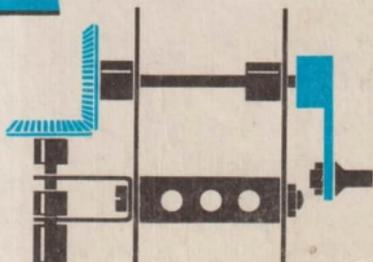
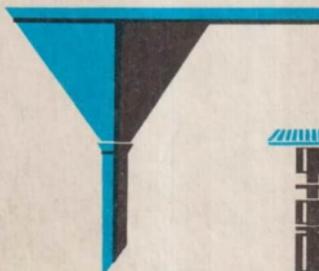
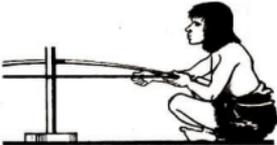
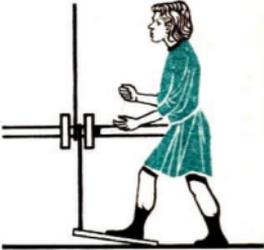
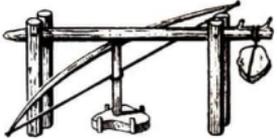
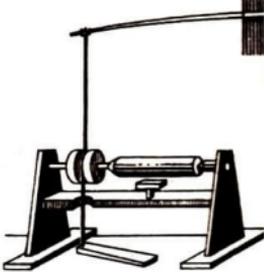




# Werkunterricht

## 4/5/6



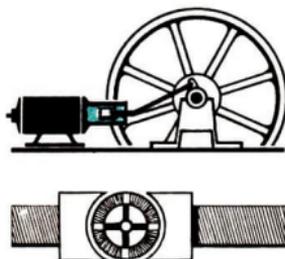
	Urgesellschaft	11. Jahrhundert
Antriebsenergie	 <p>Muskelenergie</p>	 <p>Muskelenergie</p>
Maschine	 <p>Bohrmaschine</p>	 <p>Drehselbank mit Wippe</p>
Maschinenelemente	<p>Keil, Welle, Hebel</p>	<p>Welle, Lager, Riemengetriebe</p>
Werkzeuge	 <p>Faustkeil, Klinge</p>	 <p>Handmeißel</p>

16. Jahrhundert



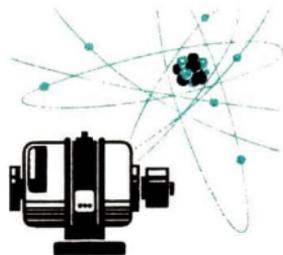
Energie des strömenden  
Wassers und Windes

19. Jahrhundert

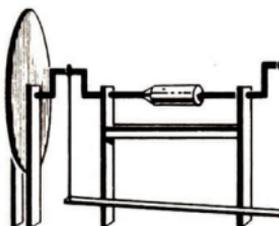


Wärmeenergie,  
Elektroenergie

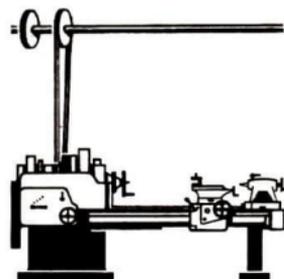
20. Jahrhundert



Wärme-,  
Elektro-, Kernenergie



Drehselbank



Drehmaschine



Drehautomat

Kurbel,  
Pleuel

Getriebe,  
Kupplung,  
mechanische Steuerung

Meßgeräte,  
elektrische und  
elektronische Steuerung  
und Regelung



Handmeißel



Maschinenmeißel

Sonderwerkzeuge



Rundmeißel

# Lehrbuch für den Werkunterricht

Klassen 4 bis 6



Volk und Wissen  
Volkseigener Verlag Berlin  
1973

**Autoren:**

Achim Nagel, Halle,  
Alfred Heinicke, Halle,  
Bernd Rothe, Halle,  
Hans Berndt, Zeuthen,  
Horst Ziebell, Güstrow,  
Walter Lutz, Rückmarsdorf-Leipzig,  
Wolfgang Breter, Halle,  
Wolfgang Pohle, Berlin,

in Zusammenarbeit mit der Redaktion: Poly-  
technische Bildung und Erziehung des Ver-  
lages.

Bei der Bearbeitung einzelner Textstellen wur-  
den bisher erschienene Lehrbücher des Ver-  
lages berücksichtigt.

Vom Ministerium für Volksbildung der Deut-  
schen Demokratischen Republik als Schulbuch  
bestätigt.

**4. Auflage**

**Ausgabe 1971**

Lizenz-Nr. 203 · 1000/73 (DN)

LSV 3001

Redaktion: Monika Siegmund, Heinz Graff

Einband: Karl-Heinz Wieland

Zeichnungen: Gerhard Anton

Typografische Gestaltung: Atelier VWV

Printed in the German Democratic Republic

Satz: (140) Neues Deutschland, Berlin

Druck und Binden: Grafischer Großbetrieb Völkerfreundschaft Dresden

Schrift: 9/11 Buchsuper, Linotype

Redaktionsschluß: 21. Juni 1973

Bestell-Nr. 730 455 4

Schulpreis DDR 2,-

# INHALT

Unser Werkraum . . . . .	5	KLASSE 5	
Verhalten im Werkraum . . . . .	5	Planung und Organisation der Arbeit . . .	43
		Organisationsformen der Fertigung . . .	43
<b>KLASSE 4</b>		Technisches Zeichnen . . . . .	45
Planung und Organisation der Arbeit . . .	7	Linienarten . . . . .	45
Ein Werkstück wird hergestellt . . . . .	7	Die Schrift . . . . .	46
Technisches Zeichnen . . . . .	9	Darstellen in Ansichten . . . . .	46
Bedeutung technischer Zeichnungen . . .	9	Werkstoffbearbeitung – Holz . . . . .	47
Anfertigen und Lesen technischer		Prüfverfahren . . . . .	47
Zeichnungen . . . . .	9	Trennen . . . . .	49
Darstellen in Ansichten . . . . .	10	Oberflächenbehandlung . . . . .	53
Maßeintragungen . . . . .	11	Werkstoffbearbeitung – Plast . . . . .	54
Zeichnungen und Skizzen . . . . .	11	Anreißen . . . . .	54
Werkstoffbearbeitung – Holz . . . . .	12	Trennen . . . . .	55
Prüfverfahren . . . . .	12	Umformen . . . . .	57
Prüfzeuge . . . . .	13	Verbinden . . . . .	59
Anreißen . . . . .	14	Werkstoff – Holz . . . . .	60
Trennen . . . . .	15	Bau des Holzes . . . . .	60
Verbinden . . . . .	19	Arbeiten des Holzes . . . . .	60
Oberflächenbehandlung . . . . .	22	Trocknen des Holzes . . . . .	61
Werkstoff – Holz . . . . .	25	Vergüten und Veredeln des Holzes . . .	62
Wirtschaftliche Bedeutung des Holzes .	25	Werkstoff – Plast . . . . .	64
Holzarten . . . . .	26	Wirtschaftliche Bedeutung und	
Faserplatten und Spanplatten . . . . .	28	Einsatzmöglichkeiten der Plaste . . . .	64
Mechanischer Modellbau . . . . .	30	Eigenschaften der Thermoplaste . . . .	65
Stabilität der Bauelemente . . . . .	30	Umformtemperaturen	
Maschinenelemente . . . . .	31	von Thermoplasten . . . . .	66
Riemengetriebe . . . . .	33	Mechanischer Modellbau . . . . .	67
Reibradgetriebe . . . . .	35	Profilarten . . . . .	67
Elektrotechnischer Modellbau . . . . .	37	Aufbau und Belastbarkeit der Profile .	67
Anwendungsgebiete des elektrischen		Übertragungselemente . . . . .	69
Stromes . . . . .	37	Zahnradgetriebe . . . . .	69
Erzeugung des elektrischen Stromes .	38	Kraftübertragung am Fahrrad . . . . .	74
Leiter und Nichtleiter (Isolatoren) . . .	39	Elektrotechnischer Modellbau . . . . .	75
Anklemmen von Leitungen . . . . .	40	Der einfache Stromkreis . . . . .	75
Der einfache Stromkreis . . . . .	40	Beleuchtung am Fahrrad . . . . .	77
Lichtwirkung des elektrischen Stromes .	42		

Widerstand . . . . .	77	Herstellen von Plasten . . . . .	101
Sicherungen . . . . .	78	Plaste – Metalle . . . . .	101
Installation einer elektrischen Anlage . . . . .	79	Thermoplast – Duroplast . . . . .	101
		Temperaturbereiche für Thermoplaste . . . . .	102
<b>KLASSE 6</b>			
Planung und Organisation der Arbeit . . . . .	80	Werkstoff – Metall . . . . .	103
Fertigung von Erzeugnissen . . . . .	80	Bedeutung der Metalle . . . . .	103
Technisches Zeichnen . . . . .	83	Einteilung der Metalle . . . . .	104
Maßeintragungen . . . . .	83	Verwendung von Metallen	
Anfertigen einer technischen Zeichnung . . . . .	84	in der Technik . . . . .	105
Werkstoffbearbeitung – Plast . . . . .	85	Mechanischer Modellbau . . . . .	106
Prüfverfahren . . . . .	85	Belastungsarten . . . . .	106
Umformen . . . . .	88	Widerstand bei Belastung . . . . .	106
Verbinden . . . . .	90	Umwandeln von Bewegungen . . . . .	107
Werkstoffbearbeitung – Metall . . . . .	92	Elektrotechnischer Modellbau . . . . .	109
Anreißen . . . . .	92	Elektrische Geräte im Werkraum . . . . .	109
Trennen . . . . .	94	Magnetische Wirkung des	
Umformen . . . . .	99	elektrischen Stromes . . . . .	110
Werkstoff – Plast . . . . .	101	Wirkungen des elektrischen Stromes . . . . .	111
		Arbeite sorgfältig! . . . . .	111

## Unser Werkraum

Der Werkraum ist während des Werkunterrichts deine Arbeitsstätte. Hier lernst und arbeitest du und wirst mit Werkstoffen, Werkzeugen, einfachen Geräten und Maschinen umgehen. Beim Herstellen von gebrauchsfähigen Gegenständen erfährst du, wie man die Arbeit plant und ausführt, wie man Werkzeuge handhabt und einfache Maschinen bedient. Interessante technische Probleme wirst du unter Leitung deines Werklehrers lösen. Um all diese Tätigkeiten ausführen zu

können, hat unser sozialistischer Staat für die Einrichtung der Werkräume an deiner Schule viel Geld ausgegeben. Alle Einrichtungsgegenstände des Werkraumes sind Volkseigentum.

### Verhalten im Werkraum

Im Werkraum gelten bestimmte Verhaltensregeln, die in der Werkraumordnung zusammengefaßt sind. Jeder Schüler ist

Bild 5/1 Schüler beim Lernen und Arbeiten im Werkunterricht





Bild 6/1 Schüler am Arbeitsplatz

verpflichtet, diese Regeln zu achten und sich danach zu verhalten.

**Betritt den Werkraum nur in Begleitung des Werklehrers**, denn im Werkraum gibt es Gefahrenquellen!

**Trage eine praktische Arbeitskleidung und lege Schmuckstücke vor dem Werkunterricht ab**, denn sonst können sie beim Arbeiten mit Werkzeugen und an Maschinen Ursache eines Unfalls werden!

**Überprüfe vor Beginn der Arbeit dein Werkzeug**, denn du bist bei der Übergabe für die Vollständigkeit und den Zustand verantwortlich!

**Gehe sorgsam mit den Werkzeugen um, melde jede Beschädigung eines Werkzeuges sofort dem Werklehrer**, denn schadhafte Werkzeuge können Unfälle verursachen.

**Benutze die Werkzeuge nur, wenn du einen Arbeitsgang damit auszuführen hast**, denn Werkzeuge sind kein Spielzeug, sie können herunterfallen, dabei

beschädigt werden oder dich sowie andere Schüler verletzen!

**Lege beim Verlassen des Arbeitsplatzes die Werkzeuge ab**, denn bei spitzem und scharfem Werkzeug besteht Unfallgefahr!

**Wenn der Werklehrer etwas erklärt, lege Werkstücke und Werkzeuge aus der Hand und höre aufmerksam zu**, denn seine Erläuterungen sind für deine weitere Tätigkeit wichtig!

**Halte Ordnung am Arbeitsplatz**, denn ein übersichtlicher Arbeitsplatz gewährleistet ein planvolles, unfallfreies Arbeiten!

**Arbeite an Maschinen nur mit Erlaubnis und nach vorheriger Unterweisung durch den Werklehrer**, denn nur so ist gesichert, daß die Maschinen ordnungsgemäß bedient werden und keine Unfälle entstehen!

**Melde jede Verletzung sofort deinem Werklehrer! Auch bei leichten Verletzungen ist stets Vorsicht geboten**, denn alle Verletzungen müssen, um schlimme Folgen zu vermeiden, sofort behandelt und zur Kontrolle in das Sanitätsbuch eingetragen werden!

**Verlasse deinen Arbeitsplatz so, wie du ihn anzutreffen wünschst! Nach dem Unterricht ist er zu säubern, und die Werkzeuge sind gereinigt und unfallsicher an ihren Platz zu legen**, denn im Werkunterricht gilt wie in den Betrieben: Beim Schichtwechsel sind die Werkzeuge in einwandfreiem Zustand zu übergeben!

## Planung und Organisation der Arbeit

### Ein Werkstück wird hergestellt

Bevor mit den praktischen Arbeiten zum Herstellen eines Werkstückes begonnen wird, sind folgende Überlegungen erforderlich:

- Welchen Zweck muß das Werkstück erfüllen?
- Welche Form und welche Abmessungen soll das Werkstück erhalten?
- Welche Werkstoffe und Materialien werden benötigt?
- In welcher Reihenfolge sollen die Arbeitsgänge ausgeführt werden?
- Welche Werkzeuge und Geräte, auch Maschinen, sind erforderlich?

Es sei die Aufgabe gestellt, einen Nagelkasten herzustellen. Aus dem Arbeitsvorhaben und den Bildern 7/1 und 7/2 beantworten sich die Fragen nach dem Zweck und der Form des fertigen Werkstückes. Es fehlen nun noch die Maße für das gesamte Werkstück und für seine Einzelteile.

Der Nagelkasten soll eine Länge von 250 mm, eine Breite von 180 mm und eine Höhe von 55 mm haben. Durch die Ein-

sätze soll er in sechs Fächer unterteilt werden. Insgesamt werden also acht Einzelteile benötigt. Um eine Übersicht über die erforderlichen Werkstoffe und Materialien zu erhalten, wird eine Stückliste angefertigt. Sie enthält alle Einzelteile des Werkstückes. Weiterhin ist in ihr die erforderliche Stückzahl jedes einzelnen Teiles festgelegt. Aus der Stückliste ist die Größe zu ersehen und aus welchem Werkstoff das entsprechende Teil zu fertigen ist. Alle Maßangaben für die Abmessungen (Länge, Breite, Dicke) sind in der Stückliste in Millimetern anzugeben, ohne daß die Maßeinheit (mm) dazugeschrieben wird. Alle Wörter sind auszuschreiben. Das gilt auch dann, wenn das gleiche Wort mehrere Male untereinander erscheint, wie aus Bild 8/1 zu ersehen ist. Damit sollen Irrtümer ausgeschlossen werden.

Um stets eine Übersicht über die auszuführenden Arbeitsgänge zu haben, wird ihre Reihenfolge vor Beginn der praktischen Arbeit festgelegt. Es wird dann

Bild 7/1 Nagelkasten

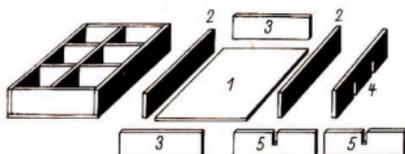
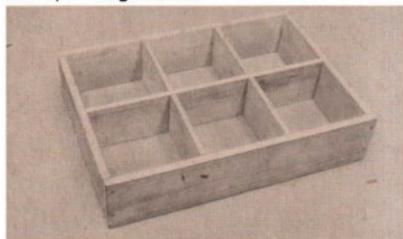


Bild 7/2 Nagelkasten und seine Einzelteile

22	Nägel	6	Stahl	20		
2	Einsatzteil, kurz	5	Sperrholz	164	45	5
1	Einsatzteil, lang	4	Sperrholz	234	45	5
2	Seitenteil, kurz	3	Kiefernholz	164	50	8
2	Seitenteil, lang	2	Kiefernholz	250	50	8
1	Bodenplatte	1	Sperrholz	250	180	5
Stück	Benennung	Teil	Werkstoff	Länge	Breite	Dicke

Bild 8/1 Stücliste

festgelegt, welche Werkzeuge und Hilfsmittel für das Ausführen der einzelnen Arbeitsgänge benötigt werden.

Eine solche Aufzählung der Arbeitsgänge und der benötigten Werkzeuge in einer für den Arbeitsablauf notwendigen Reihenfolge bezeichnet man als technologische Planung, die mit Hilfe einer technologischen Karte (siehe unten) verwirklicht werden kann.

► Die technologische Planung ermöglicht es, Werkstücke rationell herzustellen.

Beim Herstellen des Nagelkastens ist es zweckmäßig, wenn die verschiedenen Einzelteile von mehreren Schülern zu gleicher Zeit angefertigt werden. Der Nagelkasten entsteht dann in kollektiver Arbeit. So kann der Nagelkasten in einer viel kürze-

ren Zeit hergestellt werden, als wenn ein Schüler alle Arbeitsgänge ausführt. Wird dieses Aufgliedern in Arbeitsgänge, das man auch Arbeitsteilung nennt, beim Herstellen mehrerer Nagelkästen beibehalten, verkürzt sich die Herstellungszeit immer mehr; weil jeder Schüler seine Arbeitsgänge immer besser beherrscht. Die im Beispiel dargestellte technologische Planung findet man in allen sozialistischen Betrieben wieder. Sie ist in den sozialistischen Betrieben aber viel umfangreicher und schwieriger. So besteht zum Beispiel ein Radiogerät aus über 100 Einzelteilen. Die Mehrstufenrakete, mit der Valentina Nikolajewa-Tereschkowa die Erde umkreiste, hatte mehr als 300 000 Einzelteile.

Lfd. Nr.	Arbeitsablauf	Arbeitsmittel
	<b>Seitenteile (lang)</b>	
1	Messen, Anreißen und Prüfen der Länge (234 mm)	Bleistift, Stahlmaßstab, Anschlagwinkel
2	Sägen (Länge)	Feinsäge, Sägevorrichtung
3	Schleifen	Schleifklotz, Schleifpapier
.	.	.
.	.	.
.	.	.
	<b>Oberflächenbearbeitung</b>	
18	Mattieren	Mattine, Pinsel

## Technisches Zeichnen

### Bedeutung technischer Zeichnungen

Bereits im Werkunterricht der Klasse 3 haben wir technische Zeichnungen kennengelernt und unsere Kenntnisse darüber beim Herstellen von Werkstücken angewendet.

Sollen Maschinen, Geräte, Anlagen oder Bauwerke entworfen und hergestellt werden, dann vermitteln technische Zeichnungen dafür wichtige Angaben. Auch für viele Geräte und Einrichtungen des Haushalts werden technische Zeichnungen mitgeliefert, damit wir diese Gegenstände richtig aufstellen, befestigen oder zusammenbauen können.

► Technische Zeichnungen sind überall, aber besonders dort, wo konstruiert und produziert wird, ein wichtiges Verständigungsmittel.

Eine technische Zeichnung lesen zu können bedeutet, sich den gezeichneten technischen Gegenstand genau vorstellen und auch aus einer Zeichnung Ar-

beitsaufgaben entnehmen zu können; das wird in immer stärkerem Maße von jedem verlangt.

1. Nenne dir schon bekannte zeichnerische Darstellungen! Schildere ihre Aufgabe!
2. Erkläre den Inhalt einer technischen Zeichnung! Was stellst du fest?

### Anfertigen und Lesen technischer Zeichnungen

Technische Zeichnungen müssen nach genau festgelegten Vorschriften angefertigt werden. Derjenige, der eine Zeichnung anfertigt, und derjenige, der eine Zeichnung liest, muß mit diesen Vorschriften vertraut sein. Sonst ist keine Verständigung mit Hilfe einer technischen Zeichnung möglich. Außerdem muß man Fertigkeiten im Umgang mit solchen Arbeitsmitteln erwerben, die zum schnelleren und einfacheren Anfertigen von technischen Zeichnungen verwendet werden.

Beim Anfertigen technischer Zeichnungen werden unter anderem stets wiederkehrende, einheitliche Zeichen und Symbole verwendet. Vorschriften, Zeichen und Symbole sind in DDR-Standards enthalten, die als TGL-Blätter (Symbol für die DDR-Standards) bezeichnet werden (Bild 9/1).

Bild 9/1 Kopf eines DDR-Standards



Viele DDR-Standards stimmen mit den Festlegungen in anderen sozialistischen Ländern überein. Solche DDR-Standards sind durch einen Stern gekennzeichnet. Dazu gehört auch der Standard mit den Festlegungen zum technischen Zeichnen. Damit ist es möglich, außer Waren jeglicher Art, auch technische Zeichnungen zwischen den befreundeten Ländern auszutauschen und danach zu arbeiten.

▶ Beim Anfertigen und Lesen technischer Zeichnungen sind Festlegungen zu beachten. Diese Festlegungen sind standardisiert und in TGL-Blättern festgelegt.

● Was bedeutet ein Stern vor dem TGL-Symbol?

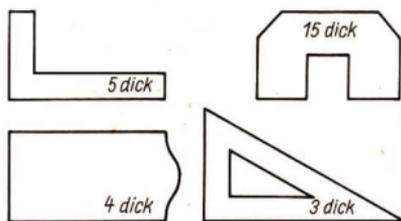


Bild 10/2 Gegenstände in einer Ansicht

äußeren Körperkanten) die Dicke des Gegenstandes in Millimetern anzugeben.

● Benenne die im Bild 10/2 in einer Ansicht dargestellten Gegenstände! Aus welchen Werkstoffen können sie sein?

**Das Darstellen in zwei Ansichten.** Bei vielen Erzeugnissen oder Gegenständen ist eine Ansicht zur eindeutigen Darstellung nicht ausreichend. Der im Bild 10/3 in einer Ansicht dargestellte Gegenstand kann zum Beispiel die im Bild 10/3 a, b, c gezeigten Formen haben.

## Darstellen in Ansichten

Das zeichnerische Darstellen der Gegenstände oder Erzeugnisse erfolgt in Ansichten. Diese Ansichten entstehen durch Kippen des zu zeichnenden Gegenstandes auf der Zeichenebene. Es können beispielsweise Vorderansicht, Seitenansicht und Draufsicht eines Gegenstandes dargestellt werden (Bild 10/1).

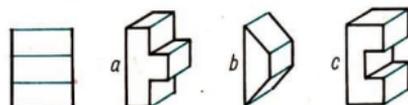


Bild 10/3 Vorderansicht eines Werkstückes und mögliche Formen

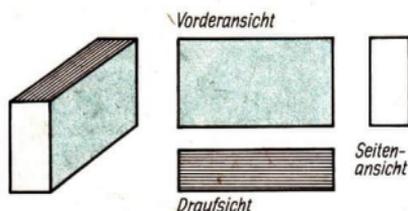


Bild 10/1 Werkstück in verschiedenen Ansichten

**Das Darstellen in einer Ansicht** wird bei flachen (gleichmäßig dicken) Gegenständen angewendet. Solche Gegenstände lassen sich schon in einer Ansicht eindeutig darstellen (Bild 10/2).

Es ist üblich, innerhalb der Umriss (der

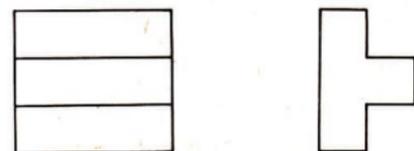


Bild 10/4 Werkstück in zwei Ansichten

● Erkennst du außer den in Bild 10/3 dargestellten Möglichkeiten noch andere Körperformen? Wenn ja, dann skizziere eine!

Um den im Bild 10/3 gezeigten Gegenstand eindeutig darzustellen, muß eine weitere Ansicht gezeichnet werden (Bild 10/4).

Wird ein Gegenstand in der Vorder- und einer Seitenansicht dargestellt, dann wird die linke Seitenansicht **rechts neben** der Vorderansicht gezeichnet. Werden Vorder- und Draufsicht dargestellt, dann kommt die Draufsicht **unter** die Vorderansicht.

● 1. In Bild 10/4 ist ein Gegenstand in zwei Ansichten gezeichnet. Um welche in Bild 10/3 dargestellte Form handelt es sich?

2. Skizziere zu Bild 10/4 die Draufsicht! Wo ist sie anzuordnen? Durch welche beiden Ansichten (Vorderansicht und Seitenansicht oder Vorderansicht und Draufsicht) ist der Gegenstand eindeutig dargestellt?

## Maßeintragungen

Die technische Zeichnung gibt Auskunft über Form und Größe eines Gegenstandes. Die Abmessungen des Gegenstandes werden durch Maßeintragungen angegeben.

Für die Maßeintragungen werden dünne Volllinien verwendet. Dabei unterscheidet

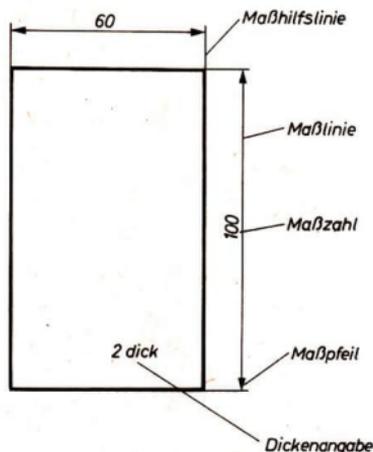


Bild 10/1 Zeichnung mit Maßeintragung

man zwischen **Maßlinien**, an deren Enden schlanke Maßpfeile sind, und **Maßhilfslinien**, durch die die Körperkanten verlängert werden (Bild 11/1).

● Wiederhole, wofür im technischen Zeichnen dicke und dünne Volllinien verwendet werden!

Damit Irrtümer ausgeschlossen sind, müssen die **Maßzahlen** sehr deutlich geschrieben werden. Wie sie zu schreiben sind (Bild 11/2), ist ebenfalls in einem TGL-Blatt festgelegt.

# 1234567890

Bild 11/2

Ebenso ist vorgeschrieben, daß die **Maßzahlen** auf der Zeichnung von unten oder von rechts lesbar sein müssen (Bild 11/3).

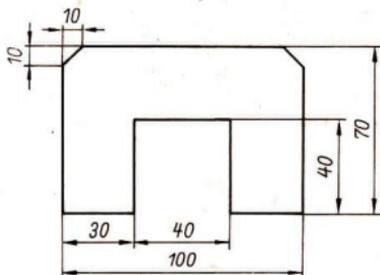


Bild 11/3 Richtig eingetragene Maßzahlen

## Zeichnungen und Skizzen

Das Anfertigen **technischer Zeichnungen** verlangt größte Sorgfalt und viel Fertigkeit im Umgang mit den Arbeitsmitteln. Vor allem ist außer dem Einhalten aller TGL-Vorschriften größte Sauberkeit und Genauigkeit erforderlich.

● Begründe, warum Sauberkeit, Genauigkeit und Gewissenhaftigkeit beim

Anfertigen von technischen Zeichnungen von großer Bedeutung sind!

Für die Arbeit im Werkunterricht genügen technische *Skizzen*. Sie werden ebenfalls unter Beachtung der TGL-Vorschriften angefertigt. Beim Skizzieren können die üblichen Hilfsmittel, wie Zeichendreiecke und Schablonen, verwendet werden. Es kann jedoch auch freihändig gezeichnet werden.

Die Maße des Gegenstandes brauchen beim Skizzieren nicht eingehalten zu werden. Gefordert wird jedoch, daß die Größenverhältnisse annähernd stimmen. Als *Arbeitsmittel* zum Anfertigen von technischen Zeichnungen und Skizzen werden benötigt (Bild 12/1):

- zwei Bleistifte (Nr. 2, F oder HB für die dicken Linien; Nr. 3, H oder 2H für die dünnen Linien),
- ein Schleifbrettchen zum Schärfen der Bleistiftminen,
- zwei unterschiedliche Zeichendreiecke,
- ein Radiergummi,
- Zeichenblätter oder kariertes Papier im Format A 4,
- ein gut einstellbarer Zirkel mit schräg geschärfter Mine,
- ein Maßstab,
- verschiedene Schablonen.

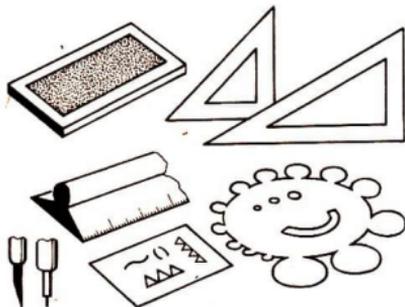


Bild 12/1 Arbeitsmittel zum Anfertigen von technischen Zeichnungen und Skizzen

## Werkstoffbearbeitung — Holz

### Prüfverfahren

Viele Erzeugnisse, die wir im täglichen Leben benutzen, bestehen aus mehreren Teilen. Diese Teile werden einzeln hergestellt und dann zum fertigen Erzeugnis zusammengebaut (montiert). So besteht zum Beispiel ein Pikierkasten (Bild 12/2) aus folgenden 5 Einzelteilen:

- 2 langen Seiten,
- 2 kurzen Seiten,
- 1 Boden.

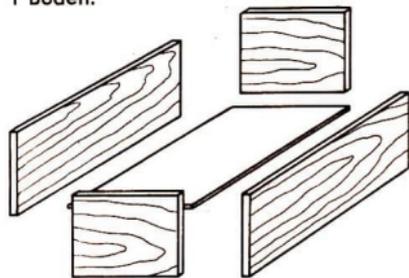


Bild 12/2 Einzelteile eines Pikierkastens

Diese Teile werden nach einer technischen Zeichnung angefertigt.

● Wiederhole, welche Angaben aus einer technischen Zeichnung entnommen werden können!

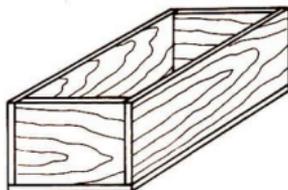


Bild 12/3 Pikierkasten (zusammengebaut)

## PRÜFVERFAHREN

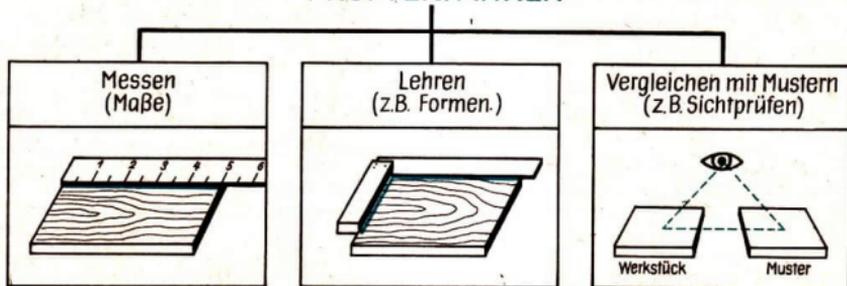


Bild 13/1 Einteilung von Prüfverfahren

Damit die Teile des Pickierkastens bei der Montage richtig zusammenpassen (Bild 12/3), müssen während der Bearbeitung Maße und Formen geprüft werden.

● Betrachte die Bilder 12/2 und 12/3! Begründe, welche Einzelteile gleiche Größe haben müssen, damit die Teile richtig zusammenpassen.

Prüfverfahren (Bild 13/1) sind beispielsweise:

Messen,  
Lehren,  
Vergleichen mit Mustern.

► Messen ist das Prüfen der Maße eines Werkstückes. Lehren und Vergleichen mit Mustern ist das Kontrollieren von Form und Beschaffenheit eines Werkstückes.

### Prüfzeuge

Bei den meisten Prüfverfahren werden Prüfzeuge benutzt. Sie werden unter-

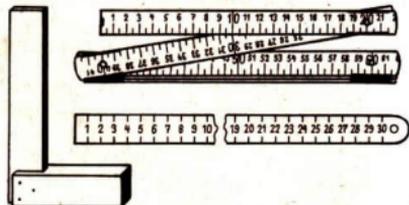


Bild 13/2 Meßzeuge und Lehre

teilt in **Meßzeuge** und **Lehren** (Bild 13/2). Zu den Meßzeugen gehören zum Beispiel der Stahlmaßstab und der Gliedermaßstab.

Der **Stahlmaßstab** hat eine Länge von 300 mm oder 500 mm. Müssen Strecken gemessen werden, die über 500 mm lang sind – zum Beispiel 1572 mm –, müßte der Stahlmaßstab mehrmals angelegt werden. Dadurch können Meßfehler entstehen. Deshalb benutzt man für längere Strecken den **Gliedermaßstab**. Dieser hat eine Länge von 1000 mm oder 2000 mm und läßt sich zusammenlegen. Wenn die Gelenke locker sind, führt das beim Messen zu Ungenauigkeiten. Solche Ungenauigkeiten nennt man **Meßfehler**. Die meisten Meßfehler werden durch falsches Ablesen, beim Gebrauch eines ungeeigneten Meßzeuges oder durch falsches Anlegen verursacht.

Beachte beim Prüfen folgende Regeln:

► Der Nullstrich des Maßstabes muß mit der Kante des Werkstückes abschließen (Bild 14/1).

Der Maßstab ist im rechten Winkel zu der Kante des Werkstückes anzulegen, von der aus geprüft wird (Bild 14/1).

Es ist immer senkrecht auf das abzulesende Maß zu sehen (Bild 14/2).

Der **Anschlagwinkel** gehört zu den Lehren. Er wird beim Prüfen von rechten Win-

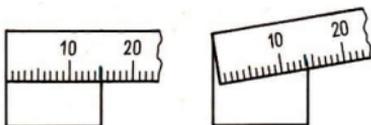


Bild 14/1 Anlegen des Maßstabes

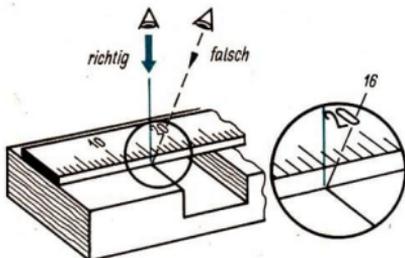


Bild 14/2 Ablesefehler

keln benutzt. Dabei wird der Anschlag des Winkels fest an die **Bezugskante** gelegt (Bild 14/3). Die Bezugskante ist die Kante eines Werkstückes, von der aus die meisten Maße, die zur Herstellung eines Werkstückes notwendig sind, abgetragen werden. Sie ist auch die Kante, von der aus rechte Winkel geprüft werden. Ergibt sich mit der anderen, anliegenden Kante ein rechter Winkel, dann ist genau gearbeitet worden.

Alle Prüfzeuge sind sehr sorgfältig zu behandeln. Von ihrer Genauigkeit hängt entscheidend die Möglichkeit ab, genau zu arbeiten. Prüfzeuge müssen stets von anderen Werkzeugen getrennt abgelegt



Bild 14/3 Prüfen mit dem Anschlagwinkel

und aufbewahrt werden. Nach ihrer Benutzung während der Arbeit sind sie ordentlich und vorsichtig am Arbeitsplatz abzulegen. Wird die Arbeit beendet, sind Prüfzeuge, die aus Stahl bestehen, mit einem Lappen abzureiben und leicht einzuzölen. So werden sie gegen Rosten geschützt.

▶ Prüffehler lassen sich durch das Anwenden geeigneter Prüfzeuge, durch Übung und sorgfältiges Umgehen mit den Prüfzeugen vermeiden.

Für die praktische Arbeit ist das möglichst genaue Schätzen von Strecken sehr wichtig.

● Fertige eine Tabelle nach dem folgenden Muster an und übe dich im Schätzen!

Gegenstand	Länge		Differenz in mm
	geschätzt	gemessen	

Trage erst die geschätzte Länge ein, danach die gemessene, und stelle die Abweichung fest!

## Anreißen

Um ein Werkstück oder ein Bauteil genau herstellen zu können, müssen die in der technischen Zeichnung angegebenen Maße und Formen auf den Werkstoff übertragen werden. Das Übertragen ist mit großer Sorgfalt und Genauigkeit auszuführen, denn davon hängt mit die Qualität eines Werkstückes ab.

▶ Anreißen ist das Übertragen von Maßen und Formen aus der technischen Zeichnung auf den Werkstoff.

Die Maße werden aus der technischen Zeichnung entnommen und auf dem

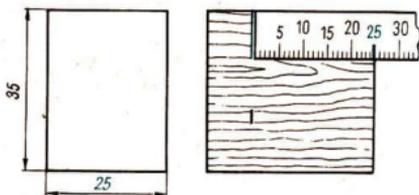


Bild 15/1 Technische Zeichnung und richtiges Anreißen mit dem Maßstab

Werkstoff abgetragen. Angerissen wird an der Nullkante des Maßstabes, während das abzutragende Maß an der Werkstückkante liegt (Bild 15/1).

Danach wird der Winkel oder das Lineal angelegt und der Riß in der erforderlichen Länge gezogen (Bild 15/2).

● Achte beim Anreißen auf die richtige Haltung des Stahlmaßstabes, des Anschlagwinkels und auf die Führung des Anreißwerkzeuges!

Beim Anreißen ist darauf zu achten, daß jeder Riß nur einmal gezogen wird. Falsch oder ungenau angerissene Werkstücke führen zu Ausschuß. Darum muß nach dem Anreißen geprüft werden, ob die Maße mit denen in der technischen Zeichnung übereinstimmen.

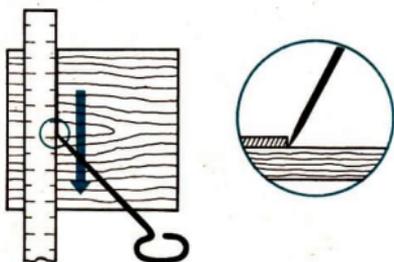


Bild 15/2 Richtiges Führen der Reißnadel

Als Anreißwerkzeuge dienen Bleistift, Reißnadel oder Zirkel. Bei richtiger Handhabung hinterlassen die Anreißwerkzeuge eine sichtbare Markierung auf der Werkstoffoberfläche – den Riß.

Mit der Reißnadel wird der Riß in den Werkstoff eingeritzt. Die Reißnadel eignet sich aber bei Holz nur zum Anreißen quer zur Faserrichtung und sollte nur dann benutzt werden, wenn der Riß durch die weitere Bearbeitung beseitigt oder verdeckt wird. Ist das nicht möglich, wird ein harter, spitzer Bleistift (Nr. 3, H oder HB) verwendet. Beim Anreißen mit dem Bleistift wird die Werkstoffoberfläche nicht zerstört, denn die Umrisse werden auf den Werkstoff aufgetragen. Den Zirkel verwendet man, wenn Kreise oder Rundungen anzureißen oder gleich große Strecken auf dem Werkstoff abzutragen sind (Bild 15/3).

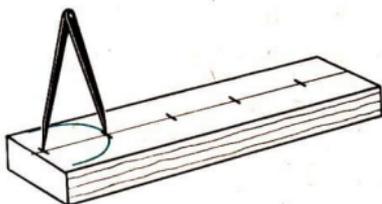


Bild 15/3 Abtragen gleich großer Strecken mit dem Zirkel

### Arbeitsschutz

Mit Reißnadel und Zirkel ist so umzugehen, daß man sich oder andere nicht verletzt.

### Trennen

Die Menschen erfanden viele Werkzeuge, um die Stoffe der Natur (Hölzer, Steine, Metalle) zu bearbeiten. Die früher verwendeten Werkzeuge haben jedoch nur wenig Ähnlichkeit mit unseren heutigen. Trotzdem waren sie wichtige Arbeitsgeräte, mit denen sich die Menschen bessere Lebensbedingungen schufen.

Viele Werkstücke erhalten ihre endgültige Form durch das Abtrennen von Werkstoffteilen. Dazu wendet man verschiedene Trennverfahren und Werkzeuge an.

Die Trennverfahren werden unterschieden nach spanenden und spanlosen Trennverfahren.

● Nenne ein dir bereits bekanntes spanloses Trennverfahren!

Zu den spanenden Trennverfahren gehören unter anderem das Sägen, Feilen und Schleifen.

Alle Trennwerkzeuge haben Schneiden, die härter als der zu bearbeitende Werkstoff sein müssen. Ihre Grundform ist der Keil.

● Überlege, warum die Schneiden härter sein müssen als der zu bearbeitende Werkstoff!

▶ Beim Trennen werden Werkstoffteile vom Werkstück abgetrennt! Die Trennverfahren werden in spanende und spanlose unterteilt.

**Das Sägen** wird häufig beim Bearbeiten vieler Werkstoffe angewendet. Dabei werden Späne vom Werkstoff abgehoben, und es entsteht ein Sägeschnitt. Zum Sägen von Holz wird im Werkunterricht die Feinsäge benutzt (Bild 16/1). Am Sägeblatt, das aus Stahl besteht, befinden sich viele kleine Zähne.

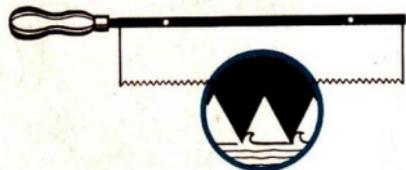


Bild 16/1 Feinsäge

● Betrachte die Zähne an deiner Feinsäge! Welche Grundform haben sie? Wie sind sie angeordnet? Bei welcher Bewegungsrichtung werden Späne abgetrennt?

Damit sich das Sägeblatt beim Sägen nicht festklemmt, sind die Sägezähne

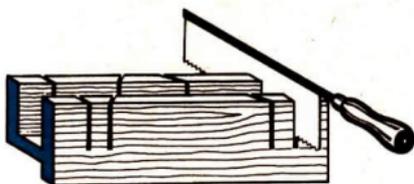


Bild 16/2 Sägevorrichtung und Feinsäge

geschränkt; sie sind abwechselnd nach links und rechts gebogen. Beim Sägen wird das Holz in einer Sägevorrichtung (Bild 16/2) festgehalten.

● Betrachte das Bild 16/3! Beantworte die folgenden Fragen!

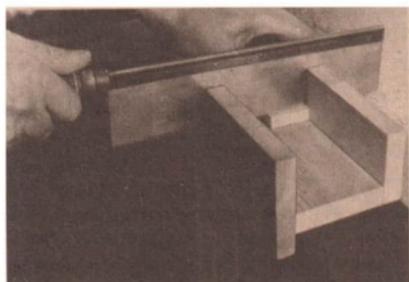


Bild 16/3 Sägen in einer Sägevorrichtung

- Wie wird die Sägevorrichtung festgehalten?
- Warum muß das Abfallstück rechts vom Sägeschnitt liegen?
- Wie wird die Säge beim Ansägen gehalten?

Beim Sägen muß beachtet werden, daß der Sägeschnitt stets im Abfallstück am RIB entsteht und die ganze Sägeblattlänge zum Sägen ausgenutzt wird.

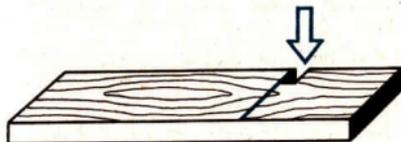


Bild 16/4

- 1. Erläutere, warum das Werkstück beim Sägen in der Sägevorrichtung an die hintere Kante gedrückt wird!
- 2. Begründe, weshalb der Sägeschnitt am Riß im Abfallstück liegen soll!

### Arbeitsschutz

Beim Festhalten des Werkstückes dürfen die Finger nicht zu nahe am Sägeschnitt liegen.

Das Feilen wird hauptsächlich zum Nachbearbeiten von Werkstücken angewandt, um damit dem Werkstück die endgültige Form, Größe und Oberflächengüte zu geben. Eine besondere Art des Feilens ist das Raspeln, das in der Holzverarbeitung angewendet wird.

Feilen und Raspeln sind Werkzeuge, die aus gehärtetem Werkzeugstahl bestehen. Ihre Oberflächen sind mit scharfen Einkerbungen (Hieben) versehen, mit denen Späne vom Werkstoff getrennt werden.



Bild 17/1 Feile (links) und Raspel

Der Pockenrieb einer Raspel ist grob und hat eine stark reißende Wirkung; dadurch wird die Werkstückoberfläche rau. Man verwendet eine Raspel für die grobe

Bild 17/2 Profile von Feilen



Bearbeitung von Holz und Preßstoffen. Beim Raspeln wird nicht bis an den Riß heran gearbeitet, sondern man läßt noch etwas Werkstoff zum Nachbearbeiten stehen.

Mit der Feile, die feinere Hiebe als eine Raspel hat, wird die rauhe Werkstückoberfläche geglättet und das Werkstück auf das Fertigmaß gebracht.

Je nach der Form des Werkstückes werden Feilen mit unterschiedlichen Profilen verwendet (Bild 17/2). Am gebräuchlichsten sind für die Holzbearbeitung Feilen mit Flach- und Halbrundprofil.

- Für welche am Werkstoff herzustellende Form würdest du die im Bild 17/2 gezeigten Feilen benutzen? Fertige je eine Skizze an!

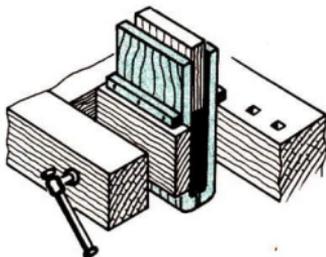


Bild 17/3 Spannkloben

Beim Feilen oder Raspeln wird das Werkstück möglichst kurz in eine Haltevorrichtung, wie zum Beispiel den Spannkloben oder den Schraubstock, eingespannt, damit es nicht federt (Bild 17/3).

Beim Arbeiten mit Feilen und Raspeln ist das Feilen- bzw. Raspelblatt soweit wie möglich auszunutzen. So sind weniger hin- und hergehende Bewegungen nötig, das Werkstück kann in einer kürzeren Zeit fertiggestellt werden, und das Werkzeug ist länger gebrauchsfähig.

- 1. Betrachte Raspelspäne und Feilspäne vom gleichen Werkstoff! Was stellst du fest?
- 2. Welche Vorteile ergeben sich, wenn mehrere gleichartige dünne Werkstücke zum Raspeln und Feilen gleichzeitig eingespannt werden?
- 3. Beschreibe den Unterschied zwischen dem Handhaben der Feinsäge und dem Handhaben der Feile! Betrachte dazu auch Bild 18/1!



Bild 18/1 Handhaben der Feile

### Arbeitsschutz

Die Hefte von Raspel und Feile dürfen nicht beschädigt sein. Ohne Hefte dürfen Raspeln und Feilen nicht benutzt werden. Vorsicht beim Einschlagen loser Hefte! Späne sind mit einem Handbesen vom Arbeitsplatz zu entfernen!

**Das Schleifen** dient der Feinbearbeitung, das heißt dem Glätten von Werkstückoberflächen und dem Brechen von Werkstückkanten. Viele Werkstoffe lassen sich

schleifen. Für die verschiedenen Werkstoffe werden Schleifmittel mit unterschiedlichen Korngrößen (Größe der Schleifmittelteilchen) verwendet. Schleifmittel werden aus verschiedenen harten Stoffen, wie zum Beispiel aus Glas oder Quarzsand, hergestellt. Daher kommt die Bezeichnung „Glas-“ oder „Sandpapier“. Die keilförmigen Schneiden des Schleifmittels (Bild 18/2) trennen die feinsten Späne (Schleifmehl) vom Werkstoff.



Bild 18/2 Schleifkörner

▶ Beim Schleifen werden sehr feine Späne vom Werkstück abgetrennt. Das Schleifen ist ein spanendes Trennverfahren.

Holz wird mit Schleifpapier geschliffen. Es besteht aus festem Papier, auf das kleine Schleifkörner aufgeklebt sind. Die Glätte der geschliffenen Oberfläche hängt von der Größe der Körnung ab. Beim Schleifen liegt das Schleifpapier entweder auf einer ebenen Unterlage, oder es wird um einen Schleifklotz gelegt.

- 1. Was soll beim Holz durch das Schleifen erreicht werden?
- 2. Betrachte das Bild 18/3 und beschreibe, was beim Schleifen zu beachten ist!

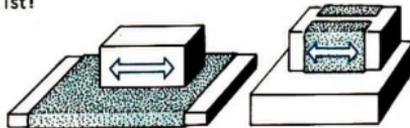


Bild 18/3 Schleifpapier auf ebener Unterlage und Schleifklotz

Holz wird längs und quer zur Faserichtung geschliffen. Um Kratzer zu vermeiden oder zu beseitigen, wird abschließend nur in Faserrichtung geschliffen. Eine besonders glatte Oberfläche erhält man, wenn das Holz nach dem Schleifen mit einem feuchten Schwamm angeätzt (gewässert) und nach dem Trocknen noch einmal geschliffen wird.

▼ Nimm zwei Stücke gehobeltes Holz und schleife sie mit feinem Schleifpapier! Wässere das eine Stück Holz und laß es trocknen! Vergleiche die Glätte der Oberfläche an beiden Holzstücken! Erläutere deine Feststellung! Welche Schlußfolgerungen ergeben sich für das Bearbeiten?

● Warum soll man Schleifpapier nicht schneiden, sondern auf der Rückseite einritzen und dann durch Reißen über einer Kante trennen?

#### Arbeitsschutz

Das Schleifmehl wird vorsichtig mit einem Handbesen entfernt. Es darf nicht weggeblasen werden, da es schädlich für Augen und Lunge ist.

### Verbinden

Viele Gegenstände bestehen aus mehreren Einzelteilen, die miteinander verbunden werden müssen. So besteht ein fertiges Fenster aus Rahmenhölzern, die miteinander verbunden sind. Damit man das Fenster öffnen kann, sind an den Holzteilen Beschläge befestigt. Zum Verbinden von Einzelteilen werden verschiedene Verfahren angewendet.

● Nenne dir bereits bekannte Verfahren zum Verbinden! Wiederhole, wo sie angewendet werden!

**Das Nageln** ist in der Holzbearbeitung ein häufig angewendetes Verfahren zum Verbinden.

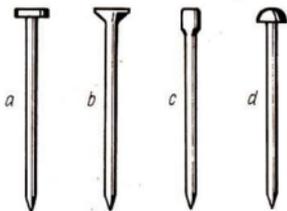


Bild 19/1 Kopfformen der Nägel

► Durch Nägel werden Holzteile miteinander verbunden und Beschläge auf Holz befestigt,

Je nach dem Verwendungszweck gibt es **Nägel** von verschiedener Länge, Dicke und Kopfform (Bild 19/1).

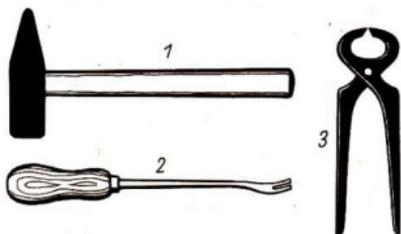


Bild 19/2 Werkzeuge zum Nageln

Zum Nageln verwendet man den Hammer (1). Außerdem werden die Kneifzange (3) und ein Nagelheber (2) benötigt. Die Nagelstellen werden angerissen. Der Hammer wird am Ende des Stieles angefaßt. So wird die Schlagwirkung erhöht. Der Hammerkopf muß fest auf dem Stiel sitzen und darf keinen Grat haben, damit Verletzungen vermieden werden.

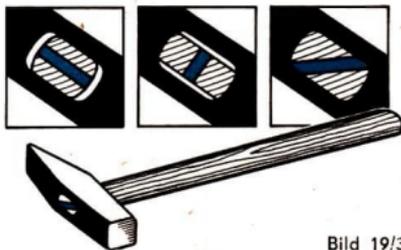


Bild 19/3

- Erkläre die Darstellungen in Bild 19/3 und überprüfe dein Werkzeug!

Geknickte oder schief eingeschlagene Nägel werden mit der Kneifzange oder dem Nagelheber aus dem Holz entfernt. Damit in Hirnholz geschlagene Nägel besser halten, werden sie schwalbenschwanzförmig eingeschlagen (Bild 20'1).

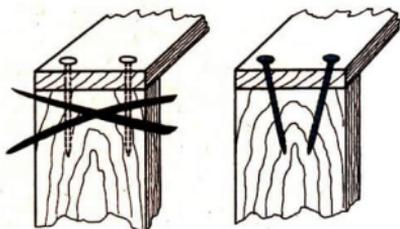


Bild 20/1 Nägel in Hirnholz

Am Ende eines Brettes oder einer Leiste eingeschlagene Nägel können das Holz spalten. Um das zu verhindern, wird die Nagelspitze gestaucht (Bild 20'2).

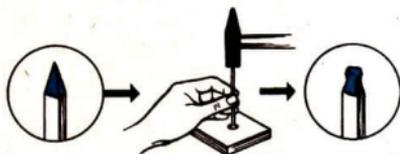


Bild 20/2 Stauchen einer Nagelspitze

**Das Schrauben** wird zum lösbareren Verbinden einzelner Bauteile bei der Arbeit mit technischen Baukästen angewendet. Schraubenverbindungen lassen sich aber nicht nur bei Metall, sondern auch bei Holz herstellen.

► Durch Schrauben werden auch Holzteile oder Beschläge mit Holzteilen verbunden.

Das Herstellen einer Schraubenverbindung ist teurer als eine Nagelverbindung. Sie hat jedoch gegenüber der Nagelver-

bindung wesentliche Vorteile. Die Schraubenverbindung ist fester als eine Nagelverbindung und stets mehrmals wieder lösbar, ohne den Werkstoff oder die Schraube zu zerstören.

Werden Holzteile mit Schrauben verbunden, verwendet man Holzschrauben. Sie werden entsprechend ihrem Verwendungszweck in verschiedenen Längen, Dicken und Kopfformen geliefert. Nach den Kopfformen unterscheidet man Senkkopf-Holzschrauben (1), Halbbrund-Holzschrauben (2) und Linsensenk-Holzschrauben (3) (Bild 20/3).

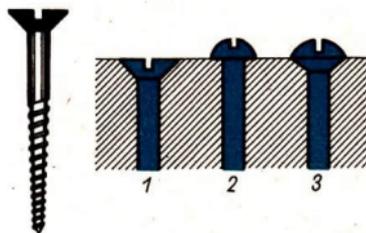


Bild 20/3 Holzschraube und Kopfformen

Holzschrauben unterscheiden sich von Schrauben für Metall in der Form des Gewindes. Sie haben ein kegelig auslaufendes Gewinde. Die Holzschraube drückt beim Eindrehen ein Gewinde in das Holz.

Bei der Arbeit mit technischen Baukästen werden zum Verbinden Schrauben und Muttern verwendet.

- Überlege, warum bei Holzschrauben keine Mutter benötigt wird!

Bevor eine Holzschraube eingedreht wird, muß ein Loch gebohrt werden, damit das Holz nicht spaltet. Bei kleinen Schrauben wird das Loch mit dem Vorstecher vorgestoßen, bei größeren wird es mit dem Bohrer vorgebohrt. Damit die Schraubenverbindung haltbar ist, darf das Bohrloch nicht so groß und nicht so tief sein wie der Schraubenschaft.

● Bestimme für eine Holzschraube den Bohrer zum Vorbohren des Schraubenloches!

Zum Eindrehen und Lösen der Holzschrauben verwendet man Schraubenzieher. Die Größe des Schraubenziehers muß dem Schraubenschlitz entsprechen (Bild 21/1).

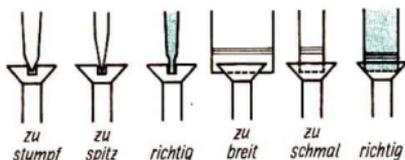


Bild 21/1 Falsche und richtige Anwendung des Schraubenziehers

● 1. Worin liegt der Vorteil einer Schraubenverbindung (zum Verbinden von Holzteilen und zum Befestigen von Beschlägen auf Holzteilen) gegenüber einer Verbindung durch Nageln?

2. Nenne Beispiele, wo Holzteile miteinander durch Schrauben verbunden sind!

3. Nenne Beispiele, wo Beschläge auf Holzteilen mit Schrauben befestigt sind!

4. Vergleiche die Angaben auf dem Etikett einer Schraubenpackung mit den darin befindlichen Holzschrauben! Stelle fest, was zu den Schrauben angegeben ist!

#### Arbeitsschutz

Beim Eindrehen der Schrauben ist mit den Fingern der linken Hand der Schraubenzieher zu führen.

**Das Kleben.** Beim Herstellen von Erzeugnissen aus Papier, Karton und Pappe werden die Teile durch Kleben verbunden. Dieses Verfahren wird auch zum Verbinden von Teilen in der Holzbearbeitung angewandt. Beim Kleben werden die Teile durch den Klebstoff so verbunden, daß die Verbindung nicht zu lösen ist, ohne die geklebten Teile zu beschädigen.

► Kleben ist ein Verfahren zum Verbinden von Teilen mit Hilfe von Klebstoff. Die Klebverbindung ist im Vergleich zur Schraubenverbindung eine nicht lösbare Verbindung.

Zum Kleben von Holz werden verschiedene Klebstoffe mit unterschiedlichen Eigenschaften verwendet.

Ein Klebstoff aus tierischen Rohstoffen ist der Glutinleim. Er wird durch Erwärmen gebrauchsfertig (Warmleim) und kann mit Wasser verdünnt werden.

● Überlege, welche Vorteile und welche Nachteile die Wasserlöslichkeit des Glutinleimes für seine Verwendung hat!

Häufig werden künstlich hergestellte (synthetische) Klebstoffe verwendet. Sie sind unter dem Namen PVA-Leim, Didi-Leim, Berliner Kaltleim und anderen bekannt. Synthetische Klebstoffe werden in gebrauchsfertigem Zustand von der Industrie geliefert. Sie sind wasserfest und härten schnell aus. Zum Aufbewahren dürfen keine Metallgefäße verwendet werden, denn synthetische Klebstoffe enthalten Stoffe, die Metalle angreifen.

Zum Herstellen einer haltbaren Klebverbindung ist eine richtige Vorbereitung der Klebflächen und das sorgfältige Ausführen des Arbeitsganges notwendig. Die Klebflächen müssen so vorbereitet sein, daß sie zueinander passen und sauber sind. Vor dem Auftragen des Klebstoffes wird der Arbeitsplatz so vorbereitet, daß alle Arbeitsmittel zum Herstellen der Klebverbindung geordnet bereitliegen.

Der Klebstoff wird dann mit einem Pinsel oder Spachtel aufgetragen. Nach dem Gebrauch sind Pinsel und Spachtel gründlich mit Wasser zu reinigen.

Nach dem Auftragen werden die Klebflächen in einer Preßvorrichtung aufeinandergepreßt, damit der Klebstoff in die Poren des Holzes eindringt. Die Preßvorrichtung muß so lange wirken, bis der



Bild 22/1 Auftragen von Klebstoff

Klebstoff erhärtet ist. Eine häufig verwendete Preßvorrichtung ist die Schraubzwinde.



Bild 22/2 Schraubzwinde

▼ Stelle eine Klebverbindung mit Glutinleim und eine mit PVA-Leim her! Lege beide Verbindungen nach dem Härten zwei Tage lang in Wasser! Untersuche sie auf ihre Haltbarkeit!

Welche Schlußfolgerungen ziehst du daraus für das Anwenden dieser Klebstoffe?

## Oberflächenbehandlung

Betrachtet man aufmerksam auf Baustellen, Feldern oder im Transport die Maschinen und Geräte, dann kann man feststellen, daß sie sehr farbenfreudig aussehen. Es bereitet Freude, die roten, gelben oder blauen Traktoren, Krane, Anhänger von Lastkraftwagen, Lokomotiven und vieles andere mehr zu betrachten. Die Oberfläche solcher Geräte und Maschinen wird aber nicht nur farbig gestaltet, damit sie besser aussehen. Gleichzeitig wird ein Schutz gegen äußere Einflüsse, wie zum Beispiel Feuchtigkeit, erreicht.

► Durch Oberflächenbehandlung erhalten Erzeugnisse ein gutes Aussehen und werden gegen äußere Einflüsse geschützt.

Das trifft auch für die Erzeugnisse aus Holz zu: Die Fenster der Häuser beispielsweise erhalten einen Anstrich, damit ihr Holz durch die Witterungseinflüsse nicht zu faulen beginnt.

● Vergleiche die Oberfläche von Fensterrahmen mit der Oberfläche eines Wohnzimmerschranks! Beschreibe die Unterschiede!

Für die Oberflächenbehandlung von Holz gibt es verschiedene Möglichkeiten. Das **Beizen und Färben** wird angewendet, wenn das natürliche Aussehen (die Zeichnung) des Holzes sichtbar bleiben soll. Das Holz erhält hierdurch nur einen anderen Farbton.

**Beizen** sind Lösungen, die in Verbindung mit dem im Holz vorhandenen natürlichen Farbstoff die Oberfläche des Holzes färben. Beim Beizen bleibt die ursprüngliche Hell-Dunkel-Färbung der Holzfasern erhalten (Bild 23/1).

Das **Färben** erfolgt mit in Wasser gelösten Farbstoffen. Dabei nehmen die

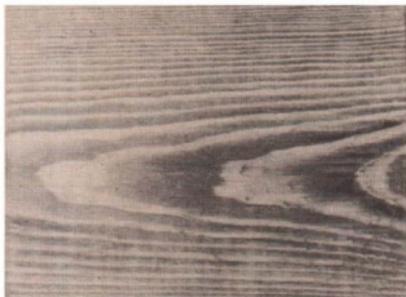


Bild 23/1 Mit Beize behandeltes Holz (links); mit Färbemittel behandeltes Holz

hellen Fasern des Holzes mehr Farbstoff auf als die dunklen. Dadurch erscheinen die vor dem Färben helleren Fasern nach dem Färben dunkler (Bild 23/1).

Vor dem Färben und Beizen muß die Oberfläche des Holzes gewässert, geschliffen und erneut gewässert werden und staubfrei sein. Farbstoff oder Beize werden mit einem Pinsel sehr feucht („satt“) aufgetragen. Nachdem der größte Teil vom Holz aufgenommen ist, wird der Rest auf der Oberfläche gleichmäßig mit einem weichen Pinsel verteilt. Der Pinsel ist dabei in Faserrichtung zu bewegen.

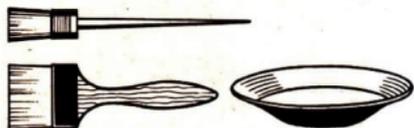


Bild 23/2 Werkzeuge und Hilfsmittel zum Beizen und Färben

► Durch Beizen und Färben wird die Farbe der Holzoberfläche verändert. Es wird dabei kein wirksamer Schutz gegen äußere Einflüsse erreicht.

**Das Mattieren und Lackieren** wird angewendet, um das Holz vor Feuchtigkeit und anderen Einflüssen zu schützen. Auch beim Auftragen von Mattine oder farb-

losem Lack bleibt die Maserung des Holzes sichtbar.

► Zum Schutz gegen Feuchtigkeit wird die Oberfläche des Holzes mattiert oder lackiert.

Mattine und farbloser Lack hinterlassen nach dem Trocknen auf dem Holz eine dünne durchsichtige Schicht. Diese schützt das Holz vor Feuchtigkeit, Kratzern, Verschleiß und Verschmutzen. Beim Mattieren entsteht ein matter Glanz, beim Lackieren ein spiegelnder Glanz. Mattine und Lack werden mit dem Pinsel aufgetragen (Bild 23/3). Nach dem Gebrauch sind die Pinsel in Lösungsmitteln zu reinigen.

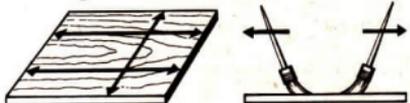


Bild 23/3 Auftragen von Mattine, Lack und Farbe

▼ Beize eine geglättete Holzfläche, mattiere oder lackiere nach dem Trocknen davon die halbe Fläche! Tropfe nach dem Trocknen des Lackes Wasser auf die lackierte und auf die nur gebeizte Oberfläche! Beschreibe die zu beobachtenden Unterschiede! Begründe sie!

#### Arbeitsschutz

Mattine und Lack sind feuergefährlich.

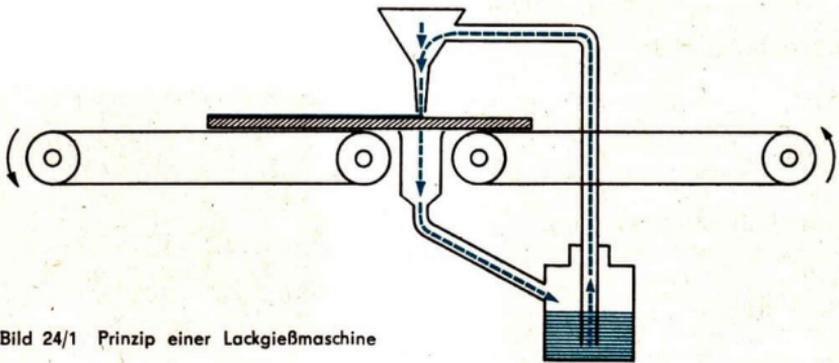


Bild 24/1 Prinzip einer Lackgießmaschine

**Das Anstreichen.** Bei den Fenstern und Türen von Häusern und bei den Möbeln in der Küche ist die Zeichnung des Holzes nicht mehr erkennbar. Es ist eine undurchsichtige Schicht aufgetragen, die das Holz darunter verdeckt.

► Anstreichen dient dem gleichmäßigen Färben und dem Oberflächenschutz des Holzes.

Von der Zusammensetzung der Anstrichstoffe hängt ihr Oberflächenschutz ab. Jeder Anstrichstoff enthält Farbpulver, Bindemittel und Lösungsmittel.

Wasserfarben sind wasserlösliche Anstrichstoffe. Sie bestehen aus einem Farbpulver, Klebstoff als Bindemittel und Wasser. Sie bleiben auch nach dem Trocknen meist wasserempfindlich.

Kunstharzfarben bestehen aus Farbpulver, Kunstharz und einem Lösungsmittel. Ölfarben setzen sich aus Farbpulver und Öl zusammen.

Haltbare Anstriche werden durch das Aufbringen mehrerer Schichten erreicht. Die oberste (letzte) Schicht ist meist ein Lack.

Das Auftragen der Anstrichstoffe erfolgt mit einem Pinsel. Nach dem Anstreichen sind die Pinsel im Lösungsmittel des Anstrichstoffes zu reinigen.

In der Industrie trägt man Anstrichstoffe

durch maschinelles Spritzen, Gießen (Bild 24/1), Tauchen und andere Verfahren auf. Dadurch spart man Zeit und erreicht eine gleichmäßige Oberfläche.

▼ Streiche eine Holzprobe je zur Hälfte mit Wasserfarbe und mit Lackfarbe! Lege die Holzprobe nach dem Trocknen ins Wasser!

Reibe mit dem Finger auf der Oberfläche! Wodurch unterscheiden sich beide Anstriche?

# Werkstoff — Holz

## Wirtschaftliche Bedeutung des Holzes

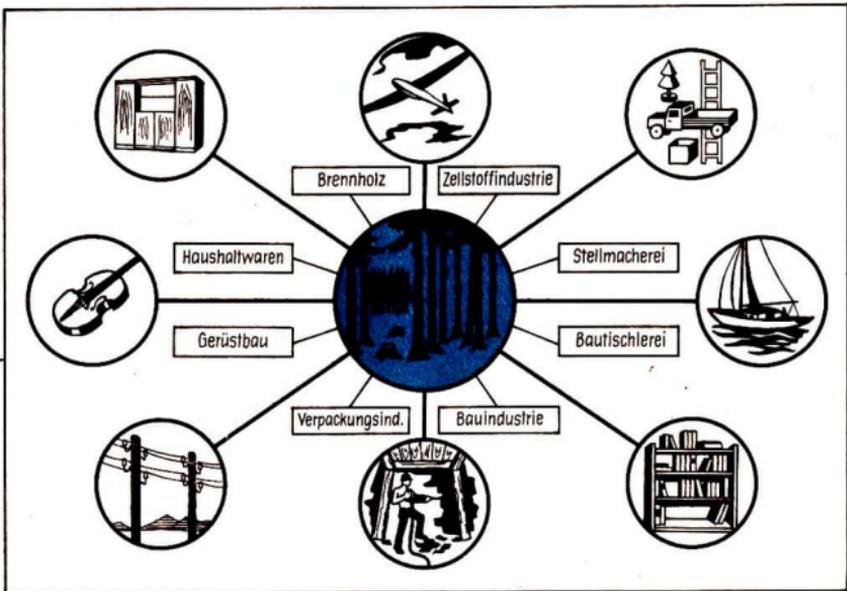
Der Waldbestand eines Landes ist von großer Bedeutung für viele Industriezweige, denn der Wald liefert den Werkstoff Holz. In unserer Republik entfällt nur noch etwa ein Viertel der gesamten Bodenflächen auf den Wald (Bild 25/2). Daher muß mit diesem Werkstoff sehr sparsam umgegangen werden. Das Holz gehört zu den ältesten Werkstoffen und (außer Steinen und Erden) auch zu den ältesten Baustoffen. Heute stehen uns bereits viele neuentdeckte



Bild 25/2 Anteil des Waldes an der Bodenfläche der DDR

und neuentwickelte Werkstoffe zur Verfügung. Diese Werkstoffe haben bei vielen Erzeugnissen das Holz abgelöst, weil sie für bestimmte Zwecke bessere Eigenschaften besitzen. So wird zum Beispiel in der Verpackungsindustrie heute weit weniger Holz benötigt als früher. Viele Pro-

Bild 25/1



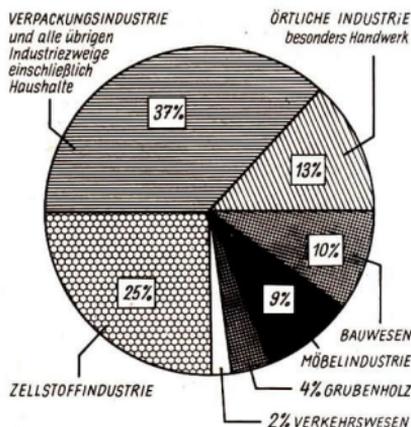


Bild 26/1 Holzverbrauch in der DDR

dukte werden nicht mehr in Papier, sondern in Kunststoff (Folien) verpackt. Trotzdem benötigen noch viele Wirtschaftszweige große Mengen Holz (Bild 25/1).

● 1. Betrachte Bild 25/1! Nenne weitere Erzeugnisse aus diesen Bereichen, bei deren Herstellung der Werkstoff Holz benötigt wird!

2. Stelle fest, wo im Haushalt das Holz durch andere Werkstoffe ersetzt worden ist!

Das Bild 26/1 zeigt, welchen Anteil einzelne Bereiche am Holzverbrauch haben.

► Das Holz gehört zu den ältesten Werkstoffen. Obwohl es vielfach durch andere Werkstoffe ersetzt wird, ist es für viele Wirtschaftszweige von großer Bedeutung.

## Holzarten

Die Hölzer können nach der Art der Blattbildung der Bäume und nach dem Bearbeitungswiderstand unterschieden werden.

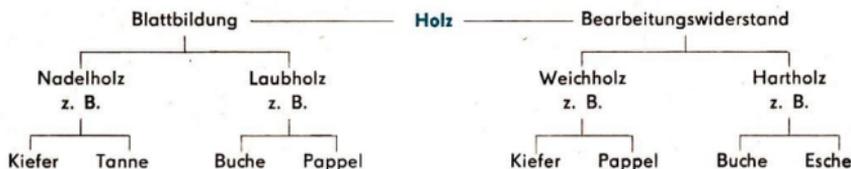
● Betrachte Bild 25/2 und stelle fest, welchen Anteil die Nadelhölzer und die Laubhölzer am Waldbestand der DDR haben.

Die Kiefer (Bild 26/2) ist das bei uns am meisten vorkommende Nadelholz. Sie erreicht mit 100 bis 120 Jahren erst die Fäll- oder Schlagreife.



Bild 26/2 Kiefer

Die Kiefer ist sehr harzreich. Ihr Holz ist weich und läßt sich gut bearbeiten. Unter günstigen Verhältnissen ist es fast unbegrenzt haltbar. Obwohl es zäh und elastisch ist, läßt es sich gut spalten. Das Holz der Kiefer wird in der Möbelindustrie vielseitig verarbeitet. Wegen der langen Haltbarkeit wird das Kiefernholz auch im Bergbau zum Abstützen der Stollen eingesetzt und im Telegrafennbau



für Maste der Überlandleitungen verwendet. Auch im Schiff- und Waggonbau werden große Mengen verarbeitet. Das Harz der Kiefer wird forstwirtschaftlich gewonnen und der chemischen Industrie als Rohstoff zugeführt.

Die **Buche** (Bild 27/1) hat einen großen Anteil an den bei uns wachsenden Laubhölzern. Ihre Schlagreife liegt bei 140 bis 160 Jahren.



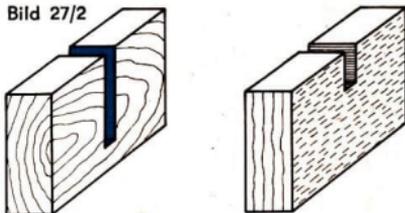
Bild 27/1 Buche

Durch das langsame Wachsen ist das Holz der Buche dicht und hart und läßt sich daher nur schwer bearbeiten. Es ist zäh, aber gut spaltbar. Das Buchenholz verändert unter äußeren Einflüssen ständig seine Form; es dehnt sich aus und zieht sich wieder zusammen. Man sagt dazu: Es arbeitet stark.

Viele Haushalt- und Sportgeräte werden aus Buchenholz gefertigt. Gestelle für Polstermöbel bestehen vorwiegend aus Buche. Für Parkettfußböden werden kurze und schmale Buchenbrettchen verwendet. Ein Teil des Buchenholzes wird zu Furnieren verwertet.

▼ Eine Kiefernleiste wird mit einem Fuchsschwanz bis auf eine bestimmte Tiefe eingesägt. Die dazu benötigte Zeit wird festgehalten. Anschließend wird mit demselben Fuchsschwanz und gleichem Kraftaufwand der Versuch in der ermittelten Zeit an einer Buchenleiste gleicher Abmessung wiederholt,

Bild 27/2

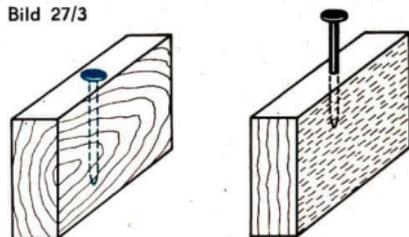


● Betrachte Bild 27/2! Beschreibe das Versuchsergebnis und begründe es!

▼ In ein Kiefern Brett wird ein Nagel eingeschlagen. Die benötigten Hammerschläge werden gezählt. Ein gleicher Nagel wird mit demselben Hammer, bei gleichem Kraftaufwand und der gleichen Anzahl von Schlägen in ein Buchenbrett eingetrieben.

● Betrachte Bild 27/3! Beschreibe das Versuchsergebnis und begründe es!

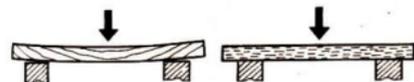
Bild 27/3



▼ Eine Kiefernleiste und eine Buchenleiste mit gleichen Abmessungen werden bei gleicher Spannweite gleichmäßig belastet.

● Betrachte Bild 27/4! Beschreibe das Versuchsergebnis und begründe es!

Bild 27/4



► Das Holz wird in Nadelholz und in Laubholz oder in Weichholz und in Hartholz unterteilt. Das langsame Wachsen des

Holz verpflichtet uns zum Schutz des Waldes und zu sparsamem Holzverbrauch.

1. Begründe, warum die Kiefer als Weichholz und die Buche als Hartholz bezeichnet werden!
2. Worauf hat eine Pioniergruppe zu achten, die in der Nähe des Waldes ein Lagerfeuer unterhält?

## Faserplatten und Spanplatten

Das langsame Wachsen des Holzes und der große Holzbedarf stehen in einem ungünstigen Verhältnis zueinander. Arbeiter, Techniker, Ingenieure und Wissenschaftler suchten und suchen deshalb nach Möglichkeiten, den Holzabfall zu nutzen. Ergebnis dieser Forschungen sind die Faserplatten und die Spanplatten, die ähnliche Eigenschaften wie das Holz besitzen.

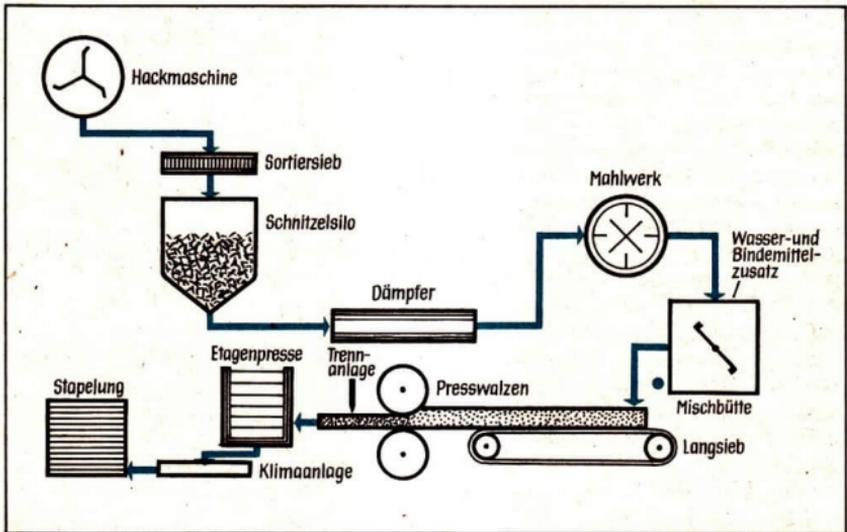
Faserplatten werden unterteilt nach:

- porösen Faserplatten,
- halbharten Faserplatten,
- harten Faserplatten.

Sie können ähnlich wie Holz bearbeitet werden und sind sehr vielseitig verwendbar. Beim Hausbau dienen harte Faserplatten zum Verkleiden von Decken und Wänden. In den Verkehrsmitteln werden sie als Wandverkleidung eingesetzt. Auch in der Möbelindustrie werden große Mengen Faserplatten für die Rückwände von Schränken, die Böden von Schubladen und vieles andere mehr verwendet. Im Werkunterricht werden häufig die Böden von Kästen daraus hergestellt.

Als Rohstoff für die Faserplatten werden vor allem Holzabfälle und minderwertigeres Rohholz verwendet. Von großem Vorteil ist, daß die Holzabfälle und das Rohholz mit Rinde verarbeitet werden können. Beim Zerhacken zersplittert die Rinde und kann später ausgesiebt oder ausgewaschen werden. Als Zusatzstoff

Bild 28/1 Schematische Darstellung der Faserplattenproduktion



wird außer Schilf auch das Stroh von Öl-  
saaten, wie zum Beispiel vom Raps, ver-  
wendet. Der Herstellungsprozeß (Bild  
28/1) ähnelt dem der Papierherstellung.

● Führe die folgenden drei Versuche  
durch und nenne dann einige Eigen-  
schaften der Faserplatten! Vergleiche  
diese Eigenschaften mit denen von Holz!

▼ 1. Benetze ein Stück Faserplatte auf  
der glatten Seite mit Wasser!

2. Belaste eine 4 mm dicke Kiefernleiste  
und ein gleich großes Stück Faserplatte  
so lange gleichmäßig, bis eines der Teile  
bricht!

3. Ermittle von einem Rest Faserplatte  
allseitig die Maße! Lege das Stück län-  
gere Zeit in Wasser! Miß noch einmal!

► Die Faserplatten besitzen große volks-  
wirtschaftliche Bedeutung. Sie haben  
ähnliche Eigenschaften wie das Holz und  
können vielseitig eingesetzt werden! Zu  
ihrer Herstellung können Holzabfälle und  
Schilf oder Stroh verwendet werden.

**Spanplatten** sind der jüngste Werkstoff  
aus Holz. Das Herstellen von Spanplatten  
ermöglicht eine hohe volkswirtschaft-  
liche Ausnutzung des Holzes, weil dafür  
alle Holzarten, auch Abfallholz, verwen-  
det werden können. Die Verfahren zum  
Herstellen von Spanplatten werden stän-  
dig verbessert. Der Herstellungsablauf ist  
bereits weitgehend mechanisiert und au-  
tomatisiert. Dadurch wird es möglich, die  
Produktion ständig zu steigern.

Die Spanplatten werden heute schon in  
vielen Industriezweigen verwendet. Sie  
sind in der Möbelproduktion der Haupt-  
werkstoff. Infolge ihrer Größe verwendet  
man die Platten gern zur Tafelung für  
Wände und Decken besonders großer  
Räume. Im Schiff- und Waggonbau die-  
nen sie zum Innenausbau. Kunststoffbe-  
schichtete Platten eignen sich besonders

zum Herstellen von Laden- und Küchen-  
einrichtungen.

▼ Lege ein Stück Spanplatte und eine  
Kiefernleiste längere Zeit ins Wasser!  
Welche Feststellungen kannst du über  
Größe und Formbeständigkeit treffen?

► Die Spanplatten sind von großer  
volkswirtschaftlicher Bedeutung und wer-  
den mehr und mehr zum Hauptwerkstoff  
in der Möbelindustrie. Zur Herstellung  
können alle Holzarten und Abfallholz ver-  
wendet werden.

**Die Produktion** von Holzfaserplatten er-  
fordert einen größeren Maschinenpark  
als das Herstellen von Spanplatten. Das  
Verfahren zum Herstellen der Faserplat-  
ten ist meist ein Naßverfahren. Die Pro-  
duktionsstätten können deshalb nur dort  
errichtet werden, wo genügend Wasser  
zur Verfügung steht. Kostspielige Trans-  
portwege der Rohstoffe wären sonst die  
Folge. Die Reinigung der Abwässer ver-  
teuert zusätzlich die Herstellung.

Spanplattenwerke können dagegen in  
unmittelbarer Nähe der Rohstoffbasis er-  
richtet werden, denn die Spanplatten  
werden in einem Trockenverfahren produ-  
ziert. Das Herstellungsverfahren ermög-  
licht die Produktion dickeren Plattenma-  
terials. Die Holzfaserplatten und die  
Holzspanplatten kommen in standardi-  
sierten Größen in den Handel. Ohne sie  
kann die holzbearbeitende Industrie  
heute nicht mehr auskommen!

## Stabilität der Bauelemente

Bei der Planung und Montage von Bauwerken muß zum Beispiel beachtet werden, daß die Bauelemente bestimmten Belastungen ausgesetzt sind.

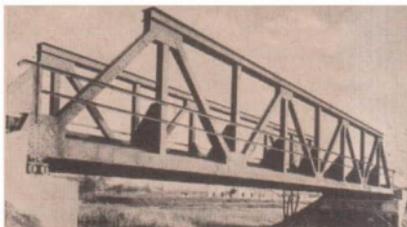


Bild 30/1 Brücke

► Die Form jedes Körpers wird beim Einwirken äußerer Kräfte (Belastung) verändert. Ist die Belastung für den Körper nicht zu groß, dann kehrt er nach Entlastung in seine alte Form zurück. Ist die Belastung für den Körper zu groß, dann bleibt die Formveränderung auch nach Entlastung erhalten.

Bei Brücken und Überführungen beispielsweise findet man häufig Angaben über die zulässige Höchstbelastung.

● Wo hast du schon ähnliche Angaben gesehen? Begründe, warum es wichtig ist, sie einzuhalten!

Ein Konstrukteur muß schon bei der Planung überlegen, welcher Werkstoff am geeignetsten ist und welche Form (Profilart) die Bauelemente haben müssen,

damit sie den auftretenden Belastungen standhalten. Die Stabilität der Profilarten ist sehr unterschiedlich. Es ist wichtig, daß die Berechnungen zur Stabilität stimmen. Nur dann werden beim Arbeiten einer Anlage keine Menschenleben gefährdet, und die Anlage selbst wird nicht zerstört. Wichtig für die Planung einer Anlage ist es zu wissen:

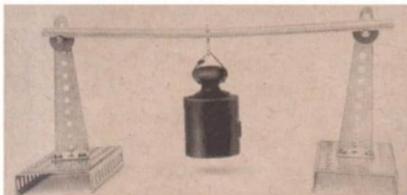
- welche Profilart den Belastungsanforderungen genügt,
- bei welcher Profilart am wenigsten Werkstoff verbraucht wird und
- ob die Profilart für die geplante Konstruktion geeignet ist.

Der Konstrukteur muß nach dem Grundsatz planen: Nicht so sicher wie möglich, sondern so sicher wie nötig.

Die gleichen Grundsätze gelten auch für den technischen Modellbau. Die hier verwendeten Profilarten lassen sich in unserer Umwelt wiederfinden, und auch sie haben eine unterschiedliche Stabilität. Einige der im Modellbau verwendeten Profilarten zeigt die folgende Tabelle.

Profilart	Darstellung	
	zeichnerisch	schematisch
Flachprofil		
Winkelprofil		
U-Profil		

Bild 30/2 Prüfstand



Profilart	Formveränderung bei		
	geringer Belastung	mittlerer Belastung	starker Belastung

● Prüfe die in der Tabelle (Seite 30) gezeigten Profile auf ihre Stabilität! Fertige nach dem obenstehenden Muster eine Tabelle an, und trage ein, ob keine, eine zeitweilige oder ständige Formveränderung eintritt!

► Entscheidend für das Verwenden einer Profilart ist, ob sie der geforderten Belastung entspricht und ob ein möglichst sparsamer Materialverbrauch gesichert ist.

## Maschinenelemente

Im Laufe des Bestehens der menschlichen Gesellschaft hat sich die Technik weiterentwickelt. Eine sprunghafte Entwicklung nahmen zum Beispiel die Maschinen zum Heben von Lasten, für die landwirtschaft-

liche Produktion, für die Schifffahrt und die vielen Verkehrsmittel (Bilder 31/1 und 31/2).

Alle diese Maschinen bestehen aus vielen einzelnen Teilen. Untersucht man diese Einzelteile genauer, dann stellt man fest, daß in vielen Maschinen gleiche Teile verwendet werden.

Schrauben beispielsweise findet man an Kraftfahrzeugmotoren, Drehmaschinen, Küchenmaschinen und vielem anderen mehr.

Lager werden am Fahrrad ebenso benötigt wie am Mähdrescher.

Zahnräder sind in der Taschenuhr wie im Schiffsgetriebe zu finden. Solche Teile bezeichnet man als **Maschinenelemente**. Sie werden in großen Stückzahlen benötigt. Um billig produzieren zu können, hat man viele Maschinenelemente vereinheitlicht (standardisiert).

Bild 31/1 Motorrad aus dem Jahre 1912

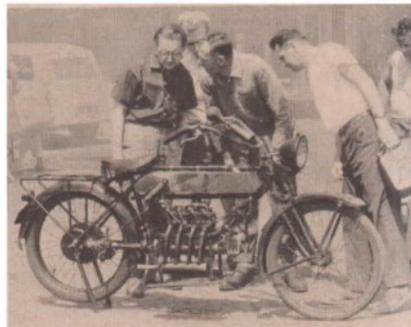
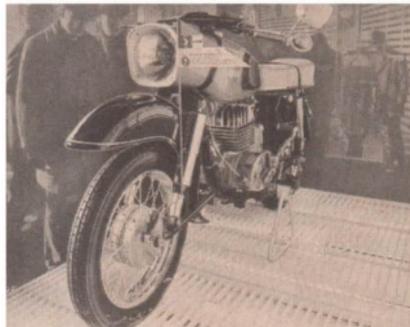


Bild 31/2 Modernes Motorrad aus Zschopau („Trophy“)



Zur besseren Übersicht werden die Maschinenelemente in mehrere Gruppen unterteilt. Eine Gruppe sind die Übertragungselemente. Sie haben unter anderem die Aufgabe, Bewegungen weiterzuleiten oder umzuwandeln. Andere Maschinenelemente beispielsweise haben die Aufgabe, Maschinenteile zu führen und zu stützen.

**Achsen und Wellen** gehören zu den Übertragungselementen. Sie unterscheiden sich in der Art der Belastung und Beanspruchung. Die unterschiedliche Art der Belastung und Beanspruchung ist in der untenstehenden Tabelle aufgeführt.

● Betrachte Bild 32/1!

1. Benenne die mit den Ziffern 1 bis 4 gekennzeichneten Maschinenelemente!
2. Benenne die mit den Ziffern 5 bis 8 gekennzeichneten Übertragungselemente!
3. Nenne weitere Beispiele von Achsen und Wellen, die du in Geräten und Maschinen erkannt hast!

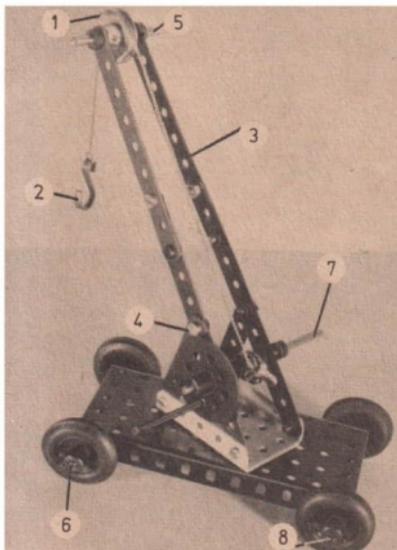


Bild 32/1 Maschinenelemente an dem Modell eines Drehkrans

	Aufgabe	Beanspruchung und Belastung	Anwendung
Achsen	Achsen tragen oder stützen drehende (umlaufende) Maschinenteile	Belastung auf Biegung	Handwagen, Fahrrad, Fuhrwerk, Eisenbahnwagen, Achse vom Kraftfahrzeug usw.
Wellen	Wellen übertragen Drehbewegungen	Beanspruchung auf Verdrehung und Biegung	Getriebe, Kraftfahrzeug-Motor-Kurbelwelle usw.

► Achsen tragen und stützen drehende (umlaufende) Maschinenteile und werden auf Biegung beansprucht. Wellen übertragen Drehbewegungen. Sie werden auf Verdrehung und Biegung beansprucht.

**Lager** haben die Aufgabe, bewegliche Maschinenteile sicher zu halten. Sie füh-

ren und stützen die Maschinenteile und ermöglichen Drehbewegungen.

● Nenne Maschinen und Geräte, in denen Lager verwendet werden!

Bewegen sich Achsen oder Wellen in ihren Lagern, dann reiben diese Maschinenelemente aneinander, und es entsteht

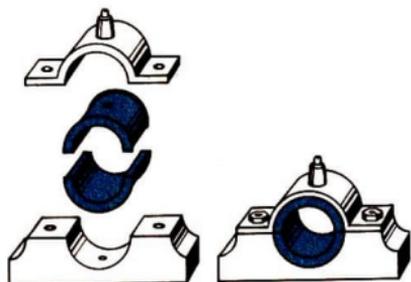


Bild 33/1 Aufbau eines Gleitlagers

Wärme. Wird sie zu groß, dann kann die Maschine zerstört werden. Die hier auftretende Reibung ist eine **unerwünschte Reibung**. Durch richtige Schmierung wird die unerwünschte Reibung in den Grenzen gehalten, bei denen die Maschinenelemente nicht durch Wärme zerstört werden.

● Überprüfe, ob die Lager deines Fahrrades richtig geschmiert sind! Berichte in der nächsten Stunde über das Ergebnis der Überprüfung und die getroffenen Maßnahmen!

► Lager stützen und führen Achsen und Wellen.

Die unerwünschte Reibung von Maschinenelementen wird durch Abschmieren mit Öl oder Fett (Schmiermittel) vermindert.

## Riemengetriebe

Sollen Drehbewegungen zwischen zwei Wellen, die eine größere Entfernung voneinander haben, übertragen werden, kann man ein Riemengetriebe verwenden. Dabei wird eine Drehbewegung von der treibenden Riemenscheibe über den Riemen auf die getriebene Riemenscheibe übertragen (Bild 33/2).

Riemengetriebe sind seit einigen Jahrhunderten bekannt (Bild 34/1). Sie wurden zum Beispiel damals schon in Holz-

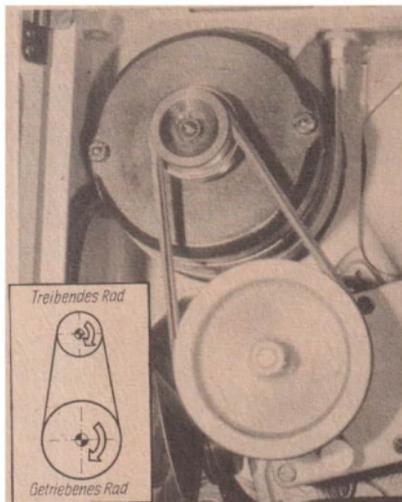


Bild 33/2 Einfaches Riemengetriebe und schematische Darstellung

bearbeitungsstätten und Spinnereien verwendet.

Auch heute sind viele Maschinen mit Riemengetrieben ausgerüstet. Meist sind die Riemenscheiben mit Hilfe eines Keils auf der Welle befestigt.

**Die Drehrichtung** von zwei miteinander verbundenen Riemenscheiben kann unterschiedlich sein. Man hat festgelegt: Die Riemenscheiben drehen sich **rechts herum**, wenn sie sich in Richtung des Uhrzeigers bewegen, und **links herum**, wenn sie sich entgegen dem Uhrzeiger bewegen.

Haben zwei miteinander verbundene Riemenscheiben die gleiche Drehrichtung, dann spricht man von einem **offenen Riemengetriebe** (Bild 34/2).

Durch Kreuzen des Riemens wird erreicht, daß beide Riemenscheiben eine **entgegengesetzte (gegenläufige) Drehrichtung** zueinander haben (Bild 34/3). Man spricht dann von einem **gekreuzten Riemengetriebe**.

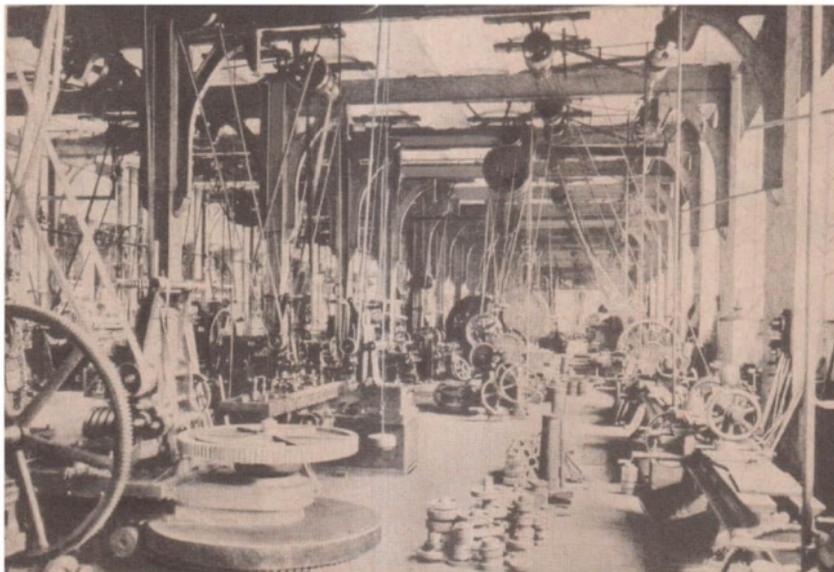


Bild 34/1 Riemengetriebe in einer Druckmaschinenfabrik vor über 100 Jahren

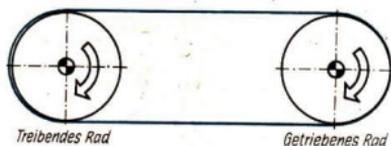


Bild 34/2 Schematische Darstellung eines offenen Riemengetriebes

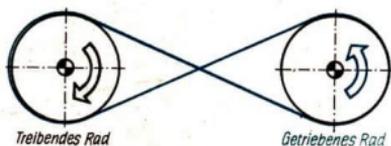


Bild 34/3 Schematische Darstellung eines gekreuzten Riemengetriebes

### Drehzahl und Übersetzungsverhältnis.

Die Anzahl der Umdrehungen, die ein Rad in einer Minute macht, bezeichnet man als Drehzahl. Wird die Drehzahl des

treibenden Rades mit der Drehzahl des getriebenen Rades verglichen, dann kann man das Übersetzungsverhältnis berechnen.

▼ Baue mit dem Baukasten ein offenes Riemengetriebe auf! Verwende zwei Riemenscheiben mit gleichem Durchmesser!

Überprüfe, ob die Wellen parallel liegen! Laß die treibende Riemenscheibe fünf Umdrehungen ausführen und stelle fest, wieviel Umdrehungen die getriebene Riemenscheibe dann gemacht hat! Haben zwei miteinander verbundene Riemenscheiben gleichen Durchmesser, dann sind ihre Drehzahlen gleich. Das Übersetzungsverhältnis ist dann 1:1. Das heißt: Wenn die treibende Riemenscheibe eine Umdrehung gemacht hat, dann hat auch die getriebene Riemenscheibe eine Umdrehung gemacht (Bild 35/1).

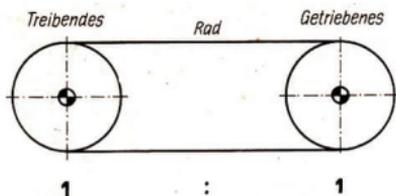


Bild 35/1 Schematische Darstellung eines Riemengetriebes (Übersetzungsverhältnis 1:1)

● Betrachte das Bild 33/2! Vergleiche die Durchmesser und Drehzahlen der Riemenscheiben!

Die Drehzahlen von zwei miteinander verbundenen Riemenscheiben müssen nicht immer gleich sein.

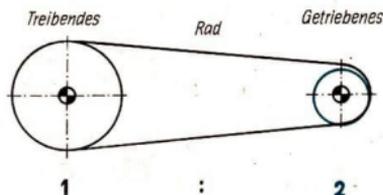


Bild 35/2 Schematische Darstellung eines Riemengetriebes (Übersetzungsverhältnis 1:2)

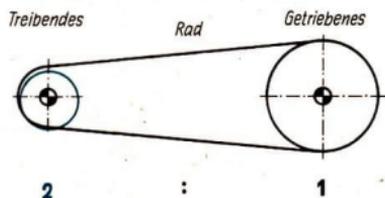


Bild 35/3 Schematische Darstellung eines Riemengetriebes (Übersetzungsverhältnis 2:1)

Bei dem im Bild 35/2 dargestellten Riemengetriebe ist der Durchmesser der treibenden Riemenscheibe doppelt so groß wie der Durchmesser der getriebenen Scheibe. Wenn die treibende Riemenscheibe eine Umdrehung gemacht hat, dann hat die getriebene zwei Umdrehungen gemacht. Das Übersetzungsverhältnis ist dann 1:2.

Das im Bild 35/3 dargestellte Riemengetriebe hat ein Übersetzungsverhältnis von 2:1.

● Betrachte das Bild 35/3! Vergleiche die Durchmesser! Sage etwas über die Drehzahlen aus!

► Das Übersetzungsverhältnis von zwei miteinander verbundenen Rädern erhält man, indem man die Drehzahlen vergleicht.

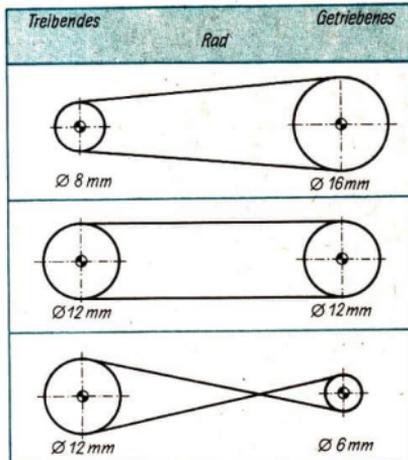


Bild 35/4

● Betrachte das Bild 35/4! Beantworte für alle drei Riemengetriebe folgende Fragen:

- Wie liegen die Wellen zueinander?
- Welche Art des Riemengetriebes liegt vor?
- Wie ist die Drehrichtung der Riemenscheiben?
- Wie groß ist das Übersetzungsverhältnis?

## Reibradgetriebe

Im Gegensatz zu Riemengetrieben, bei denen die Wellen stets parallel liegen müssen, können bei Reibradgetrieben die

Wellen sowohl parallel als auch winklig zueinander liegen. Reibradgetriebe übertragen Drehbewegungen auf der Grundlage einer erwünschten Reibung; hier wird also Reibung technisch genutzt. Das Bild 36/1 zeigt eine Spindelpresse, die durch ein Reibradgetriebe angetrieben wird.

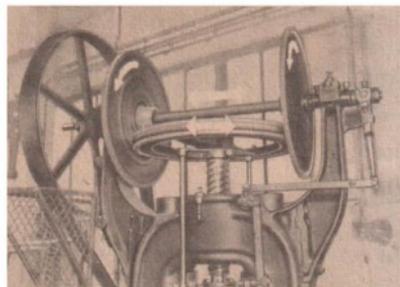


Bild 36/1 Reibradgetriebe einer Spindelpresse

Dieses Reibradgetriebe besteht aus: zwei Antriebsscheiben, einer Antriebswelle und einer Abtriebsscheibe, einer Abtriebswelle.

Die Antriebswelle ist waagrecht gelagert, kann seitlich verschoben werden und wird durch einen Motor angetrieben. Die Abtriebswelle liegt im rechten Winkel zur Antriebswelle.

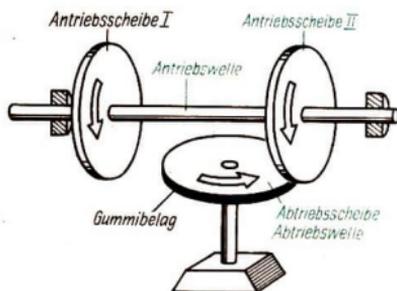


Bild 36/2 Schematische Darstellung eines Reibradgetriebes

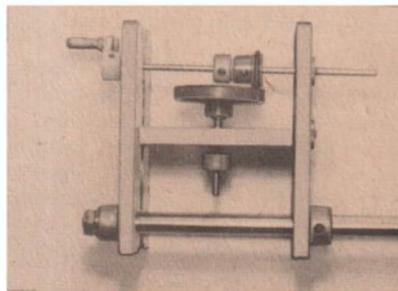
In unserem Beispiel (Bild 36/2) wird die Antriebsscheibe II fest an die Abtriebsscheibe gepreßt. An den Berührungstellen kommt es zu einer starken Reibung. Man spricht dann von einer **kraftschlüssigen Übertragung** der Drehbewegung. Die Reibung wird noch erhöht, wenn die Abtriebsscheibe einen Belag zum Beispiel aus Gummi oder Leder erhält.

● Nenne Maschinenelemente, bei denen eine unerwünschte Reibung auftritt! Begründe, warum es eine unerwünschte Reibung ist! Nenne Maßnahmen, durch die die Reibung stark vermindert wird.

Die **Drehrichtung** der Abtriebsscheibe kann bei einem Reibradgetriebe geändert werden. Im Bild 36/2 drückt die Antriebsscheibe II fest an die Abtriebsscheibe, die sich dann **linksherum** dreht. Die Welle, auf der die Antriebsscheiben befestigt sind, ist verschiebbar gelagert. Dadurch kann man sie so verschieben, daß die Antriebsscheibe I an die Abtriebsscheibe drückt. Die Abtriebsscheibe dreht sich dann **rechtsherum**.

**Das Übersetzungsverhältnis.** Das Bild 36/3 zeigt ein Reibradgetriebe aus Baukastenteilen. Es besteht aus nur einer Antriebs- und einer Abtriebsscheibe. Der Durchmesser der Antriebsscheibe ist halb so groß wie der der Abtriebsscheibe.

Bild 36/3 Modell eines Reibradgetriebes aus Baukastenteilen



● 1. Überlege, wieviel Umdrehungen die Abtriebsscheibe ausgeführt hat, wenn die Antriebsscheibe zwei Umdrehungen ausgeführt hat!

Nenne das Übersetzungsverhältnis!

2. Vergleiche die Durchmesser der Scheiben, wenn das Übersetzungsverhältnis 1:2 bzw. 1:1 wäre!

► Reibradgetriebe übertragen Drehbewegungen durch Ausnutzen der Reibung. Drehrichtung und Übersetzungsverhältnis können unterschiedlich sein.

## Elektrotechnischer Modellbau

### Anwendungsgebiete des elektrischen Stromes

Viele Maschinen werden durch einen Elektromotor angetrieben. Das war nicht immer so. Vor 150 Jahren gab es noch keine Elektromotoren. In den Fabriken standen Dampfmaschinen. Die Antriebskraft wurde durch Riemengetriebe übertragen. Man konnte bei einer durch Dampf angetriebenen Maschine nicht an jedem Ort in der Werkstatt arbeiten, wie heute zum Beispiel mit der elektrischen Handbohrmaschine. Es gab auch noch kein elektrisches Licht. Auf den Straßen, in den Fabriken und in den Häusern der Städte brannten Gasleuchten. In den Häusern der Dörfer besaßen die Menschen nur Petroleumlampen und Kerzen.

Dies änderte sich erst, als es den Menschen gelang, die Elektrizität auszunutzen. Heute benötigt unsere Industrie sehr viel elektrischen Strom. Dadurch können viele Produkte billiger, schneller und leichter hergestellt werden.

► Die Arbeit des Menschen wird durch die Anwendung des elektrischen Stromes leichter und sein Leben schöner.

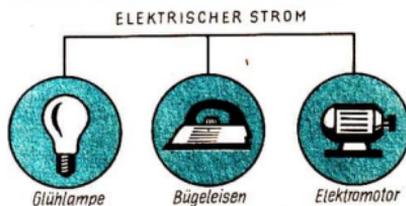


Bild 37/1 Anwendungsbeispiele  
des elektrischen Stromes

Zur Beleuchtung der Betriebe und Haushalte benutzt man heute ebenfalls den elektrischen Strom. Auch in allen anderen Bereichen des Lebens ist er ein wichtiger Helfer. Er treibt elektrische Bahnen an, die chemische Industrie braucht ihn, und selbst der Arzt kommt nicht ohne ihn aus.

1. Welche Vorteile bringt der elektrische Strom für die Menschen?
2. Suche weitere Anwendungsgebiete des elektrischen Stromes!

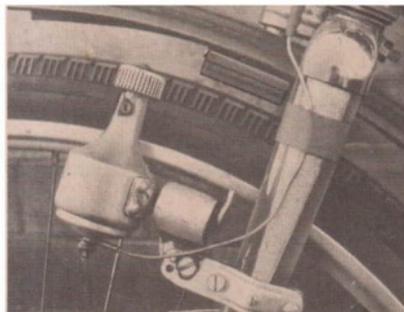


Bild 38,2 Fahrradlichtmaschine

## Erzeugung des elektrischen Stromes

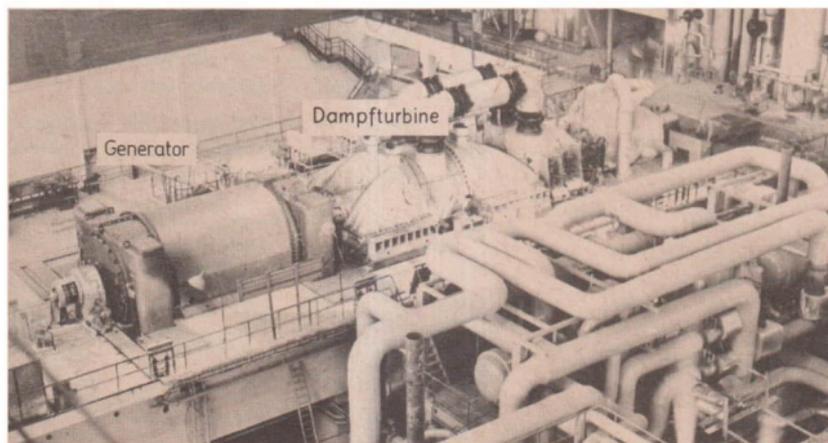
In den Kraftwerken (Bild 38/1) befinden sich **Generatoren**. Das sind riesige elektrische Maschinen, mit deren Hilfe man elektrischen Strom erhält. Eine kleine elektrische Maschine, von der wir elektrischen Strom erhalten, ist die Fahrradlichtmaschine (Bild 38/2). Zum Antrieb der Generatoren benutzt man zum Beispiel Wasserkraft oder Dampfkraft. Solange

Generatoren angetrieben werden, liefern sie **ständig** elektrischen Strom.

In der DDR ist die Braunkohle Grundlage für den Betrieb vieler Kraftwerke, denn die Braunkohle ist ein Reichtum unserer Republik.

Auch von der **elektrischen Batterie** (Bild 39/1) erhalten wir elektrischen Strom. Sie kann jedoch **nicht ständig** elektrischen Strom liefern. Nach einer gewissen Zeit ist sie verbraucht. Die Batterie, die auf dem Bild 39/1 abgebildet ist, wird meist

Bild 38,1 Blick in das erste Teilkraftwerk Vetschau



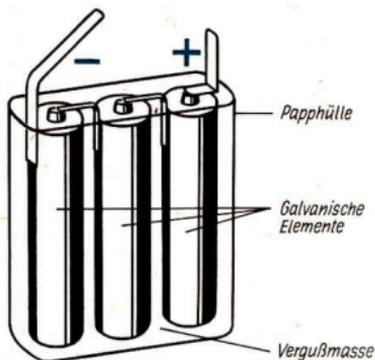


Bild 39/1 Schematische Darstellung einer Flachbatterie

in Taschenleuchten und Kofferradios verwendet.

Aus dem Werkunterricht der Klasse 3 ist bekannt, daß Spannungen über 42 V lebensgefährlich sein können. Deshalb werden im Werkunterricht für viele Arbeiten Batterien verwendet. Sie haben Spannungen, die unter 42 V liegen.

## Leiter und Nichtleiter (Isolatoren)

Von den Kraftwerken aus wird der elektrische Strom mit Hilfe geeigneter Stoffe zu den vielen Maschinen und Geräten in der Industrie und im Haushalt geleitet. Solche Stoffe sind beispielsweise Kupfer und Aluminium.

► Stoffe die geeignet sind, den elektrischen Strom zu leiten, werden als Leiter bezeichnet.

Andere Stoffe sind für diese Aufgabe ungeeignet. Sie werden als Nichtleiter bzw. Isolatoren bezeichnet. Solche Stoffe sind beispielsweise Plast, Gummi, trockenes Holz und Porzellan.

► Stoffe, die nicht geeignet sind, den elektrischen Strom zu leiten, werden als Nichtleiter bzw. Isolatoren bezeichnet.

Die meisten Leiter sind mit einer Isolierung umhüllt. Man sagt, der Leiter ist isoliert, und bezeichnet ihn dann als **Leitung**. Leitungen schützen uns vor hohen Spannungen. Außerdem ist es dadurch möglich, mehrere Leiter nebeneinander zu verlegen (Bild 39/2).

● Informiere dich über einige Anwendungsgebiete der Leiter und Nichtleiter (Isolatoren)!

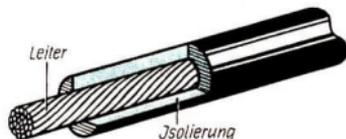


Bild 39/2 Isolierter Leiter



Bild 39/3 Beschädigte Leitung

Bild 39/3 zeigt eine beschädigte Leitung. Solche Leitungen müssen sofort von einem Fachmann ausgewechselt werden. Sie sind eine große Gefahr für die Gesundheit und das Leben der Menschen und gefährden die elektrische Anlage.

► Berühre nie beschädigte Stellen an einer Leitung! Durch unsachgemäßes Umgehen mit elektrischen Einrichtungen besteht Lebens- und Brandgefahr!

● Nenne Gründe, warum beim Bau oder der Reparatur von elektrischen Anlagen ganz besonders sorgfältig und gewissenhaft gearbeitet werden muß.

Auch im elektrotechnischen Modellbau im Werkunterricht werden einfache elek-

trische Anlagen installiert. Deshalb ist es wichtig, einige Regeln und Arbeitshinweise zu kennen und sie bei der Arbeit zu beachten.

## Anklemmen von Leitungen

Ein Elektriker, der eine elektrische Anlage installiert (einrichtet oder aufbaut), muß sehr sorgfältig und gewissenhaft arbeiten.

Zum Bau einer elektrischen Anlage benötigt man unter anderem Leitungen. Sie leiten den elektrischen Strom beispielsweise von der Batterie zu anderen Bauteilen.

► **Leitungen sind wertvolle Materialien. Schneide sie deshalb genau zu! Du hilfst damit Material sparen.**

Bild 40/1 zeigt eine Kombinationszange (Kombizange). Dieses Werkzeug wird häufig zum Abschneiden von Leitungen verwendet.

Die blau gekennzeichneten Schneiden müssen genau an der Stelle der Leitung angesetzt werden, wo geschnitten wird.

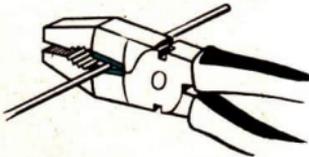


Bild 40/1 Handhabung der Kombinationszange beim Abschneiden einer Leitung

● Begründe, weshalb es wichtig ist, Leitungen genau zuzuschneiden!

Damit die zugeschnittene Leitung in der elektrischen Anlage fachgerecht angeklemmt werden kann, müssen die Enden der Leitung **abisoliert** werden. Zum Abisolieren verwendet man eine Abisolierzange (Bild 40/2). Die Größe der Öffnung an der Abisolierzange kann mit einer

Schraube so eingestellt werden, daß der Leiter beim Abisolieren nicht eingekerbt wird.

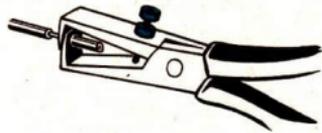


Bild 40/2 Abisolieren mit der Abisolierzange

● Überlege, was auftreten kann, wenn der Leiter beim Abisolieren beschädigt wird!

Beim **Anklemmen** des Leiters wird eine Verbindungsstelle hergestellt, durch die der Strom fließen kann. Leitungen und Geräte werden oft durch Klemmverbindungen mit Hilfe von Schrauben verbunden (Bild 40/3). Sie müssen so hergestellt werden, daß der Strom einwandfrei geleitet wird.

Oft ist es vor dem Anklemmen nötig, die Enden der Leitung zu **Ösen** zu biegen.

● Betrachte das Bild 40/3! Beschreibe, wie die Öse des Leiters angeordnet ist und wie die Schraube bewegt wird!



Bild 40/3 Richtige Lage der Öse

► Beschädige den Leiter beim Abisolieren nicht! Klemme den Leiter richtig an!

## Der einfache Stromkreis

● Wiederhole, wo der elektrische Strom erzeugt wird! Wie gelangt er dann zu den Geräten und Bauteilen (Elektromotoren, Glühlampen usw.)?

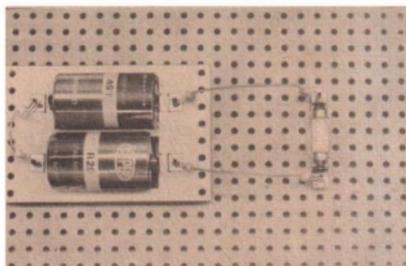


Bild 41/1 Einfacher Stromkreis



Bild 41/2 Schaltplan des einfachen Stromkreises

Im elektrotechnischen Modellbau wird der Strom von einer Batterie entnommen und dann über Leitungen zum Bauteil (Glühlampe) weitergeleitet. Bild 41/1 zeigt den Aufbau eines einfachen Stromkreises aus Baukastenteilen. Hier wurden zwei Batterien verwendet.

Die Leitungen verlaufen von den Batterien zur Glühlampe und von dort wieder zurück. Solche Anordnungen werden Stromkreis genannt.

Ist dieser Stromkreis geschlossen (Bilder 41/1 und 41/2), dann leuchtet die Lampe. Wird er an einer Stelle unterbrochen, fließt kein Strom, und die Lampe erlischt.

► Der elektrische Strom kann nur fließen, wenn der Stromkreis geschlossen ist.

Die meisten elektrischen Anlagen müssen abschaltbar sein. Darum legt man in den Stromkreis einen Schalter. Der Schalter dient zum Öffnen und Schließen eines Stromkreises. Bild 41/3 zeigt einen Stromkreis mit Schalter aus Baukastenteilen.

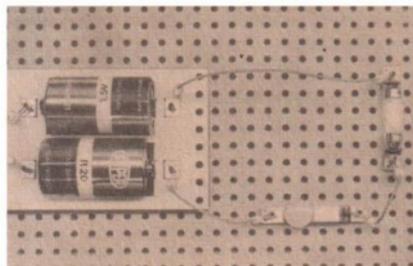


Bild 41/3 Stromkreis mit Schalter

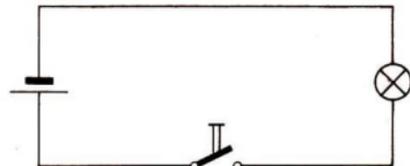


Bild 41/4 Schaltplan eines Stromkreises mit Schalter

● Betrachte Bild 41/4! Stelle fest, ob die Glühlampe leuchten kann!

Die Bilder 41/2 und 41/4 zeigen Schaltpläne von Stromkreisen. Einige elektrische Bauteile und ihre Schaltzeichen, die zum Zeichnen von Schaltplänen benötigt werden, sind im Bild 41/5 dargestellt.

Bild 41/5

Gegenstand	Benennung	Schaltzeichen
	Einadrige Leitung	
	Zweiadrige Leitung	
	Elektrische Batterie	
	Schalter	
	Glühlampe	

- 1. Nenne die Bauteile des einfachen Stromkreises!
- 2. Untersuche dein Fahrrad und versuche, die Teile des einfachen Stromkreises zu finden!
- 3. Wozu dienen Leiter und Nichtleiter?
- 4. Nenne die Bauteile eines einfachen Stromkreises!
- 5. Begründe die Notwendigkeit, sparsam mit elektrischem Strom umzugehen!

## Lichtwirkung des elektrischen Stromes

Der elektrische Strom kann in Licht umgewandelt werden. Man spricht von der Lichtwirkung des elektrischen Stromes.

Die Glühlampen sind mit einer sehr dünnen Drahtwendel versehen (Bild 42/1). Ist der Stromkreis geschlossen, fließt durch die Drahtwendel ein Strom. Der stromdurchflossene Draht wird glühend. Er glüht so stark, daß das ausgestrahlte Licht zur Beleuchtung von Betrieben, Fahrzeugen, Straßen oder Wohnungen genutzt werden kann.

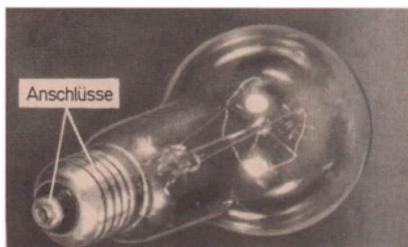


Bild 42/1 Glühlampe

► Der elektrische Strom kann in Licht umgewandelt werden. Das geschieht in elektrischen Lampen.

Achte stets darauf, daß elektrische Lampen nicht unnötig leuchten. Du hilfst damit elektrischen Strom sparen!

- 1. Welche Möglichkeiten der Stromerzeugung kennst du?
- 2. Nenne Beispiele aus Industrie und Haushalt, wo elektrischer Strom benötigt wird!

## Planung und Organisation der Arbeit

Auch im Werkunterricht gilt beim Herstellen einfacher Werkstücke die Losung unserer Aktivisten aus den sozialistischen Betrieben: Spare mit jedem Gramm, mit jedem Pfennig, mit jeder Minute!

► Eine vollständige und exakte Planung und Organisation der Arbeit schafft die Voraussetzungen für einen reibungslosen und erfolgreichen Arbeitsablauf.

Die Planung wird bei dem Herstellen eines Werkstückes zum Wegweiser. Um ohne Zeitverlust das gestellte Arbeitsergebnis zu erreichen, ist das planmäßige Einhalten des vorgesehenen Arbeitsablaufs unbedingt erforderlich.

► Führe bei dem Herstellen eines Werkstückes nur die Arbeitsgänge und Arbeitstechniken aus, die in der Planung vorgegeben sind, und halte ihre Reihenfolge ein!

Damit das Werkstück nach seiner Fertigstellung den Angaben in der technischen Zeichnung und einer guten Qualität entspricht, ist es notwendig, daß die einzelnen Arbeitsergebnisse kontrolliert werden. Beim Herstellen eines Anspitzbrettchens muß zum Beispiel nach dem Sägen das erreichte Maß mit dem in der Zeichnung angegebenen verglichen, also kontrolliert werden.

Wird eine Kontrolle nicht durchgeführt, können Material- und Zeitverlust, aber auch die Unbrauchbarkeit des gesamten Werkstückes die Folge sein.

► Die Kontrolle der erreichten Arbeitsergebnisse soll zu einer guten Qualität des herzustellenden Werkstückes führen und Material- und Zeitverlust verhindern! Führe die Kontrollen regelmäßig und gewissenhaft aus!

● 1. Erkläre, welche Vorteile eine exakte Planung und Organisation der Arbeit im Werkunterricht hat!

2. Warum ist es auch im Werkunterricht notwendig, mit Material und Zeit sparsam umzugehen?

## Organisationsformen der Fertigung

Die Planung und Organisation der Arbeit ist unter anderem auch von der Anzahl der herzustellenden Werkstücke abhängig. Man unterscheidet Einzelfertigung, Serienfertigung und Massenfertigung.

**Bei der Einzelfertigung** werden, wie der Name schon sagt, oft nur einzelne Werkstücke angefertigt. Beispielsweise werden auf besonderen Wunsch Möbel vom Tischler in Einzelfertigung hergestellt. Für Kulturhäuser fertigt der Kunstschmied schöne schmiedeeiserne Türen oder Treppengeländer. Die meisten Brücken werden ebenfalls in Einzelfertigung gebaut. Ein weiteres Beispiel für die Einzelfertigung ist der große sowjetische Atomisobreaker „Lenin“.

**Bei der Serienfertigung** werden mehrere gleiche Werkstücke angefertigt. Die Anzahl der Werkstücke kann dabei unter-

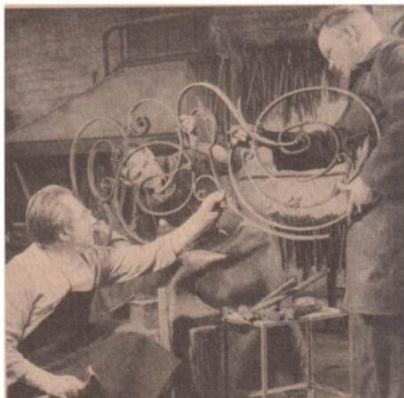
schiedlich groß sein. In Serienfertigung werden zum Beispiel Stühle, Tische, Schränke und Fenster hergestellt. Auch Fahrräder, Motorräder, Personenkraftwagen, Krane, Omnibusse, Fischkutter, Melkmaschinen und Mähdrescher werden so produziert.

**Bei der Massenfertigung** werden Werkstücke mit sehr hohen Stückzahlen hergestellt, zum Beispiel Schrauben, Kugellager, Nägel, Lichtschalter und Steckdosen, Bildröhren für Fernsehapparate, Kühlschränke und vieles andere mehr.

► In den sozialistischen Großbetrieben wird fast ausschließlich in Serien- und Massenfertigung produziert. In der Serien- und Massenfertigung können Produkte in kürzerer Zeit und daher auch mit geringeren Kosten als bei der Einzelanfertigung hergestellt werden.

Im Werkunterricht können Werkstücke auch in Serienfertigung hergestellt werden. Dabei ist eine Aufteilung der verschiedenen Arbeitsgänge auf einzelne Schüler oder Schülerbrigaden möglich. Eine solche Organisation der Arbeit nennt man Arbeitsteilung.

**Bild 44/1** Kunstschmiede beim Herstellen eines Gitters für die Staatsoper Berlin



**Bild 44/2** Serienfertigung von Bearbeitungsmaschinen für Taktstraßen

**Bild 44/3** Massenfertigung von Kugellagern



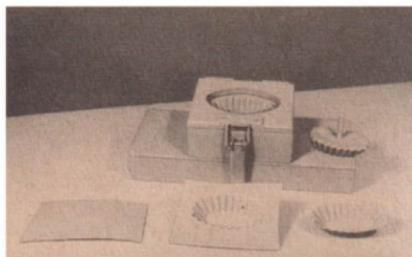
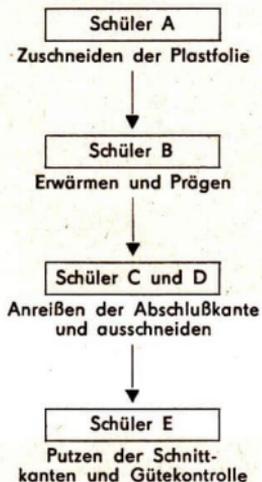


Bild 45/1

Soll zum Beispiel für den Kindergarten die auf Bild 45/1 dargestellte Sandspielform in einer größeren Stückzahl hergestellt werden, können die dazu notwendigen Arbeitsgänge folgendermaßen auf einzelne Schüler aufgeteilt werden:



## Linienarten

Die bisher verwendeten Linienarten reichen häufig nicht aus, um einen Gegenstand eindeutig zeichnen zu können. Deshalb verwendet man außer der dicken und der dünnen Volllinie noch die Strichpunktlinie, die Strichlinie und die Freihandlinie (Übersicht, Seite 46). Die Bedeutung dieser Linienarten, ihre Strichstärken und Verwendung sind ebenfalls in einem DDR-Standard festgelegt.

Die Strichlinie wird verwendet, wenn beim Zeichnen in Ansichten Körperkanten verdeckt sind (Bild 45/2).

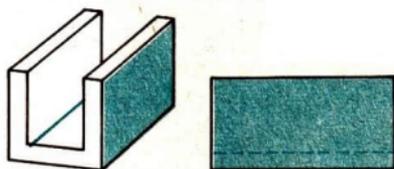


Bild 45/2 Anwenden der Strichlinie

Wird in einer technischen Zeichnung zum Beispiel ein sehr langer Gegenstand dargestellt, dann ist es nicht notwendig, ihn in seiner gesamten Länge zu zeichnen. Durch eine Freihandlinie wird ausgedrückt, daß ein Teil des Werkstückes nicht dargestellt ist (Bild 45/3).

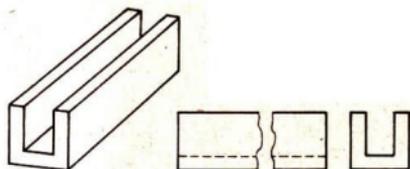


Bild 45/3 Anwenden der Freihandlinie

Linienart	Strichstärke bei A 4-Format	Anwendung
dicke Volllinie		etwa 0,5 mm für sichtbare Körperkanten
Strichlinie		etwa 0,3 mm für verdeckte Körperkanten
dünne Volllinie		etwa 0,2 mm für Maß- und Maßhilfslinien
Strichpunktlinie		etwa 0,2 mm für Mittellinien
Freihandlinie		etwa 0,2 mm für Bruchlinien

Die **Strichpunktlinie** gibt an, daß der Gegenstand zu beiden Seiten gleiche Form und Maße hat (Bild 46/1).

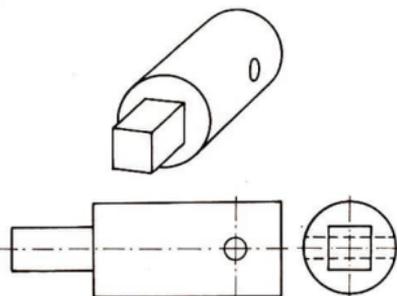


Bild 46/1 Anwenden der Strichpunktlinie

## Die Schrift

Wie die Maße, so müssen auch Wörter auf einer Zeichnung oder Skizze deutlich lesbar geschrieben werden. Für die Schrift gilt ebenfalls, was in den DDR-Standards festgelegt ist.



1. Beschaffe dir das Übungsblatt „Schräge Schrift für Zeichnungen“ und übe diese Schrift!
2. Laß dir erklären, was im Schriftfeld einer einfachen Zeichnung und einer Skizze stehen muß!

## Darstellen in Ansichten

Im Werkunterricht der Klasse 4 hast du technische Zeichnungen von solchen Werkstücken kennengelernt, die in einer oder zwei Ansichten dargestellt werden konnten. Nicht immer reichen Darstellungen in zwei Ansichten aus, um einen Gegenstand auf einer Zeichnung eindeutig erkennen zu können.

Sind drei Ansichten notwendig, wird folgendermaßen verfahren (Bild 47/1):

1. die **Vorderansicht** wird so gewählt, daß sie Wesentliches über den abzubildenden Gegenstand zeigt,

2. die Seitenansicht (von links) wird rechts neben der Vorderansicht abgebildet und
3. die Draufsicht wird unter der Vorderansicht abgebildet.

Grundsätzlich werden jedoch nur so viel Ansichten gezeichnet, wie notwendig sind, um das Werkstück eindeutig erkennen zu können. Ganz selten sind mehr als drei Ansichten hierzu erforderlich.

Der Abstand zwischen den Ansichten muß genügend Platz für das Bemaßen lassen.

- Betrachte das Bild 47/1! Bestimme die drei Ansichten!

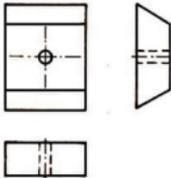


Bild 47/1 Anordnen der Ansichten zur Vorderansicht

2. Betrachte Baukastenteile oder von dir angefertigte Werkstücke!

Bestimme, in wieviel Ansichten diese gezeichnet werden müßten! Begründe deine Antwort! Bestimme die Vorderansicht!

## Prüfverfahren

Beim Herstellen eines Werkstückes ist die Arbeit in bestimmten Abständen zu unterbrechen, um zu prüfen, ob die in der technischen Zeichnung angegebenen Formen und Maße eingehalten werden. Dadurch verlängert sich die Herstellungszeit eines Werkstückes. Bei komplizierten Werkstücken beträgt die Zeit, die zum Prüfen aufgewendet werden muß, mitunter ein Drittel der gesamten Herstellungszeit.

- 1. Wiederhole, welche Prüfverfahren du kennst! Nenne dir bekannte Prüfzeuge!
- 2. Wiederhole, was du beim Messen mit dem Stahl- oder Gliedermaßstab beachten muß!

Die Prüfzeuge werden, wie du bereits weißt, in Meßzeuge und Lehren unterteilt. Bei den Lehren unterscheidet man noch Maß- und Formlehren (Bild 48/1).

► Beim Maßlehren wird durch Vergleichen mit einem maßgenauen Gegenstück festgestellt, ob an einem Werkstück ein bestimmtes Maß eingehalten wurde oder nicht.

Beim Formlehren wird festgestellt, ob ein Werkstück von einer vorgegebenen Form abweicht. Das geschieht beispielsweise mit dem Lichtspalt-Prüfverfahren.

- Betrachte das Bild 48/2! Stelle fest, welches Maß oder welche Form geprüft wird!

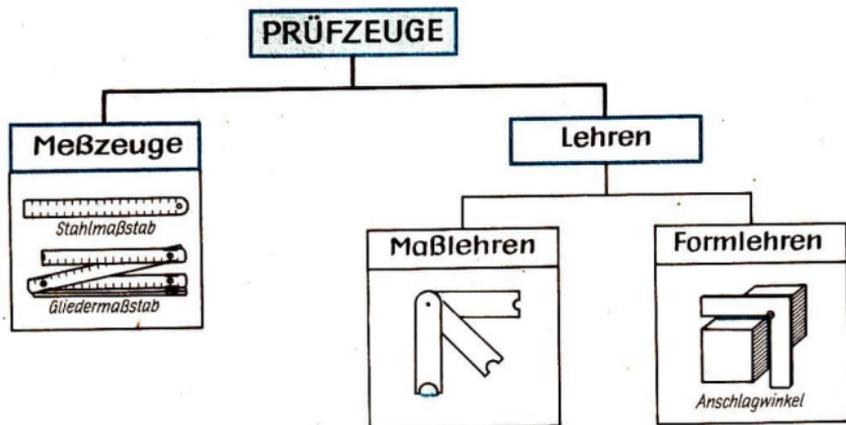


Bild 48/1 Übersicht zu den Prüfzeugen

An dem Werkstück, das im Bild 48/2a dargestellt ist, wird mit einer Maßlehre die Breite des Einschnitts geprüft. Das gleiche Maß kann aber auch mit einem Stahlmaßstab geprüft werden.

● Überlege, wo es zweckmäßig ist, den Stahlmaßstab oder eine Maßlehre einzusetzen! Begründe deine Entscheidung!

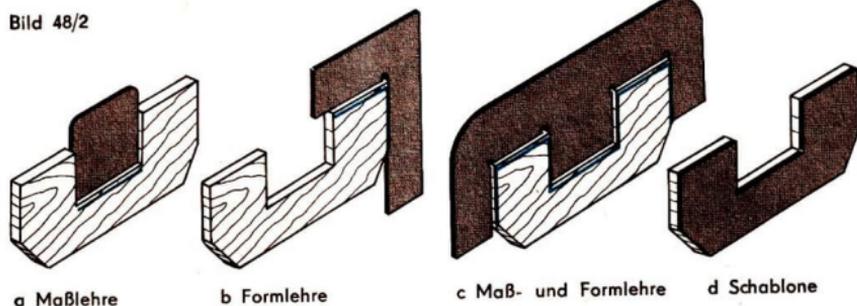
Um die zum Prüfen notwendige Zeit zu verringern, werden häufig Lehren eingesetzt. Die Anwendung ist dann besonders vorteilhaft, wenn eine große Anzahl von Werkstücken mit gleichen Abmessungen und von gleicher Form gefertigt wird. Zum Prüfen von Maßen und Formen können

auch Schablonen verwendet werden. Schablonen sind genau gearbeitete Vorlagen, die in ihrer Größe und Form dem zu fertigenden Werkstück entsprechen (Bild 48/2d). Sie werden auch zum Anreißen des zu fertigenden Werkstückes benutzt.

► Die Genauigkeit eines Meß- und Prüfergebnisses hängt von der Pflege der Meß- und Prüfzeuge sowie ihrer richtigen Anwendung ab.

- 1. Worauf ist beim Umgang mit Meß- und Prüfzeugen zu achten?  
 2. Welche Vorteile hat das Maßlehren gegenüber dem Prüfen durch Messen?

Bild 48/2



## Trennen

Im Werkunterricht der vergangenen Jahre hast du schon Kenntnisse über einige Trennverfahren und Werkzeuge zum Trennen erworben. Bevor du deine Kenntnisse erweiterst, überprüfe dein Wissen!

1. Übertrage die untenstehende Tabelle in dein Werkheft und fülle sie aus! Zur Unterstützung kannst du dein Lehrbuch verwenden!
2. Nenne den Unterschied zwischen spanenden und spanlosen Trennverfahren!

Das Sagen kann mit der Feinsäge, aber auch mit vielen anderen Arten von Sägen ausgeführt werden. Häufig verwendet wird der Fuchsschwanz (Bild 49/1).

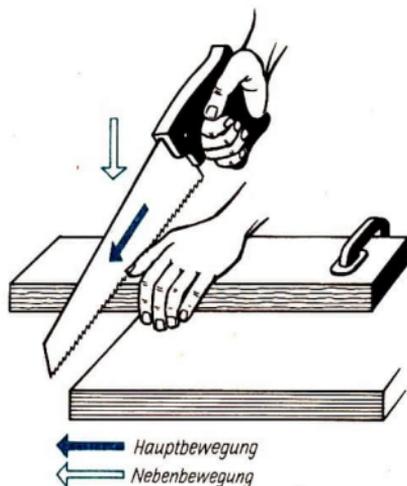


Bild 49/1 Sägen mit dem Fuchsschwanz

Der Name „Fuchsschwanz“ stammt von einer alten Sägeart ab, deren Griff die Form eines Fuchsschwanzes hatte.

Der Fuchsschwanz besitzt größere Zähne als die Feinsäge. Da der Rücken des Sägeblattes nicht verstärkt ist, können tiefere Sägeschnitte als mit einer Feinsäge ausgeführt werden.

- Betrachte das Bild 49/1! Was ist beim Festspannen des Werkstoffes zu beachten? Wodurch erhält das Sägeblatt beim Ansägen eine Führung?

► Das Sägen ist ein spanendes, mehrschneidiges Trennverfahren. Das Sägeblatt besitzt keilförmige Zähne – die Zahnung.

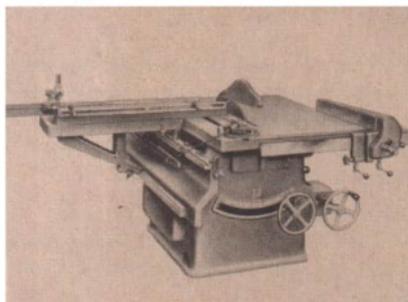


Bild 49/2 Kreissägemaschine

In unseren Produktionsbetrieben werden Sägemaschinen eingesetzt, zum Beispiel die Bandsägemaschine (Bild 50/1) und die Kreissägemaschine (Bild 49/2). Auch bei ihnen befinden sich wie bei den Handsägen am Sägeblatt Sägezähne. Diese Sägeblätter werden aber nicht mehr durch Handkraft bewegt, sondern durch Elektromotoren.

Trennverfahren	spanend oder spanlos	Werkzeuge	Schneidenform

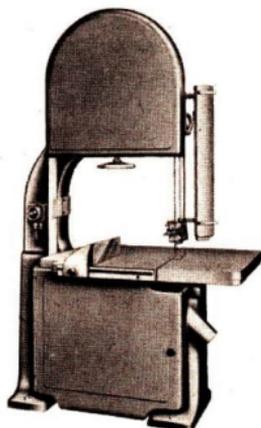


Bild 50/1 Bandsägemaschine

▼ Führe je einen Sägeschnitt mit dem Fuchsschwanz und mit der Feinsäge aus und beurteile die Sägefläche!

● Welche Vorteile haben Maschinensägen gegenüber Handsägen?

#### Arbeitsschutz

Um Unfälle zu verhüten, müssen beim Sägen die Werkstücke festgespannt werden.

**Beim Stemmen** werden mit einem Stechbeitel, einem Werkzeug mit keilförmiger Schneide, Werkstoffteile als Späne abgetrennt. Gestemmt wird vor allem in der handwerklichen Holzbearbeitung (Tischler, Zimmerer), um Vertiefungen auszuheben. In den Produktionsbetrieben der industriellen Fertigung wird das Stemmen häufig durch rationellere Arbeitsverfahren ersetzt.

Beim Stemmen ist das Werkstück auf der Arbeitsplatte festzuspannen (Schraubzwinde). Der Stechbeitel wird mit der Spiegelseite zum Riß aufgesetzt. Die Späne werden in der Regel quer zur Faser ausgehoben. Die Breite des Stechbeitels richtet sich nach der Breite der auszustemmenden Vertiefung.



Bild 50/2 Handhaben des Stechbeitels

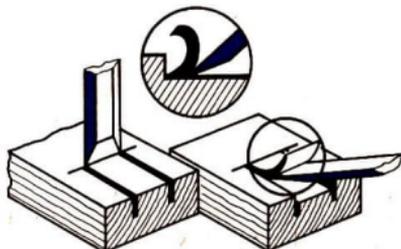


Bild 50/3 Stemmen mit dem Stechbeitel

► Das Stemmen ist ein spanendes, einschneidendes Trennverfahren. Durch Stemmen werden Vertiefungen ausgehoben.

#### Arbeitsschutz

Beim Stemmen sind die Werkstücke auf der Arbeitsplatte festzuspannen. Der Kopf des Holzhammers muß festsitzen. Es darf nicht in Richtung des Körpers gestemmt werden.

**Das Bohren** ist ein häufig angewandtes Trennverfahren. Beim Bohren entsteht eine zylindrische Vertiefung, die unter anderem Schrauben, Nieten, Wellen aufnehmen kann. Die Anfänge des Bohrens reichen bis in die Steinzeit zurück. Der wohl älteste und in gleicher Form heute noch verwendete Bohrer ist der Spitzbohrer (Bild 51/1a). Anfang des vorigen Jahrhunderts wurde der Spiralbohrer (Bild 51/1b) entwickelt.

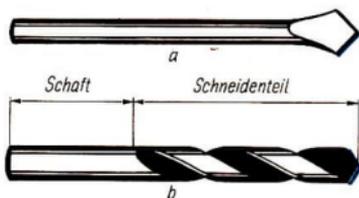


Bild 51/1 a Spitzbohrer, b Spiralbohrer



Bild 51/2 Bohrer für die Holzbearbeitung

Für den verhältnismäßig weichen Werkstoff Holz sind verschiedene Spezialbohrer entwickelt worden. Die wichtigsten Arten (Bild 51/2) sind der Bohrer mit Ringgriff (Nagelbohrer) (1), der Schlangenbohrer (2), der Universalbohrer (3) und der Spiralbohrer mit Zentrierspitze (4).

● Betrachte die Schneiden eines Schlangenbohrers! Welche Grundform haben sie? Nenne Werkzeuge, deren Schneiden eine ähnliche Grundform haben!

Die Bohrer gehören zu den schneidenden Werkzeugen. Beim Eindringen in den Werkstoff trennen sie mit Hilfe der Schneiden Späne ab. Jeder Bohrer führt zwei Bewegungen aus: die Drehbewegung (Hauptbewegung) (A in Bild 51/3) und die Vorschubbewegung (Nebenbewegung) (B in Bild 51/3).

► Das Bohren ist ein spanendes, schneidendes Trennverfahren. Durch das Bohren

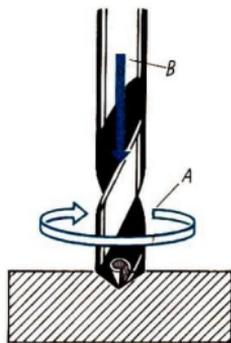


Bild 51/3 Bewegungen des Bohrers

werden beim Bearbeiten von Werkstücken zylindrische Vertiefungen oder Durchbrüche hergestellt. Jeder Bohrer führt zwei Bewegungen aus, die Dreh- und die Vorschubbewegung.

Es gibt verschiedene Bohrmaschinen und Bohrgeräte (Bilder 51/4 und 52/1).

Die Handbohrmaschine dient zum Arbeiten mit Bohrern mit zylindrischem Schaft (zum Beispiel: Spiralbohrer). Zum Arbeiten mit Schlangen- und Universalbohrer benutzt man die Bohrwinde; sie ist ein Bohrgerät.

Es gibt auch elektrisch angetriebene Handbohrmaschinen (Bild 52/1) und Tischbohrmaschinen (Seite 99).

● 1. Betrachte Bild 52/1! Erkläre die richtige Handhabung dieser Bohrmaschine!

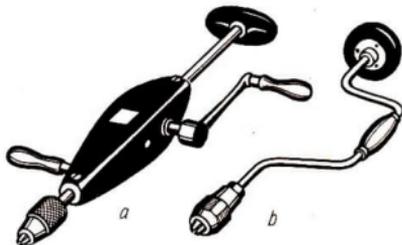


Bild 51/4 a Handbohrmaschine, b Bohrwinde



Bild 52/1 Arbeiten an der elektrischen Handbohrmaschine mit Ständer

2. Vergleiche die Spitze eines Schlangenbohrers mit der eines Spiralbohrers!  
 a) Welchen Unterschied erkennst du?  
 b) Wie beeinflusst dieser Unterschied die Arbeitsweise der Bohrer?

#### Arbeitsschutz

Zum Bohren müssen die Werkstücke eingespannt werden und fest aufliegen. Die Bohrerschneiden dürfen nicht mit dem Finger berührt werden. Die Bohrspäne sollen mit einem Handfeger oder Pinsel entfernt werden und nicht mit den Fingern. Bohrspäne können das Augenlicht gefährden. Beim Arbeiten an elektrischen Bohrmaschinen ist ein Kopfschutz zu tragen, damit das Haar nicht von der Bohrspindel erfaßt wird.

Das **Senken** gehört, wie zum Beispiel das Bohren, zu den spanenden, mehrschneidigen Trennverfahren. Zum Senken verwendet man beispielsweise den **Spitzsenker** (auch Krauskopf genannt), der wie ein Bohrer in die Bohrmaschine eingespannt wird.

- Vergleiche Form und Anzahl der Schneiden bei einem Spitzsenker mit denen eines Spiralbohrers! Was stellst du fest?

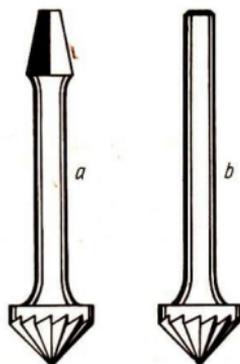


Bild 52/2 Spitzsenker zum Senken  
 a für Bohrwinde, b für Handbohrmaschine



Bild 52/3 Senken mit dem Spitzsenker

Mit dem Spitzsenker können die Ränder von Bohrlöchern **entgratet** oder Teile von Bohrungen **vergrößert** werden. Diese Vergrößerungen können dann zum Beispiel Bolzen-, Schrauben- oder Nietköpfe aufnehmen, die nicht über die Bohrung hinausragen dürfen (Bild 52/3).

- ▶ Das Senken ist ein spanendes, mehrschneidiges Trennverfahren. Durch das Senken werden Bohrlöcher entgratet oder vergrößert.

- Begründe an einigen Beispielen die Notwendigkeit des Senkens!

#### Arbeitsschutz

Der Senker und das Werkstück müssen stets fest eingespannt sein. Die entstehenden Späne sind mit dem Handfeger zu entfernen.

## Oberflächenbehandlung

1. Begründe, warum Oberflächen behandelt werden!
2. Nenne dir schon bekannte Verfahren zum Behandeln von Oberflächen!

**Das Wässern** ist ein weiteres Verfahren zur Oberflächenbehandlung des Holzes, das zwischen dem Schleifen und vor dem Beizen angewendet wird. Trübe man sofort nach dem Schleifen die Farbbeize auf, dann würden die Holzfasern quellen und die Oberfläche würde uneben werden (Bild 53/1). Das Holz saugt das Wasser aus der Farbbeize in unterschiedlichen Mengen auf. Das hellere und weichere Frühholz saugt mehr Wasser auf und quillt dadurch stärker als das härtere Spätholz.



Bild 53/1 linke Seite: gewässerte Holzfläche; rechte Seite: gewässerte und geschliffene Holzfläche

Deshalb wird das Holz nach dem Schleifen mit Wasser angefeuchtet. Man sagt, die Oberfläche wird **gewässert**. Das Wasser wird mit einem Schwamm oder mit einem feuchten Lappen aufgetragen. Die Fasern quellen, und sie richten sich dadurch auf.

Nachdem die Oberfläche getrocknet ist, werden die erhöhten Holzfasern mit feinem Schleifpapier abgeschliffen. Wird danach Farbbeize aufgetragen, so bleibt die Oberfläche eben (Bild 53/1, rechts).

**Das Ölen** wendet man zum Oberflächenschutz von Hölzern und Metallen an. Diese Werkstoffe werden durch das Ölen vor Feuchtigkeit geschützt, denn Öl ist wasserabweisend.

Gegenstände aus Holz, wie zum Beispiel Haustüren, Zäune und andere Gegenstände, die besonders der Feuchtigkeit ausgesetzt sind, werden mit Firnis (Leinölgrundlage) geölt. Firnis ist ein selbst-trocknendes Öl.

Das Öl wird mit einem Pinsel aufgetragen. Es dringt in das Holz ein, trocknet langsam an der Luft und bildet an der Oberfläche eine Schutzschicht. Metallteile werden mit Fetten oder Mineralölen (Erdölerzeugnisse) überzogen und so vor dem Rosten geschützt. Diese Überzüge trocknen nicht. Sie werden mit der Zeit vom Wasser abgewaschen und müssen in Abständen erneuert werden.

### Anreißen

Um auch beim Bearbeiten eines Werkstückes aus Plast die geforderte Form genau einzuhalten und eine qualitätsgerechte Herstellung zu sichern, muß genau angerissen werden.

● 1. Was verstehst du unter dem Begriff Anreißen?

2. Wiederhole, was du im Umgang mit Reißnadel und Bleistift beim Anreißen gelernt hast!

Welches Anreißwerkzeug benutzt wird, hängt von der Beantwortung folgender Fragen ab:

1. Wird durch den Anriß die Werkstückkante gekennzeichnet?
2. Wird der Anriß bei der weiteren Bearbeitung verdeckt (zum Beispiel durch Aufkleben anderer Teile) oder sind die Rißlinien als unschöne Oberflächenzeichen am Werkstück zu erkennen?
3. Soll das Werkstück an der Rißstelle gebogen werden?

▼ Nimm einen PVC-Streifen (100 mm lang, 10 mm breit und 1 mm dick)! Halbiere die Länge durch einen Riß mit der Reißnadel und biege den Streifen so, daß der Riß an der Außenseite der Biegestelle liegt! Wiederhole den Vorgang mit gleichem Material! Reiß aber diesmal mit dem Bleistift an!

Erkläre und begründe deine Beobachtung!

● Wähle nach den oben genannten Punkten die Anreißwerkzeuge für verschiedene Fertigungsverfahren aus und begründe deren Einsatz!

**Wirtschaftliche Anreißverfahren.** Ist eine große Anzahl von Werkstücken gleicher Form und Abmessung herzustellen, so muß bei jedem Werkstück der gleiche Anreißvorgang wiederholt werden.

Um die Arbeit zu vereinfachen, und um mehr Werkstücke in der gleichen Zeit anzureißen und damit schneller zu produzieren, wendet man wirtschaftliche Anreißverfahren an. Solche Verfahren sind das Stempeln, Prägen und Anreißen mit Hilfe von Schablonen.

Zum **Stempeln und Prägen** werden Stempel benötigt. Bei einem Stempel sind die zu übertragenden Umrissseitenverkehrt und erhöht. Einen Stempel anzufertigen ist nur dann wirtschaftlich, wenn eine große Anzahl gleicher Werkstücke mit komplizierter Form anzureißen ist.

Beim **Stempeln** werden die Umrissse des Werkstückes mit Hilfe eines Stempels und Farbe auf die Werkstückoberfläche aufgetragen (Bild 54/1).

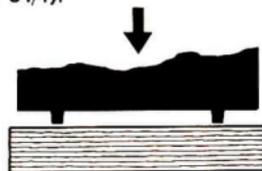


Bild 54/1 Anreißen durch Stempeln

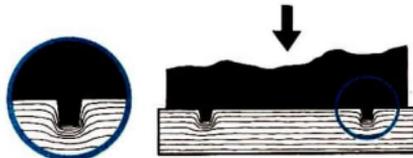


Bild 54/2 Anreißen durch Prägen

Beim **Prägen** wird der anzureißende Plast auf Umformtemperatur (etwa 130 °C) erwärmt und der Stempel bis zum Abkühlen des Plast aufgepreßt. Nach dem Abkühlen sind die Umrissse des Werkstückes in den Werkstoff eingepreßt, ohne daß die Werkstoffoberfläche zerstört wurde (Bilder 54/2 und 55/1).

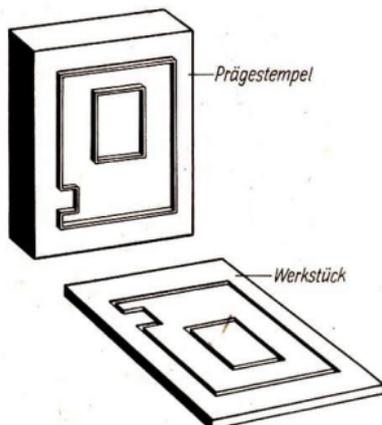


Bild 55/1 Prägestempel und Werkstück

● Begründe, warum Thermoplaste durch Prägen angerissen werden können!

Schablonen entsprechen in ihren Umrissen genau den Umrissen des zu fertigenden Werkstückes. Sie werden günstig dann verwendet, wenn eine größere Stückzahl gleichartiger Werkstücke angefertigt wird. Beim Anreißern wird die Schablone auf den Werkstoff gelegt. Die Umrisslinien werden mit Bleistift oder Reißnadel nachgezogen. Durch richtiges Anlegen der Schablone kann der Werkstoff rationell genutzt werden.

## Trennen

Das Schneiden wird ebenso wie das Sägen zum Trennen von Werkstoffen (zum Beispiel Papier, Kunstleder, Plast, Metall) angewendet. Zum Schneiden der Werkstoffe benutzt man Scheren. Entsprechend der unterschiedlichen Werkstoffe gibt es viele Scherenarten (Haushaltschere, Buchbinderschere, Handblechschere und andere).

In den Produktionsbetrieben werden große, maschinell betriebene Scheren

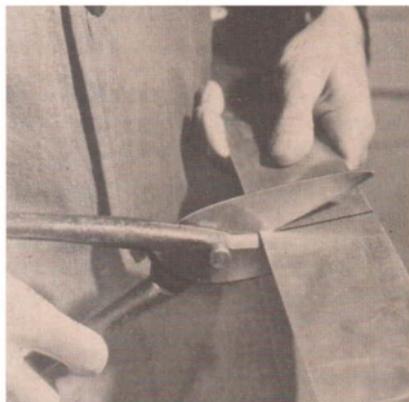


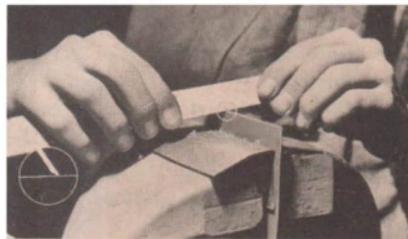
Bild 55/2 Schneiden mit der Handblechschere

eingesetzt. Zum Schneiden von Kunststoffen (PVC-hart) und dünnen Blechstreifen verwendet man die Handblechschere (Bild 55/2). Die Handblechschere (Seite 96) wird beim Schneiden von Platten (bis zu 3 mm Dicke) eingesetzt.

● Betrachte das Bild 55/2! Beschreibe das richtige Handhaben der Handblechschere und die Querschnittsform der Scherbacken!

Beim Schneiden darf die Schere nicht ganz geschlossen werden, da sonst am Ende des Schnittes der Werkstoff reißt. Zum Glätten der Schnittflächen und Entgraten von Kanten wird bei der Kunststoffbearbeitung die Ziehklänge verwendet.

Bild 55/3 Abziehen von PVC-hart mit einer Ziehklänge



● 1. Wiederhole, was du über das Entgraten von Bohrungen und Kanten aus der Holzbearbeitung weißt!

2. Begründe, warum das Schneiden mit der Schere ein wirtschaftlicheres Trennverfahren als das Sägen ist!

▶ Das Schneiden ist ein spanloses Trennverfahren. Es ist wirtschaftlicher als das Sägen und wird in vielen Bereichen der Werkstoffbearbeitung angewendet. Die keilförmigen Scherbacken trennen den Werkstoff.

### Arbeitsschutz

Um Verletzungen zu vermeiden, ist darauf zu achten, daß die Finger der linken Hand nicht zu dicht an den Scherbacken liegen. Am Werkstoff vorhandener Grat kann zu Schnittverletzungen führen.

**Das Sägen und Feilen.** Zum Bearbeiten von PVC-hart eignen sich viele Werkzeuge, die auch zum Bearbeiten von Holz und Metall verwendet werden. Da die Plastwerkstoffe aber andere Eigenschaften als zum Beispiel Holz und Metall besitzen, muß das bei der Auswahl der Werkzeuge berücksichtigt werden.

● Wiederhole einige wichtige Eigenschaften von Plastwerkstoffen!

Durch die geringe Wärmeleitfähigkeit einiger Plaste eignen sich nicht alle Sägen oder Feilen zum Trennen. Die Bearbeitungsstelle erwärmt sich auf Grund der Reibung. Die Folge davon ist ein *Schmieren* des Werkstoffes an der Bearbeitungsstelle. Das führt zu Unsauberkeiten an den bearbeiteten Flächen (Bild 56/1) und zum Verschmutzen der Werkzeuge. Deshalb sind Sägen und Feilen mit großen Spanräumen besonders geeignet.

● Untersuche, welche Feilen sich am besten zum Bearbeiten von PVC-hart eignen!

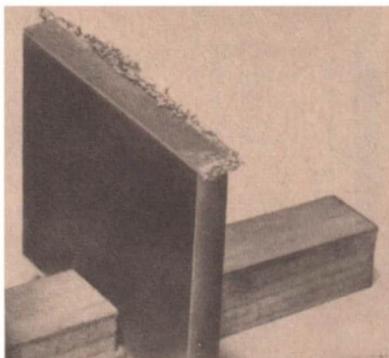


Bild 56/1 Gratbildung beim Feilen von Plast

▼ Trenne einen Plaststreifen mit der Feinsäge und mit dem Fuchschwanz! Vergleiche beide Schnitte! Was stellst du fest?

Um die Oberflächen des Werkstoffes nicht zu beschädigen, müssen beim Einspannen in den Schraubstock Schutzbacken verwendet werden (Bild 56/2). Es eignen sich Schutzbacken aus Aluminium oder aus Plast.

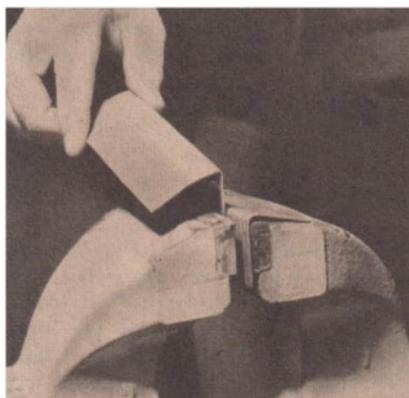


Bild 56/2 Schutzbacken beim Feilen von Plast

▶ Der Werkstoff Plast läßt sich gut feilen und sägen. Damit eine hohe Quali-

tät der Bearbeitungsfläche erreicht wird, sind Werkzeuge zu verwenden, die eine gute Spanabfuhr ermöglichen.

### Arbeitsschutz

Vor Arbeitsbeginn ist der einwandfreie Zustand der Werkzeuge zu kontrollieren. Späne nicht wegpusten, das kann zu Augenverletzungen führen. Durch die glatte Oberfläche des Werkstoffes besteht beim Ansägen Abrutschgefahr. Deshalb muß dabei besonders vorsichtig vorgegangen werden.

**Zum Bohren** von PVC-hart verwendet man am häufigsten den Spiralbohrer (Bild 51/1b). Auch beim Bohren sind die Eigenschaften der Plaste zu berücksichtigen. Durch die glatte Oberfläche des Werkstoffes verläuft der Bohrer sehr leicht. Deshalb ist ein **Ankörnen** der Bohrlochmitte unbedingt notwendig. Dabei ist zu beachten, daß PVC-hart in kaltem Zustand schlagempfindlich ist. Verwendet man einen scharfen Bohrer, dann kommt es beim Anbohren und Durchbohren schnell zum Splintern oder Einreißen des Werkstoffes. Deshalb stumpft man die Schneiden des Bohrers mit einem Abziehstein leicht ab.

Beim Bohren von PVC-hart sind hohe Drehzahlen und ein geringer Vorschub erforderlich. Häufiges Abheben des Bohrers vom Werkstoff sorgt für **Kühlung**. Wird diese Regel nicht beachtet, kommt es zu erhöhter Wärmeentwicklung am Bohrer, und die Bohrspäne verschweißen mit dem Werkstück. Die Folge davon sind ungenaue und unsaubere Bohrlöcher.

► Um ein **Splintern** oder **Einreißen** des Werkstoffes zu verhindern, werden die Bohrerschneiden leicht abgestumpft. Die Qualität der Bohrung ist abhängig vom richtigen **Ankörnen**, der Drehzahl, dem Vorschub und der **Kühlung** des Bohrers.

● **Vergleiche** das Bohren von Holz mit dem Bohren von PVC-hart! Welche Un-

terschiede und welche **Gemeinsamkeiten** stellst du fest?

### Arbeitsschutz

Das Werkstück wird zum Bohren eingespannt. Einwandfreies und sicheres Spannen der Werkstücke schützt vor Unfällen. An der Bohrmaschine darf ohne besonderen Auftrag des Werklehrers nicht gearbeitet werden! Die Bohrspäne werden nur bei Stillstand der Maschine entfernt.

## Umformen

Beim Herstellen von Werkstücken gibt es verschiedene Verfahren, dem Werkstoff die gewünschte Form zu geben. Bei den Trennverfahren wird die Form des Werkstoffes geändert, indem Werkstoffteile abgetrennt werden. Auch durch das Verbinden von Einzelteilen entsteht ein Werkstück mit einer anderen Form.

► Beim **Umformen** wird die Form des Werkstoffes geändert. Dabei wird kein Werkstoff abgetrennt oder zugefügt.

Dieser Vorgang ist bekannt vom Falten des Papiers, vom Richten eines Nagels oder vom Biegen des Drahtes. Umformverfahren werden besonders bei Thermoplasten und Metallen, aber auch bei anderen Werkstoffen angewendet. Je nach der Art und der Dicke des Werkstoffes wird kalt oder warm umgeformt.

**Das Biegen** ist ein häufig angewendetes Umformverfahren. Gebogen werden Drähte, Rohre, Stäbe und Platten.

► Durch das **Biegen** erhalten Werkstücke **Rundungen** oder **Kanten**. Dabei wird der Werkstoff an der **Biegestelle** verändert (Bild 58/1).

● **Betrachte** das Bild 58/1! **Beschreibe** die Veränderungen des Werkstoffes an der **Biegestelle**!

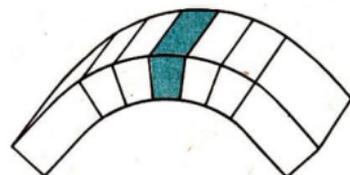


Bild 58/1 Veränderung des Werkstoffes an der Biegestelle

▼ Führe einen Biegeversuch durch und beweise die Veränderungen an der Biegestelle! Benutze dazu einen Thermoplaststreifen von 4 mm bis 5 mm Dicke! Der Werkstoff wird beim Biegen an der **Außenseite gestreckt** und an der **Innenseite gestaucht**. Diese Vorgänge sind beim Bearbeiten zu berücksichtigen. Zum Anreißen beispielsweise sollten keine Werkzeuge benutzt werden, die eine Kerbe hinterlassen.

Durch das Strecken der Außenseite kann der Werkstoff beim Biegen reißen.

● Was mußt du bei der Auswahl der Anreißwerkzeuge zum Anreißen von Biegestellen beachten?

Zum Biegen verwendet man Hilfsmittel und **Vorrichtungen**. Rohre aus Thermoplast werden vor dem Biegen mit Sand gefüllt.

▼ Nimm ein Trinkröhrchen aus Plast und biege es. Was stellst du fest? Begründe, warum ein Rohr zum Biegen eine Sandfüllung erhalten muß!

Um einen bestimmten Biegeradius zu erhalten, wird das Werkstück über eine Biegeform gebogen (Bild 58/2). In Industriebetrieben benutzt man Biegemaschinen. So kann schneller und auch genauer gebogen werden.

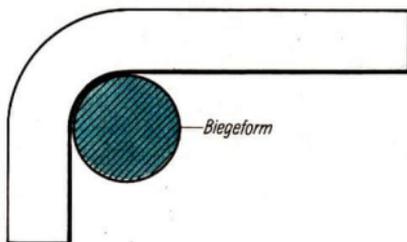


Bild 58/2 Biegen von Plast über eine Vorrichtung

Als **Abkanten** bezeichnet man das Biegen von Platten entlang einer Kante. Es entsteht ein sehr kleiner Biegeradius, und der Werkstoff wird an der Biegestelle gestaucht bzw. gedehnt.

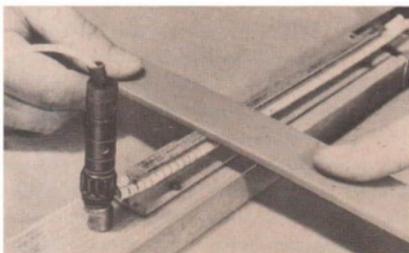


Bild 58/3 Erwärmen von Plast auf der Wärmeschiene

Beim Abkanten von Thermoplast wird nur ein schmaler Streifen (**Biegezone**) erwärmt. Dazu können elektrisch beheizte Wärmeschienen (Bild 58/3) verwendet werden.

Da Plaste die Wärme schlecht leiten, wird lediglich die erwärmte Biegezone plastisch, während der übrige Werkstoff fest bleibt. Nach dem Erwärmen wird der Werkstoff entweder mit Hilfe von Vorrichtungen oder ohne besondere Hilfsmittel abgekantet.

▼ Halte gleichzeitig einen Stab aus PVC-hart und einen aus Stahl in eine Flamme!

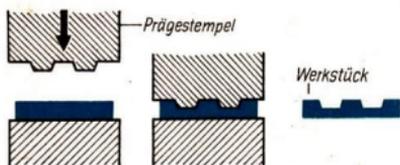


Bild 59/1 Flachprägen (einseitig)

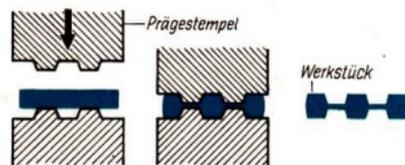


Bild 59/2 Flachprägen (zweiseitig)

Was kannst du über die Wärmeleitfähigkeit beider Werkstoffe aussagen?

**Das Flachprägen** ist ein Umformverfahren durch Druckkräfte. Vor dem Prägen muß der Thermoplast durch Erwärmen erweicht werden. Erst dann kommt er in eine Prägeform, die aus Ober- und Unterteil besteht (Bild 59/1).

Der Prägestempel wird auf den Werkstoff gedrückt. Häufig verwendet man dazu eine Presse, um so eine möglichst hohe Druckkraft zu erreichen. Der Thermoplast weicht dem Druck aus und „fließt“ in die Vertiefungen des Prägestempels. Dadurch verändert sich die Dicke des Werkstückes.

Das Flachprägen kann aber auch von beiden Seiten zugleich erfolgen (Bild 59/2).

▼ Forme ein Stück Plastilin so, daß es eine ebene Oberfläche hat. Drücke kräftig einen Stempel auf diese Fläche! Was kannst du über Form und Dicke des Werkstoffes aussagen?

Das Flachprägen wird beim Herstellen von Plaketten, Münzen, Medaillen, Schildern und anderen Gegenständen angewendet. Bei diesem Umformverfahren entfällt das Anreißen. Das erspart viel Zeit beim Herstellen der Gegenstände.

● Sammle Gegenstände, bei deren Herstellung das Flachprägen angewendet wurde.

## Verbinden

**Das Kleben** wird häufig zum Verbinden von Teilen aus Plast angewendet. Die Klebverbindung ist einfach herzustellen, haltbar und billig.

Zum Kleben von Plast werden spezielle Klebstoffe verwendet. Für das Kleben von PVC wird im Werkunterricht der Klebstoff **PCA 20** verwendet. Zum Herstellen einer haltbaren Klebverbindung ist eine sorgfältige Vorbereitung der Klebflächen notwendig. Die Flächen werden mit Schleifpapier aufgeraut und mit einem Lösungsmittel gereinigt. Danach wird der Klebstoff mit einem Spachtel aufgetragen. Der Klebstoff benötigt mehrere Stunden zum Erhärten; in dieser Zeit werden die Klebflächen in Preßvorrichtungen zusammengedrückt.

▼ Stelle eine Klebverbindung ohne Vorbehandlung der Klebflächen und eine mit Vorbehandlung (Schleifen, Reinigen mit Lösungsmittel) her! Untersuche beide Verbindungen auf Festigkeit!

## Arbeitsschutz

Klebstoffe zum Verbinden von Plast sind gesundheitsschädigend und feuergefährlich. Mit diesen Klebstoffen darf nur bei offenem Fenster gearbeitet werden.

## Werkstoff — Holz

### Bau des Holzes

Die Bäume wachsen nur sehr langsam. Sie haben ein **Längenwachstum** und ein **Dickenwachstum**. Das Dickenwachstum kann man an der Querschnittfläche (Hirnschnittfläche) genau erkennen (Bild 60/1). Jedes Jahr setzt der Baum einen neuen Ring an, einen **Jahresring**. Diese Jahresringe bestehen aus zwei Teilen. Im Frühjahr wächst das hellere und weichere Frühholz, im Sommer und Herbst



Bild 60/1 Querschnitt durch einen Holzstamm

Bild 60/2 Jahresringe



das dunklere und härtere Spätholz (Bild 60/2).

Das Alter der Bäume kann an Hand der Anzahl von Jahresringen ermittelt werden.

1. Ermittle das Alter des Baumes, dessen Hirnschnittfläche im Bild 60/1 abgebildet ist!
2. Bestimme am Bild 60/2 das Früh- und das Spätholz!

Je nach der Lage eines Brettes zum Stammquerschnitt verlaufen die Jahresringe unterschiedlich; entsprechend werden die **Bretter** unterschiedlich bezeichnet (Bild 60/3).

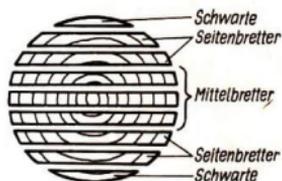


Bild 60/3 Bezeichnung der Bretter

► Das Alter eines Baumes ist an den Jahresringen festzustellen. Jeder Jahresring besteht aus Früh- und Spätholz. Die Bretter werden je nach Lage zum Stammquerschnitt unterschiedlich bezeichnet.

### Arbeiten des Holzes

**Quellen.** Im Frühjahr oder Herbst, wenn die Luft sehr feucht ist, klemmt plötzlich ein Fenster, schleifen die Haustür oder das Garagentor; sie sind größer geworden, sie sind gequollen. Trockenes Holz ist bestrebt, Wasser aufzunehmen. Ist der Feuchtigkeitsgrad der Luft größer als der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes, dann nimmt das Holz aus der Luft Feuchtigkeit auf. Dadurch vergrößern sich die Abmessungen des Holzes.

Früher wurde die riesige Kraft, die beim Quellen des Holzes entsteht, in den

Steinbrüchen zum Absprengen des Gesteins ausgenutzt.

**Schwinden.** Ist die Luft trockener als das Holz, gibt das Holz Feuchtigkeit ab. Seine Abmessungen werden kleiner, das Holz schwindet. Die Schwundbeträge sind nicht nach allen Seiten gleich (Bild 61/1).

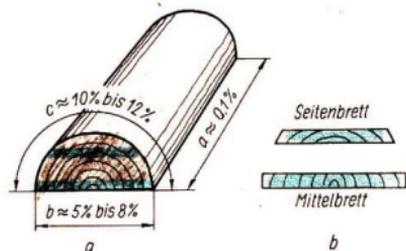


Bild 61/1 Schwinden des Holzes

1. Betrachte das Bild 61/1! Begründe, warum sich das Seitenbrett nach oben wölbt!
2. Betrachte das Bild 61/1! Stelle fest, nach welcher Richtung der Schwundbetrag am größten und nach welcher Richtung er am kleinsten ist!

Der Fachmann bezeichnet das Quellen und das Schwinden des Holzes als **Arbeiten**. Beim Verarbeiten muß das beachtet werden. Bewegliche Teile, die ständig der Luftfeuchtigkeit ausgesetzt sind, wie zum Beispiel Türen und Fenster, werden beim Einpassen etwas kleiner gearbeitet. Sie erhalten ein sogenanntes Spiel. So wird erreicht, daß beim Quellen des Holzes alle Teile noch einwandfrei funktionieren.

- Ermittle die Maße eines trockenen Kiefern Brettes! Lege das Brett einige Zeit in Wasser und miß abermals! Berichte über das Ergebnis!

► Bereits verarbeitetes Holz quillt oder schwindet.

## Trocknen des Holzes

Der Feuchtigkeitsgehalt eines frischgeschlagenen Baumes ist zu hoch für eine sofortige Verarbeitung. Deshalb ist es notwendig, das Holz vorher zu trocknen. Das kann durch natürliche Trocknung (an der Luft) oder durch technische Trocknung (in Trockenkammern) geschehen. **Die natürliche Trocknung** ist ein sehr langwieriger Prozeß. Dem Schnittholz wird durch Verdunsten die Feuchtigkeit entzogen.

Der Feuchtigkeitsgehalt von Nadelnschnittholz sinkt nach etwa einjähriger Trocknung an der Luft (Bild 61/2) auf etwa ein Viertel des ursprünglichen Gehalts herab. Ein weiterer Entzug von Feuchtigkeit ist dann an der Luft nicht mehr möglich. Dieses Verfahren dauert sehr lange, und der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes ist auch noch zu hoch. Deshalb läßt man heute das Holz häufig nur kurze Zeit an der Luft trocknen und wendet dann die technische Trocknung an.

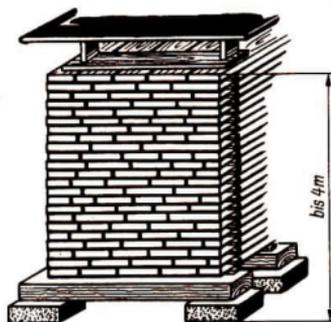


Bild 61/2 Natürliche Trocknung

**Die technische Trocknung** erfolgt in Trockenkammern (Bild 62/1). Innerhalb weniger Tage wird hier dem luftgetrockneten Holz die Feuchtigkeit annähernd ganz entzogen. Das Holz kann dann verarbeitet werden.

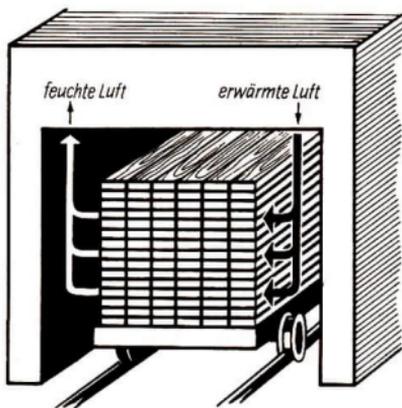


Bild 62/1 Technische Trocknung

Die **Bretter** verhalten sich beim Trocknen sehr unterschiedlich. Sie verändern bei Feuchtigkeitsentzug ihre Form. Dabei ist aber die Art der Formveränderung auch abhängig von der Lage des Brettes zum Stammquerschnitt. Bei Brettern spricht man von einer linken und einer rechten Seite. Die Seite, die beim Schwinden hohl wird, bezeichnet man als linke Seite. Die Seite, die beim Schwinden rund wird, als die rechte Seite (Bild 62/2).

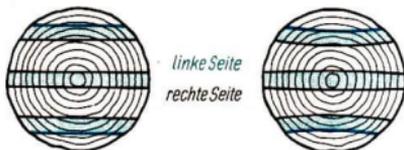


Bild 62/2 Bezeichnung der Brettseiten

Beim Verarbeiten von Brettern muß man diese Formveränderung berücksichtigen.

● Betrachte das Bild 62/3a und b! Überlege, warum die im Bild 62/3b dargestellte Verbindung günstiger ist!

▼ Wiege zwei gleich große Teile eines Kiefern Brettes zu Beginn der Stunde! Hänge ein Teil im Freien, das andere im Wärmeofen zum Trocknen auf. Am

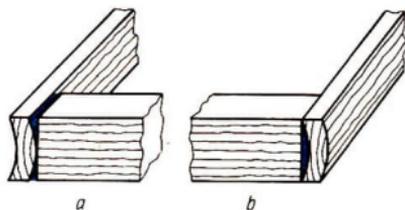


Bild 62/3

Schluß der Stunde wiege beide erneut! Berichte über das Ergebnis!

► Durch die technische Trocknung ist eine frühzeitigere Verarbeitung des Rohholzes möglich als bei der natürlichen Trocknung.

## Vergüten und Veredeln des Holzes

Durch das Arbeiten des Holzes ist sein Einsatz erschwert. Deshalb wurde nach Möglichkeiten gesucht, das Arbeiten des Holzes weitgehend einzuschränken. Dabei muß aber auch gleichzeitig ein möglichst sparsamer Verbrauch des Holzes gewährleistet sein.

Die **Furniere** sind Holzblätter von einer Dicke bis zu 3 mm. Sie werden hauptsächlich durch das Rundschalverfahren aus dem Stamm eines Baumes hergestellt (Bild 62/4).

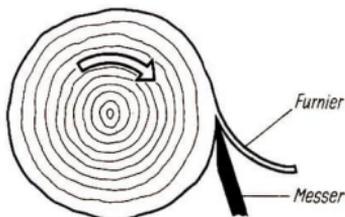


Bild 62/4 Furnierherstellung (schematisch)

Die Furniere werden mit gleichartigen oder andersartigen Werkstoffen durch Kleben weiterverarbeitet. Sie werden hauptsächlich in der Möbelindustrie verwendet.

- Überlege, welchen weiteren Vorteil der Einsatz von Furnieren hat!

**Die Furnierplatten (Sperrholz)** entstehen durch Übereinanderlegen von Furnieren. Die Faserrichtung der Furniere muß von Schicht zu Schicht in einem Winkel von 90° zueinander liegen (Bild 63/1). Dadurch wird das Arbeiten des Holzes aufgehoben. Durch das kreuzweise Verkleben der Furniere besteht beim Nageln auch nicht die Gefahr des Spaltens. Auch Schrauben halten bedeutend besser. Die Stabilität der Furnierplatten reicht für manche Zwecke (zum Beispiel Türen und Tischplatten) nicht aus. Hierfür werden häufig Tischlerplatten oder Mittellagenplatten verwendet.

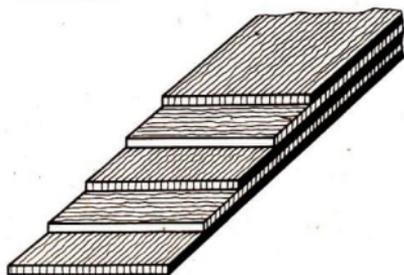


Bild 63/1 Faserrichtung bei Furnierplatten

**Die Tischlerplatten** entstehen durch Verkleben von Furnierplatten mit Blind- oder

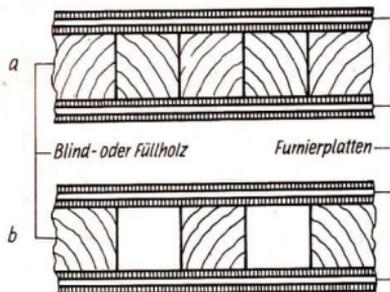


Bild 63/2 Tischlerplatten  
a Blockverleimung, b Sparverleimung

Füllholz (Bild 63/2). Dadurch wird ein sparsamer Verbrauch des Holzes erreicht und das Arbeiten des Holzes fast ausgeschaltet.

**Die Plastbeschichtung.** Viele Möbel werden heute statt mit kostenaufwendigen Edelfurnieren mit Plastplatten beschichtet (beplankt). Besonders häufig verwendet wird das Sprelacart. Es wird beispielsweise beim Herstellen von Küchenmöbeln, Ladeneinrichtungen und im Waggon- und Schiffbau eingesetzt.

- Nenne weitere Vorteile, die sich aus dem Einsatz von Plastplatten ergeben!

► Furniere, Platten und Plastbeschichtungen dienen der Veredlung des Holzes und erweitern seine Einsatzmöglichkeiten. Sie sind deshalb von großer volkswirtschaftlicher Bedeutung.

## Wirtschaftliche Bedeutung und Einsatzmöglichkeiten der Plaste

Überall im täglichen Leben — sei es in der Schule, zu Hause oder im Betrieb — treffen wir auf Gegenstände, die aus Plast gefertigt sind.

Die meisten Plaste sind erst in den letzten vierzig Jahren entwickelt worden; das ist der zielstrebigsten Forschungstätigkeit vieler Wissenschaftler und dem Fleiß vieler Arbeiter in den Chemiebetrieben zu danken! Ohne Plaste wäre die stürmische Entwicklung in der modernen Technik heute nicht denkbar. Unsere Wissenschaftler bemühen sich ständig, die Eigenschaften vorhandener Plaste zu verbessern, neue Plastarten zu entwickeln und weitere Einsatzmöglichkeiten zu finden. Sie haben erreicht, daß die Plasterzeugung in der Deutschen Demokratischen Republik weltweit anerkannt ist und viele Länder unsere Plasterzeugnisse kaufen. Die Verwendung von Plasten ermöglicht formschöne und zweckmäßige Konstruktionen, zum Beispiel im Kraftfahrzeugbau, im Schiff- und Flugzeugbau,

im Bauwesen, in der Möbelindustrie sowie bei der Herstellung von Spielzeug, Haushalt- und Sportgeräten. Im Maschinenbau ergänzen Plaste die metallurgischen Werkstoffe wie Stahl, Aluminium, Kupfer und Bronze. Da sich Plaste maßgerecht formen lassen, werden bedeutende Kosten eingespart.

Die untenstehende Übersicht zeigt Einsatzmöglichkeiten der Plaste an Stelle anderer Werkstoffe.

● 1. Nenne Bauteile verschiedener Bereiche unserer Volkswirtschaft, die aus Plaste gefertigt sind!

2. Berichte, warum dir zum Beispiel Haushaltgeschirr, Spielzeug oder Sportgeräte aus Plast gut gefallen!

In der Volkswirtschaft unserer Republik nehmen Plaste einen wichtigen Platz ein. Neue sozialistische Großbetriebe entstehen außer schon vorhandenen, um die Produktion von Plasten zu erhöhen und den ständig steigenden Bedarf zu decken.

Die Sowjetunion, der größte Handelspartner der DDR, liefert über die Erdölleitung „Freundschaft“ den für die Plasterstellung wichtigen Grundstoff Erdöl und ermöglicht damit, mehr Plaste herzustellen.

▶ Plaste sind hochwertige Werkstoffe, die für viele Verwendungszwecke besser geeignet sind als die seit längerer Zeit

Stahl	Aluminium	Blei, Zinn	Kupfer, Bronze	Glas, Porzellan
Zahnräder	Ausrüstungen für Autos,	Rohrleitungen	Lager	Flaschen
Seilrollen	Schiffsbau,	chemische Apparate	Armaturen	Dosen
Gehäuseteile	Flugzeugbau	Lager	Lampen	Schalen
Rohrleitungen	Bürobedarf	Tube	chemische Teile für	Isolierteile
Schrauben	Haushaltgeschirr	Flaschenverschlüsse	Meßgeräte	
Behälter	Waschwannen			

bekannten Werkstoffe. Plaste sind maßgerecht formbar und ermöglichen zweckmäßige Konstruktionen. Ihre Einsatzmöglichkeit erstreckt sich auf fast alle Bereiche der Volkswirtschaft.

## Eigenschaften der Thermoplaste

Thermoplaste sind Werkstoffe, die beim Erwärmen weich und bildsam werden. Die Bezeichnung „Thermoplast“ wird vom griechischen Wort thermo, das heißt auf deutsch warm, abgeleitet. Zu dieser Plastgruppe gehören unter anderem PVC-hart (Bild 65/2), PVC-weich, Polyäthylen und Polystyrol (Bild 65/1).



Bild 65/1 Gegenstände aus Polystyrol (links) und Polyäthylen (rechts)



Bild 65/2 Halbzeuge, Fertigteile und Gegenstände aus PVC-hart

**Die Formbarkeit** der Thermoplaste ist auf folgende Eigenschaften zurückzuführen: Im Gebrauchszustand sind die meisten Plaste fest und starr, bei genügender

Erwärmung werden sie plastisch und können umgeformt werden. Bei Abkühlung er härten sie wieder und verbleiben in der neuen Form. Diesen Vorgang kann man beliebig oft wiederholen, ohne daß dabei das Gefüge zerstört wird. Dadurch ist es möglich, den Thermoplasten die Form zu geben, die für den herzustellenden Gegenstand vorgesehen ist.

**Die Färbung** von Thermoplasten wird durch Beimischen von Farbstoffen während der Herstellung erreicht. Die eingefärbten Plaste besitzen leuchtende Farben, die witterungsbeständig sind und den daraus hergestellten Gegenständen ein farbenfreudiges Aussehen verleihen. **Die Beständigkeit** der Thermoplaste gegen Witterungseinflüsse, Säuren und Laugen ermöglicht deren vielfältige Verwendbarkeit. Durch den Wegfall eines Oberflächenschutzes, wie Farbanstriche, Verchromen usw., werden große Mengen Rohstoffe, Arbeitskräfte und Geld eingespart. Thermoplaste sind besonders für Isolationszwecke geeignet. Elektrische Leiter zum Beispiel werden mit Plasten umhüllt, damit der Strom den vorgesehenen Weg nimmt und beim Berühren der Leitungen durch den Menschen keine Unfälle auftreten. Aber auch dort, wo Wärme oder Kälte ferngehalten werden sollen, werden Plaste als Isolierstoff verwendet. So werden zum Beispiel Kühlschränke mit Thermoplasten isoliert und ausgekleidet.

Das Gewicht eines Würfels aus Thermoplast ist etwa um die Hälfte kleiner als das eines Aluminiumwürfels gleicher Größe. Deshalb verwendet man diese Plaste bei solchen Bauteilen, die ein geringes Gewicht haben müssen und die Konstruktion den Einsatz dieses Werkstoffes erlaubt.

● Nenne einige Beispiele, wo durch den Einsatz von Plasten die hergestellten Gegenstände leichter geworden sind!

Die meisten Thermoplaste sind geschmack- und geruchlos. Deshalb können sie für die Verpackung von Lebensmitteln verwendet werden.

► Thermoplaste lassen sich im erwärmten Zustand beliebig oft umformen. Sie besitzen eine hohe Beständigkeit gegen äußere Einflüsse und sind deshalb sehr haltbar.

Thermoplaste besitzen gute Isoliereigenschaften, sind leicht, geschmack- und geruchlos.

## Umformtemperaturen von Thermoplasten

Werden Thermoplaste auf einen bestimmten Temperaturbereich erwärmt, so können sie umgeformt werden. Diesen Temperaturbereich nennt man Umformtemperatur. Jeder Thermoplast hat seinen speziellen Temperaturbereich, in dem er in die gewünschte Form gebracht werden kann.

Plastart	Umformtemperatur
PVC – hart	um 140 °C
Polystyrol	um 130 °C
Polyäthylen	um 130 °C

Die Erwärmung kann mit Hilfe eines Thermometers, das auf die Plastoberfläche aufgesetzt wird, gemessen werden. Im Werkunterricht werden zum Er-

Bild 66/1 Infrarotstrahler

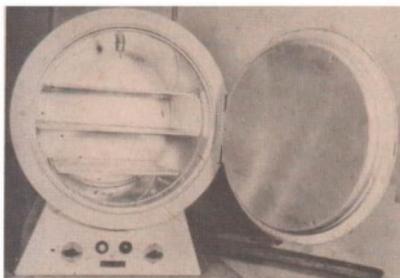
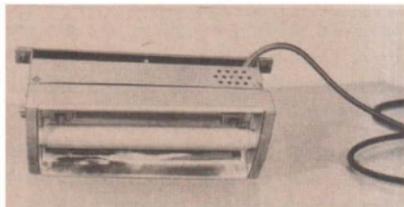


Bild 66/2 Elektrischer Wärmeofen

wärmen der Plaste vor allem Wärmeöfen (Bild 66/2), Wärmeschienen und Infrarotstrahler (Bild 66/1), die mit elektrischer Energie gespeist werden, verwendet.

► Als Umformtemperatur wird der Temperaturbereich bezeichnet, in dem Thermoplast umgeformt werden kann.

## Profilarten

Zu den aus Klasse 4 bereits bekannten Profilarten kommen noch weitere hinzu, die bei Maschinen- und Baukonstruktionen verwendet werden. Die untenstehende Übersicht zeigt die am häufigsten verwendeten Profilarten.

Die in der Übersicht gezeigten Profilarten haben gegenüber denen im Bild 67/1 erhebliche Vorteile. Zu ihrer Herstellung ist wesentlich weniger Werkstoff notwendig. Dadurch können Rohstoffe und Transportraum eingespart werden, es sind geringere Kräfte zum Einbau notwendig, und die Konstruktion hat ein geringes Gewicht. Ihre Stabilität ist bei richtigem Einsatz sogar größer.

● Berichte, was du über Leicht- und Schwerbauweise gehört hast!  
Welche Vorteile hat die Leichtbauweise, und welche Profile wird man dafür einsetzen?

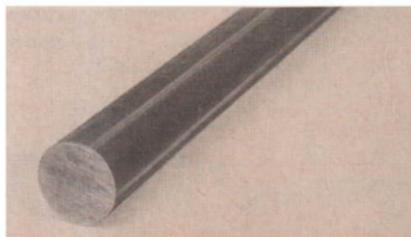
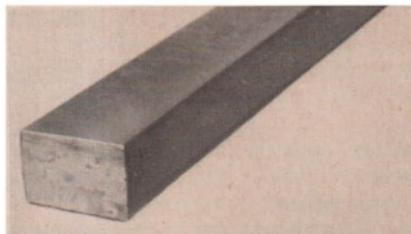
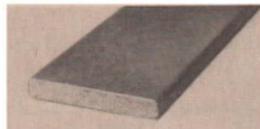


Bild 67/1 Profile

## Aufbau und Belastbarkeit der Profile

Betrachtet man den Querschnitt der einzelnen Profilarten, dann könnte man denken, daß sie aus Rechtecken zusammengesetzt sind (Bild 68/1). Eine Ausnahme ist das Rohr (O-Profil).

Flachprofil



Winkelprofil



U-Profil



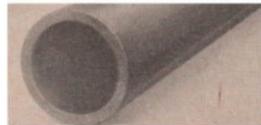
T-Profil



Doppel-T-Profil



Rohr-Profil



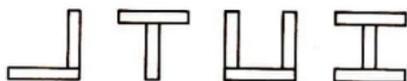


Bild 68/1

Durch diese Profilarten werden Nachteile des Flachprofils, die sich bei Belastung zeigen, ausgeglichen.

Ein flach eingebautes Flachprofil wird bei starker Belastung auf Biegung beansprucht. Wird ein Flachprofil hochkant eingebaut, dann weicht es bei starker Belastung seitlich aus (Bild 68/2).

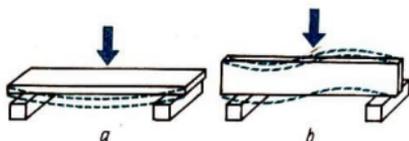


Bild 68/2 Flachprofil; a flachliegend belastet; b hochkant belastet

Wird aber anstelle des Flachprofils zum Beispiel ein T-Profil einer Belastung ausgesetzt, dann verhindert das hochkant stehende Rechteck ein Durchbiegen und das flachliegende Rechteck das seitliche Ausweichen.

Diese Erkenntnisse muß man bei der

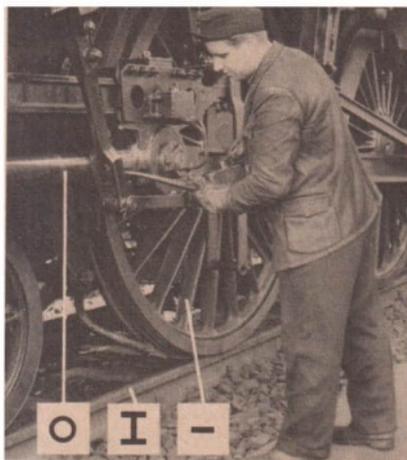


Bild 68/4

Konstruktion genauso beachten wie einen sparsamen Werkstoffverbrauch.

Man muß genau überlegen, welche Profilart bei einer bestimmten Belastung geeignet ist.

Beim Ermitteln der Belastbarkeit eines Profils müssen Größe, Form und Lage des Querschnitts berücksichtigt werden.

Ein Vergleich von Flach- und T-Profil macht das deutlich (Bild 68/3).

Bild 68/3 Verhalten von Profilen bei Belastung

Querschnitt			
Querschnittsfläche	$3\text{mm} \times 10\text{mm} = 30\text{mm}^2$	$3\text{mm} \times 10\text{mm} = 30\text{mm}^2$	$2(3\text{mm} \times 10\text{mm}) = 60\text{mm}^2$
Lage			
Verhalten bei Belastung			

● Erkläre mit Hilfe des Bildes 68/3, daß Größe, Lage und Form der Querschnittsfläche eines Profils wesentlichen Einfluß auf die Belastbarkeit haben!

Bei genauem Betrachten unserer Umwelt finden wir all diese Profilarten wieder. Beim Brücken- und Krananlagenbau, am Auto und Flugzeug und bei vielen anderen Konstruktionen werden sie verwendet (Bild 68/4).

● Untersuche eine Schraubzwinde auf ihren konstruktiven Aufbau! Begründe die Wahl der Profile!

▶ Die Belastbarkeit von Profilen richtet sich nach Größe, Lage und Form der Querschnittsfläche.



Bild 69/1 Zahnradgetriebe einer Drehmaschine

Zahnradern (Bild 69/2), zwei Wellen und der entsprechenden Anzahl von Lagern (Bild 69/3). Durch die Auswahl bzw. Anordnung der Teile eines Zahnradgetriebes wird es möglich, die Drehrichtung oder die Drehzahl zu ändern.

## Übertragungselemente

In der Technik finden wir viele Maschinen, bei denen Maschinenelemente zum Beispiel geradlinige, aber auch drehende Bewegungen ausführen.

● Nenne Maschinenelemente, die eine geradlinige Bewegung, und solche, die eine drehende Bewegung ausführen! Denke auch an bereits im Werkunterricht gebaute Modelle!

Zum Umwandeln oder Übertragen von Bewegungen bedient man sich der verschiedenartigsten Getriebe.

● Nenne dir bereits bekannte Getriebe! Beschreibe den wesentlichen Aufbau und die Wirkungsweise eines Getriebes!

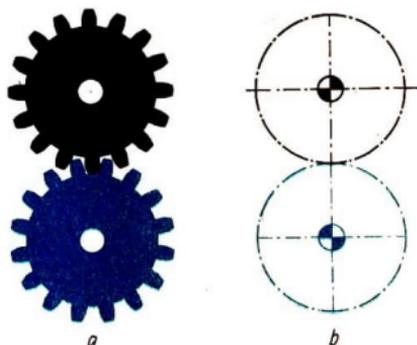


Bild 69/2 Zahnräder; a zeichnerisch, b schematisch

## Zahnradgetriebe

**Aufbau.** Zahnradgetriebe werden besonders bei Erzeugnissen des Maschinenbaus eingesetzt (Bild 69/1). Wie alle einfachen Getriebe haben sie die Aufgabe, Drehbewegungen von einer Welle auf eine andere zu übertragen. Ein einfaches Zahnradgetriebe besteht aus zwei

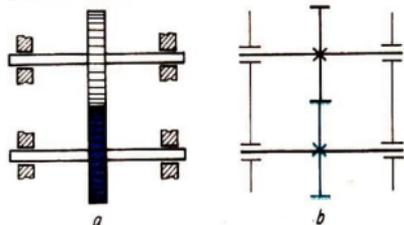


Bild 69/3 Zahnradgetriebe; a zeichnerisch, b schematisch

- 1. Wodurch wird bei einem Getriebe das Übersetzungsverhältnis geändert?
- 2. Nenne eine Getriebeart, bei der das treibende und getriebene Rad eine gegenläufige Drehrichtung haben kann!

**Wirkungsweise.** Bei einem Zahnradgetriebe greifen die Zähne des Antriebsrades in die Zahnluken des Abtriebsrades. So wird die Drehbewegung auf die Abtriebswelle übertragen, und dabei ändert sich die Drehrichtung. Man spricht hier von einer **formschlüssigen Übertragung** der Drehbewegung, denn die Zähne der Räder greifen ineinander.

- 1. Betrachte das Bild 70/1! Bestimme die Drehrichtung beider Räder!
- 2. Nenne eine Getriebeart, bei der das Übertragen der Drehbewegung nicht formschlüssig erfolgt!
- 3. Vergleiche die Drehzahlen der Zahnräder des im Bild 70/2 dargestellten Zahnradgetriebes!

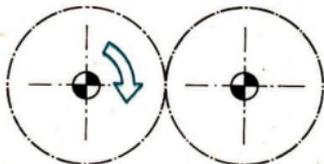


Bild 70/1 Schematische Darstellung eines Zahnradgetriebes

Das **Übersetzungsverhältnis** kann auch bei Zahnradgetrieben verändert werden. Entscheidend für das Ermitteln der Drehzahlen und des Übersetzungsverhältnisses ist die Anzahl der Zähne auf den Rädern.

Haben Antriebs- und Abtriebsrad die gleiche Anzahl von Zähnen, dann ist das Übersetzungsverhältnis 1:1 (Bild 70/2). Beide Zahnräder legen dann in einer Minute die gleiche Anzahl von Umdrehungen zurück.

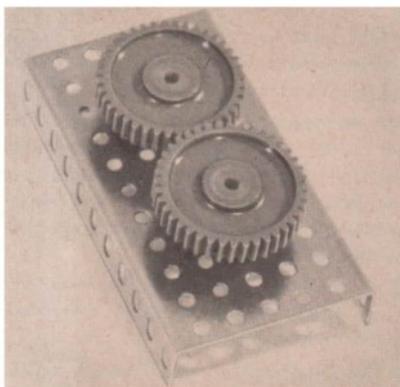


Bild 70/2 Zahnräder

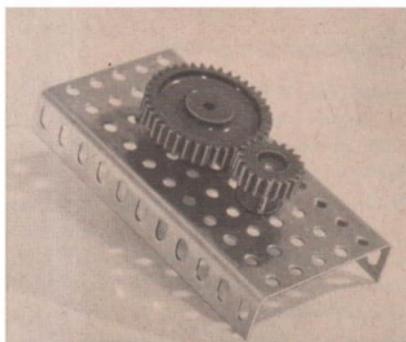


Bild 70/3 Zahnräder

- 1. Betrachte das Bild 70/3! Das große Zahnrad hat die doppelte Anzahl von Zähnen wie das kleine Zahnrad. Wie lautet das Übersetzungsverhältnis, wenn das große Rad Antriebsrad ist? Wie lautet das Übersetzungsverhältnis, wenn das kleine Rad Antriebsrad ist?

▶ Zahnradgetriebe übertragen Drehbewegungen formschlüssig von einer Welle auf eine andere. Zwei ineinandergreifende Zahnräder haben eine gegenläufige Drehrichtung. Das Übersetzungsverhältnis kann verändert werden.

Zahnradgetriebe und Zahnräder werden nach der Form unterschiedlich benannt.

**Stirnrad und Stirnradgetriebe.** Die in den Bildern 69/1 bis 70/3 gezeigten Zahnräder bezeichnet man als **Stirnräder**. Diese Räder sind an den „Stirnseiten“ verzahnt und haben eine zylindrische Grundform. **Stirnradgetriebe** werden sehr vielfältig eingesetzt. Sie werden verwendet, wenn die Wellen parallel liegen und einen kleinen Abstand haben. Ein Beispiel dafür ist in Bild 71/1 gezeigt.

Aber auch an Werkzeugmaschinen und in Kraftfahrzeugen sind sie zu finden.

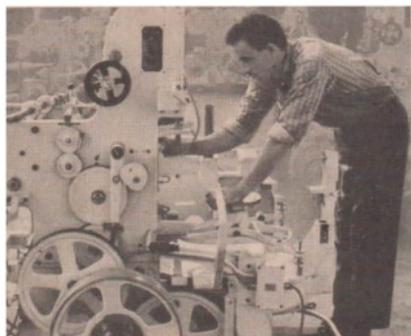
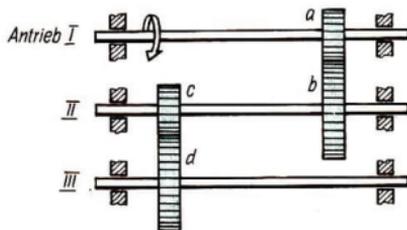


Bild 71/1 Zahnradgetriebe einer Verpackungsmaschine



Stirnrad a : 20 Zähne  
 Stirnrad b : 40 Zähne  
 Stirnrad c : 20 Zähne  
 Stirnrad d : 40 Zähne

Bild 71/2 Stirnradgetriebe

● Betrachte das Bild 71/2 und beantworte die folgenden Fragen:

- Wie verhalten sich die Drehrichtungen der Räder a und b; c und d zueinander?
- Wie ist das Übersetzungsverhältnis der Räder a und b; c und d?
- Welche Drehrichtung haben die Wellen I und II, und wie ist das Übersetzungsverhältnis der Räder a und d?
- Überlege, was durch Größe und Anordnung der Stirnräder erreicht wird!

► **Stirnradgetriebe** werden bei parallel liegenden Wellen verwendet. Drehzahl und Drehrichtung lassen sich durch die Anzahl der Zähne und der Zahnräder bestimmen.

**Kegelrad und Kegelradgetriebe.** Oft müssen Drehbewegungen von einer Welle auf eine andere übertragen werden, die nicht parallel zueinander liegen. Hier können **Kegelräder** eingesetzt werden. Im Gegensatz zu den Stirnrädern, die eine zylindrische Grundform haben, ist die Grundform des Kegelrades der Kegel.

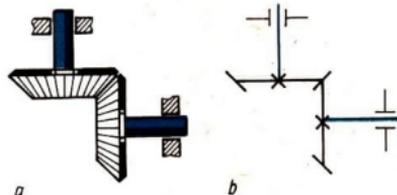


Bild 71/3 Kegelradgetriebe;  
 a zeichnerisch, b schematisch

Ein **Kegelradgetriebe** besteht aus mindestens zwei Kegelrädern, die auf je einer Welle befestigt sind, und den dazugehörigen Lagern (Bild 71/3).

Kegelradgetriebe haben die Aufgabe, Drehbewegungen zwischen nicht parallel zueinander liegenden Wellen formschlüssig zu übertragen. Beim Ineingreifen von zwei Kegelrädern haben beide

eine gegenläufige Drehrichtung. Die Drehrichtung von An- und Abtriebsrad kann durch das Zwischenschalten eines Rades gleichläufig gemacht werden (Bild 72/1a und b).

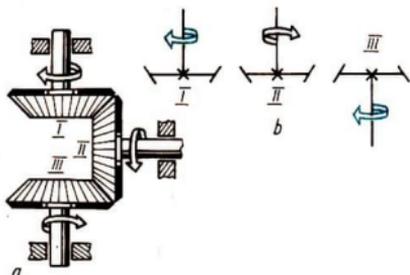


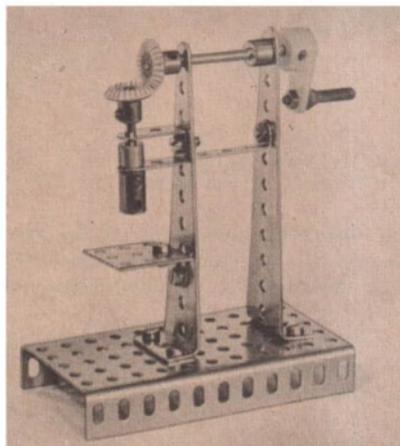
Bild 72/1 Kegelradgetriebe

- Fertige von dem im Bild 72/1a gezeigten Kegelradgetriebe die schematische Zeichnung an!

Das Bild 72/2 zeigt das Modell einer Bohrmaschine, bei der ein Kegelradgetriebe eingebaut ist.

- Beantworte zum Bild 72/2 folgende Fragen:

Bild 72/2 Modell einer Bohrmaschine



- Wie liegen die Wellen zueinander?
- Wie ist die Drehrichtung der Räder?
- In welcher Richtung bewegt sich die Abtriebswelle?
- Vergleiche die Drehzahlen der Kegelräder!

Das Übersetzungsverhältnis läßt sich auch bei einem Kegelradgetriebe ändern. Haben zwei Kegelräder in einem Getriebe die gleiche Anzahl von Zähnen, dann ist das Übersetzungsverhältnis 1:1. Bei dem im Bild 72/3 gezeigten Modell einer Handbohrmaschine haben die beiden Kegelräder unterschiedliche Größe. Das Antriebsrad hat 40 Zähne, das Abtriebsrad 20 Zähne.

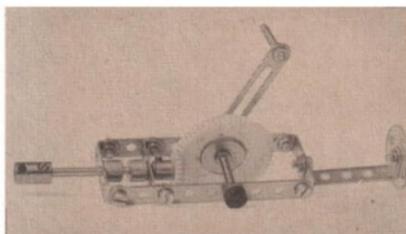


Bild 72/3 Modell einer Handbohrmaschine

- 1. Bestimme das Übersetzungsverhältnis des Kegelradgetriebes der Handbohrmaschine!
- 2. Begründe, warum man bei einer Handbohrmaschine eine Übersetzung vom Langsamen ins Schnelle wählt!
- 3. Bestimme die Anzahl der Zähne von Antriebs- und Abtriebsrad, wenn das Übersetzungsverhältnis 2:1 ist! Nenne mehrere Möglichkeiten!

► Kegelradgetriebe übertragen Drehbewegungen formschlüssig zwischen winklig zueinander liegenden Wellen. Drehrichtung und Übersetzungsverhältnis lassen sich durch die Anzahl der Zahnräder und der Zähne bestimmen.

**Schnecke, Schneckenrad und Schneckenradgetriebe.** Schneckenradgetriebe sind eine besondere Art der Zahnradgetriebe. Sie setzen sich aus einer Schnecke und einem Schneckenrad zusammen und werden verwendet, wenn die Wellen nicht parallel zueinander liegen (Bild 73/1).

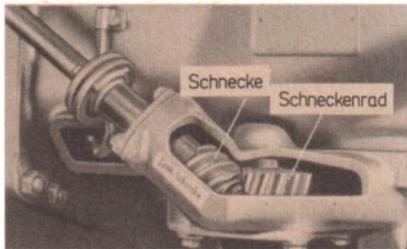


Bild 73/1 Schneckenradgetriebe an der Lenkung eines Kraftwagens

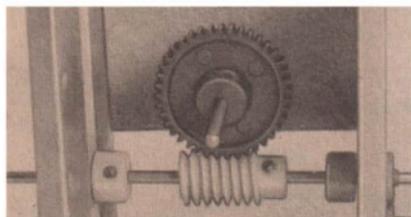


Bild 73/2 Schneckenradgetriebe aus Baukastenteilen

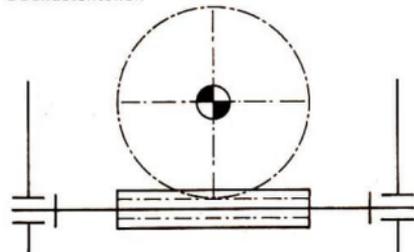


Bild 73/3 Schematische Darstellung eines Schneckenradgetriebes

Bei Schneckenradgetrieben, wie sie das Bild 73/2 zeigt, ist die Schnecke immer auf der Antriebswelle, das Schneckenrad

auf der Abtriebswelle befestigt. Wenn sich die Schnecke einmal gedreht hat, dann hat sich das Schneckenrad um einen Zahn weiter bewegt.

● Überlege, wie oft sich die Schnecke drehen muß, damit ein Schneckenrad mit 40 Zähnen eine Umdrehung ausführt! Bestimme das Übersetzungsverhältnis!

Ein solches Schneckenradgetriebe kann nur zur Übersetzung vom Schnellen ins Langsame verwendet werden und deshalb große Kräfte übertragen.

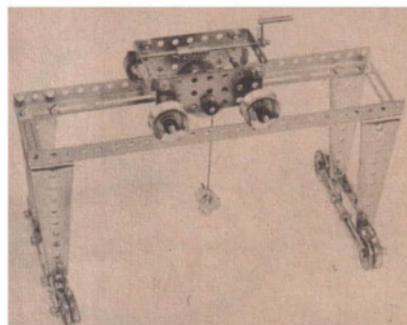
● Vergleiche eine Schnecke mit einer Schraube!

Drehe auf eine Schraube eine Mutter und versuche, diese herunterzuziehen! Was stellst du fest?

Bei einem Schneckenradgetriebe ist das Übertragen von Drehbewegungen nur in einer Richtung möglich; von der Schnecke zum Schneckenrad. Dieses Getriebe bezeichnet man als selbsthemmendes Getriebe.

► Schneckenradgetriebe bestehen aus Schnecke und Schneckenrad. Sie übertragen Drehbewegungen bei winklig zueinander liegenden Wellen, können große Kräfte übertragen und sind selbsthemmend.

Bild 73/4 Schneckenradgetriebe am Modell einer Winde



Schneckenradgetriebe werden wegen dieser Eigenschaften besonders bei Hebezeugen verwendet (Bild 73/4). Hier sind große Lasten zu befördern, und die angehobenen Lasten müssen beim Stillstand des Getriebes ihre Lage beibehalten.

## Kraftübertragung am Fahrrad

Fahrräder gibt es schon sehr lange. Sie wurden ständig weiterentwickelt, damit man mit ihnen schneller, bequemer und sicherer fahren kann. Unser heutiges Fahrrad wurde aus dem **Lauftrad** (Bild 74/1) entwickelt. Man hatte damals noch keine Möglichkeit gefunden, die Antriebskraft der Beine unmittelbar auf die Räder zu übertragen. Deshalb mußte man sich am Boden abstoßen. Beim **Hochrad** (Bild 74/2) erfolgte der Antrieb über eine Tretkurbel wie bei einem Kin-

Bild 74/1 Lauftrad



Bild 74/2 Hochrad



Bild 74/3 Tourenrad

derdreirad. Das Vorderrad wurde so groß gebaut, damit man bei einer Umdrehung der Tretkurbel eine möglichst lange Strecke fahren konnte. Wenn ein großes Rad sich einmal dreht, legt es einen größeren Weg zurück, als wenn sich ein kleines Rad einmal dreht.

Bei unseren Fahrrädern wird die Antriebskraft über die Kette auf das Hinterrad übertragen (Bild 74/3).

- 1. Benenne die Teile zur Kraftübertragung im Bild 74/4!

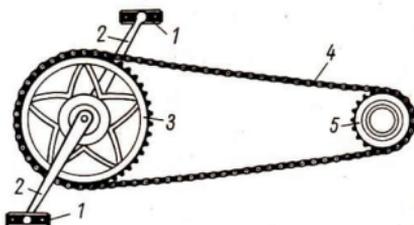


Bild 74/4 Teile zur Kraftübertragung am Fahrrad

2. Warum wird beim Fahrrad ein Kettengetriebe verwendet und kein Riemenge triebe?
3. Warum ist das Kettenrad größer als der Zahnkranz?
4. Welche Aufgabe hat eine Gangschaltung am Fahrrad?
5. Wodurch wird die erwünschte Reibung zwischen Bereifung und Straße erhöht?

## Elektrotechnischer Modellbau

### Der einfache Stromkreis

● Betrachte das Bild 41/3 und überprüfe dein Wissen durch das Lösen der folgenden Aufgaben!

1. Fertige eine Tabelle nach folgendem Muster an und trage die Schaltzeichen ein!

Benennung	Schaltzeichen
Leitung	
Elektrische Batterie	
Schalter	
Glühlampe	

2. Erkläre den Begriff „Stromkreis“ und gib an, wann eine Glühlampe im Stromkreis leuchtet!

3. Erkläre den Vorgang, der die Lichtwirkung in der Glühlampe hervorruft! Als Hilfe kannst du das Lehrbuch (Seite 42) verwenden.

### Schalten von Stromkreisen

Folgende Aufgaben sind gestellt:

1. Mit Hilfe einer elektrischen Batterie, zwei dazu gehörenden Glühlampen, Fassungen und Leitungen soll ein Stromkreis aufgebaut werden, bei dem die Glühlampen mit nur geringer Helligkeit leuchten.
  2. Mit den gleichen Bauelementen soll ein Stromkreis aufgebaut werden, bei dem die Glühlampen mit ihrer vollen Helligkeit leuchten.
- Beide Aufgaben lassen sich mit Hilfe der Reihen- bzw. der Parallelschaltung verwirklichen.

Die **Reihenschaltung** ist im Bild 75/1 dargestellt. Der Strom fließt von der Batterie zur ersten Glühlampe, von dort zur zweiten und dann zur Batterie zurück. Die Glühlampen werden **nacheinander** (der Reihe nach) vom Strom durchflossen. Ist eine Schaltung so aufgebaut, dann spricht man von einer Reihenschaltung.

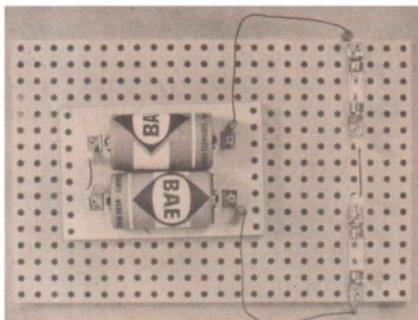


Bild 75/1 Reihenschaltung

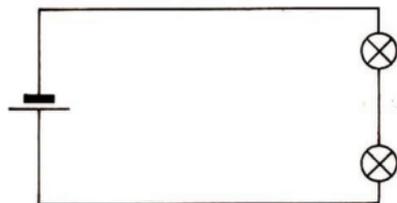


Bild 75/2 Schaltplan einer Reihenschaltung

Unter den in der 1. Aufgabe genannten Bedingungen gilt:

Je mehr Glühlampen in einer Reihenschaltung nacheinander vom Strom durchflossen werden, um so geringer ist die Lichtwirkung jeder einzelnen Glühlampe.

Ein bekanntes Beispiel für das Anwenden der Reihenschaltung ist die elektrische Weihnachtsbaumbeleuchtung.

● Begründe, warum bei einer Reihenschaltung alle Glühlampen verlöschen,

wenn eine Glühlampe defekt ist oder aus der Fassung geschraubt wird!

► Werden zwei (oder auch mehr) Glühlampen nacheinander vom Strom durchflossen, dann liegt eine Reihenschaltung vor.

Die **Parallelschaltung** ist im Bild 76/1 dargestellt. Hier ist jede Lampe direkt durch Leitungen mit der Batterie verbunden. Bei einer Parallelschaltung leuchtet jede Glühlampe mit ihrer vollen Helligkeit. Ob zwei oder mehr Glühlampen parallel geschaltet sind, alle Glühlampen leuchten gleich hell.

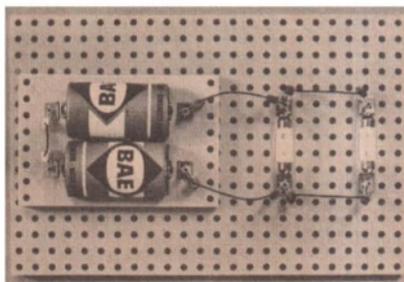


Bild 76/1 Parallelschaltung

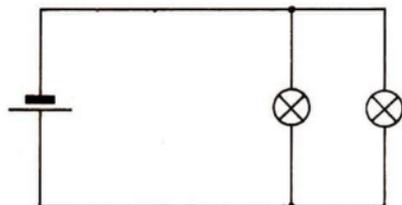


Bild 76/2 Schaltplan einer Parallelschaltung

- 1. Begründe, warum bei einer Parallelschaltung die übrigen Glühlampen auch dann leuchten, wenn eine defekt ist oder aus der Fassung geschraubt wird!
2. Begründe, warum eine Reihenschaltung zum Beispiel zum Beleuchten von Werkhallen und Treppenhäusern unzuweckmäßig ist!

Gegenstand	Benennung	Schaltzeichen
	Kreuzung einer einadrigen Leitung ohne elektrisch leitende Verbindung	
	Kreuzung einer zweiadrigen Leitung ohne elektrisch leitende Verbindung	
	Abzweigung mit elektr. leitender Verbindung	
	Kreuzung mit elektrisch leitender Verbindung	
	Sicherung	
	Elektrischer Widerstand	
	Lichtmaschine (Generator)	
	Elektromotor	
	Masseverbindung	
	Wecker (elektr. Klingel)	

Bild 76/3 Bauelemente und ihre Schaltzeichen

Im Bild 76/3 sind elektrotechnische Bauteile und ihre Schaltzeichen aufgeführt, die im elektrotechnischen Modellbau benötigt werden.

- 1. Nenne Unterschiede zwischen Reihen- und Parallelschaltung!
2. Suche Anwendungsbeispiele für die Reihen- und Parallelschaltung!

## Beleuchtung am Fahrrad

● Stelle an Hand des Bildes 76/2 fest, welche Art der Schaltung bei der Fahrradbeleuchtung vorliegt!

Das Bild 77/1 zeigt, wie die Leitungen der elektrischen Anlage des Fahrrades verlegt werden müssen. Der Stromkreis ist so jedoch noch nicht geschlossen.

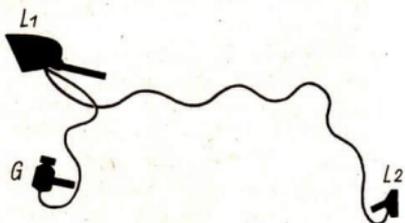


Bild 77/1 Installierte Leitungen am Fahrrad

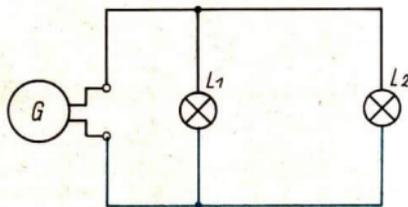
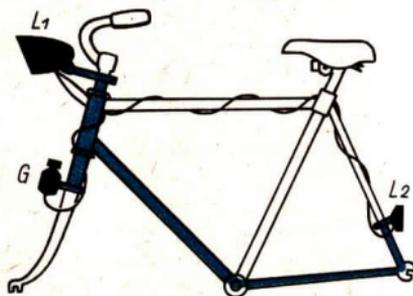


Bild 77/2 Elektrische Anlage mit Rahmen als Leiter

Da alle Metalle den elektrischen Strom leiten, wird der Rahmen des Fahrrades, genau wie die Karosserie des Kraftfahrzeuges, als Leiter verwendet (Bild 77/2). So wird wertvolles Leitungsmaterial eingespart.

▶ Die elektrische Anlage am Fahrrad ist eine Parallelschaltung. Der Rahmen wird als Leiter benutzt.

- 1. Nenne mögliche Fehlerquellen an der Fahrradbeleuchtung und erkläre, wie sie beseitigt werden können!
2. Begründe, weshalb die elektrische Anlage am Fahrrad stets in Ordnung sein muß!

## Widerstand

Jeder Leiter setzt dem elektrischen Strom einen Widerstand entgegen. Die Größe des Widerstandes hängt vom Werkstoff, vom Durchmesser und von der Länge des Leiters ab. Je dünner und je länger ein Leiter ist (bei gleichem Werkstoff), um so größer ist sein Widerstand. Die Eigenschaft der Leiter, dem elektrischen Strom einen Widerstand entgegenzusetzen, nutzt man in der Technik. Durch den Widerstand wird im Leiter Wärme erzeugt, was so weit führen kann, daß der Leiter zu glühen beginnt. Ein Beispiel für das Ausnutzen dieser Wirkung des elektrischen Stromes ist die Glühlampe.

Wird ein Stromkreis, in den eine Glühlampe geschaltet ist, geschlossen, dann erwärmt sich die dünne Drahtwendel der Glühlampe so stark, daß sie zu glühen beginnt. Auch wenn der Stromkreis längere Zeit geschlossen ist, glüht nur die dünne Drahtwendel der Glühlampe. Der Leiter der elektrischen Leitung glüht nicht, denn er hat einen verhältnismäßig großen Durchmesser und dadurch einen geringen elektrischen Widerstand.

Die Drahtwendel der Glühlampe ist dagegen sehr dünn. Sie hat einen großen Widerstand.

Bei vielen Geräten nutzt man die Erscheinung, daß der elektrische Strom einen Leiter mit großem Widerstand erwärmt.

Beispiele für das Nutzen der Wärmewirkung des elektrischen Stromes sind der Lötkolben, das Reglerbügeleisen (Bild 78/1), der elektrische Kocher, das Heizkissen und viele andere Geräte.

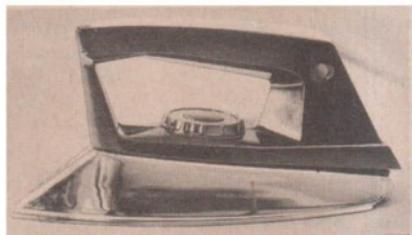


Bild 78/1 Reglerbügeleisen

► Alle Leiter setzen dem elektrischen Strom einen Widerstand entgegen. Die Größe des Widerstandes ist abhängig vom Werkstoff, vom Durchmesser und von der Länge des Leiters. Die Licht- und Wärmewirkung des elektrischen Stromes werden technisch genutzt.

● Nenne weitere Anwendungsbeispiele, bei denen die Umwandlung des elektrischen Stromes in Wärme technisch genutzt wird!

2. Begründe, weshalb elektrische Wärme-geräte nie unnötig eingeschaltet sein dürfen!

## Sicherungen

Bei elektrischen Wärmegeräten nutzt man die Wärmewirkung des elektrischen Stromes bewußt aus (erwünschte Wärmewirkung). In elektrischen Anlagen darf es jedoch nicht zu einer großen Erwärmung

der Leiter kommen (unerwünschte Wärmewirkung). Das könnte zur Folge haben, daß die Anlage zerstört wird oder ein Brand entsteht. Um dies zu verhindern, verwendet man zum Beispiel **Schmelzsicherungen**. Diese Sicherungen bestehen aus einem Leiter und einer Ummantelung. Der Leiter der Sicherung hat einen kleineren Durchmesser als die Leiter des Stromkreises, in den die Sicherung geschaltet ist.

Bild 78/2 zeigt zwei Ausführungen von Sicherungen für Kleinspannungen, Bild 78/3 den Schaltplan eines gesicherten Stromkreises. Der Strom muß zuerst durch die Sicherung fließen. Sind zuviel Geräte in den Stromkreis geschaltet, dann beginnt der dünne Leiter in der Sicherung zu glühen und schmilzt durch. Dadurch ist der Stromkreis unterbrochen. Man sagt, die Sicherung ist durchgebrannt.



Bild 78/2 Schmelzsicherungen für Kleinspannungen

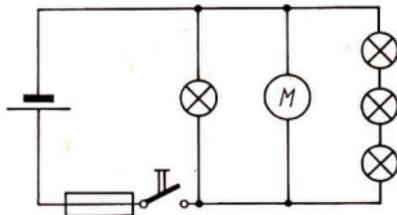


Bild 78/3 Schaltplan eines Stromkreises mit Sicherung

► Bei Überlastung eines Stromkreises brennt die Sicherung durch. Dadurch wird der Stromfluß in dem gesicherten Stromkreis unterbrochen.

Die Sicherung kann auch noch aus einem anderen Grunde durchbrennen. Auf Bild 39/3 ist die Isolierung der Leitung zerstört. Berühren sich zwei Leiter, so nimmt der Strom den kürzesten Weg und fließt nicht zu den Geräten der Anlage. In der Leitung ist ein Kurzschluß.

Bei einem Kurzschluß fließt durch die Leitungen ein sehr starker Strom. Der Leiter in der Sicherung beginnt ebenfalls zu glühen, schmilzt und unterbricht den Stromfluß.

### Beachte

Im Starkstromnetz darf eine Sicherung nur von Erwachsenen ausgewechselt werden!

Reparaturen an Anlagen und Geräten dürfen nur vom Fachmann ausgeführt werden!

1. Erkläre die Aufgaben der Sicherung!
2. Weshalb darf eine durchgebrannte Sicherung niemals repariert werden?

## Installation einer elektrischen Anlage

Das Verlegen von Leitungen oder das Einbauen elektrischer Geräte in elektrische Anlagen wird als Installation bezeichnet. Im elektrotechnischen Modellbau des Werkunterrichts werden ebenfalls einfache Anlagen installiert. Zur Installation elektrischer Anlagen benötigt man einen Schaltplan. Aus dem Schaltplan kann ersehen werden, wie die Leitungen und Geräte miteinander verbunden werden müssen.

Bild 79/2 zeigt den Schaltplan einer Signalanlage.

Im Bild 79/1 ist die Signalanlage mit Teilen des Elektrotechnikbaukastens installiert.

Die verwendeten Bauelemente und ihre Schaltzeichen enthält das Bild 79/3.

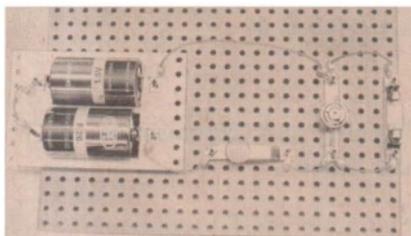


Bild 79/1 Modell einer Signalanlage

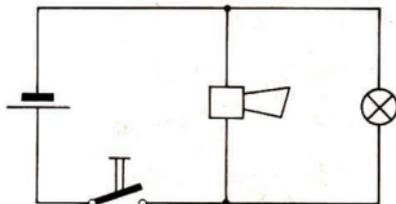


Bild 79/2 Schaltplan einer Signalanlage

Bauelemente	Schaltzeichen
Batterie	
Leiter	
Schalter	
Hufe	
Glühlampe	

Bild 79/3 Bauelemente und Schaltzeichen

### Arbeitsablauf

1. Betrachte den Schaltplan!
2. Entnimm die Bauteile, die im Schaltplan angeführt sind, dem Baukasten!
3. Stecke die Bauteile entsprechend ihrer Anordnung im Schaltplan auf die Lochplatte!
4. Verbinde die Bauteile mit Leitungen!
5. Überprüfe den Aufbau anhand des Schaltplanes!
6. Nimm die Anlage in Betrieb!

► Gewissenhafte Arbeit und sorgfältiger Umgang mit elektrischen Bauteilen ist Voraussetzung bei der Installation elektrischer Anlagen.

## Planung und Organisation der Arbeit

### Fertigung von Erzeugnissen

In allen Bereichen unserer Volkswirtschaft kommt es darauf an, mit den vorhandenen Rohstoffen, Werkstoffen und anderen Materialien sparsam umzugehen. Die Senkung des Materialverbrauchs und der Fertigungszeit bei der Fertigung von Erzeugnissen ermöglicht es, einerseits billiger zu produzieren, und andererseits können die eingesparten Materialien und die gewonnene Zeit zum Herstellen anderer Erzeugnisse verwendet werden.

In den sozialistischen Betrieben suchen Arbeiter, Meister und Ingenieure immer neue Wege, um für das Herstellen der Erzeugnisse die geringsten Kosten aufzuwenden. Als Erfinder, Neuerer und Rationalisatoren haben viele Werktätige unserer Republik mit ihren Leistungen dazu beigetragen, die Volkswirtschaftspläne zu erfüllen und unsere sozialistische Republik zu stärken und zu festigen. Diese Aktivisten der sozialistischen Arbeit und Schrittmacher für den Sozialismus sind für uns alle Vorbild.

Auch im Werkunterricht ist es notwendig, mit Material und Zeit zu sparen. Wir überlegen uns zum Beispiel vor Beginn der Herstellung eines Werkstückes, wie wir es möglichst rationell herstellen können. Wieviel mehr sind solche Überlegungen in der Produktion notwendig, in der die Beziehungen von Produktionsabteilung zu Produktionsabteilung, von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz wesentlich komplizierter sind.

Diese Überlegungen sind bereits bei der Konstruktion von Erzeugnissen notwendig.

**Die Konstruktion.** Der Konstrukteur muß davon ausgehen, welche Aufgabe (Funktion) das Erzeugnis hat. Er muß überlegen, an welchen Stellen ein Teil besonders beansprucht wird und welche Gestaltung (Formgebung) sich daraus ergibt.

Dabei muß natürlich auch auf das Aussehen des Erzeugnisses geachtet werden. Alle Bauteile, die unseren Augen sichtbar bleiben, sollen nicht nur ihren Zweck erfüllen, sondern auch schön aussehen. Das gilt ebenso für die Werkstücke, die im Werkunterricht angefertigt werden.

Vom Verwendungszweck ausgehend, muß der Konstrukteur die Forderungen an die Stabilität und an die Witterungsbeständigkeit des Erzeugnisses berücksichtigen. Der Grundsatz der modernen Produktion, „so stabil wie nötig und nicht so stabil wie möglich“, gilt auch für die Konstruktion von Werkstücken im Werkunterricht. Alle diese Forderungen beeinflussen die Auswahl des zu verwendenden Werkstoffes. Bei der Bestimmung des Werkstoffes ist auch zu überlegen, welcher Werkstoff ohne große Schwierigkeiten zu beschaffen ist. Wo ein billiger und reichlich vorhandener Werkstoff den Zweck erfüllt, wird man nicht zu einem teuren und schwer zu beschaffenden greifen.

Weiterhin muß schon bei der Konstruktion überlegt werden, welche Arbeitstechniken bei der Fertigung des Erzeugnisses zu wählen sind. Dazu gehört eine gute Kenntnis der im Betrieb oder in der Werk-

statt zur Verfügung stehenden Möglichkeiten. Auch die vorgesehene Stückzahl für das zu fertigende Erzeugnis ist wichtig für die Überlegung, ob ein Teil beispielsweise gegossen oder aus dem Vollen gearbeitet werden soll.

► Die Konstruktion eines Erzeugnisses wird durch seinen Verwendungszweck bestimmt. Die notwendige Stabilität, die gestalterischen Gesichtspunkte und die Forderung nach geringen Kosten müssen u. a. berücksichtigt werden.

**Die Planung.** Vor Beginn der Herstellung eines mehrteiligen Erzeugnisses werden alle dazu erforderlichen Einzelteile ermittelt und aufgezeichnet, wobei das notwendige Material und die entsprechenden Abmessungen festgelegt werden.

Anhand der technischen Zeichnung wird der Materialbedarf festgelegt. Wird zu wenig Material bereitgestellt, kann nicht vom Beginn bis zum Abschluß reibungslos und ohne Stockungen gearbeitet werden. Dadurch gibt es unnötige Zeitverluste. Zuviel bereitgelegtes Material kann oft nicht mehr für andere Zwecke verwendet werden. Es wird einer anderen Produktionsstätte entzogen und verursacht außerdem noch größere Kosten. Das Festlegen des erforderlichen Materials geschieht in Form einer Stückliste (Bild 8/1).

**Fertigungsarten.** Kosten können nicht nur durch eine gute Planung des Materialbedarfs gesenkt werden, sondern auch durch Arbeitsverfahren, die den Materialverbrauch verringern. Hierbei sind die Umformverfahren den Trennverfahren überlegen, da beim Umformen weniger Abfall (zum Beispiel keine Späne) entstehen und deshalb nur geringe Werkstoffverluste auftreten (Bild 81/1).

Weiterhin können durch die Auswahl derjenigen Bearbeitungsmethode, die die geringste Zeit erfordert, Kosten gesenkt werden (Bild 81/2).

Nur durch trennende Arbeitsverfahren hergestellt



Durch Schmieden hergestellt nur das Loch wird gebohrt



Bild 81/1 Werkstoffeinsparung an einem durch Umformen hergestellten Flansch

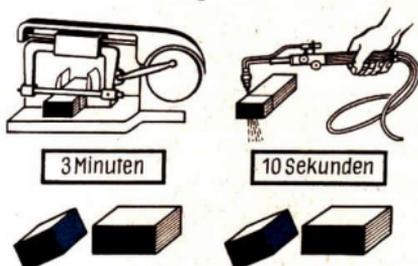


Bild 81/2 Trennen eines Flachstahles mit der Maschinenbügelsäge und mit dem Schneidbrenner

Die Organisation des Fertigungsablaufes hat einen bedeutenden Einfluß auf die Herstellung eines Erzeugnisses. Man unterscheidet zwei Prinzipien der Fertigung: die Werkstatt- und die Fließfertigung. Bei der Werkstattfertigung (Bild 82/1) werden gleichartige Maschinen zusammengefaßt. Es gibt im Betrieb eine Dreherei, Schleiferei usw. Das Bild 82/1 zeigt, wie die Drehmaschinen, Fräsmaschinen, Bohrmaschinen und Schleifmaschinen jeweils zu einer Gruppe zusammengefaßt sind.

Durch die notwendige Aufeinanderfolge der Arbeitsgänge an einem Werkstück muß dieses meist einige Male auf unterschiedlichen Maschinen bearbeitet werden. Dabei ergeben sich oft lange Transportwege. Im Bild 82/1 zeigen die

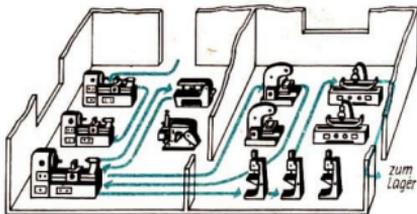


Bild 82/1 Werkstattfertigung

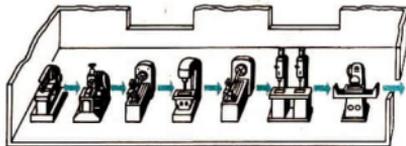


Bild 82/2 Fließfertigung

blauen Pfeile den Weg eines Werkstückes während der spanenden Bearbeitung. Bei der **Fließfertigung** (Bild 82/2) werden die Maschinen nach der vorgesehenen Folge der Arbeitsgänge angeordnet. Man muß das Werkstück hier also nicht mehrere Male hin- und hertransportieren. Diese Fertigungsart ergibt kurze Transportwege. Das Stück kann in einer kürzeren Zeit und mit geringeren Transportkosten als in der Werkstattfertigung hergestellt werden. Diese Art der Fertigung ist aber nur dann sinnvoll, wenn Werkstücke mit hohen Stückzahlen gefertigt werden sollen.

**Die Organisation der Arbeit** im Werkunterricht wird von folgenden Maßnahmen gekennzeichnet:

Die exakte Planung für das Herstellen eines Werkstückes ist eine Voraussetzung dafür, um das gestellte Ziel auf kürzestem Wege zu erreichen.

Das Einhalten der vorgesehenen Arbeitsschritte sowie die richtige Einteilung der Arbeitskraft und des Arbeitstempos ermöglichen es, die vorgesehene Arbeitsaufgabe systematisch und ohne Zeitverlust auszuführen.

Die Ordnung und Sauberkeit am Arbeitsplatz sind für einen geregelten und zügigen

Arbeitsablauf sehr wichtig. Unordentlich umherliegendes Werkzeug und Material behindern uns beim Ausführen der Arbeitsschritte und führen zur Beschädigung der Werkzeuge. Außerdem können dadurch Unfälle verursacht werden. Das gewissenhafte Einhalten der Arbeitsschutzanordnungen (ASAO) ist eine Forderung an alle Schüler. Das Bedienen von elektrischen Maschinen und Geräten bedarf der besonderen Aufmerksamkeit und Vorsicht.

Deine Gesundheit und die deiner Mitschüler darf durch leichtfertiges Verhalten nicht gefährdet werden.

Eine ständige Kontrolle der Arbeitsergebnisse ist notwendig, um Werkstücke mit einer guten Qualität herstellen zu können. Arbeitszeit- und Materialverlust durch Nacharbeiten oder nochmaliges Anfertigen des Werkstückes werden durch gewissenhafte Kontrollen vermieden.

► Das Einhalten der Arbeitsordnung ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Arbeit. Das Verhalten im Werkraum ist in der Werkraumordnung festgelegt, die von jedem Schüler eingehalten werden muß. Zur Organisation der Arbeit gehören das Planen, das Einhalten der vorgesehenen Arbeitsschritte, die zweckmäßige Einteilung der Arbeitskraft und des Arbeitstempos, Ordnung und Sauberkeit am Arbeitsplatz, das Beachten der ASAO und das Überprüfen der Arbeitsergebnisse.

**Güteanforderungen.** Es kommt nicht nur darauf an, die Erzeugnisse mit geringen Kosten in kurzer Zeit herzustellen, sie müssen auch eine gute Qualität haben. Die Forderungen, die sich für die Qualität des Erzeugnisses ergeben, können sehr unterschiedlich sein. Sie werden von der Aufgabe des Erzeugnisses bestimmt. Solche Forderungen können ein einwandfreies Funktionieren, eine ausreichende Lebensdauer, geschmackvolle Formge-

staltung, keine Materialfehler und ähnliches sein. Die Gütekontrollure achten auf einwandfreie Qualität der Produkte. Das Amt für Standardisierung, Meßwesen und Warenprüfung (ASMW) erteilt für die einzelnen Produkte nach eingehender Untersuchung ihrer Eigenschaften ein Gütezeichen (Bild 83/2).

## Technisches Zeichnen

### Maßeintragen

Maßeintragen in technischen Zeichnungen sind sehr gewissenhaft und ordentlich vorzunehmen, denn danach wird ein Werkstück hergestellt und geprüft. In welcher Weise die Maße eingetragen werden müssen, ist in einem Standard festgelegt.

Vor dem Anreißen des Werkstückes sind oft eine Seite oder zwei winklig zueinander liegende Seiten (Bezugskanten) herzurichten. Dann geht man beim Bemaßen der entsprechenden Zeichnungen von diesen Seiten aus (Bild 83/3).

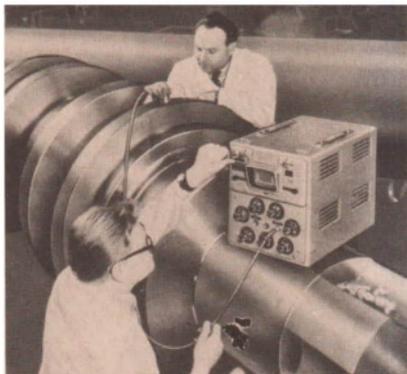


Bild 83/1 Gütekontrolle

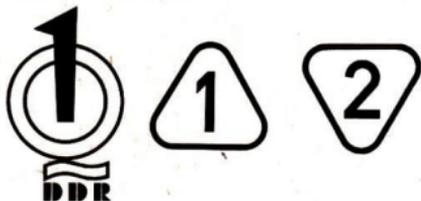


Bild 83/2 Gütezeichen

Ein Überwachungszeichen des ASMW gilt als Gütezeichen für Grundstoffe, für Halbfabrikate und Fertigungserzeugnisse, wenn diese die in den Standards oder sonstigen Qualitätsbestimmungen festgelegten Mindestgüteanforderungen erfüllen.

1. Unter welchen Umständen wird die Werkstattfertigung vorteilhafter als die Fließfertigung sein?
2. Welche Gütezeichen tragen die Erzeugnisse deines Patentbetriebes?

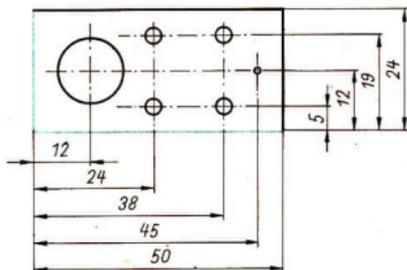


Bild 83/3 Maßeintragen von zwei Bezugskanten aus

Dabei ist darauf zu achten, daß jedes Maß nur einmal eingetragen wird.

Zusammengehörige Maße – zum Beispiel für einen Ausschnitt – sollten möglichst in einer Ansicht angegeben werden (Bild 84/1).

Werden Werkstücke mit kreisrunden Querschnitten bemaßt, dann wird vor die Maßzahl ein Durchmesser-



Bild 84/1 Eintragen zusammengehörender Maße

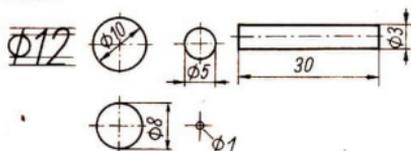


Bild 84/2 Maßeintragung bei kreisförmigen Formen

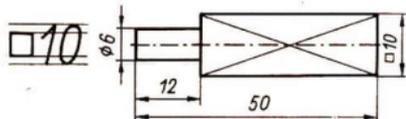


Bild 84/3 Maßeintragung bei quadratischen Formen

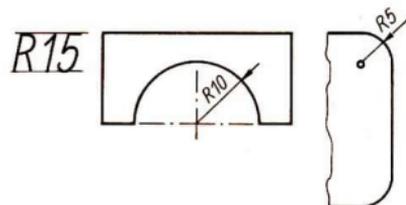


Bild 84/4 Maßeintragung bei Radien

Zeichen gezeichnet (Bild 84/2). Werkstücke mit quadratischem Querschnitt sind an einem Quadratzeichen vor der Maßzahl und einem Diagonalkreuz (dünne Vollinie) erkenntlich (Bild 84/3). Beim Bemaßen von Rundungen wird vor der Maßzahl ein R (Radius) angegeben (Bild 84/4).

● Fertige eine Skizze von dem im Bild 84/3 dargestellten Werkstück an, so daß man die Form erkennen kann!

## Anfertigen einer technischen Zeichnung

Eine Zeichnung sollte in einer bestimmten Reihenfolge angefertigt werden. Zuerst wird mit dünnen Linien die Grundform vorgezeichnet. Bei runden oder symmetrischen Werkstücken beginnt man mit der Mittellinie. Dann werden Bohrungsmitten, Bohrungen, Rundungen und Bemaßungen dünn vorgezeichnet. So wird die endgültige Form des Werkstückes erkennbar, und überflüssige Linien können entfernt werden. Beim Nachziehen der Körperkanten sollte mit den schwierigsten Formen (zum Beispiel mit den Rundungen) begonnen werden. Abschließend wird die Zeichnung beschriftet (Bild 84/5).

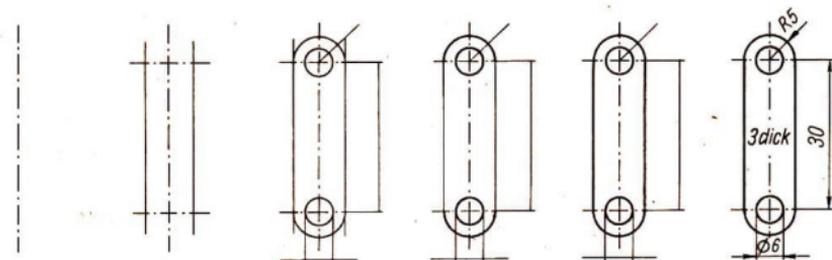


Bild 84/5 Reihenfolge beim Anfertigen einer Zeichnung

## Prüfverfahren

Das Anwenden von Prüfverfahren ist für ein qualitätsgerechtes Arbeitsergebnis von großer Bedeutung. Dabei ist es wichtig, das richtige Prüfverfahren und das richtige Prüfzeug auszuwählen.

● Wiederhole, welche Prüfverfahren du kennst! Ordne den Prüfverfahren die entsprechenden Prüfzeuge zu!

Die Prüfverfahren werden unterteilt in **maßliche** und **nichtmaßliche** Prüfverfahren. Zu den maßlichen Prüfverfahren gehören das Messen und Lehren, zu den

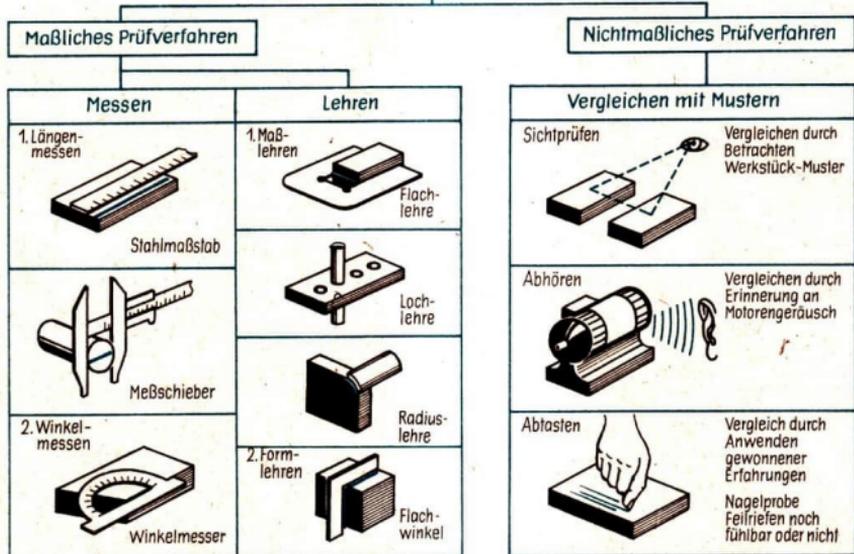
nichtmaßlichen das Vergleichen mit Mustern (siehe untenstehendes Bild).

**Messen mit dem Meßschieber.** Die Genauigkeit von Messungen, die mit dem Gliedermaßstab oder dem Stahlmaßstab erreicht werden kann, genügt häufig nicht. Außerdem treten leicht Meßfehler auf, zum Beispiel durch ungenaues Anlegen des Maßstabes oder durch Schätzen von halben Millimetern.

Der Meßschieber ist ein einstellbares Meßzeug. Mit ihm ist es möglich, auf 0,1 mm genau zu messen. Er besteht aus der Schiene mit dem festen Meßschenkel und dem Schieber mit beweglichem Meßschenkel. Die Bezeichnung weiterer Teile ist aus dem Bild 86/1 zu ersehen.

Die Hauptteilung des Meßschiebers ist auf der Schiene. Auf dem Schieber befindet sich eine weitere Teilung, die als Nonius bezeichnet wird. Der Nonius ermöglicht das Ablesen der Zehntelteile eines Millimeters.

### PRÜFVERFAHREN



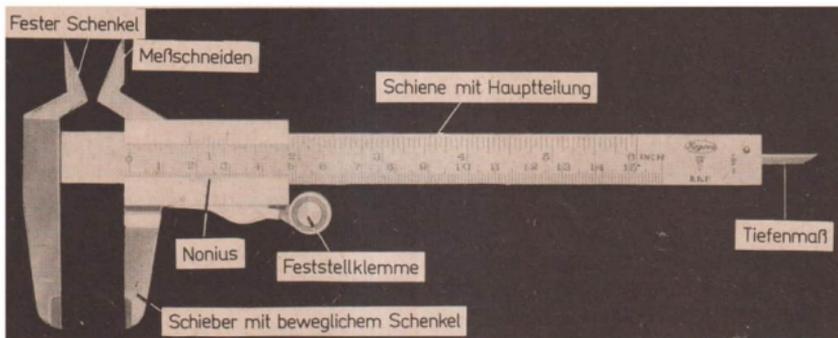


Bild 86/1 Meßschieber

Berühren sich beide Meßschenkel, dann stimmt der Nullstrich des Nonius mit dem Nullstrich der Hauptteilung überein (Bild 86/2a).

Stimmt der Nullstrich des Nonius mit einem Strich der Hauptteilung überein, dann kann das Maß sofort auf die Vielfachen von 1 mm genau bestimmt werden (Bild 86/2b). In der im Bild 86/2b dargestellten Messung beträgt der Durchmesser des Rundstahls 15,0 mm.

Im Bild 86/2c liegt der Nullstrich des Nonius zwischen zwei Strichen der Hauptteilung. In diesem Fall muß das zu ermittelnde Maß für den Rundstahldurchmesser zwischen 17,0 mm und 18,0 mm liegen. Auf dem Nonius wird der Strich gesucht, der mit einem Strich der Hauptteilung übereinstimmt. Im Bild 86/2c ist es der fünfte

Strich des Nonius. Dabei wird der erste Strich (Nullstrich) des Nonius nicht mitgezählt; das genaue Maß beträgt also 17,5 mm.

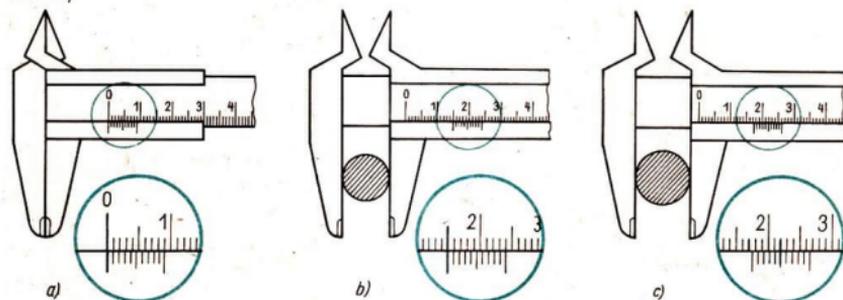
- 1. Stelle auf einem Meßschieber folgende Maße ein:  
18,0 mm; 7,0 mm; 13,2 mm; 5,7 mm!
- 2. Bestimme die im Bild 87/1 gezeigten Einstellungen!

**Beachte beim Ablesen der Maße!**

Beim Meßschieber werden **ganze Millimeter** durch den Nonius-Nullstrich angezeigt.

**Zehntelmillimeter** ergeben sich durch Übereinstimmung eines Teilstriches des Nonius mit einem Teilstrich der Hauptteilung.

Bild 86/2



Ganze Millimeter und Zehntelmillimeter ergeben das eingestellte Maß zwischen den Meßschenkeln.

Mit dem Meßschieber kann auch der Durchmesser oder die Tiefe einer Bohrung gemessen werden (Bild 87/2).

Beim Messen mit dem Meßschieber wird das Werkstück an den festen Meßschenkel angelegt. Dann wird der bewegliche Meßschenkel mit geringer Kraft an das Werkstück gedrückt. Jetzt kann das Maß abgelesen werden (Bild 87/3).

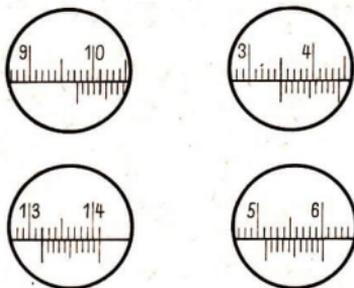


Bild 87/1

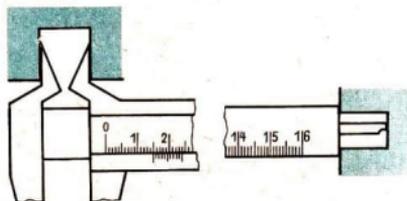


Bild 87/2 Messen mit dem Meßschieber

Bild 87/3 Handhaben des Meßschiebers



**Prüfen von Formen.** Bei Werkstücken können folgende Formen während der Bearbeitung kontrolliert werden:

- Ebenheit einer Fläche,
- Winkligkeit,
- Rundungen.

Um festzustellen, ob bei der Anfertigung eines Werkstückes die geforderte Form eingehalten wurde, verwendet man das **Lichtspalt-Prüfverfahren**. Dazu legt man die Formlehre an das zu prüfende Werkstück. Erst wenn die Form von Lehre und Werkstück genau übereinstimmt (also ein feiner gleichmäßiger Lichtspalt zu sehen ist), ist das Werkstück formgerecht gefertigt.

	Ebene Flächen	Winkel	Radien
Prüflehre	Lineal	Flachwinkel Anschlagwinkel	Radiuslehre
Prüfbild			

Bild 87/4 Einsatz von Formlehren

**Meßfehler.** Wird untersucht, warum Meßfehler auftreten, so wird man unter anderem feststellen:

- Der Prüfende liest nicht genau ab.
  - Unterschiedlich aufgewendete Meßkraft führt zu unterschiedlichen Meßergebnissen.
  - Der Fehler kann am Meßgerät liegen.
- Um Qualitätserzeugnisse herzustellen, ist beim Messen und Prüfen und bei der Behandlung der Prüfzeuge folgendes zu beachten:
- Kontrolliere Prüfzeuge öfter auf Genauigkeit!
  - Lege Prüfzeuge richtig an!
  - Vermeide Ablesefehler!
  - Lege beim Messen mit dem Meßschieber das Werkstück richtig zwischen die Meßflächen!
  - Wende beim Messen nie Gewalt an!

## Umformen

Beim Umformen wird die Form des Werkstückes erreicht, ohne Werkstoffteile abzutrennen oder zuzufügen. Durch die Anwendung von Umformverfahren bei der Herstellung der Werkstücke wird Material und Arbeitszeit eingespart. Ob ein Umformverfahren zur Formgebung der Werkstücke angewendet wird oder nicht, hängt unter anderem von den Eigenschaften des Werkstoffes ab, der zu bearbeiten ist. Die meisten Thermoplaste haben gute Umformeigenschaften. Um das zweckmäßige Verfahren für das Herstellen eines Werkstückes auswählen zu können, muß man die Wirkungen der einzelnen Verfahren kennen.

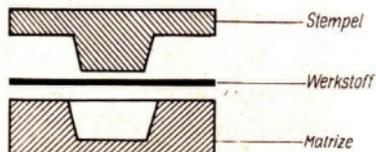
**Das Hohlprägen** ist ein Umformverfahren. Es wird zum Herstellen von flachen Dosen, Schachteln, Verpackungsmaterialien und anderen Gegenständen angewendet. Auch Buchstaben, Zahlen, Zeichen und Bilder können in den Werkstoff geprägt werden. Das Hohlprägen wird in Prägeformen durchgeführt. Die Erhöhungen auf dem Prägestempel sind in der Gegenform (Matrize) als Vertiefungen ausgebildet und umgekehrt (Bild 88/1).

● Vergleiche die Prägeform zum Hohlprägen mit der Prägeform zum Flachprägen (Bilder 59/1 und 59/2)! Beschreibe die Unterschiede!

Während beim Flachprägen die Werkstoffdicke wesentlich verändert wird, tritt beim Hohlprägen fast keine Veränderung der Werkstoffdicke auf.

Thermoplast wird zum Hohlprägen auf die

Bild 88/1 Hohlprägen



Umformtemperatur erwärmt und in die Prägeform gelegt. Der Stempel der Prägeform wird mit einer Presse heruntergedrückt und in dieser Stellung festgehalten, bis der Werkstoff unter die Erweichungstemperatur abgekühlt ist. Die Erhöhungen der Prägeform drücken den Werkstoff in die gegenüberliegenden Vertiefungen. Dadurch erhält der Werkstoff die neue Form.

● Sammle Gegenstände, die hohlgeprägt wurden!

**Das Tiefziehen** ist ein weiteres Umformverfahren, dessen Wirkungsweise dem Hohlprägen ähnelt. Die Form vieler Gegenstände aus Thermoplast und Metall wird durch Tiefziehen hergestellt. Töpfe, Teile von Autokarosserien, Plasteinsätze von Kühlschränken und viele andere Gegenstände werden tiefgezogen.

► Beim Tiefziehen werden flächige Werkstoffe (Bleche, Platten, Folien) zu Hohlkörpern umgeformt.

Die Tiefziehvorrichtung besteht wie die Hohlprägvorrichtung aus einer Matrize und dem Stempel (Patrize), hinzu kommt noch der Niederhalter (Bild 89/1).

Durch den Niederhalter wird der Rand des Werkstoffes festgehalten; so können keine Falten entstehen. Außerdem ermöglicht er ein stärkeres Umformen des Werkstoffes als beim Hohlprägen. Zum Tiefziehen von Thermoplast verwendet man Formen aus Metall, Holz, Plast oder Gips.

Das Herstellen der Formen ist sehr zeitaufwendig und nur dann wirtschaftlich, wenn viele gleichartige Gegenstände tiefgezogen werden sollen.



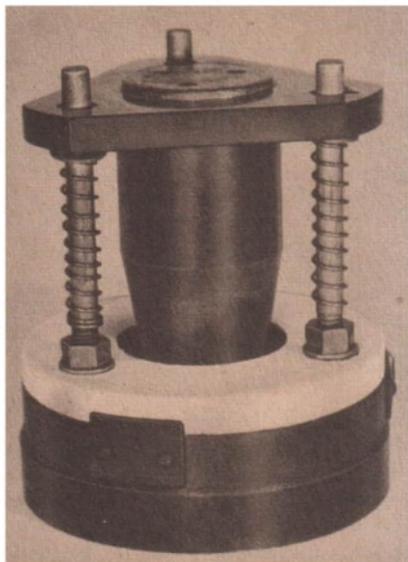
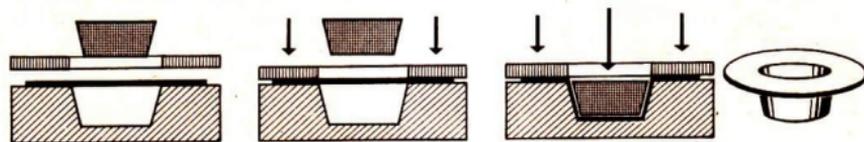


Bild 89/1 Tiefziehvorrichtung

Zum Tiefziehen wird der Plastwerkstoff auf ein Rohmaß zugeschnitten und auf die Umformtemperatur erwärmt. Der Werkstoff muß gleichmäßig durchgewärmt sein. Dazu verwendet man Wärmeschränke, Wärmeplatten oder Infrarotstrahler. Dann wird der Werkstoff in die Tiefziehform gelegt. Durch eine Presse wird die Form schnell geschlossen. Beim Schließen der Form drückt zuerst der Niederhalter auf den Werkstoff. Danach zieht der Stempel (Patrize) den Werkstoff in die Matrize (Bild 89/2). Dabei wird der Plast gedehnt. Der Werkstoff wird dünner. Im geschlossenen Zustand wird die Form festgehalten, bis der Werkstoff unter die

Bild 89/2 Tiefziehvorgang



Erweichungstemperatur abgekühlt ist. Nach dem Herausnehmen aus der Form kühlt man das Werkstück mit Wasser weiter ab und bearbeitet mit einer Schere oder einer Säge den Rand.

Beim Tiefziehen durch Überdruck wird der vorher erwärmte Werkstoff durch Druckluft in die Matrize gedrückt.

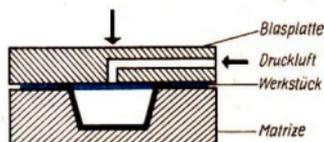
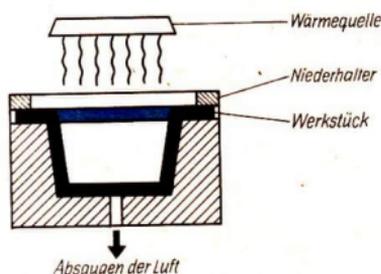


Bild 89/3 Tiefziehen durch Überdruck

Die Aufgabe des Niederhalters übernimmt die Blasplatte. Sie wird auf die Matrize gedrückt und ermöglicht außerdem die Luftzufuhr. Beim Tiefziehen durch Überdruck spart man die Kosten für das Herstellen des Stempels. Man benötigt für eine neue Form nur eine neue Matrize.

Das Tiefziehen durch Unterdruck wird in der plastverarbeitenden Industrie häufig angewendet.

Bild 89/4 Tiefziehen durch Unterdruck



Bei diesem Verfahren wird der kalte Werkstoff mit Hilfe eines Rahmens auf die Matrize gespannt. Nach dem Aufspannen wird der Werkstoff durch Infrarotstrahler, die über der Tiefziehvorrichtung angeordnet sind, auf die Umformtemperatur erwärmt. Danach wird die Luft aus der Matrize abgesaugt, und der Werkstoff legt sich an die Matrize an.

### Arbeitsschutz

Beim Umgang mit Wärmeverrichtungen sind die Brandschutzanordnungen einzuhalten. Den erwärmten Werkstoff greift man mit der Zange, um ihn in die Tiefziehvorrichtung einzulegen. Die Hebelpresse ist nur von einer Person zu bedienen.

## Verbinden

Zum Verbinden von Einzelteilen gibt es verschiedene Verfahren. Vor dem Herstellen eines Werkstückes überlegt man, welches Verfahren angewendet wird. Das hängt zum Beispiel ab

- von den Werkstoffen, die verbunden werden sollen,
- von der Haltbarkeit, die eine Verbindung haben muß, und
- ob die Verbindung lösbar sein muß oder nicht.

Will man selbst richtig entscheiden können, welches Verfahren zum Verbinden am zweckmäßigsten ist, muß man die einzelnen Verfahren genau kennen.

**Das Kleben** ist ein häufig angewendetes Verfahren zum Verbinden von Teilen aus PVC-hart. Außer PVC-hart lassen sich viele andere Plastarten durch Kleben verbinden. Dazu verwendet man spezielle Klebstoffe. Oft angewendet werden **Kleblösungen**. Sie bestehen aus einem Plast, der in einem Lösungsmittel gelöst ist (zum Beispiel PCA 20, siehe Seite 59).

Nach dem Auftragen des Klebstoffes entweicht das Lösungsmittel, der Plast der Kleblösung erhärtet und haftet an den zu verbindenden Teilen. Das Lösungsmittel der Kleblösung quillt vor dem Entweichen die Klebflächen auf. Dadurch gehen die Plastteile eine feste Verbindung ein.

1. Löse eine Klebverbindung, die mit einer Kleblösung hergestellt wurde! Was erkennst du an den Klebflächen?

2. Auch Gummilösung ist eine Kleblösung! Warum wartet man nach dem Auftragen der Gummilösung einige Minuten, bis der Flicker aufgelegt wird?

**Lösungsmittel** können auch ohne Zusätze zum Kleben von Plast verwendet werden. Die Verbindung kommt dadurch zustande, daß die Klebflächen durch das Lösungsmittel erweicht werden und dann aufeinandergedrückt werden. Mit dem Verdunsten des Lösungsmittels erhärtet die Verbindung. Lösungsmittelklebungen werden vorwiegend bei Piacryl angewendet. Die Klebflächen müssen gut zueinander passen, da Unebenheiten nicht durch Klebstoff ausgeglichen werden. Damit das Lösungsmittel die Oberfläche besser löst, werden die Klebflächen vorher mit Schleifpapier aufgeraut. Da das Lösungsmittel verdunstet, bevor die Oberfläche genügend gelöst ist, trägt man es zwei- oder mehrmals auf und drückt erst dann die Klebflächen zusammen.

### Arbeitsschutz

Beim Arbeiten mit Kleblösungen und Lösungsmitteln ist zu beachten, daß die Lösungsmittel feuergefährlich und gesundheitsschädigend sind und leicht verdunsten. Deshalb müssen beim Kleben die Fenster geöffnet werden. Es darf in der Nähe des Klebstoffes nicht mit Feuer umgegangen werden. Gefäße, in denen Klebstoff aufbewahrt wird, sind nach dem Gebrauch sofort zu schließen. Es ist

zweckmäßig, soviel Klebstoff, wie man gerade benötigt, in ein kleineres Gefäß abzufüllen, damit das größere Gefäß nicht längere Zeit offen stehen bleibt.

**Das Schweißen** ist eine weitere Möglichkeit des Verbindens. Auf Baustellen, bei der Reparatur von Maschinen oder anderen Arbeiten werden durch Schweißen Metalle miteinander verbunden. Auch Thermoplaste lassen sich durch Schweißen verbinden.

● Begründe, warum Thermoplaste durch Schweißen verbunden werden können!

▶ Beim Schweißen werden Werkstücke durch Ineinanderfließen des Werkstoffes unlösbar verbunden.

Das Schweißen wird vorwiegend dort angewendet, wo kleine Verbindungsflächen vorhanden sind und sehr haltbare Verbindungen hergestellt werden sollen. Thermoplaste können durch Erwärmen auf die Fließtemperatur in einen teigförmigen Zustand versetzt werden. Die

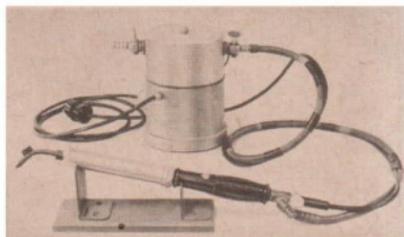


Bild 91/1 Schweißbrenner und Gebläse

teigförmige Masse an der Schweißstelle wird aufeinandergedrückt und fließt ineinander. Nach dem Abkühlen des Werkstoffes ist eine stoffschlüssige Verbindung entstanden. Zum Schweißen von Thermoplasten sind verschiedene Schweißverfahren entwickelt worden. Beim **Heizgasschweißen** werden die Schweißflächen und der Schweißdraht durch heißes Gas erwärmt (Bild 91/2).

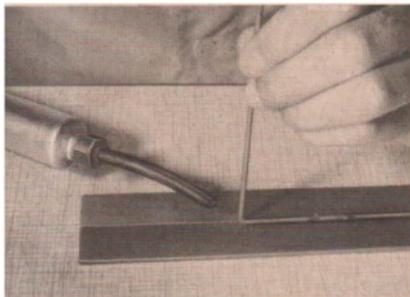


Bild 91/2 Heizgasschweißen

Dieses Verfahren wird hauptsächlich zum Schweißen von PVC-hart angewendet. Für PVC-weich und Polyäthylen wird das Schweißen durch Berührungswärme angewendet. Die Erwärmung der Schweißflächen erfolgt durch Berühren mit heißen Metallflächen (Bild 91/3).

● Trage die Verfahren zum Verbinden von Holz und Plast in eine Tabelle ein! Ordne die Verfahren zum Verbinden nach lösbaren und nichtlösbaren.



Bild 91/3 Schweißen durch Berührungswärme

Anreißverfahren richtet sich nach der erforderlichen Genauigkeit, der Form und Größe sowie der Anzahl gleichartiger Werkstücke, die anzureißen sind.

► Sorgfältiges Anreißen ist eine wichtige Vorbereitungsarbeit für die maßgerechte Werkstückfertigung.

## Anreißen

**Bedeutung des Anreißens.** Das Anreißen ist eine wichtige Vorarbeit für das Bearbeiten der Werkstücke. Hierbei werden die Umriss- und Maße eines Werkstückes aus der technischen Zeichnung genau auf die Oberfläche des Werkstoffes übertragen. Anreißen ist eine sehr verantwortungsvolle Tätigkeit. Sorgfältiges und fertigungsgerechtes Anreißen beeinflusst in hohem Maße die Herstellungsdauer, Brauchbarkeit und Qualität eines Werkstückes. Die Wahl des zweckmäßigsten

**Die Anreißverfahren** kann man in drei Gruppen einteilen (siehe Übersicht).

► Die Kante, Linie oder Fläche, von der aus die Maße abzutragen sind, bezeichnet man als Bezugskante, -linie oder -fläche.

Das Anreißen von einer Bezugskante aus wird häufig angewendet (Bild 92/1). Ist am Werkstück keine Bezugskante vorhanden, so kann sie durch Feilen oder Scheren hergestellt werden, oder man reißt eine Bezugslinie an. In jeder fertigungsgerechten Zeichnung sind die Maße so

Anreißverfahren	Anreißwerkzeuge und Hilfsmittel
1. Anrisse, die von Bezugskanten und Bezugslinien ausgehen (Bilder 92/1 bis 92/3)	Reißnadel, Bleistift, Zirkel, Winkel, Lineal, Stahlmaßstab
2. Anrisse, die von der Bezugsfläche ausgehen (Bild 93/1)	Parallelreißer, Höhenmaßstab, Anreißplatte
3. Anrisse, die nach Schablonen ausgeführt werden	Reißnadel, Bleistift, Schablone

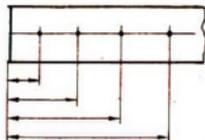


Bild 92/1 Bemaßung von einer Bezugskante aus

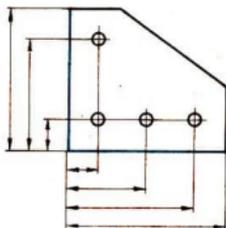


Bild 92/2 Bemaßung von zwei Bezugskanten aus

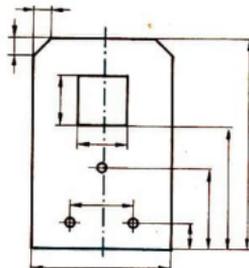


Bild 92/3 Bemaßung von einer Bezugskante und einer Bezugslinie aus

eingetragen, wie es die spätere Funktion des Werkstückes und sein Fertigungsgang erfordern.

● 1. Wie erfolgt das Abtragen der Maße auf der Werkstoffoberfläche mit Hilfe des Stahlmaßes und der Reißnadel?

2. Wie können die Grundsätze des Bemessens beim Anreißen angewandt werden?

Zum Anreißen von einer **Bezugsfläche** aus benötigt man eine Anreibplatte. Der Parallelreißer wird als Reißzeug benutzt (Bild 93/1). Die Reißnadel am Parallelreißer wird auf die gewünschte Höhe eingestellt, das Maß kann dann auf das Werkstück übertragen werden. Mit dem Parallelreißer erhält man nur Risse, die parallel zur Bezugsfläche des Werkstückes liegen.

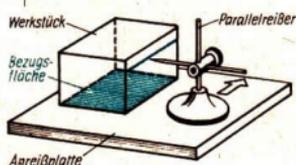


Bild 93/1 Anreißen mit dem Parallelreißer

Anreibschablonen werden hauptsächlich verwendet, wenn eine große Anzahl gleichartiger Werkstücke mit komplizierter Form angerissen werden sollen. So kann die Anreibzeit je Stück erheblich gesenkt werden.

Risse werden mit **Reißnadeln** ausgeführt, die härter oder weicher als die Werkstoffoberfläche des anzureißenden Werkstoffes sein können. Ist die Reißnadel härter als die Werkstoffoberfläche, dann wird die Rißlinie in den Werkstoff eingeritzt (Bild 93/2). Ist sie aber weicher (zum Beispiel: Messingnadel auf Stahl), dann hinterläßt sie auf der Werkstoffoberfläche eine sichtbare, aufgetragene Linie (Bild 93/2), wie zum Beispiel der Bleistift auf Aluminium.

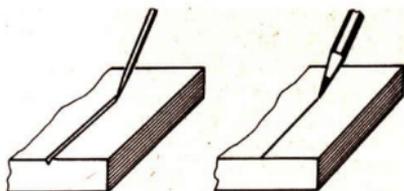


Bild 93/2 Rißlinie in den Werkstoff eingeritzt; Rißlinie auf den Werkstoff aufgetragen

Der in den Werkstoff eingeritzte Riß kann für die Haltbarkeit des Werkstückes nachteilig sein, da er eine Kerbwirkung verursacht. Für dünne Bleche zum Beispiel verwendet man deshalb besser einen Bleistift. Das gleiche gilt, wenn das Werkstück an der Anrißstelle gebogen werden soll.

**Das Körnen.** Um eine Rißlinie bis zum Abschluß der Bearbeitung deutlich erkennen zu können, werden Kontrollkörner auf die Rißlinie gesetzt. Auf geraden Rißlinien setzt man die Körnerpunkte in größeren Abständen als auf gekrümmten Rißlinien. Wenn genau gearbeitet wurde, müssen am Ende der Bearbeitung die Kontrollkörner noch zur Hälfte sichtbar sein (Bild 93/3).

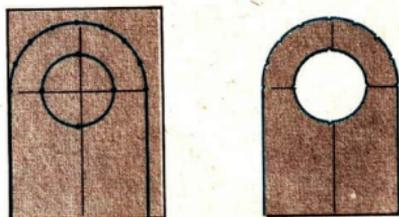


Bild 93/3 Angerissenes und angekörntes Werkstück; fertig bearbeitetes Werkstück

Körnerpunkte werden aber nicht nur zur Rißlinienmarkierung gesetzt, sondern auch, um Zirkelinsetzpunkte und Bohrungsmitten festzulegen.

► Körnerpunkte dienen zur Markierung von Rißlinien, Zirkelinsetzpunkten und Bohrungsmitten.

### Beachte beim Anreißen!

Durch überlegtes Anreißen kann Werkstoff eingespart werden.

- Stets von Bezugskante, -linie oder -fläche ausgehen!
- Dünne Werkstoffe an der Biegestelle nicht einritzen!
- Zirkel und Reißnadel müssen spitz sein, um eine genaue Rißlinie zu erhalten.
- Körner genau auf die Rißlinie setzen!

● 1. Trage auf einem Strahl fünfmal das Maß 30 mm ab!

- Füge die einzelnen Maße aneinander
    - mit Hilfe des Stahlmaßstabes,
    - mit Hilfe des eingestellten Zirkels!
  - Beziehe alle Maße auf den Ursprung des Strahls!
  - Vergleiche bei diesen drei Anreißmöglichkeiten die Längen der Gesamtmaße!
2. Erläutere die Bedeutung der Kontrollkörner!

### Arbeitsschutz

Um Unfällen vorzubeugen, sind Zirkel- und Reißnadelspitzen nach ihrer Benutzung durch eine Plastekappe oder einen aufgesteckten Kork zu sichern!

### Trennen

**Das Sägen.** Beim Eindringen in den Werkstoff überwinden die Sägezähne seine Härte. Der Stoffzusammenhang wird aufgehoben, und Späne werden abgetrennt. Dadurch entsteht eine Schnittfuge.

● Welche Lage muß die Schnittfuge zum Anriß haben?  
Begründe deine Antwort!

Zum Sägen von Metall wird die **Handbügelsäge** benutzt.

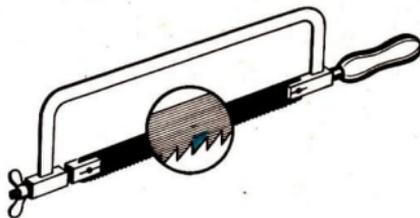


Bild 94/1 Handbügelsäge

● Betrachte das Bild 94/1! Beschreibe, wie das Sägeblatt eingespannt wird! Begründe, warum das Sägeblatt so eingespannt wird!

Damit eine Schnittfuge entsteht, die breiter ist als die Sägeblattstärke, werden entweder die Sägeblattkante gestaucht, die Sägezahnreihe gewellt oder die Sägezähne geschränkt (Bild 94/2). Dadurch wird die Reibung in der Schnittfuge (Flankenreibung) vermindert und ein Klemmen des Sägeblattes verhindert. Die Säge schneidet frei.

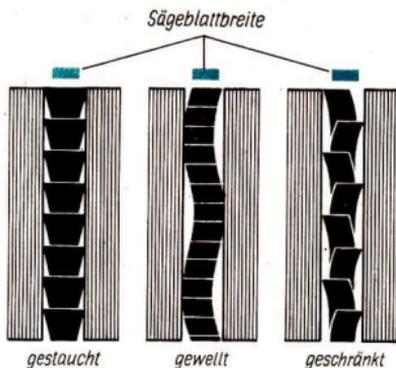


Bild 94/2 „Freischneiden“ des Sägeblattes

Zum Festhalten der Werkstücke beim Sägen dient der **Schraubstock**. Das Werkstück wird so kurz wie möglich eingespannt, damit es nicht federt. Dünne Werkstücke werden flach eingespannt, um das Sägeblatt durch den Eingriff vie-

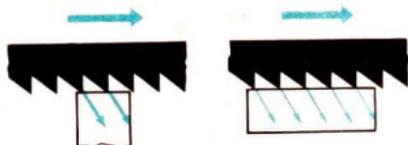


Bild 95/1 Einfluß der Schnittfugenlänge auf die Belastung des einzelnen Sägezahns



Bild 95/2 Handhaben der Handbügelsäge  
ler Zähne zu schonen (Bild 95/1). Das Abfallstück zeigt nach rechts.

● Betrachte das Bild 95/2! Demonstriere das Handhaben der Handbügelsäge!

Es ist vorteilhaft, an der Anschnittstelle mit einer Dreikantfeile eine kleine Kerbe zu feilen. Sie erleichtert das Ansägen und gibt dem Sägeblatt eine gute Führung. Die Bewegungen beim Sägen sollen gleichmäßig und ruhig sein.

● Betrachte die Bilder 94/1 und 95/1! Erkläre, warum der „Rücklauf“ der Säge ohne besonderen Druck erfolgen soll!

► Beim Sägen wird durch die spanende Wirkung der keilförmigen Sägezähne der Werkstoffzusammenhalt aufgehoben. Die Zahnreihen der Sägeblätter sind gestaucht, gewellt oder geschränkt. Dadurch wird die Reibung in der Schnittfuge verringert und ein Klemmen des Sägeblattes verhindert.

### Arbeitsschutz

Vor Arbeitsbeginn überprüfen, ob der Griff der Säge fest sitzt. Damit beim

Durchgang der Säge durch den Werkstoff keine Verletzung entsteht, ist bei den letzten Sägestößen der Druck zu vermindern. Nicht mit den Fingern über die Kante der Schnittfläche streichen; der scharfe Grat kann zu Schnittwunden führen!

**Sägemaschinen.** In der Metallverarbeitung werden elektrisch angetriebene Bügel-, Kreis- und Bandsägemaschinen eingesetzt. Sie haben eine große Arbeitsleistung. Der besondere Vorteil der Band- und Kreissägen besteht darin, daß sie ohne Rückhub arbeiten.

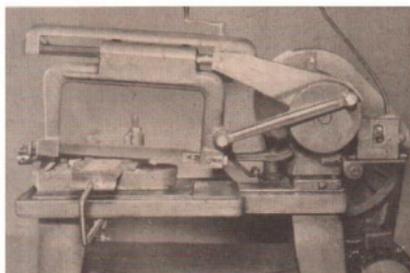


Bild 95/3 Maschinenbügelsäge

- 1. Warum kannst du mit einem Fuchschwanz kein Metall sägen?
- 2. Was mußt du beim Sägen beachten, um die Haltbarkeit des Sägeblattes zu verlängern?
- 3. Was verstehst du unter „Freischneiden“ der Säge?

**Das Schneiden** ist ein spanloses Trennverfahren, bei dem der Werkstoff zerteilt wird. Das Trennen von Werkstücken ohne Spanbildung hat eine große ökonomische Bedeutung (siehe Seite 81). Zum Schneiden von Metall wird außer der Handblechscheren auch die Handhebelscheren verwendet.

● Betrachte Bild 96/1! Vergleiche die Arbeitsweise einer Handhebelscheren mit der einer Handblechscheren! Welche Un-

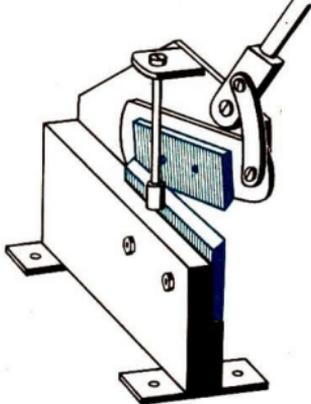


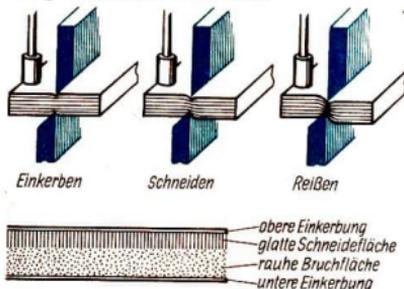
Bild 96/1 Handhebelschere

terschiede und welche Gemeinsamkeiten stellst du fest?

Durch den Niederhalter wird verhindert, daß der zu scherende Werkstoff hochgerissen wird. Der Niederhalter wird nach der Werkstoffdicke eingestellt.

Beim Schneiden gleitet ein Schermesser am anderen vorbei. Zwischen den Schermessern muß ein Zwischenraum vorhanden sein, der als Schneidenspalt bezeichnet wird. Ist der Schneidenspalt zu klein, ist die Reibung zwischen den Schermessern sehr groß und ein hoher Kraftaufwand nötig. Ist der Schneidenspalt zu groß, wird der Werkstoff über das untere Schermesser gebogen und verklemt sich zwischen den Schermessern. Die

Bild 96/2 Schneidvorgang und Trennfläche des geschnittenen Werkstoffes



Größe des Schneidenspaltes richtet sich nach der Dicke des Werkstoffes.

Alle Schnittwerkzeuge teilen den Werkstoff in gleicher Weise, dabei kann man drei Phasen beobachten.

● Betrachte Bild 96/2! Beschreibe den Ablauf des Schneidvorganges! Beachte dabei besonders das Zusammenwirken der Schermesser!

► Das Schneiden beruht auf der Wirkung zweier, aneinander vorbeiführender keilförmiger Scherbacken. Beim Schneiden mit einer Schere wird der Werkstoff spanlos zerteilt.

● 1. Was stellst du fest, wenn du die Trennflächen geschnittener und gesägter Werkstücke miteinander vergleichst? Welche Schlußfolgerungen ziehst du aus diesem Vergleich?

2. Welchen Einfluß hat die Größe des Schneidenspaltes auf die Qualität der Schnittfläche?

3. Begründe, warum an jeder Handhebelschere ein Niederhalter benutzt wird!

### Arbeitsschutz

Es darf jeweils nur ein Schüler an der Handhebelschere arbeiten. Nach dem Schneidvorgang muß der Hebel sofort gesichert werden. Der beim Schneiden entstehende Grat an den Schnittkanten von Blechen kann die Hände verletzen. Deshalb muß man beim Umgang mit geschnittenen Blechen sehr vorsichtig sein. Beim Schneiden ist das Leistungsschild an der Handhebelschere zu beachten; es darf nur Werkstoff bis zu der dort angegebenen Dicke geschnitten werden.

Beim Feilen werden Werkstücke mit ebenen oder gekrümmten Flächen maßgerecht bearbeitet. Das Feilenblatt trägt viele keilförmige Zähne. Die Feilenzähne überwinden die Kohäsion des Werkstoffes (Lehrbuch Physik, Klasse 6) und trennen Späne ab. Der Feilenzahn entsteht durch

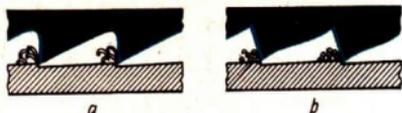


Bild 97/1 Feilenzähne a gefräst, b gehauen  
Hauen (mit einem besonderen Meißel)  
oder durch Fräsen.

● Betrachte Bild 97/1! Was stellst du fest, wenn du Form und Wirkung der Feilenzähne mit Form und Wirkung der Sägezähne und der Bohrerschneiden vergleichst?

Die vielen Zähne auf dem Feilenblatt entstehen durch **Feilenhiebe**. Man bezeichnet den Abstand zwischen den einzelnen Hieben als **Hiebweite**. Es gibt einhiebige und doppelhiebige Feilen (Bild 97/2 a und b).



Bild 97/2 a einhiebige,  
b doppelhiebige Feile

Entsprechend dem Verwendungszweck werden die Feilen in zwei Hauptgruppen eingeordnet. Sollen große Spanmengen abgetrennt werden, benutzt man Feilen mit großer Hiebweite (Schruppfeile, Bastardfeile). Soll eine hohe Oberflächengüte erreicht werden, verwendet man Feilen mit kleiner Hiebweite (Schlicht-, Halbschlicht- und Feinschlichtfeile).

● 1. Wiederhole, welchen Querschnitt Feilen haben können!

2. Betrachte und vergleiche die Hiebweite verschiedener Feilen und ordne sie den beiden Hauptgruppen zu!

► Das Feilen beruht auf der spanenden

Wirkung der keilförmigen Feilenzähne, die die Härte des zu bearbeitenden Werkstoffes überwinden. Die zu verwendende Feilenart wird bestimmt durch den zu bearbeitenden Werkstoff, die Form und Größe der Bearbeitungsfläche sowie von der zu erreichenden Oberflächengüte.

● Betrachte Bild 95/2! Wiederhole, was du über das Einspannen des Werkstückes und das Handhaben der Feile weißt!

Beim Längsstrichfeilen können Unebenheiten auftreten, die nicht sofort bemerkt werden. Um das zu vermeiden, wendet man das **Kreuzstrichfeilen** an. Maßhaltiges und formgerechtes Feilen erfordert die Unterbrechung der Arbeit in kleinen Zeitabständen, damit geeignete Prüfverfahren (Seite 85) angewendet werden können.

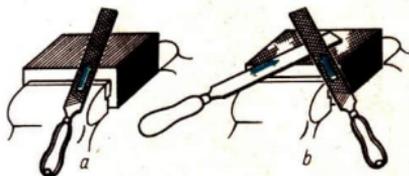


Bild 97/3 a Längsstrichfeilen,  
b Kreuzstrichfeilen

● 1. Nach welchen Gesichtspunkten wählt man die Feilen zur Bearbeitung der Werkstücke aus?

2. Vergleiche eine gehauene Feile und eine gefräste Feile nach Zahnform und Anwendungsmöglichkeit!

3. Warum darf die Oberfläche einer Feile nicht mit Öl oder Fett in Berührung kommen?

### Arbeitsschutz

Die Feilspäne werden mit einem Handbesen weggefegt. Sie dürfen nicht weggeblasen werden, da dies zu Augenverletzungen führen kann. Die Kanten der gefeilten Flächen müssen entgratet werden, um Handverletzungen zu vermeiden.

Das Bohren und das Senken sind spannende Trennverfahren. Zum Bohren von Metall wird überwiegend der Spiralbohrer verwendet. Es gibt Spiralbohrer mit Zylinderschaft und solche mit Kegelschaft (Bild 98/1).



Bild 98/1 Spiralbohrer  
a mit Zylinderschaft, b mit Kegelschaft

1. Wann wird ein Bohrer mit Zylinderschaft und wann einer mit Kegelschaft benötigt?
2. Betrachte Bild 51/3! Nenne die beiden Bewegungsarten des Bohrers, und beschreibe die Wirkungsweise des Spiralbohrers!

Damit beim Bohren der Bohrer nicht verläuft, wird die angerissene Bohrlochmitte mit einem Körner angeköhrt.

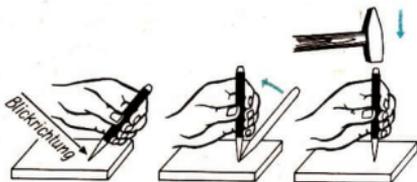


Bild 98/2 Köhnen der Bohrstelle

- Betrachte Bild 98/2! Beschreibe den Vorgang des Köhrens!

Beim Bohren wird der Werkstoff entweder durch- oder nur eingebohrt. Somit unterscheidet man Durchgangsbohrungen und Grundbohrungen (Bild 98/3).

Die Tiefe einer Bohrung ist durch die Länge der Spannuten am Bohrer begrenzt; wird tiefer gebohrt, können die Späne nicht mehr abgeführt werden; der Bohrer kann zerstört werden. Beim Boh-

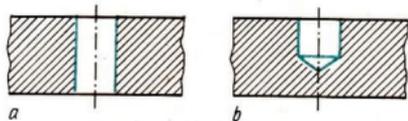


Bild 98/3 a Durchgangsbohrung,  
b Grundbohrung

ren von Metall muß der Bohrer durch Kühl- oder Schmiermittel (Bohremulsion oder Maschinenöl) vor dem Ausglühen bewahrt werden. Günstig sind dafür wasserhaltige Kühlmittel, weil das Wasser erst bei 100 °C verdampft und dazu große Wärmemengen nötig sind. Die öligen Bestandteile der Kühlmittel vermindern zugleich die Reibung. Dadurch wird erreicht, daß die Bohrlochwandungen glatter und die Späne besser abgeführt werden.

Zum Senken benutzt man den Spitzsenker oder Zapfensenker. Der Spitzsenker hat mehrere Schneiden und hakt deshalb nicht so leicht wie ein Bohrer in den Werkstoff ein. Er kann in das Bohrfutter der elektrisch angetriebenen Tischbohrmaschine (Bild 99/1) eingespannt werden. Die elektrisch angetriebene Tischbohrmaschine besteht wie jede Werkzeugmaschine aus Grundbaugruppen: den Trägerelementen (Ständer und Bohrtisch), dem Antriebselement (Motor), dem Übertragungselement (Getriebe), dem Arbeitselement (Bohrspindel mit Bohrfutter) und dem Steuerelement (zum Beispiel: Anschlag für die Bohrtiefe).

Die Wirtschaftlichkeit des Bohrens wird unter anderem durch den Einsatz moderner Maschinen, zum Beispiel von Mehrspindelbohrmaschinen oder durch Bohrvorrichtungen, erhöht. Durch das Verwenden einer Bohrvorrichtung entfällt das Anreißen, und der Bohrer erhält eine genaue Führung (Bild 99/2).

► Das Bohren beruht auf der spanenden Wirkung der keilförmigen Bohrschneiden. Die Späne werden über die

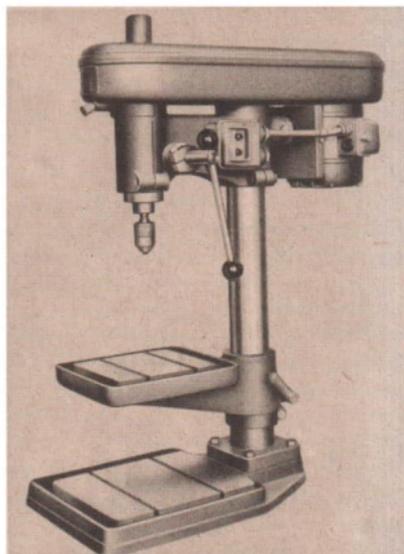


Bild 99/1 Elektrisch angetriebene Tischbohrmaschine

Spannuten abgeführt. Vor dem Bohren wird die Bohrstelle gekörnt. Der Bohrer ist von Zeit zu Zeit zu kühlen.

- 1. Beobachte die Spannbildung beim Eindringen eines Spiralbohrers in ein Stück Plastilin und erkläre, warum beim Spiralbohrer Spannuten vorhanden sein müssen!
- 2. Begründe die Anwendung von Kühl- und Schmiermitteln beim Bohren von Metall!
- 3. Warum bohrt man Bohrungen mit großem Durchmesser mit einem kleinen Bohrer vor?

#### Arbeitsschutz

Beim Arbeiten an der elektrischen Bohrmaschine sind eine Kopfbedeckung und enganliegende Oberbekleidung zu tragen. Das richtige Aufsetzen des Bohrers darf nur bei stillstehender Maschine geprüft werden, da man mit den Augen sehr

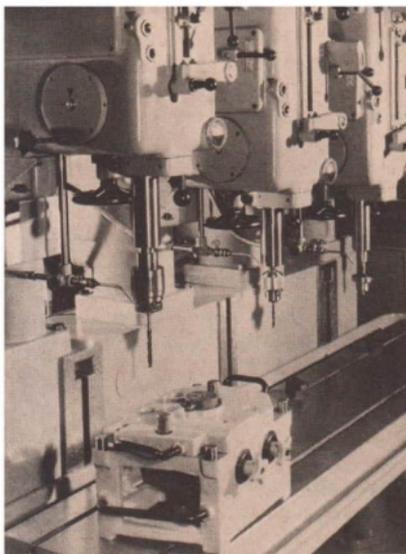


Bild 99/2 Bohrmaschinen in Reihen-anordnung und Bohrvorrichtung

nahe an den Bohrer herangehen muß. Das Bohrfutter ist erst dann zu berühren, wenn die Arbeitsspindel vollkommen still steht. Beim Bohren kann sich der Bohrer festhaken und das Werkstück mitreißen. Darum darf man nicht ohne Spannvorrichtung arbeiten. Der an den Kanten der Bohrung entstehende Grat ist mit dem Spitzsenker oder mit einem größeren Bohrer zu entfernen. An der Bohrmaschine hat nur jeweils ein Schüler zu arbeiten.

#### Umformen

Umformverfahren werden auch beim Herstellen von Gegenständen aus Metall angewendet. Bei den Umformverfahren entsteht im Gegensatz zu den Trennverfahren (Feilen, Sägen, Drehen u. a.) kein oder nur ein geringer Abfall. Sie erfor-

dern oft auch weniger Arbeitszeit als Trennverfahren. Stahl kann kalt umgeformt oder vor dem Umformen erwärmt werden. Erwärmter Stahl läßt sich leichter umformen als kalter.

**Das Biegen** ist ebenfalls ein Verfahren zum Umformen von Metallen. Biegen kann man Bleche, Bänder, Stangen, Drähte und Rohre.

Metalle können in Vorrichtungen oder Biegemaschinen gebogen werden.

► Durch das Biegen erhalten Werkstücke Rundungen, oder Kanten.

An der Außenseite der Biegung wird der Werkstoff gestreckt und an der Innenseite gestaucht. Etwa in der Mitte des Werkstückes ist eine Schicht, deren Länge nicht verändert wird. Man nennt sie **neutrale Schicht** (Bild 100/1).

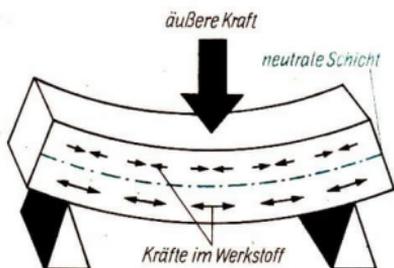


Bild 100/1 Kräfte beim Biegen

Die an der Biegestelle auftretenden Kräfte können zum Reißen des Werkstoffes führen, wenn

- der Biegeradius zu klein ist,
- an der Biegeaußenseite eine Kerbe ist oder
- mehrmals die gleiche Stelle gebogen wird.

- ▼ 1. Spanne einen Blechstreifen in den Schraubstock und biege ihn mehrmals hin und her! Was stellst du fest?
2. Reiß auf einem Streifen Blech die Biegestelle mit einer Stahlreißnadel an und

biege den Streifen so, daß der Anriß außen ist! Was stellst du fest?

● Warum ist die Gefahr des Reißens an der Biegestelle bei kleinem Biegeradius größer als bei großem Biegeradius?

**Das Richten** wird angewendet, um einem Werkstoff seine ursprüngliche Form wiederzugeben. Meistens sollen verformte Bleche, Stangen und Drähte gerichtet werden. Zum Richten von Blechen, Stangen, Flachprofilen benutzt man eine ebene Stahlunterlage (Richtplatte) und einen Hammer. Um Schäden an der Werkstückoberfläche zu vermeiden, verwendet man einen Gummihammer. Zum Festhalten des Werkstückes dient eine Zange oder ein Feilkloben. Dünne Drähte werden gereckt, indem sie über einen Rundstab gezogen werden (Bild 100/2a). Dickere Drähte kann man recken, indem sie zwischen den Stiften einer Vorrichtung durchgezogen werden (Bild 100/2b).

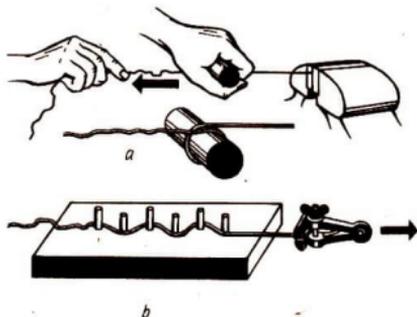


Bild 100/2 Richten von Draht

In der Industrie verwendet man zum Richten von Blechen Walzenrichtmaschinen. Das geht wesentlich schneller und wird genauer als das Richten von Hand.

### Herstellen von Plasten

Der weitere Aufbau unserer sozialistischen Volkswirtschaft erfordert eine große Menge verschiedener Werkstoffe. Die chemische Industrie ist in der Lage, den verarbeitenden Industriezweigen den Werkstoff Plast in einem umfangreichen Sortiment zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus liefert sie Plasterzeugnisse in viele Länder. Die Plastwerkstoffe zeichnen sich durch besondere Eigenschaften aus, die bei anderen Werkstoffen nur zum Teil oder gar nicht vorhanden sind.

Plaste werden aus verschiedenen Grundstoffen und durch besondere chemische Verfahren hergestellt. Grundstoffe für das Herstellen von Thermoplasten sind vor allem Erdöl oder Kohle, Erdgas, Kalk, Steinsalz und Wasser. In einem komplizierten chemischen Prozeß entsteht der Plastrohstoff. Aus feinem Pulver, in Form von Perlen oder kleinen Würfeln (sogenanntes Granulat), wird der Plastrohstoff in einem weiteren Fertigungsprozeß zu Halbzeugen (Folien, Platten, Rohre u. a.) und zu Gebrauchsgegenständen weiterverarbeitet.

● Nenne Anwendungsbereiche der Plaste!

▶ Plaste sind chemische Werkstoffe. Sie besitzen Eigenschaften, die bei anderen Werkstoffen nur wenig oder gar nicht vorhanden sind. Sie finden in allen Industriezweigen vielfältige Verwendung und sind eine begehrte Handelsware auf allen Weltmärkten.

Auf vielen Gebieten der Technik haben Plaste die Metalle abgelöst. Das beweist, daß Plaste in vielen, aber nicht in allen Anwendungsbereichen geeigneter und ökonomischer sind. Ihr Einsatz muß unter Beachtung der besonderen Eigenschaften genau überprüft werden.

Eigenschaft	Plast	Stahl
Dichte	niedrig	hoch
Festigkeit	niedrig	hoch
Isolation	gut	keine
Korrosionsbeständigkeit	sehr gut	keine
Wärmebeständigkeit	niedrig	hoch
Wärmeleitfähigkeit	gering	hoch
Formbarkeit	gut bis sehr gut	gut
Einfärbung	sehr gut	keine
Brennbarkeit	leicht bis mäßig	nicht

● Betrachte die Übersicht! Nenne Anwendungsbereiche, wo Plast (Metall) gut geeignet ist!

Nenne Anwendungsbereiche, wo Plast (Metall) ungeeignet ist!

▶ Plaste besitzen eine Reihe von Eigenschaften, die andere Werkstoffe, wie zum Beispiel Stahl, nicht aufweisen. Sie besitzen wie alle Werkstoffe aber auch Eigenschaften, die einen unbegrenzten Einsatz nicht möglich machen.

### Thermoplast — Duroplast

● 1. Was verstehst du unter „Thermoplast“?

2. Nenne Eigenschaften der Thermoplaste!

3. Nenne Gegenstände aus Thermoplast!

Außer Thermoplasten gibt es verschiedene Arten von Duroplasten. Duroplaste sind Werkstoffe, die unter Druck und

Wärme geformt werden und dabei aushärten. Duroplaste lassen sich nicht wieder in den plastischen Zustand zurückführen. „Duro“ heißt auf deutsch hart. Duroplaste brechen und splintern bei größerer Belastung. Duroplastwerkstoffe sind einfacher und billiger herzustellen als Thermoplaste.

Werden Füllstoffe, wie zum Beispiel Holz- und Gesteinsmehl, Textilschnitzel u. a., beigemischt, so entstehen Duroplast-Preßmassen, die auch farbig hergestellt werden können. Die aus Duroplast-Preßmasse hergestellten Gegenstände sind fest, geruch- und geschmacklos, wasser- und teilweise kochfest. In der Technik werden Duroplast-Preßmassen vielseitig verwendet. Man fertigt aus ihnen z. B. Schalter, Behälter, Telefongehäuse, Haushaltgeschirr, Karosserieteile (Bild 102/1).



Bild 102/1 Bauteile aus Duroplast-Preßmasse

● Nenne Gegenstände, die aus Duroplast-Preßmasse gefertigt sind!

Werden als Füllstoffe Papier- und Gewebefasern oder Abfälle aus der Baumwollspinnerei verwendet, entstehen Duroplast-Schichtpreßstoffe, die sehr fest und widerstandsfähig sind. Bauteile aus Schichtpreßstoffen werden in fast allen Wirtschaftszweigen verwendet. Zahnräder, Gleitlager, Isolatoren, Autokarosserien aus Duroplast-Schichtpreßstoff haben eine lange Lebensdauer und oftmals sogar eine höhere Festigkeit als Teile aus Metall. Außerdem sind sie leichter und rosten nicht.

● 1. Welchen Nutzen bringt die Verwendung von Duroplastwerkstoffen für unsere Volkswirtschaft?

2. Wodurch unterscheiden sich Thermoplast und Duroplast?

Stelle diese Unterscheidungsmerkmale in einer Tabelle zusammen!

► Duroplaste härten bei der Herstellung aus und können dann nicht mehr plastisch umgeformt werden.

Durch Beimischen von Füllstoffen entstehen Duroplast-Preßmassen und Duroplast-Schichtpreßstoffe.

## Temperaturbereiche für Thermoplaste

Die meisten Thermoplaste sind im Gebrauchszustand fest und starr, werden aber, bei Erwärmung (Erweichungstemperatur – ET) plastisch. Wird der Werkstoff weiter erwärmt, kann er umgeformt werden (Umformtemperatur – UT). Kühlt er ab (Einfriertemperatur – ET), verbleibt er in der gegebenen Form. Erweichungs- und Einfriertemperatur sind gleich.

Wird der Thermoplastwerkstoff über die Umformtemperatur hinaus erwärmt, dann wird sein Gefüge zerstört (Zerstörungs-

Bild 102/2 Verbranntes PVC-hart



temperatur - ZT). Verbrennungen an PVC-hart zum Beispiel erkennt man an den Blasen an der Oberfläche und der schwarzen Farbe (Bild 102/2).

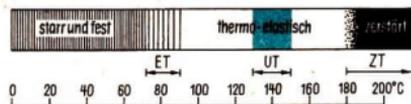


Bild 103/1 Temperaturbereiche von PVC-hart

● Lege dir eine Tabelle nach folgendem Muster an! Fülle sie mit Hilfe des Bildes 103/1 aus!

Temperaturbereich	Temperatur von bis in °C	Zustand des Werkstoffes

► PVC-hart wird bei etwa 80 °C plastisch, im Bereich von 130 °C bis 150 °C läßt es sich am besten umformen. Bei Temperaturen von 180 °C und darüber verbrennt PVC-hart.

## Werkstoff — Metall

### Bedeutung der Metalle

Metall ist einer der wichtigsten Werkstoffe der modernen Industrie. Im Maschinenbau bestehen viele Bauteile aus Metall, aber auch die Werkzeuge, mit denen Werkstücke bearbeitet werden, sind vorwiegend aus Metall. Für die chemische Industrie werden Apparate, Reaktionsgefäße und Rohrleitungen aus Metallen angefertigt, und in der Elektroindustrie werden sie als Leiterwerkstoff verwendet. In der Bauindustrie sind Metalle zum Herstellen des Stahlskeletts bei Hochbauten und zum Anfertigen von Stahlbeton erforderlich. Bei fast allen Erzeugnissen werden metallische Werkstoffe in irgendeiner Form für ihre Herstellung benötigt. Ohne Metalle gäbe es heute keine Maschinen, Eisenbahnen, Autos, Flugzeuge. Auch für die Produktion von Textilien, Kleidern und Nahrungsmitteln werden Maschinen aus Metall benötigt. Nur mit Hilfe moderner Maschinen ist es möglich, die

Bild 103/2 Moderne Drehmaschine

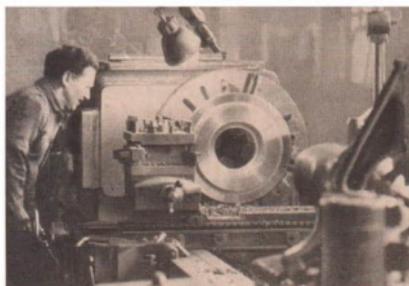




Bild 104/1 Stahlgeflechte am Gleitkern eines Hochhauses in Berlin



Bild 104/2 Mährescher E 512

Produktion entscheidend zu steigern, die Produktionskosten zu senken und den werktätigen Menschen die Arbeit zu erleichtern.

► Metalle bilden die Grundlage für einen großen Teil der Produktion.

Die Eigenschaften der Metalle bestimmen ihren Einsatz in der Produktion. Die meisten Metalle haben eine gute elek-

trische Leitfähigkeit und sind gute Wärmeleiter. Sie lassen sich auch sehr vielseitig bearbeiten. Man kann sie durch Erwärmen schmelzen und in eine Form gießen, durch Bohren oder Feilen spannend bearbeiten, aber auch spanlos umformen.

● Nenne weitere Bearbeitungsmöglichkeiten von Metallen!

An die metallischen Werkstoffe werden die unterschiedlichsten Anforderungen gestellt.

Eine Anhängerkupplung der Eisenbahn oder am Lastkraftwagen wird vorwiegend auf Zug beansprucht – der Werkstoff muß sehr fest sein. Werkzeuge, mit denen man Metalle bearbeitet, müssen härter sein als der zu bearbeitende Werkstoff. Die Elektrotechnik benötigt Metalle, die eine gute elektrische Leitfähigkeit besitzen. Die Federn am Fahrradsattel und am Kraftfahrzeug sollen Erschütterungen und Stöße abfangen. Federn werden aus elastischem Metall hergestellt. In der Raumfahrt- und Flugzeugtechnik sind Werkstoffe notwendig, die leicht und fest sind.

Sehr oft werden von einem metallischen Werkstoff aber so viele Eigenschaften gefordert, die ein Metall allein nur selten erfüllen kann. Durch Zusammenschmelzen von zwei oder mehreren verschiedenartigen Metallen oder von Metallen und Nichtmetallen ergeben sich die gewünschten Eigenschaften. Dieses Zusammenschmelzen und Mischen im flüssigen Zustand nennt man Legieren.

## Einteilung der Metalle

Die Metalle werden entsprechend ihren Eigenschaften eingeteilt. Man unterscheidet Leicht- und Schwermetalle. Die Dichte der Leichtmetalle liegt unter  $5 \text{ g/cm}^3$ .

Eine weitere Unterscheidungsmöglichkeit bietet die Einteilung nach **Eisen- und Nichteisenmetallen**. Zu den Eisenmetallen gehören Stahl und Grauguß, zu den Nichteisenmetallen Aluminium und Magnesium.



1. Nenne weitere, dir bekannte Einteilungsgruppen!

2. Nenne weitere Metalle, die du bereits kennst, und ordne sie den einzelnen Gruppen zu!

## Verwendung von Metallen in der Technik

**Die Schwermetalle.** Da reines Eisen sehr weich ist, wird es vor der weiteren Verwendung häufig mit anderen Stoffen, besonders mit Kohlenstoff, legiert. Dadurch wird das Eisen härter. Nach der Menge des Kohlenstoffgehalts im Eisen unterscheidet man Stahl und Grauguß.

Stahl hat einen verhältnismäßig geringen Kohlenstoffgehalt. Er läßt sich schmieden und ist schon bei Raumtemperatur durch Biege-, Druck- oder Zugkräfte umformbar (Bild 105/1).

Stahl wird in Walzwerken in glühendem Zustand zu Halbzeugen gewalzt. Halbzeuge sind Bleche, Profilstäbe, Rohre

Bild 105/2 Halbzeuge aus Stahl

usw., die dann meist durch Umformen oder Trennen weiterverarbeitet werden.

**Grauguß** hat einen höheren Kohlenstoffgehalt als Stahl und ist leicht gießbar. In flüssigem Zustand wird Grauguß in Formen gegossen und erstarrt darin zum fertigen Gußstück. Durch die heute angewendeten Gießverfahren ist ein sehr genaues Gießen möglich, so daß nur geringe Nacharbeit der Gußstücke notwendig ist. Grauguß wird für Gehäuse und Ständer von Maschinen verwandt. In besonderen Fällen wird das gegossene Bauteil noch mit spanenden Maschinen bearbeitet.

Bild 105/1 Schmieden von Stahl mit einem Maschinenhammer



Bild 105/3 Gießen von Grauguß in Sandformen



Grauguß ist spröde und nicht schmiedbar. Wird ein Maschinenteil aus Grauguß durch Schlagen oder Biegen hoch beansprucht, so zerbricht es.

► Stahl ist schmiedbar und läßt sich schon bei Raumtemperatur verformen. Grauguß läßt sich gut gießen, aber nicht schmieden.

● Betrachte die Oberfläche und die Bruchfläche eines Werkstückes aus Stahl und eines Werkstückes aus Grauguß! Beschreibe die Unterschiede!

**Leichtmetalle.** In der modernen Technik wird in immer stärkerem Maße die Leichtbauweise angewandt. Besonders der Flugzeugbau, die Raumfahrt- und Raketentechnik – in der die Sowjetunion eine führende Stellung einnimmt – benötigen in immer größerem Maße leichtere Maschinen und Apparate. Leichter bauen erfordert den Einsatz leichterer Werkstoffe. Solche Werkstoffe sind zum Beispiel Aluminium, Magnesium und ihre Legierungen. In der Deutschen Demokratischen Republik wird beispielsweise im „Elektrochemischen Kombinat Bitterfeld“ Aluminium auf elektrochemischem Wege gewonnen.

● Wiederhole, was man unter einer Legierung versteht!

Die metallurgische Industrie kann heute Leichtmetalllegierungen erzeugen, die in ihren Eigenschaften (Härte, Festigkeit) dem Stahl nahekommen. Dadurch wird es möglich, Erzeugnisse mit geringem Gewicht und hoher Festigkeit herzustellen. Leichtmetalle lassen sich gut bearbeiten. Dies gilt sowohl für die spanende als auch für die spanlose Formgebung. Aluminium ist darüber hinaus ein guter Wärmeleiter und besitzt eine gute elektrische Leitfähigkeit.

● Welchen Einfluß haben die Eigenschaften der Metalle auf ihre Verwendung in der Technik?

## Mechanischer Modellbau

### Belastungsarten

Alle Bauelemente sind einer Belastung ausgesetzt. Die Art der Belastung kann unterschiedlich sein. Das Seil eines Kranes wird beim Heben von Lasten auf Zug beansprucht, die Achsen einer Maschine auf Biegung, die Unterlegscheibe bei einer Schraubverbindung auf Druck. Werden Bauteile auf Biegung beansprucht, dann treten gleichzeitig Druck- und Zugkräfte auf. Es gilt das gleiche wie für das Umformverfahren „Biegen“, das bereits aus der Plast- und Metallbearbeitung bekannt ist.

● Betrachte das Bild 100/1! Wo treten Zug- und wo treten Druckkräfte auf? Wie verhält sich der mittlere Streifen?

### Widerstand bei Belastung

Jeder Werkstoff, der einer Belastung ausgesetzt ist, setzt dieser einen Widerstand entgegen.

● Wiederhole, was geschieht, wenn die Belastung größer ist als der Widerstand des belasteten Werkstoffes!

Wie groß der Widerstand ist, der ein Werkstoff einer Belastung entgegensetzt, hängt von mehreren Faktoren ab. Aus der Klasse 5 ist bekannt, daß Größe, Form und Lage des Querschnitts der Profile und die Größe der angreifenden Kraft einen Einfluß auf die Belastbarkeit haben. Wichtig sind die Art des Werkstoffes (Metalle zum Beispiel haben einen größeren Widerstand als Holz) und die

Größe der Fläche, auf die sich die Kräfte auswirken. Läuft man im Winter beispielsweise in Schuhen über eine Schneefläche, dann sinkt man in den Schnee ein. Das Gewicht verteilt sich nur über die Fläche der Schuhsohlen. Läuft man dagegen mit Schneeschuhen oder Skiern, dann gleitet man über die Oberfläche, denn hier verteilt sich das Gewicht auf eine größere Fläche.

▶ Jeder Werkstoff setzt einer angreifenden Kraft einen Widerstand entgegen. Wie groß dieser ist, hängt von der Art des Werkstoffes, der Größe, Form und Lage des Querschnitts der Profile, der Größe der angreifenden Kraft und der Größe der belasteten Fläche ab.

Für das Prüfen des Widerstandes auf die verschiedenen Belastungsarten gibt es heute modernste Maschinen und Einrichtungen. Sie tragen dazu bei, daß neue Konstruktionen und Anlagen sicher und mit trotzdem geringstem Materialverbrauch gebaut werden können.

**Stabilisierende Bauelemente** sind eine weitere Möglichkeit, den Widerstand und die Belastbarkeit zu erhöhen. Ein solches Element ist die **Strebe**. Zu Dreiecken zusammengesetzt finden wir sie bei vielen Konstruktionen wieder. Sie hat die Auf-

gabe, die wirkenden Kräfte zu verteilen. Bei Kranen, Fachwerkbauten, Brücken (Bild 30/1) usw. wird diese Art des Stabilisierens schon lange angewendet.

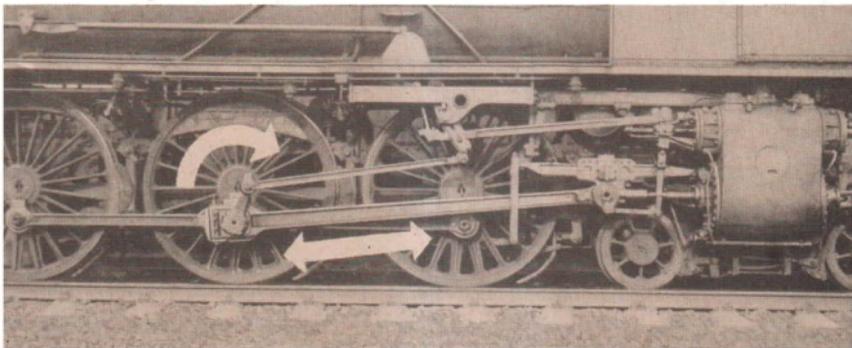
## Umwandeln von Bewegungen

Im Maschinenbau und bei der maschinellen Bearbeitung der Werkstoffe ist es häufig notwendig, Bewegungen umzuwandeln. Besonders deutlich kann man das bei einer Dampflokomotive beobachten (Bild 107/1).

Bei der Dampflokomotive wird über eine **Kolbenstange**, die eine **geradlinig hin- und hergehende Bewegung** ausführt, und über die **Pleuelstange**, eine **drehende Bewegung** der Räder erzielt. An- und Abtrieb führen unterschiedliche Bewegungen aus.

Ebenso ist es möglich, eine Drehbewegung in eine geradlinige umzuwandeln. **Die Kurbelgetriebe** haben die Aufgabe, Drehbewegungen in geradlinige Bewegungen und umgekehrt umzuwandeln. Das Bild 108/1 zeigt einen aufgeschnittenen **Wartburgmotor**. Hier muß die geradlinig hin- und hergehende Bewegung des Antriebskolbens über Pleuelstange und Kurbelwelle in eine drehende Bewegung umgewandelt werden (Bild 108/2).

Bild 107/1 Bewegungsumwandlung an einer Dampflokomotive



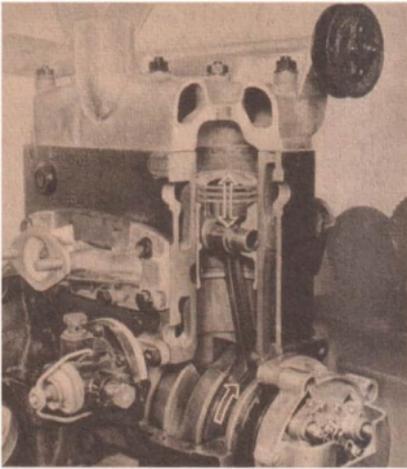


Bild 108,1 Aufgeschnittener Wartburgmotor

● Betrachte das Bild 95/3 und beantworte die folgenden Aufgaben:

- Nenne die Getriebeart!
- Benenne die für das Funktionieren des Getriebes notwendigen Teile! Welche Aufgabe haben diese Teile?
- Nenne die Art der Bewegungsumwandlung!

Eine andere Art des Kurbelgetriebes findet man bei der Exzenterpresse (Bild 108/3). Hier wird eine drehende in eine

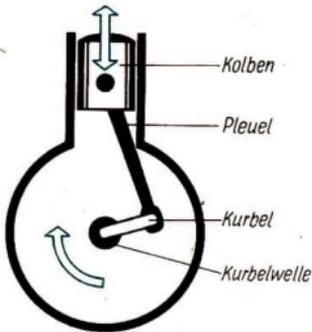


Bild 108/2 Bewegungsumwandlung am Wartburgmotor

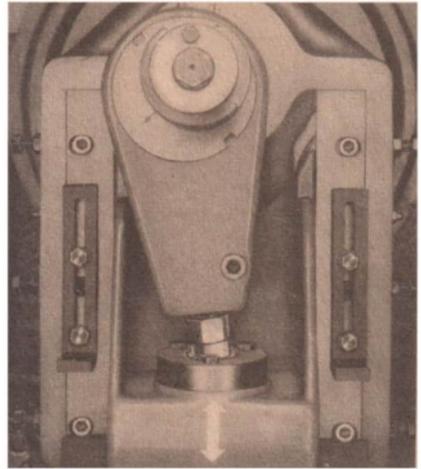


Bild 108/3 Exzenterpresse

geradlinige Bewegung umgewandelt (Bild 108/4).

Die Kurbelscheibe wird bei diesem Getriebe als Exzenter bezeichnet. Exzenter heißt übersetzt etwa: aus der Mitte heraus. Der Exzenter bewegt sich nicht wie die Kurbelscheibe um den Mittelpunkt, sondern um einen Punkt, der nicht Mittelpunkt ist.

Die Exzenterpresse wird in vielen Industriebetrieben benutzt. Sie erzeugt große Kräfte zum Bearbeiten von Werkstoffen.

► Kurbelgetriebe haben die Aufgabe, Bewegungsformen umzuwandeln. Sie werden in der Industrie vielseitig eingesetzt.

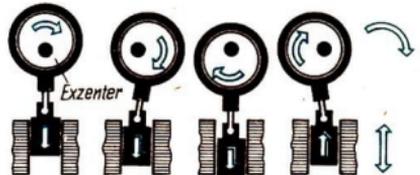


Bild 108/4 Umwandlung der Drehbewegung an der Exzenterpresse

### Elektrische Geräte im Werkraum

Viele Maschinen und Geräte im Werkraum werden durch den elektrischen Strom angetrieben. So werden zum Beispiel der Leimkocher und die Wärmeeinrichtungen für die Plastbearbeitung durch ihn geheizt.

Auch die elektrische Handbohrmaschine und die Ständerbohrmaschine werden durch den elektrischen Strom angetrieben.

Diese elektrischen Geräte und Maschinen erleichtern unsere Arbeit. Damit immer mit ihnen gearbeitet werden kann, müssen sie sorgsam behandelt werden, und es bedarf ihrer ständigen Pflege.

Die Leitungen dürfen nicht geknickt oder eingeklemmt werden, sonst wird die Isolierung beschädigt, und es kann ein Kurzschluß entstehen. Wasser leitet den elektrischen Strom. Wenn es in die elektrischen Anlagen eindringt, kann ebenfalls ein Kurzschluß entstehen. Deshalb müssen elektrische Geräte gegen das Eindringen von Wasser geschützt sein. Berührt der Mensch einen unter Spannung stehenden Leiter, fließt der Strom durch seinen Körper zur Erde. Der Stromverlauf ist im Bild 109/1 zu erkennen. Bei den im Lichtnetz vorhandenen Spannungen kann dabei ein Mensch getötet werden. Sind elektrische Geräte beschädigt, so kann es vorkommen, daß Metallteile unter Spannung stehen. Damit Unfälle verhütet werden, haben die Geräte eine besondere Geräteschnur mit Schukostecker (Schuko ist die Abkürzung von Schutzkontakt). Hier fließt der Strom bei einem

Schaden von dem Gehäuse des Gerätes über den Schutzkontakt zur Erde und nicht durch den Körper des Menschen.

► Schüler dürfen an elektrischen Maschinen nur unter Aufsicht und nach vorgegangener gründlicher Belehrung arbeiten.



Bild 109/1 Der Strom fließt durch den Körper



Bild 109/2 Schukosteckdose und Schukostecker

Besonders gewissenhaft muß an der elektrischen Bohrmaschine gearbeitet werden. Meist werden im Werkunterricht Tischbohrmaschinen oder Ständerbohrmaschinen verwendet. Sie werden von einem Elektromotor angetrieben. Der Ein- und Ausschalter muß so an der Maschine angebracht sein, daß der an der Maschine Beschäftigte ihn mühelos betätigen kann. Es ist gefährlich und deshalb nicht gestattet, die Werkstücke bei laufender Maschine auszurichten und festzuspannen. Deshalb darf die Maschine nur für den Bohrvorgang eingeschaltet werden. Wichtig ist auch das Tragen eines Kopfschutzes.

► Arbeite an elektrischen Maschinen verantwortungsbewußt! Präge dir die Hinweise des Lehrers ein und beachte sie gewissenhaft!

## Merke dir!

Der Schutz der Werktätigen vor Unfällen ist in unserer Republik ein wichtiger Grundsatz. Dies gilt auch für den Schutz der Schüler in der sozialistischen Schule der Deutschen Demokratischen Republik. Unser Staat hat deshalb wirkungsvolle Gesetze erlassen, die Grundlage für den Schutz der Gesundheit der arbeitenden Menschen sind. Jeder Werktätige im Betrieb und jeder Schüler in der Schule muß mithelfen, diese Gesetze zu verwirklichen, um Unfälle zu verhindern. Im elektrotechnischen Modellbau sind deshalb folgende Regeln unbedingt zu beachten:

- ▶ 1. Arbeite nie an elektrischen Anlagen, die unter Spannung stehen.
2. Nimm nie Eingriffe an elektrischen Anlagen vor!
3. Berühre nie spannungsführende Anlageanteile!
4. Sind an elektrischen Anlagen, Geräten und Maschinen im Werkraum Schäden, so ist dies sofort dem Lehrer zu melden!

Bei gewissenhafter Beachtung dieser Regeln und der Hinweise des Lehrers sind Unfälle durch elektrischen Strom nahezu unmöglich.

Ereignet sich aber trotz aller Schutzmaßnahmen ein Unfall, so ist die elektrische Anlage sofort abzuschalten und der Lehrer zu verständigen.

## Magnetische Wirkung des elektrischen Stromes

Bereits im Altertum war bekannt, daß Magneteisenstein die Eigenschaft besitzt, Körper aus Eisen anzuziehen. Diese Erscheinung wird Magnetismus genannt. Stoffe, die magnetische Eigenschaften aufweisen, werden als magnetische Stoffe bezeichnet.

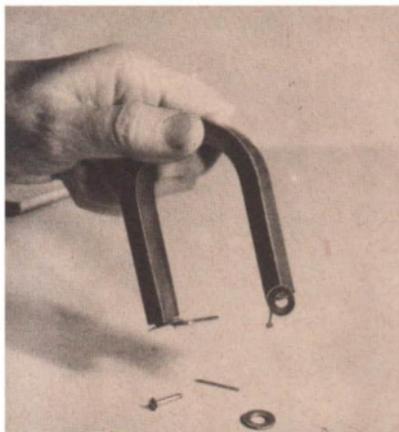


Bild 110/1 Hufeisenmagnet

Bild 110/1 zeigt einen Gegenstand mit magnetischen Eigenschaften, einen Hufeisenmagneten.

Dieselbe magnetische Wirkung kann mit einem Stromkreis erreicht werden, wie ihn Bild 110/2 zeigt. Ist der Stromkreis geschlossen, wird die mit einem Leiter umwickelte Schraube magnetisch. An ihr bleiben Stecknadeln oder Nägel hängen wie am Hufeisenmagneten. Wird der Stromkreis geöffnet, fallen die Nägel herunter. Die Schraube ist nur magnetisch, solange ein Strom durch die Leiterwindungen fließt. Es liegt hier eine einfache Form eines Elektromagneten vor.

▶ Mit Hilfe des elektrischen Stromes kann Magnetismus erzeugt werden.

Die Eigenschaft des elektrischen Stromes, magnetische Wirkungen hervorzurufen,

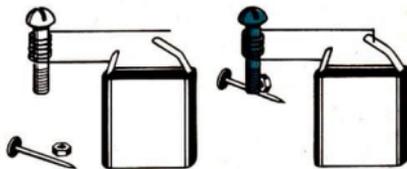


Bild 110/2 Modell eines Elektromagneten

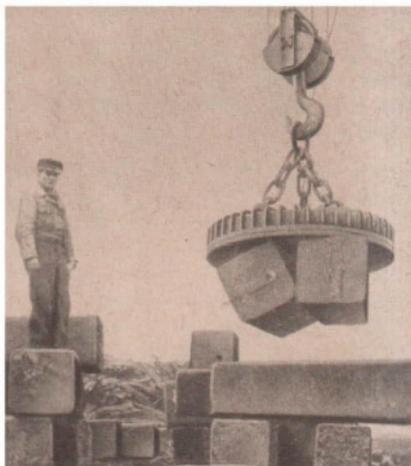


Bild 111/1 Verladen von Stahlblöcken mit Hilfe von Elektromagneten

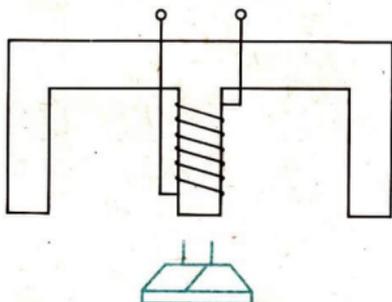


Bild 111/2 Prinzip eines Lasthebemagneten und Schaltzeichen

wird in der Technik vielfältig genutzt. Ein Beispiel hierfür ist die Verwendung großer Elektromagneten zum Heben von schweren Stahlblöcken oder zum Verladen von Schrott. Bild 111/1 zeigt einen Elektromagneten, mit dessen Hilfe große Stahlblöcke verladen werden.

Das Bild 111/2 zeigt das Prinzip eines Lasthebemagneten. Auch hier ist zu erkennen, daß Leiterwindungen vorhanden sind, durch die der Strom fließen muß. Weitere bekannte Anwendungsgebiete

der magnetischen Wirkung des elektrischen Stromes sind der elektrische Wecker (Bild 111/3), der elektrische Türöffner, die elektrische Hupe, der Lautsprecher und der Elektromotor.

- 1. Nenne weitere Anwendungsgebiete für die magnetische Wirkung des elektrischen Stromes!
- 2. Welche Vorteile bringt der Einsatz von Lasthebemagneten?

## Wirkungen des elektrischen Stromes

Der elektrische Strom hat große Bedeutung für Industrie, Technik und Haushalt. Das tägliche Leben ist heute ohne die Vorteile, die die Anwendung der Lichtwirkung, der Wärmewirkung und magnetischen Wirkung des elektrischen Stromes bringt, nicht mehr denkbar.

In der Deutschen Demokratischen Republik ist ein großer Wirtschaftszweig, Elektrotechnik – Elektronik, entstanden. Viele seiner elektrischen und elektronischen Erzeugnisse sind Spitzenzeugnisse auf dem Weltmarkt.

Die sozialistischen Produktionsstätten dieses Wirtschaftszweiges unserer Republik arbeiten ständig daran, neue, noch modernere elektrische Geräte und Anlagen zu entwickeln. Unsere Betriebe können dadurch besser produzieren, und das tägliche Leben wird schöner.

- Nenne weitere Geräte, in denen die Wirkungen des elektrischen Stromes genutzt werden!

## Arbeite sorgfältig!

Bei der Installation elektrischer Anlagen, zum Beispiel beim Herstellen eines Steuerpults für Elektromotore, ist es häufig erforderlich, die Leiter mit Ösen zu versehen. Mit Hilfe der Ösen am Leiter und

einer Klemmschraube kann eine elektrisch sichere Verbindungsstelle, eine Klemmstelle, hergestellt werden.

Vor dem Biegen der Öse wird der Leiter genau zugeschnitten und abisoliert (Seite 40).

Zum Biegen wird eine Rundzange benutzt. Es ist darauf zu achten, daß die Öse nur so groß gebogen wird, daß die Klemmschraube bequem hindurchgesteckt werden kann.

● Sage, was beim Festziehen der Schraube zu beachten ist, damit die Verbindungsstelle vorschriftsmäßig ist!

Beim Einsetzen der Schraube muß deren Drehrichtung und die Lage der Öse beachtet werden. Sonst wird die Öse beim Festziehen der Schraube wieder aufgebogen.

#### **Arbeitsablauf zur Herstellung einer Klemmstelle**

1. Genaues Zuschneiden des Leiters,
2. Abisolieren der Leiterenden,
3. Biegen der Ösen,
4. Einsetzen der Klemmschraube in die Öse (Drehrichtung der Schraube und Lage der Öse beachten),
5. Anziehen der Klemmschraube.

#### **Quellennachweis der Bilder**

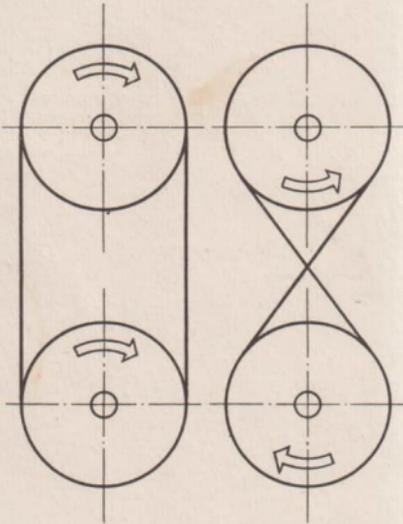
Berndt, Zeuthen: 36/3, 67/1, Seite 67, 73/2; Bildarchiv Volk und Wissen: 33/2, 36/1, 69/1, 73/1, 78/1, 104/2; Brüggemann, Leipzig: 99/2; Dewag-Werbung, Leipzig (Saupe): 44/2; Kreyszner, Berlin: 30/2, 70/2, 70/3, 72/2, 72/3, 73/4; Lutz, Rückmarsdorf: 45/1, 65/1, 65/2, 66/1, 66/2, 102/1, 102/2; Mucke, Leipzig: 108/3; Pietz, Halle: 39/3, 41/1, 41/3, 75/1, 76/1, 79/1; Reichsbahndirektion, Halle: 30/1, 107/1; Rich-

ter, Leipzig: 49/2, 50/1; Sawade, Berlin: 14/3, 18/1, 22/1, 32/1, 50/2, 52/1, 55/2, 55/3, 56/2, 87/3, 99/1, 111/1; Schott, Berlin: 95/2; Seifert, Berlin: 7/1, 9/1, 38/2, 42/1, 56/1, 68/4, 74/3, 86/1, 95/3, 108/1, 110/1; Tackmann, Berlin: 16/3, 23/1, 60/2; VEB Funkwerk, Erfurt: 83/1; Zentralbild, Berlin: 31/1, 31/ 2, 34/1, 38/1, 44/1, 44/3, 71/1, 103/2, 104/1, 105/1, 105/3; Ziebell, Güstrow: 53/1, 58/3, 89/1, 91/1, 91/2, 91/3.

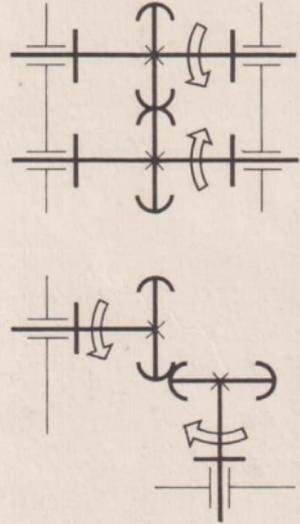
# Getriebe

## Kraftschlüssig

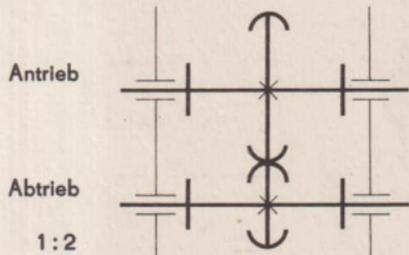
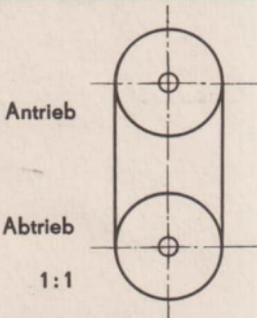
### Riemengetriebe



### Reibradgetriebe

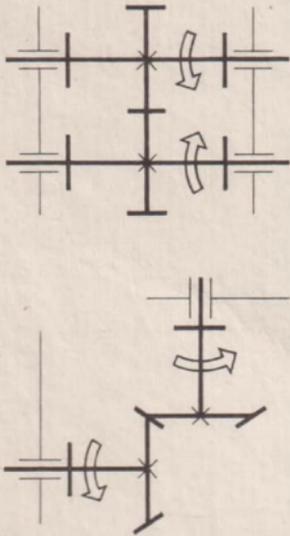


## Übersetzungsverhältnis

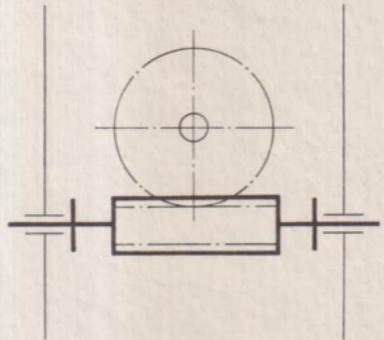


## Formschlüssig

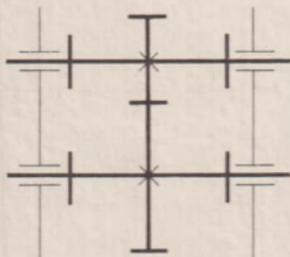
### Zahnradgetriebe



### Schneckenradgetriebe



### Übersetzungsverhältnis



2:1

Antrieb

Abtrieb

20:1

