



und Befestigungen notwendig, die ein Metallbauer beherrschen muss. Für einfache Ausbauelemente wie Geländer ist meist keine Baugenehmigung notwendig.

2.2 Metallgestaltung

Die **Metallgestaltung** als Teilbereich des Metallbaus fertigt individuell gestaltete Arbeiten aus unterschiedlichen Metallen, die Palette reicht von Balkongeländern, Stahl- Glas-Treppen bis zu Grabzeichen aus Bronze und Plastiken nach Entwurf von Künstlern. Viele Metallgestalter sind auch in der Restaurierung von Objekten tätig, so an Großgittern, Portalen oder alten Grabkreuzen. Die Fertigung von „gestalteten“ Metallarbeiten setzt eine intensive Beschäftigung mit den Grundlagen der Form- und Oberflächengestaltung voraus, außerdem ein Gefühl für Proportionen und Kenntnisse in der Kunstgeschichte, speziell der Baustilkunde. Metallgestalter stellen Arbeiten oft durch Schmieden her, doch nicht ausschließlich – auch „geschlossene“ Arbeiten bedürfen einer „Gestaltung“ (Bild 2, 3)

2.3 Stahlbau

Der **Stahlbau** fertigt und montiert Stahlkonstruktionen wie Hallen, Treppentürme, Brücken, Stahlhochbauten, Stahlwasserbauten und Fliegende Bauten, z. B. Achterbahnen. Die Erzeugnisse werden meist aus Formstahl durch Schweißen in der Werkstatt vorgefertigt, durch Verzinken gegen Korrosion geschützt, auf die Baustelle transportiert und dort zur fertigen Konstruktion durch Schrauben gefügt.

Stahlbaukonstruktionen müssen ihre Eigenlasten (= „Gewicht“) aufnehmen, auch die der Ausbauelemente wie Fenster, die Belastungen durch Personen sowie durch Wind und Schnee, z. B. bei Hallen (Bild 4, 5). Sie müssen so ausgelegt sein, dass sie diese Lasten sicher in den Standort bzw. das Fundament einleiten. Dazu sind umfangreiche Berechnungen zu den erforderlichen Materialstärken, zu Verbindungen und Befestigungen notwendig, die nur ein Statiker durchführen kann und die von einem Prüfstatiker nachgerechnet werden. Für Stahlbaukonstruktionen ist in der Regel eine Baugenehmigung durch die zuständigen Behörden und eine Abnahme nach Fertigstellung notwendig. Stahlkonstruktionen lassen sich in der Gestaltung individuell den Anforderungen der „Bausache“ anpassen. Sie haben bei gleicher Tragfähigkeit eine geringe Eigenlast und wirken, wenn sie verglast sind, leicht und transparent. Die Grenze zwischen innen und außen wird so aufgehoben. Turmartige Gebäude erreichen heute Höhen von bis zu 500 m.



Bild 1 Glaskonstruktion: Rotunde Pinakothek der Moderne München



Bild 2 Werke der Metallgestaltung: Friedhofstor Freiberg/Sachsen



Bild 3 Werke der Metallgestaltung: Kanzel St. Bonifatius München



Bild 4 Stahlkonstruktion: Kuppel Reichstag Berlin



Bild 5 Stahlkonstruktion: IHK Berlin, genannt „Das Gürteltier“



A

= computergestütztes Konstruieren). Die händische Erstellung von technischen Zeichnungen schult das Vorstellungsvermögen und sollte bis zur sicheren Beherrschung geübt werden, denn in der Fertigung müssen Technische Zeichnungen gelesen und so alle Informationen aus Darstellung, Stückliste und Hinweisen entnommen werden können (Bild 1b).

ist es, wenn Sie sich einen Türdrücker im Beschlaghandel erwerben. Im Laufe Ihrer Ausbildung werden Sie eine Vielzahl von Technischen Zeichnungen selbst erstellen und in Ihrer Berufspraxis nach Technischen Zeichnungen, die vom Konstruktionsbüro erstellt werden, Bauteile und Anlagen fertigen.

Aufgabe:
Analysieren Sie in Gruppenarbeit die Technische Zeichnung des Türdrückers Bild 1. Ideal

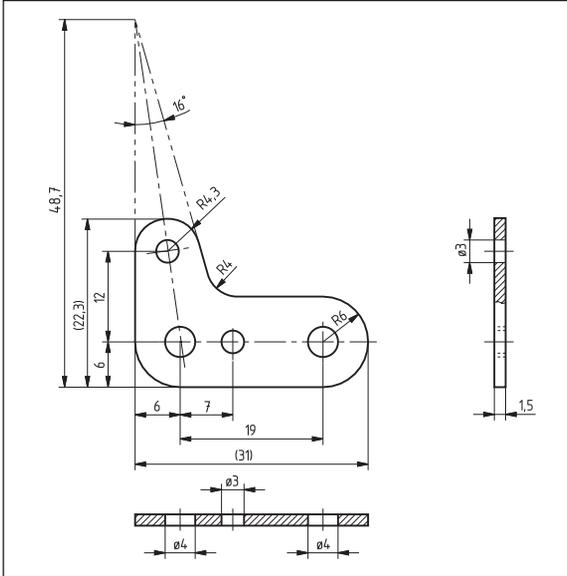
Das sichere Beherrschen dieser Darstellungsformen erleichtert Ihnen die Berufspraxis und ist eine notwendige Voraussetzung für eine erfolgreiche Tätigkeit in Ihrem Beruf.

5	2	Stck	Scheibe	Bl 800 x 0,7 - 1224	$D=20$ $d=16$ $s=2$ Kunststoff				
4	2	Stck	Gewindestift	Bl 800 x 0,7 - 1224 ISO 74-35	M4 x 10 - 5.8				
3	1	Stck	Vierkantstift	Bl 800 x 0,7 - 1224	□ 8 - 60 S235JR				
2	2	Stck	Drückerhals	Bl 800 x 0,7 - 1224	□ 40 - 80 CuZn40				
1	2	Stck	Drückerarm	Bl 800 x 0,7 - 1224	Rd 30 - 150 Acryl				
Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Sachnummer / Norm	Bemerkung				
Verantwortl. Abt.		Technische Referenz		Erstellt durch	Genehmigt von				
Gesetzlicher Eigentümer				Dokumentenart		Dokumentenstatus			
				Gesamtzeichnung				freigegeben	
				Titel, Zusätzlicher Titel				18. 051	
Drückergarnitur				Änd.	Ausgabedatum	Spr.	Blatt		
				A	2006-08-10	de	1/1		

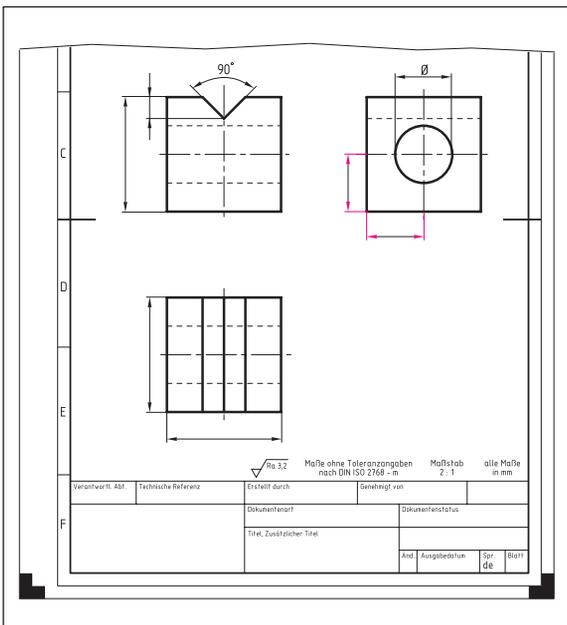
Bild 1 Türdrückergarnitur



Die **zusammengehörenden Maße** gehören in **eine Ansicht**; z. B. die Mittelpunktsmaße von Bohrungen. Die Maße werden in die Ansicht eingetragen, in der die Form am besten zu erkennen ist, bzw. wie es für die Herstellung am übersichtlichsten ist.

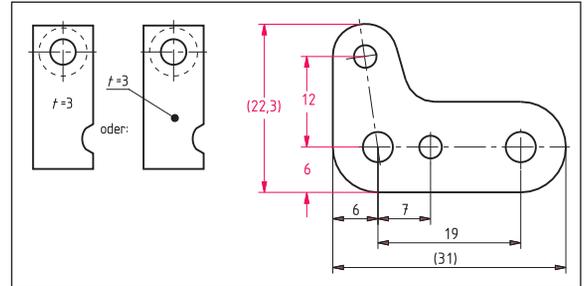


Maßlinien und Maßhilfslinien sollen an **sichtbaren Kanten** bzw. an **Mittellinien** beginnen. **Überbemaßungen**, wie z. B. die Maße 22,3 und 31, müssen eingeklammert werden. Eingeklammerte Maße sind **Hilfsmaße**, die nicht zur Kontrolle benutzt werden dürfen.

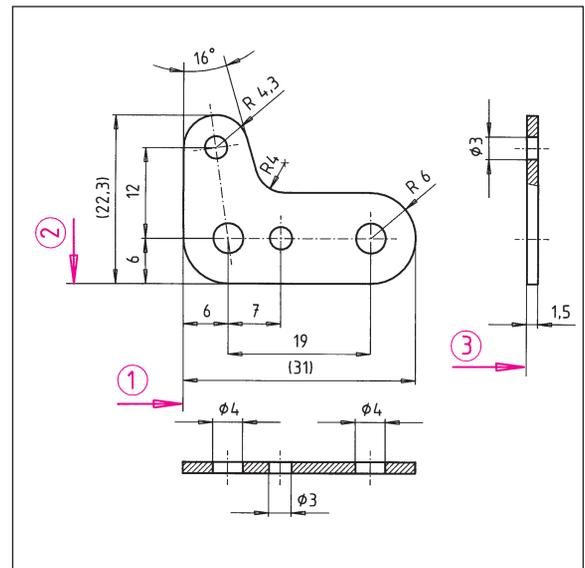


Dickenmaße können im Werkstück oder auf einer abgelenkten Hinweislinie eingetragen werden.

Es ist erlaubt, alle Maße in nur einer **Leserichtung** einzutragen. Die senkrechten Maßlinien erhalten dann Lücken für die Maßzahlen.



3.4 Maßbezugsebenen, Maßlinien

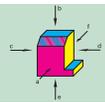


Für die Funktion und die Qualität eines Gerätes ist neben der Einhaltung der Toleranzen auch die **Anordnung der Maße** von Bedeutung. **Anlage-** und **Funktionsflächen** sind häufig Maßbezugsebenen.

Bei symmetrischen Konturen werden die **Mittellinien** als Maßbezugslinien verwendet.

Jedes Werkstück hat mindestens drei Maßbezugsebenen (MBE) oder Maßbezugslinien (MBL):

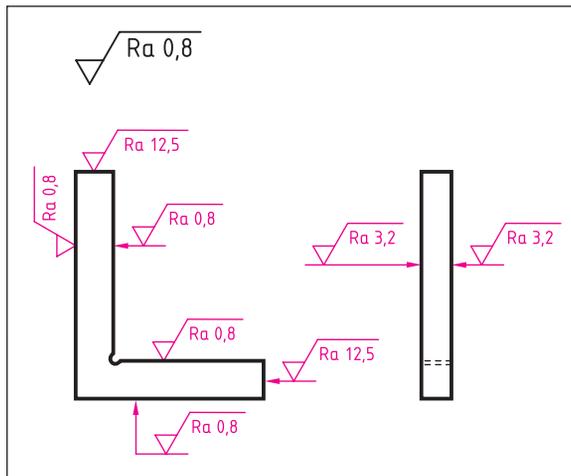
- ① Maßbezugslinie für die **Breitenmaße**
- ② Maßbezugsebene für die **Höhenmaße**
- ③ Maßbezugsebene für die **Tiefenmaße**



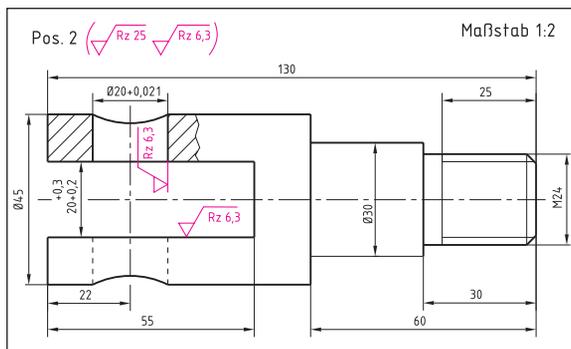
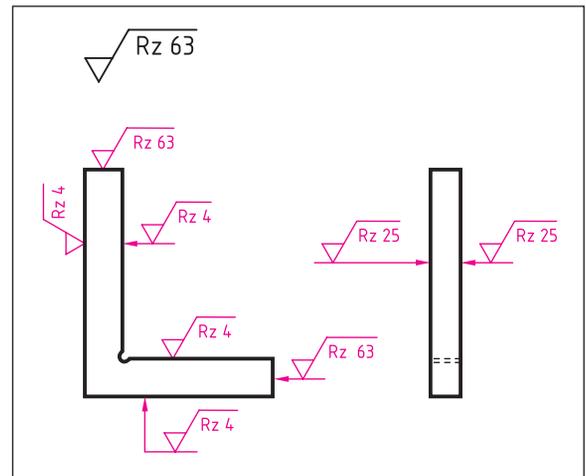
3 Maßeintragungen



Mittenrauheit Ra



gemittelte Rautiefe Rz



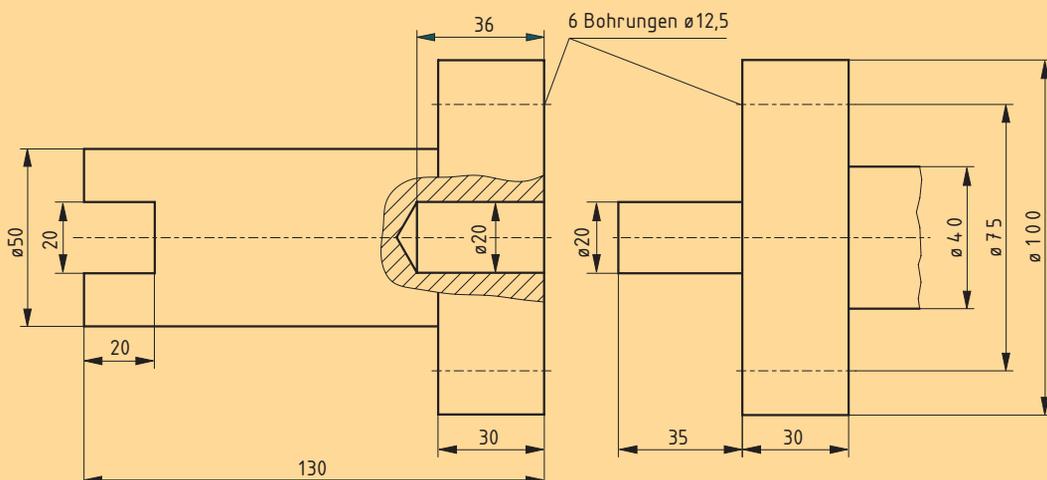
- Das Symbol kann immer mit der Spitze an die Körperkante gezeichnet werden.
- Bei der Eintragung der Zahlen und Angaben ist die Leserichtung zu beachten.
- Bei der Verwendung von Hilfslinien ist die Leserichtung zu beachten.

Alle nicht gekennzeichneten Flächen werden spanend bearbeitet und erhalten eine Oberflächenbeschaffenheit Rz 25.

Aufgabe

Skizziert ist eine Wellenkupplung.

- Zeichnen Sie die Wellenkupplung ab.
- Ergänzen Sie funktionsgerechte Toleranzangaben.
- Ergänzen Sie Angaben über Oberflächenbeschaffenheit.





3 Längen

3.1 Rand-, Mitten- und Lochabstände

3.1.1 Teilungen

Beispiel 1: Gleichmäßige Teilung

An den Rahmen des Gartentores sind sieben geschmiedete Gitterstäbe in **gleichem Abstand** anzunieten. Für das Anreißen der Bohrungsmittelpunkte sind die Abstände (Teilung) der Stäbe zu ermitteln.

1. In wie viele gleiche Abstände ist die Gesamtlänge L aufzuteilen?
2. Wie viel mm Abstand haben die Stäbe zueinander?

Gegeben: aufzuteilende Gesamtlänge
 $L = 960 \text{ mm}$
 Anzahl der Stäbe $n = 7$

Gesucht: Teilung t

Lösung

$$\begin{aligned} 1. \quad z &= n + 1 \\ z &= 7 + 1 \\ \underline{z} &= \underline{8} \end{aligned} \quad \Rightarrow$$

Die Gesamtlänge
 $L = 960 \text{ mm}$ des Rahmens ist
 in 8 gleiche Abstände aufzu-
 teilen.

$$\begin{aligned} 2. \quad t &= \frac{L}{z} \\ t &= \frac{960 \text{ mm}}{8} \\ \underline{t} &= \underline{120 \text{ mm}} \end{aligned} \quad \Rightarrow$$

Die Stäbe haben 120 mm
 Abstand zueinander.

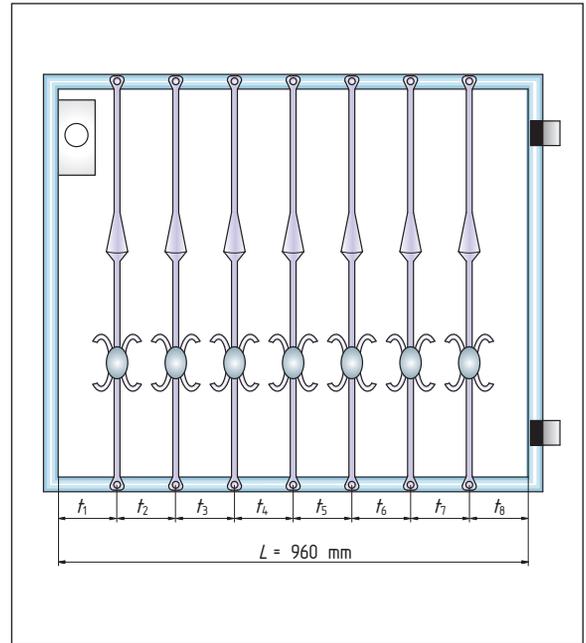


Bild 1 Gartentor mit Füllstäben

Die Gesamtlänge L ist einschließlich der **beiden Endstücke** t_1 und t_8 in **gleiche Abstände** t aufzuteilen.

Es gilt:

Anzahl der Teilungen $z = \text{Anzahl } n \text{ der Stäbe} + 1$

$$\boxed{z = n + 1} \quad \begin{array}{l} z: \text{Anzahl der Teilungen} \\ n: \text{Anzahl der Stäbe, Bohrungen usw.} \end{array}$$

Die Teilung t errechnet sich somit aus:

Gesamtlänge L geteilt durch Anzahl z der Teilungen.

$$\boxed{t = \frac{L}{z}} \quad \begin{array}{l} t: \text{Teilung in mm} \\ L: \text{Gesamtlänge in mm} \end{array}$$

wird z durch $n + 1$ ersetzt, dann ergibt sich:

$$\boxed{t = \frac{L}{n + 1}}$$

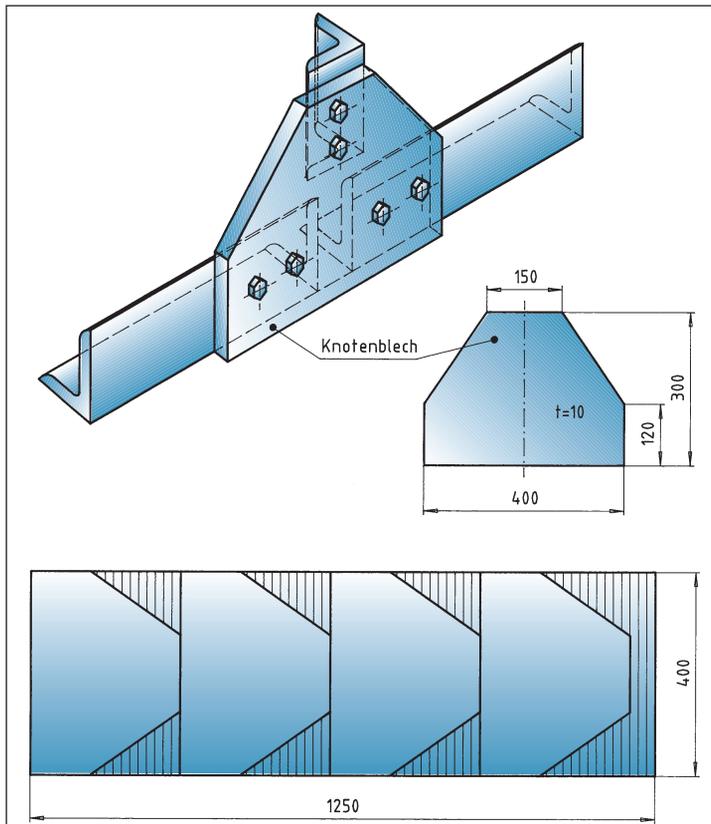


4 Flächen

4.1 Ermittlung der Flächen

Knotenbleche werden z. B. im Stahlbau zum Verbinden von Stahlprofilen eingesetzt. Aus einer Stahlplatte von 400 mm Breite und 12,5 m Länge können vier Knotenbleche hergestellt werden.

Wie groß ist der Verschnitt? (Schnittfugen nicht berücksichtigen)



Um den Verschnitt bestimmen zu können, muss zunächst die Fläche eines Knotenbleches berechnet werden:

1. Möglichkeit: Gesamtfläche ist die Summe der Teilflächen

$$A = A_1 + A_2$$

$$A_1 = l \cdot b$$

$$A_1 = 40 \text{ cm} \cdot 12 \text{ cm}$$

$$A_1 = 480 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot b$$

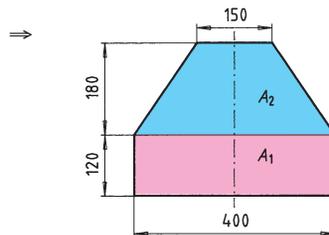
$$A_2 = \frac{40 \text{ cm} + 15 \text{ cm}}{2} \cdot 18 \text{ cm}$$

$$A_2 = 495 \text{ cm}^2$$

$$A = 480 \text{ cm}^2 + 495 \text{ cm}^2$$

$$A = 975 \text{ cm}^2$$

⇒ Gesamtfläche in berechenbare Teilflächen (Rechteck und Trapez) zerlegen



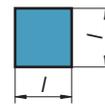
Teilflächen mithilfe der oben stehenden Formeln oder aus dem Tabellenbuch berechnen.

Hinweis:

Sinnvolle, d.h. überschaubare Einheiten wählen. Im vorliegenden Fall für cm oder dm entscheiden.

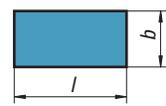
⇒ Die Gesamtfläche ergibt sich aus der Summe der Teilflächen

Quadrat



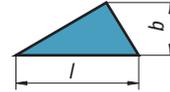
$$A = l^2$$

Rechteck



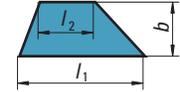
$$A = l \cdot b$$

Dreieck



$$A = \frac{l \cdot b}{2}$$

Trapez



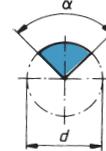
$$A = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot b$$

Kreis



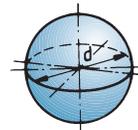
$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$$

Kreisausschnitt



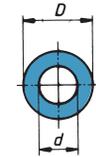
$$A = \frac{d^2 \cdot \pi \cdot \alpha}{4 \cdot 360^\circ}$$

Kugel



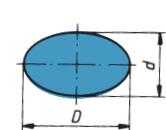
$$A = \pi \cdot d^2$$

Kreisring



$$A = (D^2 - d^2) \cdot \frac{\pi}{4}$$

Ellipse



$$A = \frac{\pi \cdot d \cdot D}{4}$$



Bild 1 Torgitter: korrosionsbeständig, schweißbar, geringe Kosten, hohe Festigkeit (Marsstraße, München)



Bild 2 Briefkastenanlage: umformbar, korrosionsbeständig, farbige Beschichtung, schweißbar

1.3 Einteilung der Werkstoffe

Werkstoffe unterscheiden sich vor allem in ihren physikalischen und technologischen Eigenschaften. Von der Vielzahl der technischen Werkstoffe werden im Metall- und Stahlbau nur sehr wenige verwendet, über deren Einteilung, Gewinnung, Ei-

genschaften und Verwendung Sie aber informiert sein müssen, um sie bestimmungsgemäß auswählen und verarbeiten zu können. Bild 1 gibt einen Überblick über die wichtigsten Werkstoffe, mit denen Sie es in der Werkstatt zu tun haben werden.



Werkstoffe							
Metalle				Verbundwerkstoffe	Nichtmetalle		
Eisenwerkstoffe			Nichteisenmetalle		Kunststoffe	Naturstoffe	Glas
Gusseisen	Stahl						
		Unlegierte Stähle	Legierte Stähle				
In Formen gegossenes Eisen	Stahl ohne Legierungselemente	Stahl durch Legierungselemente veredelt	Buntmetalle Leichtmetalle	nach den Anforderungen „komponierte“ Werkstoffe	künstlich hergestellte Stoffe	in der Natur vorkommende Stoffe	unterkühlte glasklare Schmelze
z. B. • Grauguss • Temperguss	z. B. • einfacher Baustahl • Einsatzstahl	z. B. • legierter Baustahl • legierter Werkzeugstahl • EDELSTAHL Rostfrei®	z. B. • Aluminium • Kupfer und seine Legierungen wie Bronze, Messing • Zink • Zinn	Mischungen aus gepresstem Werkstoffpulver, z. B. Schneidstoffe	z. B. • Thermoplaste • Duroplaste • Elastomere	z. B. • Holz • Gips • Zement	z. B. • Bauglas • Einscheibensicherheitsglas • Verbundglas

Bild 3 Einteilung der Werkstoffe

- Gemeinsame **Merkmale aller Metalle** sind, sie
- besitzen eine Gitterstruktur, diese kann kubisch raumzentriert, kubisch flächenzentriert oder hexagonal sein (Bild 1, S. 74)
 - leiten Strom und Wärme mit Hilfe der sog. freien Leitungselektronen im Metallgitter
 - lassen ihre Eigenschaften durch Legieren (= Mischen im flüssigen Zustand) verändern und bilden dann

- ein Kristallgemisch (unterschiedliche Kristalle auf den Gitterplätzen) oder
- einen Mischkristall (unterschiedliche Atome) (Bild 2 und 3, S. 74)
- lassen sich durch Gießen im flüssigen Zustand umformen
- lassen sich bei Erwärmung umformen, z. B. durch Schmieden (Ausnahme: Gusswerkstoffe)



A od. B:	Reinkupfer
C od. D:	niedriglegiertes Kupfer < 5 % Legierungsbestandteile
E od. F:	Kupfer Sonderlegierungen > 5 % Legierungsbestandteile
G:	Kupfer-Aluminium-Legierungen
H:	Kupfer-Nickel-Legierungen
J:	Kupfer-Nickel-Zink-Legierungen
K:	Kupfer-Zinn-Legierungen
L od. M:	Kupfer-Zink-Legierungen (2-Stofflegierung)
N od. P:	Kupfer-Zink-Blei-Legierungen
R od. S:	Kupfer-Zink-Legierungen (Mehrstofflegierungen)

Bild 1 Kupferlegierungen, Legierungsgruppen

	Numerisch	Kurzzeichen	Zugfestigkeit in N/mm ²	Streckgrenze in N/mm ²	Bruchdehnung in %
EN 1982-	CC040A	Cu-C	≥ 150	≥ 40	≥ 25
EN 1982-	CB750S	CuZn33Pb2	≥ 180	≥ 70	≥ 12
EN 1982-	CC480K	CuSn10	≥ 250	≥ 130	≥ 18
EN 1982-	CC333G	CuAl10Fe5Ni5	≥ 600	≥ 250	≥ 13

Bild 2 Kupfergusslegierungen

	Numerisch	Kurzzeichen	Zugfestigkeit in N/mm ²	Streckgrenze in N/mm ²	Bruchdehnung in %
EN 12163-	CW023A	Cu-DLP	≥ 250	≈ 220	≥ 8
EN12163-	CW101C	CuBe2	≥ 420	≥ 140	≥ 25
EN12163-	CW500L	CuZn5	≥ 240	≈ 60	≥ 20
EN12163-	CW509L	CuZn40	≥ 340	≈ 260	≥ 18
EN12163-	CW453K	CuSn8	≥ 390	≈ 260	≥ 35
EN12165-	CW101C	CuBe2	≈ 450	≈ 200	≈ 20
EN12165-	CW617N	CuZn40Pb2	≈ 350	≈ 140	≈ 15
EN12167-	CW101C	CuBe2	≥ 410	≈ 190	≈ 40
EN12167-	CW509L	CuZn40	≥ 440	≈ 300	≈ 10

Bild 3 Kupferknetlegierungen

5 Kunststoffe

5.1 Vorteile von Kunststoff

Für viele Bauteile sind Kunststoffe geeigneter als Stahlwerkstoffe und Nichteisenmetalle, denn ihre Eigenschaften lassen sich gezielt den Erfordernissen anpassen, so z. B. Kunststoffhandläufe, mit Kunststoff beschichtete Bleche oder Rohre und Formteile (Bild 4). Für die Verarbeitung sind Kenntnisse über Vor- und Nachteile sowie die Herstellung wichtig (Bild 1, S. 96).

5.1.1 Herstellung von Kunststoffen

Sie können sowohl synthetisch als auch durch Veränderung und Abwandlung von Naturstoffen hergestellt werden.

Ausgangsmaterial sind

- für die synthetische Kunststoffherzeugung: Erdöl, Kohle, Erdgas
- für die abgewandelten Naturstoffe: Cellulose und Latex (= Gummibaumsaft).

Durch chemische Umwandlungsprozesse gewinnt man aus diesen Stoffen Moleküle, deren Hauptbestandteil der **Kohlenstoff** ist. An diese Einzelmoleküle, **Monomere** genannt, können noch weitere Stoffe wie Chlor angelagert werden.

In einer weiteren chemischen Reaktion, der Synthese, verbinden sich diese Monomere zu langen



Bild 4 Fenster aus Kunststoffprofilen mit Kernprofilen aus verzinkten Stahlrohren



1 Trennen durch Spanen von Hand

1.1 Wirkprinzip der keilförmigen Werkzeugschneide

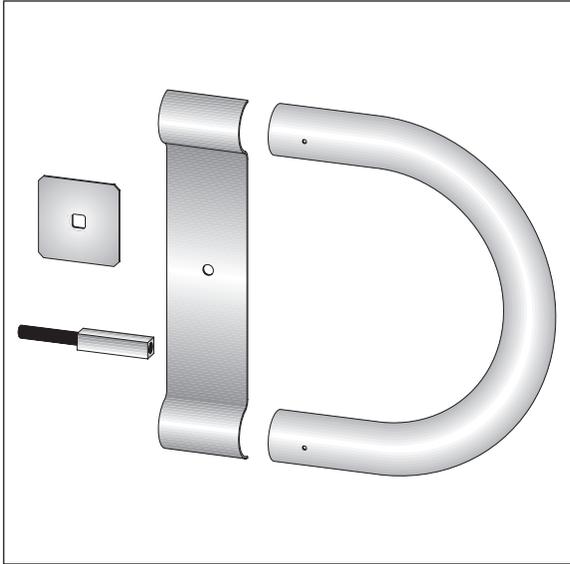


Bild 1 Klemmblech, Bolzen, Wandscheibe und Bogen

Alle abgebildeten Bauteile werden aus Blechen oder Profilen **abgetrennt** und weiter bearbeitet oder umgeformt. Alle handgeführten Trennwerkzeuge aus Bild 2 leiten sich aus einer gemeinsamen Grundform dem **Keil** ab.

Steht der Keil senkrecht auf der Werkstückoberfläche wird das Werkstück geteilt, z. B. beim Meißeln. Wird der Keil schräg auf die Werkstückoberfläche aufgesetzt, wird ein Span abgehoben, z. B. beim Sägen (Bild 3).

Das Wirkprinzip beruht auf der Kräftezerlegung im Keil. Die Schneidkraft F_c (z. B. Hammerschlag) wird zerlegt in zwei senkrechte Kräfte auf der Keiloberfläche der Druckkraft F_D . Die Größe des Keilwinkels β beeinflusst die aufzubringende Schneidkraft und den Verschleiß (siehe Bild 1, S. 152).

Dringt der Schneidkeil in den Werkstoff ein, wird Material zuerst zusammengedrängt, dabei elastisch und plastisch verformt, dann abgetrennt und an der Spanfläche nach oben weggeschoben. Der **Zerspanvorgang** erfordert Kraft. Der Schneidkeil wird beansprucht und dadurch abgenutzt oder sogar beschädigt.

Die Erfahrung zeigt, dass Schneiden mit einem großen **Keilwinkel** Beanspruchungen besser aufnehmen. Die Schneidkeile müssen nicht so schnell nachgeschliffen werden (z. B. beim Meißel und Bohrer).

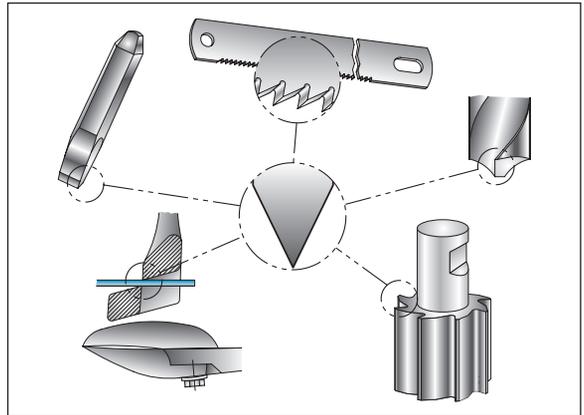


Bild 2 Keilförmige Werkzeugschneide

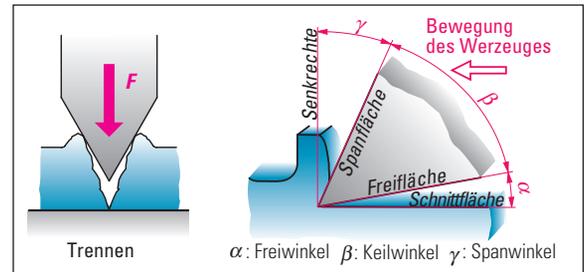


Bild 3 Winkel an der Werkzeugschneide

Alle **spanabhebenden Werkzeuge** haben eine **keilförmige Werkzeugschneide** (Bild 4). Drei **Winkel an der Werkzeugschneide** beeinflussen die Spanabnahme:

- Freiwinkel** α (alpha), begrenzt durch Schnitt- und Freifläche,
- Keilwinkel** β (beta), begrenzt durch Frei- und Spanfläche und
- Spanwinkel** γ (gamma), begrenzt durch Spanfläche und Senkrechte auf Schnittfläche.

Die Winkelsumme am Schneidkeil beträgt somit stets 90° . Es gilt:

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ.$$

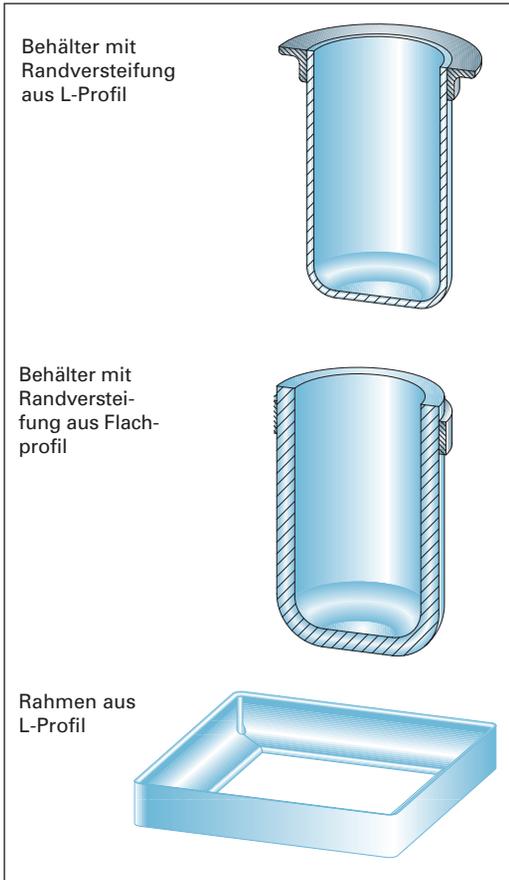


Bild 1 Biegen von Randverstärkungen



Ringbiegemaschine
Vertikale 3-Rollen-Ringbiegemaschine für Handbetrieb, mit zwei Geschwindigkeiten, Tischgerät mit angetriebener Oberrolle.

Dreiwalzenbiegemaschine,
Biegewalze von Hand verstellbar.

Bild 2 Biegemaschinen

3.3 Kanten von Blechen mit Maschinen

Kaltprofile für den Stahlleichtbau, Stahlblechzargen oder Blechformteile für den Lüftungsbau stellt man am wirtschaftlichsten durch **Abkanten** her. Das ist ein maschinelles Formgebungsverfahren mit geraden Biegekanten bei sehr kleinen Biegeradien. Gearbeitet wird mit Schwenkbiegemaschinen oder Gesenkbiegepressen.

Arbeitsweise einer Schwenkbiegemaschine

Kennzeichnend für diese Maschine sind drei linearartige Wangen. Der umzuformende Blechstreifen wird zwischen Ober- und Unterwange gehalten. Ihr Abstand ist zum Einführen und für unterschiedliche Blechdicken veränderbar. Durch Schwenken der Biegewange um den geforderten Biegewinkel wird das Blech umgeformt. Für die unterschiedlichsten Arbeiten lassen sich in Ober- und Biegewange auswechselbare Formschienen einsetzen.

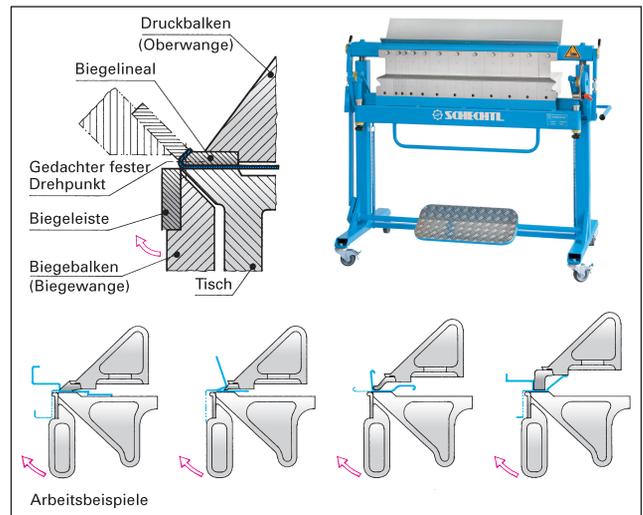


Bild 3 Arbeitsweise einer Schwenkbiegemaschine

Schwenkbiegemaschine mit Oberwangenteilung

Sie arbeitet nach dem Prinzip der Schwenkbiegemaschine, nur ist hier die Oberwange in einzelne unterschiedlich breite Segmente geteilt (= Klavierbandwangen). Diese lassen sich zur gewünschten Breite einer Kantung kombinieren. Das vereinfacht die Herstellung von Kanälen im Lüftungsbau und das Kanten kleiner Behälter. Bei CNC gesteuerten Maschinen werden die Segmente selbstständig analog der Kantbreite der Biegung zusammengestellt und dann die Biegewange betätigt. In aufeinander folgenden Arbeitsgängen kann so z. B. ein rechteckiger Behälterdeckel umlaufend an seinen vier Seiten mit Umkantungen oder Falzen versehen werden (Bild 1 Seite 174).



Genauigkeitsgrad	Nennbereich für kürzeren Schenkel in mm				
	bis 10	über 10 bis 50	über 50 bis 120	über 120 bis 400	über 400
	Grenzabmaße für Winkelmaße in Grad				
f (fein)	± 1°	± 30′	± 20′	± 10′	± 5′
m (mittel)					
c (grob)	± 1°30′	± 1°	± 30′	± 15′	± 10′
v (sehr grob)	± 3°–	± 2°	± 1°	± 30′	± 20′

Bild 1 Allgemeintoleranzen für Winkelangaben nach DIN ISO 2768-1: 1991-06

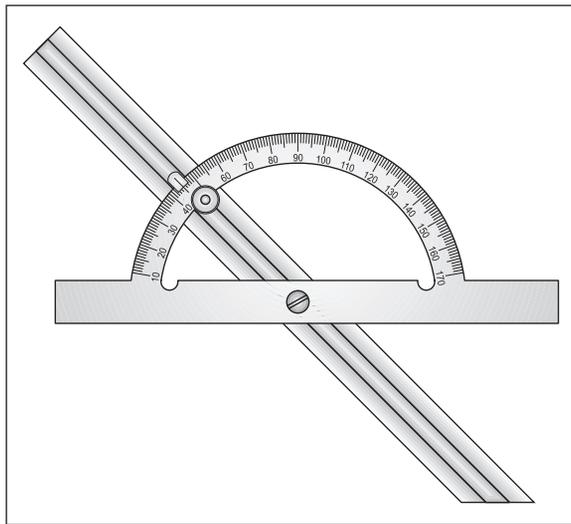


Bild 2 Gradmesser

Die Toleranz für den rechten Winkel beträgt also $60' = 1^\circ = 30' - (-30')$.

Zur groben Messung werden Gradmesser eingesetzt. Zur feineren Winkelmessung eignet sich ein Universalwinkelmesser (Bild 3), da er über einen Nonius mit einem Nonienwert von 5' verfügt. Die angebrachte Lupe verbessert die Ablesegenauigkeit.

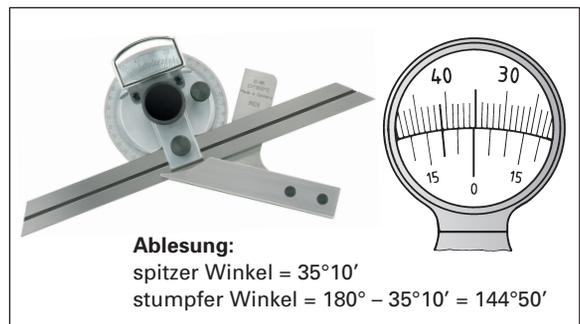


Bild 3 Universalwinkelmesser

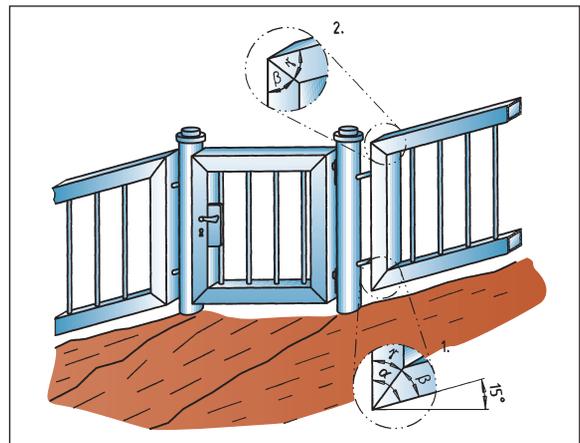


Bild 4 Gehrungswinkel an einem Gartenzaun

Bestimmung von Gehrungswinkeln

Bevor die Einzelteile z.B. für einen Gartenzaun (Bild 4) zugeschnitten werden, sind die Gehrungswinkel β und γ in ihrer Größe zu bestimmen und mit dem Winkelmesser anzureißen. Für die untere linke Ecke des Gartenzaunes ergibt sich der Eckenwinkel α aus der Differenz von 90° und der Straßensteigung von 15° , d.h., $\alpha = 75^\circ$. Da die beiden Gehrungswinkel β und γ gleich sind, muss $\beta = \frac{\alpha}{2}$ sein, d.h. $\beta = \gamma = 37,5^\circ$.

Aufgabe

Wie groß sind die Gehrungswinkel in Bild 5?

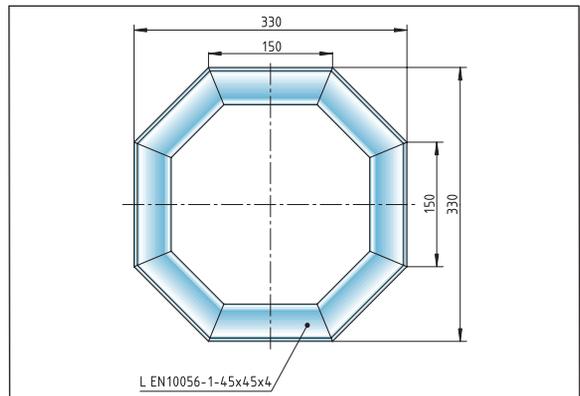


Bild 5 Gehrungswinkel an einem Kranz aus Winkelprofilen



Lernfeld 2: Fertigen von Bauelementen mit Maschinen

Auftrag

Es sollen bewegliche Stahlgelenke zum Festhalten von Abdeckplatten für Aluminiumbehälter gefertigt werden.

Analyse

Die Gelenkgabel Pos. 2 wird dabei in die seitliche Halteleiste der Behälterwand eingeschraubt. Die Gelenklasche ist beweglich an der Gelenkgabel mit Hilfe von Normteilen (Bolzen, Splint) befestigt und gesichert. Die Abdeckplatte wird mit Zylinderschrauben an der Gelenklasche befestigt. Die Einzelteile werden überwiegend durch maschinelles Spanen hergestellt.

Planung der Fertigungsunterlagen

Vor der Fertigung der Bauteile sind zunächst wichtige Fertigungsunterlagen zu erstellen:

- Detailzeichnungen der Gelenklasche (Pos. 1) und der Gelenkgabel (Pos. 2)

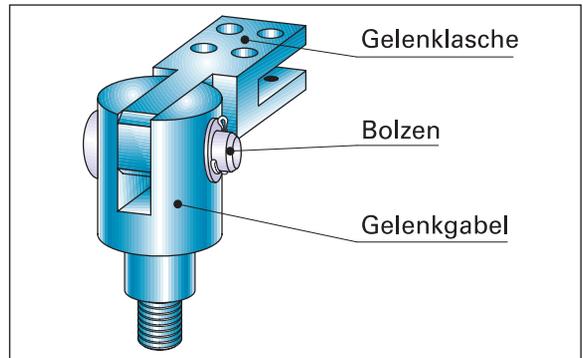


Bild 1 Stahlgelenk für Abdeckplatte

- Stückliste mit Angabe der verwendeten Halbzeuge und Normteile (Pos. 3, 5, 6 und 4)
- Gesamtzeichnung der Bauteile Pos. 1–6

Um die Detailzeichnungen erstellen zu können, müssen vorab die verwendeten Normteile bestimmt

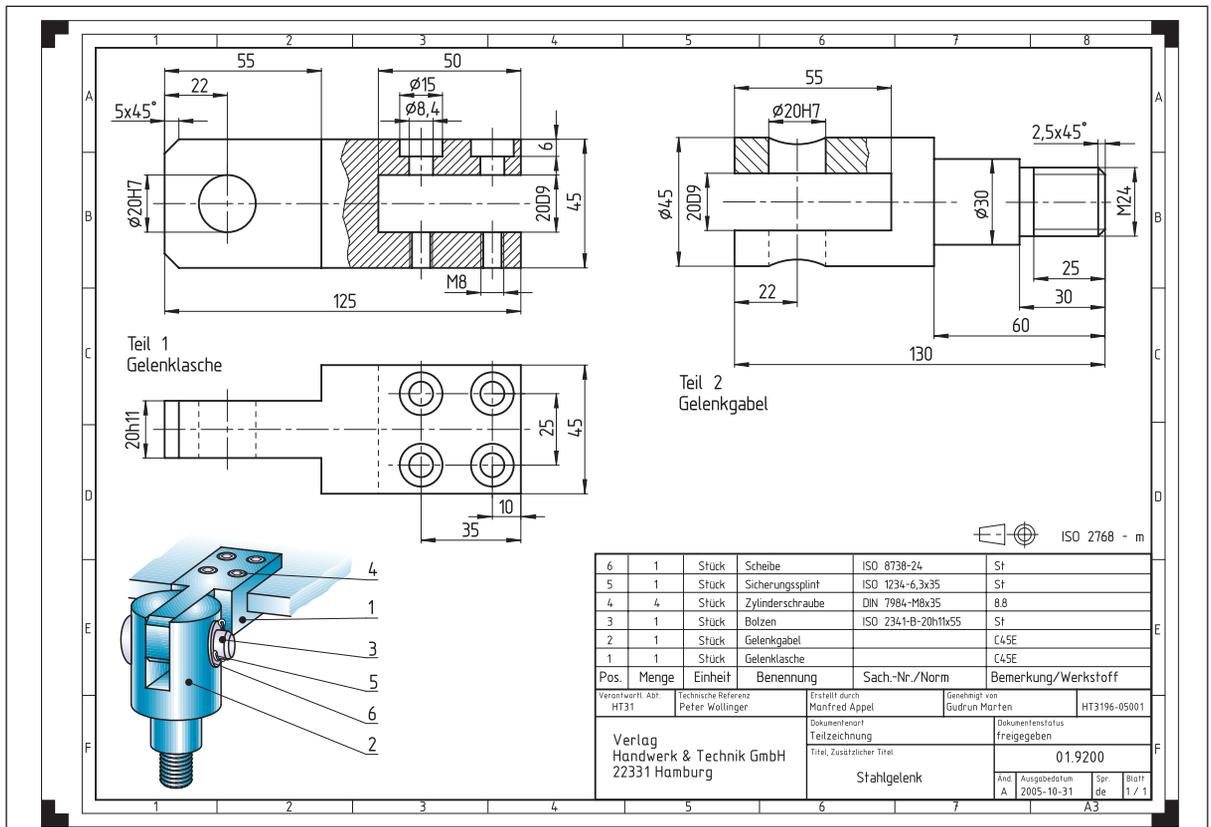


Bild 2 Stahlgelenk für Abdeckplatte – Detailzeichnungen



Spannen der Werkstücke

Je nach Größe und Form des Werkstücks verwendet man verschiedene Spannmittel, z.B.

- **Dreibackenfutter mit Innen- und Außenbacken:** Mit einem Vierkantschlüssel werden die Außenbacken zum Spannen runder Wellen und die Innenbacken zum Spannen zylindrischer Hohlkörper gleichmäßig bewegt. Eine Durchgangsbohrung erlaubt das Durchstecken längerer Werkstücke durch das Futter und die Hauptspindel.
- **Planscheibe:** Sie wird zum Festspannen unregelmäßiger oder großer Werkstücke benutzt. Ihre Spannbacken können einzeln und unabhängig voneinander verstellt werden.
- **Spannen zwischen Backenfutter und Reitstock:** Lange Drehteile müssen am anderen Ende durch die Reitstockspitze abgestützt werden, da sie durch die Schnittkraft des Drehmeißels durchgebogen werden. Dazu wird das Drehteil an der Stirnseite mit einer Zentrierbohrung versehen und kann so am freien Ende auf die Zentrierspitze der Reitstockspindel gesteckt werden.

Ein oder mehrere Setzstücke (Lünetten) unterstützen dabei lange Drehteile und verhindern das Durchbiegen unter dem Einfluss der Schnittkräfte.

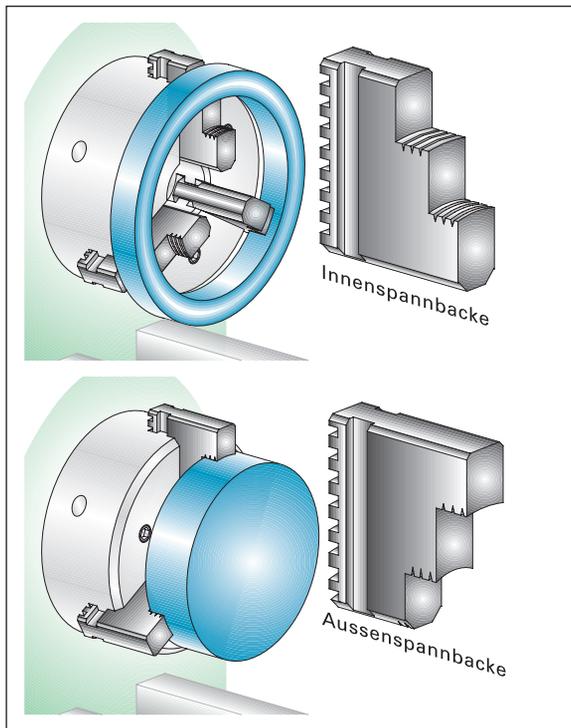


Bild 1 Dreibackenfutter

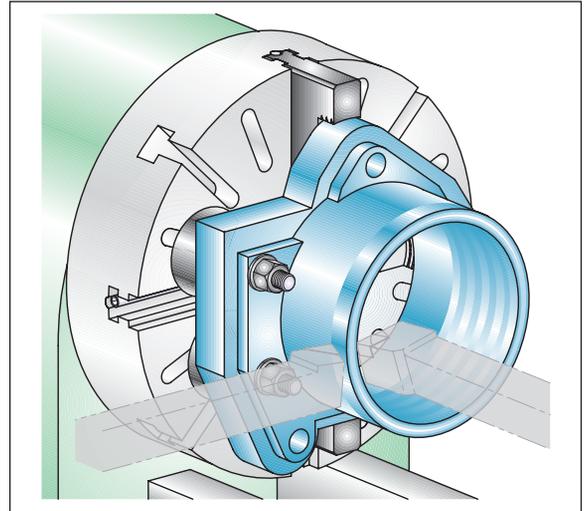


Bild 2 Planscheibe

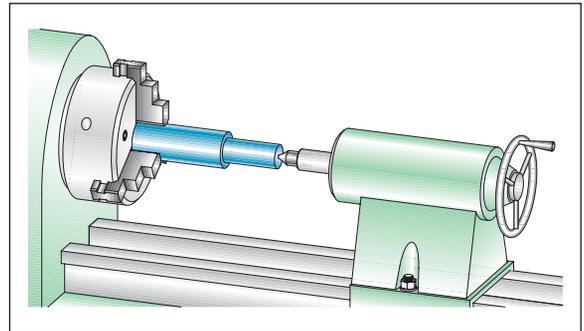


Bild 3 Spannen zwischen Dreibackenfutter und Reitstock

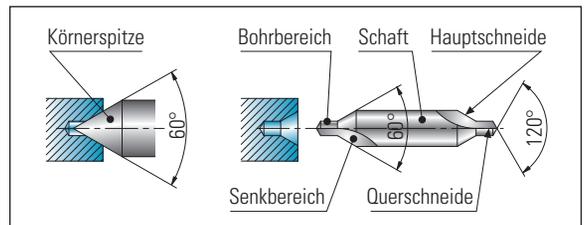


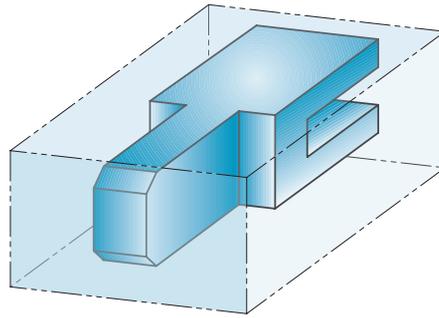
Bild 4 Zentrierspitzen und Zentrierbohrer



Bild 5 Reitstock

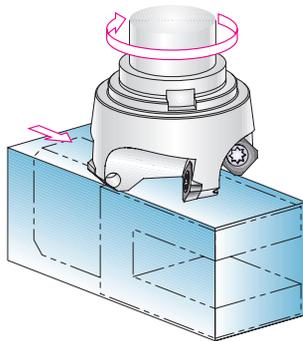


Für die Gelenkklase ergeben sich aufgrund der vorhandenen Teilzeichnung (vgl. Seite 172) und der vorgegebenen Rohmaße folgende Arbeitsschritte:



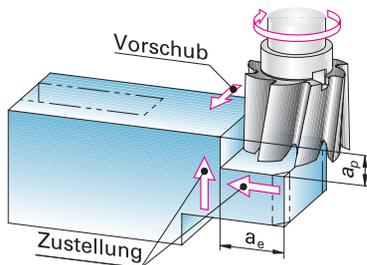
Rohmaße: 4 kt 50–130 lang

1. Prismatischen Grundkörper fräsen mit Messerkopf



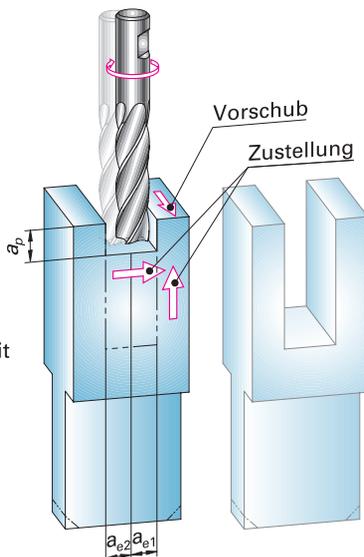
- Fräsverfahren: Stirnfräsen mit Messerkopf (hartmetallbestückt)
- Spannmittel: Maschinenschraubstock
- Quadratstahl einspannen, eine Fläche fräsen (Schnitttiefe 3 mm)
- Umspannen und gegenüberliegende Fläche fräsen (Schnitttiefe 2 mm)
- Gleichermaßen mit beiden anderen Flächenpaaren verfahren

2. Werkstückabsätze fräsen mit Walzenstirnfräser



- Fräsverfahren: Umfangsstirnfräsen mit Walzenstirnfräser (Schneidstoff HSS, \varnothing 63 mm, 10 Zähne)
- Frästisch auf richtige Höhe (Schnitttiefe) und Querstellung (Schnittbreite) einstellen
- Schnittaufteilung:
 1. Schruppen mit Schnitttiefe $a_p = 10$ mm und Schnittbreite $a_e = 50$ mm
 2. Schlichten mit Schnitttiefe $a_p = 2,5$ mm und Schnittbreite $a_e = 5$ mm

3. Nut fräsen mit Schaftfräser



- Fräsverfahren: Umfangsstirnfräsen mit Schaftfräser (Schneidstoff HSS, \varnothing 16 mm, 4 Zähne)
- Fräsen der Nut erfolgt in 20 Schnitten aufgrund des Abmaßes der Nut von $+0,1/0$ mm:
 1. Schnitt 1–5: Schnitttiefe $a_p = 10$ mm, Schnittbreite $a_e = 16$ mm
 2. Schnitt 6–10: Schnitttiefe $a_p = 10$ mm, Schnittbreite $a_e = 8$ mm
- Die Verwendung eines Schaftfräsers von 20 mm garantiert nicht die Einhaltung des Abmaßes, da z.B. geringfügige Durchmesserabweichungen durch Anschleifen des Fräsers auftreten können.

Bild 2 Arbeitsfolge: Fräsen des Stahlgelenks



Muttern

werden ebenso in unterschiedlichen Formen und Ausführungen hergestellt. An manchen Montagestellen kann aus Platzgründen kein Schraubenschlüssel angesetzt werden. Dafür sind dann spezielle Werkzeuge erforderlich und die Formflächen an den Muttern sind dann diesen Werkzeugen angepasst (vgl. Nutmutter und Hakenschlüssel). Die Kronenmutter kann mit einem Splint gesichert werden, die Hutmutter verdeckt und schützt das Gewindeende der Schraube und ist dekorativ.

Unterlegscheiben

sind notwendig, wenn die Oberfläche der Bauteile beim Anziehen der Mutter nicht beschädigt werden darf. Außerdem vergrößern sie die Berührungsfläche der Mutter mit dem Werkstück. Dadurch verringert sich der Anpressdruck auf die Werkstückoberfläche. Dies ist besonders bei weichen Werkstoffen wichtig. Durch entsprechend geformte Scheiben können auch Schrägen an Profilen ausgeglichen werden. Bei Schraubenverbindungen im Stahlbau werden bei Verschraubungen an I- und U-Profilen spezielle Vierkantscheiben und HV-Schrauben verwendet.

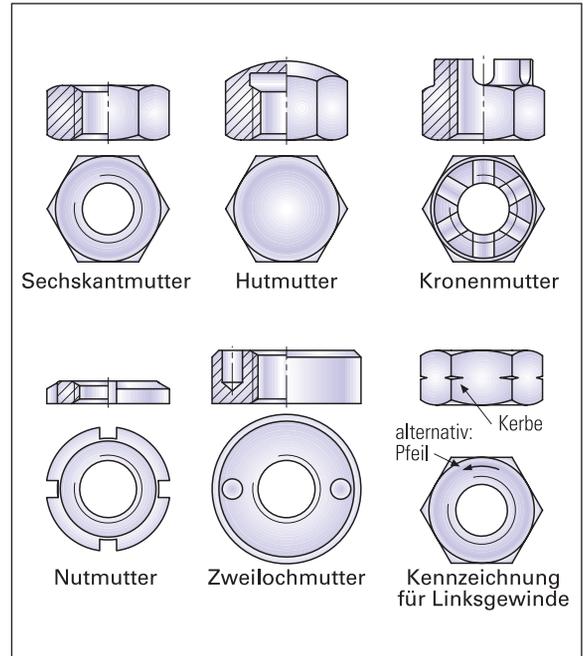


Bild 1 Geformte Mutterformen

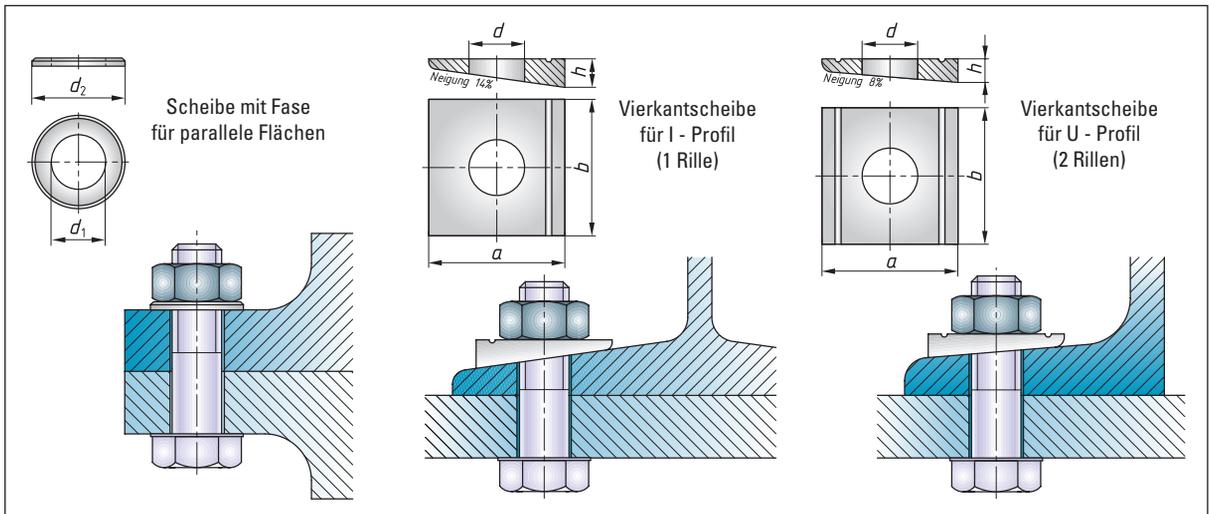


Bild 2 Unterlegscheiben

2.3.4 Montage einer Schraubenverbindung

Die Werkzeuge für die Montage der Schraubenverbindung (z.B. Schraubenschlüssel oder Schraubendreher) bilden mit dem Schraubenkopf (oder der Mutter) eine formschlüssige Verbindung. Das Werkzeug muss deshalb die richtige Größe haben. Nur so ist gewährleistet, dass

- keine Unfälle durch das Abrutschen des Werkzeugs entstehen und
- der Schraubenkopf bzw. das Werkzeug nicht beschädigt wird.



Bild 3 Drehmomentschlüssel

Ein gefordertes Drehmoment beim Anziehen der Schraubenverbindung lässt sich z.B. mit einem Drehmomentschlüssel genau aufbringen.



3 Grundlagen der Steuerungstechnik

Damit ein Unternehmen mit seinen Waren und Produkten auf dem Markt wettbewerbsfähig sein kann, muss es seine Erzeugnisse möglichst kostengünstig produzieren. Dieser Zwang hat zu einer immer weiter zunehmenden **Automatisierung** der Fertigung geführt. An Maschinen und Geräten sollen möglichst viele Betriebsabläufe ohne menschlichen Eingriff erfolgen. Die Bedeutung der Steuerungs- und Regelungstechnik hat dadurch in den letzten Jahrzehnten ständig zugenommen, denn moderne Fertigungsanlagen erfordern komplizierte Steuerungs- und Regelungseinrichtungen, die schnell, genau und sicher die Arbeitsabläufe an der Maschine oder Anlage festlegen. Die Bedienung, Wartung und Pflege dieser Anlagen erfordern auch umfangreiche Kenntnisse in der Steuerungs- und Regelungstechnik.

Folgende Anwendungsbeispiele verdeutlichen die Bedeutung der Automatisierungstechnik:

- **In der Fertigungstechnik:** Einsatz von CNC-Maschinen (CNC-Brennschneidanlagen, CNC-Biegepresse), Bearbeitungszentren mit automatischer Werkstückzuführung und -abführung sowie automatischem Werkzeugwechsel.

- **In der Fördertechnik:** Beladen und Entladen von Magazinen, Sortieren und Verteilen von Päckchen und Briefen, Transportieren von Schüttgut aus Silos oder Schiffen über Förderbänder zu den Verbrauchsstationen.

3.1 Prinzip von Steuern und Regeln

Ständig benutzen wir Geräte und Maschinen, die gesteuert werden. So ist das Ein- und Ausschalten einer Bohrmaschine oder das Einstellen des Schweißstromes an einem Schweißgleichrichter ein Steuerungsvorgang. Auch kompliziertere Vorgänge wie das Aus- und Einfahren einer Markise über einem Wintergarten kann durch eine Steuerung automatisiert werden.

Steuern und Steuerkette

Die Beschattung eines Wintergartens soll durch eine automatische Markisensteuerung nach folgendem Schema erfolgen:

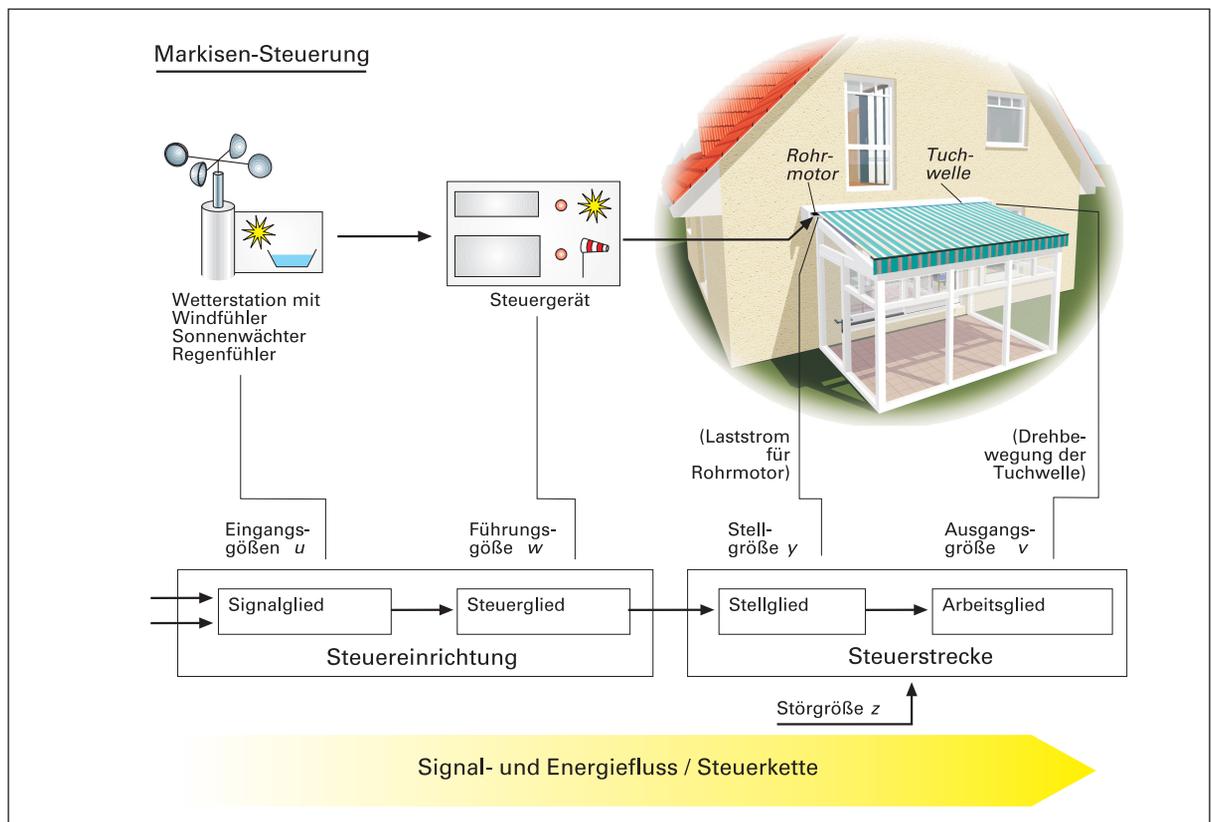


Bild 1 Markisensteuerung eines Wintergartens



Beispielaufgabe:

Die pneumatische Dosenpresse wird benutzt, um Farbeimer platzsparend zu entsorgen. Sie zerdrückt Farbdosen aller Größen. Mit dieser Presse können

bis zu acht 1-Liter Dosen, zwei 3-Liter Dosen oder je eine 5- oder 60-Liter Dose gepresst werden. Die Dosenpresse kann als Tischgerät überall leicht aufgestellt werden.

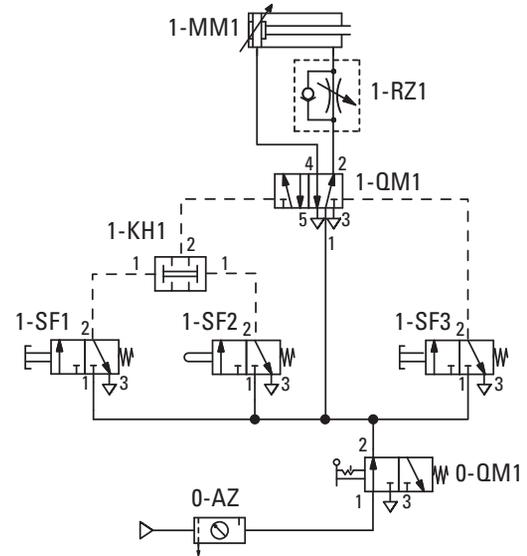
Die Daten:

Presskraft: 2 to
 Gewicht: 150 kg
 Luftanschluss: 8 bar
 Presskammergröße: B 450 mm, T 450 mm, H 650 mm



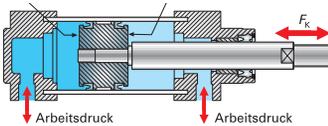
Dosenpresse

Pneumatischer Schaltplan der Dosenpresse:



Zylinderdurchmesser

Ø 32 - 40 - 50 - 63 - 80 - 100 - 125 - 160 - 200



Auszug – Datenblatt Zylinderkräfte

Zyl.- Ø	Beweg- ung	Nutzflä- che cm ²	Schubkraft und Zugkraft in N, abhängig vom Betriebsdruck in bar									
			1 bar	2 bar	3 bar	4 bar	5 bar	6 bar	7 bar	8 bar	9 bar	10 bar
80	Schub	50,24	500	1000	1510	2010	2510	3010	3510	4020	4520	5020
	Zug	45,36	450	910	1360	1810	2270	2720	3170	3620	4080	4530
100	Schub	78,54	790	1570	2360	3140	3930	4710	5500	6260	7070	7650
	Zug	70,49	710	1410	2220	2820	3530	4230	4940	5640	6350	7050
125	Schub	122,68	1230	2450	3680	4910	6140	7350	8590	9820	11040	12270
	Zug	114,67	1150	2290	3440	4580	5730	6880	8020	9170	10310	11460
160	Schub	201,06	2010	4020	6030	8040	10050	12060	14070	16080	18090	20100
	Zug	188,49	1890	3770	5650	7540	9420	11300	13190	15070	16960	18850
200	Schub	314,15	3140	6280	9430	12570	15710	18850	21990	25140	28270	31420
	Zug	301,59	3020	6030	9050	12060	15080	18100	21110	24130	27140	30160

Bei Druckluftzylindern mit durchgehender Kolbenstange wirkt die gleiche Kraft in beiden Richtungen und sie entspricht immer dem in der Tabelle unter „Zug“ aufgeführtem Wert. Die Werte in der Tabelle sind theoretische Werte. Für die praktische Anwendung müssen sie unter Berücksichtigung des Gewichts und der Gleitreibung des bewegten Teils um ca. 10 % verringert werden.

Bild 1 Dosenpresse: Schaltplan und Datenblatt

- Die „Presskraft“ wird mit ca. 2 to angegeben. Berechnen Sie die Presskraft in N.
- Der Druckluftanschluss der Presse ist mit 8 bar angegeben, wobei andere Drücke eingestellt werden dürfen. Berechnen Sie den Druck in N/cm².
- Wie groß ist der absolute Druck bei einem vorhandenen Umgebungsluftdruck von ca. 1 bar?
- Welchen Pneumatikzylinder wählen Sie, um die geforderte Presskraft bei vorgegebenem Systemdruck von 8 bar einhalten zu können?
- Welcher Druck müsste am Druckminderer der Wartungseinheit eingestellt werden, damit die

- Presskraft von 2 to mit dem unter d) gewählten Zylinder genau erreicht wird?
- Der Systemdruck wird auf 6 bar gesenkt und ein kleinerer Zylinder mit 63 mm Durchmesser gewählt. Berechnen Sie die theoretische Kolbenkraft F des Zylinders in N.
- Welche Kolbenkraft erzeugt ein Zylinder mit 200 mm Durchmesser bei 6 bar Systemdruck in der praktischen Anwendung laut Herstellerangaben? Begründen Sie den Unterschied zum Tabellenwert. Mit welchem Wirkungsgrad arbeitet der Zylinder?



2 Technische Systeme: Inspektion – Wartung – Instandhaltung

Als technisches System bezeichnet man sowohl die Summe der technischen Anlagen eines Betriebs als auch bei näherer Betrachtung die einzelnen Arbeitssysteme, Maschinen und Geräte, die bei der Herstellung und Montage von Erzeugnissen verwendet werden. Ein technisches System ist nur dann leistungsfähig und wirtschaftlich, wenn es laufend instand gehalten wird.

2.1 Instandhaltung

Instandhaltung ist der Überbegriff für eine Folge von abgestuften Tätigkeiten zur Sicherung der Leistungsfähigkeit von Technischen Systemen (Bild 1). Man unterscheidet Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Qualitätsverbesserung. In größeren Betrieben werden alle Instandhaltungsarbeiten ge-

plant und ihre Ausführung schriftlich festgehalten und besonders die Instandsetzung durch speziell damit betraute Mitarbeiter durchgeführt. Man bezeichnet ihre Aufgaben als Instandhaltungsmanagement. Wartung und Inspektion bleiben aber primär Aufgabe jedes einzelnen Mitarbeiters.

Diese Sichtweise hat sich erst um das Jahr 1990 durchgesetzt. Gründe dafür waren

- die Einführung eines Qualitätsmanagementsystems in vielen Unternehmen, die Normen zu jedem QM-System verlangen auch Aussagen zum Instandhaltungsmanagement.
- die zunehmende Komplexität der Maschinen und Anlagen, z. B. CNC-gesteuerte Umformmaschinen auch in Metall- und Stahlbaubetrieben.
- die hohen Kosten durch einen unerwarteten Ausfall bzw. durch eine Nichtverfügbarkeit von Maschinen und Anlagen.

Instandhaltung

Alle Arbeiten, die technische Systeme
funktionsfähig halten oder wiederherstellen

1. Stufe: Inspektion	2. Stufe: Wartung	3. Stufe: Instandsetzung	4. Stufe: Qualitätsverbesserung
Stellt den Ist-Zustand von technischen Systemen fest	Sichert den Soll-Zustand von technischen Systemen	Stellt die Funktionsfähigkeit von technischen Systemen wieder her und schafft so einen neuen Abnutzungsvorrat	Steigert die Funktionssicherheit und Einsatzmöglichkeiten von technischen Systemen und/oder senkt die Kosten
z. B. Feststellen von Leckstellen an der betrieblichen Druckluftanlage	z. B. Reinigen von Maschinen bei Arbeitsende	z. B. Auswechseln eines gerissenen Keilriemens an einer Säulenbohrmaschine	z. B. Einbau eines Bewegungsmelders im Lager um elektrische Energie zu sparen wenn sich niemand im Lager aufhält

Bild 1 Instandhaltung von technischen Systemen

Zur Sicherung der Wirtschaftlichkeit W ($W = \text{Ertrag} / \text{Aufwand}$) muss der Aufwand bei der Herstellung von Gütern und Dienstleistungen gesenkt werden. Das ist nur möglich, wenn die Verfügbarkeit V der technischen Systeme hoch ist, sie sollte über 85 % liegen.

$$\text{Verfügbarkeit } V \text{ in } \% = \frac{\text{Einsatzzeit } TE}{\text{Betriebszeit } TB} \times 100$$

Beispiel:

Einsatzzeit: 42 Wochen, Betriebszeit: Jahresarbeitszeit + 3 Wochen Ausfallzeit

Jahresarbeitszeit: 45 Wochen (52 Wochen – 6 Wochen Urlaub – 1 Woche durchschnittl. Krankheitsdauer der Mitarbeiter)

$$V = \frac{42 \text{ Wochen} \times 100}{45 \text{ Wochen}}$$

$$V = 93 \%$$

Eine Verfügbarkeit in dieser Höhe wird nur erreicht, wenn die Betriebsmittel planmäßig instandgehalten werden und ausschließlich die Ausfallzeit für Instandsetzungsarbeiten und Qualitätsverbesserungen genutzt wird.



3 Korrosion

Umwelteinflüsse können Metallbaukonstruktionen zerstören. Unabhängig von der Werkstoffauswahl korrodieren alle Metallbaukonstruktionen. Die Veränderungen beginnen meist an der Werkstückoberfläche und setzen sich je nach Grundwerkstoff mit unterschiedlicher Geschwindigkeit fort. Auch verzinkte Bauteile wie der Schlosskasten in Bild 1 werden auf Dauer zerstört.

Korrosion ist der chemische oder elektrochemische Angriff auf Metalle, Kunststoffe und Beton.

Die Korrosionsprodukte werden als Rost, Zunder, Weißrost oder Patina bezeichnet.

Die in Bild 2 dargestellten Konstruktionen bestehen teilweise aus Kupfer, Zink oder Aluminium. Die Korrosionsschichten dieser Werkstoffe sind teilweise erwünscht, da sie dekorativen Charakter haben z.B. die Patina oder bilden einen relativ dichten Überzug, der wie ein Korrosionsschutz wirkt.



Bild 1 Schlosskasten, durch Korrosion zerstört: Schloss Dresden



Bild 2 Erwünschte Korrosion
a) Kupferpatina: Johannfriedhof Leipzig



b) Aluminiumoxid



c) Zinkpatina

3.1 Korrosionsursachen an Metallkonstruktionen

Die im Metallbau verwendeten Metalle haben die Eigenschaft mit den Medien der Umwelt zu reagieren. Die uns umgebende Luft weist eine Vielzahl von schädlichen Stoffen auf, z.B. Rauche, Salze oder Säuren. In Verbindung mit Wasser werden auf den Oberflächen der Bauteile chemische und elektrochemische Prozesse in Gang gesetzt.

Die Korrosionsgeschwindigkeit ist regional sehr unterschiedlich. In Regionen mit vielen Industriebetrieben und starkem Autoverkehr werden in der Luft hohe Konzentrationen von Schwefeldioxid und Kohlendioxid gemessen. Diese Gase verbinden sich mit der Luftfeuchtigkeit und bilden aggressive Säuren und Basen. Eine hohe Korrosionsgeschwindigkeit ist die Folge. In Küstenregionen sind in der Luft Salze enthalten, die sich auf Konstruktionen niederschlagen und in Verbindung mit der Luftfeuchtigkeit Korrosion verursachen (Bild 3).

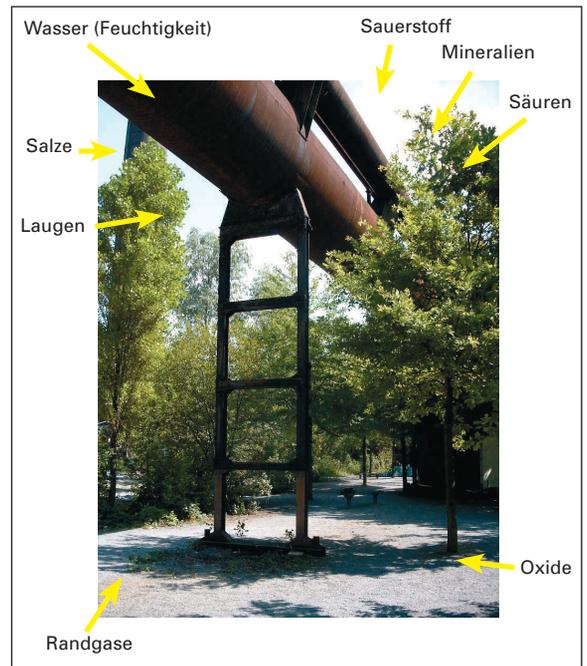


Bild 3 Mögliche Korrosionsangriffe auf eine Gichtgasleitung einer Hochofenanlage



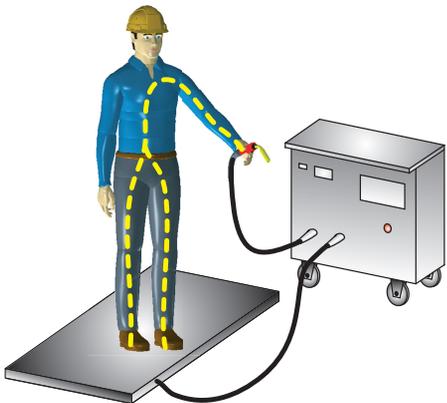
4.2 Wirkungen des elektrischen Stroms

In Elektrogeräten und elektrischen Maschinen erfolgt eine Energieumwandlung, man bezeichnet sie als Wirkung des elektrischen Stroms.

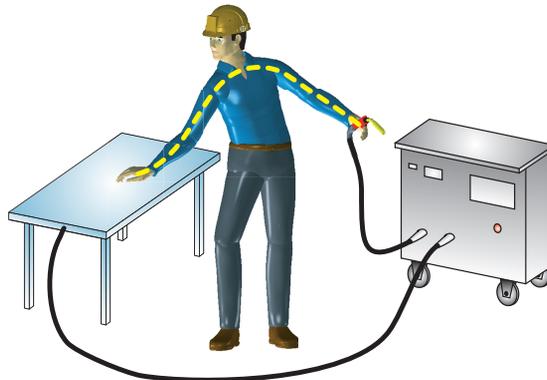
Wirkungsart	Beschreibung	Technische Nutzung
Wärmewirkung	Stromdurchflossene Leiter erwärmen sich (Stromwärme)	Elektroofen, Lötkolben, elektrische Schweißgeräte (Lichtbogenwärme), Verlustwärme z. B. in Kabeltrommeln (unerwünscht)
Magnetische Wirkung	Stromdurchflossene Leiter erzeugen ein Magnetfeld	Magnetventile, Elektromotore (weitere Umwandlung in mechanische Energie), Transformator
Lichtwirkung	Stromdurchflossene Leiter können glühen, stromdurchflossene Gase strahlen Licht ab	Glühlampe, Leuchtstofflampe („Neonröhre“), Leuchtdiode
Chemische Wirkung	Elektrolyte und/oder darin eingetauchte feste Leiter (Elektroden) werden chemisch oder/und physikalische verändert	Galvanisieren, anodisches Oxidieren (Eloxieren), Laden eine Akkumulators

4.2.1 Physiologische Wirkung, Unfallgefahren

Der elektrische Strom stellt z. B. beim Schweißen eine Gefahr dar:



Längsdurchströmung bei leitendem Untergrund



Querdurchströmung bei Kontakt mit Schweißstisch

Merke:

Nur technisch einwandfreie Geräte sichern eine gefahrlose Nutzung.

Die physiologischen Wirkungen zeigen sich unterschiedlich. Dies hängt davon ab, ob der Körper längs, quer oder teildurchströmt wird.

Beachte:

Gleichstrom ist genauso gefährlich wie Wechselstrom.

Gleichstrom wirkt bei gleicher Stromstärke weniger stark auf den Menschen. Nur beim Öffnen oder Schließen des Stromkreises finden Stromänderungen statt.

Beachte:

Nur bei Spannungen unter 42 Volt ist bei normalen Bedingungen kein lebensgefährlicher Strom durch den menschlichen Körper zu erwarten.