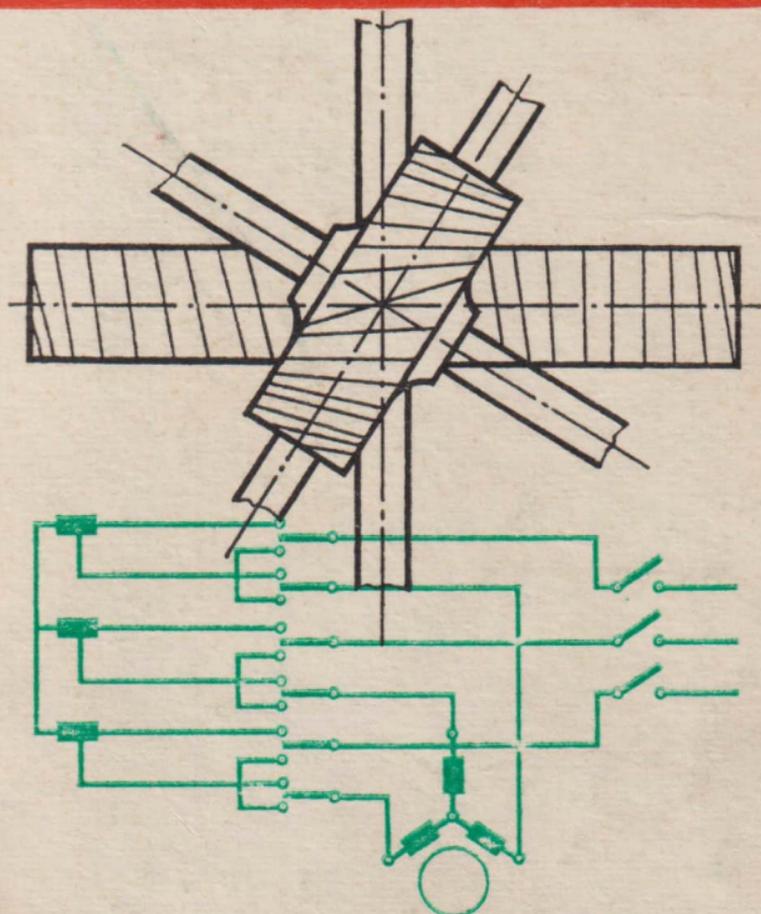


# Metall und

Einführung in die sozialistische Produktion

# Elektrotechnik in Übersichten



**Wo steht was?**

---

Metall

**Mech. Technologie**

**T**

**Maschinenkunde**

**M**

Elektrotechnik

**Starkstromtechnik**

**St**

**Schwachstromtechnik**

**Sw**

**Sachwortverzeichnis**

**S**

Einführung in die sozialistische Produktion

# **METALL UND ELEKTROTECHNIK IN ÜBERSICHTEN**



**Volk und Wissen**

**Volkseigener Verlag Berlin**

1970

Die Manuskripte verfaßten  
Werner Früangel, Berlin, und  
Karl-Heinz Schulze, Berlin: Metall;  
Heinz Graff, Berlin: Elektrotechnik  
in Zusammenarbeit mit der Redaktion Polytechnische Bildung und  
Erziehung des Verlages.  
Bei der Bearbeitung einzelner Textstellen wurden bisher erschienene  
Lehrbücher des Verlages berücksichtigt.

Ausgabe 1969

2. Auflage

Lizenz-Nr. 203 · 1000/69 (DN)

ES 11 I

Vervielfältigungsgenehmigung Nr. 1/63/69

Redaktion: Heinz Graff

Einband und Vorsatz: Karl Heinz Wieland

Grafische Gestaltung: Jörg Piech

Satz und Druck: Grafischer Großbetrieb Völkerfreundschaft  
Dresden (III/9/1)

Redaktionsschluß: 30. 9. 1969

Gesetzt aus der Bodoni

Bestell-Nr. 06 17 03—2 · Preis: 5,—

## *Vorwort*

In diesem Buch sind wesentliche Fakten der Stoffgebiete Mechanische Technologie, Maschinenkunde, Starkstromtechnik und Schwachstromtechnik aus dem Fach „Einführung in die sozialistische Produktion“ der Klassen 7 bis 10 in kurzer, knapper Form enthalten. Die Abfolge der Fakten richtet sich grundsätzlich nach dem im Lehrplan für dieses Fach vorgesehenen Weg.

Mit Hilfe dieses Buches wird es möglich sein, den im Unterricht behandelten Stoff nochmals durchzuarbeiten und zu wiederholen. Das wird besonders dann von Vorteil sein, wenn der Lehrstoff vergangener Schuljahre benötigt wird. Außerdem kann man sich einen Überblick über noch nicht behandelte Stoffgebiete verschaffen.

Die obengenannten Stoffgebiete sind durch Marken am Rande der Buchseiten leicht zu finden. Jedem Stoffgebiet ist ein ausführliches Inhaltsverzeichnis vorangestellt.

Mit Hilfe eines Sachwortverzeichnisses ist es möglich, Begriffe zu finden, die man nicht sofort einem bestimmten Abschnitt zuordnen kann.

In diesem Buch wird davon abgesehen, physikalische Fakten oder Zusammenhänge aufzuzeigen. Dazu ist das Buch „Physik in Übersichten“ gedacht. Das trifft besonders für den Teil „Elektrotechnik“ zu. Beispielsweise sind Größengleichungen zur Widerstandsberechnung, Leitungsberechnung, Leistungsberechnung usw. im Teil „Elektrizitätslehre“ der „Physik in Übersichten“ zu finden.

Die Verlagsredaktion

6	<b>Formgebung durch Trennen</b>
6	Zerteilen
11	Spanen
15	Abtragen
17	<b>Formgebung durch Umformen</b>
19	Druckumformen
22	Zugdruckumformen
24	Kräfte beim Umformen
25	Maschinen zum Umformen
26	<b>Formgebung durch Urformen</b>
27	Urformen durch Schmelzen
29	Gießverfahren
37	Urformen durch Pressen von Pulver
39	<b>Beschichten von Oberflächen</b>
40	Metallische Schichten
40	Nichtmetallische Schichten
42	<b>Formgebung durch Fügen</b>
42	Montage
44	Anpressen von Werkstücken
47	Zusammenlegen von Werkstücken
49	Stoffverbinden
53	<b>Wirtschaftlichkeit der Fertigungsverfahren</b>
53	Auswahl der Fertigungsverfahren nach technischen und ökonomischen Gesichtspunkten
54	Systematisierung der Fertigungsverfahren

## Formgebung durch Trennen

Werkstückformen können durch Trennen von Werkstoffen hergestellt werden. Beim Trennen wird der Werkstoffzusammenhang mechanisch, elektrisch oder physikalisch-chemisch aufgehoben. Zerteilen, Spanen und Abtragen sind wichtige Trennverfahren.

Trennverfahren werden angewendet:

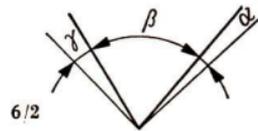
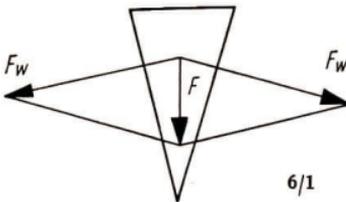
1. zum Abtrennen werkstückgerechter Rohteile aus Halbzeugen,
2. zum Weiterbearbeiten durch Urformen oder Umformen hergestellter Rohteile,
3. zum Abschneiden unerwünschter Werkstoffteile auf Werkstückoberfläche oder aus Werkstückinnenräumen,
4. zum Sortieren von Gemengen nach ihren Bestandteilen.

### Zerteilen

Beispielsweise werden im Maschinenbau, im Stahlbau und im Schiffbau Verfahren des Zerteilens angewendet.

### Abschneiden

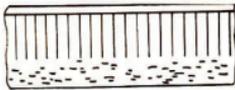
Zum Abschneiden werden eine oder mehrere meist keilförmige Schneiden benötigt. Der auf den Werkstoff treffende Keil dringt in den Werkstoff ein und erzeugt Wangenkräfte, die um so größer sind, je kleiner der Keilwinkel ist. Beim Abschneiden führt der Schnitt durch den gesamten Querschnitt. Es entstehen keine Späne. (Bild 6/1)



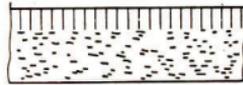
Die Größe des Keilwinkels hängt vom zu schneidenden Werkstoff ab (Bild 6/2).

Keilwinkel $\beta$	Werkstoff
$20^\circ$	Kunstharz, Hartpapier, Kupfer, Messingfolie
$16^\circ$ bis $18^\circ$	Kork, Pappe, Leder
$8^\circ$ bis $12^\circ$	Gummi, Kunstleder

Von der Plastizität des Werkstoffes hängt die Form der Schnittfläche ab.



weich, plastisch

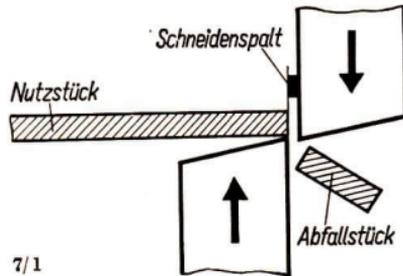


hart, wenig plastisch

**Scherfestigkeit** einiger Werkstoffe, die mit mechanischen Schneidwerkzeugen geschnitten werden.

Werkstoff	Scherfestigkeit <sub>AB</sub> (in $\frac{kp}{mm^2}$ )
Leder	0,6 bis 0,8
Gummi	0,1 bis 1
Papier, Pappe	2 bis 5
Glimmer	5 bis 8
Hartgewebe	9 bis 12
Kupfer (weich)	18 bis 22
Messingfolie	22 bis 30

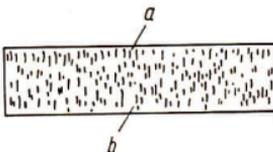
Beim Abschneiden zwischen zwei Schneiden werden diese gegeneinander, dicht aneinander, dicht vorbeigeführt (Bild 7/1). Die Breite des Schneidenspaltes hängt von der Härte und der Dicke des zu schneidenden Werkstoffes ab.



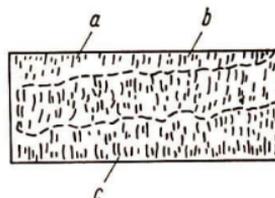
7/1

Werkstoffeigenschaft	Schneidenspalt
zäh	0,05 · Werkstoffdicke
hart	0,1 · Werkstoffdicke

Bei richtig eingestelltem Schneidenspalt zeigt die Scherfläche eine typische Form, an der einzelne Zonen zu unterscheiden sind (Bild 7/2). Auch zu großer oder zu kleiner Schneidenspalt ist an den Schnittteilen zu erkennen (Bild 7/3).



7/2 Scherfläche bei normalem Schneidenspalt  
a Verformungszone;  
b Bruchzone



7/3 Scherfläche bei engem Schneidenspalt  
a Verformungszone;  
b Bruchzone;  
c Quetschzone

Die **Kohäsionskräfte**, die beim Schneiden überwunden werden müssen, um den Werkstoff zu zerteilen, sind bei den Werkstoffen unterschiedlich. Sie sind um so größer, je größer die Werkstofffestigkeit ist. Beim Abschneiden muß die Scherfestigkeit überschritten werden.

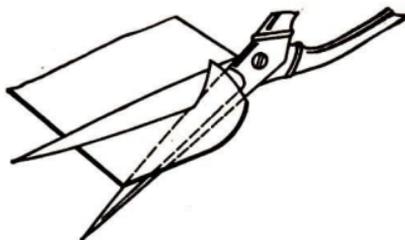
### Scherfestigkeit von Werkstoffen

Werkstoff		Festigkeit <sub>AB</sub> (in $\frac{\text{kp}}{\text{mm}^2}$ )
Aluminium	weich	7 bis 9
	hart	13 bis 16
Kupfer	weich	15 bis 18
	hart	18 bis 21
Messing	weich	22 bis 30
	hart	34 bis 40
St 34		28 bis 31
St 42		34 bis 40

### Scherwerkzeuge

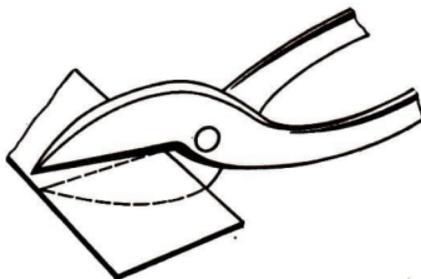
Werkzeug	Anwendung
----------	-----------

Papierschere



Papier,  
dünne Pappe,  
Textilien

Handblechschere



Blech  
bis 1 mm Dicke

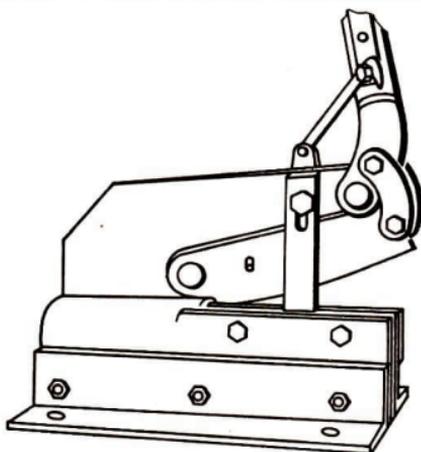
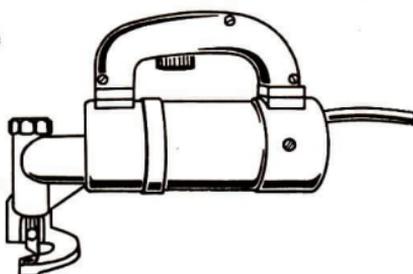
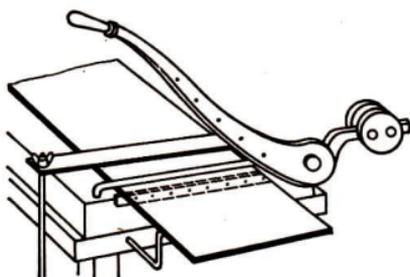
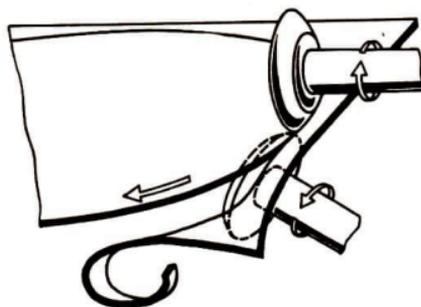
---

**Werkzeug**

---

**Anwendung**

---

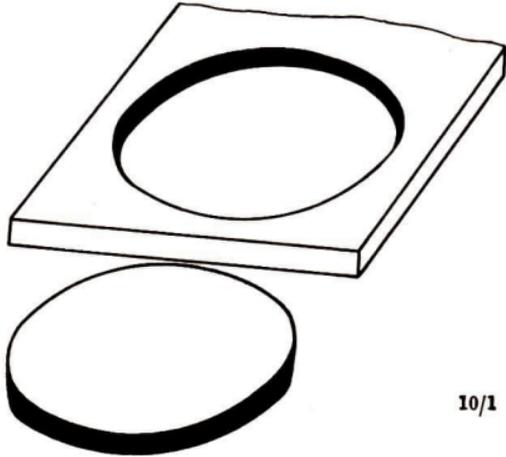
**Handhebelschere****Blech  
bis 6 mm Dicke****Elektrohandschere****Blech  
bis 2 mm Dicke****Tafelschere****Für gerade  
lange Schnitte****Rollenschere****Für Arbeiten  
an großen  
Blechteilen;  
Rückhub  
entfällt**

**Werkstoffdicken**, die mit der Handblechschere geschnitten werden können.

Werkstoff	Dicke (in mm)	Werkstoff	Dicke (in mm)
Stahl bis 30 kp/mm <sup>2</sup>	1	Zink	1,6
Stahl bis 60 kp/mm <sup>2</sup>	0,5	Blei	5,0
Messing	0,8	Hartpapier	1,8
Kupfer weich	2,5	Pappe	6,0
hart	1,2		

## Ausschneiden

Beim Ausschneiden werden Rohstücke für die Weiterbearbeitung oder Fertigteile aus Halbzeugen, meist Blechen, ausgeschnitten. Die Trennlinie, die beim Abschneiden offen ist, hat hier eine geschlossene Form. Sie kehrt zu ihrem Ausgangspunkt zurück. (Bild 10/1)



10/1

In der Praxis unterscheidet man zwei Verfahren beim Ausschneiden.

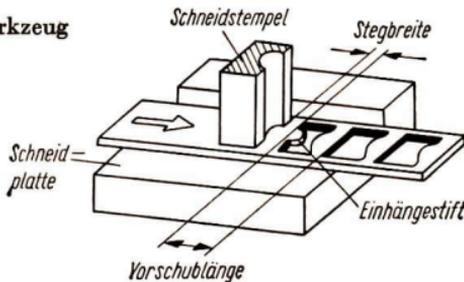
**Lochen** Der ausgeschnittene Werkstoff ist das Abfallstück, das übrige Teil Nutzstück.

**Schneiden** Der ausgeschnittene Werkstoff ist Nutzstück, der übrige Werkstoff Abfallstück.

## Schneid- und Lochwerkzeuge für die Massenfertigung

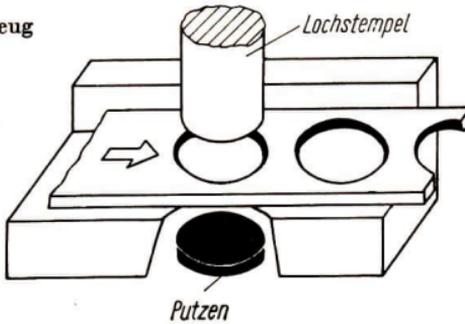
Art	Anwendung
-----	-----------

Schneidwerkzeug



zum Ausschneiden kleinerer Massenteile

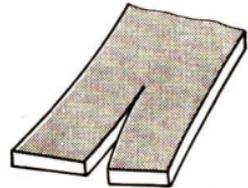
Lochwerkzeug

zum Lochen  
von Blechteilen  
in der Massen-  
fertigung

T

## Einschneiden

- Beim Einschneiden werden Rohstücke entlang einer offenen Trennlinie geteilt, ohne daß der gesamte Werkstoffquerschnitt dabei durchtrennt wird. (Bild 11/1)

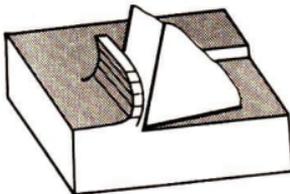


11/1

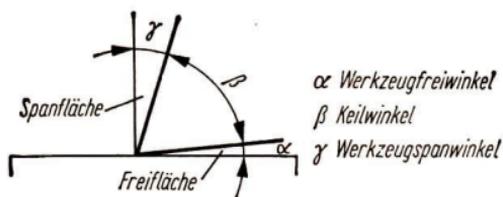
In der Praxis können dazu alle Werkzeuge verwendet werden, die auch zum Abschneiden geeignet sind. Die Bewegung der Schermesser gegeneinander muß im geeigneten Augenblick unterbrochen werden.

## Spanen

- Beim Spanen werden Werkstoffteilchen auf mechanischem Wege abgetrennt, dabei dringen keilförmige Werkzeugschneiden großer Härte in den Werkstoff geringerer Härte ein, stauchen den Werkstoff beim Weiterbewegen an, bis die Kohäsionskräfte überwunden sind, und lösen so ein Spanelement ab. Mehrere zusammenhängende Spanelemente bilden einen Span. (Bild 11/2)



11/2



12/1

An der Werkzeugschneide unterscheidet man verschiedene Winkel und Flächen (Bild 12/1).

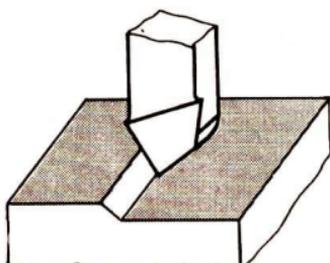
Der Keilwinkel des Werkzeuges hängt von der Härte des zu bearbeitenden Werkstoffes ab.

- ▶ Weiche Werkstoffe – kleiner Keilwinkel
- ▶ harte Werkstoffe – großer Keilwinkel

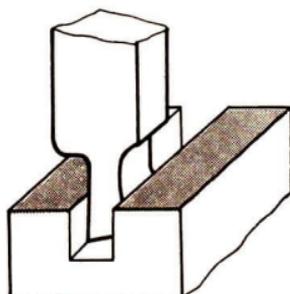
## Hobeln

- ▶ Durch Hobeln und Waagrechtstoßen werden ebene Flächen hergestellt.

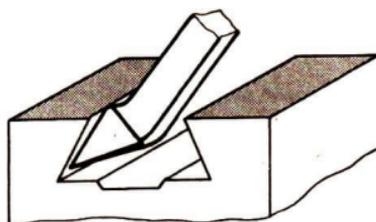
Formen, die durch Hobeln wirtschaftlich gefertigt werden können:



Ebene Flächen



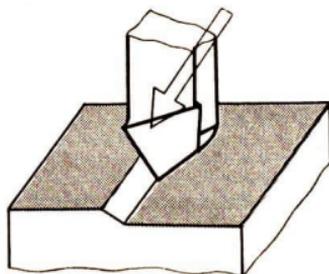
Nuten



Führungsflächen

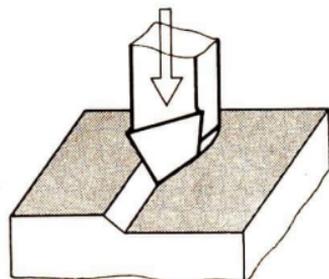
Um eine ebene Fläche mit dem Hobelmeißel bearbeiten zu können, müssen Werkzeug und Werkstück verschiedene Bewegungen ausführen.

Schnittbewegung  
St: Hobelmeißel  
H: Werkstück



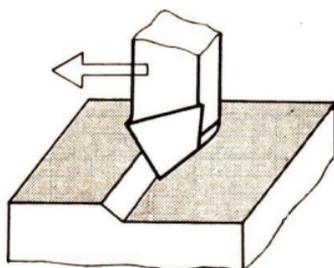
ermöglicht einmalige Spanabnahme während eines Hubes

Vorschubbewegung  
St: Werkstück  
H: Hobelmeißel



ermöglicht zusammen mit der Schnittbewegung wiederholte Spanabnahme; meist am Ende des Rückhubes durch Schaltklinke und Schaltrad

Zustellbewegung  
St: Hobelmeißel  
H: Hobelmeißel



bestimmt die Dicke der abzunehmenden Schicht im voraus; erfolgt beim Einstellen der Maschinen mittels Höhenspindel

Je nach Werkstoff haben Hobelmeißel unterschiedliche Werkzeugwinkel.

Werkstoff	Schnellarbeitsstahl			Hartmetall		
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
Stahl	8°	66°	18°	5°	73°	12°
Grauguß	8°	80°	2°	5°	75°	10°

Hobelmeißel werden nach ihrer Form unterschieden:

Schruppstahl

Schruppstahl

gerader rechter



gerader linker



gebogener rechter



gebogener linker



Stechhobelmeißel



Seitenhobelmeißel



## Drehen

► **Durch Drehen werden rotationssymmetrische Werkstücke bearbeitet.**

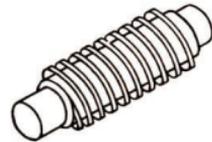
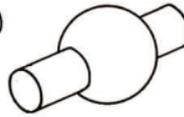
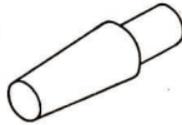
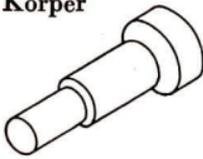
Formen, die durch Drehen wirtschaftlich gefertigt werden können:

zylindrische Körper

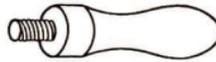
kegelförmige Körper

kugelförmige Körper

Gewinde



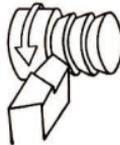
rotationssymmetrische Formteile



Zur Erzeugung der Formen müssen Werkzeug und Werkstück bestimmte Relativbewegungen ausführen.

Bewegung, Ausführung	Erklärung
----------------------	-----------

Schnittbewegung: Arbeitsspindel;



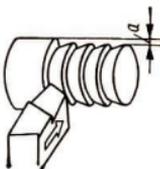
ermöglicht einmalige Spanabnahme während einer Umdrehung der Arbeitsspindel

Vorschubbewegung: Werkzeug; erfolgt ständig während der Schnittbewegung



ermöglicht zusammen mit der Schnittbewegung kontinuierliche Spanabnahme

Zustellbewegung: Werkzeug; erfolgt vor Beginn der Spanabnahme



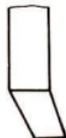
bestimmt die Dicke der abzunehmenden Schicht (Spanungstiefe) im Voraus

Je nach Werkstoff haben Drehmeißel unterschiedliche Werkzeugwinkel.

Werkstoff	Schnellarbeitsstahl			Hartmetall		
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
Stahl	8°	66°	18°	5°	73°	12°
Grauguß	8°	80°	2°	5°	75°	10°
Messing	8°	82°	0°	5°	79°	6°
Al-Legierungen	12°	60°	18°	12°	60°	18°

**Drehmeißel** werden nach ihren Formen unterschieden:

gerader rechter Schruppmeißel	gebogener rechter Schruppmeißel	gerader Stechmeißel	gebogener rechter Seitenmeißel
-------------------------------------	---------------------------------------	------------------------	--------------------------------------



Bohrschruppmeißel



## Abtragen

Beim Abtragen werden Werkstoffteilchen physikalisch, chemisch oder physikalisch-chemisch abgetrennt.

- ▶ Durch Erodieren können Werkstoffe wirtschaftlich bearbeitet werden, die sich durch andere Verfahren nur schwer oder nicht bearbeiten lassen.

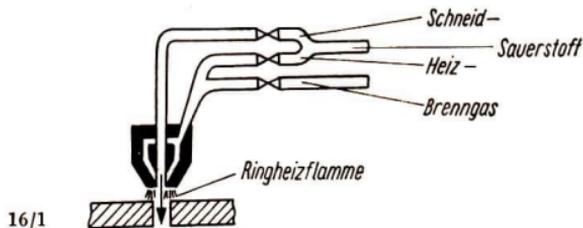
## Brennschneiden

Beim Brennschneiden wird Stahl, auf Zündtemperatur erwärmt, mit einem Sauerstoffstrahl in leichtflüssige Oxide überführt und durch den Druck des Strahles fortgeblasen. Bedingung ist, daß die Zündtemperatur unter der Schmelztemperatur liegt.

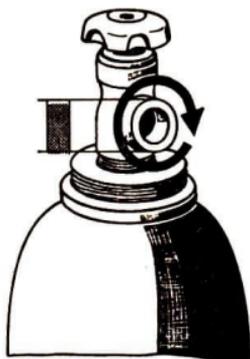
Legierungsbestandteile verhindern von bestimmten Prozentsätzen ab das Trennen von Stahl durch Brennschneiden, weil sie die Zündtemperatur über den Schmelzpunkt erhöhen:

Werkstoff	Kohlenstoff	Silizium	Chrom	Wolfram
Anteil	> 2,5 %	> 2,8 %	> 1,5 %	> 10 %

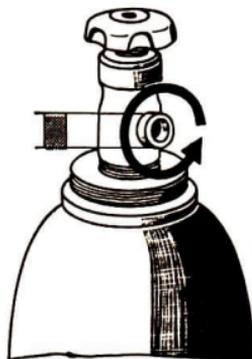
Getrennt werden können Bleche von 0,5 bis 300 mm Dicke. Mit Sondereinrichtungen sind Werkstücke bis 1000 mm Dicke zu trennen. Zum Brennschneiden wird außer der üblichen Schweißeinrichtung ein besonderer Brenner benutzt (Bild 16/1).



### Gasflaschenanschlüsse für Sauerstoff



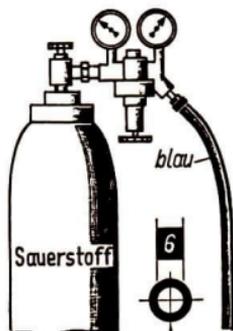
### für Wasserstoff



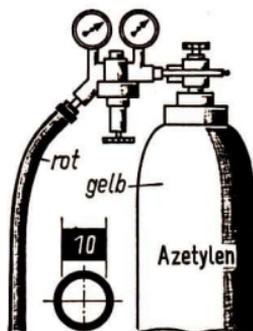
### für Azetylen



Für Sauerstoff ist die  
Schlauchfarbe blau



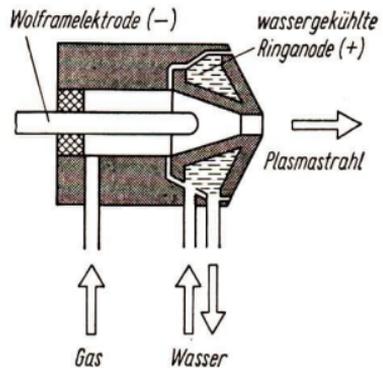
Für Brenngas ist die  
Schlauchfarbe rot



## Trennen durch Plasmastrahl

- Im Plasmapbrenner wird zwischen einer Katode aus Wolfram und einer wassergekühlten Ringanode ein Lichtbogen gezündet. Ein durch den Elektrodenraum geschicktes Gas verläßt diesen durch die Lichtbogenenergie aufgeheizt als Plasmastrahl mit mehr als 10 000 °C und 1 bis 10 at Druck. (Bild 17/1)

17/1



Der Strahl bringt das Metall in einer engen Schnittfuge zum Schmelzen und bläst es fort; es entsteht eine glatte Schnittfläche.

## Formgebung durch Umformen

- Beim Umformen ändert man die Form des Werkstoffes, indem die Werkstoffteilchen gegeneinander verschoben werden, ohne daß die Stoffteilchen ihren Zusammenhang verlieren. Das Volumen des Werkstoffes bleibt gleich.

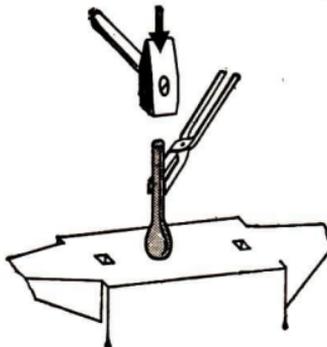
### Beispiele

Walzen und Schmieden von Stahl, Glattwalzen von Straßen, Biegen von Metall-, Plast- und Holzteilen, Rollen von Teigwaren.

### Bedingungen für das Umformen

Plastizität des  
Werkstoffes

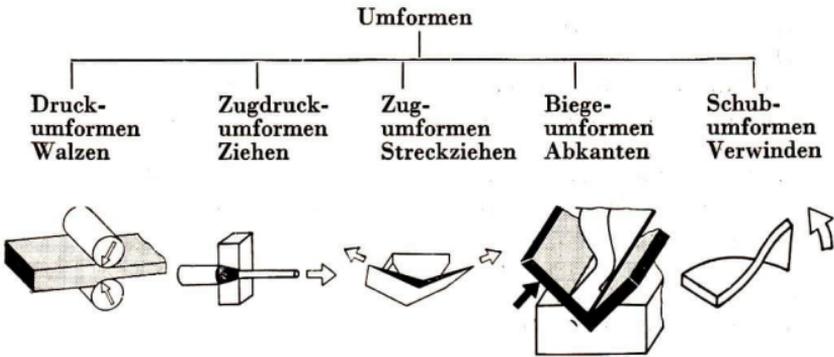
Kraft



Kohäsion des  
Werkstoffes

Werkzeuge  
Maschinen

# Systematisierung der Umformverfahren



Die Plastizität oder Bildsamkeit ist die Eigenschaft eines Werkstoffes, durch eine äußere Kraft die Form bleibend zu ändern. Die Kohäsion der Stoffteilchen muß größer sein als die umformende Kraft, damit der Stoffzusammenhalt nicht aufgehoben wird.

Die Plastizität wird bei Stahl durch Erwärmen erhöht.

## Wechselbeziehungen zwischen Werkstoff und Werkzeug beim Umformen

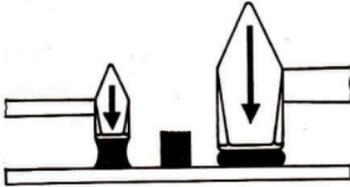
Einflußgrößen	Erklärung
<p>Reibung</p>	<p>Unter der Kraftwirkung des Werkzeuges wird der Werkstoff verdrängt und fließt in Richtung des geringsten Widerstandes; durch Reibung an den Werkzeugflächen wird der Werkstofffluß behindert</p>
<p>Einfluß der Temperatur</p>	<p>Die Bildsamkeit der Werkstoffe nimmt durch Erwärmen zu, der Kraftbedarf zum Umformen wird geringer; mit steigender Temperatur werden die Bindungskräfte geringer</p>

## Einflußgrößen

## Erklärung

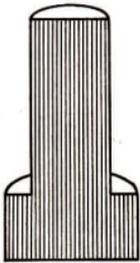
Das Werkzeug wird der Arbeit angepaßt

Je größer die Krafteinwirkung des Werkzeuges ist, um so größer die Wirkung, um so mehr wird das Werkstück verformt

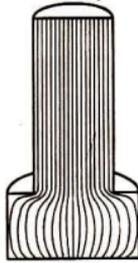


Einfluß auf den Werkstoff

Die Dehnbarkeit wird durch Wärme erhöht; die Kräfte der Werkzeuge verdrängen die Werkstoffteilchen; sie fließen in die Richtung, in der sie den kleinsten Widerstand finden; beim Umformen ergibt sich gegenüber dem Spanen ein nicht unterbrochener Faserverlauf



gespannt



geschmiedet

## Druckumformen

Umformen durch Druckkräfte

### Massivumformen

Walzen, Schmieden  
Pressen, Prägen  
Fließpressen

### Blechumformen

Treiben  
Drücken  
Stemmen

Prinzip

Anwendung

## Walzen

Beim Walzen fließen die Werkstoffteilchen nach den Richtungen, wo sie nicht durch die Oberfläche der Werkzeuge, den Walzen, am

Die Länge eines Werkstoffes wird vergrößert, sein Querschnitt verringert (Stauchern); Druckkräfte wirken formend auf den

Blöcke, Stangen und vorgearbeitete Werkstücke werden zu Stangen verschiedener Querschnittsformen, Blechen, Bändern und

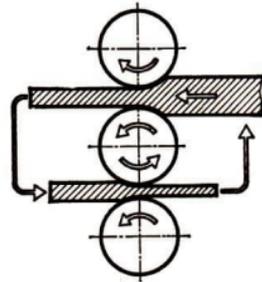
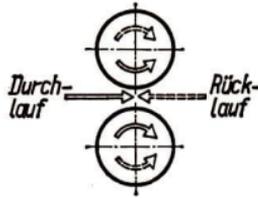
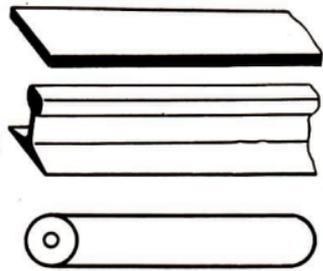
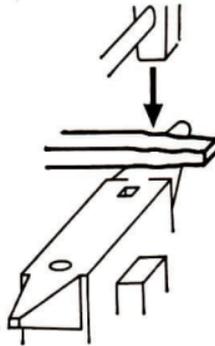
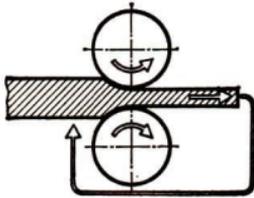
## Prinzip

## Anwendung

Fließen gehindert werden. Der Werkstoff fließt also in Richtung des geringsten Widerstandes; Walzen ist ein ununterbrochener Stauchvorgang; das Profil wird schrittweise geformt

Werkstoff, daher Druckumformen

Rohren geformt

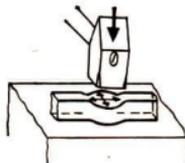
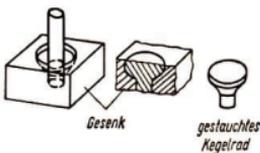


## Formpressen

Der Werkstoff wird warm oder kalt in eine geschlossene Stahlform (Gesenk) gezwungen; der Werkstoff wird durch Hubbewegung des Stößels von Hammer oder Presse gestaucht; durch Fließen werden die Hohlräume des Gesenkes ausgefüllt. Der Werkstofffluß wird durch die Gravur begrenzt

Aus Halbzeugen wird das Werkstück durch Stauchen, durch Werkstofffluß in allen Richtungen gezwungen. Druckkräfte wirken formend auf den Werkstoff, daher Druckumformen

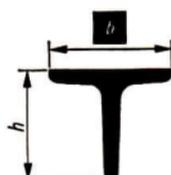
Hebel, Achsschenkel, kleine Kurbelwellen, Kegelräder, Bolzen, Pleuel



# Gewalzte Profile aus Stahl

**T**

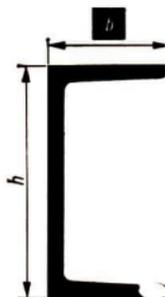
	Kurz- zeichen	Höhe	Breite	Quer- schnitt	Masse
		$h$ (in mm)	$b$ (in mm)	$A$ (in mm <sup>2</sup> )	$m$ (in kg/m <sup>2</sup> )

**T-Stahl**


	<b>T</b>				
	20	20	20	1,12	0,88
	30	30	30	2,26	1,77
	40	40	40	3,77	2,96
	50	50	50	5,66	4,44
	80	80	80	13,6	10,7

**I-Stahl**


	<b>I</b>				
	8	80	42	7,58	5,95
	10	100	50	10,6	8,82
	12	120	58	14,2	11,2
	16	160	74	22,8	17,9
	20	200	50	33,5	26,3
	24	240	106	46,1	36,2

**U-Stahl**


	<b>U</b>				
	3	30	33	5,44	4,27
	4	40	35	6,21	4,87
	5	50	38	7,12	5,59
	8	80	45	11,0	8,64
	10	100	50	13,5	10,6
	12	120	55	17,0	13,4

# Zugdruckumformen

## Umformen durch Zugdruckkräfte

**Massivumformen**  
Drahtziehen  
Rohrziehen

**Blechumformen**  
Tiefziehen  
Abstrecken

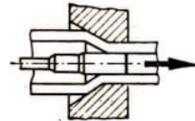
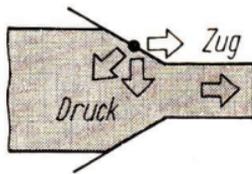
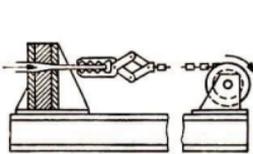
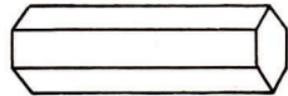
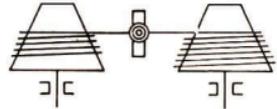
Prinzip	Anwendung
---------	-----------

### Ziehen

Werkstoff wird durch Zange festgehalten und durch kegligen Durchbruch des Zieheisens gezogen. Werkstoff fließt in Ziehrichtung

Länge des Werkstoffes wird vergrößert, der Querschnitt verringert (wie beim Walzen). Zugkraft greift an den Werkstoff an und überträgt sie auf den kegligen Durchbruch des Zieheisens (düsenartiges Formwerkzeug). Im Durchbruch wirken gleichmäßig verteilt radiale Druckkräfte auf den Werkstoff, dadurch wird der Querschnitt verringert, daher Zugdruckformen

Drähte, Rohre, Blankziehen von Wellen, Rohren, Profilstangen, sechseckige Profile für Schraubenfertigung, Injektionsnadeln



### Biegen

- Biegen ist ein Umformverfahren, bei dem band- oder stabförmiger Werkstoff und Bleche winklig oder rund geformt werden.

# Umformen durch Biegekräfte

**Massivumformen**  
Biegen  
Richten

**Blechumformen**  
Abkanten  
Biegestanzen

T

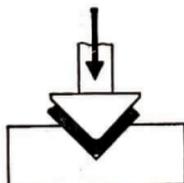
## Prinzip und Anwendung des Biegens

**Prinzip**

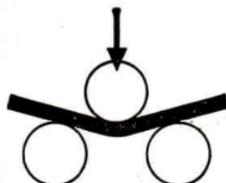
Auf ein eingespanntes Werkstück wirken Biegekräfte



Ober- und Unterstempel erzeugen Biegekräfte

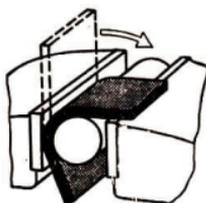


Walzen erzeugen Biegekräfte

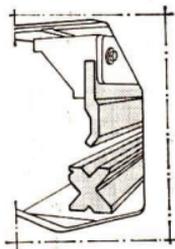


**Anwendung**

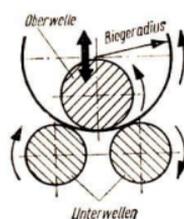
Biegen im Schraubstock



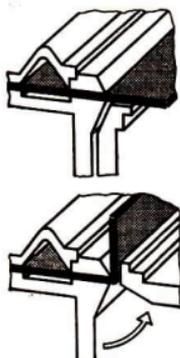
Biegen auf Abkantpressen



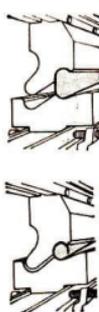
Biegen von Blechen



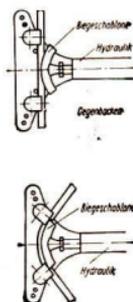
Biegen mit Biegemaschine



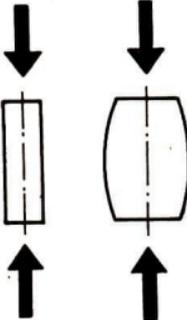
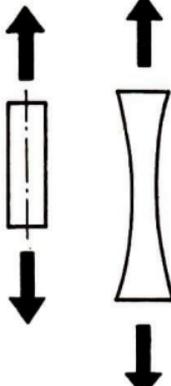
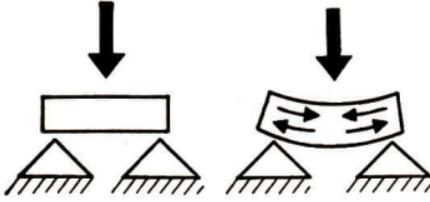
Rollen im Gesenk



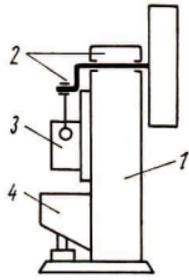
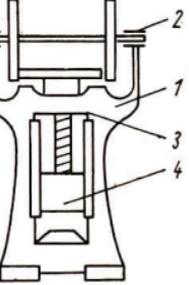
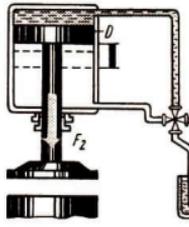
Biegen von Rohren



# Kräfte beim Umformen

	Wirkungsrichtung	Hervorgerufene Formänderung
<b>Druckkraft</b>	in der Längsachse 	der Körper wird verkürzt; der Abstand benachbarter Querschnitte wird verkürzt
<b>Zugkraft</b>	in der Längsachse 	der Körper wird verlängert (gedehnt); der Abstand benachbarter Querschnitte wird vergrößert
<b>Biegekraft</b>	unter einem Winkel gegen die Längsachse (meist 90°) 	der Körper wird gebogen; benachbarte Querschnitte werden auseinandergeklappt

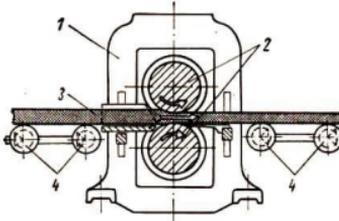
# Maschinen zum Umformen

	Ausführung	Erklärung
<p><b>Exzenter-Kurbelpresse</b></p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pressenständer</li> <li>2. Kurbel- oder Exzenterlagerung</li> <li>3. Stößel mit Führung</li> <li>4. Tisch</li> </ol>	<p>Antriebsenergie wird über Exzenter- oder Kurbeltrieb an Stößel abgegeben; Antrieb: Elektromotor und Getriebe oder Keilriementrieb</p>
<p><b>Reibrad-spindelpresse</b></p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pressenständer</li> <li>2. Wellen und Wellenlagerung</li> <li>3. Spindel und Spindellagerung</li> <li>4. Stößel mit Führung</li> </ol>	<p>die Spindel wird durch zwei Reibscheiben (mit Gummi belegt) in Bewegung gesetzt; Umsteuerung erfolgt durch Verschieben der Reibscheibenwelle</p>
<p><b>Hydraulische Presse</b></p> 	<p>Pressenständer Arbeitszylinder Rückholzylinder Stößel mit Führung</p>	<p>Kraft <math>F_1</math> verhält sich zur Last <math>F_2</math> wie der Durchmesser <math>D</math> des großen Kolbens zum Durchmesser <math>d</math> des kleinen Kolbens</p>

## Walzwerk

1. Ständer
2. Walzen
3. Führung
4. Rollgang

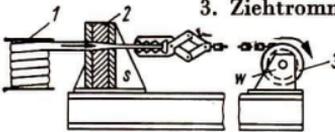
die sich in entgegengesetzten Richtungen drehenden Walzen nehmen das Werkstück mit



## Ziehmaschine

1. drehbare Haspel
2. Zieheisen
3. Ziehtrommel

Ziehtrommel mechanisch (Elektromotor) angetrieben; bei Ziehzangen oft hydraulischer Antrieb



## Technologische und ökonomische Besonderheiten des Einsatzes von Umformverfahren

Kenngrößen	Vorteil (bzw. Nachteil)	Begründung
Werkstoffeigenschaften	werden verbessert	+ höhere Festigkeit durch günstigen Faserverlauf
Werkstoffverlust (Abfall)	unwesentlich	+ Masse der eingesetzten Werkstoffe geht fast vollständig in das fertige Werkstück ein
Aufwand an Werkzeug und Maschinen	teure Werkzeuge und Maschinen	- Spezialwerkzeuge für jedes Erzeugnis, Maschinen nicht universal einsetzbar
Aufwand an Arbeitszeit	kürzere Fertigungszeiten	+ Endform des Werkstückes entsteht in einem Arbeitsgang (oder in wenigen Arbeitsgängen)

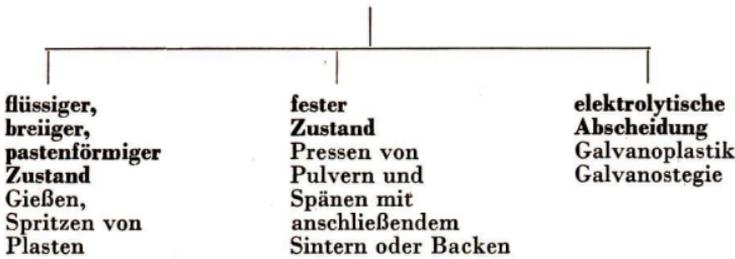
## Formgebung durch Urformen

- ▶ Beim Urformen wird der Zusammenhalt eines formlosen Stoffes geschaffen. Dabei entsteht die erste Form eines festen Körpers.

## Urformen

- ist 1. die Vorstufe für andere Fertigungsverfahren.  
Beispiele: Gegossene Teile, die durch Umformen oder Spanen weiterbearbeitet werden.
2. Der Abschluß der Fertigung.

## Urformverfahren



## Urformen durch Schmelzen

### Gießen

Zum Gießen sind alle Werkstoffe geeignet, die bei technisch erreichbaren Temperaturen schmelzen.

**Gießen ist ein Fertigungsverfahren, bei dem mit Hilfe von Schwerkraft, Druckkraft und Fliehkraft Werkstoffe in Form von Schmelze (formloser Stoff) nach dem Erstarren eine Erstform erhalten.**

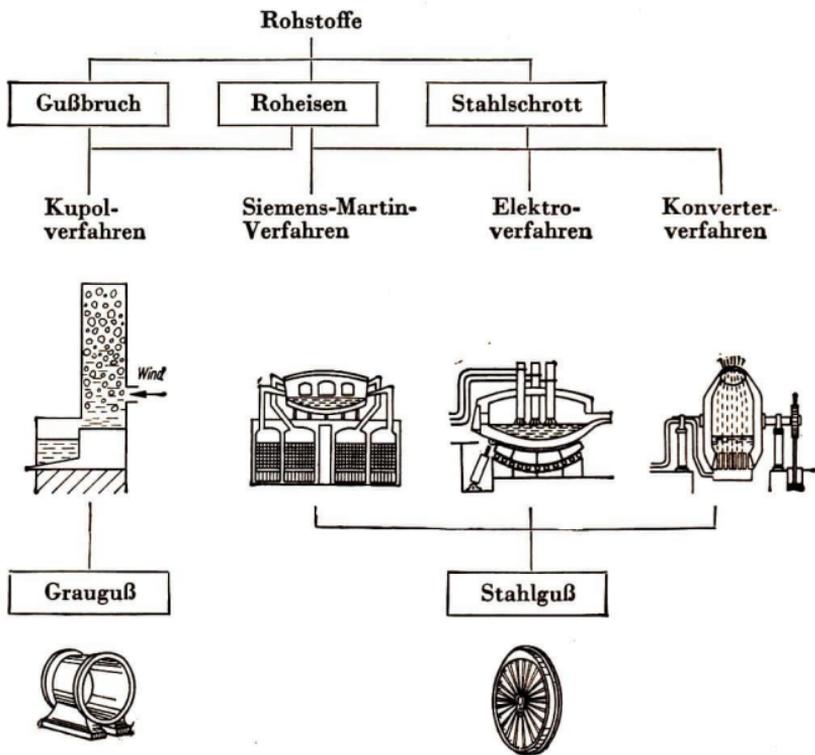
### Gußwerkstoffe

	Werkstoff	Anwendung
Eisenmetalle	<i>Grauguß</i>	Maschinenständer, Heizkörper, Säulen, Räder, Gehäuseteile, Bremstrommeln, Zylinderblöcke, säurebeständige Behälter, Kolben
	<i>Stahlguß</i>	Schwunräder, Lokomotivräder, Druckbehälter, Hebel und Gestänge, Zahnräder, besonders dünnwandige Gußstücke
Nichteisenmetalle	<i>Messing Bronzen</i>	Ventil- und Steuerungsteile, -sitze, -kegel Spurlager, Leit- und Laufräder, Pumpengehäuse, Ventilsitzringe, Gleitlager, säurebeständige Behälter
	<i>Rotguß</i>	Gleitlager, Schleifringe, Armaturen für Wasser und Dampf bis 225 °C
	<i>Zinklegierungen Aluminium- Gußlegierungen</i>	Lager, Schneckenräder, gießtechnisch schwierige Gußstücke für den Gerätebau mittel- und hochbeanspruchte Gußteile im Schiffsmaschinenbau, Zylinderköpfe, Kolben, Gehäuse für Nahrungsmittelindustrie und Feinwerktechnik, seewasserbeständige Gußteile

Nichtmetalle

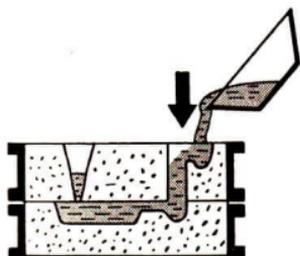
<i>Edelkunstharz</i>	Schmuckwaren, Platten für Verkleidungen, Zierbeschläge
<i>Azetylzellulose</i>	Kleinteile für die Feinwerktechnik, Optik und Elektroindustrie (Metallteile können eingebettet werden), Rohrleitungen, Werkzeuggriffe, Schreibmaschinen-tasten, Brillengestelle
<i>Zelluloseäther</i>	stoßbeanspruchte Teile
<i>Polyvinylchlorid</i>	Formstücke, Buchsen, Behälter, Rohre, Ringe
<i>Polyäthylen</i>	Schrauben, Flaschen, Zahnräder, Formteile für Elektrotechnik und Gerätebau, Schläuche, Hausgeräte
<i>Polystyrol</i>	Gehäuse, Lampenteile, Massenteile der Elektrotechnik, Feinmechanik und Optik
<i>Polyamid</i>	Zahnräder, Dichtungen, verschleißfeste Lager-schalen, beschichtete Textiltreibriemen, Gehäuse für die Elektrotechnik, Haushaltgegenstände, Wasserhähne
<i>Epoxydharz</i>	Pumpenräder, Tiefziehwerkzeuge, elektro-technische säurebeständige Apparate-teile, Modelle und Lehren für Flugzeug-, Fahrzeug- und Raketentechnik

### Smeltverfahren zum Gießen

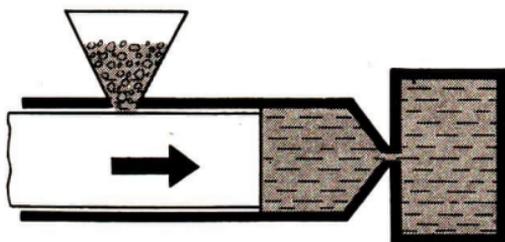


## Gießverfahren

Bei den verschiedenen Gießverfahren nutzt man unterschiedliche physikalische Gesetzmäßigkeiten aus. Man unterscheidet Gießen durch Schwerkraft, Druckkraft und Fliehkraft.



29/1  
Gießen  
durch Schwerkraft



29/2  
Gießen  
durch Druckkraft



29/3  
Gießen  
durch Fliehkraft

- ▶ Beim Gießen durch Schwerkraft fließt der Werkstoff, bedingt durch die Schwerkraft, in die vorbereitete Form.

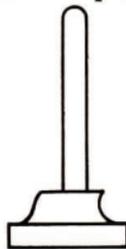
## Werkzeuge zum Formen des Grades

Be- Spitzstamper  
nennung



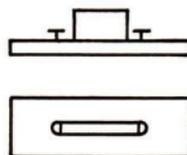
Zweck Zum Aufstampfen  
der ersten  
Grundlage

Flachstamper



Zum Aufstampfen  
der letzten  
Grundlage

Streichbrett

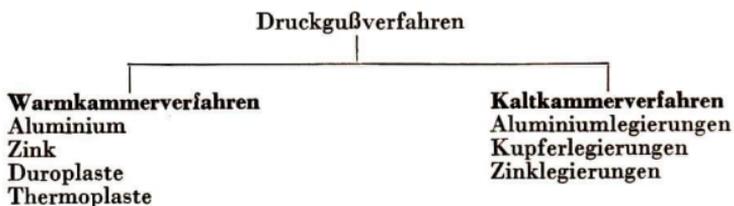


Zum Abstreichen  
des überflüssigen  
Sandes vom  
Formkasten

<b>Be- nennung</b>	Luftspieß	Modellheber
		
<b>Zweck</b>	Zum Hineinstechen kleiner Luftkanäle in den Formsand	Zum Herausheben des Modells aus der Form
<b>Be- nennung</b>	Lanzette	Poliereisen
		
<b>Zweck</b>	Zum Ausbessern der Form	

## Druckguß

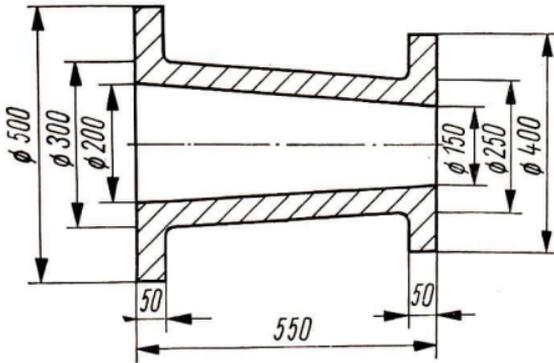
Unter Gießen durch Druck versteht man ein Gießverfahren, bei dem flüssiges bzw. teigiges Metall unter Druck mit Hilfe besonderer Gießmaschinen in Metallformen gepreßt wird. Das Pressen erfolgt mit mechanisch, hydraulisch oder pneumatisch angebeulten Kolben in einer Preßkammer.



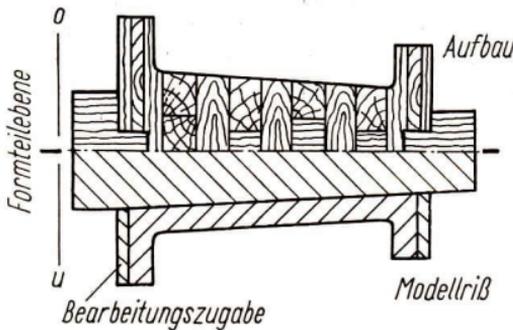
Das Druckgußverfahren ist ein Verformen, bei dem flüssige Metalle oder pulverisierte Plaste verarbeitet werden. Es eignet sich für kompliziert geformte Teile, weil gutes Formfüllungsvermögen erreicht wird. Druckguß spart Werkstoff, die Teile sind genau und gleichmäßig.

## Verdang eines Gußstückes (Rohrstutzen) durch Schwerkraftguß (Sandformguß)

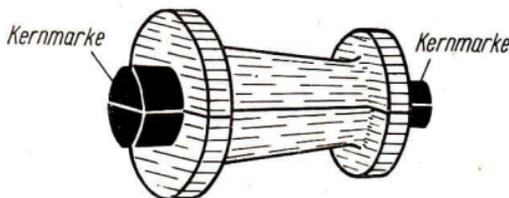
Die Gießformen werden mit Modellen oder Schablonen geformt, deren Gestalt und Größe durch **technische Zeichnung** des Gußstückes bestimmt wird.



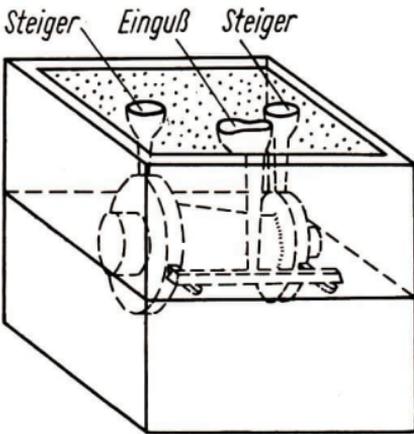
Modelle werden nach **Modellrissen** angefertigt. Der Modellriß wird nach der technischen Zeichnung entworfen und enthält vom Modell die Einzelheiten (Zuschnitt des Holzes, Teilung, Bearbeitungszugabe, Kern), die der Modellbauer benötigt.



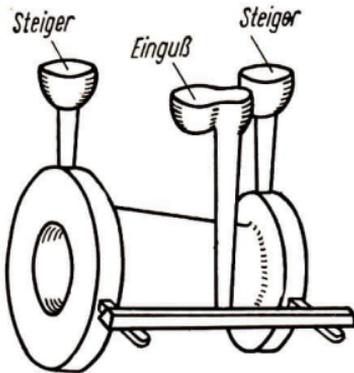
Am **Modell** müssen Zapfen als Kernmarken angebracht sein. Sie bilden in der Form Kernlager, in die Kerne (Sandkörper) eingelegt werden, die Hohlräume oder Durchbrüche am Gußstück erzeugen.



Das Modell wird in einem **Unterkasten** und einem **Oberkasten** – also in zwei Kästen – in feuchtem Sand (feuerfest) eingeformt (ebenfalls ein Urformverfahren). Nach dem Einformen muß das Modell aus der Form herausgehoben werden. Um das zu ermöglichen, müssen die Form und das Modell teilbar sein. Die Teilfläche, auch Trennfläche, der Form ist die **Formteilebene**. Die Trennfläche des Modells bezeichnet man kurz als **Teilung**.



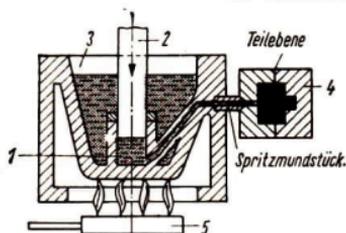
Nach dem Einlegen des Kernes wird der Oberkasten auf den Unterkasten gesetzt, verklammert und mit Gewichten beschwert, damit der Auftrieb des flüssigen Metalls den Oberkasten nicht abheben kann. Das flüssige Metall gelangt durch ein Einlaufsystem in den Formhohlraum. Es besteht aus Mulden, Trichtern, senkrechten und waagerechten Kanälen, wie Steiger und Zuläufe.



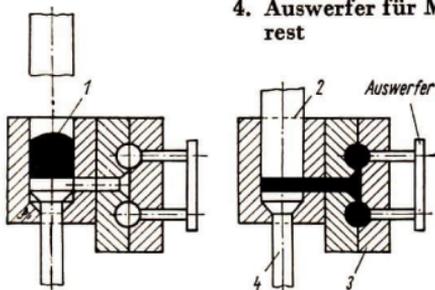
Diese sollen günstige Strömungsverhältnisse für das einfließende Metall schaffen, so daß die Form vollkommen gefüllt wird.

## Maschinen zum Gießen im Druckgußverfahren

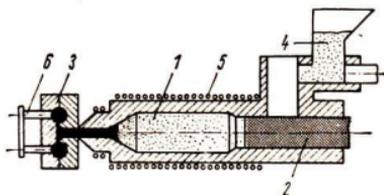
	Ausführung	geeignet für
<i>Warmkammermaschine</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. vertikale Warmkammer</li> <li>2. Kolben</li> <li>3. Schmelzkessel</li> <li>4. Form</li> <li>5. Gasbrenner</li> </ol>	Druckgußteile aus Zn- u. a. leicht schmelzbaren Legierungen



<i>Kaltkammermaschine</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. vertikale Kaltkammer</li> <li>2. Kolben</li> <li>3. Form</li> <li>4. Auswerfer für Metallrest</li> </ol>	Druckgußteile aus Al, Cu und Mg
---------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------



<i>Warmkammermaschine</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. horizontale Warmkammer</li> <li>2. Kolben</li> <li>3. Form</li> <li>4. Fülltrichter</li> <li>5. elektrische Heizung</li> <li>6. Auswerfer</li> </ol>	Druckgußteile aus Duro- und Thermoplaste, auch Spritzgußteile genannt
---------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------



## Schleuderguß

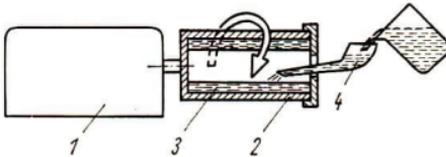
Gießt man flüssigen Werkstoff in eine rotierende zylindrische Form, so macht er die rotierende Bewegung mit und wird durch die Fliehkraft

an die Wandung der Form gepreßt (Karussell). Dabei ist es gleichgültig, ob die rotierende Achse waagrecht, senkrecht oder schräg liegt.

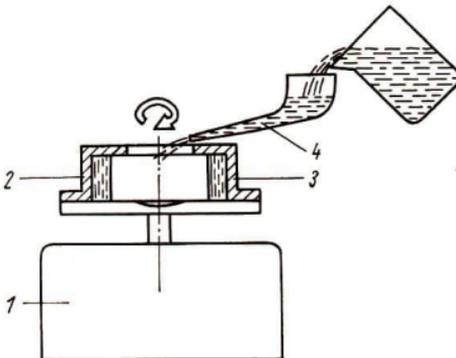
► Die Größe der Fliehkraft ist abhängig von der Drehzahl und dem Radius der Form.

### Maschinen zum Gießen im Schleudergußverfahren

	Ausführung	Anwendung
<i>horizontale Schleudergießmaschine</i>	1. Antrieb mit stufenlos regelbarer Drehzahl	Stahlkörper, Rohre, Lagerschalen, Dinge aus Grauguß, Stahl,



<i>vertikale Schleudergießmaschine</i>	2. Form (Kokille) 3. flüssiges Metall 4. Gießtrichter	Kupfer-, Aluminium-, Zink- und Zinnlegierungen
----------------------------------------	-------------------------------------------------------------	------------------------------------------------



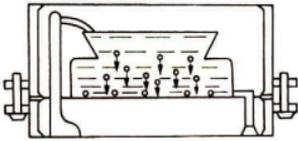
### Gußfehler

Fehler	Ursache
<i>Lunker</i>	Beim Erstarren schwindet der Werkstoff; fortschreitende Abkühlung von außen nach innen; im Innern des Gußstückes zuletzt zu wenig Werkstoff; es entstehen Hohlräume mit rauen Wandungen; zu hohe Gießtemperatur.



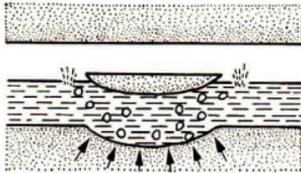
### Blasen

Gase im Gießmetall durch Reaktionen von Oxiden und Kohlenstoff; durch Verdampfen der Feuchtigkeit des Formsandes; innen meist glatte birnen- oder traubenförmige Hohlräume.



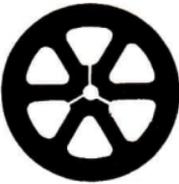
### Schülpen

Warzen oder schuppenartige Gebilde auf der Gußstückoberfläche, gebildet aus Formstoff; dieser wird durch Gase und Dämpfe aus der Form in kleineren Teilchen abgesprengt; steigen nach oben und bleiben unter der oberen Formwand liegen.



### Spannungen

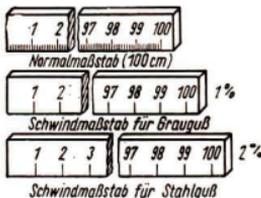
Behindern des freien Schwindens durch ungleichmäßige Abkühlung; Spannungen führen zu Kaltrissen im Gußstück.



## Naturwissenschaftliche Zusammenhänge

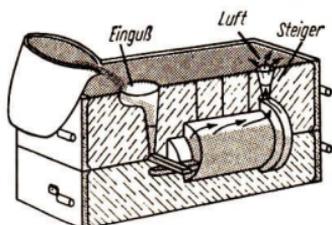
### Schwindmaß

Aus der Physik ist bekannt, daß alle Metalle beim Übergang vom flüssigen in den festen Zustand ihr Volumen verringern. Diese Volumenverringern wird Schwinden genannt und muß bei der Modellherstellung berücksichtigt werden. Als lineare Schwindmaße gelten die Werte der Tabelle (S. 36).



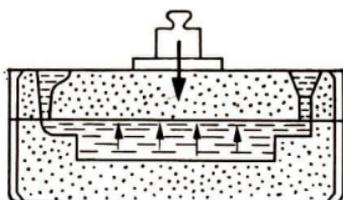
### Raumerfüllung

Flüssige Metalle bilden, wie alle Flüssigkeiten, eine horizontale Oberfläche. Der Formhohlraum wird unter dieser Oberfläche vom flüssigen Metall vollständig ausgefüllt. Die Flüssigkeitsteilchen sind auf Grund ihrer Schwerkraft bestrebt, in der Form eine möglichst tiefe Lage einzunehmen. Die Luft wird dabei aus dem Formhohlraum verdrängt.



### Druckausbreitung

In einem geschlossenen Behälter pflanzt sich der Druck nach allen Seiten fort. Er wirkt also auch gegen die Decke des Gefäßes. In der Gießform ist der Druck gegen die Decke (Aufdruck) wie der Bodendruck abhängig von der Höhe der Flüssigkeitssäule.



### Schwindmaße

Werkstoff	lineares Schwindmaß (in %)
Grauguß	1
Temperguß	1,6
Stahlguß	2
Al- und Mg-Legierungen	1,25
Bronze, Messing, Rotguß	1,5
Sondermessing	2
Kupfer und Zinn	1
Zink	1,5
Blei	1

### Ökonomischer Vergleich zwischen Gußverfahren

	Sandguß	Druckguß	Schleuderguß
Platzbedarf	durch Sandvorräte, Formkästen, Kernmacherei und Trocknungsanlagen groß	gering	gering

Werkstoffbedarf	groß	mittel	gering, weil Eingüsse und Steiger wegfallen
Bearbeitungszugabe	groß	keine	gering
Werkstoffeigenschaften	beibehalten	beibehalten	verbessert
Gußausschuß	viele Ausschüßmöglichkeiten	Ausschüßmöglichkeit eingeschränkt	Ausschüß gering



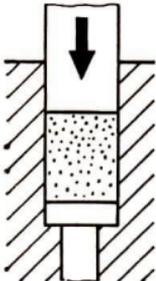
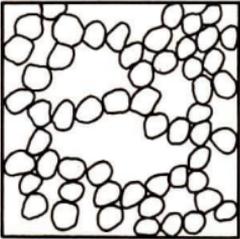
## Urformen durch Pressen von Pulver

### Pressen

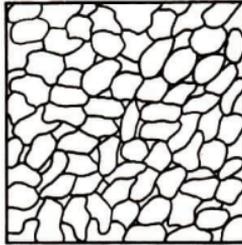
Durch Pressen von pulvrigen Werkstoffen können Werkstücke hergestellt werden. Dabei entsteht aus dem formlosen Stoff (Pulver, Späne) durch Schaffen des Zusammenhaltens (Sintern) der Teilchen ein fester Körper mit einer bestimmten Form.

► Das Pressen von pulvrigen Werkstoffen ist ein Urformverfahren.

### Fertigung durch Pulverpressen

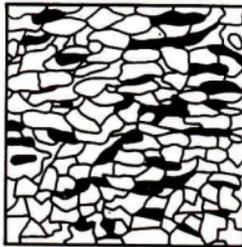
Vorgang	Erläuterung
Pressen	Die Preßbarkeit muß die abstoßenden Kräfte zwischen den Körnern überwinden
	
	Einsturz der Hohlräume bzw. Einbrechen der vorhandenen Brücken zwischen den Körnern
	

**Mechanisches Verhalten der Körner untereinander  
Verformen und Zertrümmern der Körner**



**Sintern**

Erhitzen der Pulver, bis Kanten und Ecken gerade zu schmelzen beginnen, und verschweißen



**Durch Pulverpressen hergestellte Werkstücke**

**Metallpulver**

<b>Werkstoff</b>	<b>Zusammenhalt durch</b>	<b>Anwendung</b>
Höchstschmelzende Metalle (Wolfram, Molybdän, Tantal)	Sintern	Elektrotechnik (Röhrenbau, Kontakte), Chemie (Spindüsen aus Tantal)
Hartmetalle	Sintern	Maschinenbau (Zerspanungstechnik, hochbeanspruchte Teile in Werkzeugen zum Umformen)
Sintereisen, Sinterstahl	Sintern	Maschinenbau (Fertigteile, selbstschmierende Gleitlager), Elektrotechnik (Weicheisenteile)

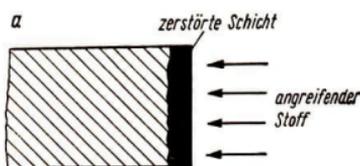
Metallkohlen	Sintern	Elektrotechnik (Schleifkontakte)
<b>Nichtmetallpulver</b>		
Kaoline, Tone, Quarz, Feldspat, Kalkspat	Sintern	Baukeramik (Ziegel, Klinker, Verblender, Rohre), Feinkeramik (Erdengut, Steingut, Porzellan, Steinzeug, Geschirr, Schmuckgegenstände)
Sägespäne, Holzmehl, Asbestmehl	mineralisches Bindemittel	Bauindustrie (Wandbelag, Fensterbretter, Tischplatten)
Faserholz	Phenol-Formaldehydharz, Polyvinylacetate	Möbelindustrie (Hartfaserplatten, Hobelspanplatten)

## Beschichten von Oberflächen

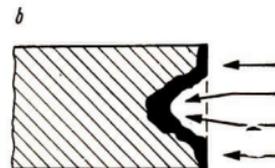
- Beschichten ist das Aufbringen einer fest haftenden Schicht aus formlosem Stoff auf ein Werkstück.

### Zweck des Beschichtens

1. Verbessern des Aussehens.
2. Schutz gegen Korrosion oder aggressive, chemische Medien.

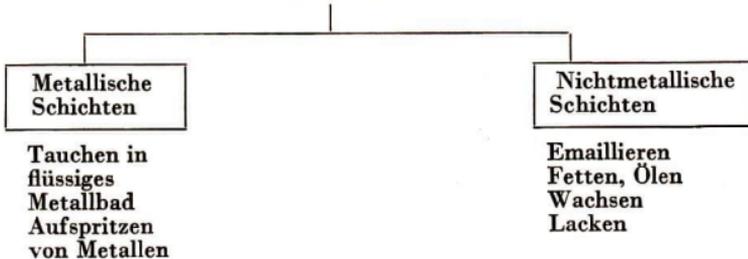


Oberfläche wird gleichmäßig abgetragen



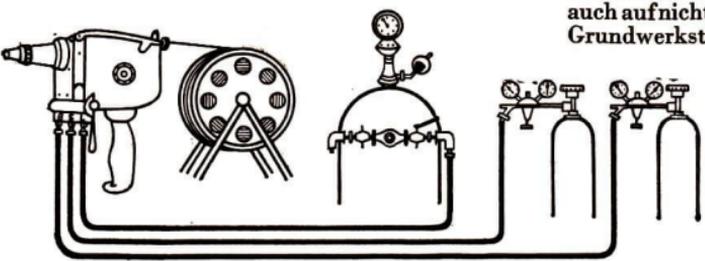
Werkstoff wird örtlich korrodiert (Lochfraß)

### Beschichten



## Metallische Schichten

### Verfahren zum Beschichten

	Überzugsmetalle	Bemerkungen
<p><i>Metallspritzverfahren</i></p>  <p style="text-align: center;"> <i>Spritzdrahttrommel</i>      <i>Preßluft</i>      <i>Sauerstoff</i>      <i>Brenngas</i> </p>	<p>Blei, Zink, Aluminium, Kupfer, rostfreie Stähle</p>	<p>Überzugsmetall wird geschmolzen und mit Spritzpistole gegen aufgerauhte Oberfläche geschleudert. Mechanische Verankerung auch auf nichtmetallischem Grundwerkstoff</p>

*Schmelz- und Tauchverfahren*

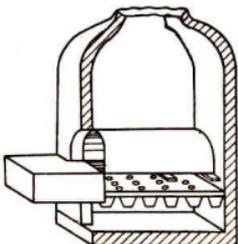
Zink, Zinn, Blei

Grundwerkstoff in schmelzflüssiges Bad getaucht



## Nichtmetallische Schichten

### Verfahren zum Beschichten

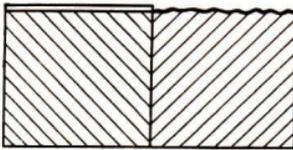
	Überzugsstoff	Bemerkungen
<p><i>Emaillieren</i></p> 	<p>Aufschmelzen eines glasartigen Überzuges im Brennofen bis zur Sinterung</p>	<p>Korrosionsschutz bei Teilen aus Grauguß und Stahl, Gebrauchsgegenstände und Apparate</p>

## Fetten, Ölen

Vaseline oder Talg (fest oder flüssig) aufgetragen auf kurze Zeit gegen Rost schützend, beschränkte Beständigkeit

Korrosionsschutz bei blanken Stahlteilen, Werkzeugen, Meßzeugen usw.

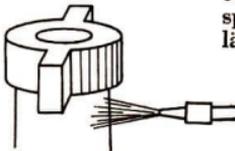
Fettüberzug  
mit ohne



## Wachsen

Wachs, verdünnt mit Benzin, Petroleum oder Ammoniak aufgespritzt, schützt längere Zeit

Lackierte Metallteile werden zusätzlich vor Korrosion auch leicht aggressiver Medien geschützt



## Lackieren

Streichen oder Aufspritzen von Teer- oder Pechüberzügen, Kunstharzlacken, Eisen-Zink-Oxid-Teilen, Aluminiumbronze, Chlorkautschukfarbe

Korrosionsschutz allgemein für Metalle, farblose Anstriche zum Schutz empfindlicher Oberflächen. Für dekorative Zwecke



## Technologie des Lackierens

### Vorbereitung der Werkstücke

1. Werkstücke entstauben.
2. Vorentfetten durch Abreiben mit Lappen.
3. Entfetten durch Chemikalien (Trichloräthylen).
4. Grundieren mit Rostschutzfarbe (z. B. Eisen-Zink-Oxid-Grundierung); Farbe trocknen lassen nach Vorschrift.

### Auftragen von Lack

Die Schutzschichtdicke muß größer sein als die Oberflächenrauigkeit.

Schichtdicke bei Anstrich mit Pinsel: 0,06 mm,

Schichtdicke beim Farbspritzen: 0,01 mm.

Lacktrocknung an der Luft und im Ofen möglich. In der industriellen Fertigung ist die Ofentrocknung üblich, da sonst zu viele unfertige Teile gestapelt werden müssen.

### Beispiel

100 Teile stündlich, Trockenzeit 16 Stunden.

Es sind  $100 \cdot 16$  Teile = 1600 Teile erforderlich.

Für diese Teile müssen Werkstoff und Platz zum Ablegen bereitgestellt werden. Bei längerer Trockenzeit wird der Platzbedarf noch erheblich zunehmen.

### Trocknungszeiten

Art des Anstrichstoffes	Trocknung			
	Luft		Ofen	
	Temperatur (in °C)	Zeit (in h)	Temperatur (in °C)	Zeit (in h)
Ölfarben	20 bis 25	16 bis 24	80 bis 90	2 bis 4
Nitrolacke, farbig	20 bis 25	1 bis 2	40 bis 45	0,3 bis 1
farblos	20 bis 25	2 bis 3	40 bis 45	0,3 bis 1
Kunsthharzlacke, farbig	20 bis 25	12	90 bis 95	1
farblos	20 bis 25	12	90 bis 95	1

### Formgebung durch Fügen

- Durch Fügen werden Teile miteinander so verbunden, daß sie ihre Funktion einwandfrei erfüllen können.

### Montage

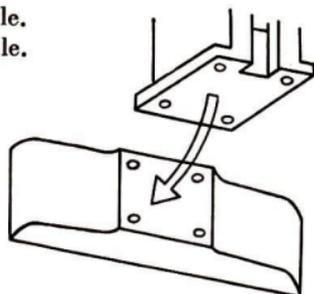
Der technologische Vorgang im Betrieb, bei dem die Teile verbunden werden, heißt Montage.

### Arbeitsgänge

1. Anpassen der Teile; das geschieht durch entsprechende Maßbearbeitung, die die Maß-, Form- und Lagegenauigkeit der Werkstückflächen zueinander sichert.

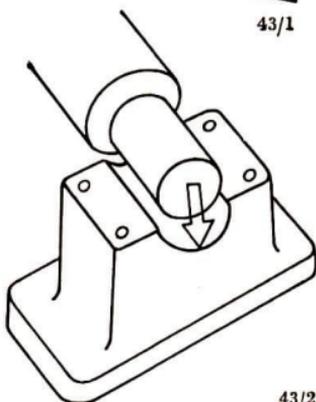
2. Prüfen der gegenseitigen Lage der Teile.
3. Befestigen oder Lagesicherung der Teile.

Je nach Form der Teile werden diese



43/1

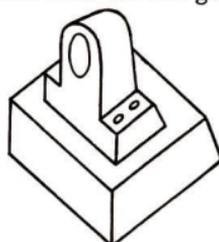
1. aneinandergefügt (Bild 43/1) oder



43/2

2. ineinandergefügt (Bild 43/2).

Je nach Funktion der Teile in der Maschine sind sie im gefügten Zustand

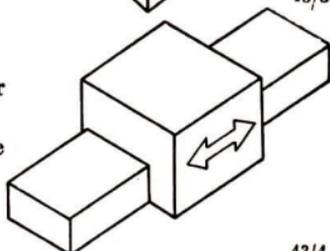


43/3

1. gegenseitig in Ruhe; sie sind dann fest miteinander verbunden oder (Bild 43/3)

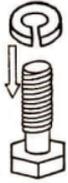
2. sie sind gegeneinander drehbar oder verschiebbar (Bild 43/4).

Je nach Art der Bewegung haben die Teile entsprechende Paßflächen.

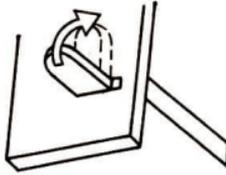


43/4

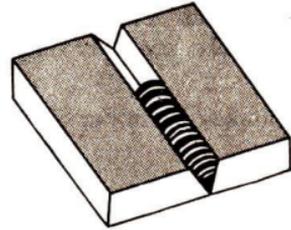
► Fügen ist möglich durch Zusammenlegen, Füllen, An- und Einpressen, Urformen, Umformen und Stoffverbinden. (Bilder 44/1 bis 44/3)



44/1  
Zusammenlegen



44/2  
Anpressen



44/3  
Stoffverbinden

Je nach Funktion und Notwendigkeit zur Instandsetzung müssen die Verbindungen ohne Zerstörung der Bauteile lösbar oder sie können unlösbar sein.

### Arten von Verbindungen

#### lösbar

Keilverbindungen  
Federverbindungen  
Schraubenverbindungen  
usw.

#### unlösbar

Schweißverbindungen  
Lötverbindungen  
Nietverbindungen  
usw.

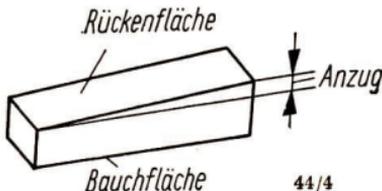
### Anpressen von Werkstücken

Beim Fügen durch Anpressen von Teilen wird die gegenseitige Lage-sicherung durch Reibungskräfte bewirkt. Die Anpreßkräfte werden durch Keile, Schrauben, Niete oder durch Übermaß der Teile selbst erzeugt.

### Keilverbindungen

Durch Keile werden Maschinenteile, wie Zahnräder, Riemen-scheiben, Kupplungen, Schwungräder, auf Achsen oder Wellen be-festigt.

Keile haben eine Bauch- und eine Rückenfläche, die nicht parallel zueinander liegen. Sie sind im Verhältnis 1 : 100 gegeneinander ge-neigt, das heißt, auf 100 mm Länge beträgt der Anzug 1 mm (Bild 44/4).



44/4

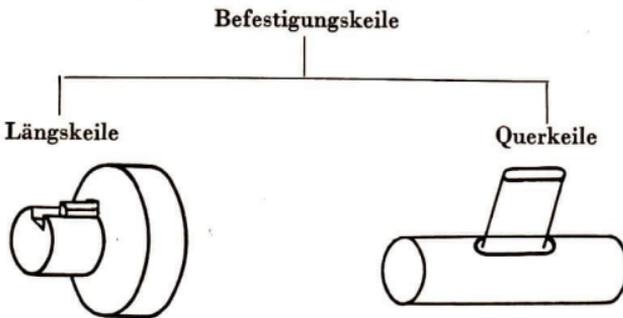
- ▶ **Welle und Nabe werden beim Eintreiben des Keiles in die übereinanderstehenden Nuten gegeneinander verspannt.**

Bauch und Rückenfläche des Keiles haben Kraftschluß an den entsprechenden Nutgrundflächen. Die Seitenflächen der Nuten und des Keiles sind unbeteiligt an der Kraftübertragung.

- ▶ **Keilverbindungen sind lösbare Verbindungen, weil sie ohne Zerstörung der Bauteile getrennt und beliebig oft wiederhergestellt werden können.**

### Arten der Keilverbindungen

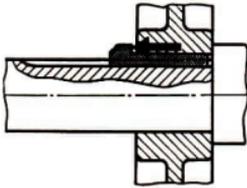
Keilverbindungen können nach der Form der Keile und der Art ihrer Anbringung unterschieden werden.



**Längskeile** gibt es in unterschiedlichen Formen, die sich in der Art der Montage unterscheiden.

Art	Montage	Unterscheidung
<b>Treibkeil</b> z. B. Nasenkeil	Bauteile werden in gegenseitige Lage gebracht; Keil wird vollständig eingetrieben, nachdem geprüft wurde, ob Neigung des Grundes der Nabennut mit Keilgrund übereinstimmt; Nutgrund nacharbeiten, bis Keil nur um das Eintriebsmaß aus der Nabe heraussteht; Stirnflächen nicht anstauchen. Montage wie Flachkeil; da Keil nicht vollständig in Nabe eingetrieben ist, erhöhte Unfallgefahr.	Keile haben gerade Stirnflächen, die das Ansetzen eines Keiltreibers ermöglichen; Wellennut doppelt so lang wie Keil; Nut von der anderen Nabenseite zum Austreiben zugänglich.
	Keil darf nur so weit in die Nabe eingetrieben werden, daß Keilzieher zwischen Nase und Nabe zum Lösen angesetzt werden kann.	

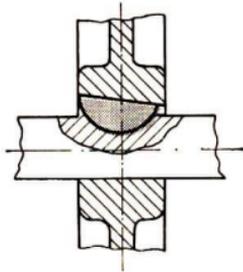
**Einlegekeil**  
z. B. Flachkeil



Keil wird in Wellennut eingelegt; nach Prüfen der Neigung von Nabennut und Keil und des Eintreibmaßes Nabe auf Welle mit eingelegtem Keil auftreiben.

Wellennut hat gleiche Form und Länge wie der rundstirnige Keil.

z. B.  
**Scheibenkeil**

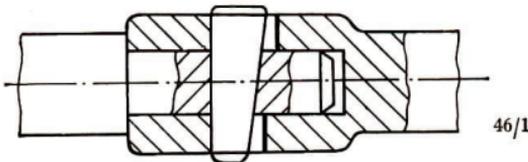


Montage wie Flachkeil; Prüfen von Neigung der Nabennut entfällt, da der Keil sich selbständig auf Nutneigung einstellt.

Wellennut ist Teil eines Zylinderabschnittes, dessen Radius mit dem Radius des Scheibenkeiles übereinstimmen muß; stärkere Schwächung der Welle durch größere Nuttiefe.

**Querkeile**

dienen zur Befestigung von Teilen auf Stangen und Wellen quer zur Bewegungsrichtung (Bild 46/1). Sie werden seltener verwendet.



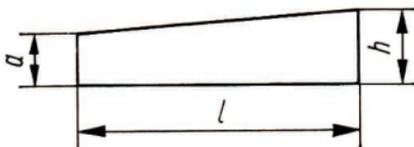
**Beanspruchung von Keilverbindungen**

Keile wirken nach dem Prinzip der geneigten Ebene. Jeder Keil hat durch die Neigung der Bauch- und Rückenfläche gegeneinander einen Anzug:

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

Bei Vernachlässigung der Reibung gilt

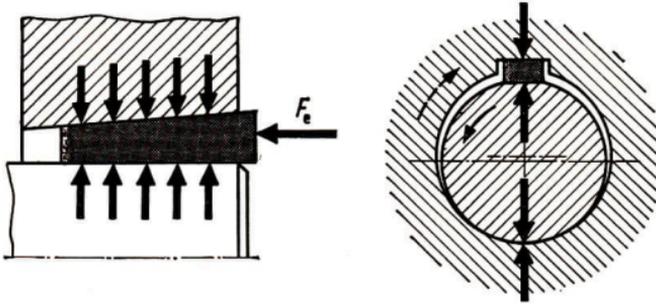
$$F_e \cdot l = F_v \cdot (h - a)$$



46/2

Durch geringe Eintreibkräfte am Keil können große Kräfte zum Verspannen der Teile gegeneinander hervorgerufen werden. Die

- ▶ Verspannungskräfte verursachen abhängig vom Werkstoff und Schmierzustand die Reibkräfte zwischen den Teilen, die die gegenseitige Mitnahme bewirken. (Bild 46/2)



Wegen der exzentrischen Verspannung sind sie für schnell umlaufende Teile oder Teile mit hoher Rundlaufgenauigkeit ungeeignet.

## Montage von Keilverbindungen

1. Wellennut und Nabennut mit Keil passen.
2. Keilkanten brechen.
3. Verletzungen und Stauchungen an Keil- und Nutflächen vermeiden, weil örtlich überbeanspruchte Stellen entstehen, die bei Betriebsbeanspruchung Dauerbrüche auslösen.
4. Keile mit der richtigen Eintreibkraft eintreiben.

## Zusammenlegen von Werkstücken

- ▶ Beim Fügen durch Zusammenlegen von Werkstücken wird die gegenseitige Lage und Mitnahme der Werkstücke durch ineinandergreifende Formen der Teile bewirkt.

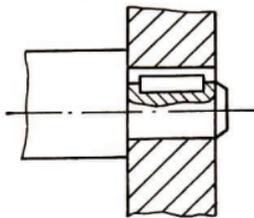
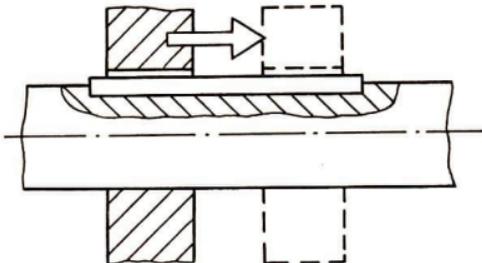
Solche Verbindungen sind Federverbindungen und Stiftverbindungen.

## Federverbindungen

- ▶ Federn haben im Gegensatz zu den Keilen keine geneigten Flächen. Sie haben daher keinen Anzug. Genau rundlaufende Teile, wie Zahnräder, Fräser und Schalträder, werden durch Federn mit der Welle verbunden.

Die Form der in der Nabennut und Wellennut liegenden Feder bewirkt die Mitnahme und Lagesicherung der Teile zueinander. Federverbindungen werden deshalb als formschlüssige Verbindung bezeichnet. Solche Verbindungen werden einfach zusammengesteckt.

### Arten der Federverbindungen

Art	Aufgabe	Unterscheidung
<b>Paßfeder</b> 	Drehfeste Verbindung zwischen Welle und Nabe, die keine axiale Verschiebung weder im Ruhezustand noch unter Last ermöglicht.	Federlänge ist etwa gleich Nabenbreite; gegen axiale Verschiebbarkeit durch zusätzliche Elemente gesichert.
<b>Gleitfeder</b> 	Drehfeste Verbindung zwischen Welle und Nabe, die axiale Verschiebung gegeneinander im Ruhezustand und unter Last ermöglicht.	Federlänge ist gleich Nabenbreite plus Länge der notwendigen axialen Verschiebung.

### Federformen

Es ist auch möglich, Federverbindungen nach der Form der Federn zu unterscheiden.

#### Paßfeder rundstirnig

Form und Maße der Nut in der Welle entsprechen Form und Maßen der Feder;

#### Paßfeder geradstirnig, mit Halte- und Abdrückschraube

Nut ist länger als die Feder; diese wird durch Schrauben gehalten; bei Demontage wird Feder

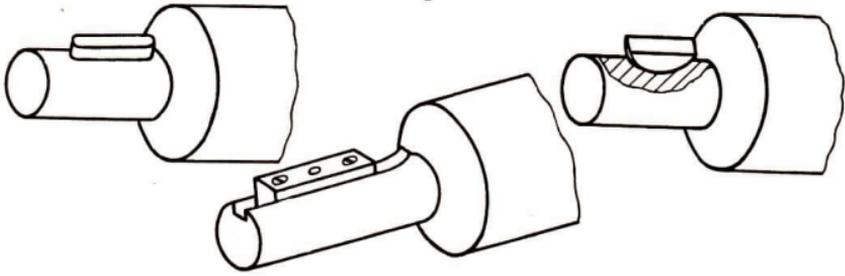
#### Scheibenfeder

Radius der Nut muß mit Radius der Scheibenfeder übereinstimmen; stärkere

es sind keine Halteschrauben nötig.

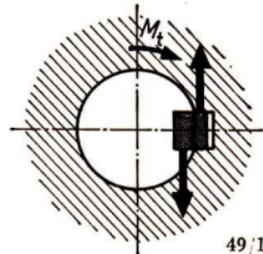
durch Anziehen der Abdrückschrauben aus Nut gelöst.

Schwächung des Wellenquerschnittes.



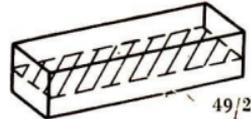
## Beanspruchung der Federverbindungen

Seitenflächen der Federn werden unter Betriebslast auf die jeweils gegenüberliegenden Seiten von Wellen- und Nabennut gepreßt (Bild 49/1). Diese Beanspruchung heißt Flächenpressung.



49/1

Federlängsschnitt wird am Wellenumfang auf Abscheren beansprucht (Bild 49/2).



49/2

## Montage von Federverbindungen

1. Vor dem Einpassen Federn entgraten.
2. Feder beim Einpassen in die Wellennut nicht verkanten.

## Stoffverbinden

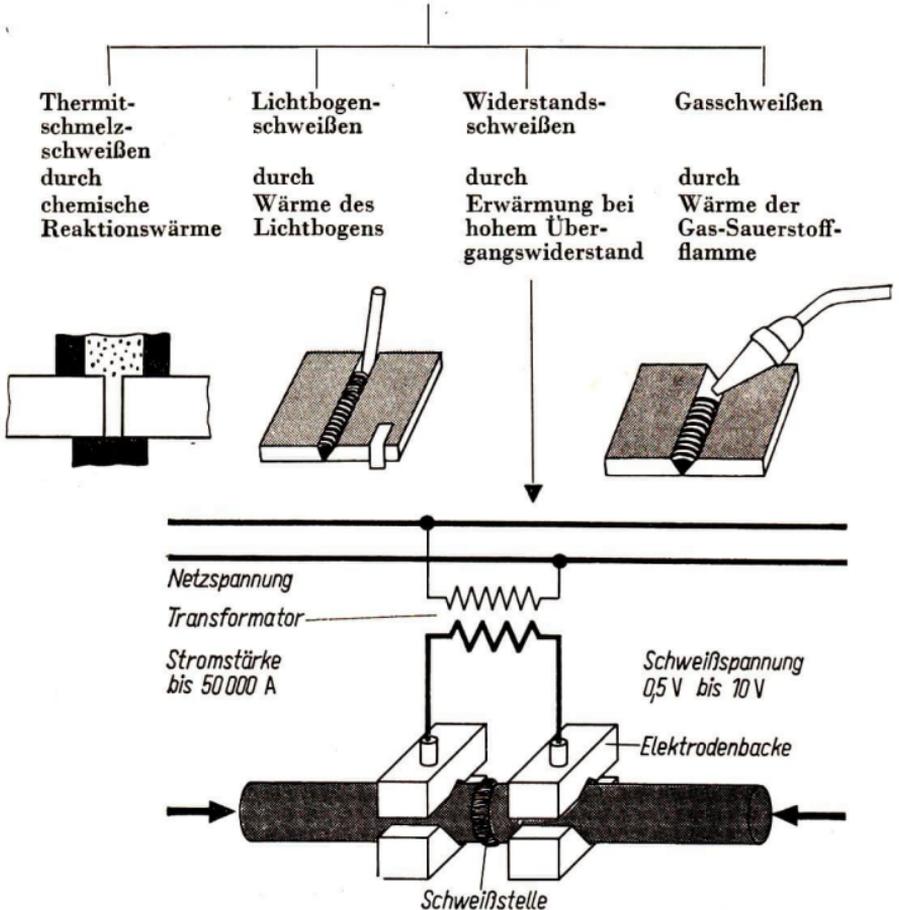
Beim Fügen durch Stoffverbindungen wird entweder der Werkstoff der Bauteile in den flüssigen Aggregatzustand überführt, so daß die Schmelze zusammenfließt. Nach Erstarren der Schmelze werden die Bauteile durch die Kohäsionskräfte in der Verbindungsstelle zusammengehalten; oder durch Hinzufügen eines Klebers oder Lotes zwischen die Berührungsflächen der Teile können diese auch durch Adhäsionskräfte zusammengehalten werden.

# Schmelzschweißen

Beim Schmelzschweißen werden vorbereitete Werkstücke aus Metall oder Plast an der Verbindungsstelle geschmolzen und durch Ineinanderfließen der Werkstoffschmelze unlösbar miteinander verbunden.

Es gibt verschiedene Verfahren des Schmelzschweißens, die sich hauptsächlich durch die Art der Wärmequelle unterscheiden.

## Schmelzschweißverfahren



Folgende Werkstoffe können durch Schmelzschweißen verbunden werden:

	gut	bedingt	schwierig
Stahlguß	G, E	G, E	
Grauguß	G, E		

	gut	bedingt	schwierig
Aluminium	W	G, E	E
Magnesium	W	G	
Nickel		G, E	E
Kupfer	G, E		W
Zink	G, W		
Messing	G	E	W
Titan		E	
Baustahl	G, E, T		
rostfreier Stahl	E		

G — Gasschweißen

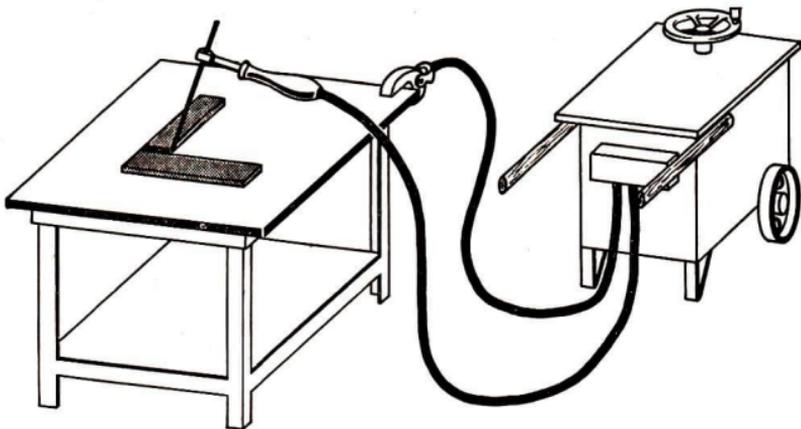
E — Lichtbogenschweißen

W — Widerstandsschmelzschweißen

T — Thermiterschmelzschweißen

## Lichtbogenschweißen

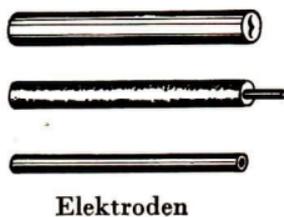
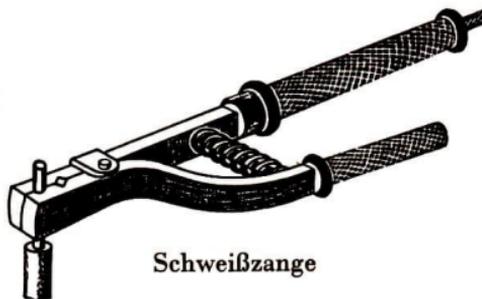
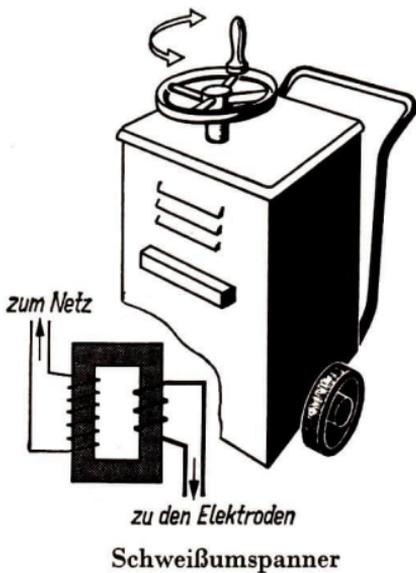
- Beim Lichtbogenschweißen werden die Schweißteile im elektrischen Lichtbogen geschmolzen. Der Lichtbogen wird zwischen dem Werkstück und einer Elektrode erzeugt, die dabei abschmilzt und die Naht mit Zusatzwerkstoff auffüllt. (Bild 51/1)



51/1

## Schweißgeräte

Folgende technische Ausrüstungen sind zur Ausführung der Schweißarbeiten nötig.

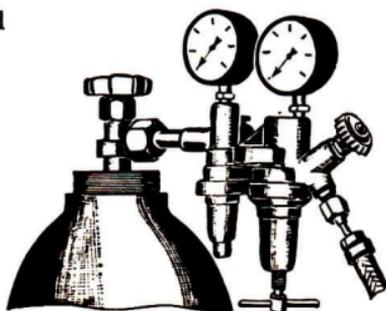
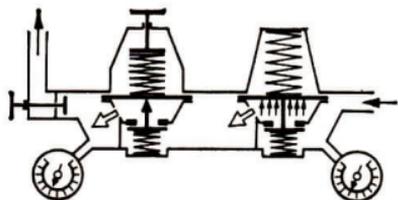


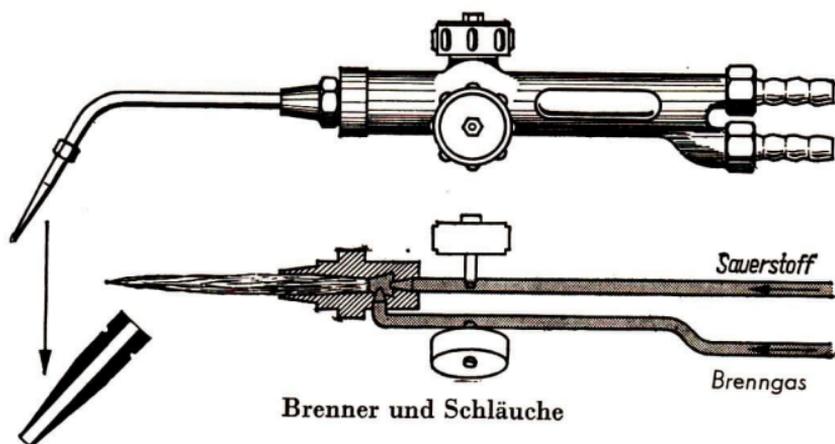
## Gasschweißen

- Beim Gasschweißen werden die Schweißteile durch die Stichflamme eines Brenngas-Sauerstoffgemisches geschmolzen und mit oder ohne Zugabe von Zusatzwerkstoff in der Schmelze miteinander verbunden.

### Schweißgeräte

Zum Gasschweißen werden folgende Geräte benötigt:  
Gasflaschen oder Gasentwickler und  
Sauerstoffflaschen

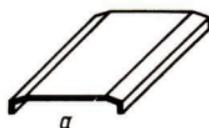




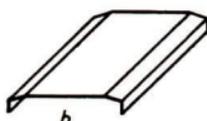
## Wirtschaftlichkeit der Fertigungsverfahren

Auswahl der Fertigungsverfahren nach technischen und ökonomischen Gesichtspunkten

Vergleich von Arbeitszeit und Masse zwischen Urformen und Umformen bei Verkleidungshauben



a



b

a Konstruktion aus Grauguß;  
Masse: 17,5 kg  
Arbeitszeit: 211 min

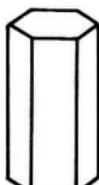
b Konstruktion aus Stahlblech  
Masse: 3,1 kg  
Arbeitszeit: 42 min

Vergleich zwischen Spanen und Umformen bei einer Schraube  
M 10 × 70

aus dem Vollen  
gedreht und  
geschnitten



≈ 70% Späne



100%



32%

aus Rundstahl, Kopf  
gestaucht und im Ge-  
senk geformt, Gewin-  
de gewalzt

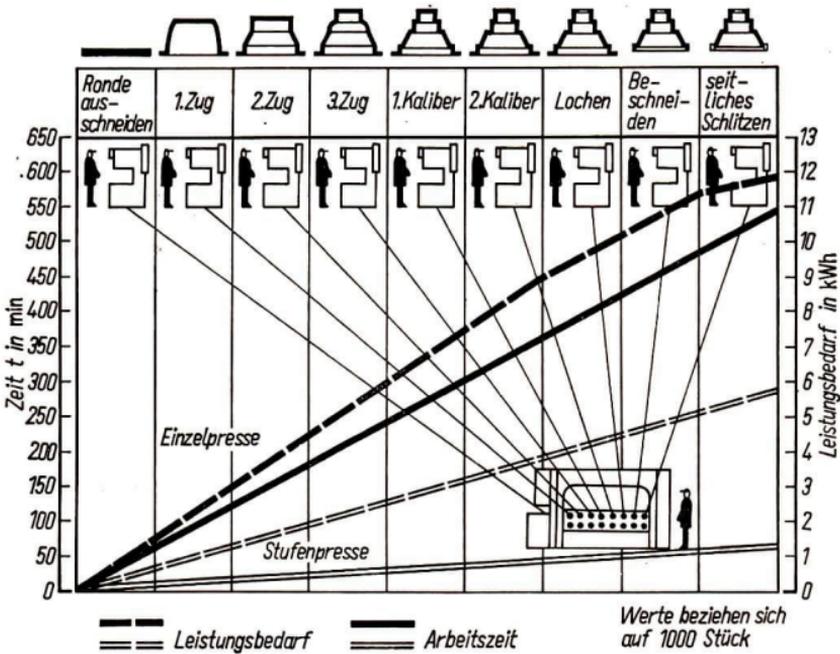


≈ 5% für Grat

Materialeinsatz  
für 1000 Schrauben ≈ 50 kp

≈ 160 kp

## Vergleich von Arbeitszeit, Elektroenergie, Arbeitskräfte und Maschinenkapazität zwischen Einzelpressen und Stufenpresse



## Systematisierung der Fertigungsverfahren

- Urformen**                      Aus formloser Stoffmenge wird ein Körper gefertigt, indem der Stoffzusammenhalt geschaffen wird.
- Umformen**                    Eine Form wird bei konstantem Volumen in eine andere Form überführt.
- Trennen**                        Körper erhalten ihre Form, indem der Stoffzusammenhalt örtlich aufgehoben wird.
- Fügen**                            Zwei oder mehrere Werkstücke oder Werkstücke mit formlosem Stoff werden zusammengebracht.
- Beschichten**                    Aufbringen einer fest haftenden Schicht aus formlosem Stoff auf ein Werkstück.
- Stoffeigenschaft ändern**    Umlagern, Aussondern oder Einbringen von Stoffteilchen in einen festen Körper.

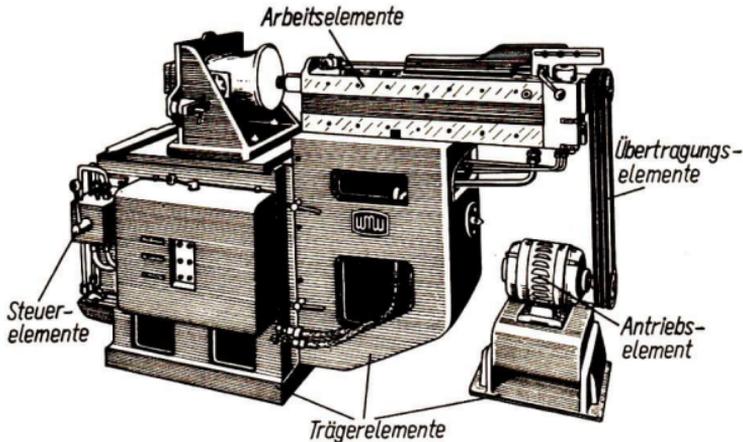
# Maschinenkunde

- 56 **Aufbau und Funktion der Maschinen**
- 56 Aufbau der Arbeitsmaschinen
- 58 Einteilung der Maschinen
  
- 58 **Einsatz von Maschinen und Fertigungsorganisation**
  
- 58 Technologischer Prozeß als Aufeinanderfolge und Kombination von Arbeitsgängen
- 58 Fertigungsorganisation
- 61 Anpassung der Maschinen an den technologischen Prozeß
  
- 64 **Werkstoffeigenschaften und ihre Veränderungen**
- 64 Werkstoffe
- 65 Veredeln von Stahl durch Wärmebehandlung
- 69 Werkstoffeinsatz
  
- 71 **Achsen und Lager**
- 71 Achsen
- 72 Lager
  
- 78 **Wellen und Kupplungen**
- 78 Wellen
- 83 Kupplungen
  
- 87 **Getriebe**
- 87 Getriebe zur Änderung von Drehzahl und Drehrichtung
- 89 Getriebe zur Umwandlung der Bewegung
  
- 90 **Steuern und Regeln**
- 90 Begriffsbestimmungen von Steuerung und Regelung
- 92 Speicher- und Meßglieder
- 93 Beispiele und Begriffe aus der Steuerungs- und Regelungstechnik
- 96 Automatisierte Arbeitsprozesse

# Aufbau und Funktion der Maschinen

## Aufbau der Arbeitsmaschinen

- An Maschinen kann man nach der Arbeitsaufgabe verschiedene Elemente (mit gleichen Funktionen und abweichenden Formen an beliebigen Maschinen vorhanden) unterscheiden. (Bild 56/1)



56/1

## Antriebs-elemente

Element	Eigenschaften	Verwendung
Elektromotor	Bei größerer Leistung an Energienetz gebunden; günstiges Masse-Leistungsverhältnis; Drehzahlregelung stufenlos aufwendig, hoher Wirkungsgrad	Werkzeugmaschinen, Aufzüge, Schienenfahrzeuge
Kolbenkraftmaschine	Ortsunabhängig; mittlerer Umfang des Drehzahlbereiches leicht regelbar, günstiges Masse-Leistungsverhältnis Niedriger Wirkungsgrad	Kraftfahrzeuge, Schienenfahrzeuge, Baumaschinen, landwirtschaftliche Maschinen
Gasturbine	Nur wirtschaftlich in eng begrenztem Drehzahlbereich; sehr günstiges Masse-Leistungsverhältnis	Flugzeuge

Antriebs-elemente wie Wasserrad, Windrad und Kolbendampfmaschine verlieren im Zuge der technischen Entwicklung mehr und mehr an Bedeutung.

## Übertragungselemente

<b>Element</b>	<b>Funktion</b>
<i>Wellen</i>	Abstützen von Maschinenteilen und Weiterleitung von Drehmomenten.
<i>Kupplungen</i>	Weiterleitung von Drehmomenten von einem Wellenende auf das andere.
<i>Reibradgetriebe</i>	Übertragung von Drehbewegungen oder Umformen von Drehbewegungen in geradlinige (Rad-Schiene).
<i>Riemen- und Kettengetriebe</i>	Übertragung und Umwandlung von Drehmomenten zwischen zwei weiter auseinanderliegenden parallelen Wellen.
<i>Zahnrad-, Kegelrad- und Schneckengetriebe</i>	Übertragung und Umwandlung von Drehmomenten zwischen dicht beieinanderliegenden parallelen, sich kreuzenden oder sich schneidenden Wellen.
<i>Kurbelgetriebe</i>	Umwandlung von Drehbewegungen in geradlinige oder umgekehrt.

## Arbeitselemente

Die Arbeitselemente sind nach den speziellen Arbeitsaufgaben gestaltet. Zu den Arbeitselementen gehören die Werkzeuge sowie die Werkzeug- und Werkstückträgereinrichtungen.

## Steuerelemente

Durch die technische Entwicklung werden mehr und mehr Elemente der Handsteuerung durch solche der automatischen Steuerung ersetzt.

<b>Element</b>	<b>Funktion</b>
<i>Handkurbel, Handrad</i>	Spindelbetätigung für Werkzeug- oder Werkstückvorschub, Ventilbetätigung; Winde.
<i>Handhebel, Fußpedal</i>	Zußfußregelung, Drosselklappenverstellung, Betätigung von Kupplungen oder Bremsen, Schalter.
<i>Endlagenschalter Kurven, Nocken</i>	Begrenzen der Vorschub- oder Hubbewegung, Bewegung der Arbeitselemente nach bestimmtem Bewegungsplan.
<i>Lochkarten, Lochstreifen, Magnetband</i>	Betätigen der Abtasteinrichtung, die durch elektrische Impulse gesamten Arbeitsablauf, wie Vorschub, Drehzahl usw., steuert.

## Trägerelemente

Trägerelemente tragen und führen die übrigen Elemente. Sie müssen schwingungsdämpfende Eigenschaften haben und sind aus Grauguß oder in Schweißkonstruktion hergestellt.

## Einteilung der Maschinen

(Siehe Seite 59.)

### *Einsatz von Maschinen und Fertigungsorganisation*

In volkseigenen Betrieben stehen viele Arten von Maschinen zur Lösung bestimmter Aufgaben zur Verfügung. Sie müssen im technologischen Prozeß zweckgerecht und mit höchstem wirtschaftlichem Nutzen eingesetzt werden.

## Technologischer Prozeß als Aufeinanderfolge und Kombination von Arbeitsgängen

**Arbeitsgänge sind Elemente des technologischen Prozesses. Beim Arbeitsgang werden Werkstücke (Arbeitsgegenstände) unter Verwendung von Maschinen und Werkzeugen (Arbeitsmittel) an einem bestimmten Arbeitsplatz von einem Arbeiter oder einer Gruppe von Arbeitern (Arbeitskräfte) bearbeitet.**

Zur wirtschaftlichen Nutzung der vorhandenen Anlagen und wirtschaftlichen Fertigung von Erzeugnissen müssen die Arbeitsgänge im technologischen Prozeß in planmäßiger und systematischer Folge geordnet werden.

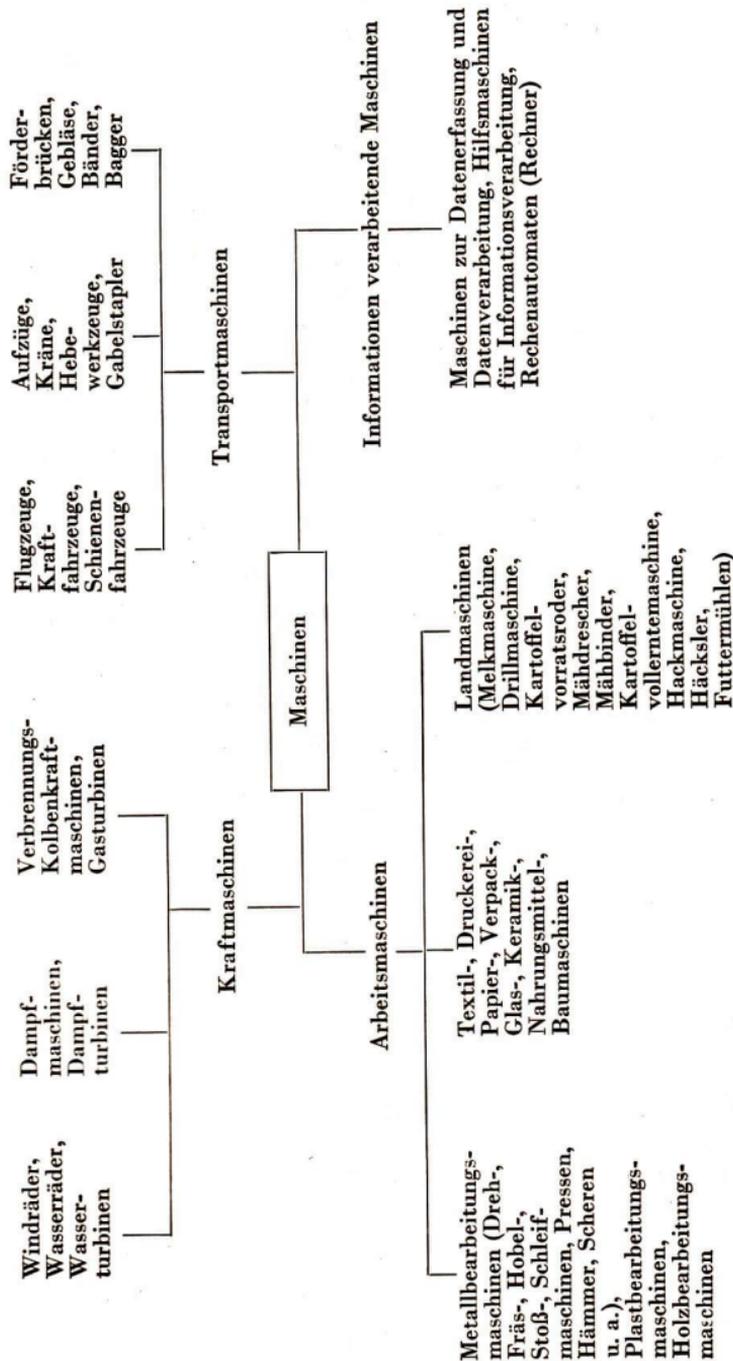
## Fertigungsorganisation

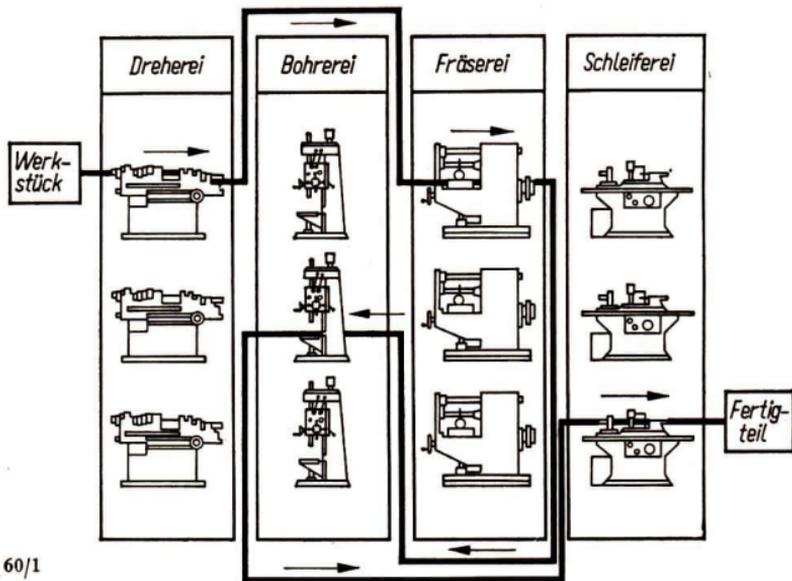
### Fertigungsprinzipien

#### **Verfahrensspezialisierte Fertigung (Werkstattprinzip)**

Die Arbeitsgänge, z. B. Drehen, Fräsen, Montieren, werden in dafür geschaffenen Abteilungen durchgeführt (Bild 60/1).

## Einteilung der Maschinen nach dem Verwendungszweck



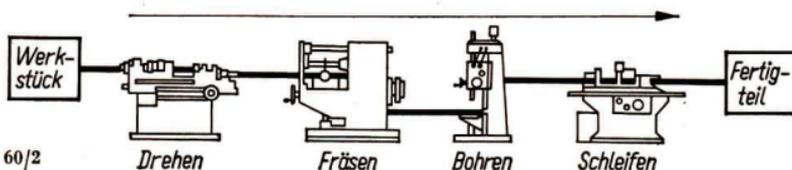


60/1

Werkstücke durchlaufen die Fertigung in Losen. Das Los ist eine begrenzte Anzahl gleichartiger Werkstücke, bei denen jeder einzelne Arbeitsgang an allen Werkstücken in zusammenhängender Fertigung durchgeführt wird. Die Teile werden erst weitergegeben, wenn der Arbeitsgang an allen Teilen des Loses ausgeführt wurde.

### Erzeugnisspezialisierte Fertigung (Erzeugnisprinzip)

Die Maschinen werden so aufgestellt, wie es die Arbeitsgänge erfordern (Bild 60/2).



60/2

Höchste Form ist die Fließfertigung. Sie ist eine örtlich fortschreitende, zeitlich bestimmte, lückenlose Folge von Arbeitsgängen.

### Abschnittsfertigung (Nestfertigung)

ist die Übergangsform zwischen Werkstatt- und Fließfertigung. Ein kleiner Teil der Arbeitsgänge ist in lückenloser Folge hintereinander angeordnet.

### Gegenüberstellung Werkstattprinzip – Erzeugnisprinzip

	Werkstattprinzip	Erzeugnisprinzip
Transportwege	lang	kurz
Flächenbedarf	groß	gering

Spezialisierung	wenig	sehr
Unvollendete Produktion	groß	klein
Durchlaufzeit der Teile	lang	kurz
Erforderliche Stückzahl	klein	groß
Fertigungsumstellung	einfach	schwierig
Störungen im Produktionsablauf	leichter aus- zugleichen	wirken sich stark aus

### Fertigungsarten

#### Einzelfertigung

Werkstücke werden nur einmal oder aber in größeren Zeitabständen gefertigt.

#### Serienfertigung

Gleiche Werkstücke werden in bestimmter Stückzahl gefertigt.

#### Massenfertigung

Gleiche Werkstücke werden über größere Zeiträume in großen Mengen gefertigt.

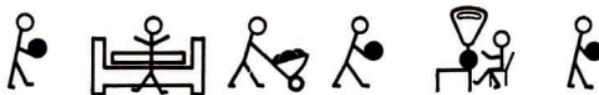
Eine Serie ist eine begrenzte Anzahl von Erzeugnissen, die bei gleicher Konstruktion fortlaufend gefertigt werden.



## Anpassung der Maschinen an den technologischen Prozeß

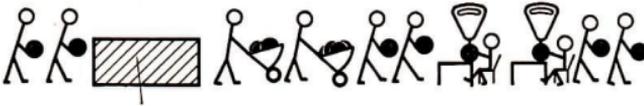
Ferti- gungsart	Tätigkeits- form	Maschinen- art	Entwick- lungs- stufe	Quali- fikation	Ferti- gungs- prinzip
Einzel- fertigung Klein- serien- fertigung	manuelle Fertigung	Universal- werkzeug- maschinen	nicht selbsttätige Fertigung	Beherr- schung der handwerkli- chen Fer- tigkeiten	verfahrens- spezialis. Fertigung
Serien- fertigung	automati- sierte Fertigung	Aufbau- maschinen und Auto- maten	gradweise Automati- sierung (Halbauto- maten)	vielseitige Beherr- schung der Fertigkeiten an den Arbeits- plätzen	verfahrens- spezialis. Fertigung Abschnitts- fertigung Wechsel- fließreihen
Massen- fertigung	vollauto- matische Fertigung	Fertigungs- straßen	selbsttätige Fertigung	Beherr- schung der Ma- schine und ihrer Me- chanismen	erzeugnis- spezialis. Fertigung

### Anpassung der Maschinen und Transportmittel an Fertigungsart und Fertigungsprinzipien

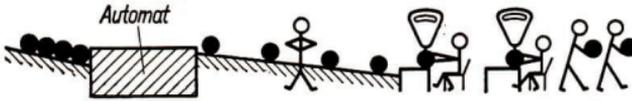


Einzel- und Kleinserienfertigung; verfahrensspezialisierte Fertigung.

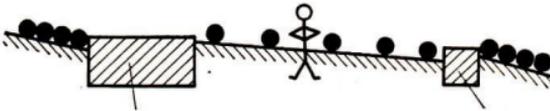
Arbeitsgänge und Transportwege nicht mechanisiert.



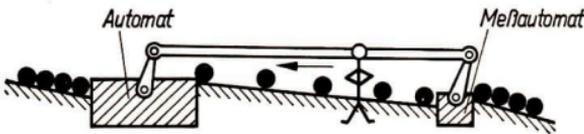
Serienfertigung; Werkstatt- und Abschnittsfertigung.  
Einzelne Arbeitsgänge und Transport mechanisiert.



Serienfertigung; verfahrensspezialisierte und Abschnittsfertigung.  
Durch Einsatz von Automaten steigt die Arbeitsproduktivität.



Massenfertigung; Fließfertigung.  
Alle Arbeitsgänge sowie der Transport werden automatisch gesteuert und überwacht.



Massenfertigung; Fließfertigung.  
Geregelter Fertigungsablauf; vom Sollwert abweichende Meßergebnisse beeinflussen die Werkzeugeinstellung.

### **Anpassung der Erzeugnisse an den technologischen Prozeß durch die Gruppentechnologie**

Durch Ordnen unterschiedlicher Teile ist der Übergang zu höheren Fertigungsarten möglich (Bild 63/1).

Gruppenbearbeitung (Mitrofanow-Methode): beispielsweise gruppenweises Bearbeiten der Einzelteile, Steigerung der Arbeitsproduktivität, Automatisierung möglich. Werkstücke werden nach ihrer Form zu Gruppen zusammengefaßt, z. B. alle für einen Betrieb typischen Rundteile, die auf gleichen Maschinen bearbeitet werden.

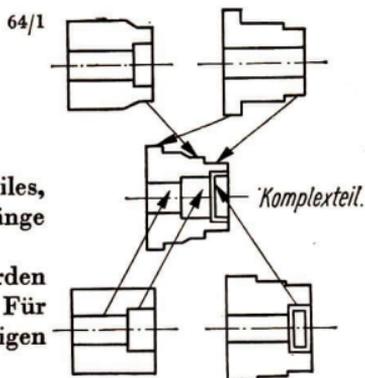
Ordrende Gesichtspunkte:

1. Einteilung in Klassen nach Bearbeitungsart.
2. Einteilung der Klassen in Gruppen nach

Klasse	Formen der Klasse							
	Grundform	Bohrung, axial	einseitig abgesetzt	zweiseitig abgesetzt	Kegelg	Gewinde	exzentrisch	gebogen
Draht								
Stift								
Bolzen								
Welle								
Scheibe								
Ring								
Rohr								

63/1

Abmessung der Teile,  
geometrischer Ähnlichkeit,  
Gemeinsamkeit der zu bearbeitenden Flächen,  
Toleranzen und Oberflächengüte,  
Seriengröße,  
Werkstoff.



Danach Schaffung eines Komplextelles, in dem alle Formen und Arbeitsgänge enthalten sind (Bild 64/1).

Maschinen und Vorrichtungen werden nach dem Komplextteil eingerichtet. Für jedes Teil werden nur die notwendigen Arbeitsstufen ausgeführt.

## Werkstoffeigenschaften und ihre Veränderungen

### Werkstoffe

#### Übersicht über Werkstoffe

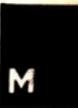
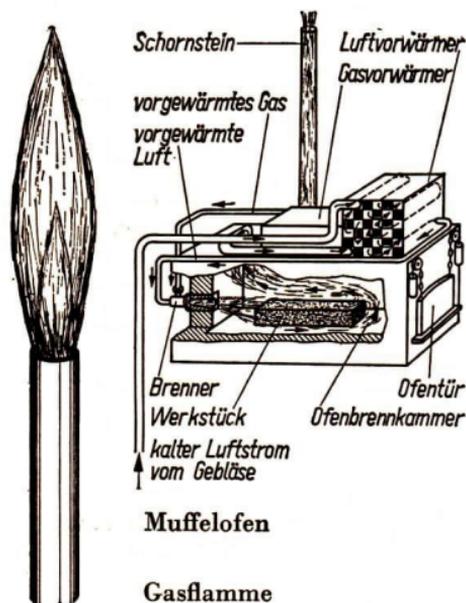
	Eigenschaften
Stahl	Alle Eisen-Kohlenstoff-Legierungen mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,05 bis 2% werden als Stahl bezeichnet. Stahl läßt sich gut bearbeiten: schmieden, walzen, pressen, feilen, bohren, gießen. Zähigkeit, Härte und Weichheit lassen sich durch Härten, Anlassen und Glühen in verschiedenen Abstufungen erzeugen.
Grauguß	Alle Eisen-Kohlenstoff-Legierungen mit einem Kohlenstoffgehalt von mehr als 2% werden als Grauguß bezeichnet; Festigkeit geringer als bei Stahl; Grauguß läßt sich im allgemeinen ohne besondere Kühl- und Schmiermittel spanen.
Plaste	Synthetisch hergestellte Werkstoffe, durch Zusammenfügen von vielen Molekülen entstanden, unter bestimmten Bedingungen plastisch; Plaste lassen sich spanen, gut kleben und schweißen; gegen Luft, Wasser und viele Chemikalien sind Plaste sehr beständig.

## Eigenschaften

<b>Buntmetalle</b>	Die Metalle Kupfer, Blei, Zink und Zinn gehören zu den Buntmetallen; teure und sehr knappe Werkstoffe; sie sollen nur dort eingesetzt werden, wo technische Bedingungen keine anderen Werkstoffe zulassen.
--------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Veredeln von Stahl durch Wärmebehandlung

### Erwärmungseinrichtungen



### Brennstoffe

Art der Brennstoffe	Bezeichnung	erreichbare Temperatur (in °C)	Zündtemperatur	Heizwert (in kcal/kg)
Feste Brennstoffe	Steinkohle	1250	200 bis 600 grd	6500 bis 7500
	<b>Vorteile</b>	<b>Nachteile</b>		
	unabhängig von Brennstoffanschlüssen heizbar	Ascheanfall, Verbrennungsprozess nicht regulierbar		

Art der Brennstoffe	Bezeichnung	erreichbare Temperatur (in °C)	Zündtemperatur	Heizwert (in kcal/kg)
	Kohlenstaub (Steinkohle)	1350	160 °C	8500
	<b>Vorteile</b>		<b>Nachteile</b>	
	leicht entzündbar, wenig Asche; Verbrennung regulierbar		trockene Lagerung erforderlich, klebt bei Feuchtigkeit; Gefahr der Selbstentzündung und Explosion	
	Braunkohle	1200		5000
	Koks	1300		7950
<i>flüssige Brennstoffe</i>	Öle	1400	315 bis 500 grd	9000
				9950
	<b>Vorteile</b>		<b>Nachteile</b>	
	Verbrennung ohne Rückstände, Verbrennung regulierbar		Schwefelgehalt beeinflusst Stahlqualität	
				(in kcal/m <sup>3</sup> )
<i>gasförmige Brennstoffe</i>	Hochofengas	1250	350 bis 650 grd	4000
	Generatorgas	1050		1000
	Wassergas	1200		2600
	Mischgas	1300		3700
	<b>Vorteile</b>		<b>Nachteile</b>	
sauber, keine Rückstände, regulierbar		Teerprodukte können Leitungen verstopfen		

## Glühen

- Das Glühen hat den Zweck, bessere mechanische Eigenschaften der Werkstücke zu erreichen.

### Glühverfahren

Verfahren	Temperatur	Zweck	Bemerkungen
<i>Spannungsfreigliühen</i>	300 bis 650 °C	Beseitigung der beim Warm- oder Kaltformen entstandenen Spannungen; besonders vor dem Härten zur Vermeidung von Härterissen.	langsam und gleichmäßig abkühlen.
<i>Rekristallisationsglühen</i>	650 bis 750 °C	Durch Kaltumformen gestörtes Gefüge wird neu gebildet und damit Verfestigung beseitigt.	

**Weichglühen**

einige Stunden bei 710 °C oder mehrmals kurz über 723 °C

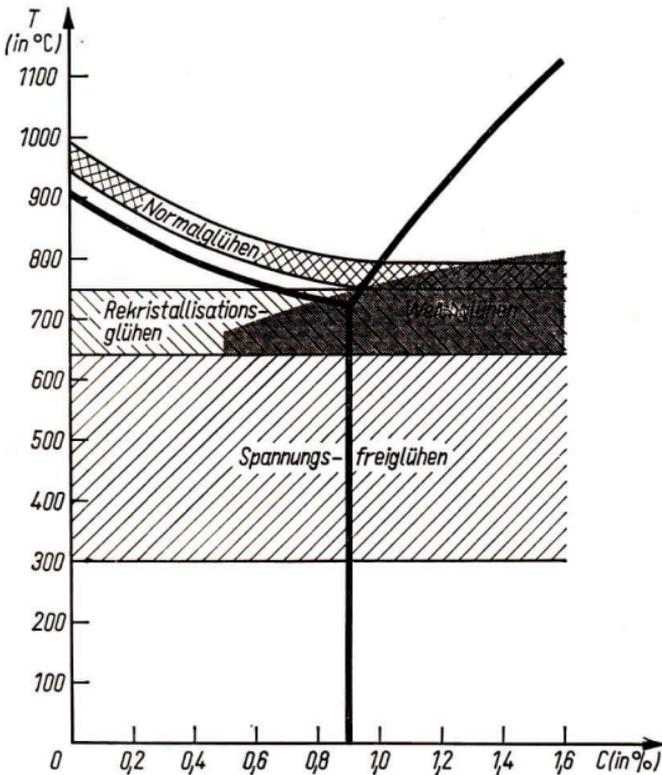
Zur Beseitigung der Härte gehärteter oder nach dem Gießen bzw. Schmieden zu schnell abgekühlter Teile.

**Normalglühen**

je nach C-Gehalt 750 bis 950 °C

Zur Beseitigung des grobkörnigen Gefüges, das durch lange Glühzeiten und hohe Glühtemperaturen entstanden ist.

Glühdauer: 10 min je mm Werkstückdicke; 1 min an der Luft erkalten lassen.



## Härten

- Gehärtet werden nach der mechanischen Bearbeitung Stähle mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,4 % bis 1,5 %.

### Arbeitsstufen des Härtens

1. Erwärmen (740 bis 890  $^{\circ}\text{C}$ ),
2. Abschrecken,
3. Anlassen.

## Abschreckmittel

	Abkühlungs- geschwindig- keit bezogen auf ruhende Luft	Wirkung	Anwendung
Angesäuertes Wasser	35fach	sehr schroff	Stähle mit 0,5 bis 0,9 % C
salzhaltiges Wasser	32fach	schröff	
Wasser bei 20 °C	30fach	kräftig	
Kalkmilch	24fach	nicht ganz so kräftig	Stähle mit 0,9 bis 1,5 % C
Wasser bei 40 °C	22fach	beinahe mild	
Petroleum	20fach	beinahe mild	
Öl	14fach	mild	legierte Stähle
Druckluft	4fach	sehr mild	
Luft	1fach		

## Härtefehler

Fehler	Ursache
zu weich	Temperatur zu niedrig
ungleichmäßig hart	Temperatur zu hoch
zu hart	Abschreckmittel zu schroff
spröde	zu kurz abgeschreckt
Werkstück	falsch eingetaucht
verzogen oder gerissen	zu hohe Anlaßtemperatur
	zu wenig bewegt beim Abschrecken
	zu schnell erwärmt
	ungleichmäßig erwärmt
	oxydierende schwefelhaltige Gase
	zu niedrige Anlaßtemperatur
	Abschreckmittel zu warm oder mild
	zu lange erwärmt

## Anlassen

Dem Härten folgt meist das Anlassen auf 180 bis 320 °C. Dadurch wird dem Stahl die Glashärte genommen; er erhält seine Arbeitshärte.

Es gibt zwei Verfahren der Wärmezufuhr zum Anlassen:

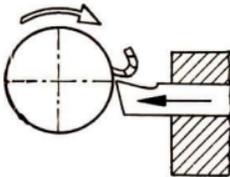
1. Wärmezufuhr von außen durch
  - Wärmeöfen,
  - offene Gasflamme,
  - Schmelzbäder, Salzbäder,
  - Abbrennen von Öl.
2. Wärmezufuhr von innen durch die Restwärme nach dem Härten und unvollständigen Abschrecken.

### Anlaßtemperaturen und -farben

Temperatur (in °C)	Farbe	Anwendung
400	grau	
380		
360	graublau	
340		
320	hellblau	
300	kornblumenblau	Körner
280	violett	Werkzeuge für Holzbearbeitung
260	braunrot	Fräser, Reibahlen, Hämmer,
240	dunkelgelb	Dreh- und Hobelmeißel
220	hellgelb	Spiralbohrer, Meßzeuge, Reißnadeln
200	weißgelb	
180		

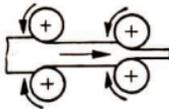
### Werkstoffeinsatz

Spanen



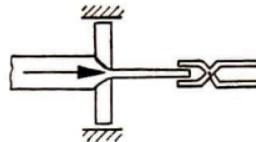
Stahl  
Grauguß  
Plaste  
Kupfer

Walzen

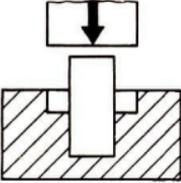
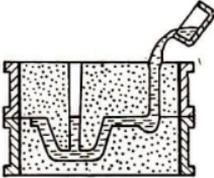
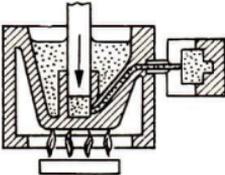


Stahl  
Plaste  
Kupfer  
Blei  
Zink  
Zinn

Ziehen



Stahl  
Plaste  
Kupfer

Pressen	Sandguß	Druckguß
		
Stahl Plaste Kupfer Blei Zink	Stahl Grauguß Blei	Plaste Blei Zink

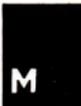
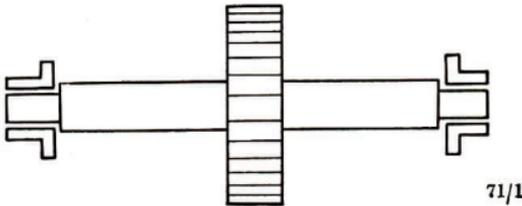
### Austauschmöglichkeiten für Buntmetall

Bisher Buntmetall	Austauschbar durch
<i>Maschinenbau</i>	
Kupfer-Bronzelager	Sintereisen (für kleine Lager) feinkörniger Grauguß mit hohem Graphitgehalt, Plaste
Verbund-Gleitlager	Buntmetalle als Verbund-Kurzlager, plattierte Stahllager
Massive Lagerschalen	Grauguß oder Stahlguß mit aufgespritzter Buntmetall-Laufschicht
<i>Elektrotechnik</i>	
Kupferleiter	kupferplattierte Drähte, Aluminium 99,5 %
Kabel (Kupfer)	galvanisch verkupferte Aluminium-Drähte oder Eisenfeindrähte
Wicklungen für Motoren und Generatoren,	Aluminiumwicklungen mit Silikonlackisolierung, Isoperlonlackdrähte,
Beleuchtungskörper	Polyplaste, Glas, eloxiertes Leichtmetall
<i>Anlagenbau</i>	
Armaturen (verchromtes Messing)	Porzellan, Grauguß, eloxiertes Aluminium
Rohre (Kupfer)	Plaststoffe, Jenaer Glas, nahtlose Stahlrohre
Molkereiapparate	kupferplattiertes Eisen
Beschlagteile	eloxiertes Leichtmetall, oberflächengeschützter Stahl, feuerverzinkter Stahlguß, Temperguß
Verkleidung von Bullaugen	seewasserfestes, eloxiertes Hydroxalium
Preßteile aus Buntmetall	Preßteile aus Sintereisen
Kupfer beim Schutzgashartlöten	Gußeisen

## Achsen und Lager

Achsen und Lager ermöglichen die Drehbewegung anderer Maschinenteile, wie Riemenscheiben, Zahnräder und Fahrzeugräder. Dabei können die Achsen fest stehen und die Räder sich auf dem Achszapfen drehen oder die fest mit den Achsen verbundenen Räder gemeinsam mit diesen umlaufen.

Zur Führung der Achsen oder Räder gehören, je nach Angriffsrichtung der Betriebskraft, mindestens zwei oder aber auch mehr Lager (Bild 71/1).



## Achsen

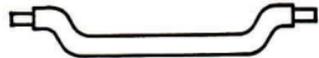
- ▶ **Achsen stützen Lasten ab und übertragen über die Lager die Stützkraften auf Maschinengestell oder Fahrzeugrahmen. Sie sind dabei nur auf Biegen beansprucht.**

## Arten der Achsen

Bezeichnung nach der Längsgestalt



Gerade Achse



gekröpfte Achse

Bezeichnung nach der Quergestalt



Vollachse



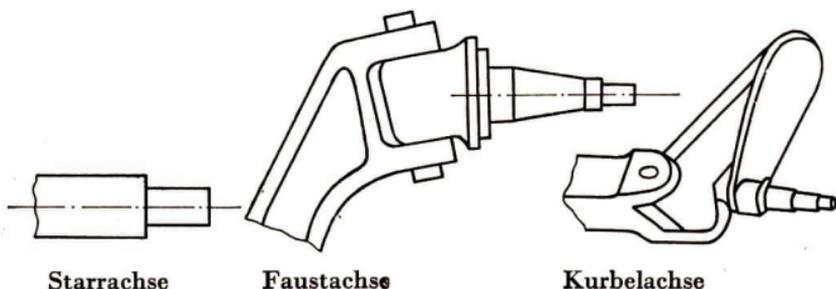
Hohlachse



Profilachse

## Bezeichnung nach der Befestigung des Achszapfens

Die gelagerten Stellen der Achsen sind die Achszapfen. Diese können starr, aus einem Stück mit der Achse verbunden sein, sie können aber auch, wie bei Fahrzeugen, schwenkbar befestigt sein.



## Lager

Lager übertragen die Stützkkräfte von Achsen und Wellen auf Maschinenteile und Rahmen. Sie ermöglichen dabei die Drehbewegung von Maschinenteilen und führen sie in radialer oder axialer Richtung.

Je nach Richtung, in der die Verschiebbewegung eingeschränkt ist, unterscheidet man folgende Lager:

	Drehung	Verschiebung	
		axial	radial
Radiallager (Querlager)	möglich	möglich	nicht möglich
Axiallager (Längslager)	möglich	nicht möglich	möglich
Radiallager Quer-Längs-Lager	möglich	nicht möglich	nicht möglich

Nach der Art, wie die Drehbewegung ermöglicht wird, ob Gleit- oder Wälzbewegung, unterscheidet man Gleitlager und Wälzlager.

## Gleitlager

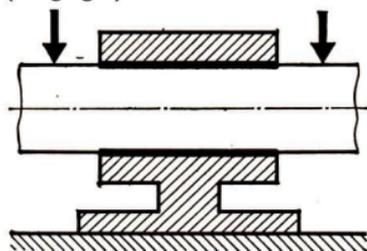
Gleitlager tragen Achszapfen bei radialen bzw. axialem Kraftangriff und ermöglichen die Drehbewegung von Maschinenteilen.

### Arten der Gleitlager

Nach der Belastungsrichtung unterscheidet man folgende Lagerarten:

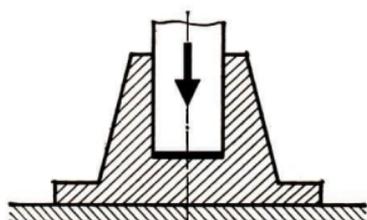
## Richtung der Last

*Radial- oder Querlager  
(Traglager)*



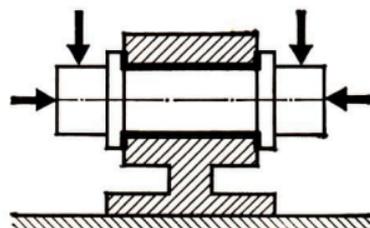
Lagerkräfte wirken quer zur Lagerachse

*Axial- oder Längslager  
(Stützlager)*



Lagerkräfte wirken in Richtung der Lagerachse

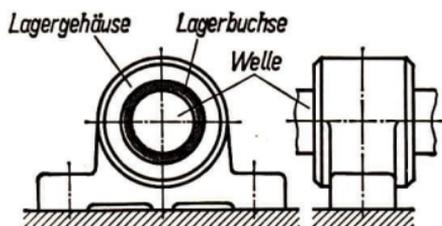
*Radial-Axiallager  
(Tragstützlager)*



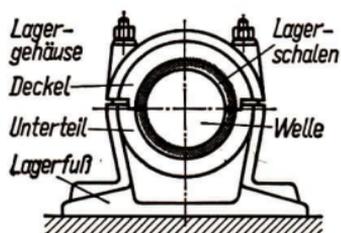
Lagerkräfte wirken quer zur und in Richtung der Lagerachse

Die Lager werden nach ihrer Bauart unterschieden:

ungeteilte Lager

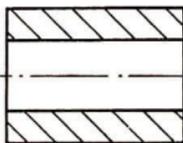


geteilte Lager

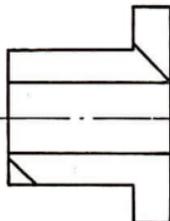


Gleitlager sind zum Teil standardisiert. In den verschiedenen Formen gibt es jeweils Massivlager und Verbundlager. Bei letzteren ist der Gleitwerkstoff wie Bronze, Weißmetall und andere auf stählerne Stützschalen in dünnen Schichten aufgetragen.

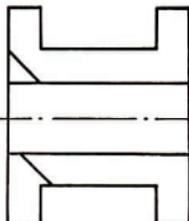
Buchse ohne Bund



Buchse mit einem Bund



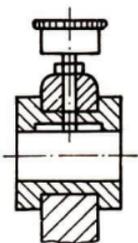
Buchse mit zwei Bunden



### Schmierung der Gleitlager

Um die metallische Berührung der Lagerschalen und Zapfen zu verhindern, die die Lager zerstören würde, müssen sie geschmiert werden.

Schmierung	Anwendung	Nachteil, Vorteil
Fettschmierung	niedrige Drehzahlen	Fett nur einmal verwendbar; unsauber



Frischölschmierung

niedrige Drehzahlen

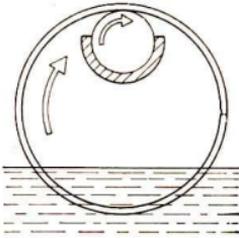
Öl nur einmal verwendbar; unsauber



Hubschmierung mit Schmierring

höhere Drehzahlen

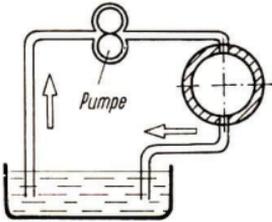
erfordert wenig Wartung



Druck- und Umlaufschmierung

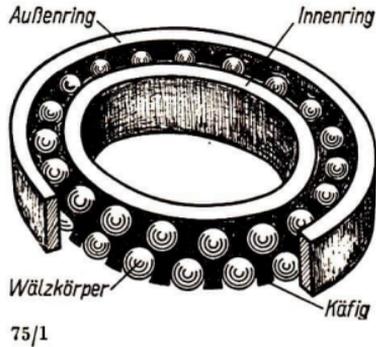
hohe Drehzahlen, große Belastung

aufwendige Anlage, sicherste Schmierung



## Wälzlager

Wälzlager stützen und führen ebenso wie Gleitlager, Wellen und Achsen. Wälzlager liegt die rollende Reibung zugrunde. Die Verluste durch Reibung sind geringer als bei Gleitlagern. Bei Wälzlagern sind zwischen den inneren und äußeren Laufringen Wälzkörper, Kugeln, Zylinder, Tonnen oder Kegel eingebaut, die auf den Laufringen abwälzen. (Bild 75/1)



75/1

## Arten der Wälzlager

Kugellager

Rillenkugellager

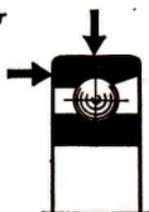


### Belastbarkeit und Anwendung

Quer und längs belastbar; auf allen Gebieten des Maschinen- und Fahrzeugbaus angewendet. Bei Längsbelastung sinkt die Lebensdauer stark ab.

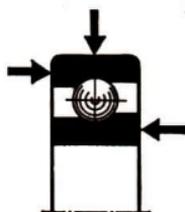


*Schulterkugellager*



Quer und einseitig längs belastbar; für hohe Drehzahlen zu verwenden.

*Schrägkugellager*



Quer und längs belastbar; nehmen geringe Federung in Längsrichtung auf.

*Axial- und Rillenkugellager*



Nur längs belastbar.

Rollen-  
lager

*Zylinderrollenlager*



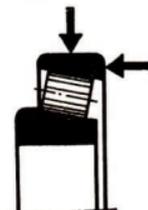
Nur quer belastbar; nehmen große Lagerkräfte auf, für hohe Drehzahlen geeignet.

*Tonnenlager*



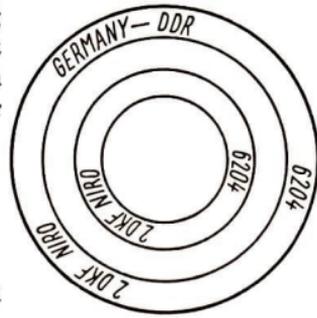
Längs und begrenzt quer belastbar; nehmen stoßartige Belastung auf, schwenkbar.

*Kegelrollenlager*



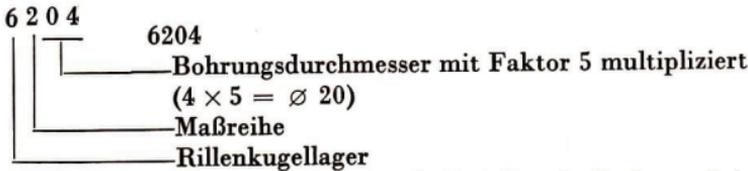
Hoch, quer und längs belastbar.

Zur Unterscheidung bei der Lieferung standardisierter Wälzlager sind sie mit Kurzzeichen versehen. Die Kennzeichen sind in den Stirnseiten der Ringe oder Scheiben eingeprägt (Bild 77/1).



77/1

## Lagerkurzzeichen



Erste Ziffer bezeichnet die Lagerart (z. B. 3 Kegelrollenlager, 5 Axial-Rillenkugellager), zweite Ziffer nennt Breitenreihe, dritte Ziffer gibt Reihe für äußeren Durchmesser an. Zwei letzte Ziffern ergeben mit Faktor 5 vervielfacht den Bohrungsdurchmesser an.

## Schmierung der Wälzlager

Die Schmierung der Lager hat verschiedene Aufgaben

1. Verhindern der metallischen Berührung.
2. Wärmeabfuhr.
3. Abdichtung gegen eindringenden Staub.

Schmierungsart	Anwendung
Fettschmierung	Bei Langsamläufern als zuverlässige Dauerschmierung angewendet, wenn die Schmierzeiten länger als 200 Stunden auseinanderliegen.
Öldurchlaufschmierung	Bei mittleren Geschwindigkeiten und geringer Lagerbelastung; abfließendes Öl geht verloren.
Ölumlaufschmierung	Ölumlauf durch Eintauchen der Wälzkörper, Fördergewinde, Schleuderscheiben, Ölpumpen bei hoher Beanspruchung.
Ölnebelschmierung	Ölnebel durch Umlaufzerstäuber, zerstäubende Zahnräder, für höchste Drehzahlen und Beanspruchungen geeignet.



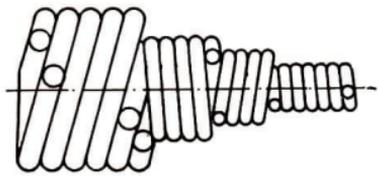
Wellen können nach ihrer Beweglichkeit unterschieden werden:

Art	Funktion
<i>Starre Wellen</i> (siehe gerade Welle)	Einfache Weiterleitung von Drehbewegungen in Maschinen und Fahrzeugen.
<i>Gelenkwellen</i>	Ausgleich der Parallelversetzung oder Winkelabweichung zwischen den Mittelachsen zweier Wellen.



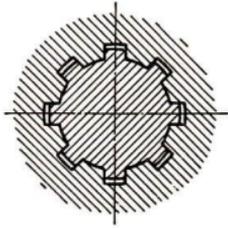
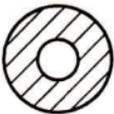
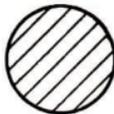
*Biegsame Wellen*

Antrieb mechanischer Handwerkzeuge, die frei gehandhabt werden müssen.



Wellen können nach ihrer Quergestalt unterschieden werden:

Art	Funktion
<i>Vollwellen</i>	In Getrieben ohne Notwendigkeit zum Leichtbau.
<i>Hohlwelle</i>	Getriebe im Leichtbau, Spindeln an Werkzeugmaschinen zum Durchlaß von Werkstoff oder Zugstangen.
<i>Profilwellen</i> Keilwellenprofil    Kerbzahnprofil	Sichere Drehmomentübertragung bei hoher Beanspruchung.



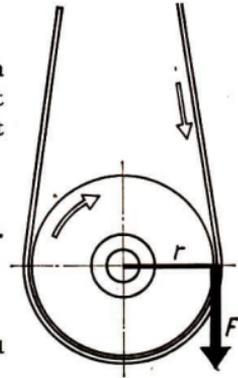
## Drehbeanspruchung der Wellen

An einer Keilriemenscheibe greift der Keilriemen mit einer Kraft  $F$  (Bild 80/1) an. Diese Kraft greift im Abstand  $r$  vom Scheibenmittelpunkt an und erzeugt ein Drehmoment

$$M_t = F \cdot r.$$

Die Welle muß dieses Drehmoment übertragen.

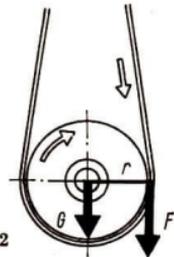
80/1



## Biegebeanspruchung der Welle

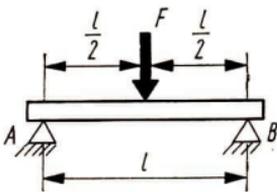
Das Gewicht der Scheibe und der Riemenzug  $F$  versuchen die Welle gleichzeitig durchzubiegen (Bild 80/2). Die Welle muß einen ausreichenden Querschnitt haben, damit sie unter der angreifenden Betriebskraft nicht plastisch verformt wird.

80/2



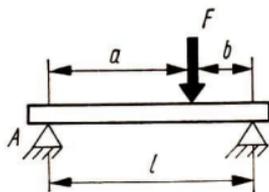
## Auflagerkräfte an den Lagerzapfen

Die Kräfte, die an den Lagerstellen wirken, hängen von der Größe der Betriebskraft und den Abständen zu den Lagern ab.



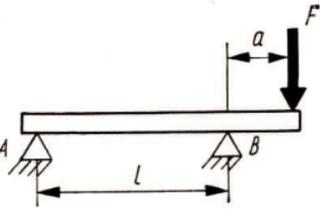
$$\text{Kraft in A} \quad \frac{1}{2} F$$

$$\text{Kraft in B} \quad \frac{1}{2} F$$



$$\frac{F \cdot b}{l}$$

$$\frac{F \cdot a}{l}$$



$$\frac{-F \cdot a}{l}$$

$$F \left( 1 + \frac{a}{l} \right)$$

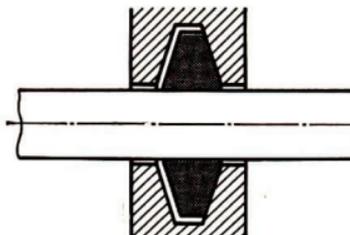
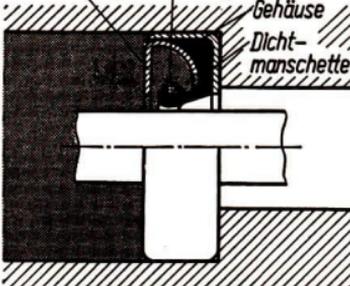
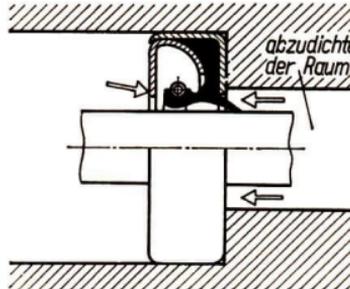
Das Biegemoment beträgt

$$M_b = F \cdot l$$

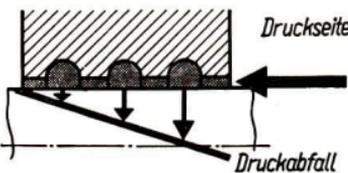
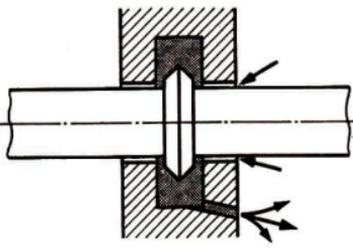
## Wellendichtungen

Wellendichtungen sollen verhindern, daß

1. Schmiermittel zwischen Welle und Gehäuse heraustritt,
2. Fremdstoffe, wie z. B. Staub, zwischen Welle und Gehäuse eindringen.

Bezeichnung	Bemerkung
<p><i>Filzring</i></p> 	<p>Nur für Fettschmierung geeignet (einfache Dichtung); Öl fließt ungehindert durch.</p>
<p><i>Radialdichtung</i></p> <p>Innenring Federring Gehäuse Dichtmanschette</p> 	<p>Verhindert Ölaustritt. Anpreßkraft wird durch Federring verstärkt (Getriebewellen).</p>
<p><i>Radialdichtring mit Staublippe</i></p> <p>abdichtender Raum</p> 	<p>Verhindert Ölaustritt und Staubeintritt (Kurbelwellen).</p>



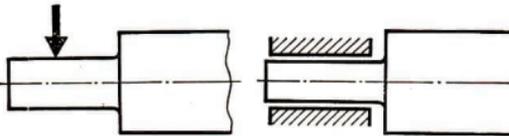
Bezeichnung	Bemerkung
<p><i>Dichtrillen</i></p> 	<p>Eingedrehte Rillen entspannen Druck stufenweise bis annähernd 0 (Kolben, Kreiselpverdichter).</p>
<p><i>Spritzring</i></p> 	<p>Öl wird durch Fliehkraft abgeschleudert und am Austritt gehindert.</p>

## Wellenzapfen

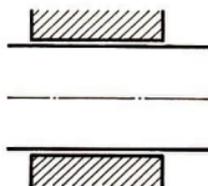
- Die Lagerstellen an Wellen werden als Zapfen bezeichnet. Sie führen oder stützen Maschinenteile.

Zapfen werden nach ihrer Form und ihrer tragenden Wirkung unterschieden.

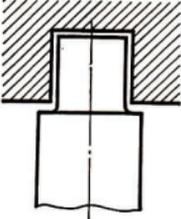
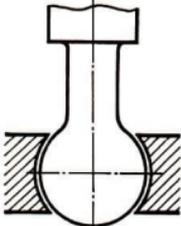
Bezeichnung und Wirkung der Kraft	Form	Funktion
<i>Tragzapfen;</i> radialer Kraftangriff	Stirnzapfen	An Achsen- oder Wellenenden; einfach herzustellen; bequeme Montage.



Halszapfen



Meistens geteilte Lagerschalen erforderlich, daher Montagearbeiten aufwendiger, gegen Verschieben oft durch Stellringe gesichert, nur für radiale Kraftaufnahme geeignet.

Bezeichnung und Wirkung der Kraft	Form	Funktion
<p>Stütz- oder Spurzapfen; axialer Kraftangriff</p> 	<p>voller Spurzapfen</p> 	<p>Führen Wellen in ihrer Lage bei axialem Kraftangriff; ungünstige Schmierverhältnisse wegen zu geringer Gleitgeschwindigkeit im Drehmittelpunkt.</p>
	<p>Ringzapfen</p> 	<p>Lagerfläche kreisringförmig; Gleitgeschwindigkeit weniger unterschiedlich, bessere Schmierung.</p>
	<p>Kugelzapfen</p> 	<p>Bei Winkeländerungen von Achsen und Wellen bleiben auf Grund der Kugelform des Zapfens die Verhältnisse im Lager praktisch gleich, Kraftaufnahme erfolgt radial und axial.</p>

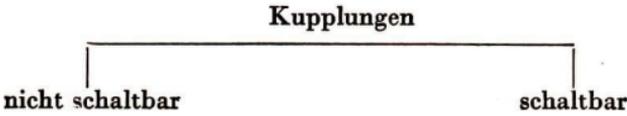


## Kupplungen

Kupplungen verbinden zwei Wellenenden. Sie können Parallelversetzungen und Winkelabweichungen der Mittelachsen ausgleichen, Stöße dämpfen, nachgeschaltete Maschinenteile vor Überlastung schützen und den Energiefluß wahlweise unterbrechen.

# Arten der Kupplungen

Kupplungen werden unterschieden nach Schaltmöglichkeit, Beweglichkeit und Form.

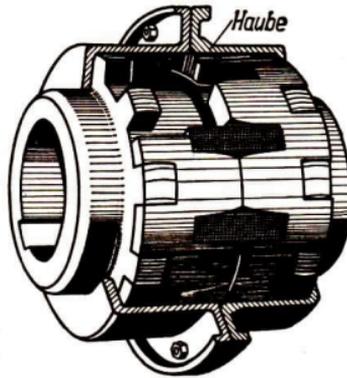


**Nichtschaltbare Kupplungen**  
können starr oder beweglich sein.

Beweglichkeit	Form, Benennung
starr	Stiftkupplung
axialbeweglich	Klauenkupplung
winkelbeweglich	Scheibengelenkkupplung
	Gelenkkupplung

elastischbeweglich

Blattfederkupplung



## Schaltbare Kupplungen



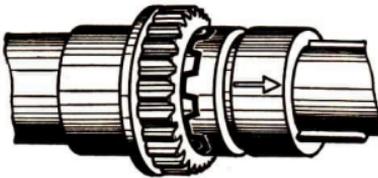
sind zum Teil von Bedingungen abhängig, unter denen sie geschaltet werden.

**Bedingung**

**Benennung, Form**

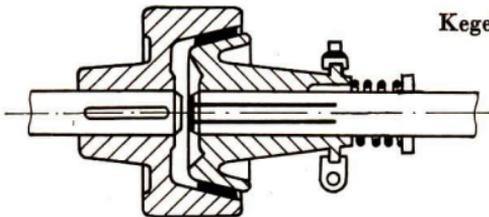
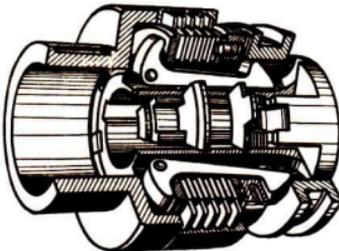
Im Stillstand oder  
synchron schaltbar

Klauenrückkupplung



asynchron schaltbar

Lamellenkupplung



Kegelreibkupplung

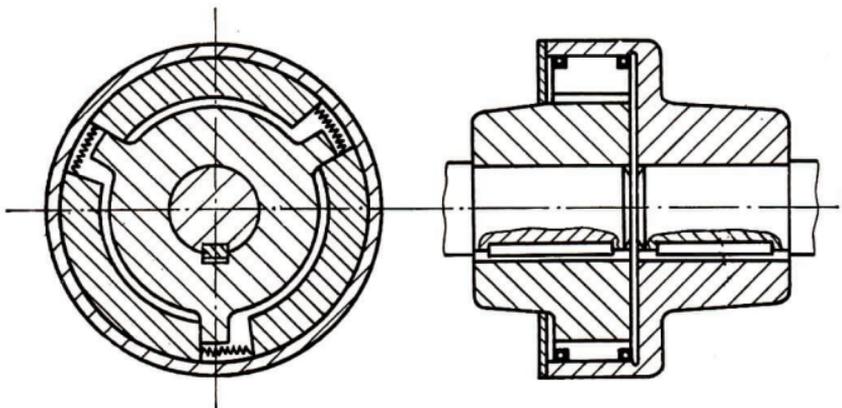
---

**Bedingung****Benennung, Form**

---

Bei Mindestdrehzahl  
selbsttätig schaltbar

Fliehkraftkupplung



Kupplungen, die in großen Stückzahlen benötigt werden, sind standardisiert.

## Beanspruchung von Kupplungen

Je nach Aufbau der Kupplung bewirken verschiedene Prinzipien die Übertragung des Drehmoments von einer Kupplungshälfte auf die andere.

## Formschlüssige Kupplungen

► Bei formschlüssigen Kupplungen werden die beiden Kupplungshälften durch Zusammenfügen ineinandergreifender Formen miteinander verbunden.

Vorsprünge und Aussparungen, Bolzen, Stifte und Bohrungen, Außen- und Innenverzahnungen an Kupplungen müssen ausreichend fest sein, um unter der Betriebskraft nicht verformt oder abgeschert zu werden.

► Formschlüssige Kupplungen können starr oder beweglich, schaltbar oder nicht schaltbar sein. Beim Schalten müssen jedoch beide Kupplungshälften stillstehen oder synchron laufen.

## Kraftschlüssige Kupplungen

- Bei kraftschlüssigen Kupplungen werden beide Kupplungshälften durch Schrauben, Federn oder magnetische Kräfte so zusammengepreßt, daß die Reibkräfte zwischen den Kupplungshälften größer als die Betriebskräfte sind. Kraftschlüssige Kupplungen können starr oder asynchron schaltbar sein.

## Getriebe

Durch Getriebe können Drehbewegungen so umgewandelt werden, daß

1. sich die Drehzahl oder
2. die Drehrichtung ändern,
3. aus rotierenden Bewegungen geradlinige oder kurvenförmige Bewegungen und umgekehrt entstehen.

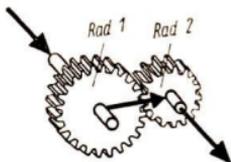
### Getriebe zur Änderung von Drehzahl und Drehrichtung

- Zur Änderung von Drehzahl und Drehrichtung verwendet man
- ▶ Rädergetriebe. Die Räder können sich unmittelbar berühren oder durch ein Zugmittel miteinander verbunden sein.

## Übersetzungsverhältnis

Je nach Veränderung der Drehzahl vom treibenden zum getriebenen Rad haben die Getriebe unterschiedliche Übersetzungsverhältnisse.

- ▶ Das Übersetzungsverhältnis  $i$  ist das Verhältnis der Drehzahlen  $n$  in Richtung des Kraftflusses.



$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

Die Durchmesser und Zähnezahlen verhalten sich umgekehrt wie die Drehzahlen.

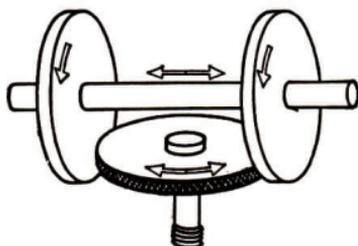
$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad \text{und} \quad \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} \quad \text{oder} \quad i = \frac{d_2}{d_1} \quad \text{und} \quad i = \frac{z_2}{z_1}$$

## Getriebe mit unmittelbarer Berührung der Räder

Art

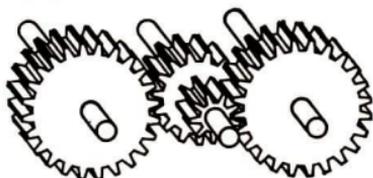
Wirkung

Reibradgetriebe



Durch Anpressen der Räder gegeneinander entsteht Reibungskraft (Kraftschluß). Wird die Umfangskraft größer als die Reibungskraft, rutschen die Räder. Anpreßkraft verursacht Lagerbelastung.

Stirnradgetriebe



Die Zähne der Räder mit parallel liegenden Achsen greifen formschlüssig ineinander. Bei Überlastung kein Schlupf möglich. Die Lagerbelastung ist geringer.

Kegelradgetriebe



Die Zähne der Räder zweier sich schneidender Achsen greifen formschlüssig ineinander. Zähne sind auf Kegelmantelflächen angeordnet; Achswinkel zwischen  $0^\circ$  und  $180^\circ$  sind möglich.

Schneckenradgetriebe



Die Zähne des einen Rades (Schnecke) sind so schräg angeordnet, daß sie wie ein Gewinde einer Schraube umlaufen; so Verwendung für sich kreuzende Achsen möglich.

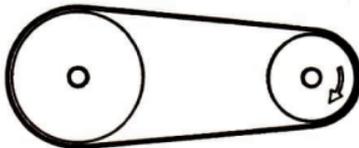
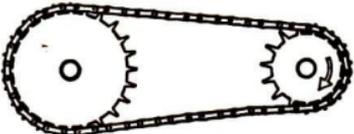
Die Drehrichtung zweier aufeinanderfolgender Räder ist stets entgegengesetzt.

Gleiche Drehrichtung haben jeweils

Rad 1, Rad 3, Rad 5 usw.

Rad 2, Rad 4, Rad 6.

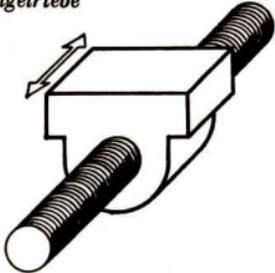
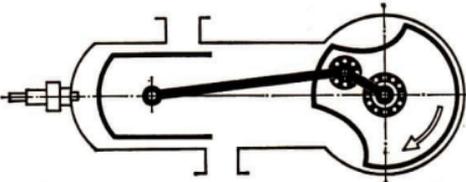
## Zugmittelgetriebe (Hüllgetriebe)

Art	Wirkung
<p><i>Riemengetriebe</i></p> 	<p>Der Riemen umhüllt zwei Riemenscheiben mit größerem Abstand voneinander. Er ist elastisch gespannt und so auf die Oberfläche der Riemenscheiben gepreßt (kraftschlüssig). Bei Überlastung hat der Riemen Schlupf.</p>
<p><i>Kettengetriebe</i></p> 	<p>Die Kette umhüllt zwei Kettenränder endlos. Die Zähne der Kettenräder greifen formschlüssig in die Kettenlieder ein.</p>

Die Drehrichtung aller Scheiben und Räder eines Zugmittelgetriebes mit offenem Zugmittel ist gleich. Sie kann nur durch Kreuzen des Zugmittels geändert werden.

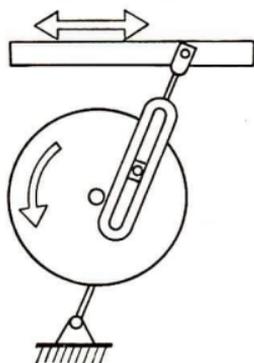
## Getriebe zur Umwandlung der Bewegung

Getriebe zur Umwandlung von Bewegungen haben ein Antriebsglied mit rotierender Bewegung und ein gerade oder kurvenförmig bewegtes Abtriebsglied.

Art	Wirkung
<p><i>Schraubenge triebe</i></p> 	<p>Rotierend angetriebene Gewindest spindle setzt Mutter geradlinig in Bewegung. Bei längsgeteilter Mutter Möglichkeiten zum Ein- und Ausrücken; Krafttrichtungsumkehr meist nicht möglich.</p>
<p><i>Schubkurbelgetriebe</i></p> 	<p>Bei angetriebener Kurbel kann hin- und hergehender Kolben als Pumpe oder Verdichter arbeiten, Krafttrichtungsumkehr bei Verbrennungskraftmaschinen durch druckbeaufschlagten Kolben; Abtrieb an der Kurbel; etwa gleiche Zeit für Vor- und Rückhub.</p>

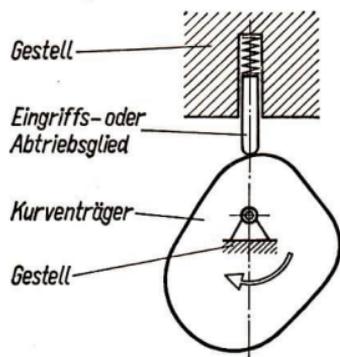
Art	Wirkung
-----	---------

*Schwingende Kurbelschleife*



Kurbelgetriebene geradlinige Bewegung des Stößels mit verlängertem Vorhub und verkürztem Rückhub; zweckmäßig zum Antrieb von Werkzeugmaschinen zur Verkürzung der Leerhubzeiten (Waagrechtstoßmaschine).

*Kurvengetriebe*



Rotierender Antrieb der Kurvenscheibe (Nocken) bewirkt geraden Hub des Stößels; wegen einfacher Konstruktion des Geschwindigkeitsablaufes am Stößel häufig verwendet (Ventilsteuerung am Viertaktmotor).

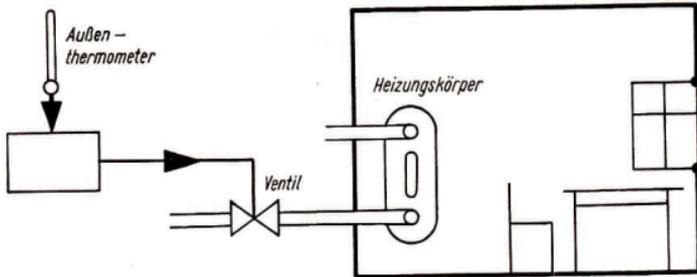
*Steuern und Regeln*

**Begriffsbestimmungen von Steuerung und Regelung**

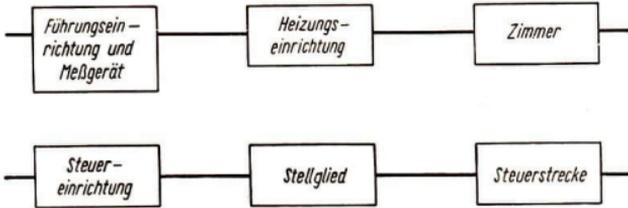
**Steuerung**

Bei einer Steuerung wird mit Hilfe einer Steuereinrichtung das Stellglied (oder mehrere Stellglieder) nach einer vorgegebenen Gesetzmäßigkeit betätigt und somit auf die Steuerstrecke eingewirkt.

- ▶ Das Prinzip der Steuerung ist durch eine Steuerkette gekennzeichnet; diese wird wirkungsmäßig nur in einer Richtung durchlaufen. (Bilder 91/1 und 91/2)



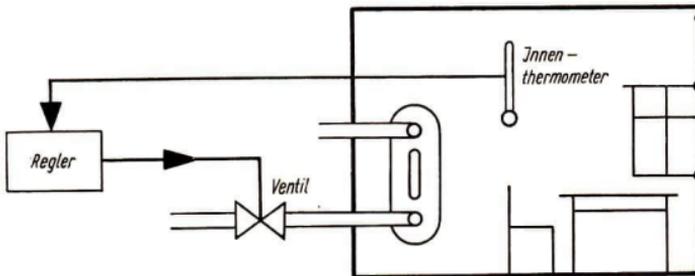
91/1 Steuerung einer Innentemperatur



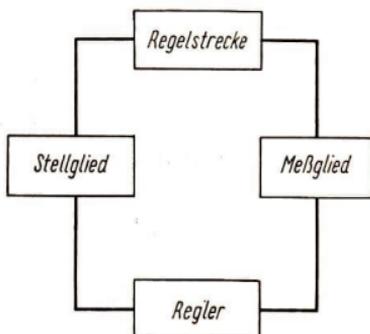
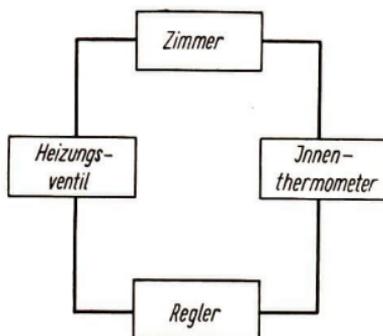
91/2 Blockschahtpläne dieser Steuerung

## Regelung

Bei einer Regelung wird eine Regelgröße einem vorgeschriebenen Sollwert angeglichen. Die Regelgröße wird zu diesem Zweck gemessen und ihr Istwert mit dem Sollwert verglichen. Durch die Regeleinrichtung wird (in Abhängigkeit der festgestellten Regelabweichung) dem Stellglied eine solche Stellgröße übermittelt, die eine Verringerung der Regelabweichungen zur Folge hat. Der Wirkungsablauf einer Regelung ist geschlossen. (Bilder 91/3 und 92/1)



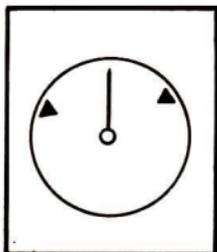
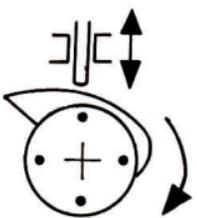
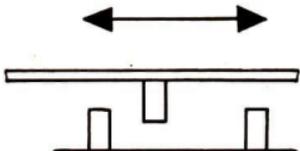
91/3 Regelung einer Innentemperatur

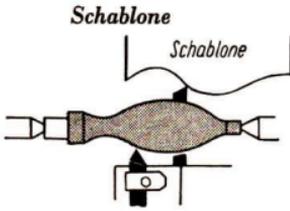


92/1 Blockschaltpläne dieser Regelung

## Speicher und Meßglieder

### Speicher in Steuerungen und Regelungen

Benennung	Erläuterung
<p data-bbox="88 688 139 722"><i>Uhr</i></p> 	<p data-bbox="326 688 913 865">Bei der Treppenhaisbeleuchtung wird beim Einschalten des Lichtes zugleich ein Uhrwerk in Tätigkeit gesetzt. Nach einer vorher eingestellten Zeit schaltet die Uhr selbsttätig das Licht aus. Der Zeitraum, in dem sich dieser Ablauf vollzieht, wird in der Uhr gespeichert (Programm); auch als Zeitmeßgerät einsetzbar.</p>
<p data-bbox="88 999 264 1033"><i>Nocken, Kurven</i></p> 	<p data-bbox="326 999 913 1134">An den Kurven oder Nocken greifen Zapfen, Rollen oder andere Führungselemente an, die den Arbeitsvorgang bewirken, z. B. Bewegungen des Längssupportes. Die Größe dieser Bewegung ist in der kurvenförmigen Nocke gespeichert (Programm).</p>
<p data-bbox="88 1268 191 1302"><i>Anschlag</i></p> 	<p data-bbox="326 1268 913 1402">Anschläge begrenzen lineare oder kreisförmige Bewegungen von Werkzeug- oder Werkstückträgern. Auf diese Weise können z. B. der Tischeinlauf einer Hobelmaschine, der Vorschub eines Werkzeugs begrenzt oder die Spanttiefe eingestellt werden.</p>

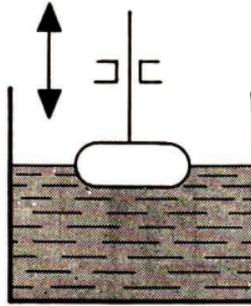


Formspeicher, die ein Abbild der herzustellenden geometrischen Werkstücksform darstellen. Sie werden mit einem Fühler abgetastet, der das Werkzeug an der Maschine steuert. Auch Werkzeuge können gleichzeitig Formspeicher sein.

### Meßglieder



Thermometer  
(Temperatur)



Schwimmer  
(Flüssigkeitsstand)

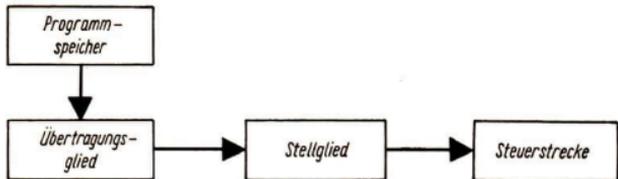
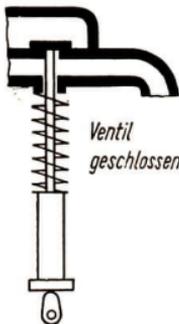


## Beispiele und Begriffe aus der Steuerungs- und Regelungstechnik

### Beispiel einer Steuerung

Steuerung eines Viertaktmotors

Blockschaltplan

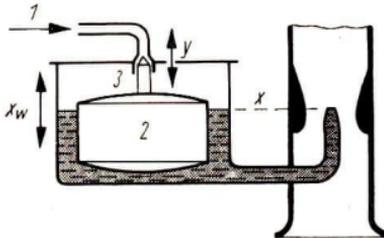


Bei einem Viertaktmotor sind Ein- und Auslaßöffnung des Verbrennungsraumes (Steuerstrecke) im richtigen Augenblick durch Ventile

(Stellglieder) zu öffnen und zu schließen. Die Nockenwelle ist der *Programmspeicher*, während Ventilstößel, Steuerkette und Kettenräder die *Steuereinrichtung* darstellen.

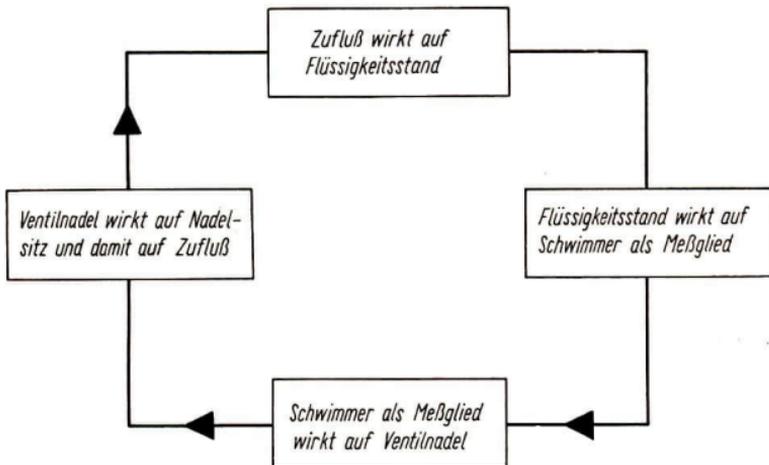
## Beispiel einer Regelung

Regelung des Kraftstoffspiegels im Vergaser



(1 Zufluß, 2 Schwimmer, 3 Nadel)

Blockschaltplan



Der Schwimmer dient als Meßglied für die Höhe des Kraftstoffspiegels (*Regelgröße*  $x$ ). Beim Absinken des Spiegels (*Regelabweichung*  $x_w$ ) wird das Ventil (*Stellglied*) geöffnet, und Kraftstoff kann so lange aus der Leitung fließen, bis die Regelgröße am Flüssigkeitsstand im Schwimmergehäuse (*Regelstrecke*) erreicht ist.

## Begriffe der Steuerungs- und Regelungstechnik

Begriff	Erläuterung
Blockschaltplan	Darstellung des Aufbaus von Steuer- und Regelungsanlagen; die Glieder werden als Blöcke symbolisiert.
Information	Meßwerte, technologische bzw. ökonomische Kennwerte, die an eine Steuer- oder Regelungseinrichtung gegeben werden.
Istwert	Jeweiliger Augenblickswert einer Größe.
Meßglied	Geräte, die Informationen gewinnen. Es gibt mechanisch, elektrisch, pneumatisch, hydraulisch und optisch arbeitende Meßgeräte.
Regelabweichung	Abweichung vom Sollwert.
Regelgröße	Diejenige Größe, die jeweils geregelt werden soll (Zimmertemperatur, Flüssigkeitsstand, Druck usw.).
Regelstrecke Steuerstrecke	Bereich der Anlage, in dem eine physikalische Größe (Regelgröße, Steuergröße) durch Regelung oder Steuerung beeinflusst werden soll.
Regler Steuereinrichtung	Gerät, das die Verstellung des Stellgliedes bewirkt.
Programm	Ablauf von bestimmten Zuständen (Drehzahl, Stellung von Werkzeugen, Schnittgeschwindigkeiten, Öffnen und Schließen von Ventilen, Bearbeitungslängen von Werkstücken).
Programmspeicher	Einrichtungen, die den Ablauf von Zuständen abbilden (Kurven, Anschläge, Nocken, Uhren, Schablonen).
Sollwert	Diejenige Größe, die erreicht oder gehalten werden soll.
Stellglied	Einrichtung, mit dessen Hilfe unmittelbar in einen Energiefluß oder Massenfluß eingegriffen wird.
Stellgröße	Sie beeinflusst die Regelgröße in gewünschter Weise.
Störgröße	Greift ungewollt von außen in Regelungs- oder Steuerabläufe ein.



## Automatisierte Arbeitsprozesse

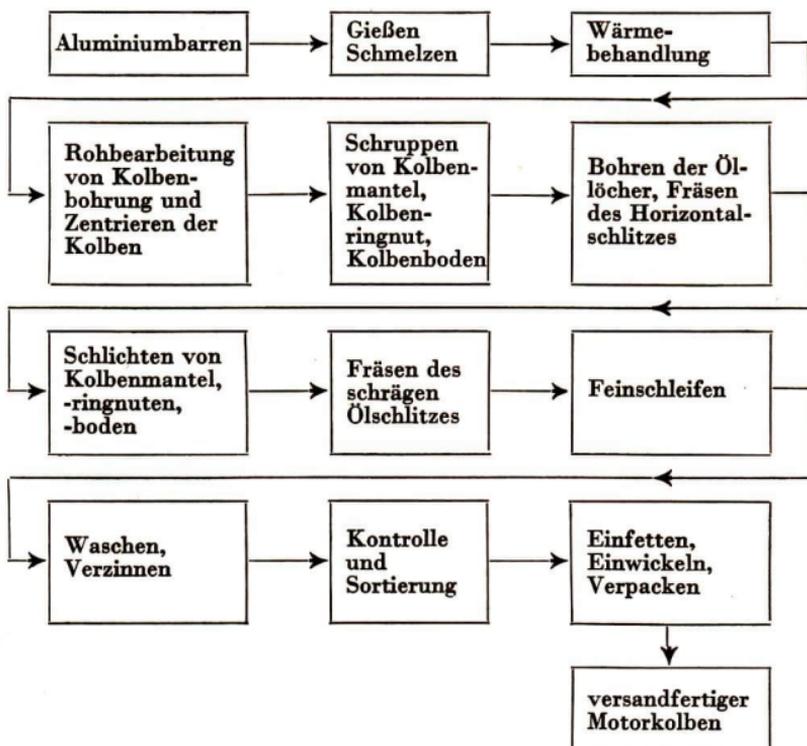
- ▶ Bei automatisierten Arbeitsprozessen werden alle Funktionen, die der Kontrolle und Lenkung dieser Prozesse dienen, Maschinen und Geräten übertragen. Alle automatisierten Prozesse lassen sich auf das Steuern und Regeln zurückführen.

### Beispiel für einen vollautomatisierten Betrieb

Produktionsstätte:

Kolbenfabrik in Uljanowsk (UdSSR)

Arbeitsgänge:



Anzahl der im Betrieb notwendigen Arbeitskräfte

Aufgabenbereich

1  
3  
5

Materialzufuhr  
Überwachung  
Instandhaltung

## **Vorteile automatisierter Maschinen**

1. Die Arbeitsproduktivität steigt beträchtlich. Der Aufwand an ver-gegenständlichter Arbeit und an lebendiger Arbeit je Erzeugnis sinkt.
2. Die Selbstkosten je Erzeugnis sinken; damit sinken die Preise, und die Erzeugnisse bleiben auf dem Weltmarkt konkurrenzfähig.
3. Die Qualität der Erzeugnisse steigt, weil die Bearbeitungs- und Meßgenauigkeit automatischer Maschinen die des Menschen übertrifft. (Die Ausschußquote sinkt bzw. kein Ausschuß.)
4. Der Mensch wird von schwerer körperlicher oder von gesundheits-schädigender Arbeit befreit.

# Starkstromtechnik

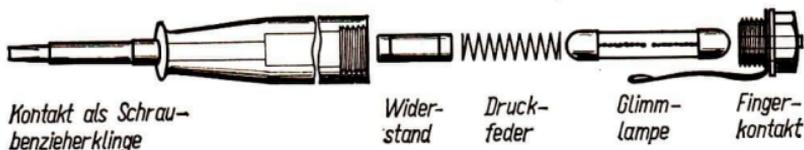
- 100 **Prüf- und Meßtechnik**
- 100 Prüftechnik
- 102 Meßtechnik
  
- 106 **Elektrotechnisches Zeichnen**
- 106 Grundformen der Schaltzeichen
- 108 Schaltpläne zum Erkennen der Funktion
- 108 Regeln zum Zeichnen von Schaltplänen
  
- 110 **Starkstromtechnik**
- 110 Bedeutung und Nutzung der Elektroenergie
- 114 Erste Hilfe bei Unfällen durch den elektrischen Strom
- 115 Schutzmaßnahmen gegen auftretende Berührungsspannungen
- 118 Leitungen für die Elektroinstallation
- 122 Elektrische Schaltgeräte
- 125 Verlegungsarten
- 127 Schaltungen der Installationstechnik
- 129 Elektrowärme
- 130 Elektrische Beleuchtung
- 138 Drehstrom
- 141 Elektrische Maschinen

# Prüf- und Meßtechnik

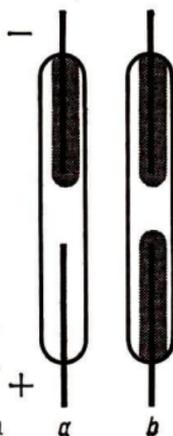
## Prüftechnik

- In der Elektrotechnik wird durch Prüfen festgestellt, ob ein geforderter Zustand vorhanden ist. Prüfergebnisse sind grundsätzlich „Ja-“ oder „Nein-Entscheidungen“.

## Polsucher

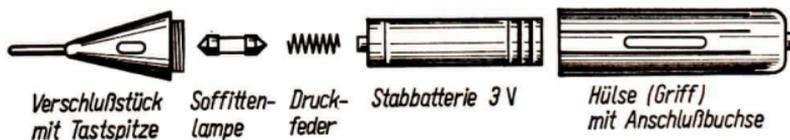


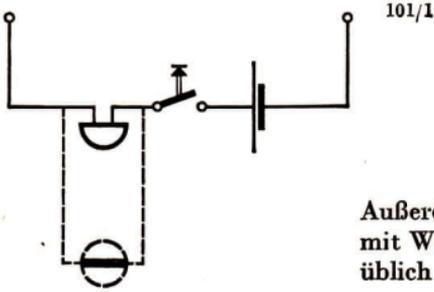
- Dient zur Feststellung, ob
- ein Leiter oder eine Anschlußstelle spannungsführend,
  - Gleich- oder Wechselspannung vorhanden ist.



Glimmlampe eines Polsuchers (Bild 100/1)  
a) bei Gleichstrom, b) bei Wechselstrom

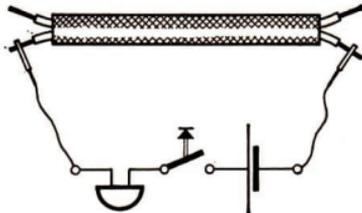
## Durchgangsprüfer





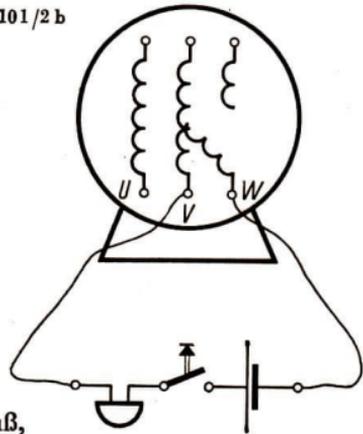
Außerdem sind Durchgangsprüfer mit Wecker oder mit Schauzeichen üblich (Bilder 102/1 bis 102/2 d).

Dient zur Feststellung, ob

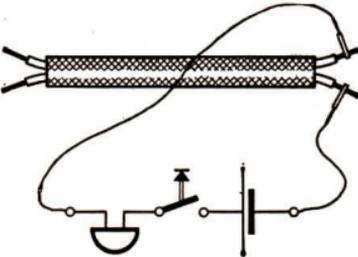


101/2 a

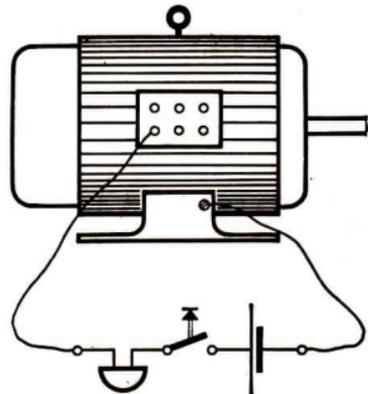
101/2 b



- a) Leitungsbruch,  
b) Wicklungsbruch und Leitungsschluß,



101/2 c



101/2 d

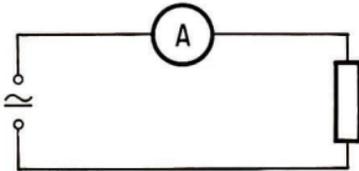
- c) Kurzschluß,  
d) Körperschluß vorhanden ist.

St

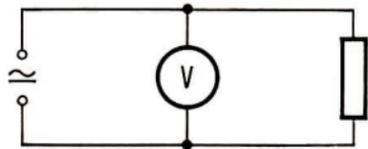
# Meßtechnik

In der Elektrotechnik werden durch Messen die Werte elektrischer Größenarten (z. B. Spannung, Stromstärke) festgestellt und mit ihrer Einheit (z. B. 1 Volt, 1 Ampere) verglichen.

Schaltung für Stromstärkemessung

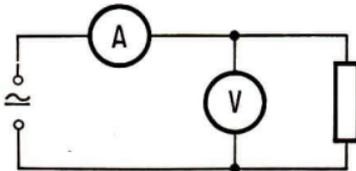


Schaltung für Spannungsmessung

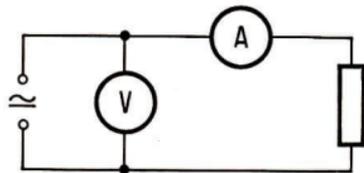


## Schaltungen zur Berechnung der Leistung

Spannungsrichtige Schaltung

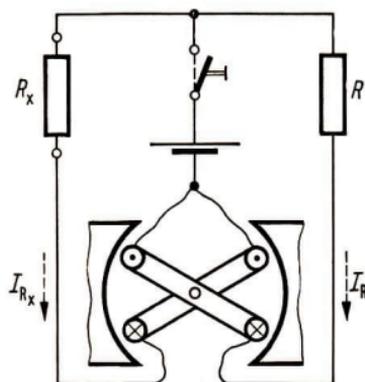
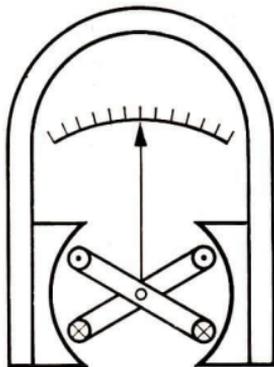


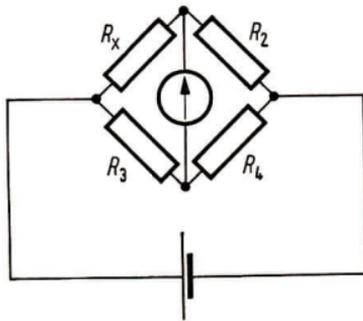
Stromrichtige Schaltung



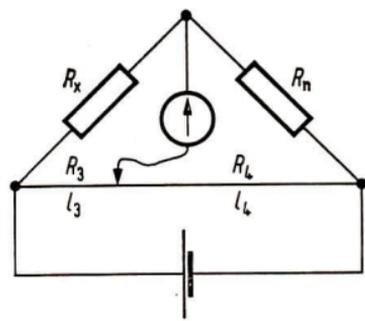
## Widerstandsmesser

Schaltung des Kreuzspulwiderstandsmessers





Brückenschaltung  
 $R_x : R_2 = R_3 : R_4$



Schleifdraht-  
 meßbrückenschaltung  $R_x = R_n \cdot \frac{l_3}{l_4}$

### Zeichen auf Meßgeräten

-  Drehspulmeßwerk
-  Dreheisenmeßwerk
-  Elektrodynamisches Meßwerk
-  Eisengeschlossenes elektrodynamisches Meßwerk
-  Trockengleichrichter
-  Drehspulmeßwerk mit Trockengleichrichter
-  Hitzdrahtmeßwerk
-  Elektrostatisches Meßwerk
-  Thermoumformer

-  Drehspulmeßwerk mit Thermoumformer
-  Gleichstrom
-  Wechselstrom
-  Gleich- und Wechselstrom
-  Drehstrommeßgerät mit einem Meßwerk
-  Drehstrommeßgerät mit zwei Meßwerken
-  Drehstrommeßgerät mit drei Meßwerken
-  Senkrechte Gebrauchslage
-  Waagerechte Gebrauchslage



Schräge  
Gebrauchslage



Nullstellung



Gebrauchslage  
im Winkel von 45°



Prüfspannungszeichen  
(Stern ohne Ziffer:  
500 V;  
Stern mit Ziffer 2:  
2000 V usw.)

## Vielfachmesser

Schematische Darstellung eines Vielfachmessers (siehe Seite 105)

### Regeln zur Handhabung des Vielfachmessers

1. Vor dem Anschließen des Vielfachmessers Schalterstellung überprüfen!
2. Kann der Meßwert nicht geschätzt werden, beim größten Meßbereich beginnen!
3. Meßbereich so wählen, daß der Meßwert möglichst im letzten Drittel der Skale abzulesen ist!

## Bestimmen des Meßwertes $x$

1. Feststellen des Anzeigewertes (AW)!
2. Feststellen des Meßbereiches (MB)!
3. Feststellen des Skalenendwertes (EW)!
4. Prüfen, ob Meßbereich und Skalenendwert zahlenmäßig übereinstimmen!

Bei Übereinstimmung: Umrechnung nicht nötig, da Meßwert  $x$  dem Anzeigewert entspricht.

Keine Übereinstimmung:  
Umrechnung nötig nach

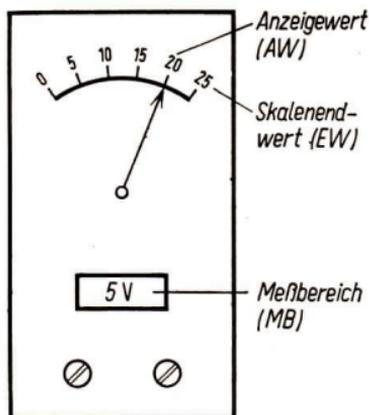
$$x = \frac{MB}{EW} AW.$$

### Beispiel

$AW = 20$ ,  $MB = 5 \text{ V}$ ,  $EW = 25$ ,

$$x = \frac{5 \text{ V}}{25} 20,$$

$$x = 4 \text{ V.}$$



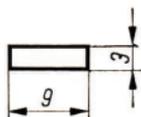


## Elektrotechnisches Zeichnen

- Schaltzeichen und Schaltpläne für zeichnerische Darstellungen elektrotechnischer Sachverhalte sind standardisiert.

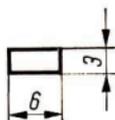
### Grundformen der Schaltzeichen

#### Rechteckige Grundform



(9 mm × 3 mm)

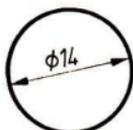
wird angewendet für Widerstände, Spulen, Sicherungen



(6 mm × 3 mm)

wird angewendet für Relais, Schütz, Auslöser, Hupe, Hörer

#### Kreisförmige Grundform



(∅ 14)

wird angewendet für Motoren



(∅ 10)

wird angewendet für Meßgeräte in ausführlicher Darstellung, Wecker, Schnarren



(∅ 9)

wird angewendet für die vereinfachte Darstellung von Meßgeräten



(∅ 5)

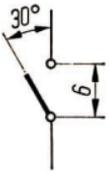
wird angewendet für Lampen, Signallampen, Mikrofone



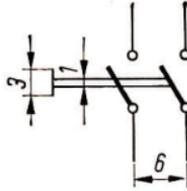
(∅ 1)

wird angewendet für lösbare Verbindungen, Schaltkontaktanschlüsse

## Abstände und Winkel



geöffneter  
Schaltkontakt



zwei Schaltkontakte  
mechanisch verbunden



Schütz-  
bzw. Relaispule

## Schaltzeichenkombinationen



Schließer



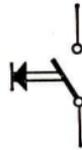
selbsttätiger Rückgang



mechanische  
Verbindung



Antrieb  
durch Handbetätigung



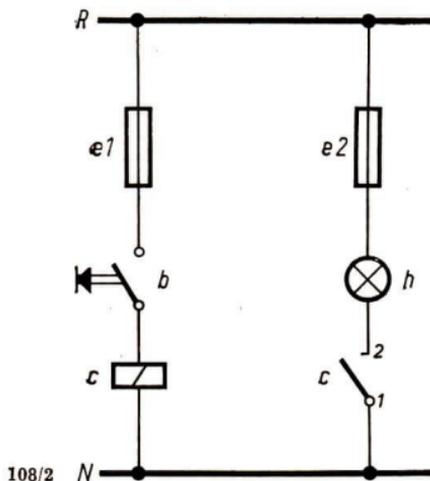
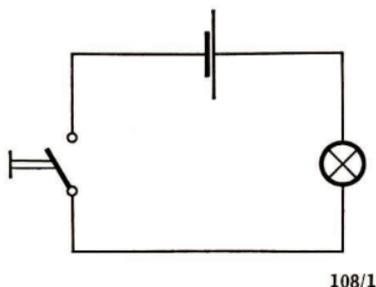
Tastschalter:  
Schließer mit  
selbsttätigem Rückgang

## Strichstärken

mm	Linie	Beispiel
0,8		Netz, Schaltstücke
0,5		Hauptleitungen
0,3		Steuer-Meßleitungen Schaltzeichen
0,3		Wirkverbindung
0,3		Gehäuseumrahmung, Trennlinie

## Schaltpläne zum Erkennen der Funktion

Man unterscheidet die allpolige Darstellung (Bild 108/1) und die nach Stromwegen aufgelöste Darstellung (Bild 108/2).



Komplizierte Schaltungen werden grundsätzlich mit aufgelösten Stromwegen dargestellt, da die Darstellung übersichtlicher wird; auf den mechanischen Zusammenhang der Schaltgeräte wird keine Rücksicht genommen, die Betriebsmittel und ihre Teile werden standardgerecht gekennzeichnet.

## Kennzeichnung von Betriebsmitteln

b	Taster
c	Schütz, Relais
e	Sicherung
h	Signallampe, Wecker, Hupe
m	Motor, Transformator

## Regeln zum Zeichnen von Schaltplänen

1. Leitungskreuzungen möglichst vermeiden!
2. Schaltung im ausgeschalteten Zustand zeichnen!
3. Einspeisung bzw. Eingang möglichst von links kommend zeichnen!
4. Bei allpoliger Darstellung Netz oben anordnen!

# Schaltzeichen



Spannungsmesser



Strommesser



Meßgerät für elektrische Arbeit (Elektrizitätszähler)



Gleichstromgenerator



Wechselstromgenerator



Gleichstrommotor



Drehstrommotor



Widerstand, allgemein



Widerstand mit zwei Anzapfungen



Leitungskreuzung



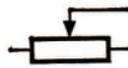
Leitungsverbindung



Leitungsabzweigung



Sicherung



Widerstand, verstellbar



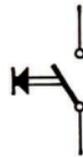
Widerstand, induktiver



Transformator



Stellschalter (Schließer)



Tastenschalter (Schließer)



Lampe, Signallampe



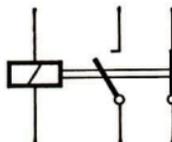
Glimmlampe



elektromagnetischer Antrieb



Schütz mit zwei Schließern



Relais mit einem Öffner und einem Schließer



Schalter, allgemein



Buchse und Stecker



Steckdose

St

## Bedeutung und Nutzung der Elektroenergie

Die Starkstromtechnik wird jetzt immer häufiger *Leistungselektrik* genannt; diesem Bereich der Elektrotechnik werden die Erzeugung, Fortleitung, Verteilung und Umwandlung elektrischer Energie zugeordnet.

## Kraftwerke für die Elektroenergie

Eine Voraussetzung, um zu einer hochentwickelten industriellen und landwirtschaftlichen Produktion zu gelangen, ist die ausreichende Versorgung mit Elektroenergie.

Elektroenergie kann mit geringem Aufwand und ohne größere Verluste in andere Energieformen umgewandelt werden.

### Einteilung der Kraftwerkgrundarten nach der Energiequelle

Elektroenergie wird gewonnen aus

unversiegbaren Energiequellen

Brennstoffenergie

mit Hilfe von

Wasserkraftwerken

Dampfkraftwerken

Windkraftwerken

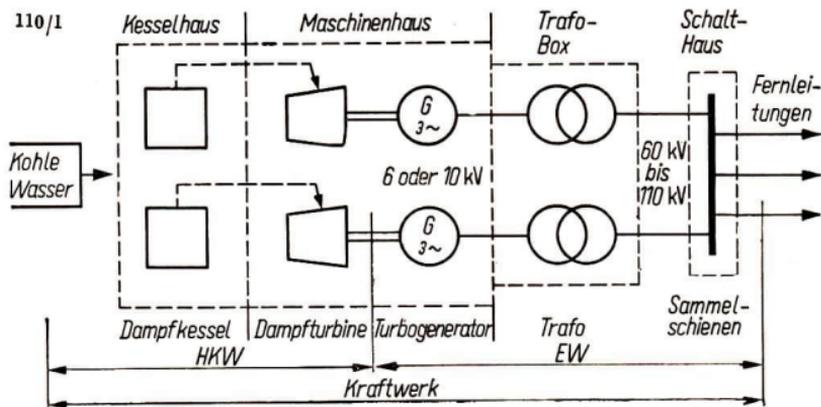
Dieselmotoren

Sonnenkraftwerken

Gaskraftwerken

Kernkraftwerken

Die Hauptversorgungsbasis für Elektroenergie in der Deutschen Demokratischen Republik bilden die Dampfkraftwerke (Bild 110/1), in denen vornehmlich Braunkohle verwendet wird.



## Einteilung der Kraftwerke nach der Betriebsart

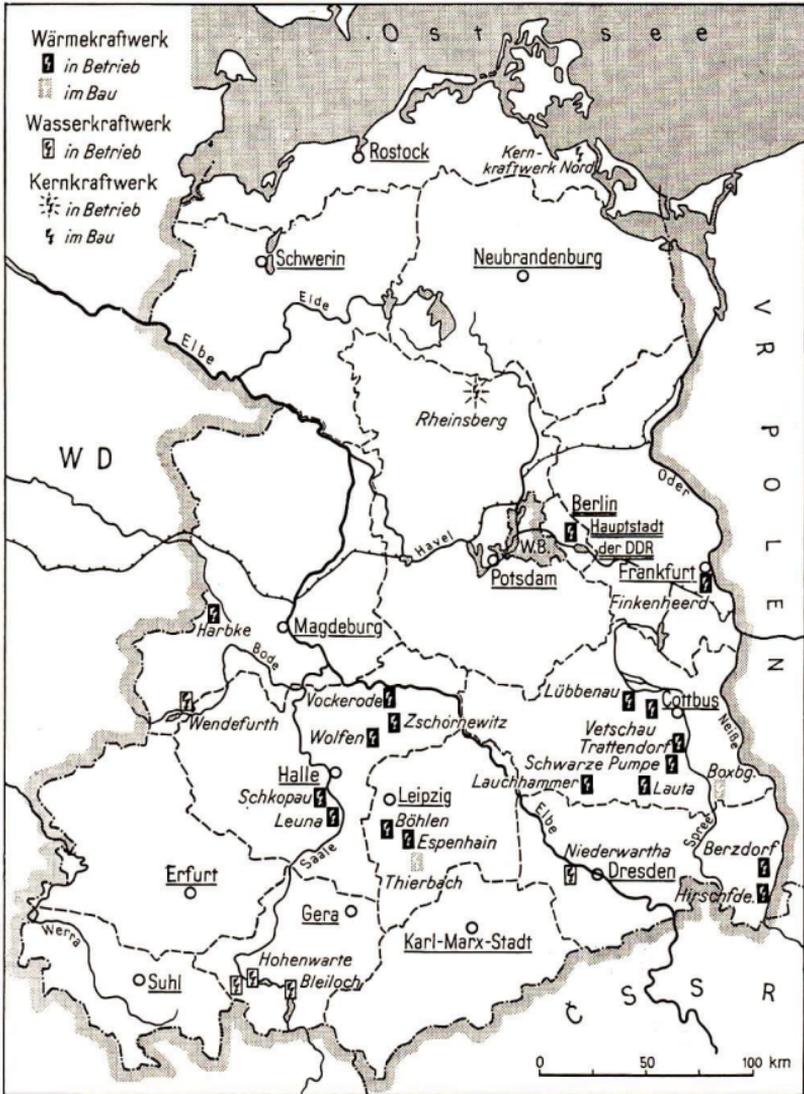
für den Dauerbetrieb:

Grundlastkraftwerke  
(vornehmlich Dampfkraftwerke auf Braunkohlenbasis)

für den aussetzenden Betrieb:

Spitzenlastkraftwerke  
(vornehmlich Pumpspeicherwerke)

## Standortverteilung der Kraftwerke der DDR



St

## Wichtige Kraftwerke der DDR

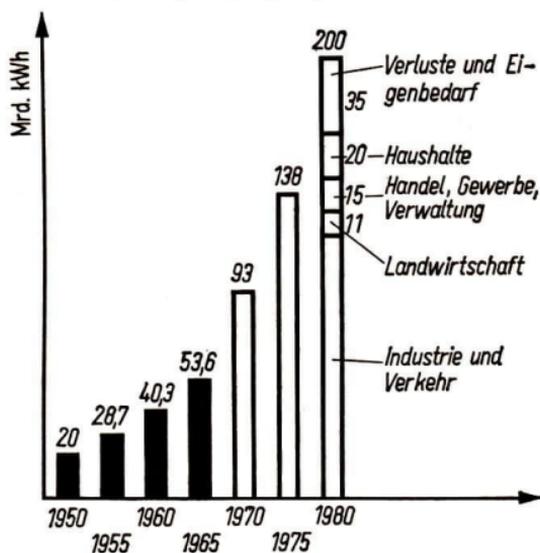
	MW		MW
Vockerode	384	Harbke	140
Espenhain	350	Lübbenau	1300
Zschornowitz	225	Berzdorf	500
Bitterfeld (EKB)	220	Trattendorf	450
Böhlen	200	Hirschfelde	330
Schkopau	200	Frankfurt-Finkenherd	171
Leuna	160	Lauta	85
Vetschau	1000	Schwarze Pumpe	750

- **Elektroenergie läßt sich über ein Leitungsnetz wirtschaftlich und praktisch ohne Zeitaufwand über große Entfernungen übertragen.**

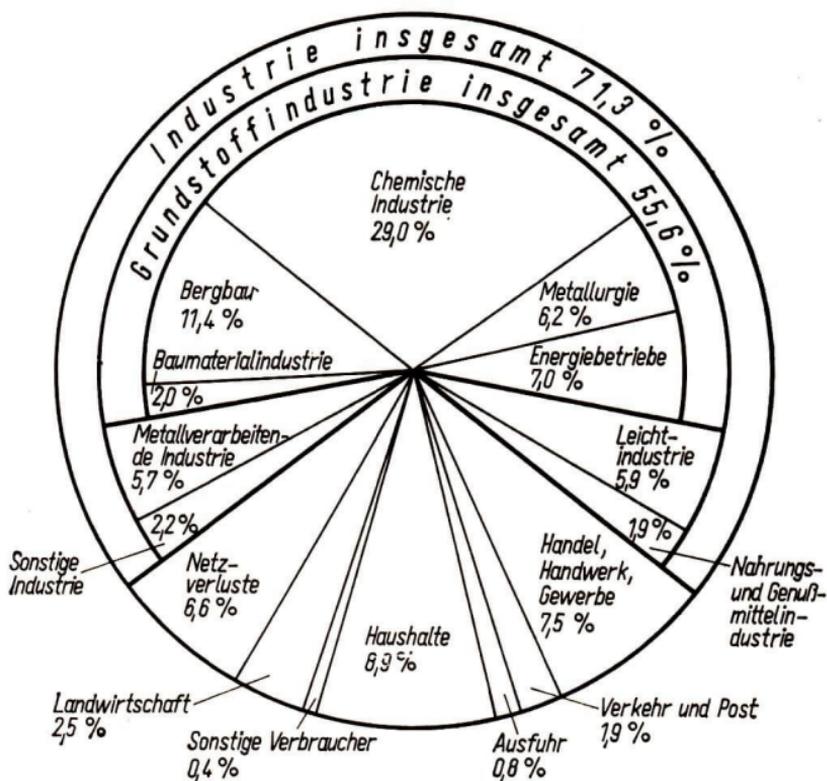
## Erzeugung und Verbrauch von Elektroenergie

- **Dem ständig steigenden Bedarf an Elektroenergie wird durch eine sinnvolle Planung des Neubaus und der Erweiterung von Kraftwerken Rechnung getragen.**

### Elektroenergieerzeugung 1950 bis 1980



## Anteilmäßiger Verbrauch an Elektroenergie 1965



## Anteile der Kraftwerkarten an der Erzeugung von Elektroenergie

Im Jahre 1967 wurden 58 443 GWh erzeugt; davon waren die Kraftwerkarten in folgender Weise im Hinblick auf ihre Energiequellen beteiligt:

Sonstige Brennstoffe	2,3%
Wasserkraft	1,4%
Steinkohle	3,1%
Braunkohlenbriketts	3,7%
Gase und Abgase	3,7%
Braunkohlenschwelkoks	7,0%
Rohbraunkohle	78,8%

## Erste Hilfe bei Unfällen durch den elektrischen Strom

Folgende Regeln sollten eingehalten werden:

1. Abschalten des Stromkreises, in dem sich der Verunglückte befindet!  
Das kann geschehen durch
  - Betätigen eines Schalters,
  - Herausschrauben einer Sicherung,
  - Ausschalten eines Sicherungsautomaten,
  - Trennen einer Kupplung.
2. Beachten, ob der Verunglückte von einer Leiter, einem Podest o. ä. nach dem Abschalten herunterstürzen kann!
3. Läßt sich der Stromkreis nicht abschalten, dann muß der Helfer sich auf isolierenden Unterlagen (trockene Bretter, PVC-Folie) dem Verunglückten nähern und ihn an nicht leitende Kleidungsstücke fassend oder mit einem isolierten Stab vom Stromkreis trennen!
4. Dem Verunglückten sind beengende Kleidungsstücke zu entfernen!
5. Der Verunglückte soll weich gelagert werden!
6. Der Arzt ist zu verständigen!
7. Bei Atemstillstand ist mit einer Atemspende zu beginnen!  
Dazu gehören:
  - Mund des Verunglückten öffnen,  
Schleim, Erbrochenes und Blut aus dem Mund entfernen,
  - Zwischen Schulter und Nacken ein Kissen oder Kleiderbündel so legen, daß der Kopf im Nacken herabhängt,
  - „Mund-zu-Mund-Beatmung“ durchführen; dabei sollte zwischen dem Mund des Verunglückten und dem des Helfers ein Taschentuch gelegt werden.
8. Ist Puls- bzw. Herzschlag gering, dann Herzmassage durchführen!  
Das geschieht, indem der Verunglückte zwei mittelgroße Faustschläge mit untergelegter Hand auf die Herzgegend im Abstand von 10 bis 20 Sekunden erhält.
9. Bei Verbrennungen sind die Brandwunden trocken und keimfrei (steril) zu bedecken!  
Dazu gehören außerdem:  
Bei schweren Verbrennungen soll der Verunglückte viel Flüssigkeit aufnehmen; am günstigsten ist ein Eßlöffel doppelkohlen-saures Natron oder – wenn nicht vorhanden – ein Eßlöffel Kochsalz auf ein Liter Wasser. Der Verunglückte muß selbst trinken!  
Keine Flüssigkeit einflößen!

# Schutzmaßnahmen gegen auftretende Berührungsspannungen

## Allgemeine Regeln!

**Eingriffe in elektrische Anlagen sind nur dem Fachmann erlaubt!**

- ▶ **Das Arbeiten an unter Spannung stehenden Geräten, Anlagen oder Anlagenteilen ist verboten!**

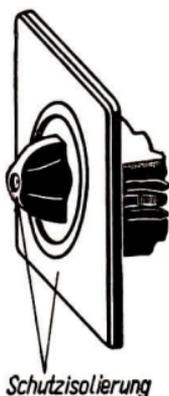
Schutzmaßnahmen gegen auftretende Berührungsspannung sollen in erster Linie den Menschen vor Schäden durch den elektrischen Strom schützen; dazu gehört auch die Verhinderung von Bränden, die durch den elektrischen Strom verursacht werden können.

- ▶ **Schutzmaßnahmen wie Schutzisolierung, Schutzkleinspannung, Nullung und Erdung sind durch Standards festgelegt.**

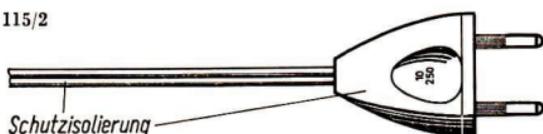
## Schutzisolierung

Mit dieser Maßnahme werden leitfähige Teile einer Anlage oder eines Gerätes durch Verwendung isolierender Umhüllungen, wie beispielsweise Preßstoffe für Schalterkappen und Steckdosen, Umhüllungen aus PVC für Leitungen, wie beispielsweise für Handgeräteleitungen (Bilder 115/1 und 115/2), gegen Berührung isoliert. Besonders bei elektrischen Haushaltsgeräten sind die Herstellerbetriebe angehalten, weitgehend schutzisolierte Haushaltsgeräte herzustellen. Das Prinzip eines motorbetriebenen elektrischen Haushaltsgerätes, das schutzisoliert ist, zeigt Bild 115/3.

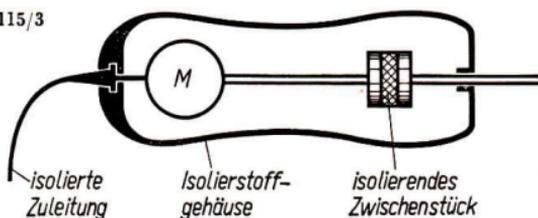
115/1



115/2



115/3

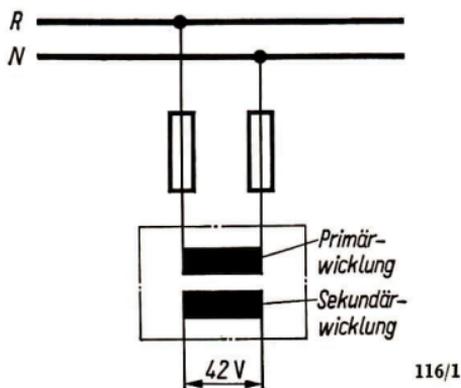


## Schutzkleinspannung

Spannungen über 65 V können lebensgefährlich sein. Als oberste Grenze für Schutzkleinspannung sind 42 V festgelegt.

- Schutzkleinspannung kann entweder über galvanische Elemente oder über Schutztransformatoren entnommen werden.

Wird Schutzkleinspannung über Transformatoren entnommen, dann muß dieser Transformator mit getrennten Ein- und Ausgangswicklungen versehen sein (Bild 116/1).



Schutzkleinspannung wird immer dort angewendet, wo recht beengte Arbeitsverhältnisse vorliegen, bei denen der Mensch sehr nahe gut elektrisch leitenden Werkstoffen und dem elektrischen Strom ist. Das trifft zu bei Arbeiten in Behältern (z. B. Kessel), in und an Backöfen und in Rohrleitungssystemen.

- Geräte, die für Schutzkleinspannungen vorgesehen sind, müssen in ihren Anforderungen dem Betrieb von 250 V entsprechen. Durch ► geeignete Maßnahmen muß gesichert sein, daß ein für Schutzkleinspannung vorgesehenes Gerät nicht irrtümlich an z. B. 220 V angeschlossen werden kann.

Bild 116/2 zeigt einen Stecker für ein mit Schutzkleinspannung betriebenes Gerät; seine Anordnung der Stecker läßt die Einführung in eine übliche Steckdose für 220 V nicht zu.

## Nullung

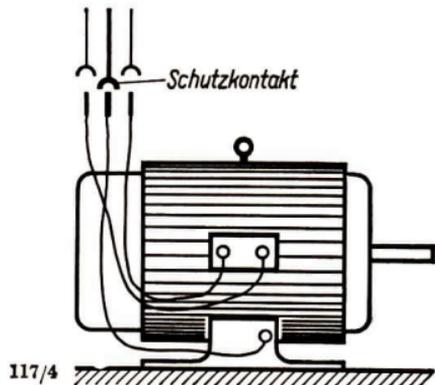
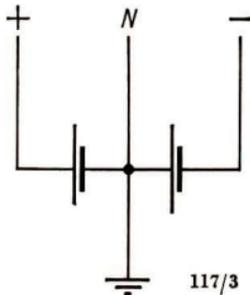
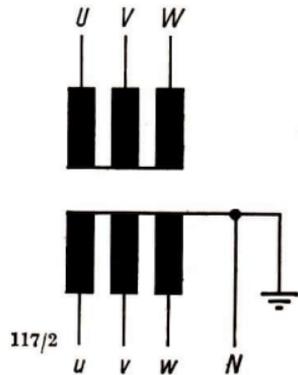
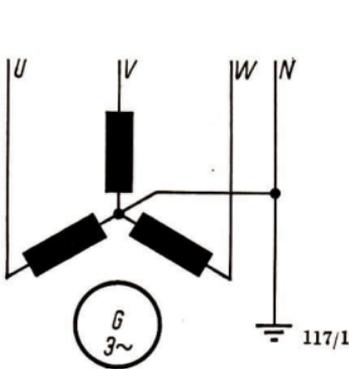
- Bei der Nullung wird ein Anlagenteil oder ein elektrisches Gerät mit dem Nulleiter verbunden.

Der Nulleiter ist der geerdete Mittelpunkt- oder Sternpunktleiter

eines Generators (Bild 117/1), eines Transformators (Bild 117/2) oder eines Akkumulators (Bild 117/3).

In den meisten Fällen sind Anlagen mit Schutzkontakten (Bild 117/4) genullte Anlagen.

- **Der Eingriff an Schutzkontaktanlagen einschließlich der dazugehörigen Anschlußschnüre ist nur dem Fachmann erlaubt!**

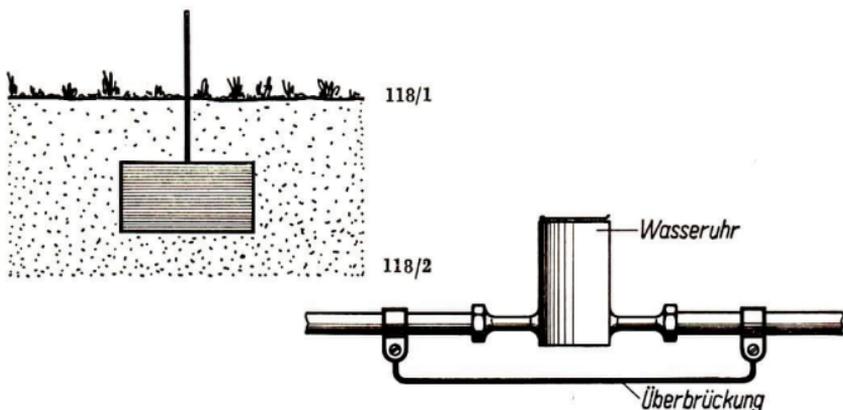


St

## Erdung

- **Bei der Erdung wird ein Anlagenteil oder ein Gerät mit dem feuchten Erdreich verbunden.**

Erder sind flächen- oder rohrförmige Leiter, die mit dem feuchten Erdreich in Verbindung stehen (Bild 118/1). Es wird vorausgesetzt, daß das Erdreich das elektrische Potential Null hat. Zur Erdung ist gleichfalls das Wasserrohrnetz zulässig. Im allgemeinen liegt der Erdanschluß eines Anlageteiles hinter der Wasseruhr; die Wasseruhr muß dann durch einen Leiter überbrückt sein (Bild 118/2).



## Leitungen für die Elektroinstallation

### Leitungsmaterial

Man teilt Leitungen ein in

1. Leitungen für feste Verlegung
2. Leitungen für den Anschluß ortsveränderlicher Verbraucher
3. Nach der Umhüllung unterscheidet man
  - Blanke Leitungen
  - Isolierte Leitungen:
    - a) kunststoff-,
    - b) gummi- und
    - c) papierisolierte Leitungen

### Leitungen für feste Verlegung

Bezeichnung	Typenkurzzeichen	Aufbau	Verwendung
Normen-Kunststoff-Aderleitung	NYA	Kupfer- oder Aluminiumleiter, Kunststoffisolation	In Isolierrohren nur in trockenen Räumen
			
Normen-Gummi-Aderleitung	NGA	Aluminium- oder verzinnter Kupferleiter ist mit Gummhülle versehen; mit gummiertem Baumwollband umwickelt; dann mit Baumwolle oder Hanf umflochten	Gleiche Verwendung wie NYA
			

Bezeichnung	Typen- kurz- zeichen	Aufbau	Verwendung
Normen- Kunststoff- Mantelleitung	NYM	Aluminium- oder Kupferleiter ist mit thermoplastischer Hülle umgeben, darüber folgt ein thermoplastischer Mantel	Ersetzen praktisch alle kabelähnlichen Leitungen
			
Normen- Kunststoff- Imputleitung (Stegleitung)	NYIF	Leiter erhält Isolierhülle, zwei oder drei Leiter werden in gemeinsame flache Kunststoffhülle gepreßt	In Gebäuden auf das Mauerwerk geheftet; der Putz gibt danach den notwendigen mechanischen Schutz
			
Normen- Rohrdrabt- Aderleitung	NRA	Leiter erhält Isolierhülle, Adern werden verseilt, mit getränktem Papier bewickelt; darüber eng anliegender Metallmantel	In Gebäuden auf dem Putz verlegt; Räume müssen trocken sein
			

St

## Leitungen zum Anschluß ortsveränderlicher Verbraucher

### Gummischlauchleitungen

Normen- Leichte- Handgerä- teleitung	NLH	Verzinnete flexible Leiter erhalten Gummihülle, verseilte Adern werden mit gemeinsamem schwachem Gummimantel umgeben	Zum Anschluß von Tischlampen, Heizkissen, Heißluftgeräten
			
Normen- Schwere- Handgerä- teleitung	NSH	Zunächst Aufbau wie NLH, dann erhalten die Leiter eine Baumwollumspinnung, sie werden verseilt und mit einem Gummimantel umgeben; darüber folgen ein Baumwollband und ein zweiter Gummimantel	Für die Installation an schweren Werkzeugmaschinen, landwirtschaftlichen Geräten, Laufkränen
			

## Leitungsschnüre für Beleuchtungskörper

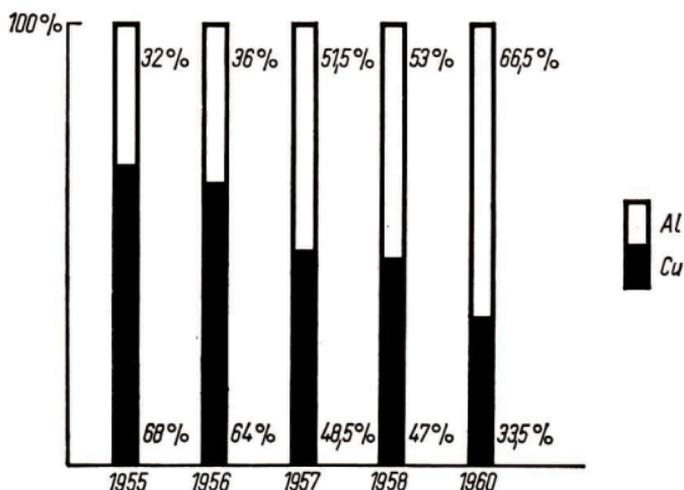
Bezeichnung	Typen- kurz- zeichen	Aufbau	Verwendung
Normen- Fassungssader	NFA	Massiver oder feindrähtiger (flexibler) Leiter, mit einer Gummihülle umgeben, mit einem Garn umflochten; der Querschnitt ist $0,75 \text{ mm}^2$	Für die Installation in und an Beleuchtungskörpern



## Leiter- und Widerstandswerkstoffe

### Leiterwerkstoffe

Hauptsächlich werden Aluminium und Kupfer als Leiterwerkstoffe verwendet. Im Gegensatz zu Kupfer ist Aluminium in genügender Menge zu relativ niedrigem Preis vorhanden. Wegen der guten Eigenschaften (physikalische und chemische) des Aluminiums löst es das Kupfer immer mehr ab. Aus diesem Grunde sind auch die Hauptproduktionsländer des Kupfers, wie die Sowjetunion und die USA, zur vornehmlichen Verwendung des Aluminiums als Leiterwerkstoff übergegangen. Die Tendenz der Ablösung des Kupfers in der DDR zeigt Bild 120/1:



120/1

Kennzeichnend für einen Leiterwerkstoff ist sein relativ geringer spezifischer Widerstand

Leiterwerkstoff	Chemisches Kurzzeichen	Spez. Widerstand (in $\Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$ )	Leitfähigkeit (in $\Omega \frac{\text{m}}{\text{mm}^2}$ )	Dichte (in $\text{kg}/\text{dm}^3$ )	Temperaturkoeffizient in $\frac{1}{^\circ\text{C}}$
Silber	Ag	0,0165	61	10,5	0,0036
Kupfer	Cu	0,0178	56	8,9	0,0039
Aluminium	Al	0,0287	35	2,7	0,004
Bronze		0,018 bis 0,056	55 bis 18	7,4 bis 8,9	0,004
Aldrey		0,033	30	2,7	0,0036
Zink	Zn	0,063	16	7,2	0,0037
Stahl		0,10 bis 0,15	10 bis 6,6	7,8	0,0058
Blei	Pb	0,21	4,8	11,4	0,004

## Widerstandswerkstoffe

### Metallische

Nickelin, Manganin, Konstantan, Chromnickel werden als Drahtwiderstände gefertigt.

### Keramische

Siliziumhaltige oder kohlehaltige Widerstände werden meist als Stäbe oder Röhren gefertigt. Bei Kohleschichtwiderständen wird die Kohle in eine wendelförmige Rille eines Porzellanröhrchens eingebracht.

## Beispiele

Widerstandsbauelemente: Vor- und Nebenwiderstände für Meßgeräte, Spannungsteiler, Drehwiderstände, Schiebewiderstände.

Kennzeichnend für einen Widerstandswerkstoff ist sein relativ hoher spezifischer Widerstand.

Widerstandswerkstoff	Spezifischer Widerstand (in $\Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$ )	Leitfähigkeit (in $\Omega \frac{\text{m}}{\text{mm}^2}$ )	Temperaturkoeffizient (in $\frac{1}{^\circ\text{C}}$ )
Nickelin	0,43	2,3	0,00023
Manganin	0,43	2,3	0,00001
Konstantan	0,50	2,0	0,00005
Chromnickel	1,10	2,0	0,00025
Kohlenstoff (bei Widerstandsschichten)	30	0,033	0,002 bis 0,005

## Elektrische Schaltgeräte

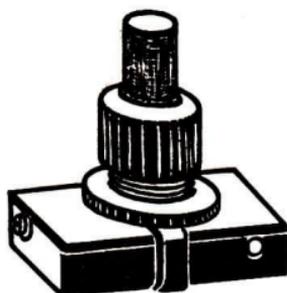
Schalter, Sicherungen und Steckvorrichtungen faßt man unter dem Begriff „Elektrische Schaltgeräte“ zusammen.

► **Elektrische Schaltgeräte verbinden, unterbrechen oder trennen Strompfade.**

Schalter teilt man ein in

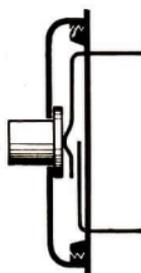
Stellschalter

122/1

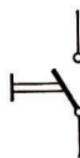


Tastschalter

122/2



Schaltzeichen



Schaltzeichen



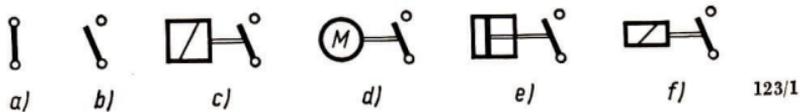
### Stellschalter

Stellschalter (handbetätigt) haben keinen selbsttätigen Rückgang (Bild 122/1). Nach der Betätigung bleiben sie in der Schaltstellung stehen. Diese Schalter werden für die unterschiedlichsten Spannungen und Stromstärken hergestellt.

### Tastschalter

Tastschalter zeichnen sich durch selbsttätigen Rückgang aus (Bild 122/2). Man unterscheidet zwischen handbetätigten und elektro-mechanisch, motorisch oder druckluftbetätigten Tastschaltern (Fernschalter). Nach der Wirkungsweise des Tastschalters kann man in

Öffner und Schließer einteilen, das heißt, mit ersterem kann ein Strompfad unterbrochen, mit letzterem einer geschlossen werden. Relais und Schütze bezeichnet man als Befehlsschalter. Ihr elektromechanisches Triebsystem (z. B. ein Elektromagnet, dessen Zuganker Schaltglieder betätigt) wird oftmals durch schwache Ströme betätigt (Steuergrößen), und ihre Schaltkontakte steuern nachfolgende elektrische Einrichtungen (Bild 123/1).

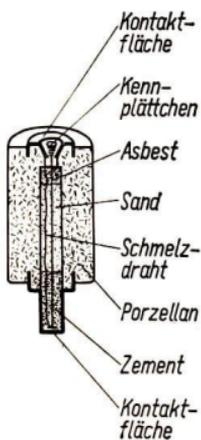


a) Öffner, b) Schließer, c) elektromagnetischer Kraftantrieb, d) motorischer Antrieb, e) Druckluftantrieb, f) Schütz

### Schmelz- und Paßeinsätze der Leitungsschutzsicherungen

Eine Leitungsschutzsicherung muß beim Überschreiten des angegebenen Nennstromes ansprechen und den Stromkreis unterbrechen. Leitungsschutzsicherungen sind so gefertigt, daß es nicht möglich ist, in einen Paßeinsatz eine Leitungsschutzsicherung für einen höheren als vorgesehenen Nennstrom einzubringen. Kontaktöffnung des Paßeinsatzes und Durchmesser des Fußkontakts der Leitungsschutzsicherung für einen bestimmten Nennstrom sind aufeinander abgestimmt (Bilder 123/2 und 123/3).

123/2



123/3



## Kennfarben

Nennstrom (in Ampere)	6	10	16	20	25	35	60	80	100
Kennfarbe	grün	rot	grau	blau	gelb	schwarz	kupfern	silbern	rot

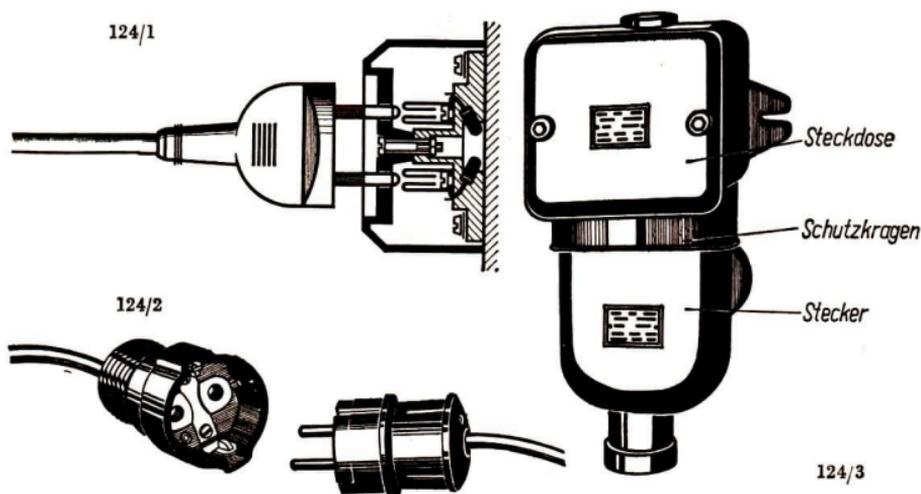
- ▶ **Leitungsschutzsicherungen und Leitungsschutzschalter sind Vorrichtungen, die Leitungen vor Strömen unzulässiger Stärke und Dauer selbsttätig schützen.**

## Steckvorrichtungen

- ▶ **Steckvorrichtungen sind Schaltgeräte für feste und bewegliche oder nur bewegliche Strompfade, bei denen die zum Verbinden oder Unterbrechen dienenden Teile nicht fest auf einem gemeinsamen Sockel zusammenhängen.**

Man kann Steckvorrichtungen einteilen in

1. Wandsteckvorrichtungen (hierbei ist die Dose fest montiert, der Stecker gehört zu einem beweglichen Strompfad) (Bild 124/1),
2. Kupplungssteckvorrichtungen oder Kupplungen (hierbei gehören sowohl Dose als auch Stecker zu beweglichen Strompfaden) (Bild 124/2) und
3. Kragensteckvorrichtungen (hierbei haben Dose und Stecker einen Schutzkragen; man versteht darunter eine Vorrichtung, die im wesentlichen folgende Aufgaben hat: Es wird verhindert, daß beim Zusammenstecken spannungsführende Teile berührt werden; sie dienen als Schutz gegen überlaufende Flüssigkeiten und als Schutz gegen mechanische Beschädigung) (Bild 124/3).

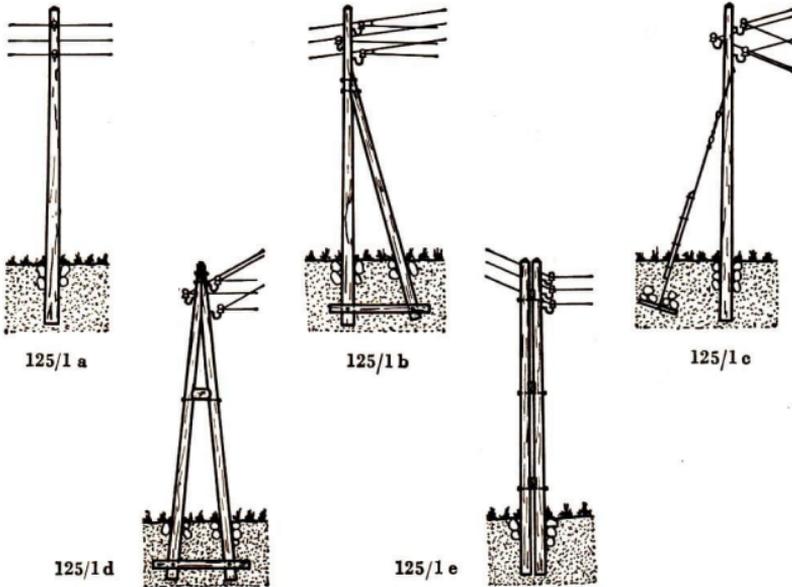


## Verlegungsarten

- Elektrische Leitungen können verlegt werden im Freien, im Erd-  
boden, unter Wasser, an und in Gebäuden.

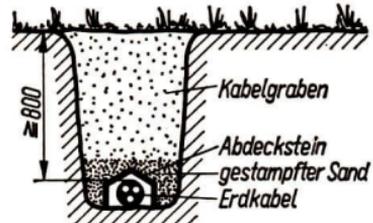
### Formen von Freileitungsmasten bei Verlegung im Freien

Leitungsmaste sind aus Holz, Stahlbeton oder Stahl. Ihre Auswahl wird grundsätzlich durch die Höhe der in der Leitung herrschenden Spannung bestimmt. Die Mastform ist vornehmlich von der Leitungsführung (Trasse) abhängig (Bild 125/1).

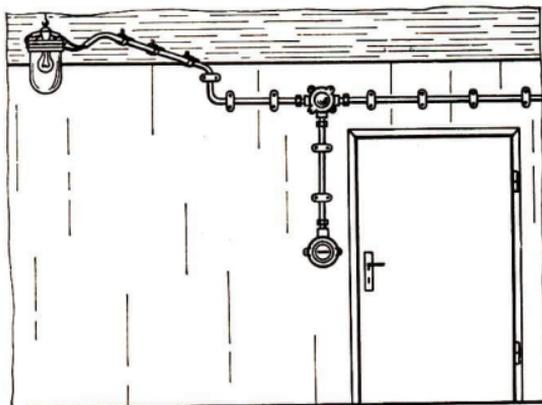


- a) Einfacher Tragmast, b) Winkelmast mit Strebe, c) Winkelmast mit Anker, d) A-Mast, e) Doppelmast

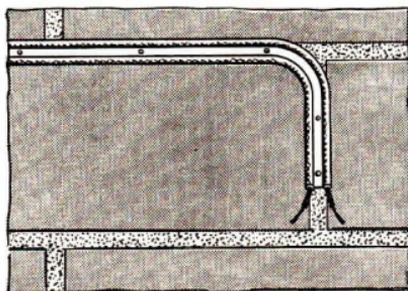
### Verlegen von Erdkabel



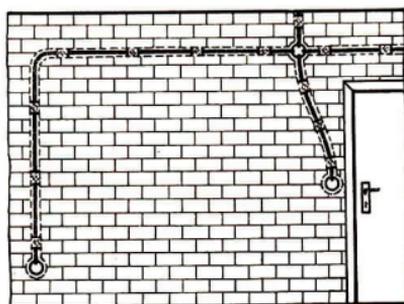
## Verlegung in Gebäuden



Verlegung  
auf dem Putz



Verlegung im Putz

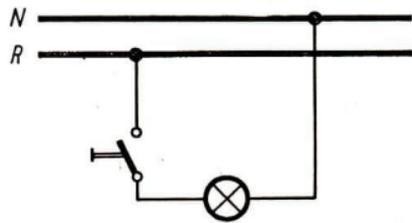


Verlegung unter dem Putz

# Schaltungen der Installationstechnik

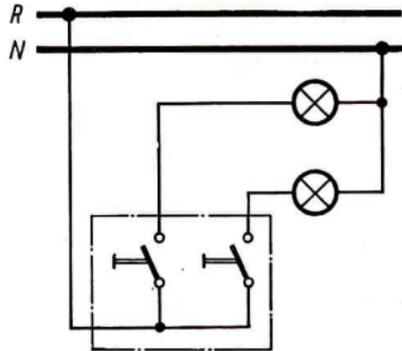
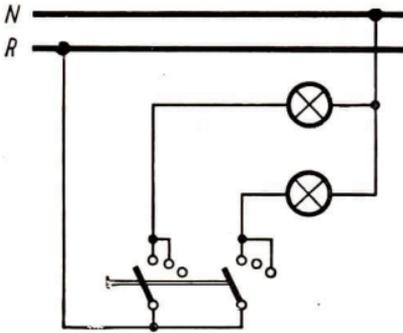
## Ausschaltung

Mit Hilfe eines Stellschalters läßt sich das Betriebsmittel (im vorliegenden Fall eine Glühlampe) ein- oder ausschalten.



## Serienschaltung

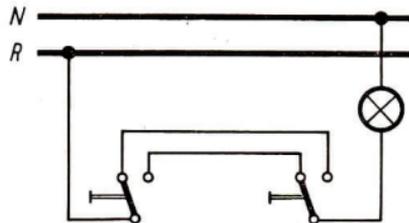
Mit Hilfe eines Stellschalters lassen sich zwei Betriebsmittel entweder gemeinsam oder einzeln schalten. Es können auch zwei Ausschalter in einem Gehäuse untergebracht sein.



St

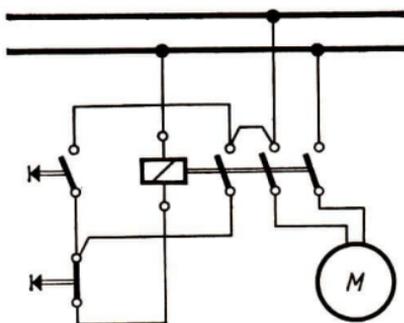
## Wechselschaltung

Mit Hilfe von zwei Stellschaltern lassen sich Betriebsmittel von zwei Stellen aus ein- oder ausschalten.



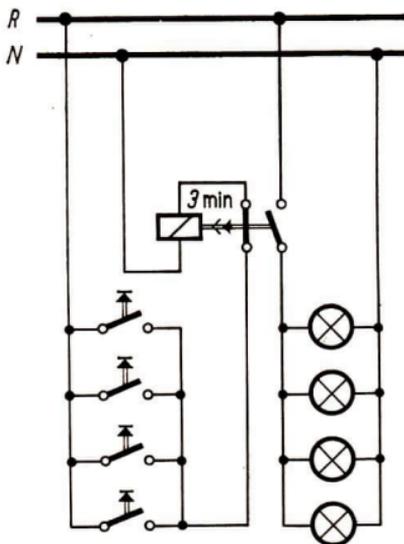
## Schützsteuerung eines Motors

Ein Schließer und ein Öffner mit selbsttätigem Rückgang steuern ein Schütz in Selbsthalteschaltung. Wird der Schließer betätigt, dann spricht das Schütz an; zwei Schaltglieder schalten den Motor, ein Schaltglied dient zur Stromversorgung der Schützspule. Durch Betätigen des Öffners fällt das Schütz ab.



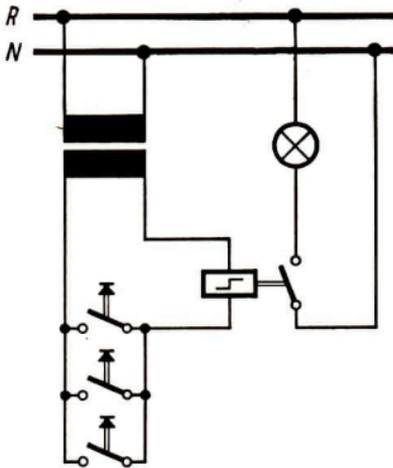
## Treppenhausschaltung mit Automat

Die Taster sind parallelgeschaltet; wird einer der Taster betätigt, dann spricht das Relais an und schaltet die Betriebsmittel (parallelgeschaltete Glühlampen) ein. Das Relais ist mit einem mechanischen oder pneumatischen System gekoppelt, das nach einer einzustellenden Betriebszeit das Relais abfallen läßt; erst dann kann das Relais über einen Taster zum Ansprechen gebracht werden.



## Installationsfernschaltung

Das Stromstoßrelais ist schwachstrombetrieben. Solche Schaltungen sind weniger materialaufwendig als gleichartige, die unter Verwendung von Wechselschaltern und Polwendern installiert werden. Besonders im modernen Wohnungsbau werden diese Schaltungen (Unterflurinstallation) angewendet (Bild siehe Seite 129).



## Elektrowärme

### Einteilung von Elektrowärmegegeräten

Allgemein kann man Elektrowärmegegeräten einteilen in  
 Elektrowärmegegeräten für den **Haushalt**

Elektrowärmegegeräten für **Industrie und Landwirtschaft**

Dabei muß bemerkt werden, daß die Grenzen nicht immer scharf gezogen werden können, da manche Geeräten in allen Bereichen verwendet werden.

### Elektrowärmegegeräten für den Haushalt

Für alle Elektrowärmegegeräten im Haushalt gilt:

1. Sie sind nur für eine Spannung bis 250 V gegen Erde zulässig.
2. Die unter Spannung stehenden Teile müssen gegen zufällige Berührung geschützt sein.
- ▶ 3. Jedes Geeräten muß ein Leistungsschild mit der Angabe der Betriebsspannung, der Nennleistung und dem Ursprungszeichen tragen.

Heizkissen  
 Kochplatten  
 Zimmeröfen

*Leistungsaufnahme*  
 etwa 65 W  
 bis 1,3 kW  
 500 bis 1000 W

Backöfen	1 kW bis 3 kW
Tauchsieder	300 W bis 1000 W
Heißwasserspeicher	0,5 kW bis 6 kW
Bügeleisen	300 W bis 800 W

## Elektrowärmegeräte für Industrie und Landwirtschaft

	<i>Leistungsaufnahme</i>
Wärmespeicheröfen	5,4 kW
Infrarot-Hellstrahler	125 W, 250 W, 500 W
Lichtbogenofen (35 t)	12 000 kVA
Induktionsofen ( $f$ : 50 Hz)	120 kVA
Widerstandsofen ( $t$ : 1350 °C)	108 kVA
Widerstandsschweißeinrichtungen	1 kW bis 30 kW

## Arbeitstemperaturen einiger Elektrowärmegeräte

Zimmeröfen	40 °C
Warmwasserbereiter	50 °C
Heißwasserspeicher	95 °C
Kochtöpfe	100 °C
Infrarot-Hellstrahler	150 °C
Bügeleisen	200 °C
Kochplatten	350 °C
Backöfen	350 °C
Infrarot-Dunkelstrahler	450 °C
Strahlöfen	700 °C
Lichtbogen	4000 °C

## Elektrische Beleuchtung

### Allgebrauchslampen

### Entwicklung der Glühlampe in Deutschland

	Bau- jahr	Betriebs- spannung (in Volt)	Leistungs- aufnahme (in Watt)	Lebens- dauer (in h)
Kohlenfadenlampe	1882	110	50	600
Osmiumfadenlampe	1902	75	50	800
Tantaldrahtlampe	1905	110	60	800
Wolframfadenlampe	1906	120	40	800
Wolframdrahtlampe	1911	110	35	1000
Erste gasgefüllte Wendel- drahtlampe (Nitalampe)	1915	110	60	600

Doppelwendellampe  
mit Argongasfüllung  
Kryptonlampe

1935  
1938

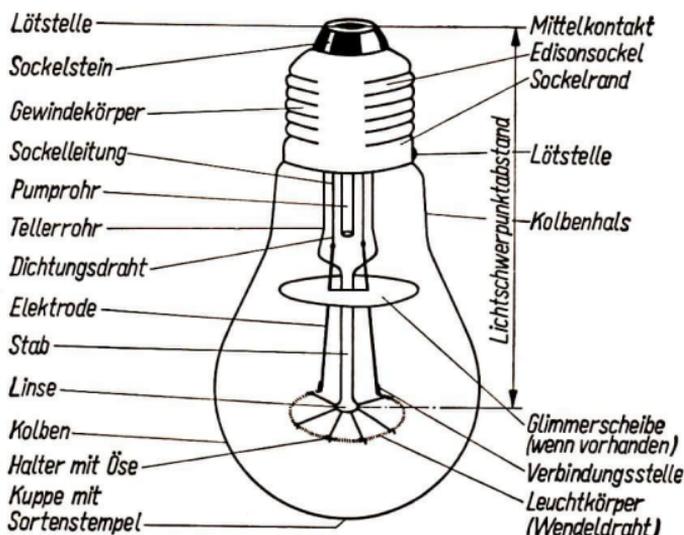
110  
110

60  
60

1000  
1000

HEINRICH GOEBEL brachte 1855 eine verkohlte Bambusfaser, die in einen luftverdünnten Glaskolben eingeschlossen wurde, mit Hilfe des elektrischen Stromes zum Glühen. ALEXANDER NIKOLAJE-WITSCH LODYGIN verwendete 1872 als Glühkörper dünne Kohlestäbchen. Auf diesen Grundlagen gelang THOMAS ALVA EDISON 1879 die Konstruktion einer Glühlampe, die industriell gefertigt werden konnte.

## Aufbau der Allgebrauchslampen



Allgebrauchslampen unterscheiden sich durch

1. Leistungsaufnahme: (15 Watt bis 200 Watt)

2. Drahtwendel: Einfachwendel (E)

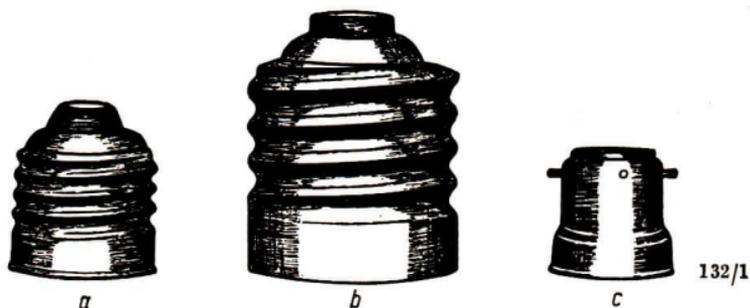
Doppelwendel (D)



3. Sockel: Schraubsockel E 27 (a), Schraubsockel E 40 (b), Bajonettsockel B 22 (c) (Bild 132/1, S. 132)

4. Füllung: Vakuumlampen (V), Gasfüllungslampen (G)

Die Lebensdauer der Allgebrauchslampen beträgt (Netzspannungsschwankungen berücksichtigt) etwa 1000 Betriebsstunden.



Leistungs- aufnahme (in Watt)	Lampenart				Sockel
	V	G	E	D	
15	×		×		
25	×		×		
40		×		×	
60		×		×	E 27
75		×		×	oder
100		×		×	B 22
150		×		×	
200		×	×		
300		×	×		—
500		×	×		
1000		×	×		E 40
2000		×	×		

## Niederspannungsleuchtstoff- lampen

Schaltung der Niederspannungs-  
leuchtstofflampe →

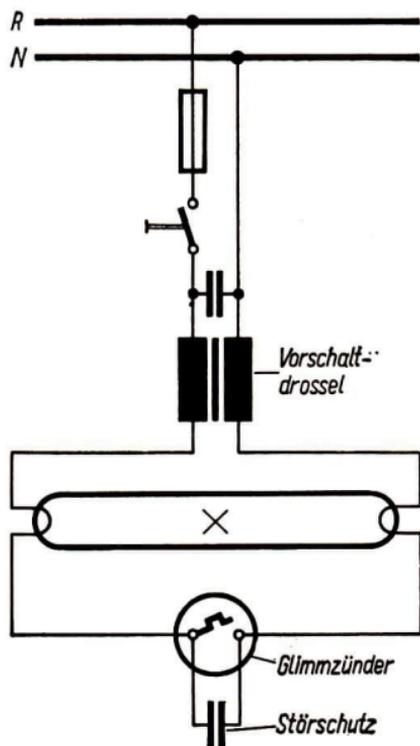
### Startvorgang

Der Glimmzünder hat folgende  
Aufgaben:

1. Einschalten des Heizstromes  
der Glühelektroden.
2. Einhalten der notwendigen  
Anheizzeit.
3. Unterbrechung des Anheiz-  
stromkreises.

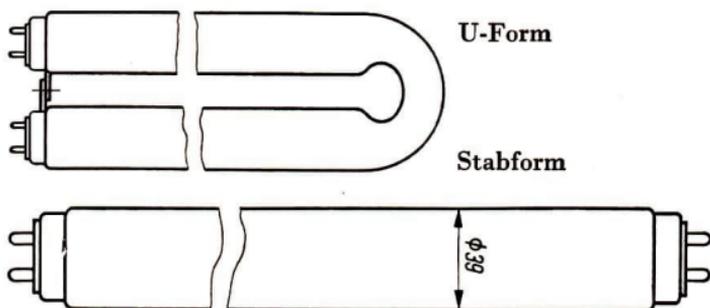
Die Vorschalt-drossel hat fol-  
gende Aufgaben:

1. Begrenzung des Betriebs-  
stromes.
2. Begrenzung des Heizstromes.
3. Erzeugung der Zündspan-  
nung.



Folgender Ablauf des Startvorganges geschieht: Betätigung des Netzschalters – Vorheizen des Glimmzünders durch Glimmstrom – Schließen des Glimmzünderkontaktes – Vorheizen der Glüh Elektroden – Öffnen des Glimmzünderkontaktes – Zündung der Leuchtstofflampe durch Selbstinduktionsspannung der Vorschaltdrosseln.

## Grundformen der Leuchtstofflampen



## Typen der Leuchtstofflampen

	Leistungs- aufnahme (in Watt)	Rohrlänge (in mm)
<i>Stabform</i>	20	590
	25	970
	40	1200
	65	1500
<i>U-Form</i>	25	410
	40	525

► Mit Hilfe von Leuchtstofflampen können Lichtfarben erzeugt werden, deren Eigenschaften vielseitigen Sehaufgaben gerecht werden.

## Lichtfarben von Leuchtstofflampen und ihre Anwendung

	Neutralweiß W	Gelblichweiß G	Warmton I	Tageslicht T
<i>Eigen- schaft</i>	Kaum Unter- schied zum Tageslicht. Es tritt kein Zwi- elicht auf	Schafft eine als warm empfun- dene Raum- atmosphäre (wie bei der Glüh-	Stärkerer Rotanteil	Kein Unter- schied zum Tageslicht

	Neutralweiß W	Gelblichweiß G	Warmton I	Tageslicht T
		lampe). Ruft Zwielicht- erscheinungen hervor		
<i>Anwendung</i>	Für die mei- sten Schau- gaben geeignet, Ausstattung von Arbeits- räumen	Für viele Arten von Handels- betrieben mit Publikums- verkehr	Für Gast- stätten, Wohn- und Kulturräu- me	Dort, wo eine farbechte Wie- dergabe der Gegenstände gefordert wird (z. B. Textilien- verkauf)

Für Illuminationsbeleuchtung werden Leuchtstofflampen für rotes, grünes und blaues Licht hergestellt.

**Vorteile der Niederspannungsleuchtstofflampe gegenüber der Allgebrauchslampe**

1. Die Lebensdauer beträgt etwa das Fünffache der Allgebrauchslampe.
2. Die Betriebskosten sind geringer.
3. Die Betriebstemperatur ist geringer.
4. Der Lichtstrom ist konstant und von normalen Spannungsschwankungen unabhängig.
5. Das Licht ist fast blendungsfrei.

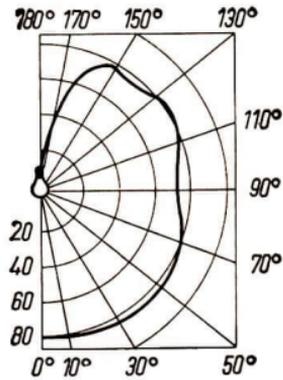
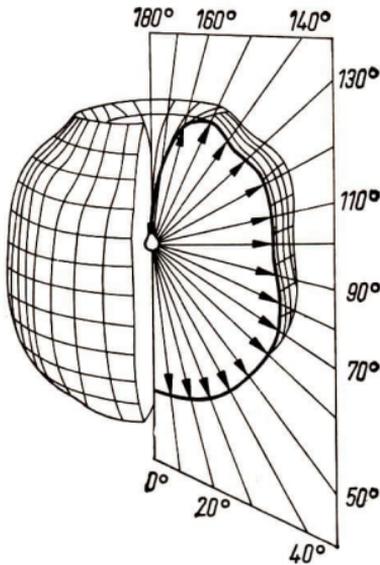
Die Vorteile werden nur unter bestimmten Betriebsbedingungen wirksam: Die hohen Anschaffungskosten sind nur bei langer Brenndauer gerechtfertigt; große Schalthäufigkeit bedingt eine größere Störanfälligkeit; die Netzspannung darf nicht stark schwanken.

## Leuchten

### Lichtverteilung

Die Lichtverteilung gehört zu den wesentlichen Grundbegriffen der Beleuchtungstechnik.

Eine Glühlampe strahlt ihr Licht nicht gleichmäßig nach allen Richtungen aus. Wie sich die Lichtstärke einer Glühlampe im Raum verteilt, kann man mit Hilfe eines Lichtverteilungskörpers zeichnerisch darstellen. Für Glühlampen mit symmetrischer Lichtverteilung genügt für weitere Betrachtungen eine Schnittdarstellung bis zur Symmetrieachse des Lichtverteilungskörpers.



Lichtverteilungskurve dieser Glühlampe

Lichtverteilungskörper einer hängenden Glühlampe

## Aufgaben der Leuchten

1. Die Lichtverteilung der Glühlampen bzw. Leuchtstofflampen muß gemäß dem verlangten Beleuchtungszweck gestaltet werden.
2. Das Auge muß gegen Blendung geschützt werden.
3. Die Gefahr äußerer Beschädigung der Lampe vermindern.
4. Eine schnelle Verschmutzung der Lampe verhindern.
5. Das Zubehör aufnehmen (Fassung, Anschlußklemmen, Befestigung).

St

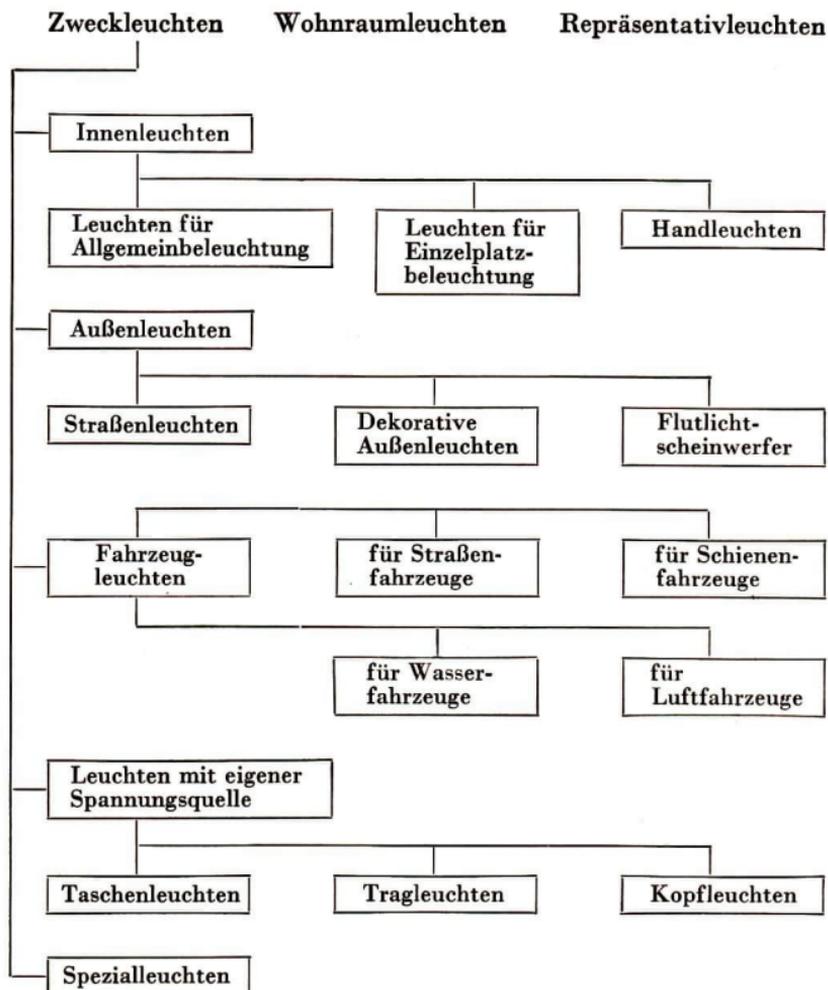
## Einteilung der Leuchten nach der Lichtverteilung

Auf einer Lichtverteilungskurve wird in einen oberen Halbraum ( $90^\circ$  bis  $180^\circ$ ) und in einen unteren Halbraum ( $0^\circ$  bis  $90^\circ$ ) unterschieden. Entsprechend der prozentualen Lichtverteilung durch die Leuchte in oberen und unteren Halbraum werden fünf Leuchtenarten unterschieden:

Leuchtenart	Direktleuchten	Vorwiegend Direktleuchten	Gleichförmigleuchten	Vorwiegend Indirektleuchten	Indirektleuchten
Ausstrahlungseigenschaften	tiefstrahlend	vorwiegend tiefstrahlend	rundstrahlend bzw. freistrah-lend	vorwiegend hochstrahlend	hochstrahlend

## Einteilung der Leuchten nach dem Beleuchtungszweck

- Nach Art und Anwendung der Leuchten unterscheidet man Zweckleuchten, Wohnraumleuchten und Repräsentativleuchten.



Außerdem wird bei Leuchten nach folgenden Begriffen unterschieden:

*Ortsfeste Leuchten*

*Ortsveränderliche Leuchten*

Deckenleuchten

Leuchten mit Befestigungsmittel

Leuchten ohne Befestigungsmittel

Wandleuchten

Hängeleuchten

Standleuchten

Ein- und Anbauleuchten

Stehleuchten

Ständerleuchten

Tragleuchten

## Anwendungen der Leuchten

### *Leuchten für direktes Licht*

In Betriebsräumen mit mittlerer und großer Höhe als Tiefstrahler; für starke Beleuchtung kleiner Arbeitsplätze, bei denen große Schattigkeit nicht stört; für Außenbeleuchtung von Höfen und Lagerplätzen; für Schaufenster.

### *Leuchten für vorwiegend direktes Licht*

In Betriebs- und Wohnräumen mit normaler Höhe (unter der Voraussetzung gut reflektierender Decken und Wände); in Maschinsälen, die blendungsfreies Licht benötigen.

### *Leuchten für gleichförmiges Licht*

In Betriebs- und Büroräumen normaler Höhe mit hellen Decken und Wänden, in denen ein gleichmäßiges Licht und die Vermeidung starker Schattenbildung gefordert wird.

### *Leuchten für vorwiegend indirektes Licht*

In Büro-, Kultur- und Wohnräumen, in denen geringe Schattenbildung und gutes und gleichmäßiges Licht gefordert wird.

### *Leuchten für indirektes Licht*

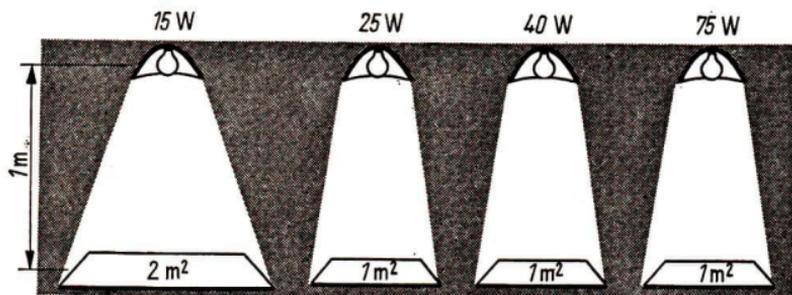
In medizinischen, Kultur- und Wohnräumen, in denen blendungsfreies, sehr gleichmäßiges und fast schattenfreies Licht gefordert wird. Diese Beleuchtungsart hat jedoch einen sehr geringen Wirkungsgrad.

## Beleuchtungsansprüche

- Die künstliche Beleuchtung muß hygienischen Anforderungen genügen, wirtschaftlich günstig sein und der Raumwirkung dienen.**
- **Gute Beleuchtung schafft günstige Sehbedingungen, verhindert Ermüdung der Augen, fördert und erhält das Wohlbefinden und damit die Lebensfreude des Menschen.**

Ein solcher Leitsatz muß bei der Projektierung moderner Beleuchtungsanlagen berücksichtigt werden. Das geschieht häufig so, indem je nach der Art des zu beleuchtenden Raumes Beleuchtungsansprüche mit den Bezeichnungen gering, mäßig, hoch und sehr hoch gestellt werden können.

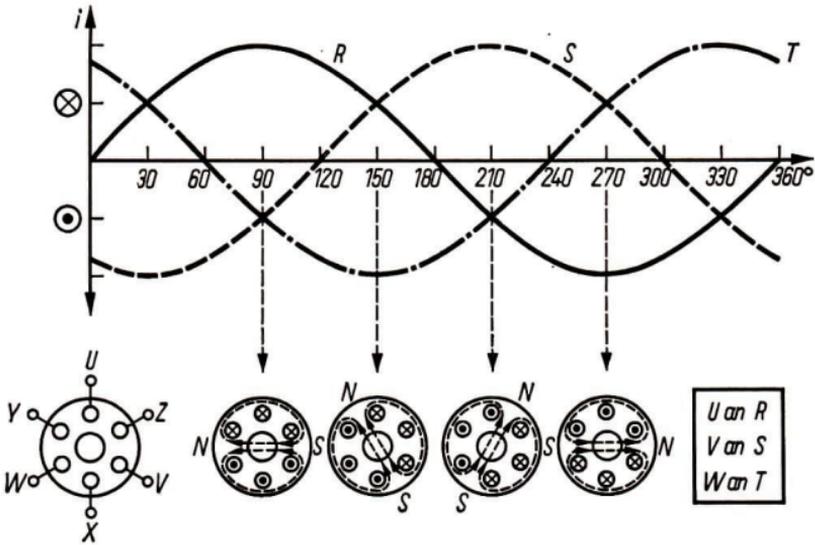
## Beleuchtungsanspruch



Raum	gering	mäßig	hoch	sehr hoch
Für Metallbearbeitung	Schmieden an Amboß und Gesenk, Schruppen	Drehen, Bohren, Fräsen, Hobeln, Grobmontage, Biegearbeiten	feine Dreh-, Bohr- und Hobelarbeiten, Feinschleifen, Einrichten, Polieren, Feinmontage	Werkzeug-, Lehren- und Vorrichtungsbau, feinmechanische Arbeiten, Uhrenfertigung und -reparatur
für elektrotechnische Fertigung		Kabel- und Leitungsherstellung, Wickeln mit grobem Draht, Montage großer Maschinen	Montage von Apparaten und kleinen Motoren	Montage kleiner Meßinstrumente, Justieren, Prüfen
für Holzbearbeitung	Arbeit am Sägegatter	Hobeln, Leimen, Sägen, Fräsen, Zusammenbau, Korbwaren- und Bürstenherstellung	Polieren, Lackieren, Modellbau, Intarsienarbeit, Arbeiten an Holzbearbeitungsmaschinen	
Unterrichtsräume	Treppen	Maschinenlaboratorien, Musiksäle, Turnhallen	Technisches Zeichnen, polytechnische, Chemie- und Physikabinette	Zeichensäle, Handarbeitsräume
Wohn- und Aufenthaltsräume	Treppen, Bäder	Wohn-, Lese-, Musik- und Hotelzimmer, Gaststätten	Zimmer für Näharbeiten	

## Drehstrom

- **Drehstrom (Dreiphasenstrom) ist ein System dreier Wechselströme, zwischen denen eine Phasenverschiebung von  $120^\circ$  (das entspricht einer Drittel Periode) besteht.** (Bild 139/1)

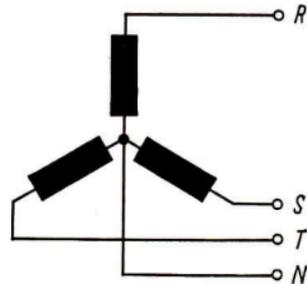


139/1

## Schaltungen zur Drehstromerzeugung

### Sternschaltung

Die Rückleitung der Ströme wird durch einen gemeinsamen Mittelpunktleiter vorgenommen.



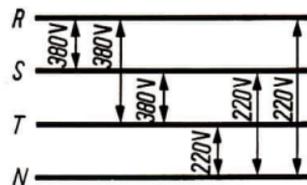
### Vierleitersystem

Zwischen den Hauptleitern R, S und T ist eine Spannung von 380 V üblich; zwischen einem Hauptleiter und dem Mittelpunktleiter besteht dann eine Spannung von 220 V.

Es gilt die Beziehung

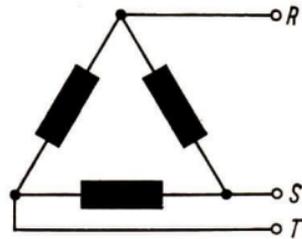
$$U_L = \sqrt{3} \cdot U,$$

$$380 \text{ V} = 1,73 \cdot 220 \text{ V}.$$



### Dreieckschaltung

Die Rückleitung der Ströme erfolgt über die Hauptleiter.



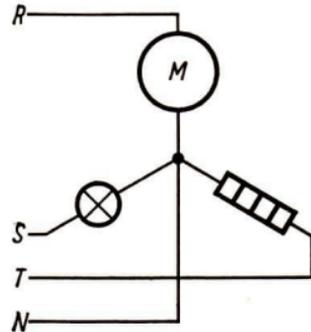
### Dreileitersystem

Zwischen den Hauptleitern R, S und T ist eine Spannung von 220 V üblich.

## Schaltungen von drehstrombetriebenen Betriebsmitteln

### Sterngeschaltete Betriebsmittel im Vierleitersystem

Jedes Betriebsmittel liegt an 220 V.



### Dreieckgeschaltete Betriebsmittel

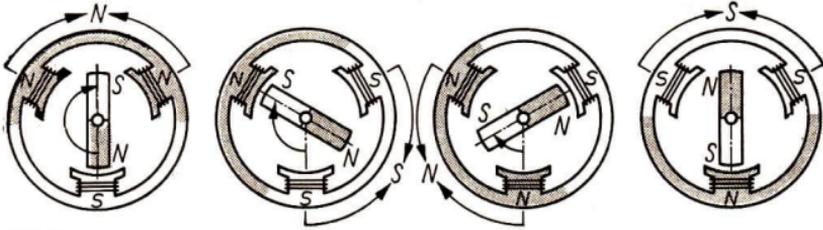
Im Vierleitersystem liegen die Betriebsmittel an 380 V.

## Drehfeld

Ein aus den Eigenschaften des Drehstroms hervorgehender technisch gut nutzbarer Effekt ist das Drehfeld.

### Darstellung des Drehfeldes

Werden drei um  $120^\circ$  versetzte Spulen vom Drehstrom durchflossen, dann bildet sich ein um den aus dem Schnittpunkt der Spulenachsen gebildeten Mittelpunkt rotierendes magnetisches Feld aus. Eine in diesem Mittelpunkt befindliche Magnetnadel folgt unter einem gewissen Schlupf dem rotierenden Magnetfeld (Bild 141/1).



141/1

### Technische Nutzung des Drehfeldes

Anstelle einer Magnetnadel kann ein drehbar angeordneter Leiter in das Drehfeld gebracht werden; auf Grund des transformatorischen Prinzips wird in ihm eine Spannung erzeugt; die dabei fließenden Ströme lassen magnetische Felder um diesen Leiter herausbilden. Die Wechselwirkung zwischen dem Drehfeld und dem magnetischen Feld des drehbaren Leiters hat eine Drehbewegung des Leiters zur Folge. Genutzt wird diese Tatsache beim Drehstrom-Asynchronmotor mit Kurzschlußläufer.

## Elektrische Maschinen

### Einteilung elektrischer Maschinen

*umlaufende Maschinen*

Motoren  
Generatoren  
Umformer

*ruhende Maschinen*

Transformatoren  
Wandler

St

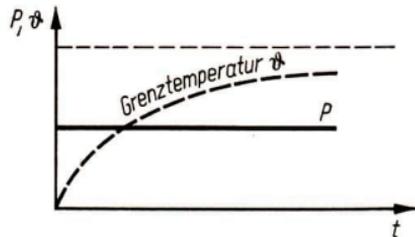
### Betriebsarten elektrischer Maschinen

▶ Während ihres Einsatzes darf sich eine elektrische Maschine nur in begrenztem Maße erwärmen. Sie darf eine bestimmte Grenztemperatur, für die sie konstruiert ist, nicht überschreiten.

Die Erwärmung einer elektrischen Maschine wird vornehmlich durch die Betriebsart bestimmt.

#### Durchlauf-Betrieb (DB)

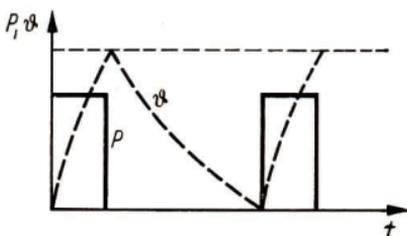
Die Maschinen müssen so gebaut sein, daß bei ständigem Betrieb die Grenztemperatur nicht überschritten wird.



### Kurzzeit-Betrieb (KB)

Die Maschinen sind so gebaut, daß bei Belastung die Grenztemperatur fast erreicht wird. Das heißt, in einer begrenzten Betriebszeit erwärmen sich die Maschinen bis zur genannten Höhe; die darauffolgende Pause muß so bemessen sein, daß sich die Maschinen wieder auf die Umgebungstemperatur abkühlen können (z. B. bedeutet auf dem Leistungsschild „KB 5“: Kurzzeit-Betrieb 5 Minuten).

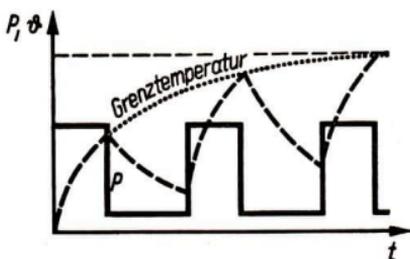
### Beispiel Lüfter, Pumpen



### Beispiel Absperrschieber, Schleusentore, Handmixer

### Durchlauf-Betrieb mit Kurzzeit-Belastung (DKB)

Die Maschinen erfahren eine ähnliche Belastung wie bei Kurzzeit-Betrieb; jedoch tritt an Stelle einer Betriebspause lediglich eine Belastungspause ein, d. h., die Maschinen laufen im Leerlauf weiter.

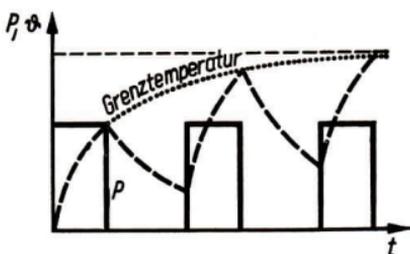


### Beispiel Kurbelpressen, Stanzen

### Aussetz-Betrieb (AB)

Die Maschinen erfahren eine ähnliche Belastung wie beim Kurzzeit-Betrieb; jedoch ist die Betriebspause nicht so lang, daß sich die Maschinen auf Raumtemperatur abkühlen können.

Die Maschinentemperatur „schaukelt“ sich also hoch; sie darf aber die Grenztemperatur nicht erreichen.



### Beispiel Kranmotoren, automatische Fahrtreppen

## Schutzgrade elektrischer Maschinen

Durch die Schutzgrade wird der Schutz für den Menschen und der Schutz für die Maschinen durch folgende Gesichtspunkte festgelegt:

Schutz gegen zufällige Berührung	}	Schutz für den Menschen
Schutz gegen absichtliche Berührung		
Schutz gegen Gase oder Staub	}	Schutz für die Maschine
Schutz gegen Fremdkörper		
Schutz gegen Wasser		

## Einteilung der Schutzgrade

Schutz gegen Fremdkörper	Schutz gegen Berührung	Kenn- buch- stabe und 1. Kenn- ziffer	Wasserschutz					
			ohne Tropf- wasser	Spritz- wasser	Schwall- wasser	Strahl- wasser	Druck- wasser	
			Kennzahl mit 2. Kennziffer					
			0	1	2	3	4	5
keiner	keiner	IP 0	IP00	IP01				
große Körper (bis 50 mm $\varnothing$ )	großflächige Berührung	IP1	IP10	IP11	IP12			
mittelgroße Körper (bis 8 mm $\varnothing$ )	mit den Fingern	IP2	IP20	IP21	IP22			
kleine Körper	mit Werk- zeugen u. ä.	IP3				IP33		
grober Staub	mit anderen Hilfsmitteln	IP4				IP43	IP44	
jeder Staub	jegliche Berührung	IP5						IP55

Eine elektrische Maschine mit der Schutzart IP 55 ist also völlig staubgeschützt, alle elektrisch leitenden Teile sind so isoliert, daß sie auch nicht mit Hilfsmitteln berührt werden können; außerdem kann diese Maschine einem Druckwasser ausgesetzt werden, ohne daß ihre Funktion beeinträchtigt wird.

## Bauformen elektrischer Maschinen

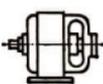
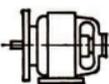
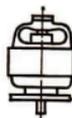
- Die Anzahl der Anbaumöglichkeiten von Elektromotoren an die  
 ► Arbeitsmaschinen ist durch die Festlegung von Bauformen eingegrenzt.

Man geht bei der Festlegung von der Lage der Welle aus.

Bauformen mit waagrecht liegender Welle erhalten die Kennbuchstaben A, B, C, D.

Bauformen mit senkrecht liegender Welle erhalten den Kennbuchstaben V.

## Auswahl einiger Bauformen elektrischer Maschinen

Kurzzeichen der Bauformen	B 3	B 3/B 5	V 1	V 3	V 5
					
Lagerausführung	mit 2 Schildlagern				
Gehäuseausführung	Gehäuse mit Füßen	Gehäuse mit Füßen	Gehäuse ohne Füße	Gehäuse ohne Füße	Gehäuse mit Füßen
Ausführung der Wellen	Freies Wellenende	Freies Wellenende	Freies Wellenende unten	Freies Wellenende oben	Freies Wellenende unten
Allgemeine Ausführung		Flanschmotor B 5 mit Füßen	mit Befestigungsflansch in Lagernähe, antriebsseitig Flanschmotor	mit Befestigungsflansch in Lagernähe, antriebsseitig Flanschmotor	
Befestigungsaufstellung	Aufstellung auf Grundplatte Spanmaschinen usw.	Aufstellung auf Unterbau für Flansch-anbau	Anbau mittels Flansch unten	Anbau mittels Flansch oben	Wandbefestigung mittels Füßen

## Elektrische Motoren

Soll ein Motor für eine Arbeitsmaschine ausgewählt werden, dann sind zwei wesentliche Gesichtspunkte zu beachten:

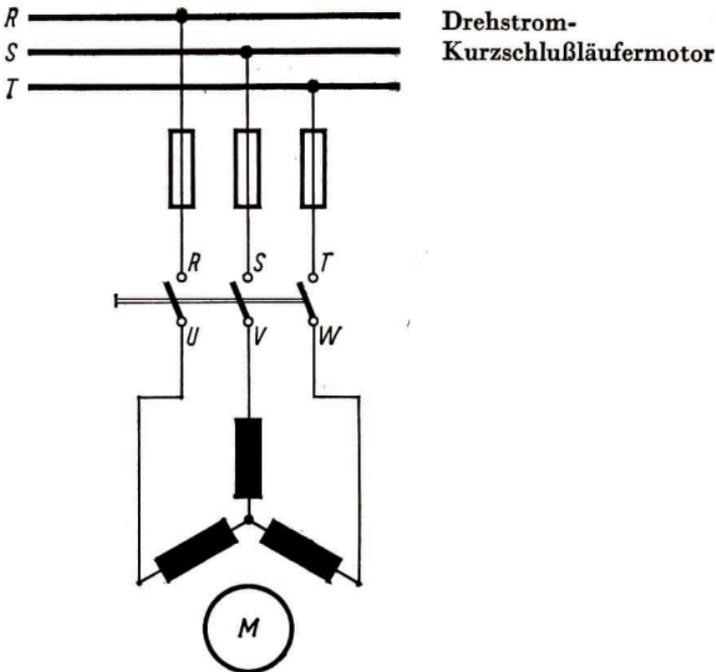
1. Vorhandene Stromart,
2. Charakteristik des Motors.

► Unter der Charakteristik eines Motors versteht man sein Verhalten während des Betriebes.

Das Betriebsverhalten eines Motors ist dadurch gekennzeichnet, ob er unabhängig von der Belastung eine gleichbleibende (konstante) Drehzahl hat oder ob sich seine Drehzahl mit der Belastung verändert.

### Einteilung der Motoren nach der Charakteristik

Motoren mit annähernd konstanter Drehzahl

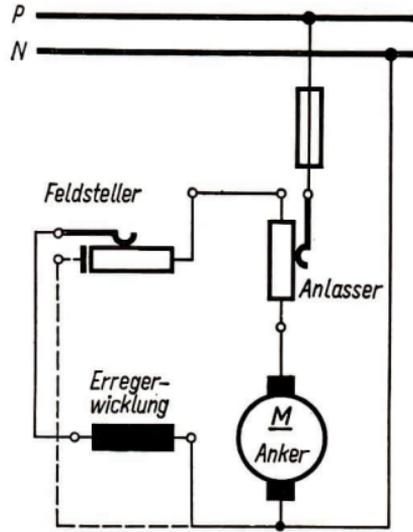


Seine Drehzahl wird durch die Anzahl der Polpaare und durch die Netzfrequenz bestimmt.

Grobstufige Drehzahlveränderungen können durch polumschaltbare Kurzschlußläufermotoren erreicht werden.

Dieser Motor gehört zu den meistverbreiteten Elektromotoren; er ist robust, billig in der Fertigung und bedarf nur geringer Wartung.

## Gleichstrom-Nebenschlußmotor

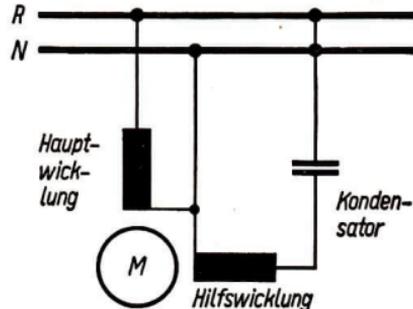
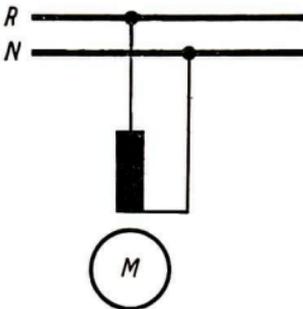


Seine Drehzahl kann sowohl konstant gehalten als auch in weiten Grenzen (bei gleichbleibender Belastung) verändert werden.

## Einphasen-Wechselstrommotor

Er ist ein Kleinmotor, der besonders dort eingesetzt wird, wo kein Kraftanschluß möglich ist. Die Hilfswicklung erhält mit Hilfe eines Kondensators einen der Hauptwicklung gegenüber phasenverschobenen Strom um  $90^\circ$ . Nach dem Hochlaufen des Motors wird die Hilfsphase (Nebenwicklung) abgeschaltet (meist durch Fliehkraftschalter).

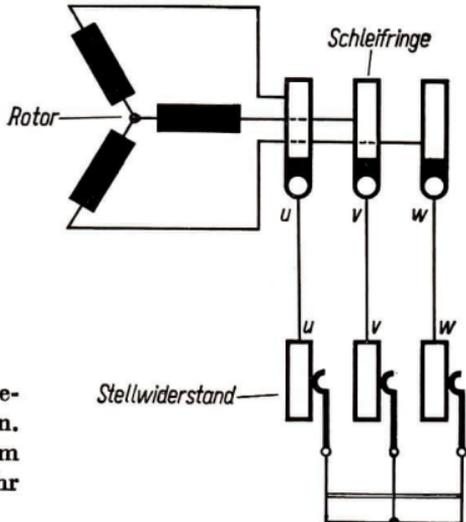
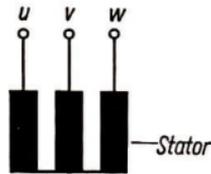
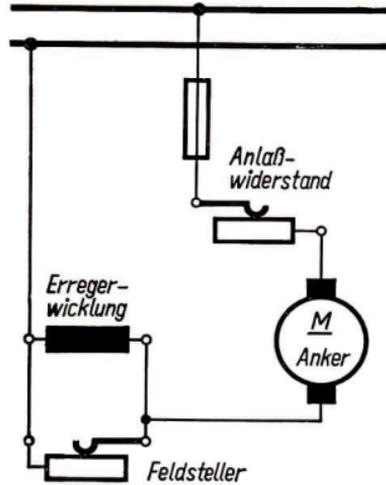
Links: dieser Motor muß angeworfen werden;  
rechts: dieser Motor läuft von selbst an.



## Motoren mit lastabhängiger Drehzahl

### Gleichstrom-Reihenschlußmoto

Dieser Motor darf grundsätzlich nur durch eine feste Kopplung mit der Arbeitsmaschine verbunden werden, da er sonst im Leerlauf zerstört würde. Der Motor ist in der Lage, unter sehr starker Belastung anzulaufen, er entwickelt ein großes Anlaufmoment.



### Drehstrom-Schleifringläufermotor

Seine Drehzahl läßt sich in bestimmten Grenzen verändern. Er hat den Vorteil, bei einem starken Anlaufmoment sehr weich anzulaufen.

## Rotierende Umformer

Durch rotierende Umformer können folgende Umformungen vorgenommen werden:

1. Umformen einer Stromart in eine andere,
2. Umformen in eine andere Spannungshöhe,
3. Umformen in eine andere Frequenz.

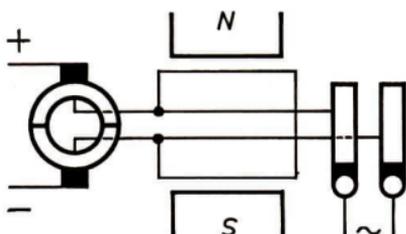
Rotierende Umformer werden eingeteilt in

1. Einankerumformer,
2. Motorgeneratoren.

### Einankerumformer

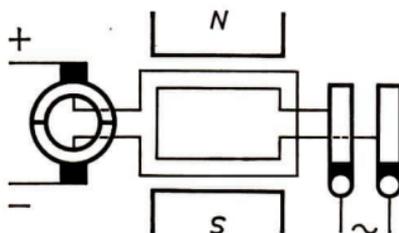
Umformer mit angezapfter Ankerwicklung

Dieser Umformer gestattet das Umformen von Gleichstrom in Wechselstrom. Ein Ende der Welle trägt den Kommutator, das andere die Schleifringe.



Umformer mit getrennten Eingangs- und Ausgangswicklungen

Dieser Umformer wird beispielsweise dann verwendet, wenn die Netzspannung 220 V Gleichstrom beträgt und eine Kleinspannung von 24 V Wechselstrom benötigt wird. Durch die getrennten Wicklungen wird man der Forderung nach elektrischer Trennung gerecht.



### Motorgeneratoren

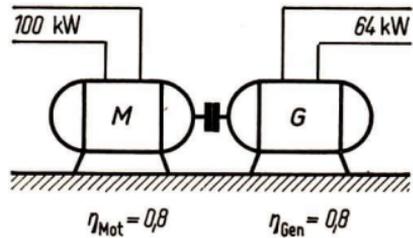
Man unterscheidet zwei Typen

1. Aggregate<sup>1</sup>, bei denen zwei Maschinen auf einer Grundplatte montiert sind.
2. Eingehäusetypen, bei denen der Anker des Motors und der des Generators auf einer gemeinsamen Welle sitzen.

<sup>1</sup> **Aggregat:** Ein aus mehreren Maschinen bestehender Maschinensatz.

Schema eines Aggregates

$$\eta_{\text{ges}} = \eta_{\text{Gen}} \cdot \eta_{\text{Mot.}}$$



Der Gesamtwirkungsgrad solcher Aggregate liegt relativ niedrig; er ist das Produkt der einzelnen Wirkungsgrade.

## Transformatoren

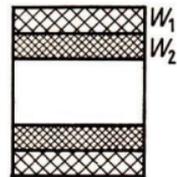
► Transformatoren sind ruhende elektrische Maschinen.

### Wicklungsarten von Transformatoren

Nach der Lage der Spulen zueinander und zum Kern unterscheidet man folgende Wicklungsarten;

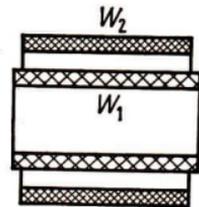
#### Einfache Spulenwicklung

Wird für kleinere Transformatoren verwendet; sie erwärmt sich jedoch leicht. Ungünstige Reparaturmöglichkeit.



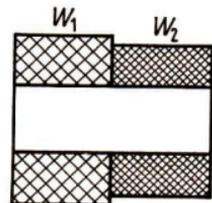
#### Kammerwicklung

Wird für Schutz- und Klingeltransformatoren verwendet; gute Isolationsmöglichkeit der Spulen gegeneinander.



#### Zylinderwicklung

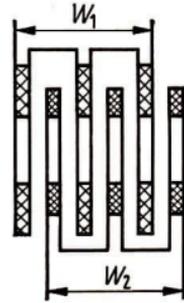
Wird für Transformatoren großer Leistung verwendet: die Wicklungen sind so bemessen, daß sie ineinandergesteckt werden können.



St

### Scheibenwicklung

Wird für Transformatoren großer Leistung verwendet; die Herstellung dieser Wicklungsart ist kompliziert, jedoch lassen sich viele Schaltmöglichkeiten leicht ausführen.

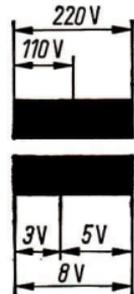


### Ausführungen von Transformatoren

Man teilt Transformatoren in Einphasen- und Drehstromtransformatoren ein.

### Klingeltransformator

Wird in Signaleinrichtungen verwendet; sekundärseitig meist für 3, 5 und 8 V bei 0,5 bis 2 A eingerichtet.



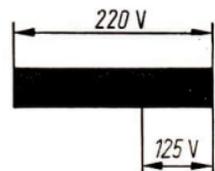
### Schutztransformator

Wird verwendet, wenn die Standards Kleinspannungen mit entsprechendem Berührungsschutz fordern. Sekundärspannungen sind 24 V bzw. 42 V.



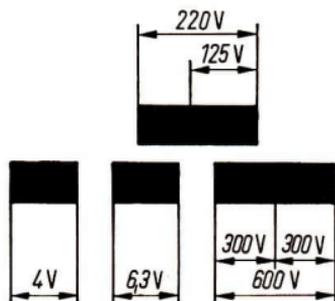
### Spartransformator

Wird nur begrenzt verwendet, da bei Störungen unter Umständen der Berührende volle Spannung gegen Erde erhalten kann. In Kleinspannungsanlagen und als Meßwandler verboten. Im Prinzip ist der Spartransformator ein Spannungsteiler.



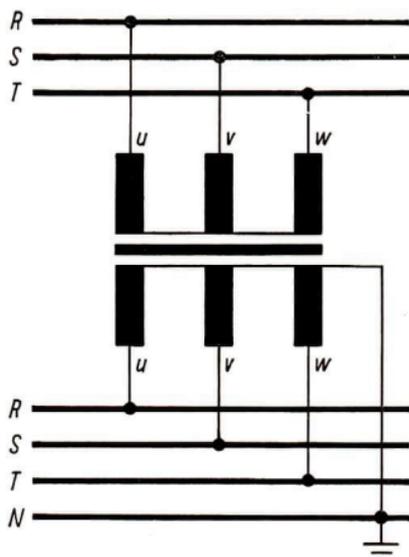
### Netztransformator

Wird in wechselstrombetriebenen Rundfunkempfängern verwendet. Wird meist mit zwei Heizwicklungen (für Gleichrichterröhren und für die übrigen Empfängerröhren) ausgeführt.



### Drehstromtransformator

Wird als wesentliches Übertragungsglied vom Generator bis zum Abnehmer in Drehstromnetzen verwendet. Prinzipiell sind drei Einphasentransformatoren auf einem gemeinsamen Kern montiert. Die Wicklungen lassen sich unabhängig voneinander in Stern-, Dreieck- oder Zickzackschaltung ausführen. (Letztgenannte Schaltung wird verwendet, wenn gleichmäßige Strangbelastung erreicht werden soll.)



St

## **Schwachstromtechnik**

154 **Schaltgeräte**

155 **Meldegeräte**

156 **Sichtmelder**

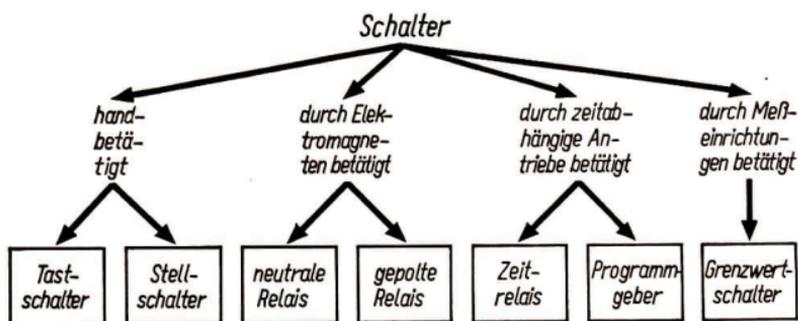
157 **Hörmelder**

158 **Schaltungen**

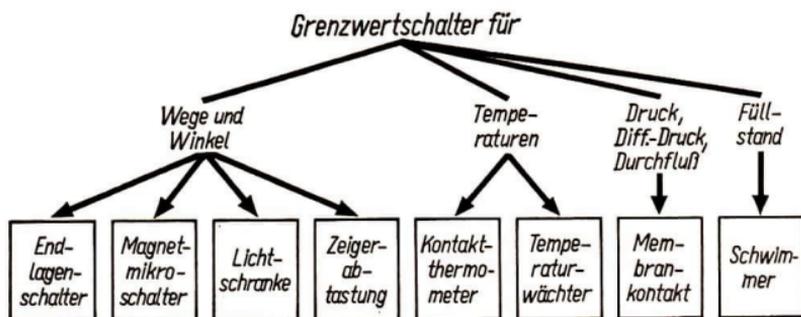
## Schaltgeräte

Die Schwachstromtechnik wird jetzt immer häufiger Informations-  
elektrik genannt; im Gegensatz zur Leitungselektrik wird hier die  
elektrische Energie als Träger von Informationen (Nachrichten) ver-  
standen.

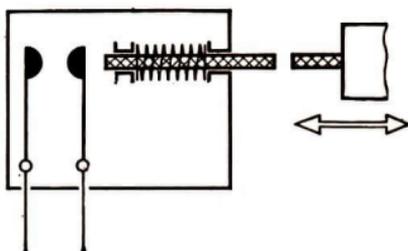
### Einteilung der Schalter



### Einteilung der Grenzwertschalter

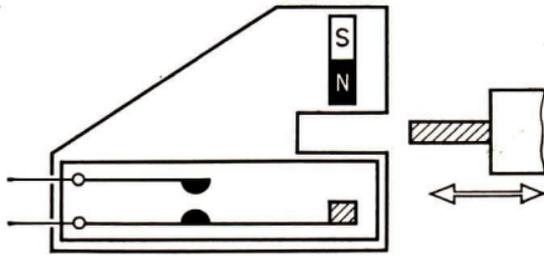


### Beispiele

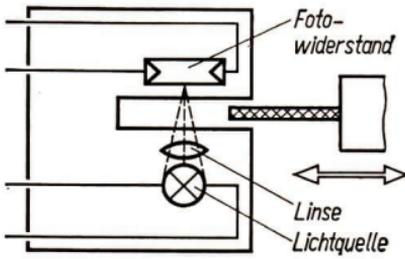


### Endlagenschalter

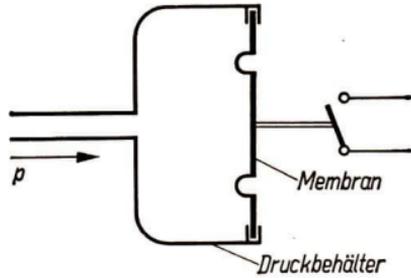
## Magnetmikroschalter



## Lichtschranke

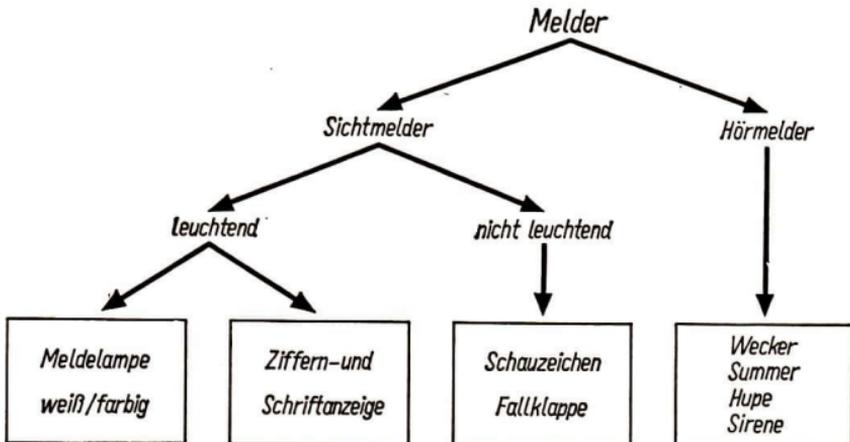


## Membrankontakt



## Meldegeräte

### Einteilung der Melder



Sw

## Sichtmelder

Für leuchtende Sichtmelder werden unterschiedliche Typen von Glühlampen verwendet. Eine Auswahl zeigt die folgende Übersicht:



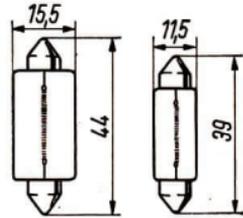
Glühlampe  
für Klein-  
scheinwerfer



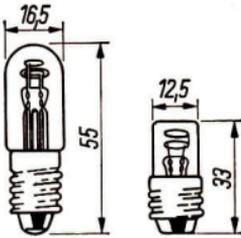
Skalenlampe



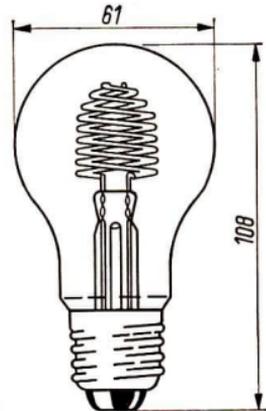
Fernsprech-  
lampe,  
Anruflampe



Soffittenlampen



Signalglimmlampen



Bienenkorbglimmlampe

*Nichtleuchtende Sichtmelder sind*

*Fallklappen*; sie werden verwendet, um einen Betriebszustand und unabhängig davon zu kennzeichnen, ob er danach noch weiter besteht oder nicht.

*Fallscheiben*; sie werden meist in Anordnungen zu vier bis zwölf Stück in Ruftafeln zusammengestellt. Bei Betätigung zeigt sich die Scheibe hinter einem Fenster der Ruftafel.

### Beispiel

Stockwerkmeldung im Fahrstuhl an den Fahrstuhlführer.

*Drehschauzeichen*; sie werden verwendet, um den Betriebszustand „Ein“ oder „Aus“ zu kennzeichnen. Bei „Ein“ fließt ein geringer Strom, der einen Anker mit Flügeln bewegt: Hinter einem Fenster

erscheinen die (meist) weißen Flügel. Dieser Melder ist sehr hochohmig; er hat daher nur einen sehr geringen Leistungsbedarf und kann mit anderen Betriebsmitteln parallelgeschaltet werden (z. B. bei Telefonapparaten).

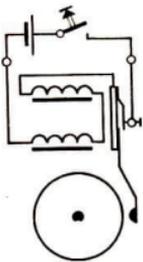
**Farbencode für Sichtmelder**

Kennfarbe	Bedeutung	Beispiele
rot	Unmittelbare Gefahr; außergewöhnliche Betriebszustände	Wichtiger Grenzwert überschritten; Maschine oder Anlagenteil ausgefallen
grün	Gefahrlosigkeit, Sicherheit	Gerät betriebsbereit; Netzspannung vorhanden; Anlage wird angefahren

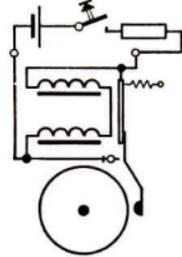
**Hörmelder**

**Wecker auf der Grundlage des Wagnerschen Hammers**

Nebenschlußwecker



Unterbrecherwecker

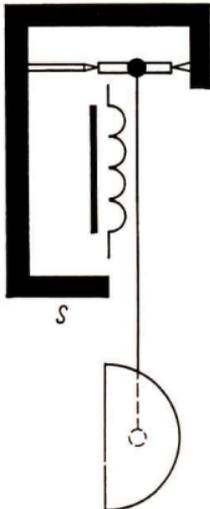


**Frequenzabhängige Wecker**

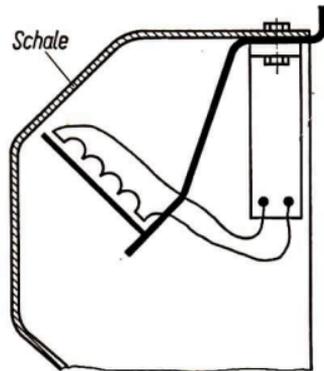
N

Schnarre

Schale

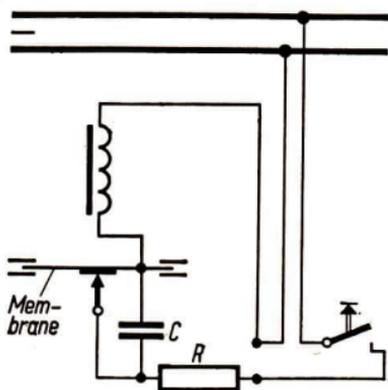


Wechselstromwecker

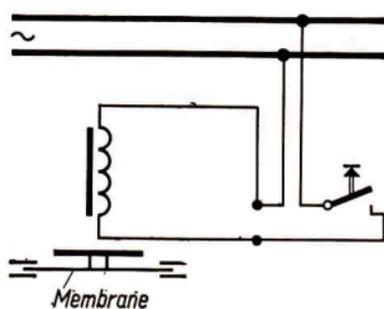


Sw

## Lautstarke Hörmelder

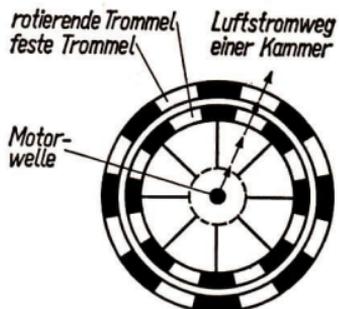


Hupe für Gleichstrom



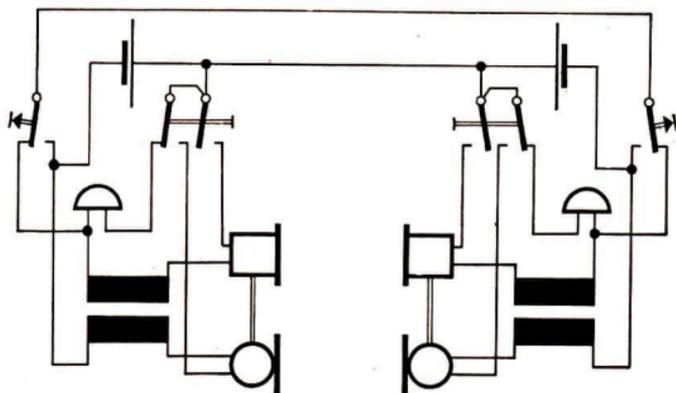
Hupe für Wechselstrom

## Motorsirene



## Schaltungen

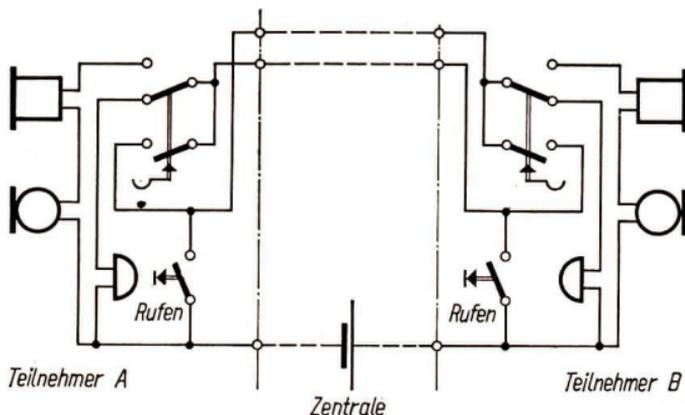
### Fernsprechanlage für OB-Betrieb



Typisch für den OB-Betrieb ist, daß jedem Teilnehmer in seiner Fernsprechanlage eine Spannungsquelle zugeordnet ist.

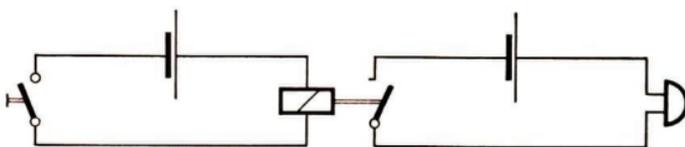
### Fernsprechanlage für ZB-Betrieb

Typisch für den ZB-Betrieb ist, daß die gesamte Fernsprechanlage von einer zentralen Spannungsquelle versorgt wird.



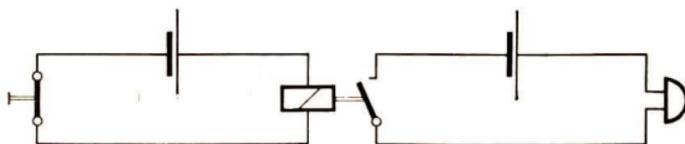
### Arbeitsstromschaltung

Das Relais spricht an, wenn der Schalter geschlossen wird; damit wird der Weckerstromkreis geschlossen.



### Ruhestromschaltung

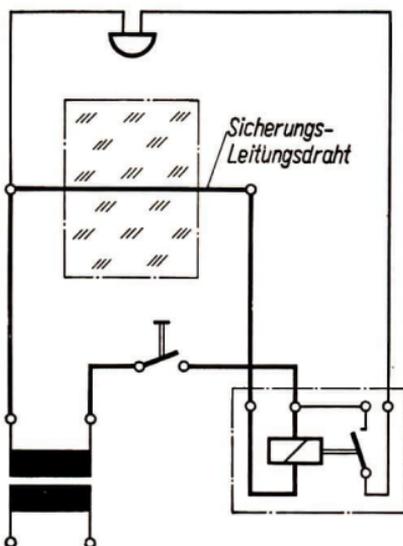
Das Relais fällt ab (spricht an), wenn der Schalter geöffnet wird; damit wird der Weckerstromkreis geschlossen.



Sw

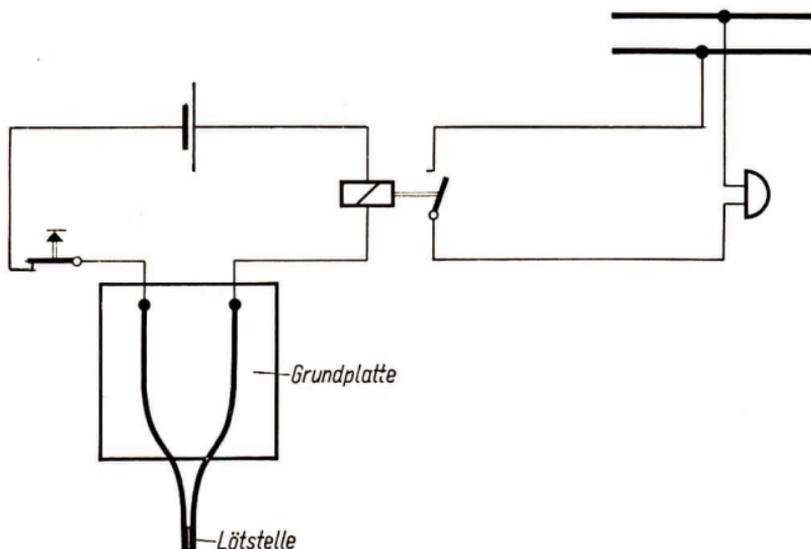
### Raumschutzeinrichtung mit Sicherungsleitungsdraht

Der Ruhestromkreis ist über die Einschaltkontakte des Ausschalters, der Relaisspule und dem Leitungssicherungsdraht geschlossen. Wird der Sicherungsleitungsdraht unterbrochen, dann bricht das magnetische Feld des Relais zusammen, und der Relaisschalter schließt den Weckerstromkreis.



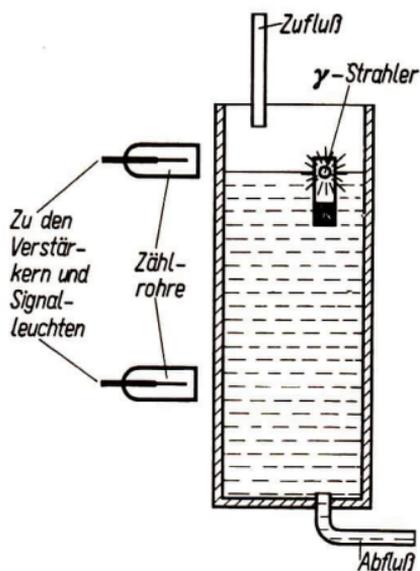
### Prinzip des Schmelzlotmelders (Feuermelder)

Der Schmelzlotmelder liegt im zu überwachenden Raum; die Lötstelle des Melders schmilzt bei etwa 70 °C. Das bedeutet eine Unterbrechung des Ruhestromkreises, und das Relais fällt ab; der Alarmwecker wird ausgelöst.



### Fernüberwachung eines Füllstandes

Die Zählrohre sind auf maximaler und minimaler Höhe angebracht. Der Schwimmer ist mit einem  $\gamma$ -strahlenden Präparat versehen. Liegen Zählrohr und Strahler in einer Ebene, dann wird die Höhe des Füllstandes angezeigt.



### ODER-Schaltung

Der Stromkreis zur Meldelampe  $M$  ist dann geschlossen, wenn  $a$  ODER  $b$  geschlossen ist.

$a$	$b$	$M$

Sw

## UND-Schaltung

Der Stromkreis zur Meldelampe  $M$  ist nur dann geschlossen, wenn  $a$  UND  $b$  geschlossen sind.

UND- und ODER-Schaltungen gehören zu den Verknüpfungsschaltungen. Diese Schaltungen spielen in der Automatisierungstechnik eine bedeutsame Rolle. Außerdem gehören Folge-, Umkehr-, Selbsthalte- und Verriegelungsschaltungen zu dieser Gruppe.

$a$	$b$	$M$
		
		
		
		

# Sachwortverzeichnis

- Abschneiden 6
- Abschnittsfertigung 60
- Abschrecken 67
- Abschreckmittel 68
- Abtragen 15
- Achse, gekröpfte 71
- Achse, gerade 71
- Achsen 71
- Allgebrauchslampen 130, 131
- Aluminium 51
- Aluminium-Gußlegierungen 27
- A-Mast 125
- Anlassen 67, 68
- Anlaßfarben 69
- Anlaßtemperaturen 69
- Anpressen 43
- Anruflampe 156
- Anschlag 92
- Antriebs Elemente 56
- Anzeigewert 104
- Anzug 46
- Arbeitselemente 57
- Arbeitsmaschinen, Aufbau der 56
- Arbeitsprozesse, automatisierte 96
- Arbeitsstromschaltung 159
- Arbeitstemperaturen 130
- Atomkraftwerke 110
- Auflagerkräfte 80
- Ausschaltung 127
- Ausschneiden 10
- Aussetz-Betrieb 142
- Axiallager 72
- Azetylzellulose 28
  
- Backöfen 130
- Bajonettsockel 131
- Bauformen 144
- Baustahl 51
- Befestigungskeile 45
- Beleuchtungsansprüche 137
- Beleuchtungszweck 136
- Beschichten 39
- Betriebsarten 141
- Biegekräft 24
- Biegemoment 81
  
- Biegen 22
- Bienenkorbglimmlampe 156
- Blasen 35
- Blattfederkupplung 84
- Blechumformen 19, 23
- Blockschaltplan 92, 95
- Bolzenkupplung 85
- Bolzenrückkupplung 85
- Brenner 53
- Brennschneiden 15
- Brennstoffe 65
- Bronzen 27
- Brückenschaltung 103
- Bügeleisen 130
- Buntmetalle 65, 70
  
- Chromnickel 121
  
- Dampfkraftwerke 110
- Dichtrillen 82
- Dieselmotoren 110
- Doppelmast 125
- Doppelwendel 131
- Drehen 14
- Drehfeld 140
- Drehmeißel 15
- Drehmoment 80
- Drehschauzeichen 156
- Drehstrom 139
- Drehstrom-Kurzschlußläufermotor 145
- Drehstrom-Schleifringläufermotor 147
- Drehstromtransformator 151
- Dreieckschaltung 140
- Dreileitersystem 140
- Druckausbreitung 36
- Druckguß 30, 70
- Druckgußverfahren 30
- Druckkraft 24
- Druckschmierung 75
- Druckumformen 19
- Durchgangsprüfer 100
- Durchlauf-Betrieb 141
  
- Edelkunstharz 28
- Einankerumformer 148



Einfachwendel 131  
Einlegekeil 46  
Einphasen-Wechselstrommotor 146  
Einpresse 43  
Einschneiden 11  
Einzelfertigung 61  
Eisenmetalle 27  
Elektroden 52  
Elektroenergie 110  
Elektrohandschere 9  
Elektromotor 56  
Elektrowärmegeräte 129, 130  
Emaillieren 40  
Endlagenschalter 57, 145  
Epoxydharz 28  
Erdkabel 125  
Erdung 117  
Erste Hilfe 117  
Erwärmen 67  
Erwärmungseinrichtungen 65  
Erzeugnisprinzip 60  
Exzenter-Kurbelpresse 25

Fallklappe 156  
Fallscheibe 156  
Farbencode 157  
Fassungssader 120  
Faustachse 72  
Federformen 48  
Federverbindungen 47  
Fernsprechanlage (OB-Betrieb) 158  
Fernsprechanlage (ZB-Betrieb) 158  
Fernsprechlampe 156  
Fernüberwachung 161  
Fertigungsarten 61  
Fertigungsorganisation 58  
Fertigungsprinzipien 58  
Fertigungsverfahren, Systematisierung  
der 54  
Fertigungsverfahren, Wirtschaftlichkeit  
der 53  
Fetten 41  
Fettschmierung 74, 77  
Filzring 81  
Flachstamper 29  
Fliehkraftkupplung 86  
Formpressen 20  
Formteilebene 32  
Freileitungsmaste 125  
Frischölschmierung 74

Fügen 42  
Füllen 43  
Fußpedal 57

Gasentwickler 52  
Gasflamme 65  
Gasflasche 52  
Gasflaschenanschlüsse 16  
Gasfüllungslampen 131  
Gasschweißen 50, 52  
Gasturbine 56  
Gelblichweiß 133  
Gelenkkupplung 84  
Gelenkwelle 79  
Getriebe 87  
Gießen 27  
Gießverfahren 29  
Gleichstrom-Nebenschlußmotor 146  
Gleichstrom-Reihenschlußmotor 147  
Gleitfeder 48  
Gleitlager 72  
Glimmlampe 100  
Glimmzünder 132  
Glühen 66  
Glühlampe, Entwicklung der 130  
Glühverfahren 66  
Grauß 27, 50, 64  
Grenzwertschalter 154  
Grundlastkraftwerke 111  
Gruppentechnologie 62  
Gummi-Aderleitung 118  
Gummischlauchleitungen 119  
Gußfehler 34  
Gußwerkstoffe 27

Halszapfen 82  
Handblehschere 8  
Handgeräte-Leitung, leichte 119  
Handgeräte-Leitung, schwere 119  
Handhebel 57  
Handhebelschere 9  
Handkurbel 57  
Handrad 57  
Härtefehler 68  
Härten 67  
Heißwasserspeicher 130  
Heizkissen 129  
Hellstrahler 130  
Hobelmeißel 13  
Hobeln 12

- Hohlachse 71
- Hohlwelle 79
- Hörmelder 157
- Hubschmierung 75
- Hüllgetriebe 89
- Hupe 158
  
- Induktionsofen 130
- Information 95
- Installationsfernschaltung 128
- Istwert 95
  
- Kaltkammermaschine 33
- Kaltkammerverfahren 30
- Kammerwicklung 149
- Kegelradgetriebe 57, 88
- Kegelreibkupplung 85
- Kegelrollenlager 76
- Keilverbindungen 44
- Keilwinkel 6
- Kennfarben 124
- Kerzbahnprofil 79
- Kettengetriebe 57, 89
- Klauenkupplung 84
- Klauenrückkupplung 85
- Klingeltransformator 150
- Kochplatte 129
- Kolbenkraftmaschine 56
- Konstantan 121
- Kraftwerke 110
- Kraftwerke, Standortverteilung der 111
- Kraftwerkgrundarten, Einteilung der 110
- Kragensteckvorrichtungen 124
- Kreuzspulwiderstandsmesser, Schaltung des 102
- Kugellager 75
- Kugelnzapfen 83
- Kunststoff-Aderleitung 118
- Kunststoff-Impulsleitung 119
- Kunststoff-Mantelleitung 119
- Kupfer 51
- Kupplungen 57, 83
- Kupplungen, Beanspruchung von 86
- Kupplungen, formschlüssige 86
- Kupplungen, kraftschlüssige 87
- Kupplungen, schaltbare 85
- Kupplungssteckvorrichtungen 124
- Kurbelachse 72
- Kurbelgetriebe 57
  
- Kurbelschleife, schwingende 90
- Kurven 57, 92
- Kurvengetriebe 90
- Kurzzeit-Betrieb 142
  
- Lackieren 41
- Lager 72
- Lagerkurzzeichen 77
- Lamellenkupplung 85
- Längskeile 45
- Längslager 72
- Lanzette 30
- Leiterwerkstoffe 120
- Leitungsmaterial 118
- Leitungsschnüre 120
- Leitungsschutzsicherungen 123
- Leuchten 134
- Leuchten, Anwendungen der 137
- Leuchtenarten 135
- Leuchten, Aufgaben der 135
- Leuchtstofflampe, Grundformen der 133
- Leuchtstofflampe, Lichtfarben der 133
- Lichtbogenofen 130
- Lichtbogenschweißen 50, 51
- Lichtschranke 155
- Lichtverteilung 134, 135
- Lichtverteilungskörper 135
- Lichtverteilungskurve 135
- Lochen 10
- Lochkarten 57
- Lochstreifen 57
- Lochwerkzeuge 10
- Luftspieß 30
- Lunker 34
  
- Magnesium 51
- Magnetband 57
- Magnetmikroschalter 155
- Manganin 121
- Maschinen, Einteilung der 58
- Maschinen, elektrische 141
- Massenfertigung 61
- Massivumformen 19, 23
- Meldegeräte 155
- Membrankontakt 155
- Meßbereich 104
- Meßgeräte, Zeichen auf 103
- Meßglied 92, 95
- Messing 27, 51
- Meßtechnik 102

- Metallpulver 38
- Metallspritzverfahren 40
- Modell 31
- Modellheber 30
- Montage 42
- Motoren, elektrische 145
- Motorgeneratoren 148
- Motorsirene 158
- Muffelofen 65
  
- Nebenschlußwecker 157
- Nestfertigung 60
- Netztransformator 151
- Neutralweiß 133
- Nichteisenmetalle 27
- Nichtmetalle 28
- Nichtmetallpulver 39
- Nickel 51
- Nickelin 121
- Niederspannungsleuchtstofflampe 132
- Nocken 57, 92
- Normalglühen 67
- Nullung 116
  
- Oberkasten 32
- ODER-Schaltung 161
- Öldurchlaufschmierung 77
- Ölen 41
- Ölnebelschmierung 77
- Ölumlaufschmierung 77
  
- Papierschere 8
- Paßfeder 48
- Plasmabrenner 17
- Plasmastrahl 17
- Plaste 64
- Plastizität 6, 18
- Poliereisen 30
- Polsucher 100
- Polyamid 28
- Polyäthylen 28
- Polystyrol 28
- Polyvinylchlorid 28
- Presse, hydraulische 25
- Pressen 37, 70
- Profilachse 71
- Profile 21
- Profilwelle 79
- Programm 95
  
- Programmspeicher 95
- Prozeß, technologischer 58
- Prüftechnik 100
- Pulverpressen 37
  
- Querkeile 45, 46
- Querlager 72
  
- Radialdichtung 81
- Radiallager 72
- Raumerfüllung 36
- Raumschutzeinrichtung 160
- Reduzierventil 52
- Regelabweichung 95
- Regelgröße 95
- Regelstrecke 95
- Regelung 91
- Regler 95
- Reibradgetriebe 57, 88
- Reibradspindelpresse 25
- Repräsentativleuchten 136
- Riemengetriebe 57, 89
- Ringzapfen 83
- Rillenkugellager 75
- Rohrdraht-Aderleitung 119
- Rollenlager 76
- Rollenschere 9
- Rotguß 27
- Ruhestromschaltung 159
  
- Sandguß 70
- Sauerstoffflasche 52
- Schablone 93
- Schaltgeräte, elektrische 122
- Schaltpläne 108
- Schaltpläne, Regeln zum Zeichnen 108
- Schaltungen 127
- Schaltung, spannungsrichtige 102
- Schaltung, stromrichtige 102
- Schaltzeichen 106, 109
- Schaltzeichenkombinationen 107
- Scheibenfeder 48
- Scheibengelenkkupplung 84
- Scheibenkeil 46
- Scheibenkupplung 85
- Scheibenwicklung 150
- Scherfestigkeit 7, 8
- Scherwerkzeuge 8
- Schichten, metallische 39
- Schichten, nichtmetallische 39

Schleifdrahtmeßbrückenschaltung 103  
 Schleudergießmaschine 34  
 Schleuderguß 33  
 Schnellzlotmelder (Feuermelder) 160  
 Schmelzschweißen 50  
 Schmelzschweißverfahren 50  
 Schmelzverfahren 28, 40  
 Schnarre 157  
 Schneckenradgetriebe 57, 88  
 Schneiden 10  
 Schneidenspalt 7  
 Schneidwerkzeug 10  
 Schrägkugellager 76  
 Schraubengetriebe 89  
 Schraubsockel 131  
 Schubkurbelgetriebe 89  
 Schulterkugellager 76  
 Schutzgrade 143  
 Schülpen 35  
 Schutzisolierung 115  
 Schutzkleinspannung 116  
 Schutzmaßnahmen 115  
 Schützsteuerung 128  
 Schutztransformator 150  
 Schwachstromtechnik 154  
 Schweißgeräte 51, 52  
 Schweißumspanner 52  
 Schweißzange 52  
 Schwimmer 93  
 Schwindmaß 35, 36  
 Serienfertigung 61  
 Serienschaltung 128  
 Sichtmelder 156  
 Signalglimmlampen 156  
 Sintern 38  
 Skalenendwert 104  
 Skalenlampe 156  
 Soffittenlampen 156  
 Sollwert 95  
 Sonnenkraftwerke 110  
 Spanen 11, 69  
 Spannungen 35  
 Spannungsfreiglühen 66  
 Spannungsmessung 102  
 Spartransformatoren 150  
 Speicher 92  
 Spitzenlastkraftwerke 111  
 Spitzstamper 29  
 Spritzring 82  
 Spulenwicklung 149  
 Spurzapfen 83  
 Stahl 64  
 Stahlguß 27, 50  
 Starkstromtechnik 110  
 Starrachse 72  
 Startvorgang 132  
 Steckvorrichtungen 124  
 Stegleitung 119  
 Stellglied 95  
 Stellgröße 95  
 Stellschalter 122  
 Sternschaltung 139  
 Steuereinrichtung 95  
 Steuerelemente 57  
 Steuerstrecke 95  
 Steuerung 90  
 Stiftkupplung 84  
 Stirnradgetriebe 88  
 Stirnzapfen 82  
 Stoffverbinden 43, 49  
 Störgröße 95  
 Streichbrett 29  
 Strichstärken 107  
 Stromstärkemessung 102  
 Stützlager 73  
 Tafelschere 9  
 Tageslicht 133  
 Tastschalter 122  
 Tauchsieder 130  
 Tauchverfahren 40  
 Thermitschmelzschweißen 50  
 Thermometer 93  
 Titan 51  
 Tonnenlager 76  
 Trägerelemente 58  
 Traglager 73  
 Tragmast 125  
 Tragstützlager 73  
 Transformatoren 149  
 Treibkeil 45  
 Trennen 6  
 Trennverfahren 6  
 Treppenhausschaltung 128  
 Trocknungszeiten 42  
 Übersetzungsverhältnis 87  
 Übertragungselemente 57  
 Uhr 92

Umformen 17  
Umformer, rotierende 148  
Umformverfahren 18  
Umlaufschmierung 75  
UND-Schaltung 162  
Unterbrecherwecker 157  
Unterkasten 32  
Urformen 26

Vakuumlampen 131  
Verlegungsarten 125  
Vielfachmesser 104  
Vierleitersystem 139  
Vollachse 71  
Vollwelle 79  
Vorschaltdrossel 132

Wachsen 41  
Walzen 19, 69  
Wälzlager 75  
Walzwerk 26  
Wandsteckvorrichtungen 124  
Wärmebehandlung 65  
Wärmespeicheröfen 130  
Warmkammermaschine 33  
Warmkammerverfahren 30  
Warmton 133  
Wasserkraftwerke 110  
Wechselschaltung 127  
Wechselstromwecker 157  
Wecker 157  
Weichglühen 67  
Welle, biegsame 79  
Welle, gekröpfte 78  
Welle, gerade 78

Wellen 57, 78  
Welle, starre 79  
Wellendichtungen 81  
Wellenzapfen 82  
Werkstattprinzip 58  
Werkstoffdicken 10  
Werkstoffe 64  
Werkstoffeigenschaften 7, 64  
Werkstoffeinsatz 69  
Widerstandsmesser 102  
Widerstandsofen 130  
Widerstandsschweißen 50  
Widerstandsschweißeinrichtungen 130  
Widerstandswerkstoffe 121  
Windkraftwerke 110  
Winkelmast 125  
Wohnraumleuchten 136

Zahnradgetriebe 57  
Zeichnen, elektrotechnisches 106  
Zelluloseäther 28  
Zerteilen 6  
Ziehen 22, 69  
Ziehmaschine 26  
Zimmeröfen 129  
Zink 51  
Zinklegierungen 27  
Zugdruckumformen 22  
Zugkraft 24  
Zugmittelgetriebe 89  
Zusammenlegen 43  
Zweckleuchten 135  
Zylinderrollenlager 76  
Zylinderwicklung 149