der Art des Metalls beziehungsweise seiner Zusammensetzung, seiner Oberflächenbeschaffenheit und seinem Gefügezustand ab.

Die einzelnen Metalle zeigen ein unterschiedliches Reaktionsverhalten: Gold, Silber und Platin werden von der Luft kaum angegriffen. Andere Metalle, vor allem die Eisenmetalle, oxydieren dagegen an der Luft sehr stark. Die sich dabei auf dem Eisen bildende Oxidschicht, der Rost, ist so porös, daß die Luft durch die Poren ständig weiter einwirken und damit das Eisen völlig zerstören kann. Entsprechend ihrem chemischen Reagieren unterscheidet man edle und unedle Metalle.

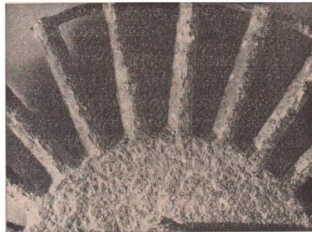
- *Je edler ein Metall ist, desto geringer sind seine chemischen Reaktionen.*

Treten solche chemischen Reaktionen an einem Metall auf, so spricht man von *Korrosion*. Unedle Metalle sind meist stark korrosionsanfällig. Bei einigen Metallen aber, beispielsweise bei Aluminium,

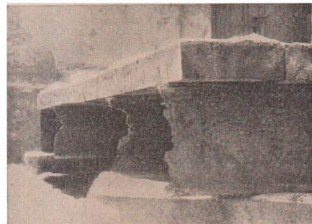
Zink und Magnesium, entspricht das Korrosionsverhalten nicht dem unedlen Charakter: An der Oberfläche dieser Metalle bildet sich sofort eine Oxidschicht, die so fest und dicht ist, daß die korrodierenden Mittel nicht bis an das Metall vordringen können.

- *Korrosion ist der unbeabsichtigte Zerfall von Metallen durch chemische Reaktionen.*

Durch Korrosion gehen jährlich Millionen Werte verloren. Dabei werden nicht nur Werte zerstört, sondern auch Gefahrenherde geschaffen.



121/1 Stark korrodiertes Laufrad einer Kreiselpumpe aus Stahlguß



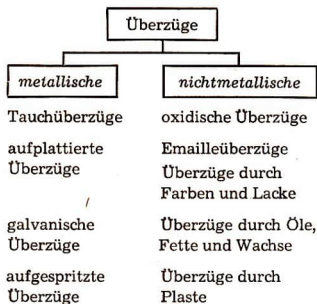
121/2 Zerstörte T-Träger einer Brückenwaage

- *Der Korrosionsschutz hilft Werte erhalten.*

Auch einige nichtmetallische Werkstoffe, wie zum Beispiel Holz, müssen vor dem Zerfall geschützt werden. Durch Imprägnierungsmittel und Oberflächenschichten – meist Farben und Lacke – werden die schädlichen chemischen Einflüsse eingedämmt, um den Wert dieser Werkstoffe lange zu erhalten.

Beschichtungsverfahren

Um Metalle oder ihre Legierungen vor Korrosion zu schützen, überzieht man die Oberfläche der Werkstücke mit Schutzschichten, die das darunterliegende Metall vor chemischen Einflüssen schützen. Beim Beschichten wendet man folgende Überzüge an:



Bei der Auswahl von Schutzstoff und Verfahren müssen die Schutzdauer, die notwendigen Eigenschaften, das Aussehen und die Kosten gegeneinander abgewogen werden.

Vorbehandlung der Oberflächen

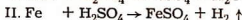
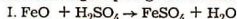
Die Schichten können nur an metallisch reinen Oberflächen haften. Deshalb müssen zuvor Schmutz, Fette, Öle und Oxid-

schichten entfernt werden. Da die dünnen Schutzschichten die Unebenheiten der Ausgangsfläche nicht ausgleichen können, muß diese die gewünschte Oberflächengüte besitzen. So verlangen Hochglanzflächen vollständige Ebenheit der zu beschichtenden Oberfläche.

Bei der *mechanischen Vorbehandlung* werden Verunreinigungen, Oxide und Unebenheiten durch Kratzen, Scheuern, Schleifen, Sandstrahlen und Polieren beseitigt. Zum *chemischen Reinigen* gehört das Entfetten. Dabei werden in entsprechenden Bädern mit Tetrachlorkohlenstoff, Trichloräthylen oder alkalischen Flüssigkeiten die Fette gelöst.

Die mechanische Reinigung verlangt erheblichen Aufwand an Arbeitszeit. Deshalb wird stattdessen oft mit Säuren geätzt.

Verdünnte Salz- oder Schwefelsäure greifen zum Beispiel die Oxide des Eisens und das Eisen selbst an. Das dabei entstehende Wasserstoffgas sprengt die Zunderschicht ab.

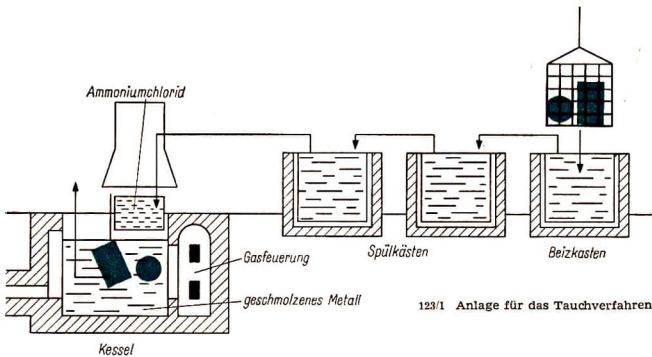


Damit das Eisen nicht zu stark angegriffen wird, werden den Säuren kleine Mengen organischer Verbindungen zugegeben. Nach dem Ätzen sind die Teile in neutralisierenden Flüssigkeiten und Wasser gut nachzuspülen. Zurückgebliebene Spuren der Säuren würden schnell zu erneuter Korrosion führen.

Metallische Überzüge

Als Korrosionsschutz eignen sich Aluminium, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Zink, Zinn und Silber.

TAUCHÜBERZÜGE. Beim Tauchen wird das gut gereinigte Werkstück in das flüssige Metall (Zink, Blei, Zinn) eingetaucht. Das Werkstück erwärmt sich, und das Überzugsmetall verbindet sich mit dem Grundmetall (Bild 123/1). Je nach dem

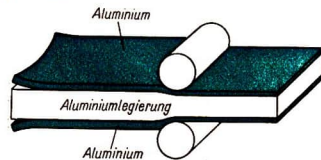


Überzugsmetall ist das Stück dann feuerverzinkt, feuerverbleit oder feuerverzinkt.

Nenne Erzeugnisse, die mit einem Tauchüberzug versehen sind!

AUFPLATTIERTE ÜBERZÜGE. Korrosionsfeste Metalle werden in dünnen Folien beim Walzen und Ziehen an das Grundmetall angepreßt (Bild 123/2).

Durch Plattieren werden Aluminium und Kupfer auf weniger beständige Aluminiumlegierungen aufgetragen. Zum Schutz von Stahl werden Blei, Aluminium, Kupfer, Nickel und Edelstahl aufgewalzt.



123/2 Plattieren

GALVANISCHE ÜBERZÜGE. Beim Galvanisieren wird das Überzugsmetall durch Elektrolyse chemisch an das Grundmetall gebunden.

Erkläre, was du im Chemieunterricht über die Elektrolyse erfahren hast!

Das zu überziehende Werkstück wird als Katode in das gelöste Salz des Überzugsmetalls gehängt. Die Anode bilden Platten, die meist aus dem Überzugsmetall bestehen. Beim Anlegen einer Gleichspannung scheiden sich die positiv geladenen Metallionen an der negativ geladenen Katode, dem Werkstück, ab.

Man wendet dieses Verfahren hauptsächlich für den Oberflächenschutz von Stahl, außerdem auch für Buntmetalle, Aluminium und Legierungen dieser Metalle an. Die entstehenden Überzüge sind sehr dünn und gleichmäßig.

Als Überzugsmetalle werden Nickel, Kupfer, Chrom, Zink, Zinn, Cadmium, Blei und Silber verwendet.

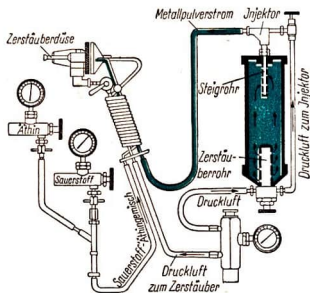
Durch Hartverchromen werden verschleißfeste Flächen geschaffen. Lehren, Meßgeräte, Ziehringe, Wellenlaufstellen, Gesenke, Pressformen für Plaste u. a. erhalten so an hochbeanspruchten Stellen sehr harte Oberflächen.

Nenne Beispiele für verchromte Teile! (Unterscheide zwischen vernickelten und verchromten Teilen!)

AUFGESPRITZTE ÜBERZÜGE.

Einer besonderen Spritzpistole wird ständig Überzugsmetall (in Draht- oder Pulverform) zugeführt. In einer Brenngas-Sauerstoffflamme schmilzt das Metall. Durch Druckluft wird es zerstäubt und auf das Werkstück geschleudert. Um eine gute Verbindung zu erhalten, ist es meist vorteilhaft, das Grundmetall vorher aufzurauen. Spritzbare Metalle sind: Aluminium, Blei, Zink, Aluminium- und Kupferlegierungen sowie Stahl.

Das Metallspritzen hat ein wichtiges Anwendungsgebiet bei der Aufarbeitung abgenutzter Teile gefunden. So werden zum Beispiel Wellen mit abgenutzten Lagerstellen durch Aufspritzen von Stahl wieder voll gebrauchsfähig. Risse und Lunkerstellen in Gußkörpern können wieder ausgefüllt werden.



124/1 Anlage zum Metallspritzen

Nichtmetallische Überzüge

OXIDISCHE ÜBERZÜGE. Einige Metalle bilden schon unter atmosphärischen Bedingungen dichte korrosionshemmende Schichten. Durch Erhitzen, durch Einwirkung von Chemikalien und durch Elektrolyse können solche Schichten künstlich erzeugt oder verstärkt werden.

Schwarzbrennen. Das gereinigte Werkstück (Stahl oder Messing) wird über einer nicht rußenden Flamme (Schmiedefeuer) erwärmt (300 °C), mit Leinöl bestrichen und weiter über der Flamme bewegt, bis der Ölglanz verschwunden ist. Der Vorgang ist eventuell mehrmals zu wiederholen. Anschließend wird das Werkstück mit öligem Lappen eingerieben. Zweckmäßig ist die Nachbehandlung mit farblosem Lack. Dieses Verfahren wird besonders für Kunstschmiedearbeiten und Baubeschläge angewendet.

Brünieren. Bei diesem Verfahren bildet sich eine ähnliche Schicht wie beim Schwarzbrennen. Meist werden die metallisch reinen Teile in einem Brüniersalz bei etwa 140 °C behandelt. Nach dem Reinigen sind die Teile noch mit Öl oder Wachs einzureiben. Brüniert werden Stahlteile, bei denen der metallische Glanz stört oder umfangreichere Schutzmaßnahmen nicht notwendig sind.

Oxydieren von Aluminium. Das Oxydieren von Aluminium soll die natürliche Schutzschicht verstärken.

Es gibt chemische und elektrochemische Verfahren.

Beim chemischen Verfahren wird die Oxidschicht durch Kochen in einer Soda-Natriumchromatlösung dicker. Dieses Verfahren ist einfach, aber nur für kupferfreie Legierungen anwendbar.

Beim elektrochemischen Verfahren erfolgt eine Verstärkung der Oxidschicht durch das Aloxid-Verfahren (Aloxid = Aluminiumoxid). Bei diesem Verfahren wird das Werkstück als Anode in ein Bad aus verdünnter Schwefel- oder Oxalsäure gebracht. Der Oxidfilm ist sehr hart.

Beim Stromdurchgang durch den Elektrolyten wird durch die Entladungsvorgänge an der Anode Sauerstoff frei. Dieser ist im

Stadium der Entstehung sehr aktiv und setzt sich mit Aluminium zu Aluminiumoxid um. Mit zunehmender Schichtdicke verringert sich die Anzahl der Poren im Oxid. Das Wachstum der Schicht ist beendet, wenn praktisch kein Sauerstoff mehr an das Metall gelangt.

Phosphatieren. Beim Phosphatieren wirken Phosphorsäure mit Mangan- oder Zinkphosphaten in heißen oder kalten Bädern auf Eisenmetalle ein. Hierbei bilden sich Eisenphosphate als gleichmäßige Schicht aus. Diese Schicht verhindert die elektrochemische Korrosion und bietet gleichzeitig eine gute Haftgrundlage für Öle und Anstriche.

Wegen der guten Ölaufnahmefähigkeit erleichtern Phosphatschichten auch das Umformen von Stahl. Phosphatierte Werkzeugschneiden erreichen höhere Standzeiten als unbehandelte. Das Phosphatieren kann außer für Eisenmetalle auch für Zink und Aluminium eingesetzt werden.

EMAILLEÜBERZÜGE. Einen sehr beständigen Überzugsstoff stellen die glasartigen Emailleschichten dar. Sie setzen sich aus Quarz, Feldspat, Ton, Magnesium und Borax zusammen. Durch Zugabe von Metalloxiden entstehen die verschiedensten Tönungen. Emailleüberzüge sind sehr beständig und werden deshalb im chemischen Apparatebau sowie für Geschirre aus Eisenmetallen angewendet. Nachteilig ist ihre Stoß- und Biegeempfindlichkeit.

Nenne Teile, die emailliert sind:

- a) aus der Technik!
- b) aus dem Haushalt!

Emailleüberzüge bestehen mindestens aus zwei Schichten, aus Grund- und Deckemaille. Jeder Überzug wird für sich als Masse oder Pulver durch Tauchen, Spritzen oder Pudern aufgebracht, getrocknet und im Glühofen gebrannt.

ÜBERZÜGE DURCH FARBEN UND LACKE. In allen Bereichen unserer Wirtschaft spielen Farben und Lacke eine wesentliche Rolle bei der Erhaltung von Werten sowie bei der geschmackvollen Gestaltung von Oberflächen.

Es gibt viele Arten von Lacken und Farben; sie werden auf die vorbereiteten Flächen durch Streichen, Tauchen oder Spritzen aufgetragen.

Durch *Spritzen* erzielt man dünne, feste und gleichmäßige Farbschichten. Außerdem lassen sich damit in kurzer Zeit große Flächen bearbeiten. Nachdem das Werkstück gründlich gereinigt und entfettet ist, werden Farb- und Lacküberzug in mehreren Schichten aufgetragen. Üblich sind zwei Grundierungen und eine Deckschicht; dadurch haftet die Farbe besser. Dicke Schichten trocknen lange, haften schlechter und bilden viele Poren.

Beim *Anstreichen* von Eisenmetallen werden als Grundanstriche Farben mit wasserabweisender Wirkung benutzt. Hierzu gehören vor allem Bleimennige und Eisenoxidfarben.

Der Schutzwert der Farb- und Lackanstriche wird gemindert durch ihre geringe Kratz- und Stoßfestigkeit. Eine Ausnahme bilden die Einbrennlacke. Durch Trockentemperaturen bis zu 150 °C entstehen recht widerstandsfähige Oberflächen.

ÜBERZÜGE DURCH PLASTE. Für das Auftragen von Plasten verwendet man meist das *Flammenspritzen* und das *Wirbelsintern*. Das Flammenspritzen ist dem Metallspritzen ähnlich. Beim Wirbelsintern wird das Werkstück auf die Schmelztemperatur des Plasts gebracht und in ein Gefäß mit luftdurchlässigem Zwischenboden gehängt. Das Plastpulver liegt über dem Zwischenboden und wird durch eingeblasene Luft im Schweben-

zustand gehalten. Dabei erhalten die Teilchen Berührung mit dem Werkstück, schmelzen und bilden in kurzer Zeit einen dichten Überzug.

ÜBERZÜGE DURCH ÖLE, FETTE, WACHSE. Für eine kurzfristete Schutzdauer werden Öle und Fette eingesetzt; sie sind jedoch vom Werkstück leicht abzuwischen.

In den letzten Jahren wurden als Schutzmittel besondere Wachse entwickelt. Diese Wachse geben einen dichten Schutz, lassen sich nicht ohne weiteres abwischen, nehmen wenig Schmutz auf und sind mit entsprechenden Lösemitteln leicht zu entfernen.

AUFGABEN

1. Schreibe mindestens zehn verschiedene Gegenstände mit Oberflächenschutzschicht unter Angabe der Schichtart auf!
2. Welche Folgen hat das Abplatzen eines

Stückes der Emailleschutzschicht für das Eisenmetall?

3. Erkläre die Vorgänge in einem galvanischen Bad für das Vernickeln unter Verwendung der Kenntnisse über die Elektrolyse! Hierbei ist im Elektrolyten nur das NiSO_4 zu berücksichtigen! (Fertige eine Skizze an!)
4. Begründe, warum den Metallbeschichtungsverfahren wie Tauchen, Plattieren, Galvanisieren durch die Größe und das Gewicht der Teile in der Anwendung Grenzen gesetzt sind!
5. Begründe, weshalb das Metallspritzen allein schon durch die Aufarbeitung abgenutzter oder defekter Teile eine hohe volkswirtschaftliche Bedeutung hat!
6. Vergleiche das Schwarzbrennen und das Brünieren in bezug auf ihre Eignung für die Massenproduktion!
7. Stelle zu einem Beschichtungsverfahren, das du im Betrieb kennenerlernst, einen Ablaufplan (Technologie) auf!

VEREDELN VON WERKSTOFFEN

Unter „Veredeln“ werden oftmals recht unterschiedliche Verfahren und Arbeitsprozesse verstanden; dazu einige Beispiele:

Der Diamant, der härteste natürliche Stoff, wird meist mit grautrüber Farbe und rauher Oberfläche gefunden. Er wird durch Schleifen (fast ausschließlich mit Diamantstaub oder -pulver) veredelt. Erst dann wird er technisch nutzbar und zum Beispiel für Gesteinsbohrerspitzen, Drahtziehösen (Bild 127/1), Glasschneider und Achsenlager für wertvolle Meßgeräte verwendet.

In der Baumschule veredelt der Gärtner die Obstgewächse. Reiser bewährter Obsthölzer werden fachmännisch mit gut wurzelnden Unterlagen zusammengebracht, so daß neue, gut tragende Obstbäume heranwachsen können (Bild 127/2).

In der Landwirtschaft spricht man vom Veredeln, wenn pflanzliche Erzeugnisse (Heu, Futterrüben, Getreideschrot) durch die Tiere zu hochwertigen tierischen Produkten (Fleisch, Milch, Eier) umgewandelt werden (Bild 127/3).

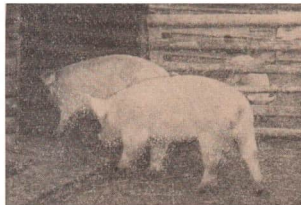
Im Abschnitt „Fügen von Schichten“ wurden Verfahren behandelt, mit denen Werkteile durch Beschichten ihrer Oberfläche veredelt werden. Auf diese Weise können zum Beispiel die Funktionstüchtigkeit der Teile erhöht und ihre Nutzungsdauer verlängert werden, ohne daß die Eigenschaften des Werkstoffes selbst verändert wurden. Das gleiche gilt auch



127/1

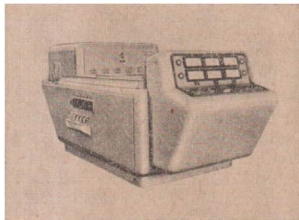


127/2



127/3

127/4



zum Beispiel beim Veredeln einer Welle durch das Druckpolieren; hierbei wird die Oberfläche so behandelt, daß sich die Laufeigenschaften der Welle verbessern.

Zum Veredeln rechnet man auch Verfahren und Arbeitsprozesse, durch die der innere Aufbau von Metallen so verändert wird, daß sich ihre **Werkstoffeigenschaften** verbessern.

In der mechanischen Technologie interessiert besonders die Veredlung von Stahl und anderen Metallen. Werkstoffeigenschaften des Stahls (zum Beispiel Härte, Festigkeit und Zähigkeit) kann man vorteilhaft durch Wärmebehandlung verbessern. Bild 127/4 zeigt einen elektrisch beheizten Härteautomaten für das Härten von Kugellagerringen.

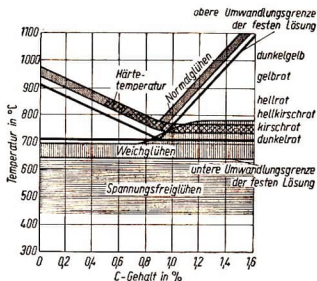
- *Stahl wird durch Wärmebehandlung veredelt.*

Grundlagen der Wärmebehandlung von Stahl

Eisen baut sich wie alle Metalle aus Kristalliten auf. Die Zusammensetzung der Kristallite in einem Metallstück heißt Gefüge. Stahl ist eine Legierung aus reinem Eisen und einer chemischen Verbindung von Eisen und Kohlenstoff, dem sehr harten Eisenkarbid. Der Kohlenstoffgehalt des Stahls beträgt weniger als 1,7 %.

Für Stahl liegt eine wichtige Umwandlungsgrenze seines Gefüges bei $\approx 720^\circ\text{C}$: Mit der Änderung der Gesamtaufbaus zerfällt hier das Eisenkarbid, und der Kohlenstoff verteilt sich gleichmäßig auf das Gesamtgefüge. Er geht in Lösung.

Wird ein solches Gefüge schnell abgekühlt, bleibt der Kohlenstoff zu einem großen Teil gelöst. Das stellt einen Zwangszustand dar, der nach außen als Härte wirkt. Der so behandelte Stahl



128/1 Temperaturen bei Wärmebehandlung von Stahl

kann glashart sein und bei Belastung platzen. Zur Milderung der Härte wird wieder etwas erwärmt, ein Teil des Normalgefüges bildet sich zurück. Die Spannungen lassen nach, es entsteht die gewünschte Gebrauchshärte.

Neben dem Härten lassen sich durch Wärmebehandlung unterhalb der Härtetemperatur noch andere Eigenschaftsänderungen erreichen.

Glühen

- *Glühen ist eine Wärmebehandlung unterhalb der Härtetemperatur.*

Beim Glühen wird das Werkstück auf eine bestimmte Temperatur gebracht, eine Zeit auf dieser Temperatur gehalten und dann meist langsam abgekühlt. Dabei werden Zähigkeit und Elastizität des Stahls erhöht.

Durch **SPANNUNGSFREIGLÜHEN** sollen vor allem Spannungen im Werkstück beseitigt werden, die durch Verdichten und Dehnen beim Bearbeiten immer entstehen. Eine Gefügewandlung ist nicht notwendig. Das Gefüge braucht

lediglich etwas Lockerung. Das wird mit Glühtemperaturen von 500 bis 600 °C erreicht.

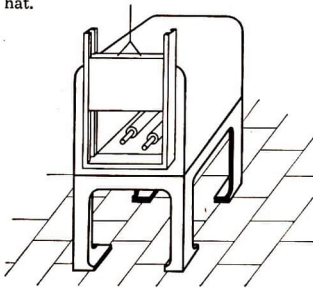
Beim WEICHGLÜHEN soll das Gefüge für die Bearbeitung den günstigsten Zustand erhalten. Diese Glühtemperaturen liegen je nach Zusammensetzung des Stahls um 720 °C (Bild 128/1).

NORMALGLÜHEN wird für Stähle angewendet, deren Gefüge durch Gießen, Schmieden und Walzen bei hohen Temperaturen ungleichmäßig geworden sind. Der Stahl wird kurz über die Umwandlungstemperatur erhitzt und langsam abgekühlt. Hierbei entsteht wieder ein normales Gefüge.

Härten

Werkzeuge müssen – zumindest an der Stelle, die auf das Werkstück einwirkt – ausreichend hart sein. An bewegten Maschinenteilen (Wellen, Lager) sollen die Gleitflächen verschleißfest sein. Um beim Stahl die gewünschten Eigenschaften zu erreichen, muß er gehärtet werden.

Härten des Stahls ist nur sinnvoll, wenn er wenigstens 0,5% Kohlenstoffgehalt hat.

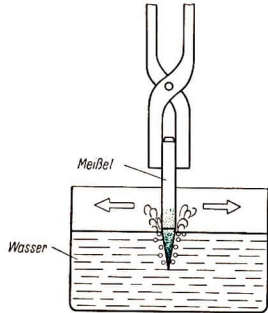


129/1 Härteofen

Beim Härten wird das Werkstück zunächst auf die Härtetemperatur (Bild 128/1) erwärmt.

Zum Erwärmen benutzt man meistens Härteöfen (Bild 129/1). Diese werden mit Gas, Öl oder elektrisch beheizt.

Das erwärmte Werkstück wird anschließend mit großer Geschwindigkeit abgekühlt. Diesen Vorgang bezeichnet man als *Abschrecken*. Eine hohe Abkühlungsgeschwindigkeit verhindert das Zurückbilden des Normalgefüges.



129/2 Abschrecken eines Meißels

Bei niedrigem Kohlenstoffgehalt des Stahls wird zum Abschrecken Wasser verwendet. Es kühlt bei ausreichender Bewegung den Stahl schroff ab. Der Kohlenstoff bleibt vollständig gelöst. Stahl mit hohem Kohlenstoffgehalt kann bei zu schnellem Abschrecken mit Wasser Spannungsrisse bekommen. Er wird deshalb mit Öl oder Druckluft abgekühlt.

Anlassen

Abgeschreckter Stahl ist sehr hart und spröde. Durch erneute Erwärmung bildet sich teilweise das Normalgefüge zurück, dabei werden Härte und Sprödigkeit ge-

mildert. Diesen Vorgang bezeichnet man als *Anlassen*.

● *Je höher die Anlaßtemperatur ist, umso weicher wird der Stahl.*

Die Höhe der Anlaßtemperatur ist von der Art des Stahls und seiner Verwendung abhängig.

Die erreichte Anlaßtemperatur läßt sich auf der metallisch blanken Werkstückoberfläche an dem Farbton der sich bildenden Oxidschicht erkennen.

Einige Anlaßfarben:

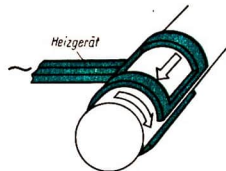
Hellgelb	bis 220 °C
Dunkelgelb	bis 240 °C
Braunrot	bis 260 °C
Violett	bis 280 °C
Kornblumenblau	bis 300 °C
Graublau	bis 320 °C

Härteverfahren

Beim Härten unterscheidet man das *Querschnittshärten* und das *Oberflächenhärten*. Beim Querschnittshärten wird der gesamte Querschnitt des Werkstückes durchgehärtet. Die Wärme muß dann auf den gesamten Querschnitt einwirken.

Von vielen Maschinenteilen wird außer hoher Härte der Laufflächen ein zäher und elastischer Kern verlangt. So müssen zum Beispiel Wellen, die dauernd

wechselnde Durchbiegung aufnehmen, im Kern zäh und gleichzeitig an den Lagerstellen verschleißfest sein. Diese Eigenschaften sind durch Oberflächenhärten zu erreichen: Man erwärmt den Stahl mit besonderen Erwärmungseinrichtungen so, daß die Wärme nicht tief in den Querschnitt des Werkstückes einwirkt. Einrichtungen zum Erwärmen für das Oberflächenhärten zeigen die Bilder 130/1 und 130/2.



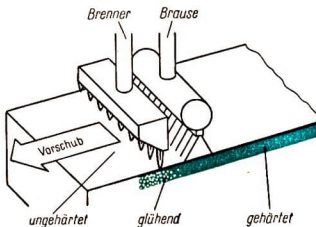
130/2 Induktionshärten

Vergüten

Durch Vergüten werden Festigkeit und Zähigkeit von besonderem Vergütungsstahl (mit 0,3 bis 0,6% Kohlenstoffgehalt) stark erhöht. Wie beim Härten werden die Werkstücke auf 780 bis 850 °C erwärmt, in Öl abgeschreckt und dann auf hohe Temperaturen angelassen (510 bis 800 °C).

AUFGABEN

1. Begründe die mildere Abschreckwirkung von Öl und Luft gegenüber Wasser!
2. Welche Folgen hat eine zu hohe oder eine zu niedrige Anlaßtemperatur für das Werkzeug?
3. Welche Folgen hat Grobkörnigkeit des Gefüges für die Festigkeit und Zähigkeit des Stahls?
4. Laß dir im Betrieb zeigen, wie ein Werkzeug gehärtet wird! Beschreibe diesen Vorgang!



130/1 Brennstrahlschmelzhärten

SYSTEMATISCHE ZUSAMMENFASSUNG DER FERTIGUNGSVERFAHREN

Ordnung der Fertigungsverfahren

Man kann die wichtigsten Fertigungsverfahren in sechs Gruppen einteilen:

1. *Stoffzubereiten* Die Rohstoffe erhalten für die weitere Fertigung einen zweckmäßigen Zustand.
2. *Urformen* Aus regelloser Stoffmenge entstehen geformte Körper.
3. *Umformen* Eine erste Form wird bei konstantem Volumen in eine andere Form überführt.
4. *Trennen* Ein Körper erhält seine Form durch Zerstörung des Stoffzusammenhangs.
5. *Fügen* Zwei oder mehrere Körper werden miteinander verbunden. Im Grenzfall ist einer der Körper auf eine dünne Schicht reduziert.
6. *Veredeln* Das Gefüge wird über den ganzen Querschnitt oder nur in der Randzone verbessert.

Das Stoffzubereiten gehört zu den Aufgaben unserer Grundstoffindustrie. Dort sind es im besonderen die Betriebe des Bergbaus, der chemischen Industrie und des Hüttenwesens, die den Stoff zubereiten; zum Teil werden auch Fertigungsverfahren der zweiten Gruppe in diesen Betrieben angewendet.

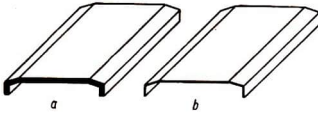
Durch die Fertigungsverfahren der Gruppen 2 bis 4 erhalten die Einzelteile die nach der Zeichnung festgelegten Formen und Maße. Eventuell notwendige Verbesserungen des Gefügebauaufbaus oder seiner Zusammensetzung werden durch entsprechende Wärmebehandlung erreicht. Die dann meist fertig geformten Teile werden, wenn notwendig, veredelt. Einbaufertige Teile können zu Maschinen, Geräten oder Apparaten gefügt werden.

Wirtschaftlichkeit der Fertigungsverfahren

Für den Technologen ist es wichtig, die Vorteile und Grenzen der einzelnen Fertigungsverfahren genau zu kennen und zu nutzen. Nicht immer kann jeder Betrieb die besten Fertigungsverfahren anwenden, da er nicht so große Stückzahlen zu fertigen hat, die die Anschaffung moderner Maschinen und Anlagen rechtfertigen. Der Betrieb wird dann diese Arbeiten in einem anderen Betrieb ausführen lassen, der die entsprechenden Maschinen und Anlagen besitzt. Diese Form der Zusammenarbeit von Betrieben nennt man Kooperation (s. auch Seite 149).

Vergleichende Betrachtung über die Wirtschaftlichkeit von Umformen, Trennen und Urformen

Mit Umformverfahren wird das Stück meist gleichzeitig in der gesamten Aus-



132/1 Vergleich von Arbeitszeit und Masse zwischen Umformen und Umformen bei Verkleidungshauben

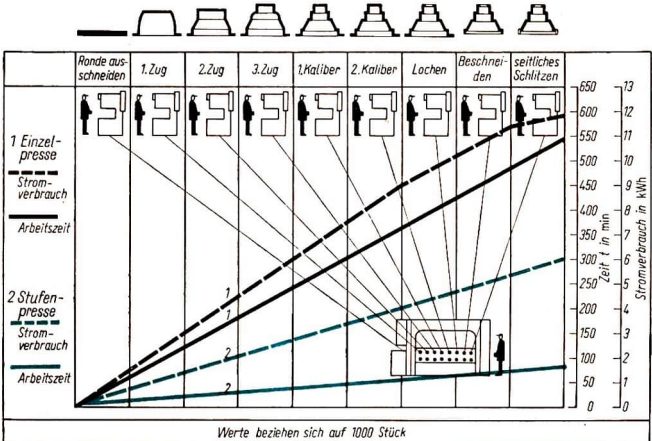
- a) Konstruktion aus Grauguß
 Masse: 17,5 kg, Arbeitszeit: 211 min
 b) Konstruktion aus Stahlblech
 Masse: 3,1 kg, Arbeitszeit: 42 min

dehnung beziehungsweise mit hoher Arbeitsgeschwindigkeit bearbeitet. In der Zeiteinheit sind große Stückzahlen möglich. Damit bietet das Umformen die besten Voraussetzungen für die Massenfertigung. Zu diesem Vorteil kommen noch geringer Werkstoffabfall, gute Verfestigung des Werkstoffes und geringe Masse der Bauteile. Die Bilder 132/1 und

133/1 geben hierfür einige Beispiele. Mit Spezialmaschinen für das Umformen wird häufig bei jedem Hub der Maschine ein Stück fertig. Bild 132/2 zeigt die Vorteile sehr anschaulich:

Die Flammplatte ist ein Einzelteil zu zwei Sturmlaternenentypen, die im VEB Sturm- laterne in Beierfeld gefertigt werden. Durch den Einsatz einer Stufenpresse anstelle von neun Einzelmaschinen werden neben der verkürzten Fertigungszeit und der Energieeinsparung vor allem acht Maschinenarbeiter eingespart. Darüber hinaus werden noch fünf Arbeiter durch weniger Transport- und Einrichtearbeiten frei. Durch diese Einsparungen verursacht der Fertigungsprozeß wesentlich weniger Kosten.

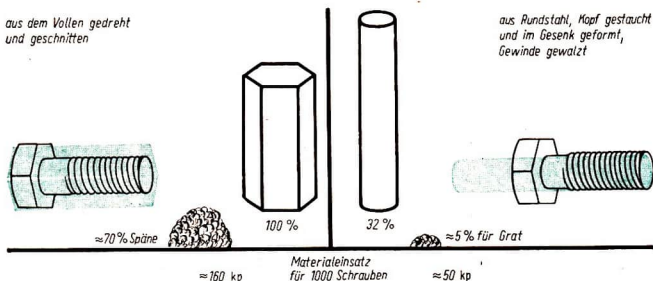
Der Genauigkeitsgrad, der mit den meisten Umformverfahren erreicht werden kann, liegt unter dem der spanenden Verfahren. Obwohl die erreichbare Genauigkeit für viele Produkte ausreicht,



132/2 Einsparung an Zeit, Energie, Arbeitskräften und Maschinenkapazität durch Einsatz einer Stufenpresse

aus dem Vollen gedreht
und geschnitten

aus Rundstahl, Kopf gestaucht
und im Gesenk geformt,
Gewinde gewalzt



133/1 Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen Spanen und Umformen am Beispiel einer Schraube M 10x70

werden für andere Erzeugnisse verbesserte Verfahren gesucht. Durch Genauerpresen lassen sich zum Beispiel heute Maßgenauigkeiten erreichen, die eine weitere Bearbeitung der Erzeugnisse überflüssig machen.

Mit den spanenden und den abtragenden Verfahren sind bis auf wenige Ausnahmen kleinste Maßabweichungen und hohe Oberflächengüte zu erreichen, sogar gehärtete oder spröde Werkstoffe lassen sich spanend bearbeiten.

Typisch für spanende Verfahren ist das zeitliche Nacheinander in der Bearbeitung der Flächen. Damit ist hoher Energie- und Zeitaufwand verbunden. Gleichzeitig verlangen diese Verfahren einen umfangreichen Maschinenpark. Außerdem sind die Teile oft massiv und schwer. Vielfach fallen erhebliche Mengen Späne an (Bild 133/1).

Unsere Industrie ist, bedingt durch ihre Entwicklungsgeschichte, noch stark auf das Spanen orientiert. Mit dem weiteren Ausbau unserer Metallindustrie muß erreicht werden, das meist kostspielige Spanen auf die Kleinserienfertigung und Schlußbearbeitung vorgeformter Teile zu konzentrieren.

Aus dem Bereich des Urformens ist besonders das Gießen in Sandformen sehr teuer, da für jedes Stück eine Form benötigt wird. Die in der Technik üblichen Maßgenauigkeiten verlangen vielfach noch spanende Bearbeitung. Durch den Werkstoff bedingte größere Wandstärken und die großen Toleranzen sorgen für ein hohes Gewicht. Die Nacharbeit beim Gießen versucht man durch Genauigkeitsverfahren einzuschränken.

Durch konstruktive Änderungen wird es außerdem möglich sein, manches schwere Gußteil durch Blechkonstruktionen (Umformtechnik) zu ersetzen. Damit werden sich gleichzeitig die Kosten verringern, und unsere Erzeugnisse können leichter dem Weltniveau angepaßt werden.

Voraussetzung für eine solche Entwicklung sind hohe Stückzahlen, damit trotz hoher Werkzeugkosten das Umformen wirtschaftlich ist. Hierbei helfen vor allem die Standardisierung und Abstimmung unserer Produktion mit der Produktion der anderen sozialistischen Länder.

- Hohe Stückzahlen der Erzeugnisse gestatten den Einsatz hochproduktiver

Maschinen. Hochproduktive Maschinen sowie der richtige Einsatz der Fertigungsverfahren sind die Voraussetzung für eine wirtschaftliche Produktion.

AUFGABEN

1. Weshalb muß in einem sozialistischen Staat die Produktion besonders wirtschaftlich sein?
2. Weshalb bedeutet Materialeinsparung

durch Einsatz abfallarmer Fertigungsverfahren gleichzeitig Einsparung an Arbeit?

3. Suche im Betrieb einige Beispiele für die Einsparung an Arbeitszeit und für den Leichtbau durch die Verwendung von Umformteilen!
4. Weshalb bildet die Produktionsabstimmung mit den sozialistischen Ländern eine Voraussetzung für wirtschaftliches Fertigen?

Ökonomie I

DIE PRODUKTION MATERIELLER GÜTER

Die Notwendigkeit der Produktion

Die Menschen benötigen zum Leben Nahrung, Kleidung, Wohnung und andere materielle Güter, die sie nicht fertig in der Natur vorfinden. Sie müssen all diese Dinge erst herstellen; sie müssen *produzieren*. Bei der Produktion materieller Güter setzen sich die Menschen mit der Natur auseinander. Sie verändern durch ihre Arbeit die Naturstoffe (Erz, Holz, Kohle, Erdöl usw.) und passen sie ihren Bedürfnissen an.

Aus dem Boden gewinnen die Menschen das Erz, sie stellen daraus Metall her, formen Werkzeuge und bauen Maschinen. Sie bearbeiten den Boden, bauen Getreide an und erzeugen daraus Brot und andere Lebensmittel. Sie nutzen die Energie des Wassers und der Kohle zur Erzeugung der Elektroenergie. Diese setzen sie zur Erleichterung ihrer Arbeit und zur Verschönerung ihres Lebens ein. Maschinen werden angetrieben, die Städte und Dörfer beleuchtet, Rundfunk- und Fernsehgeräte betrieben.

Die Menschen schaffen neue Werkstoffe und erschließen neue Energiequellen, bauen Fabriken, Schiffe und Flugzeuge. Sie ringen der Natur ein Geheimnis nach dem anderen ab. Heute lenken sie ihre Schritte bereits ins Weltall.

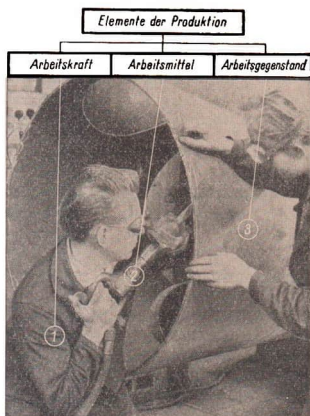
Bei dieser Auseinandersetzung mit der Natur vervollkommen und verbessern die Menschen die Werkzeuge und Maschinen. Gleichzeitig entwickeln sich aber auch die Menschen selbst. Sie vergrößern ihr Wissen, erhöhen ihr Können und ge-

winnen immer neue wissenschaftliche Erkenntnisse.

- *Die Arbeit ist die Voraussetzung für das Bestehen und für die Weiterentwicklung der menschlichen Gesellschaft.*

Die Voraussetzungen der Produktion

Die Produktion materieller Güter setzt immer drei Elemente voraus: die *Arbeitskraft* des Menschen, die *Arbeitsmittel* und die *Arbeitsgegenstände*.



137/1 Das Zusammenwirken der Elemente im Produktionsprozeß

DIE ARBEITSKRAFT ist die Fähigkeit zu arbeiten, sind die körperlichen und geistigen Kräfte, über die der Mensch verfügt und die er bei der Produktion der materiellen Güter einsetzt. Die Arbeitskraft ist das wichtigste Element der Produktion. Alle Arbeitsmittel werden durch den Menschen erdacht, konstruiert und gebaut. Der Mensch ist immer Herr der Maschine; sie ist sein Arbeitsmittel. Eine moderne Rechenmaschine kann zum Beispiel komplizierte Rechenoperationen bedeutend schneller als der Mensch lösen, aber sie bewältigt lediglich das Programm, das ihr vorgegeben wurde.

DIE ARBEITSMITTEL sind sehr vielfältig. Mit ihrer Hilfe wirkt der Mensch im Produktionsprozeß auf die zu bearbeitenden Gegenstände ein. Die Arbeitsmittel sind deshalb eine unerläßliche Voraussetzung für die Produktion materieller Güter.

Die wichtigsten Arbeitsmittel sind die Maschinen, Werkzeuge und Geräte (mechanische Arbeitsmittel).

Bei den Maschinen unterscheidet man Arbeits- und Kraftmaschinen. Die *Arbeitsmaschinen* werden entsprechend ihren Aufgaben folgendermaßen unterteilt:

Maschinen

- | | |
|----------------|--|
| zum Umformen: | zum Beispiel Walzwerke, Hammerwerke, Ziehmaschinen; |
| zum Trennen: | zum Beispiel Dreh-, Hobel-, Fräs-, Zugschneidemaschinen, Maschinensägen, Häckselmaschinen; |
| zum Verbinden: | zum Beispiel Schweißmaschinen, Falz-, Nähmaschinen; |

zum Bewegen der Arbeitsgegenstände:	zum Beispiel Kräne, Fördermaschinen, Bagger, Fahrzeuge, Pumpen, Gebläse.
-------------------------------------	--

Zu den *Kraftmaschinen* gehören z. B. Wärmekraftmaschinen (Dampfmaschine, Verbrennungsmotor), Strömungskraftmaschinen und Elektromotoren.

Werkzeuge sind weitere Arbeitsmittel. Dazu gehören Hämmer, Zangen, Feilen, Hobel, Scheren, Hacken, Gabeln und andere.

Gebäude rechnen ebenfalls zu den Arbeitsmitteln. Sie sind für die industrielle Produktion notwendig, damit die Menschen, die Maschinen und die Erzeugnisse nicht der Witterung ausgesetzt sind. In der Landwirtschaft dienen sie zur Aufbewahrung der Vorräte, zur Unterbringung der Tiere usw.

Schließlich zählen auch Anlagen, Silos, Gefäße und ähnliche Einrichtungen zu den Arbeitsmitteln.

DIE ARBEITSGEGENSTÄNDE sind das dritte Element der Produktion. Auf sie wirkt der Mensch mit Hilfe der Arbeitsmittel im Produktionsprozeß ein. Man unterscheidet Naturstoffe, Rohstoffe und Material.

Naturstoffe sind Erze, Kohle, Salze, Erdöl, Naturboden usw., die noch nicht vom Menschen bearbeitet worden sind.

Rohstoffe sind bereits durch den Menschen bearbeitet, zum Beispiel gefördertes Erz, gebrochene Kohle, gefällte Bäume usw.

Material ist der Begriff für alle Stoffe, die weiter verarbeitet wurden, wie: Walzstahl, Bleche, Schnittholz, Schrauben, Garn, Niete und anderes mehr.

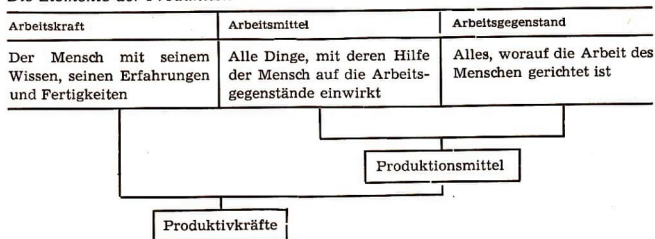
Die Arbeitsmittel und die Arbeitsgegenstände faßt man in dem Begriff *Produktionsmittel* zusammen. Es sind die Mittel, mit deren Hilfe der Mensch produziert.

Der Mensch mit seinen Produktions- erfahrungen und Arbeitsfertigkeiten und die Produktionsmittel bilden die *Produktivkräfte*.

Dabei kommt den Menschen und den mechanischen Arbeitsmitteln (Maschi-

nen, Werkzeuge, Geräte) eine besondere Bedeutung zu. Sie sind das vorwärtstreibende, das revolutionäre Element der menschlichen Gesellschaft. Im Abschnitt „Die Produktionsverhältnisse“ wird darauf noch ausführlich eingegangen.

Die Elemente der Produktion



Die Produktionsverhältnisse

Kein Mensch ist in der Lage, all das, was er zum Leben benötigt, allein herzustellen. Die Menschen produzieren die materiellen Güter stets gemeinsam. Die Produktion hat deshalb immer gesellschaftlichen Charakter.

So sind zum Beispiel an der Herstellung eines Autos Hunderte, ja Tausende von Menschen beteiligt. Außer den Arbeitern des Werkes, in dem die Autos produziert werden, sind viele Menschen in anderen Betrieben tätig, um das erforderliche Material bereitzustellen. Die Walzwerker erzeugen das Blech für die Karosserie. Die Arbeiter der chemischen Industrie stellen Buna, Lack und Plaste her. Die Reifenwerker produzieren die Reifen. Die Arbeiter der Elektroindustrie liefern die elektrischen Anlagen. Die Arbeiter der Textilindustrie erzeugen den Bezugstoff für die Sitze und die Auskleidung des Wagens usw.

- Die Beziehungen oder Verhältnisse, die die Menschen in der Produktion, beim

Austausch und bei der Verteilung der erzeugten Güter eingehen, nennt man Produktionsverhältnisse.

DAS EIGENTUM AN DEN PRODUKTIONSMITTELN ist ausschlaggebend für den Charakter der Produktionsverhältnisse. Wer über die Produktionsmittel verfügt, bestimmt, was und wieviel produziert wird, wie die Produktion zu organisieren ist, wie die erzeugten Produkte verteilt werden usw. Sind die Produktionsmittel Privateigentum einzelner Menschen, wie das in der Sklaverei, im Feudalismus und im Kapitalismus der Fall ist, so ergeben sich daraus Verhältnisse der Herrschaft und der Unterordnung, der Ausbeutung des Menschen durch den Menschen. Im Kapitalismus gehören die Fabriken mit den entsprechenden Einrichtungen, die Bodenschätze, die Verkehrsmittel u. a. den Kapitalisten; sie sind ihr Privateigentum. Das einzige, was die Arbeiter besitzen, ist ihre Arbeitskraft. Weil die

Friedrich Flick



140/1 Einkommensvergleich Kapitalist – Arbeiter

Kapitalisten im Besitz der Produktionsmittel sind, können sie die Arbeiter für sich arbeiten lassen, das heißt, sie eignen sich die erzeugten Güter an. Lediglich einen geringen Teil des geschaffenen Wertes zahlen sie in Form des Lohnes an die Arbeiter zurück, damit diese ihre verausgabte Arbeitskraft ersetzen und erhalten können. Den größten Teil verwenden die Kapitalisten für sich.

Infolge der beschränkten Kaufkraft der Werk tätigen finden bestimmte Güter keinen Absatz. Produktionsstockungen, Nichtauslastung der vorhandenen Kapazität, Kurzarbeit und Arbeitslosigkeit sind die unvermeidlichen Folgen. Selbst in einer Zeit, in der die kapitalistische Wirtschaft verhältnismäßig stabil ist, finden Millionen Werk tätige keine Arbeit.

Der amerikanische Journalist Ben H. Bagdikian schildert in einer Reportage u. a.:

„Ich habe die USA durchquert und das erschreckende Paradoxon entdeckt, daß über-

all in dieser reichsten Nation der Erde die Armut zu Hause ist. Es ist das Schicksal jedes fünften Amerikaners, ohne ausreichendes Essen, ohne ausreichende ärztliche Fürsorge und ohne menschenwürdige Wohnung auskommen zu müssen.“

Gewaltiger Reichtum auf der einen und bittere Armut auf der anderen Seite stehen sich hier unmittelbar gegenüber. Und das in dem reichsten kapitalistischen Land!

Eine uneingeschränkte Entwicklung der Produktivkräfte ist unter derartigen Verhältnissen nicht möglich. Das zeigt sich auch auf den Gebieten der Wissenschaft und der Technik. Obwohl die USA heute noch eine führende Position innehaben, schmilzt ihr Vorsprung gegenüber der Sowjetunion immer mehr zusammen. Auf einigen entscheidenden Gebieten, zum Beispiel in der Erforschung des Weltraums, liegen die USA bereits einige Jahre im Rückstand. Das aber macht deutlich, daß die kapitalistischen Produktionsverhältnisse überlebt sind. Sie hemmen in zunehmendem Maße die Entwicklung der Produktivkräfte, deshalb müssen sie durch neue, sozialistische Produktionsverhältnisse abgelöst werden. Die Kraft, die in der Lage ist, den Kapitalismus zu stürzen, ist die Arbeiterklasse.

In der DDR sowie in den anderen Ländern des sozialistischen Lagers haben die Arbeiter im Bündnis mit allen Werk tätigen die Macht übernommen. Die Produktionsmittel sind nicht mehr Privatbesitz einzelner Menschen, sondern sie gehören den Werk tätigen; sie sind *gesellschaftliches Eigentum*.

Man unterscheidet zwei Formen des gesellschaftlichen Eigentums:

- das *Volkseigentum* und
- das *genossenschaftliche Eigentum*.

In der DDR gibt es das Volkseigentum seit 1945. Die Betriebe der Monopolherren und Kriegsverbrecher sowie die Güter der Großgrundbesitzer wurden enteignet. Es entstanden volkseigene Industriebetriebe (VEB) und volkseigene Güter (VEG).

- In den volkseigenen Betrieben gehören die Produktionsmittel und damit die erzeugten Produkte dem gesamten Volk.

Genossenschaftliches Eigentum gibt es in der Landwirtschaft (landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaften), im Handwerk (Produktionsgenossenschaften der

Handwerker) und im Handel (Konsumgenossenschaften und Bäuerliche Handelsgenossenschaften).

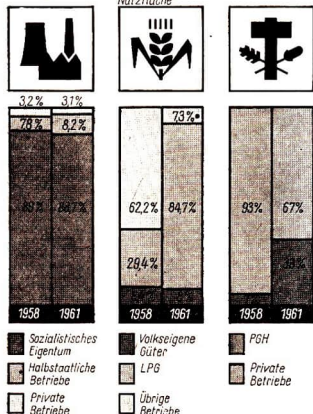
- In den Genossenschaften gehören die Produktionsmittel und damit die erzeugten Produkte den Mitgliedern der Genossenschaft.

Neben dem gesellschaftlichen Eigentum in Form der volkseigenen Betriebe und der Genossenschaften gibt es in der DDR halbstaatliche Betriebe und einen kleinen Sektor Privatbetriebe.

Der weitaus größte Teil der materiellen Güter wird in volkseigenen Betrieben und in Genossenschaften produziert. Auf dem VI. Parteitag der SED konnte festgestellt werden, daß in der DDR die sozialistischen Produktionsverhältnisse gesiegt haben (Bild 141/1).

Der Sieg der sozialistischen Produktionsverhältnisse in der Deutschen Demokratischen Republik

INDUSTRIE Bruttoproduktion nach Eigentumsformen	LANDWIRTSCHAFT Anteil der Eigentumsformen an der landwirtschaftlichen Nutzfläche	HANDWERK Sozialökonomische Struktur
---	--	---



- überwiegend gartenaauliche, forst- und forstwirtschaftlich genutzte Wirtschaftsfläche

DIE SOZIALISTISCHEN PRODUKTIONSVERHÄLTNISSE sind durch kameradschaftliche Zusammenarbeit und gegenseitige Hilfe gekennzeichnet. Die Ausbeutung des Menschen durch den Menschen ist beseitigt. Die in gemeinsamer Arbeit geschaffenen Werte fließen nicht mehr in die Taschen einzelner, sondern kommen dem gesamten Volke zugute. Als Besitzer der Produktionsmittel entscheiden die Werktätigen, was und wieviel produziert wird, sie organisieren die Produktion und bestimmen, wie die erzeugten Güter verteilt werden. Die sozialistischen Produktionsverhältnisse tragen dem Entwicklungsstand der Produktivkräfte voll und ganz Rechnung. Demzufolge kann sich die Produktion uneingeschränkt entwickeln. Krisen sind der sozialistischen Wirtschaft fremd.

Die Wirtschaft der DDR hat in den vergangenen Jahren einen ununterbrochenen und steilen Aufschwung genommen. Seit 1950 hat sich das gesellschaftliche

Gesamtprodukt (alle materiellen Güter und produktiven Leistungen, die in einem bestimmten Zeitraum geschaffen werden) verdreifacht.

Jahr	1950	1955	1960	1962
Mill. MDN	50 946	91 071	135 853	148 188

Die Industrieproduktion betrug 1963 sogar dreieinhalbfach soviel wie im Jahre 1950 (Bild 142/1).



142/1 Steigerung der Industrieproduktion

Wissenschaft und Technik können sich unter sozialistischen Produktionsverhältnissen ungehindert entfalten. Die Regierung unserer Republik stellt jährlich gewaltige Summen für wissenschaftliche Arbeiten sowie für die Ausbildung von wissenschaftlichem Nachwuchs zur Verfügung.

So hat sich zum Beispiel die Anzahl der an den Instituten und Einrichtungen der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin tätigen Wissenschaftler von 1958 bis 1962 um 175 Prozent erhöht. Der

Anteil der wissenschaftlichen Nachwuchskräfte stieg von 43 Prozent (1958) auf 64 Prozent (1962).

Die Überlegenheit der sozialistischen Produktionsverhältnisse kommt auch vor allem darin zum Ausdruck, daß der Mensch, die wichtigste Produktivkraft, seine körperlichen und geistigen Kräfte voll entfalten kann. Der sozialistische Staat sichert jedem einen Arbeitsplatz. Jeder kann sich entsprechend seinen Fähigkeiten entwickeln, während im Kapitalismus der Geldbeutel des Vaters ausschlaggebend ist.

In der DDR besteht ein einheitliches sozialistisches Bildungssystem, das allen Bürgern das gleiche Recht auf Bildung sichert. Ein wichtiger Bestandteil dieses Bildungssystems ist die zehnklassige polytechnische Oberschule. Immer mehr Menschen erhalten außerdem eine Hochschulausbildung. 1963 kamen in der DDR auf 10 000 Einwohner 53 Studenten, während es in Westdeutschland nur 35 waren. Trotz dieser raschen Entwicklung geraten im Sozialismus die Produktivkräfte nicht in Widerspruch zu den Produktionsverhältnissen. Da es in der sozialistischen Gesellschaftsordnung keine sich feindlich gegenüberstehenden Klassen gibt, können die Produktionsverhältnisse ständig dem Entwicklungsstand der Produktivkräfte angepaßt werden.

Das Ziel der Produktion im Sozialismus

Das Ziel der Produktion ist abhängig von den Produktionsverhältnissen. In der Deutschen Demokratischen Republik haben die sozialistischen Produktionsverhältnisse gesiegt. Das Ziel der Produktion wird daher vom *ökonomischen Grundgesetz des Sozialismus* bestimmt. Dieses Gesetz fordert:

Ständige Entwicklung und Vervollkommnung der Produktion auf der

Grundlage der fortgeschrittensten Wissenschaft und Technik und der Steigerung der Arbeitsproduktivität mit dem Ziel der immer besseren Befriedigung der materiellen und geistigen Bedürfnisse der Werktätigen und der allseitigen Entwicklung des Menschen der sozialistischen Gesellschaft.

Die bisherige Entwicklung bestätigt, daß in unserer Republik die Produktion dem Ziel dient, die Bedürfnisse der Menschen immer besser zu befriedigen. Von Jahr zu Jahr ist unser Leben schöner und reicher geworden. Das macht zum Beispiel eine Gegenüberstellung der Produktion von Waschmaschinen, Kühlschränken und Fernsehempfängern in den Jahren 1958 und 1964 deutlich (Bild 143/1).

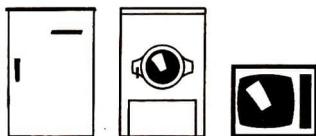
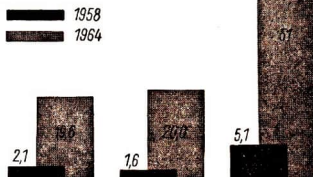
Es geht jedoch nicht nur um die immer bessere Befriedigung der materiellen Bedürfnisse. Auch die geistig-kulturellen Bedürfnisse wachsen ständig. Immer mehr Menschen beschäftigen sich in ihrer Freizeit mit Werken der Literatur und Kunst. Manche von ihnen greifen selbst zur Feder und schreiben von ihrem Kampf um den Sieg des Sozialismus. Das große Interesse an der künstlerischen Selbstbetätigung zeigt die Bildung vieler Zirkel und Arbeitsgemeinschaften. Bücher, Musik, Theater, Filme und andere Kunst- und Kulturgüter gehören zu den Bedürfnissen unserer Menschen, um deren Entwicklung sich unser Arbeiter- und Bauern-Staat bemüht.

Die immer bessere Befriedigung der wachsenden Bedürfnisse der Menschen ist auch der Leitgedanke des Programms der SED, das auf dem VI. Parteitag beschlossen wurde. Dieses Programm sieht vor, die Industrieproduktion bis 1970 um 60 Prozent gegenüber 1963 zu steigern. Demnach wird die Industrieproduktion 1970 sechsmal so groß sein wie im Jahr

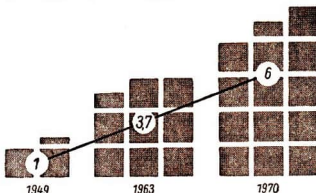
der Gründung der Deutschen Demokratischen Republik und einen Wert von 136 Milliarden MDN erreichen.

(Bild 143/2).

Bestand je 100 Haushalte



143/1 Produktion von Konsumgütern 1958 und 1962

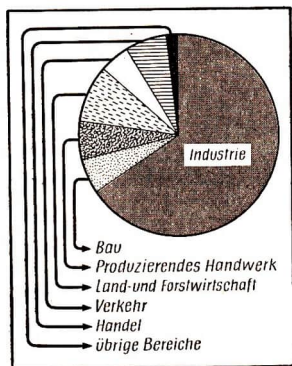


143/2 Wachstum der Industrieproduktion bis 1970

DIE SOZIALISTISCHE INDUSTRIE

Der Aufbau einer leistungsfähigen Industrie in der DDR

Die möglichst vollständige Befriedigung der wachsenden Bedürfnisse der Menschen setzt eine leistungsfähige Wirtschaft voraus. Den überwiegenden Teil aller lebensnotwendigen Güter produziert die Industrie. Sie nimmt im Rahmen der gesamten Wirtschaft der Deutschen Demokratischen Republik den führenden Platz ein. Im Haushalt, in der Schule oder am Arbeitsplatz – überall begegnet man Erzeugnissen der Industrie. Das reicht von der Nadel bis zum Kühlschrank, vom Reagenzglas bis zum Mikroskop, von der Schraube bis zur Werkzeugmaschine.



144/1 Anteil der Wirtschaftsbereiche am gesellschaftlichen Gesamtprodukt

Wie sah es jedoch noch vor einigen Jahren in der Deutschen Demokratischen Republik aus?

Durch die Kriegseinwirkungen bot die Wirtschaft 1945 ein trostloses Bild. Die Energieversorgung war unterbrochen; Industriebetriebe, Wasserwerke, Verkehrsverbindungen usw. waren zerstört. Die Versorgung der Bevölkerung mit Lebensmitteln und Gebrauchsgütern war völlig ungenügend, ebenso die Belieferung der Produktionsbetriebe mit Rohstoffen und Energie. Besonders betroffen war der östliche Teil Deutschlands, das Territorium der heutigen DDR. Das ist vor allem auf die anglo-amerikanischen Bombenangriffe zurückzuführen, die sich in starkem Maße auf das Gebiet östlich der Elbe konzentrierten, als abzusehen war, daß dieser Teil Deutschlands von der Sowjetarmee besetzt werden würde. Sofort nach Kriegsende gingen die Werktätigen unter der Führung der Partei der Arbeiterklasse daran, die Folgen des Krieges zu überwinden. Das war mit vielen Schwierigkeiten und großen persönlichen Opfern verbunden. Nach und nach wurden die zerstörten Betriebe wieder aufgebaut, die Produktion wurde in Gang gebracht. In uneigennütziger Weise unterstützte uns dabei die Sowjetunion, die im Krieg gegen Deutschland die größten Opfer gebracht hatte und deren Land von deutschen Soldaten am meisten verwüstet worden war. Einer der Betriebe, der mit sowjetischer Hilfe wieder-



145/1 Teilansicht der Leunawerke nach der Zerstörung



145/2 VEB Leunawerke „Walter Ulbricht“ nach dem Wiederaufbau

aufgebaut wurde, ist der VEB Leunawerke „Walter Ulbricht“. Der Wiederaufbau und die Entwicklung in der Deutschen Demokratischen Republik wurden dadurch erschwert, daß die wichtigsten Vorkommen an Erz und Steinkohle sowie die Hauptzentren der

Grundstoffindustrie in Westdeutschland lagen. In Ostdeutschland befanden sich nur rund drei Prozent der deutschen Steinkohlenförderung, weniger als ein Prozent der Kokserzeugung und nur 6,6 Prozent der Stahlproduktion. Mit fünf völlig veralteten Hochöfen mußten wir

beginnen, während Westdeutschland damals über 120 zum Teil moderne Hochöfen verfügte.

Schließlich darf nicht übersehen werden, daß sich die Arbeiterklasse erst Kenntnisse und Fertigkeiten in der Lenkung und Führung der Wirtschaft aneignen mußte.

Die Monopolherren, die in Westdeutschland wieder festen Fuß gefaßt hatten, wollten sich nicht damit abfinden, daß die Werktätigen in unserer Republik ihr Leben nach eigenem Ermessen gestalten. Sie versuchten mit allen Mitteln, den Aufbau des Sozialismus zu stören. Sie erschwerten die Handelsbeziehungen; Lieferungen wichtiger Rohstoffe oder anderer Erzeugnisse blieben aus oder erfolgten nicht zum vereinbarten Zeitpunkt. Unsere Industrie war aber aus den erwähnten Gründen auf diese Lieferungen angewiesen; Stockungen in der Produktion waren die Folge. Agenten und Saboteure, die von westdeutscher Seite angeleitet und bezahlt wurden, fügten unserer Wirtschaft erheblichen Schaden zu. Schließlich versuchten die Imperialisten durch Abwerbung von Spezialisten und Fachkräften die wirtschaftliche Entwicklung bei uns aufzuhalten. Diesem Treiben setzte die Errichtung des antifaschistischen Schutzwalls am 13. August 1961 für immer ein Ende. Nun können die Werktätigen in Ruhe ihrer Arbeit nachgehen.

Vor den Werktätigen der DDR stand die Aufgabe, unsere Wirtschaft gegenüber den Anschlägen der Imperialisten störfrei zu machen. Nur so konnten die Lebensbedingungen des Volkes stetig verbessert werden.

Deshalb wurden nicht nur die vorhandenen Betriebe wieder aufgebaut, modernisiert und erweitert, sondern es entstanden viele neue, leistungsfähige Industriebetriebe.

Die Lösung dieser schwierigen Aufgabe würdigte Walter Ulbricht auf dem VI. Parteitag der SED mit den Worten:

„Wir haben unsere Erfolge unter den schwersten Bedingungen erarbeitet und erkämpft. Die Werktätigen der DDR konnten nur eine Hand an das Werkzeug legen, mit der anderen Hand mußten sie ständig Störmanöver und Angriffe der militaristischen Spalter und Aggressoren abwehren.“

Um so höher ist die Tatsache zu werten, daß die Deutsche Demokratische Republik gegenwärtig in Europa den fünften Platz in der Industrieproduktion einnimmt.

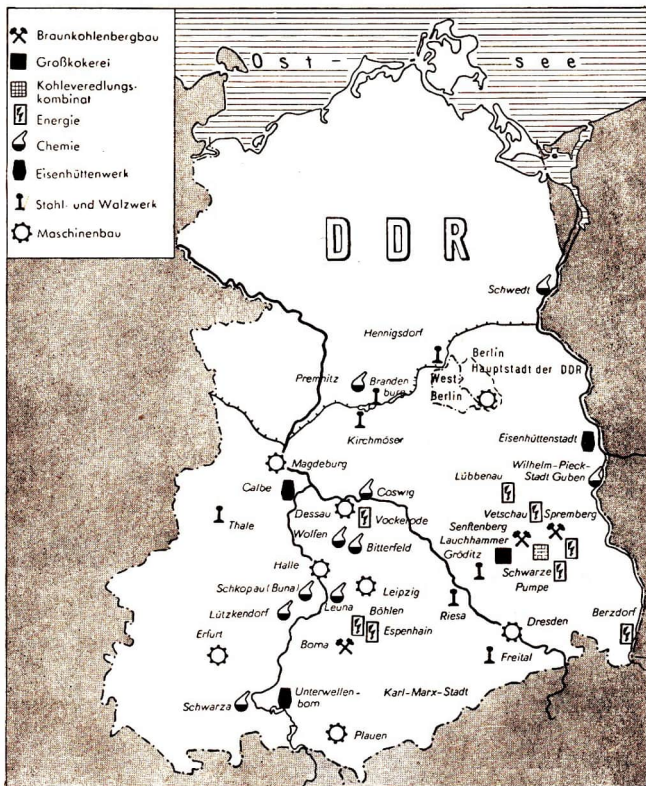
Die Entwicklung der führenden Industriezweige

Der umfassende Aufbau des Sozialismus erfordert, daß die gesamte Volkswirtschaft der Deutschen Demokratischen Republik planmäßig entwickelt wird. Das Entwicklungstempo der einzelnen Wirtschaftszweige ist jedoch unterschiedlich. In den nächsten Jahren müssen vor allem jene Zweige der Industrie einen gewaltigen Aufschwung nehmen, die für die gesamte wirtschaftliche Entwicklung unserer Republik von entscheidender Bedeutung sind. Dazu gehören:

die chemische Industrie, vor allem die Petrolchemie, die metallurgische Industrie, (2. Verarbeitungsstufe) die Elektrotechnik, besonders die Elektronik, die Zweige des Maschinenbaus und des wissenschaftlichen Gerätebaus, die den raschen Fortschritt der Mechanisierung und Automatisierung bewirken, die Energiewirtschaft.

(Walter Ulbricht, Referat auf dem VI. Parteitag der SED.)

Folgende Beispiele sollen das Entwicklungstempo verschiedener Industriezweige veranschaulichen:



147/1 Symbole des sozialistischen Aufbaus

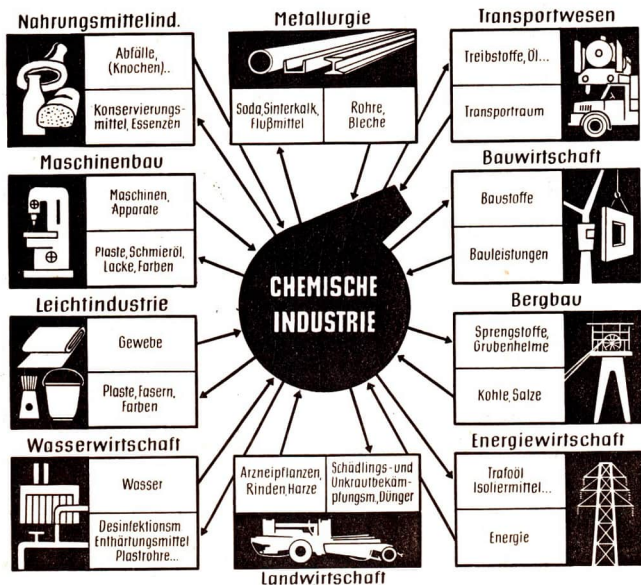
Die chemische Industrie soll 1970 einen Stand von 183 Prozent im Vergleich zu 1963 erreichen. Dabei wird die Produktion von Plasten auf 153 Prozent und die von synthetischen Fasern auf 290 Prozent anwachsen.

Die Produktion der metallverarbeitenden Industrie wird 1970 insgesamt um 87 Prozent höher liegen als 1963. Die Produktion der Elektroindustrie wird gegenüber 1963 auf 225 Prozent gesteigert. Den Schwerpunkt

bildet die Elektronik, die ohne Kosumgüter etwa einen Stand von 360 Prozent erreichen soll.

Die Elektroenergieerzeugung wird 1970 etwa 76 Milliarden Kilowattstunden betragen. Das sind 160 Prozent des Standes von 1963.

Welche Bedeutung die vorrangige Entwicklung der führenden Wirtschaftszweige hat, soll am Beispiel der chemischen Industrie verdeutlicht werden.



148/1 Die Verflechtung der chemischen Industrie mit anderen Bereichen der Volkswirtschaft

Bild 148/1 läßt erkennen, welche Bedeutung die chemische Industrie für viele Bereiche der Volkswirtschaft hat. Weitere Gesichtspunkte für die vorrangige Entwicklung der chemischen Industrie in der DDR sind:

- Die DDR besitzt genügend Naturreichtümer (Braunkohle, Salze, Kalk u. a.), die eine wichtige Grundlage der chemischen Industrie darstellen. Die Lieferung von Erdöl aus der Sowjetunion (Erdölleitung „Freundschaft“) ermöglicht die rasche Entwicklung der Petrochemie.
- Die Chemische Industrie erweitert die Rohstoffbasis unserer Volkswirtschaft. Vor allem durch die Produktion von Plasten und synthetischen Fasern können andere Rohstoffe eingespart werden, über die unsere Republik nicht in genügendem Maße verfügt.
- Die chemische Industrie versorgt die Landwirtschaft mit Düngemitteln, Schädlingsbekämpfungsmitteln und Treibstoffen und trägt damit wesentlich zur Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion bei.
- Die Arbeitsproduktivität (s. Seite 154) erreicht in der chemischen Industrie infolge der weitgehenden Mechanisierung und Automatisierung der Produktionsprozesse einen hohen Stand.

Die Erzeugnisse der Industrie

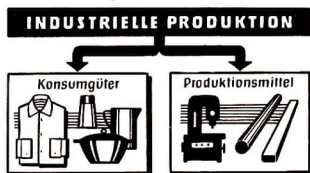
Die Erzeugnisse der Industrie werden nach *Konsumgütern* und *Produktionsmitteln* unterschieden (Bild 149/1).

KONSUMGÜTER sind Erzeugnisse der Industrie, die unmittelbar für den Verbrauch beziehungsweise Gebrauch der Bevölkerung bestimmt sind. Dazu gehören die Erzeugnisse der Nahrungs- und Genussmittelindustrie, viele Produkte der Textilindustrie sowie Haushaltswaren, Möbel, Personenkraftwagen und vieles andere mehr.

PRODUKTIONSMITTEL sind Erzeugnisse der Industrie, die die Produktion in anderen Betrieben erst ermöglichen. Da-

zu zählen Stahl, Kohle, Maschinen, Werkzeuge, Ausrüstungen, Transportfahrzeuge und anderes.

Wichtig ist, daß die Produktion von Produktionsmitteln vorrangig entwickelt wird. Nur so ist es möglich, auch die Produktion von Konsumgütern in schnellem Tempo zu steigern.



149/1

Gesellschaftliche Arbeitsteilung und Kooperation

Die industriellen Erzeugnisse durchlaufen vom Rohstoff bis zum fertigen Produkt einen mehr oder weniger langen Weg. Kein Betrieb stellt ein Erzeugnis vom Rohstoff bis zum Fertigprodukt her. Die einzelnen Industriebetriebe haben sich vielmehr auf die Produktion ganz bestimmter Teilerzeugnisse spezialisiert. Das ist eine Form der *gesellschaftlichen Arbeitsteilung*.

Die gesellschaftliche Arbeitsteilung bedingt eine enge Zusammenarbeit der Betriebe sowie den Austausch der Erzeugnisse. So bezieht zum Beispiel eine Möbelfabrik alle erforderlichen Materialien zur Herstellung der Möbel, wie: Bretter, Leim, Nägel, Schrauben, Beschläge, Farben, Lacke usw. von anderen Betrieben. Diese Zusammenarbeit verschiedener Industriebetriebe und der damit verbundene direkte Austausch der Erzeugnisse von Betrieb zu Betrieb wird *Kooperation* genannt.

Die Kooperation in der sozialistischen Industrie erfordert, daß die Werk­ tätigen in allen Betrieben ihre Verpflichtungen gewissenhaft erfüllen. Die Möbelfabrik kann – um bei dem Beispiel zu bleiben – nur dann erfolgreich arbeiten, wenn die Zulieferbetriebe die erforderlichen Materialien rechtzeitig und in guter Qualität zur Verfügung stellen. Erfüllt nur ein Betrieb seine Aufgaben nicht ordnungsgemäß, so gerät zwangsläufig die Produktion ins Stocken.

Die gesellschaftliche Arbeitsteilung und die Kooperation erstrecken sich nicht nur auf Industriebetriebe innerhalb der Deutschen Demokratischen Republik, sondern sie gewinnen in immer stärkerem Maße im gesamten sozialistischen Lager an Bedeutung.

Jedes Land konzentriert seine Kräfte auf die Entwicklung der Zweige, für die es die günstigsten natürlichen und ökonomischen Bedingungen sowie die erforderlichen Facharbeiter und Produktionserfahrungen besitzt. Die internationale Zusammenarbeit führt folglich dazu, daß die Produktion in allen Ländern einen hohen Stand der Entwicklung erreicht und die Kosten je Erzeugnis bedeutend gesenkt werden können. Dazu ein Beispiel:

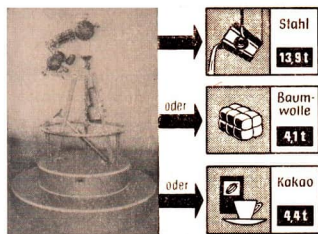
Die DDR hat die Produktion des PKW „Sachsenring“, des LKW H 6 und des Omnibusses H 6 eingestellt. Fahrzeuge dieser Art werden in der CSSR und in der Sowjetunion wirtschaftlicher gebaut. Unsere Betriebe konzentrieren sich dafür auf die Produktion der PKW „Trabant“ und „Wartburg“ sowie auf die Produktion von LKW mit 1 t, 2,5 t und 4 t Tragfähigkeit. Während wir im Jahr 1955 insgesamt 22 000 PKW herstellten, wird die Produktion der genannten zwei Typen im Jahr 1965 auf 108 000 Stück ansteigen.

Neben dem direkten Austausch der Teil­ erzeugnisse von Betrieb zu Betrieb gibt

es den *Handel*, der den Absatz der Fertig­ produkte übernimmt. Der Handel wird somit zum Bindeglied zwischen der Produktion und den Verbrauchern. Die Aufgaben des Handels erstrecken sich jedoch nicht nur auf den Kauf und Verkauf der Erzeugnisse im eigenen Land. Deshalb unterscheidet man zwischen *Innen-* und *Außenhandel*.

Die Deutsche Demokratische Republik verfügt auf verschiedenen Gebieten nicht über die erforderlichen Rohstoffe. Es mangelt vor allem an Erzen, Steinkohle, Erdöl und Holz. Diese Rohstoffe bilden aber die Grundlage für unsere hochentwickelte Industrie. Dadurch gewinnt der Handel mit anderen Ländern bei uns eine besondere Bedeutung. Unsere Republik muß Rohstoffe sowie eine Reihe von Nahrungs- und Genußmitteln aus anderen Ländern einführen, *importieren*. Als Gegenleistung werden vor allem hochwertige Industrieerzeugnisse ausgeführt, *exportiert* (Bild 150/1).

150/1 Für ein exportiertes Zeiss-Kleinplanetarium erhalten wir:



Die Struktur der Industrie

Die Industrie der Deutschen Demokratischen Republik ist in *Bereiche* und *Zweige* unterteilt:

AUFGABEN

1. a) Stelle die Haupterzeugnisse deines Betriebes in einer Übersicht zusammen! Ordne sie nach Konsumgütern und Produktionsmitteln!
b) Wo finden die Haupterzeugnisse deines Betriebes Verwendung?
c) In welche Länder exportiert dein Betrieb seine Erzeugnisse?
2. Stelle eine Übersicht der wichtigsten Produktionsmittel zusammen, mit denen in deinem Betrieb gegenwärtig gearbeitet wird!
Ordne sie nach Arbeitsmitteln und Arbeitsgegenstand!
3. Auf dem VI. Parteitag der SED wurde festgestellt, daß in der DDR die sozialistischen Produktionsverhältnisse gesiegt haben. Begründe diese Feststellung!
4. a) Zeige den Zusammenhang zwischen der Aufgabenstellung des VI. Parteitages und dem ökonomischen Grundgesetz des Sozialismus auf!
b) Welche Aufgaben stehen vor deinem Betrieb in den nächsten Jahren?
c) Fertige ein Diagramm über die vorgesehene Produktionssteigerung deines Betriebes an!
5. a) Wie beeinflussen die führenden Industriezweige den Entwicklungsstand der gesamten Wirtschaft der DDR?
b) Welche Aufgaben hat der Industriezweig, zu dem dein Betrieb gehört?
c) Stelle die Entwicklung dieses Industriezweiges (1963–1970) grafisch dar!

DIE AUFGABEN DER WERKTÄTIGEN IM SOZIALISTISCHEN INDUSTRIEBETRIEB

Um die wachsenden Bedürfnisse der Menschen entsprechend dem ökonomischen Grundgesetz des Sozialismus immer besser befriedigen zu können, muß stetig mehr, besser und billiger produziert werden.

Unter sozialistischen Produktionsverhältnissen, wo die Produktionsmittel gesellschaftliches Eigentum sind, kommen die in gemeinsamer Arbeit hergestellten Güter den schaffenden Menschen selbst

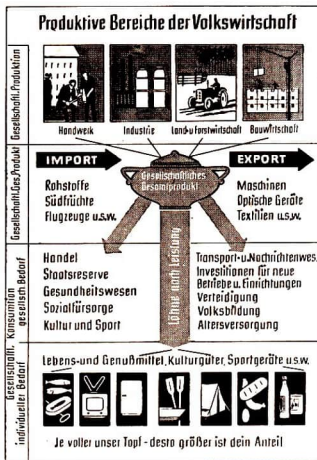
zugute. Je mehr Produkte die Werktätigen erzeugen, desto größer ist das Angebot in den Geschäften; je sorgfältiger sie arbeiten, desto bessere Gegenstände können sie kaufen; je sparsamer sie mit Material und Arbeitszeit umgehen, desto billiger können die Erzeugnisse verkauft werden.

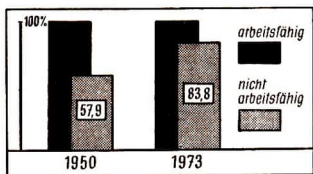
Möglichkeiten zur Steigerung der Produktion

Die stetige Erhöhung der Produktion mit dem Ziel der immer besseren Befriedigung der wachsenden Bedürfnisse aller Menschen kann auf zwei Wegen erreicht werden:

1. durch die Vergrößerung der Zahl der Produktionsarbeiter;
2. durch die Steigerung der Arbeitsproduktivität.

In den nächsten Jahren kommt der erste Weg in der DDR nicht in Betracht, denn für die Lösung der Aufgaben stehen keine zusätzlichen Arbeitskräfte zur Verfügung. In den Jahren 1961 bis 1970 wird der Anteil der Bevölkerung im arbeitsfähigen Alter um fünf Prozent abnehmen. Das heißt, für die wachsenden Aufgaben sind etwa 500 000 Arbeitskräfte weniger verfügbar. Eine wesentliche Ursache hierfür liegt in den beiden Weltkriegen. Das Leben vieler junger Menschen wurde sinnlos vernichtet, damit wurden große Lücken in die arbeitsfähige Bevölkerung gerissen (Bild 154/1).





154/1 Verhältnis der Personen im arbeitsfähigen und im nicht arbeitsfähigen Alter

Die Arbeitsproduktivität

Die Erhöhung der Produktion entsprechend der Aufgabenstellung des VI. Parteitagess der SED kann also nur durch die schnelle und ununterbrochene Steigerung der Arbeitsproduktivität erreicht werden.

- Die Arbeitsproduktivität ist der Nutzeffekt der produktiven Arbeit. Sie zeigt, wieviel Gebrauchswerte in einer bestimmten Zeit hergestellt werden.

DER BEGRIFF ARBEITSPRODUKTIVITÄT bezieht sich immer auf die produktive Arbeit. Darunter versteht man die Arbeit, die materielle Güter erzeugt oder unmittelbar an der Produktion materieller Güter beteiligt ist. Daraus folgt, daß sowohl körperliche als auch geistige Arbeit produktiv ist, wenn sie an der Produktion materieller Güter beteiligt ist. In einem Industriebetrieb wird produktive Arbeit von den Produktionsarbeitern, vom ingenieurtechnischen Personal und von den Werkträgern, die die produktive Arbeit leiten und planen, geleistet.

Die Tätigkeit in den Verwaltungen, in Dienstleistungsbetrieben, in der Volksbildung, im Gesundheitswesen usw. ist dagegen unproduktive Arbeit. Diese Unterteilung darf nicht als Werturteil aufgefaßt werden. Auch die unproduktive Arbeit ist gesellschaftlich nützliche Ar-

beit; ohne sie wäre unser Leben nicht denkbar.

DER NUTZEFFEKT DER ARBEIT drückt sich aus in dem Verhältnis: Menge der hergestellten Gebrauchswerte zur aufgewandten Arbeitszeit.

Allgemein gilt:

$$\text{Arbeitsproduktivität} = \frac{\text{Menge der Gebrauchswerte}}{\text{Arbeitszeit}}$$

Beispiel:

Der Dreher A fertigt auf einer Drehmaschine in 8 Stunden 120 Bolzen. Dem Dreher B gelingt es, durch die Anwendung eines neuen Werkzeuges, die Schnittgeschwindigkeit zu erhöhen. Dadurch schafft er in der gleichen Zeit bei gleichbleibender Qualität 160 Bolzen.

Es ergibt sich:

$$\text{Dreher A} \frac{120 \text{ Teile}}{8 \text{ Stunden}} = 15 \text{ Teile je Arbeitsstd.}$$

$$\text{Dreher B} \frac{160 \text{ Teile}}{8 \text{ Stunden}} = 20 \text{ Teile je Arbeitsstd.}$$

Die Arbeitsproduktivität des Drehers B liegt also um ein Drittel, beziehungsweise um 33,3 Prozent, höher als die des Drehers A. Nicht immer läßt sich das Ergebnis sofort überschauen. Man kann es folgendermaßen errechnen:

Die Arbeitsproduktivität des Drehers A wird gleich 100 Prozent gesetzt. Es ergibt sich folgende Proportion:

$$\begin{aligned} 120 &= 100 \\ 160 &= x \\ 120 : 100 &= 160 : x \\ x &= \frac{100 \cdot 160}{120} \\ x &= 133,3 \end{aligned}$$

Die Arbeitsproduktivität des Drehers B beträgt 133,3 Prozent.

Das Beispiel macht deutlich, daß der Nutzeffekt der Arbeit sehr unterschiedlich sein kann. So hat der Dreher B durch die Verbesserung seines Arbeitsmittels

den Nutzeffekt der Arbeit erhöht. Er hat bei gleichem Aufwand an Arbeitszeit (8 Stunden) mehr Gebrauchswerte erzeugt als der Dreher A.

Man darf die Arbeitsproduktivität jedoch nicht losgelöst von den gesellschaftlichen Verhältnissen betrachten. Für die Werktätigen ist nur dann ein echter Anreiz zur Steigerung der Arbeitsproduktivität gegeben, wenn ihnen die Ergebnisse ihrer Arbeit selbst zugute kommen. Im Sozialismus ist das der Fall. Die sozialistischen Produktionsverhältnisse wirken als mächtige Triebkraft bei der Steigerung der Arbeitsproduktivität.

- Die Arbeitsproduktivität wird bestimmt durch die angewandten Produktionsmittel und durch die gesellschaftlichen Verhältnisse.

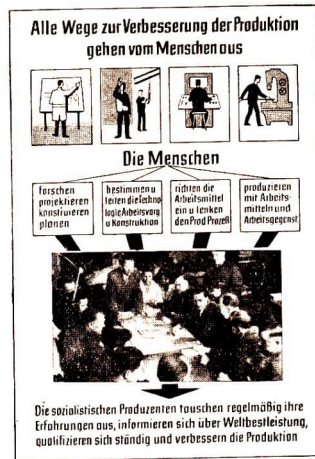
Faktoren zur Steigerung der Arbeitsproduktivität

Das Zusammenwirken von Arbeitskraft, Arbeitsmittel und Arbeitsgegenstand im Produktionsprozeß bildet die Grundlage der Arbeitsproduktivität. Die Faktoren zur Steigerung der Arbeitsproduktivität sind deshalb eng mit den Elementen des Produktionsprozesses sowie mit der Organisation des Produktionsprozesses verknüpft. Man kann sie wie folgt gliedern:

- Faktoren, die mit der Arbeitskraft verbunden sind;
- Faktoren, die mit den Arbeitsmitteln verbunden sind;
- Faktoren, die mit den Arbeitsgegenständen verbunden sind;
- Faktoren, die mit der Organisation des Produktionsprozesses verbunden sind.

Faktoren, die mit der Arbeitskraft verbunden sind

Der Mensch mit seinen Kenntnissen, seinen Arbeiterfahrungen und seinem Erfindergeist ist das wichtigste Element der Produktion. Von ihm und seiner Arbeitskraft gehen alle Wege zur Verbesserung und Steigerung der Produktion aus.



155/1 Die Funktion des Menschen im Produktionsprozeß

Die schöpferischen Kräfte des Menschen können sich in einem sozialistischen Staat, wie es die Deutsche Demokratische Republik ist, frei entfalten. Alle Gesetze und Bestimmungen dienen dem Wohl der werktätigen Menschen. Das Gesetz der Arbeit sichert jedem das Recht auf Arbeit und Erholung. Jeder erhält nach seiner Leistung seinen Anteil am gemeinsam Erarbeiteten. Die Werktätigen haben

gesetzlich das Recht und die Möglichkeit, sich nach ihren Fähigkeiten und nach den Bedürfnissen der Gesellschaft weiterzubilden. Sie nehmen auch unmittelbar an der Planung und Leitung unserer sozialistischen Betriebe, ja der gesamten Volkswirtschaft teil; dazu ein Auszug aus dem Gesetzbuch der Arbeit der DDR:

*Gesetzbuch der Arbeit
der Deutschen Demokratischen Republik*

Vom 12. April 1961
(Auszug)
1. Kapitel

*Die Grundsätze
des sozialistischen Arbeitsrechts*

§ 2

(1) Alle Bürger haben das Recht auf Arbeit. Es besteht in dem Recht auf einen Arbeitsplatz, auf gleichen Lohn für gleiche Arbeitsleistung und auf Lohn nach Quantität und Qualität der Arbeit sowie auf schöpferische Mitwirkung an der Ausarbeitung und Erfüllung der Pläne und an der Leitung der Betriebe und der Wirtschaft.

(2) Die Arbeit und die Entwicklung der Fähigkeiten zum eigenen und gesellschaftlichen Nutzen sowie die schöpferische Mitwirkung an der Ausarbeitung und Erfüllung der Pläne und an der Leitung der Betriebe und der Wirtschaft sind moralische Pflichten jedes arbeitsfähigen Bürgers.

(3) Alle Werktätigen haben das Recht auf Berufsausbildung und Qualifizierung, auf Erholung, auf Gesundheits- und Arbeitsschutz, auf materielle Versorgung bei Krankheit, Arbeitsunfall, Mutterschaft, Invalidität und im Alter sowie das Recht auf kulturelle und sportliche Betätigung und gesundheitliche und soziale Betreuung.

(4) Jeder Werktätige hat die Pflicht, die sozialistische Arbeitsdisziplin als Grundregel für die gemeinsame Arbeit der Werktätigen einzuhalten, insbesondere das sozialistische Eigentum zu schützen und zu mehren.

§ 3

(1) Der sozialistische Staat garantiert die Grundrechte unabhängig von Alter, Geschlecht, Nationalität, Rasse und Religion.
(2) Anerkannte Verfolgte des Naziregimes, Frauen, Jugendliche, in Ehren ausgeschiedene Angehörige der bewaffneten Organe der Deutschen Demokratischen Republik sowie begrenzt Arbeitsfähige werden bei der Aufnahme und Ausübung einer Tätigkeit besonders geschützt und gefördert.

Unter solchen Bedingungen ist die Arbeit eine Sache der Ehre und wird mehr und mehr zum Lebensbedürfnis der Menschen. Es bildet sich eine neue, sozialistische Einstellung zur Arbeit heraus.

DIE SOZIALISTISCHE EINSTELLUNG ZUR ARBEIT ist eine wichtige Voraussetzung zur Verbesserung und Steigerung der Produktion. Sie entwickelt sich bei der gemeinsamen Arbeit der Werktätigen, im täglichen Kampf um höhere Produktionserfolge.

Noch gibt es in den Brigaden und Betrieben Kollegen, die sich ihrer großen Verantwortung nicht bewußt sind und keine gute Arbeitsdisziplin haben. Manche kommen zu spät zur Schicht oder verlängern ihre Frühstückspause. Andere sind während der Arbeit mit ihren Gedanken nicht bei der Sache, und die Qualität ihrer Erzeugnisse sinkt. Diesen und ähnlichen Erscheinungen sehen die übrigen Arbeiter in den Brigaden nicht tatenlos zu. Durch ihr Vorbild und ihre Überzeugung erziehen sie ihre Kollegen.

Beispiel:

Im Tagebuch der Brigade „VI. Parteitag“ eines Berliner Betriebes finden wir folgende Eintragung:

„Brigitte blockiert eine Maschine. Brigitte ist der Meinung, mit 17 bis 18 MDN habe sie am Tag genug verdient.



Verdienter
Aktivist
157/1

Verdienter
Erfinder

Verdienter
Eisenbahner

Held der
Arbeit

National-
Preis

Hervor-
ragender
Jungaktivist

Kollektiv der
sozialistischen
Arbeit

Wir wiesen ihr nach, daß sie nicht 17 bis 18 MDN, sondern 10 bis 11 MDN verdient und durch ihre mangelnde Arbeitsdisziplin eine Maschine blockiert. Das kommt einer siebzigprozentigen Auslastung der Maschine gleich. Können wir so den umfassenden Aufbau des Sozialismus vorantreiben? Mit aller Deutlichkeit machten die Kolleginnen Brigitte klar, daß man einfach nicht zwei bis drei Stunden im Betrieb spazieren gehen kann. Das Gute an der Aussprache war, daß Brigitte die ersten Worte der Brigademitglieder beherzigte und jetzt eine bessere Arbeit leistet.

Diese Auseinandersetzung zeigte aber auch, daß eine offene Aussprache nicht zur Trennung, sondern zur Festigung des Kollektivs führt.“

Zur sozialistischen Einstellung zur Arbeit gehört aber noch mehr als die Einhaltung der Arbeitsdisziplin. Der Schutz und die Pflege des sozialistischen Eigentums, der Wille, es durch gute Arbeit zu mehren, bewußt und schöpferisch zu arbeiten, kameradschaftlich den anderen zur Seite zu stehen, gemeinsam zu beraten und sich selbst weiterzubilden – all das sind Merkmale einer sozialistischen Einstellung zur Arbeit.

Unser Staat achtet und ehrt die Leistungen der schaffenden Menschen. Viele Werkstätige wurden für ihre hervorragenden Arbeitsleistungen ausgezeichnet, zum Beispiel als Aktivisten, als Helden der Arbeit, als Nationalpreisträger, oder sie wurden mit dem Staatstitel „Kollektiv der sozialistischen Arbeit“ geehrt (Bild 157/1).

DIE STÄNDIGE QUALIFIZIERUNG DER WERKTÄTIGEN ist eine Bedingung, die sich aus der ständigen Modernisierung unserer Betriebe ableitet.

Je moderner die Technik und die Technologie in unseren Betrieben werden, um so mehr Kenntnisse und Fähigkeiten benötigen die Werkstätigen, um die komplizierten Vorgänge zu verstehen und um schöpferisch in den Produktionsprozeß eingreifen zu können. Nur der Mensch kann Möglichkeiten und Wege zur Verbesserung der Produktion entdecken, der ein umfangreiches Wissen besitzt und seinen Arbeitsplatz und seine Arbeit genau kennt. Je größer das Wissen und Können der Werkstätigen, desto höher sind die Qualität und die Quantität der Erzeugnisse, desto höher ist der Lohn. Darum muß jeder Werkstätige stets nach der Bereicherung seines Wissens streben.

Weiterbildung der Produktionsarbeiter
in der sozialistischen Industrie der DDR (in %)

	1952	1961
Ungelernte	13,5	7,3
Angelernte	41,2	40,2
Facharbeiter	45,3	52,5
Insgesamt	100	100

PFLEGE UND ERHALTUNG DER ARBEITSKRAFT. Der Arbeits- und Gesundheitsschutz hat im Gesetzbuch der Arbeit seine gesetzliche Grundlage und muß von den Werkleitungen und den Gewerkschaftsorganisationen der Be-



158/1 Hinweistafel für den Arbeitsschutz

triebe besonders beachtet werden. Es gibt in jedem Betrieb Arbeitsschutzbestimmungen, weil Gefahren für den arbeitenden Menschen bestehen. Hinweisschilder oder Plakate machen in den Werkstätten und besonders an Maschinen auf die Gefahren aufmerksam. Jeder Meister ist verpflichtet, den Arbeitern die Arbeitsschutzvorschriften zu erläutern und sie zur Vorsicht zu ermahnen. Die Arbeiter müssen durch Unterschrift bestätigen, daß ihnen eine Arbeitsschutzbelehrung erteilt wurde.

- Die Nichteinhaltung der Arbeitsschutzbestimmungen kann zu schweren gesundheitlichen Schäden oder sogar zum Tode führen.

Der Arbeits- und Gesundheitsschutz trägt dazu bei, die Produktion zu erhöhen. Gibt es in den Betrieben viele Unfälle oder Kranke, bleiben Maschinen ungenutzt, weil es an Arbeitskräften mangelt; die Produktion sinkt. Zur Erhaltung der Arbeitskraft ist es an bestimmten Arbeitsplätzen notwendig, besondere Arbeitsschutzkleidung zu tragen, die der Betrieb kostenlos zur Verfügung stellt. Manche Werk tätige, die

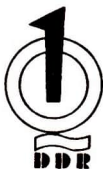
sehr schwere oder gesundheitsschädigende Arbeiten verrichten müssen, erhalten zusätzlichen Urlaub, oder sie werden zur Kur geschickt. Für sie gibt es auch zusätzliche Arbeitspausen, und ihre Gesundheit wird besonders überwacht. Zur gesundheitlichen Betreuung aller Werk tätigen stehen in den Betrieben und Polikliniken Ärzte und Krankenschwestern zur Verfügung. Jährlich stellt unser Staat für den Arbeits- und Gesundheitsschutz erhebliche Mittel bereit.

DIE QUALITÄT DER ERZEUGNISSE hat einen entscheidenden Einfluß auf die Arbeitsproduktivität. Das Deutsche Amt für Meßwesen und Warenprüfung (DAMW) hat für alle prüfpflichtigen Erzeugnisse der Industrie Gütevorschriften festgelegt. Entsprechend der Qualität der Erzeugnisse erhalten diese ein Gütezeichen.

Alle Erzeugnisse unserer Industrie, die ein Gütezeichen tragen, bieten dem Käufer die Gewähr für einwandfreie Arbeit des Herstellers. Erzeugnisse, die nicht den Anforderungen der Gütevorschrift entsprechen, können oft noch durch Nacharbeit zu brauch-



150/1 Gütezeichen des DAMW nach DDR-Standard TGL 3933



baren Produkten werden, jedoch wird dabei zusätzliche Arbeitszeit benötigt, die die Kosten des Produktes erhöht und die Arbeitsproduktivität senkt. Andere Erzeugnisse können überhaupt nicht mehr verwendet werden, sind Ausschuß und taugen nur noch für den Schrotthaufen. Erzeugnisse mit schlechter Qualität verursachen der Gesellschaft großen Schaden. Nicht nur das Material, sondern auch wertvolle Arbeitskraft, Maschinenarbeit und Arbeitszeit sind nutzlos verausgabt worden.

In der Beseitigung des Ausschusses liegen große Reserven zur Steigerung der Arbeitsproduktivität, da in unseren Industriebetrieben jährlich noch Millionen MDN durch Ausschußproduktion verloren gehen.

Anteil der Erzeugnisse mit Gütezeichen „Q“ an der prüfpflichtigen Warenproduktion (in %)

	Metallwaren- industrie	Feinmechanik Optik
1960	0,8	42,8
1961	0,7	40,1
1962	5,0	43,6
1963	10,4	46,4

Anteil der Erzeugnisse mit Gütezeichen „1“ an der prüfpflichtigen Warenproduktion (in %)

	Schwer- maschinen- bau	Allgemeiner Maschinen- bau	Holz- und Kultur- waren
1960	70,1	84,2	76,2
1961	79,7	84,0	81,1
1962	81,1	84,3	80,9
1963	82,6	87,3	89,9

Unter der Losung „Meine Hand für mein Produkt“ haben bereits viele Werktätige den Kampf um hohe Qualität ihrer Arbeit aufgenommen. Die meisten Betriebe haben für ihre Erzeugnisse Garantie übernommen und sich damit verpflichtet, die in einem bestimmten Zeitraum auftretenden Mängel kostenlos zu reparieren. Bei einigen Erzeugnissen findet man die Namen der verantwortlichen Gütekontrolleure angegeben. Ein weiteres Mittel zur Verbesserung der Qualität ist die Entlohnung der Werktätigen entsprechend der Qualität ihrer Arbeit.

Faktoren, die mit den Arbeitsmitteln verbunden sind

Die Steigerung der Arbeitsproduktivität hängt vor allem davon ab, wie es die Menschen verstehen, die moderne Technik in ihren Dienst zu stellen und die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse anzuwenden.

Gewaltige Möglichkeiten zur Steigerung der Arbeitsproduktivität bieten die Mechanisierung und Automatisierung der Produktion, das heißt die Ausrüstung der Betriebe mit modernen Maschinen und mit Automaten, die viele Arbeitsgänge selbsttätig ausführen können. Durch den Fortfall von Bedienungs- und Transportarbeiten wird hierbei viel Arbeitszeit eingespart. Das beweist vor allem die chemische Industrie, in der die Produktionsprozesse bereits in starkem Maße mechanisiert beziehungsweise automatisiert sind.

Um materielle Güter im Werte von 1000 MDN herzustellen, wurden 1960 in den einzelnen Industriezweigen folgende Arbeitsstunden benötigt:

<i>Industriezweig</i>	<i>Arbeitsstunden</i>
Chemische Industrie	32
Schwermaschinenbau	52
Energiebetriebe	65
Baumaterialindustrie	99
Bergbau	108

Das Erdölverarbeitungswerk in Schwedt, das nach den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen aufgebaut und mit den modernsten Anlagen ausgerüstet wird, erreicht nach seiner Fertigstellung das Zehnfache der Arbeitsproduktivität, verglichen mit dem Stand der chemischen Industrie von 1963.

Wichtig für die Steigerung der Arbeitsproduktivität ist jedoch nicht nur die Einsparung von Arbeitszeit, sondern auch die Einsparung von Arbeitskräften und die Verringerung der Herstellungs-

kosten. Würden zum Beispiel durch den Einsatz moderner Technik zwar die Herstellungszeit eines Produktes verkürzt, dafür aber die Herstellungskosten erhöht, weil der Anschaffungspreis der Maschine im Vergleich zur benötigten Menge und zum Herstellungspreis des Erzeugnisses zu hoch liegt, so wäre die Steigerung der Arbeitsproduktivität unecht.

Ein gutes Beispiel für die Steigerung der Arbeitsproduktivität durch den Einsatz der modernen Technik ist der in der Magdeburger Werkzeugmaschinenfabrik entwickelte Futterteildrehautomat DF 315. Vergleicht man die Leistungen dieses Automaten mit einer „gewöhnlichen“ Drehmaschine, so ergibt sich folgendes Bild:

	<i>Normaldrehmaschine</i>	<i>Futterteildrehautomat</i>
Arbeitszeit für ein vergleichbares Werkstück	56 Min.	12 Min.
Anzahl der Maschinen für vergleichbare Leistung einer Abteilung	10 Masch.	2 Masch.
Anschaffungspreis für diese Maschinen	200 000 MDN	160 000 MDN
Benötigte Arbeitskräfte bei Auslastung in drei Schichten	30 Arb.	6 Arb.

In der metallverarbeitenden Industrie gibt es ebenfalls gute Möglichkeiten zur Steigerung der Arbeitsproduktivität. Gegenwärtig werden in diesem Industriebereich die meisten Werkstücke noch durch spanabhebende Verfahren hergestellt. Rund vier Mill. Tonnen Walzgut werden auf diese Art in einem Jahr verarbeitet.

Im Maschinenbau fallen jährlich rund 360 000 Tonnen Späne an. Würde nur eine Million Tonnen des Walzgutes nicht spanend, sondern durch Umformen be-

arbeitet, so könnten 15 000 Werkzeugmaschinen und 30 000 Arbeitskräfte in anderen Bereichen der Produktion eingesetzt werden. Außerdem würden 250 000 Tonnen Werkstoff gespart.

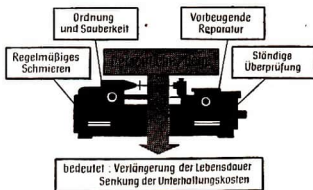
Der Aufbau derartiger Werke wie in Schwedt, die Ausrüstung der Betriebe mit hochleistungsfähigen Maschinen und Automaten, die Umstellung auf spanlose Verfahren usw. erfordert gewaltige finanzielle Mittel, die erst erarbeitet werden müssen. Falsch wäre deshalb, die Steigerung der Arbeitsproduktivität allein von neuen, leistungsfähigen Maschinen abhängig zu machen. Es geht vielmehr darum, alle im Betrieb vorhandenen Möglichkeiten auszunutzen.

DIE VOLLE AUSLASTUNG DER ARBEITSMITTEL trägt wesentlich zur Steigerung der Produktion bei. Die Arbeitsmittel sind oft teuer; ihre Herstellung hat viel menschliche Arbeit erfordert. Sie müssen während der Arbeitszeit voll ausgelastet werden. Für hochleistungsfähige Maschinen darf es keine Stillstandszeiten geben. In vielen Betrieben arbeiten die Werk tätigen deshalb in zwei oder drei Schichten.

Stillstandszeiten treten bei einer schlechten Arbeitsorganisation (Kranwartzeiten, Materialstockungen usw.) auf. Verantwortungsbewußte Arbeiter decken diese Stillstandszeiten auf und unterbreiten Vorschläge zur Überwindung dieser Mängel.

DIE GEWISSENHAFTE PFLEGE DER ARBEITSMITTEL und die Steigerung der Arbeitsproduktivität sind eng verknüpft. Maschinen und Geräte, die stetig und gut arbeiten sollen, bedürfen einer gründlichen Pflege und Wartung. Je besser eine Maschine gepflegt wird, um so weniger Reparaturen treten auf und um so geringer sind die Stillstandszeiten.

- *Gewissenhafte Pflege und Wartung erhöhen die Nutzungsdauer der Arbeitsmittel.*



161/1

Manche Arbeiter gehen mit den ihnen anvertrauten Arbeitsmitteln noch nicht sorgfältig genug um. Sie nehmen die Verantwortung, die sie für das gesellschaftliche Eigentum tragen, nicht ernst genug. Es kommt vor, daß die Maschinen vor Beginn der Arbeit nicht genau überprüft werden, daß sie nicht geschmiert oder geölt sind. Wenn sich dann Schäden einstellen, gibt es zumeist längere Ausfälle. Viele Werk tätige haben dagegen ihre Arbeitsmittel bereits in persönliche oder auch in kollektive Pflege genommen. Da sie ihre Maschinen am besten kennen, wissen sie genau, wann einzelne Teile ausgewechselt werden müssen. Sie führen kleine Reparaturen selbst aus und ersparen der Gesellschaft viele Mittel.

DIE MODERNISIERUNG DER ARBEITSMITTEL erspart der Gesellschaft viele Kosten. Alle Maschinen und Geräte haben eine bestimmte Lebensdauer. Sie nutzen sich während der Produktion ab und werden nach einigen Jahren unmodern, weil inzwischen neue und bessere Maschinen konstruiert und produziert werden.

Durch kleine technische Verbesserungen, durch Nutzung von Vorrichtungen und

Spezialwerkzeugen kann die Leistungsfähigkeit veralteter Maschinen erhöht werden.

Die Modernisierung der Arbeitsmittel ist ein ständiger Prozeß. Jeder Werktätige, der bei seiner Weiterbildung die Entwicklung der Technik verfolgt, kann durch Neuerungen die Leistungsfähigkeit seiner Maschine erhöhen.

In dem Plan Neue Technik jedes Betriebes sind auch Maßnahmen zur Modernisierung der Maschinen enthalten. Viele Neuererkollektive und sozialistische Arbeitsgemeinschaften haben sich gerade diese Aufgaben zum Ziel gesetzt (vgl. Seite 168).

Faktoren, die mit den Arbeitsgegenständen verbunden sind

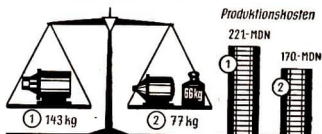
Bei der Herstellung der Erzeugnisse werden in den Betrieben die verschiedensten Arbeitsgegenstände verwendet. Dabei handelt es sich zumeist um Rohstoffe oder Material. Man unterscheidet Grund- und Hilfsmaterial. Alles zur Produktion verwendete Grundmaterial kann man im fertigen Produkt wiederfinden (außer Abfällen). Dagegen wird all das zum Hilfsmaterial gerechnet, was zwar zur Produktion benötigt wird, aber nicht im Fertigprodukt direkt enthalten ist (Öl, Treibstoffe, Putzlappen, Waschpulver, Büromaterial). Für den Umgang mit den Arbeitsgegenständen gilt das strengste Sparsamkeitsprinzip. Dieses Prinzip muß die gesamte Arbeit der Werktätigen durchdringen. Bei sparsamster Verwendung von Material beste Qualität zu er-

zeugen, ist ein wichtiger Grundsatz der sozialistischen Arbeit.

DURCH EINSPARUNG VON MATERIAL und durch Weiterverarbeitung von Abfallprodukten wird der Volkswirtschaft ein hoher Nutzen erbracht. Darum muß mit allen Werkstoffen sehr sparsam umgegangen werden. Beim Zuschneiden von Blech, Holz, Pappe, Textilien usw. muß man darauf achten, daß nur geringe Abfälle entstehen.

So kann zum Beispiel durch die sinnvolle Anordnung des Schnittteiles auf dem Werkstoffstreifen der Abfall verringert werden (Bild 162/1).

Bei der Herstellung von Bremszylindern war es möglich, durch die Verwendung von Stahlblech an Stelle von Grauguß eine Einsparung an Kosten und Material zu erreichen (Bild 162/2).



162/2 Einsparung von Kosten und Material bei der Herstellung von Bremszylindern

Für jedes Erzeugnis sind Materialverbrauchsnormen angegeben, aus denen zu ersehen ist, welches Material verwendet werden muß und wieviel verwendet werden darf. Diese Materialverbrauchsnormen sind sehr wichtig für die Verbesserung der Produktion.

• Sie bilden die Grundlage für die Materialplanung des Betriebes und der



162/1 Gegenüberstellung von unwirtschaftlichem und wirtschaftlichem Zuschnitt von Werkstücken

gesamten Wirtschaft. Sie sichern eine reibungslose Materialversorgung.

- *Sie helfen den Werkträgern beim sparsamen Umgang mit Material und sorgen für den qualitätsgerechten Einsatz der Materialien.*

Trotz aller Sparmaßnahmen der Werkträgern wird es immer Abfallprodukte in den Betrieben geben. Sie kommen aber nicht in die Müllgrube. Aus größeren Abfällen werden in den Betrieben wertvolle Massenbedarfsgüter hergestellt. Kleinabfälle kommen zur Wiederverwertung und dienen dann wieder als Ausgangsmaterial.

Beispiele:

Schon lange werden aus Mansfelder Kupferschlacken Pflastersteine produziert. Doch erst im Jahre 1952 gelang es, aus diesen Schlacken Rohrfuttereinlagen herzustellen. Ihre Haltbarkeit ist achtmal höher als die der Stahlgußrohre. Die Rohre wurden bis zu diesem Zeitpunkt aus Stahlguß, Basalt, Steingut oder Porzellan hergestellt. Stahl und Basalt sind für uns Importwaren. Durch die Ausnutzung der Kupferschlacken können diese Importe für andere Zwecke verwendet oder eingeschränkt werden.

Aus den Rückständen der Bleigewinnung wird das wertvolle Germanium gewonnen, das bisher eingeführt werden mußte.

- *Durch sparsamen Materialverbrauch kann die Produktion gesteigert werden, weil mit demselben Material mehr Erzeugnisse hergestellt werden können. Die Weiterverarbeitung von Abfällen hilft der Wirtschaft, Rohstoffe und Material einzusparen.*

Große Reserven liegen auch in der Erfassung von Altstoffen. Durch den Altstoffhandel werden jährlich etwa 500 000 t Altstoffe erfaßt, die uns die Neuproduktion entsprechender Rohstoffe im Werte von 850 Millionen MDN ersparen. Aller-

dings gehen uns jährlich mindestens noch einmal soviel Altstoffe verloren. Das könnte vermieden werden, wenn in allen Haushalten die Altstoffe gesammelt und der Wiederverwertung zugeführt würden.

DIE ENTWICKLUNG UND DER EINSATZ NEUER WERKSTOFFE ist für die Verbesserung der Produktion unerlässlich. In den letzten Jahren wurden viele neue Werkstoffe entwickelt, die für unsere Wirtschaft unentbehrlich sind. An erster Stelle stehen die verschiedenen Plaste. Sie sind nicht schlechthin Kunststoffe, die als Ersatz für anderes Material Verwendung finden. Bei richtigem Einsatz sind sie den natürlichen Rohstoffen häufig sogar überlegen. Plaste werden aus den Bodenschätzen, die in unserer Republik reichlich vorhanden sind, gewonnen und ersparen die Einfuhr teurer Rohstoffe. Sie haben an vielen Stellen das Metall erfolgreich verdrängt, weil sie für bestimmte Zwecke bessere Eigenschaften besitzen. Es gibt Plastarten, die sich sehr gut umformen bzw. umformen lassen (gießen, pressen, walzen, ziehen), sie lassen sich aber auch mit trennenden Verfahren bearbeiten (bohren, drehen, fräsen, sägen usw.).

Beispiele:

Für die sogenannten Tatzenlager der Elektrolokomotiven im Braunkohlentagebau wurden Plastwerkstoffe, und zwar Hartgewebe, an Stelle von Bleibronze verwandt. Die Erfahrungen im Grubenbetrieb ergaben, daß die Hartgewebelager doppelt so lange betriebsfähig sind wie die Bleibronzelager. Bei einer angenommenen Lebensdauer von 24 gegenüber 12 Monaten stellen sich die Kosten je Lokomotive wie folgt: Bleibronzelager: 3400 MDN; Hartgewebelager: 360 MDN. Einsparung: 3040 MDN.

Ein ähnliches Beispiel läßt sich für die Lagerung der Fahrmotoren bei der Berliner S-Bahn anführen. Durch Einsatz von Hart-

gewebelagern an Stelle von Rotgußlagern mit Weißmetallausguß ergibt sich eine Masseverminderung je Lager um über 15 kg und eine Kosteneinsparung von 68,27 MDN.

Dennoch gibt es in manchen Betrieben Vorbehalte gegen den Einsatz neuer Werkstoffe, weil sich manche Werkstätige ungern von alten Methoden, Verfahren und Materialien trennen. Darum gehört die Einführung neuer, erprobter Werkstoffe ebenfalls zum Plan Neue Technik.

DIE EINSPARUNG VON HILFSMATERIAL darf auf keinen Fall unbeachtet bleiben. Putzlappen, Seife, Schmiermittel, Büromaterial usw. sind im Verhältnis zum Grundmaterial billig, deswegen wird diesen Gegenständen oft noch zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Aber auch hier muß das Prinzip der Sparsamkeit gelten.

Beispiel:

Ein neuer Putzlappen kostet 0,40 MDN; das Waschen eines schmutzigen Putzlappens dagegen nur 0,10 MDN. Bei einem Putzlappen beträgt die eingesparte Summe nur 0,30 MDN, aber bei 10 000 Stück, soviel braucht ein mittlerer Industriebetrieb jährlich, sind es 3000 MDN.

Ganz besonders trifft das Sparsamkeitsprinzip für den Verbrauch von Brennstoffen und Elektroenergie zu. Es muß stets darauf geachtet werden, daß keine Energie unnütz verbraucht wird. Sonst kann es vorkommen, daß in Spitzenbelastungszeiten Maschinen abgeschaltet werden müssen, die für die Steigerung der Produktion von großer Bedeutung sind. Leerlaufzeiten bei Maschinen und unnötiger Licht- und Wärmeverbrauch müssen im Interesse aller Werkstätigen vermieden werden.

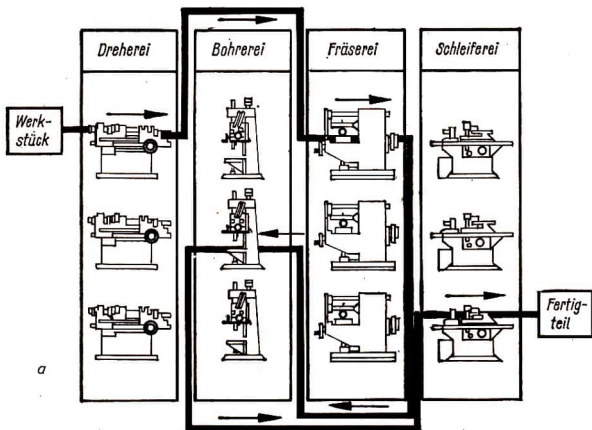
Faktoren, die mit der Organisation des Produktionsprozesses verbunden sind

DIE VERBESSERUNG DER ARBEITSORGANISATION spielt für die Steigerung der Produktion eine große Rolle. Zur sozialistischen Arbeitsorganisation gehören alle Maßnahmen, die dazu dienen, günstigste Arbeitsbedingungen zu schaffen.

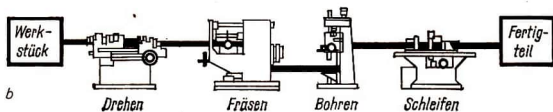
Die einzelnen Arbeiter müssen dafür sorgen, daß ihre Arbeit reibungslos und gut organisiert abläuft. Die Werkleitung und die von ihr eingesetzten Ingenieure und Wirtschaftler bemühen sich um die beste Arbeitsorganisation des gesamten Betriebes. Zu diesem Zweck gibt es in allen Betrieben im Plan Neue Technik einen besonderen Teil für technisch-organisatorische Maßnahmen (TOM).

Der Brigadier Fritz K. aus einer Maschinenfabrik in Halle sagte zur Verbesserung der Arbeitsorganisation in seiner Brigade: „Wir müssen uns solche Bedingungen schaffen, die jedem in der Brigade die Möglichkeit geben, sein Bestes zu leisten. Früher mußten sich zum Beispiel unsere Dreher ihre Drehmeißel selbst schleifen, oder jeder mußte zur Werkzeugausgabe laufen, um sich einen neuen zu holen. Heute haben wir im Meisterbereich einen Spezialisten, der die Meißel schleift, und jeder Dreher hat für einen Tag genügend Ersatz. Wir schaffen dadurch viel mehr.“

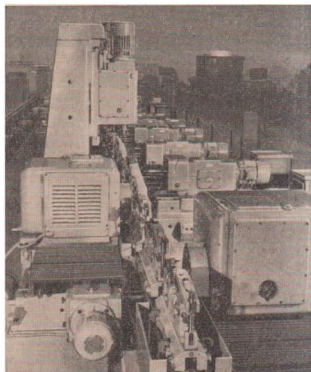
Was uns noch Sorgen macht, ist die zweite Schicht! Bei der Ablösung geht uns noch viel Zeit verloren, weil einige Kollegen ihre Maschinen nicht so übergeben, wie es sein muß. Wenn jeder seine Arbeit gut organisiert und seinen Arbeitsplatz so gestaltet, daß alles wie am Schnürchen läuft, springt auch mehr für jeden bei der Lohnzahlung heraus. Unsere Brigade hat in diesem Zusammenhang auch einige gute Anregungen für den Plan Neue Technik gegeben, denn wir wollen im kommenden Jahr noch einiges verändern bei uns.“



165/1 a) Werkstättenfertigung, b) Fließfertigung



165/2 Moderne Fertigungsstraße mit automatischer Transporteinrichtung



Die Organisation des Produktionsprozesses ist zweckmäßig, wenn Arbeitsmittel, Arbeitsgegenstand und Arbeitskraft mit dem geringsten Aufwand an Arbeitszeit zusammenwirken. Je zweckmäßiger die Produktion organisiert ist, desto höher sind das Produktionsergebnis und die Arbeitsproduktivität.

Große Möglichkeiten bietet in dieser Hinsicht der Übergang von der Werkstättenfertigung zur Fließfertigung (Bild 165/1).

Bei der Fließfertigung sind die Arbeitsmittel so angeordnet, wie es die Reihenfolge der Arbeitsgänge erfordert. Da-

durch wird ein Fließen der Fertigung möglich. Unnütze Transportwege werden vermieden. Die Einrichtung von Ferti-

gungsstraßen ermöglicht auch den Einsatz automatischer Transporteinrichtungen (Bild 165/2).



AUFGABEN

- Stelle fest, welche Werkträgern in eurer Abteilung sehr gute Arbeitsleistungen vollbringen!
 - Wodurch erreichen sie das?
- Wie ist in deinem Betrieb das zahlenmäßige Verhältnis von ungelerten und angelernten Arbeitern zu Facharbeitern? Vergleiche mit der Tabelle im Lehrbuch und begründe die Abweichungen in deinem Betrieb!
 - Welche Möglichkeiten der Qualifizierung gibt es im Betrieb?
- Über welche sozialen Einrichtungen verfügt dein Betrieb?
 - Wie hoch ist die Summe, die der Betrieb jährlich für den Arbeits- und Gesundheitsschutz aufwendet?
- Welche Mängel in der Arbeitsorganisation fallen dir auf?
 - Erkundige dich, ob im Plan Neue Technik Maßnahmen zur Überwindung dieser Mängel vorgesehen sind?
- Stelle die Auslastung der Maschinen in eurer Abteilung fest!
 - Gibt es hochwertige Maschinen, die ungenügend ausgelastet werden? Welche Ursachen hat das?
- Wie haben die Arbeiter in deiner Abteilung zur Modernisierung der Arbeitsmittel beigetragen? Wähle ein Beispiel aus und beschreibe es näher!
 - Welche Erzeugnisse deines Betriebes haben ein Gütezeichen? Ordne sie nach Q, 1 und 2!
- Durch welche Maßnahmen wird in deinem Betrieb Material eingespart?
 - Erläutere ein Beispiel und berechne den Nutzen!

Die kollektive Zusammenarbeit der Werktätigen im sozialistischen Industriebetrieb

Unter sozialistischen Produktionsverhältnissen arbeiten die Werktätigen eng zusammen, tauschen ihre Erfahrungen aus und helfen sich gegenseitig.

Der Bauarbeiter Albrecht P. erzählte den Schülern, die mit ihrer Klasse die Großbaustelle besuchten, aus der kapitalistischen Zeit u. a.:

„Ich hatte als junger Geselle große Lust, mir die Kenntnisse anzueignen, die zum Treppenbau notwendig sind. Treppenbauer waren unter den Zimmerleuten Spezialisten, die mehr Geld verdienten als wir und angesehen waren. In meinem Betrieb war ein Altgeselle, der als einziger Treppen bauen konnte. Er war schon über sechzig Jahre alt und stand kurz vor der Rente. Ich bat ihn, mir seine Erfahrungen mitzuteilen, denn er arbeitete so geschickt und schnell mit Schablonen und anderen Hilfsmitteln, die er sich im Laufe der Jahre angefertigt hatte. Nichts war aus ihm rauszuholen, und erst als er Rentner wurde, wollte er mir sein „Geheimnis“ verkaufen. Aber da hatte ich mir schon mühsam aus Büchern meine Weisheit erworben. Tja, so war es früher! Einer hatte vor dem anderen Angst; jeder dachte nur an sich! Warum? Weil man sehr schnell arbeitslos werden konnte und keiner gerne mit seiner Familie hungern wollte.“

In unserem Arbeiter- und Bauern-Staat gibt es kaum noch Arbeiter, die ihre Erfahrungen für sich behalten. Weil alle Werktätigen Besitzer der Produktionsmittel sind, haben sie ein gemeinsames Ziel: durch friedliche Arbeit einen höheren Lebensstandard zu erreichen.

Von unserer Regierung und ihren Organen wird alles getan, um die sozialistische Gemeinschaftsarbeit aller Werktätigen zu fördern, denn nur durch gemeinsame Arbeit ist es möglich, höchste Ergebnisse in Forschung und Produktion zu erreichen.

Ein Beispiel für sozialistische Gemeinschaftsarbeit stellt die Entwicklung des schon erwähnten Futterteildrehautomaten DF 315 dar (vgl. Seite 160).

Der Leiter dieser Arbeitsgemeinschaft, Willi Theuerkauf, schreibt im „Neuen Deutschland“ vom 17. 1. 1964:

„Die gemeinschaftliche Arbeit setzte bei uns schon ein, als im Konstruktionsbüro gerade die ersten Striche am Reißbrett getan wurden. Vor einer Fachkommission verteidigten wir Ende 1962 das Projekt der DF 315. Die Experten gaben uns manch ausgezeichneten Tip. Es waren Wissenschaftler des Instituts für Werkzeugmaschinen aus Karl-Marx-Stadt, Chefkonstruktoren aus Werkzeugmaschinenfabriken, die ebenfalls Drehmaschinen herstellen, und Fachleute aus unserem späteren Kundenkreis der Wälzlager-, Kraftfahrzeug- und Getriebebauindustrie. Das war die erste Verteidigung, der zahlreiche weitere folgten. Als sich nach den ersten Überlegungen zwei Lösungswege für die Funktion der Maschine anboten, suchten und fanden wir den besseren mit Hilfe unserer Facharbeiter.“

Die Zusammenarbeit der Werktätigen in den sozialistischen Industriebetrieben tritt in unterschiedlichen Formen auf. Die höchstentwickelte Form ist die Zusammenarbeit in einem „Kollektiv der sozialistischen Arbeit“. Ein solches Kollektiv, das oft die Mitglieder einer Brigade umfaßt, zeichnet sich vor allem durch vorbildliche Arbeitsleistungen aus. Die kameradschaftliche Zusammenarbeit und gegenseitige Hilfe ist so entwickelt, daß keiner zurückbleibt.

Nicht nur bei der Arbeit, sondern auch in der Freizeit streben die Mitglieder des Kollektivs neue Lebensformen an. Brigadeabende in den „Klubs der Werktätigen“ zeugen von der echten Verbundenheit und der Zusammengehörigkeit der Menschen unserer Zeit. Ihr ständiges Streben nach höherem Wissen führt sie in Zirkeln und Kursen zusammen. Den

Mitgliedern dieser Kollektive ist klar, daß die neue Technik hochgebildete Menschen erfordert.

Neben diesen besonderen Arbeitskollektiven arbeiten die Arbeiter, Angestellten, Ingenieure und Wissenschaftler in ihrem Bereich zusammen, um die im Plan festgelegten Aufgaben zu erfüllen. Jeder löst eine Teilaufgabe, aber alle zusammen erfüllen erst den Plan.

Sichtbar wird die enge Zusammenarbeit der Werk tätigen im Betriebskollektivvertrag. Der Betriebskollektivvertrag wird unter aktiver Beteiligung aller Werk tätigen aufgestellt. Er wird in einer Vollversammlung von der Gewerkschaftsleitung und dem Werkleiter unterschrieben und ist das Programm und Gesetz des Betriebes. In ihm sind alle Maßnahmen zur Erfüllung des Produktionsplanes enthalten. Weitere Bestandteile sind die kulturelle Arbeit sowie Maßnahmen zur Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen der Werk tätigen im Betrieb.

Die Neuererbewegung

An der Spitze des Kampfes um die rasche Steigerung der Produktion, die Verbesserung der Qualität der Erzeugnisse und die Senkung der Kosten stehen die Neuerer. In allen Betrieben der Deutschen Demokratischen Republik sind sie zu finden. Das folgende Beispiel steht für viele.

Im VEB Steinkohlenwerk Ölsnitz besteht ein Zirkel, der sich die schnelle Verbreitung und Durchsetzung der besten Neuerermethoden zum Ziel gesetzt hat. In diesem Zirkel sind solche Menschen vereinigt, wie der Ingenieur Günter Poland, der mit 21 Verbesserungsvorschlägen einen Nutzen von 91 000 MDN brachte. Kurt Niklas, Schlosser, hat 69 Vorschläge eingereicht und 28 500 MDN Nutzen erzielt. Karl Schaarschmidt, Schlos-

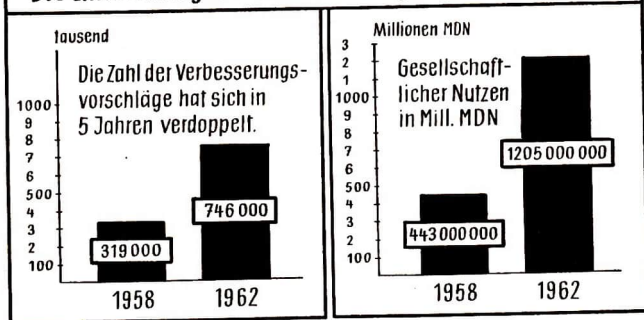
ser, reichte 70 Verbesserungsvorschläge mit einem Nutzen von 31 250 MDN ein. Er ist dreifacher Aktivist und wurde schon als bester Neuerer ausgezeichnet. Er ist Mitglied der sozialistischen Arbeitsgemeinschaft „Klebetchnik“. Grubenschlosser Harry Sieber ist ein hervorragender Neuerer unter Tage und wurde schon mehrmals geehrt. Seine 23 Vorschläge erzielten 11 500 MDN ökonomischen Nutzen.

Fast 18 Jahre sind vergangen, seit Adolf Hennecke am 13. Oktober 1948 mit einer Aktivistenschicht im Steinkohlenbergbau die Neuererbewegung in der DDR einleitete. Seit dieser Zeit haben sich tausende Werk tätige dieser Bewegung angeschlossen. Ihre Leistung für unsere Gesellschaft liegt vor allem darin, daß sie mit ihren Vorschlägen helfen, die wissenschaftlichen Methoden der Produktion zu verbessern. Heute hat im Durchschnitt jeder fünfte Werk tätige der sozialistischen Industriebetriebe bereits einen Verbesserungsvorschlag eingereicht. Am Wachstum der Neuererbewegung kann man deutlich erkennen, daß sich die Werk tätigen weitergebildet haben und daß sich die neue Einstellung zur Arbeit immer mehr durchsetzt.

Die Neuerermethoden können in zwei große Gruppen eingeordnet werden, die jedoch nicht losgelöst voneinander betrachtet werden dürfen (s. Seite 169). Damit die Vorschläge der Werk tätigen möglichst schnell verwirklicht werden und rasch einen Nutzen erbringen, sind in den sozialistischen Betrieben „Büros für Neuererwesen“ (BfN) eingerichtet worden. Hier werden die Vorschläge geprüft und mit Hilfe von Neuererbrigaden für den Einsatz in der Produktion vorbereitet (s. Bild 170/1).

Die Neuerer sind das Vorbild für viele Werk tätige und vor allem für unsere Jugend. Viele Jugendliche suchen ebenfalls nach neuen Wegen zur Verbesserung

Die Entwicklung der Neuererbewegung von 1958-1962 *



* Nach Angaben der Presse der SU Nr. 118/1963

169/1

1. Methoden, die den wissenschaftlich-technischen Fortschritt der gesamten sozialistischen Industrie beeinflussen.

Dazu gehören unter anderem:

Bezeichnung	Wesentlicher Inhalt
<i>Seifert-Methode</i>	Aktives Mitwirken der Werktätigen an der Aufdeckung und Beseitigung der Zeitverluste und der Erschließung von Produktionsreserven
<i>Christoph-Wehner-Methode</i>	Arbeit nach dem auf Tage und auf die einzelnen Arbeitsplätze aufgeschlüsselten Plan und Aufnahme des Wettbewerbs von Mann zu Mann und von Brigade zu Brigade
<i>Bewegung „Meine Hand für mein Produkt“</i>	Kampf gegen Schluderei, Murks und Ausschuß und für hohe Qualität der Erzeugnisse, wobei die Werktätigen sich verpflichten, die nächsthöhere Qualitätsstufe zu erreichen, so daß Garantiezusagen gegeben bzw. die Garantiefristen verlängert werden können

2. Methoden, die nur in bestimmten Arbeitsbereichen oder Berufen anwendbar sind, beispielsweise:

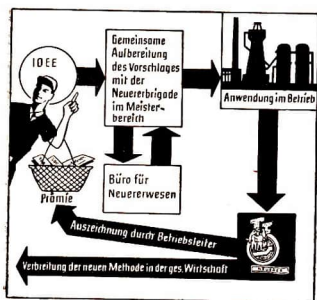
Bezeichnung	Wesentlicher Inhalt
<i>Schnelldrehen nach der Methode Pawel Bykows</i>	Schnelldrehen, dabei werden die Werkzeuge und Schnittbedingungen verändert und die Schnittgeschwindigkeit erhöht
<i>Gruppenbearbeitung (Mitrofanow-Methode)</i>	Erfassen und Zusammenstellen formähnlicher Teile zu Gruppen, wobei jede Gruppe nach einer Gruppentechnologie bearbeitet wird

Kowaljow-Methode

Entwicklung eines Bestverfahrens (Bestzeit) für einen Arbeitsgang, indem die vollkommensten Teiloperationen einzelner Arbeiter zu einem Bestverfahren zusammengefügt werden, das anschließend alle Arbeiter anwenden

**Unterpulverschweißen
(UP-Schweißen)**

Schweißen mit einer Drahtelektrode unter Verwendung körnigen Schweißpulvers, wobei der Lichtbogen unter einem Schlackenbad brennt, das von geschmolzenem Pulver überdeckt wird; ermöglicht hohe Leistungssteigerung, da höhere Stromstärken zugeführt werden können und eine Mechanisierung und Automatisierung des Schweißens möglich ist



170/1 Der Weg eines Verbesserungsvorschlages

ihrer Arbeit. Die „Messe der Meister von Morgen“ ist dafür ein eindeutiges Zeugnis. Neuerer und Arbeiterforscher haben sich in vielen Betrieben als Paten für Jugendbrigaden und Zirkel zur Verfügung gestellt und gemeinsam mit den Jugendlichen schon große Erfolge erzielt.

Der sozialistische Wettbewerb

Neuererbewegung und sozialistischer Wettbewerb sind nicht voneinander zu trennen. Der sozialistische Wettbewerb bezieht jedoch noch breitere Kreise der Werktätigen in das Ringen um höchste Leistungen in der Produktion ein.

Unter Führung der Partei der Arbeiterklasse wird der Wettbewerb von der Gewerkschaftsorganisation des Betriebes organisiert. In enger Zusammenarbeit mit der Betriebsleitung und den anderen gesellschaftlichen Organisationen werden die Wettbewerbsziele und Bedingungen festgelegt und mit den Arbeitern beraten.

DIE WETTBEWERBSZIELE UND BEDINGUNGEN leiten sich aus dem ökonomischen Grundgesetz des Sozialismus ab und müssen den Werktätigen zeigen, daß ihre Leistungen dem Aufbau des Sozialismus dienen, die Republik stärken und das Leben aller verschönern helfen.

Die Ziele des Wettbewerbs richten sich daher nach den Schwerpunkten des Betriebes, die eine Verbesserung der Produktion gewährleisten. Dabei ist unbedingt zu beachten, daß die im Plan Neue Technik vorgesehenen Maßnahmen in den Vordergrund rücken. Bei der Organisation des Wettbewerbs müssen nach den Lehren W. I. Lenins folgende wichtige Grundsätze beachtet werden:

1. *Der Wettbewerb muß öffentlich geführt werden. Jeder Werktätige muß Ziele und Bedingungen des Wettbewerbs kennen. Der Wettbewerb muß täglich verfolgt werden. Öffentlich sichtbar sind die besten Leistungen bekanntzugeben*



171/1 Tägliche Auswertung des Wettbewerbs der Schmelzer

und die ungenügenden Leistungen zu kritisieren. Jeder muß die Möglichkeit haben, seinen Leistungsstand zu kontrollieren und ihn mit anderen zu vergleichen. Gleichzeitig muß zu erkennen sein, welchen Nutzen der Wettbewerb insgesamt für die Gesellschaft bringt (Bild 171/1). Auch die Auszeichnung der Besten muß öffentlich bekanntgegeben werden.

2. Der Wettbewerb muß einen echten Vergleich der Leistungen sichern.

Zum Vergleich der Leistungen gehört vor allem, daß der Betriebsplan auf die einzelnen Brigaden und Arbeiter aufgeschlüsselt und bekanntgegeben wird. Nur dann, wenn jeder Arbeiter der Brigade seine Aufgaben kennt, können genau meßbare Ziele gestellt werden, die sich vergleichen lassen. Zu den Vergleichsbedingungen gehört unbedingt, daß nach technisch begründeten Arbeitsnormen und Materialverbrauchsnormen gearbeitet wird.

Beim Vergleich der Leistungen muß der Einhaltung der vorgeschriebenen Qualität besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

3. Der Wettbewerb muß dazu führen, daß durch die gegenseitige Hilfe die Bestleistungen massenhaft wiederholt werden können. Der sozialistische Wettbewerb regt die Werktätigen zu hohen Arbeitsleistungen an, die zur Erhöhung und Verbesserung der Produktion führen. Solche Leistungen nutzen der Gesellschaft aber wenig, wenn sie nur von Einzelnen vollbracht werden und einmalige Taten bleiben. Es kommt darauf an, daß die besten Leistungen im Wettbewerb bald von allen erreicht und die neuen Methoden massenhaft angewendet werden. Erst dann wird ein allgemeiner Aufschwung erreicht.

DIE FORMEN DES SOZIALISTISCHEN WETTBEWERBS sind sehr vielseitig. Sie werden in zwei Hauptgruppen unterteilt, nach den Beteiligten und nach den Bereichen:

1. Wettbewerb zwischen Einzelpersonen oder zwischen Kollektiven,
 2. Innerbetriebliche, zwischenbetriebliche und internationale Wettbewerbe.
- Beide Gruppen sind aber stets miteinander verknüpft. Am meisten verbreitet sind bisher die innerbetrieblichen Wettbewerbe, in denen Arbeitskollektive miteinander wetteifern. Zwischenbetriebliche Wettbewerbe werden zwischen verschiedenen Betrieben geführt. In diesen Wettbewerben können noch besser und schneller als in den innerbetrieblichen erreichte Bestleistungen verbreitet werden. Wettbewerbe zwischen Betrieben verschiedener Produktion, die aber alle an der Herstellung eines bestimmten Erzeugnisses arbeiten, tragen den Namen „Komplexwettbewerb“. Sie haben einen hohen ökonomischen Nutzen, lenken den Blick der Werktätigen über den eigenen Betrieb hinaus und fördern die Zusammenarbeit aller Werktätigen. Die höchste

Form des Wettbewerbs wird erreicht, wenn im Rahmen des sozialistischen Weltlagers auf der Grundlage der Freundschaft und der internationalen Zusammenarbeit gemeinschaftlich um den höchsten Nutzen der Produktion gekämpft wird. So stehen unsere Eisenbahner mit ihren polnischen, tschechoslowakischen, ungarischen und bulgarischen Kollegen im Wettbewerb; der VEB Sachsenring in Zwickau wetteifert mit dem Ikarus-Werk in Budapest usw.

Ständige Produktionsberatungen und Produktionskomitees

Die Ständigen Produktionsberatungen sind eine wichtige Form der Teilnahme der Werktätigen an der Leitung und Planung des Betriebes. Die Teilnehmer der Ständigen Produktionsberatungen sind gewählte Vertreter aus der Gewerkschaftsorganisation des jeweiligen Betriebes, die das Mitbestimmungsrecht der Betriebsangehörigen wahrnehmen. Die Mitglieder sind erfahrene Arbeiter – vor allem Neuerer, Meister, Ingenieure und Wirtschaftler, Vertreter der Arbeiterpartei, der Gewerkschaft und der Jugendorganisation der Betriebe. Sie sind ihren Kollegen rechenschaftspflichtig und tragen eine hohe Verantwortung. Die Zusammensetzung der Produktionsberatungen spiegelt das freundschaftliche Bündnis zwischen Arbeiterklasse und Intelligenz wider. Die Ständigen Produktionsberatungen haben vier Hauptaufgaben zu lösen:

1. Mitarbeit bei der Ausarbeitung des betrieblichen Produktionsplanes. Einarbeitung der Vorschläge aus der Plan Diskussion.
2. Förderung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts und der Neuererbewegung. Kontrolle der Erfüllung des Planes Neue Technik.
3. Sicherung der Weiterbildung der

Werktätigen und der Ausbildung des Nachwuchses.

4. Durchsetzung von Maßnahmen, die das Interesse der Werktätigen an höheren Produktionserfolgen wecken. Kontrolle der richtigen Anwendung der Prämienmittel des Betriebes.

Neben diesen Aufgaben haben die Ständigen Produktionsberatungen das Recht, dem Direktor des Betriebes und den anderen staatlichen Leitern Vorschläge zu unterbreiten.

In den volkseigenen Großbetrieben entstehen als Weiterentwicklung der Ständigen Produktionsberatungen *Produktionskomitees*.

Das Produktionskomitee ist ein Organ der Belegschaft. Seine Mitglieder setzen sich aus den erfahrensten Arbeitern, Ingenieuren und Funktionären zusammen. Sie werden auf einer Vertrauensleutevollkonferenz, das ist eine besondere Form der Gewerkschaftsversammlungen, demokratisch gewählt.

Die Aufgaben des Produktionskomitees:

1. Es hilft dem Werkleiter, die Produktion noch besser zu organisieren.
2. Es hilft dem Werkleiter, die besten Arbeitserfahrungen und -methoden durchzusetzen.
3. Es beschäftigt sich mit den künftigen Aufgaben des Betriebes und hilft dem Werkleiter, die entsprechenden technischen und ökonomischen Maßnahmen vorzubereiten und durchzuführen.

Der Werkleiter ist verpflichtet, an den Sitzungen des Produktionskomitees teilzunehmen. Durch ihn werden Empfehlungen des Produktionskomitees verwirklicht.

So wird mit Hilfe der Produktionskomitees die Tätigkeit der Ständigen Produktionsberatungen, die als gewerkschaftliche Organe in den Abteilungen bestehen bleiben, ergänzt und auf ein höheres Niveau gehoben.

Die Bedeutung der Arbeitsproduktivität

Für jede Gesellschaftsordnung ist die Steigerung der Arbeitsproduktivität eine Notwendigkeit; ein allgemeines ökonomisches Gesetz.

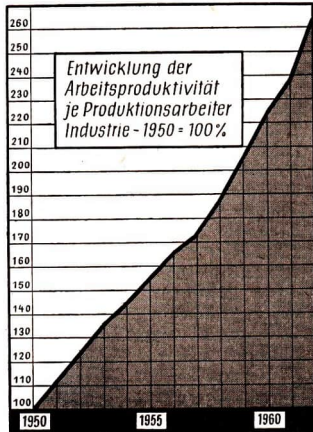
Der Kapitalismus hat eine Arbeitsproduktivität geschaffen, wie sie unter dem Feudalismus unbekannt war. Der Kapitalismus wird dadurch besiegt werden, daß der Sozialismus eine neue, weit höhere Arbeitsproduktivität hervorbringt.

- *Die Arbeitsproduktivität ist in letzter Instanz das Allerwichtigste, das Ausschlaggebende für den Sieg der neuen Gesellschaftsordnung (Lenin).*

Warum kann im Sozialismus eine höhere Arbeitsproduktivität als im Kapitalismus erreicht werden? Die sozialistischen Produktionsverhältnisse gestatten eine ungehinderte Entwicklung der Produktivkräfte. Krisen und alle damit verbundenen Erscheinungen, die das Entwicklungstempo der Arbeitsproduktivität beeinträchtigen, gibt es in der sozialistischen Wirtschaft nicht (vergleiche den Abschnitt: Die Produktionsverhältnisse!).

Im Sozialismus sind die Werktätigen als Besitzer der Produktionsmittel an einer schnellen und ununterbrochenen Steigerung der Arbeitsproduktivität interessiert, denn ihnen kommen ja die dadurch geschaffenen Werte selbst zugute. In der sozialistischen Gesellschaftsordnung sind somit alle Voraussetzungen für eine *stetige* Steigerung der Arbeitsproduktivität gegeben.

Die Werktätigen der Deutschen Demokratischen Republik haben in den vergangenen Jahren die Arbeitsproduktivität erheblich gesteigert. Allein im Jahr 1962 war ein Zuwachs von 9 Prozent zu verzeichnen. Dieser Erfolg wurde auf dem VI. Parteitag der SED besonders ge-



173/1 Entwicklung der Arbeitsproduktivität von 1950 bis 1962

würdigt. Es wurde betont, daß die 9 Prozent, um die unsere Werktätigen die Arbeitsproduktivität erhöht haben, ein großer Sieg sind.

Der stetigen Steigerung der Arbeitsproduktivität in der Deutschen Demokratischen Republik kommt eine große Bedeutung zu. Einmal, weil die wirtschaftliche Stärkung unserer Republik die Pläne jener Kräfte in Westdeutschland durchkreuzt, die sich die gewaltsame Eroberung der DDR zum Ziel gesetzt haben. Zum anderen wird die westdeutsche Bevölkerung nur dann von der Richtigkeit unseres Weges überzeugt sein, wenn wir unser Leben täglich schöner und anziehender gestalten. Das Beispiel unserer Republik muß die westdeutschen Arbeiter davon überzeugen, daß nur der Sozialismus für alle Menschen ein glückliches Leben bringt. Das wird den westdeutschen Arbeitern die

Kraft verleihen, eines Tages mit dem Kapitalismus zu brechen und ihr Geschick in die eigenen Hände zu nehmen.

Dank der fleißigen Arbeit der Werktätigen ist unser Leben von Jahr zu Jahr schöner und reicher geworden. Wir haben Erfolge erzielt, die uns zu Recht mit Stolz erfüllen. Die Menschen geben sich jedoch nie mit dem Erreichten zufrieden. Sie stellen immer höhere Ansprüche an das Leben. Das ist ganz natürlich. Wäre das nicht so, würde in der gesellschaftlichen Entwicklung ein Stillstand eintreten.

Die wachsenden Bedürfnisse können jedoch nur dann befriedigt werden, wenn immer mehr produziert wird; wenn die Arbeitsproduktivität stetig steigt. Daraus erklärt sich auch die Forderung des VI. Parteitages der SED, die Arbeitsproduktivität der Industrie bis 1970 um 65 Prozent gegenüber 1963 zu steigern.

Manche Arbeiter haben das noch nicht richtig erkannt. Für sie bedeutet Steigerung der Arbeitsproduktivität mehr und schneller arbeiten oder, mit anderen Worten, erhöhte körperliche Anstrengungen. Die bisherigen Darlegungen über die Faktoren zur Steigerung der Arbeitsproduktivität widerlegen diese Auffassung. Es kommt vielmehr darauf an, Wissenschaft und Technik voll in den Dienst der Menschen zu stellen.

Zwischen der Arbeitsproduktivität und dem Durchschnittslohn besteht ein enger Zusammenhang. Beides muß in einem richtigen Verhältnis zueinander stehen. Niemals darf der Lohn im gleichen Tempo wachsen wie die Arbeitsproduktivität (Bild 175/1).

Von dem richtigen Verhältnis zwischen Arbeitsproduktivität und Durchschnittslohn ist die planmäßige Entwicklung der gesamten Volkswirtschaft abhängig. Die durch die Steigerung der Arbeitsproduktivität geschaffenen Werte müssen in erster Linie der gesamten Gesellschaft

zur Verfügung stehen (vergleiche Bild 153/1). Nur so kann durch die Steigerung der Arbeitsproduktivität ein allgemeiner Aufschwung erzielt werden.

Die Ergebnisse der Steigerung der Arbeitsproduktivität ermöglichen dem sozialistischen Staat:



Mehrausgabe von Mitteln, die zur Erweiterung der Produktion auf der Basis des wissenschaftlich-technischen Fortschritts bestimmt sind (Materialien aller Art, Maschinen, Werkzeuge usw.).



Mehrausgabe von Mitteln, die für die militärische Stärkung unseres Arbeiter- und Bauern-Staates benötigt werden; Mehrausgabe von Mitteln, die für das Schulwesen, die Berufsausbildung, die gesundheitliche und soziale Betreuung sowie für Kultur und Sport zur Verfügung stehen;



Zunahme der Waren, die für den Export bestimmt sind; Größere Bereitstellung von Waren für den Handel.





175/1 Verhältnis Arbeitsproduktivität – Durchschnittslohn

AUFGABEN

1. a) Welche Neuerer gibt es in deiner Abteilung?
b) Welche Verbesserungsvorschläge haben sie eingereicht? Informiere dich über einen Vorschlag genauer!
2. a) Welche Formen des sozialistischen Wettbewerbs gibt es im Betrieb?
b) Prüfe, ob der sozialistische Wettbewerb in deinem Betrieb den im Lehrbuch genannten Forderungen entspricht!
3. a) Welche Aufgaben hat das Produktionskomitee deines Betriebes zu lösen, um den wissenschaftlich-technischen Fortschritt zu garantieren?
b) Wer ist in deinem Betrieb Mitglied des Produktionskomitees?
4. a) Berechne die Arbeitsproduktivität einiger Schüler deiner Klasse!
b) Stelle die Ergebnisse in einem Diagramm dar!
5. a) Erkundige dich bei deinem Betreuer, wie sich die Arbeitsproduktivität im Betrieb in den vergangenen Jahren entwickelt hat!
b) Welche Aufgaben haben sich die Arbeiter diesbezüglich für die nächsten Jahre gestellt?
c) Stelle die Entwicklung grafisch dar!
6. a) Wodurch soll in deiner Abteilung die Arbeitsproduktivität gesteigert werden?
b) Ordne die Faktoren entsprechend der Übersicht auf Seite 166!
7. a) Was hemmt die schnelle Steigerung der Arbeitsproduktivität in deiner Abteilung?
b) Was kannst du zur Überwindung dieser Mängel vorschlagen?
c) Schreibe dazu einen Artikel für die Betriebswandzeitung!

QUELENNACHWEIS DER BILDER

Titelbild: Bauernbild, Berlin; Barthel, Halle: 121/1, 121/2; Bildarchiv VWV: 20/4, 27/4, 75/1, 75/2, 116/1; Brüggemann, Leipzig: 43/1 b, 44/3, 49/2, 50/1, 61/1, 165/2; Dewag-Werbung, Berlin: 54/2, 75/3, 82/2; Draeger, Berlin: 84/2; Früngel, Berlin: 111/2; Junge Welt, Berlin: 51/1; Klub Junger Techniker, Greiz: 86/4; Krüger, Berlin: 117/1, 127/2; Kühne, Magdeburg: 155/1; Landesbildstelle, Sachsen: 68/1; Römer, Karl-Marx-Stadt: 61/2; Sawade, Berlin: 11/1, 11/2, 86/1; Schulze, Berlin: 49/1; Seidel, Karl-Marx-Stadt: 42/1; VEB Carl Zeiss Jena: 150/1; VEB Hans Beimler, Hennigsdorf: 127/4; VEB Klement Gottwald, Ruhla: 88/1; VWV, Seifert: 7/4, 11/3, 11/4, 20/1, 20/2, 54/1, 54/3, 54/4, 86/2, 95/1, 104/1, 127/1; Wache, Berlin: 9/1; Zentrabild, Berlin: 7/1, 7/2, 7/3, 20/3, 51/3, 65/1, 71/1, 75/4, 84/1, 84/3, 85/1, 86/3, 111/1, 112/2, 127/3, 137/1, 140/1, 145/1, 145/2, 171/1

Schrauben



Halbrundschraube

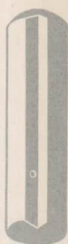
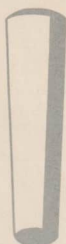
Zylinderschraube

Senkschraube

Linsenschraube

Gewindestift

Stifte



Zylinderstift

Keglstift

Spannstift

Kerbstift

Kerbnagel

Schrauben



Sechskant-
schraube



Vierkant-
schraube



Rändelschraube



Flügelschraube

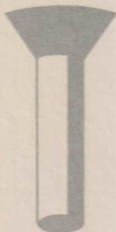


Innensechskant-
schraube

Niete



Halbrundniet



Senkniet



Linsensenkniet



Hohlkniet



Rohrniet

06 07 09-6

2,50