

1 Trennen

1.1 Winkel und Flächen am Schneidkeil

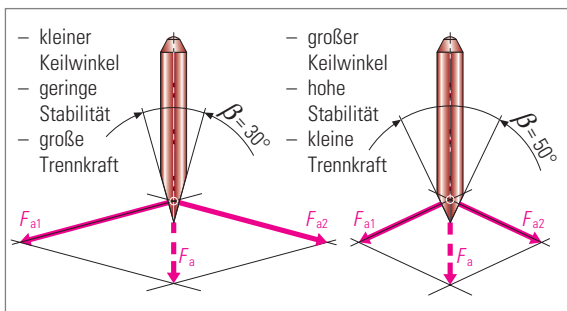
Für die Bearbeitung von Werkstücken [Bild 1] stehen verschiedene Werkzeuge zur Verfügung (Meißel, Säge, Spiralbohrer, Fräser, Handschere usw.). Die Werkzeugschneiden dieser Werkzeuge sind keilförmig [Bild 3].

Merke Bei trennenden Werkzeugen ist die **Grundform** jeder Schneide ein **Keil** (Schneidkeil).

Der **Keilwinkel** β (beta) ist der Winkel des Schneidkeils. Er wird entsprechend der Härte und Festigkeit des zu bearbeitenden Werkstücks ausgewählt. Keilförmige Werkzeugschneiden müssen in der Regel nach längerem Gebrauch nachgeschliffen werden. Der Verschleiß der Schneiden entsteht durch Reibung. Bei zu großen Reibkräften kann der Schneidkeil sogar beschädigt oder zerstört werden.

Merke Schneiden mit **großem Keilwinkel** β besitzen eine hohe Stabilität.

Je kleiner der Keilwinkel ist, desto leichter dringt die Werkzeugschneide in das Werkstück ein [Bild 2]. Wird der Keilwinkel zu klein, kann die Werkzeugschneide ausbrechen.



2: Auswirkungen unterschiedlicher Keilwinkel



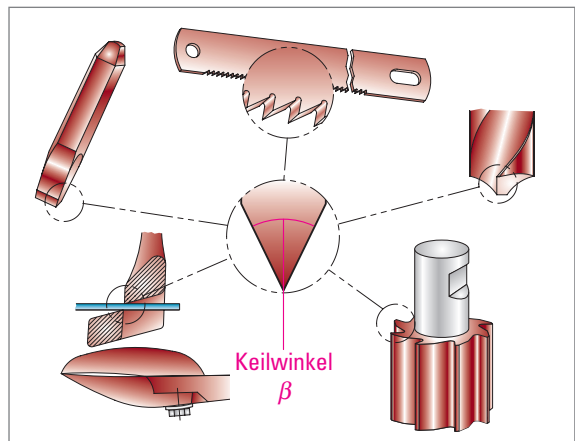
1: Einzelteile eines Kontrollschiebers (Beispielwerkstück)

Durch die Reibung zwischen Werkzeug und Werkstück entsteht Wärme. So kann die Temperatur am Schneidkeil schnell hoch werden.

Merke Schneiden mit **kleinem Keilwinkel** β erleichtern das Trennen.

Es ist nicht möglich, sowohl hohe Stabilität der Schneide als auch günstige Bedingungen zum Trennen gleichzeitig zu erzielen. Bei der Auswahl eines bestimmten Keilwinkels ist daher ein Kompromiss zu finden.

Ein Werkstoff mit vergleichsweise geringerer Härte und Festigkeit (z.B. Kupfer im Vergleich zu Stahl) setzt dem Trennen und der Spanabnahme einen



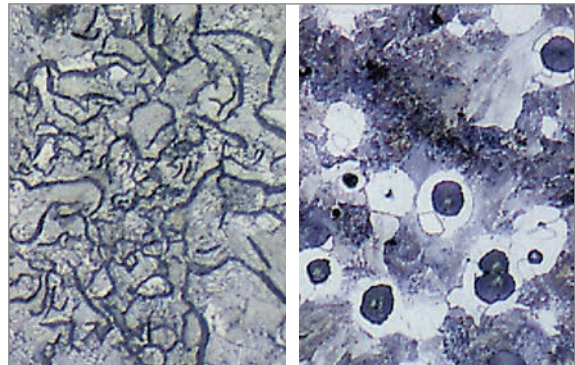
3: Keilförmige Werkzeugschneiden

3.3 Eisenmetalle

Eisenwerkstoffe werden zu einem großen Anteil wieder verwertet (Recycling). Für die Stahl- und Gusseisenerzeugung werden ca. 60% Schrott verwendet. Der Rest wird aus Erzen gewonnen. Im Hochofen wird Roheisen hergestellt, das dann weiterverarbeitet wird.

Merke

Eisenerze sind chemische Verbindungen des Eisens vor allem mit Sauerstoff. Ihr Eisenanteil beträgt 30% bis 70%.



Gusseisen mit **Lamellengrafit** im Gefüge

Gusseisen mit **Kugelgrafit** im Gefüge

Roheisen wird zu Stahl (0,02%–2,06% C) und zu Gusseisen (2,06%–6,7% C) verarbeitet [Bild 1].

1: Kohlenstoffanordnung im Gusseisen

Eisenbegleiter

Zu den Eisenbegleitern gehören folgende Stoffe: Kohlenstoff (C), Silizium (Si), Phosphor (P), Schwefel (S), Mangan (Mn), Sauerstoff (O), Stickstoff (N) und Wasserstoff (H).

Sie beeinflussen die Eigenschaften des Stahls stark [Bild 2].

Stahl

Das im Hochofen [Bild 1, nächste Seite] erzeugte Roheisen enthält zuviel Kohlenstoff und zu hohe Anteile Eisenbegleiter, wie Phosphor, Schwefel und Silizium. Bei der Stahlgewinnung müssen diese Stoffe, je nach gewünschter Stahlsorte, reduziert werden.

Eigenschaften \ Element	Element									
	Mn	Si	Cr	Ni	W	V	Mo	Co	Al	
Härte	+	+	++	+	+	+	+	+	+	≈
Zugfestigkeit	+	+	++	+	+	+	+	+	+	-
Streckgrenze	+	++	++	+	+	+	+	+	+	-
Elastizität	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-
Dehnung	≈	-	-	+	-	≈	-	-	-	-
Kerbschlagzähigkeit	≈	-	-	++	≈	+	+	-	-	-
Warmfestigkeit	≈	+	+	+	++	++	++	++	++	≈
Nitrierbarkeit	≈	-	++	-	+	+	+	-	++	++
Zerspanbarkeit	≈	-	-	-	-	-	-	-	-	≈
Verschleißfestigkeit	≈	+	+	--	++	++	++	≈	≈	≈
Abkühlgeschwindigkeit	--	-	--	--	--	--	--	+	≈	≈

2: Einfluss der Legierungselemente auf die Stahleigenschaften

Durch Drehen des Funktionsplanes um 90° entsteht eine Vorlage für den Pneumatikplan.

■ Pneumatikplan [Bild 1]

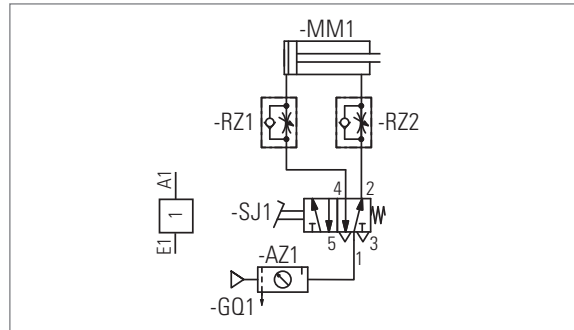
Übungen

1. Ein Werkstück soll gespannt werden.
Erstellen Sie anhand des Pneumatikplans [Bild 2] die fehlenden Arbeitsunterlagen:
 - a) Zuordnungsliste
 - b) Funktionsplan (Logikplan)
 - c) Bauteilliste

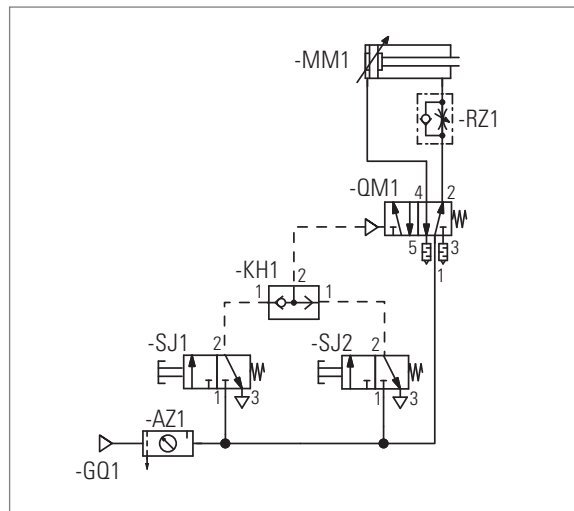
2. Der Pneumatikplan [Bild 4] soll analysiert werden.
 - a) Benennen Sie die verwendeten pneumatischen Baugruppen.
 - b) Beschreiben Sie die Bedingungen zum Ein- und Ausfahren des Kolbens im Zylinder.
 - c) Beschreiben Sie die Geschwindigkeit des Kolbens bei Vor- und Rückhub.
 - d) Erstellen Sie den Funktionsplan (Logikplan) der Steuerung.

3. Eine Vorrichtung [Bild 1, nächste Seite] wird nach vorgegebenem Pneumatikplan bedient.
 - a) Kennzeichnen Sie die pneumatischen Elemente 1 bis 10 nach DIN EN 81346-2.
 - b) Beschreiben Sie die Funktion der Steuerung.
 - c) Beschreiben Sie die Geschwindigkeitssteuerung des Kolbens.

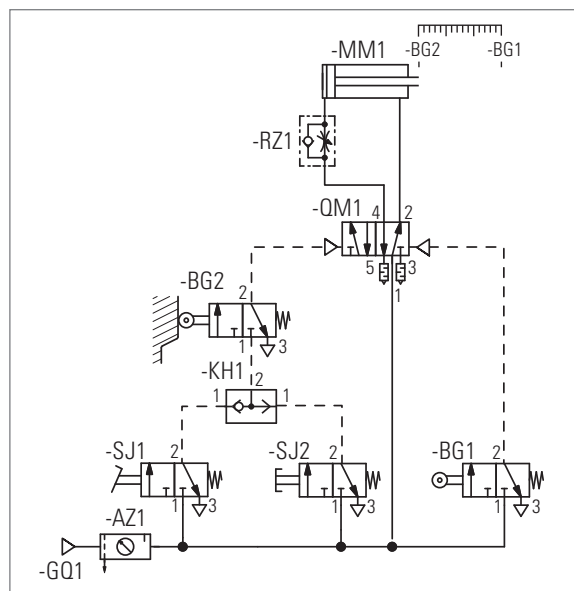
4. Ein einfach wirkender Zylinder soll durch Betätigung des Signalgebers (Ventil mit Handbetätigung und Raste) ein Werkstück spannen [Bild 3].
 - a) Entwickeln Sie den Pneumatikschaltplan.
 - b) Es steht Ihnen nur ein 5/2-Wegeventil zur Verfügung. Wie lösen Sie das Problem?



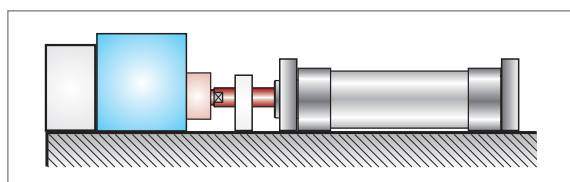
1: Funktionsplan und Pneumatikplan



2: Indirekte Steuerung (Werkstückspannung)



4: Pneumatikplan



3: Werkstück spannen

2 Hebezeuge

Sowohl in der Fertigung, der Lagerwirtschaft als auch bei der Montage werden häufig Lasten mit Hebezeugen bewegt bzw. positioniert [Bild 1]. Ein sicherer Transport von Lasten mit Hebezeugen ist nur dann gewährleistet, wenn die Fachkraft die für das Heben der Last geeigneten Lastaufnahme- und Anschlagmittel auswählt.

Lastaufnahmeeinrichtungen

Der Fachausdruck Lastaufnahmeeinrichtung ist der Oberbegriff für







- Traggmittel
- Lastaufnahmemittel
- Anschlagmittel

Die Lastaufnahme- und Anschlagmittel

- müssen für den jeweiligen Verwendungszweck geeignet sein,
- dürfen bei bestimmungsgemäßer Verwendung nicht über ihre Tragfähigkeit hinaus belastet werden und
- müssen sich in einem betriebssicheren Zustand befinden [Bild 1, nächste Seite].

Damit eine Last von einem Kran angehoben werden kann, müssen entsprechende Lastaufnahmeeinrichtungen verwendet werden. An diesen befestigt die Fachkraft die anzuhebende Last – die Last wird von ihr **angeschlagen**.

In Bild 2 bis 5 auf der nächsten Seite werden die gebräuchlichsten Anschlagmittel bezüglich ihrer jeweiligen Einsatzgebiete verglichen.

Kettenzug	Brückenkran (Laufkran)	Schwenkkran
 <p>Ketten- und Seilzüge werden im Werkstattbereich zum Heben geringer Lasten (2... 4 Tonnen) verwendet.</p>	 <p>Brücken- bzw. Laufkrane dienen dem Materialtransport in Werkshallen und überspannen diese daher meist. Je nach Ausführung können sie Lasten bis ca. 100 t bewältigen.</p>	 <p>Schwenkkrane werden meist bei der Montage zum Heben von Lasten bis ca. 10t eingesetzt.</p>
Hebebühne/Scherenhubtisch	Portalkran	Manipulator
 <p>Hebebühnen/Scherenhubtische werden in der Verlade- und Lagertechnik sowie bei der Fertigung, Montage und Instandhaltung verwendet. Sie heben Lasten bis ca. 2 t.</p>	 <p>Portalkrane für den Handbetrieb finden Verwendung im Werkstattbereich bei der Fertigung und Montage. Sie heben Lasten bis zu 1 t.</p>	 <p>Manipulatoren sind Handhabungsgeräte (Hebehilfen), die mit speziellen Greifmitteln bei der Montage in manchen Fällen unentbehrlich sind. Je nach Ausführung heben sie Lasten bis zu 1 t.</p>

1: Hebezeuge für verschiedene Anwendungsgebiete

den ohne Schweißzusatz geschweißt. Bei dicken Blechen wird ein Massivdraht von Hand (ähnlich wie beim Gasschmelzschweißen) oder maschinell zugeführt.

Die Brennerführung erfolgt nach dem Prinzip des Nachlinksschweißens, d.h., der Zusatzstab läuft vor dem Brenner her. Dieser ist leicht in Schweißrichtung geneigt. Der Zusatzstab wird tupfend in das Schmelzbad eingebracht.

Plasmaschweißen:

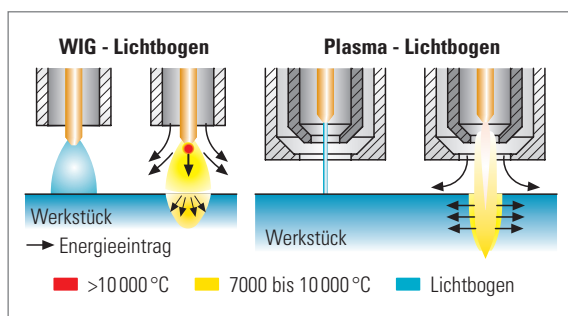
Das Plasmaschweißen gehört zu den Wolfram-Schutzgasschweißverfahren. Der Aufbau der Schweißanlage entspricht dem des WIG-Schweißverfahrens. Im Gegensatz zum WIG-Schweißen ist der Lichtbogen jedoch stark eingeschnürt [Bild 2]. Die Einschnürung wird durch eine besondere Brennerkonstruktion erreicht. Neben der mechanischen Einschnürung kommt noch eine thermische Einschnürung durch kaltes Schutzgas außerhalb der Düse hinzu [Bild 1].

Das Plasmaschweißverfahren eignet sich durch seine hohe Energiedichte zum Schweißen von legierten Stählen mit geringen Wanddicken.

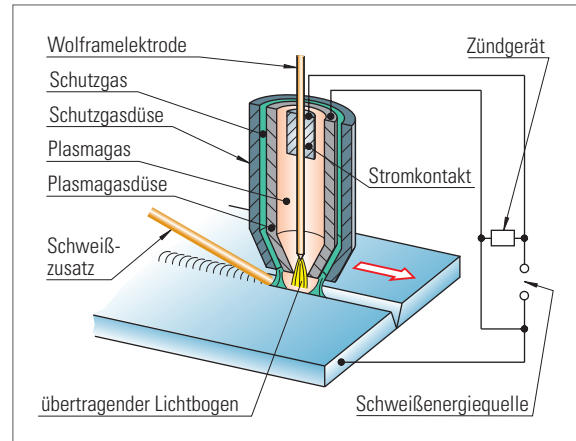
Für eine optimale Naht sind folgende Richtwerte und Einstellungen richtig zu wählen:

- richtige Nahtvorbereitung
- Wahl des Schweißstromes
- Wahl des geeigneten Düsendurchmessers
- Menge an Plasmagas (l/min)
- Menge Schutzgas (l/min)
- Schweißgeschwindigkeit

Die **Stichlochtechnik** [Bild 3] ist eine besondere Schweißtechnik. Dabei durchstößt der Plasma-

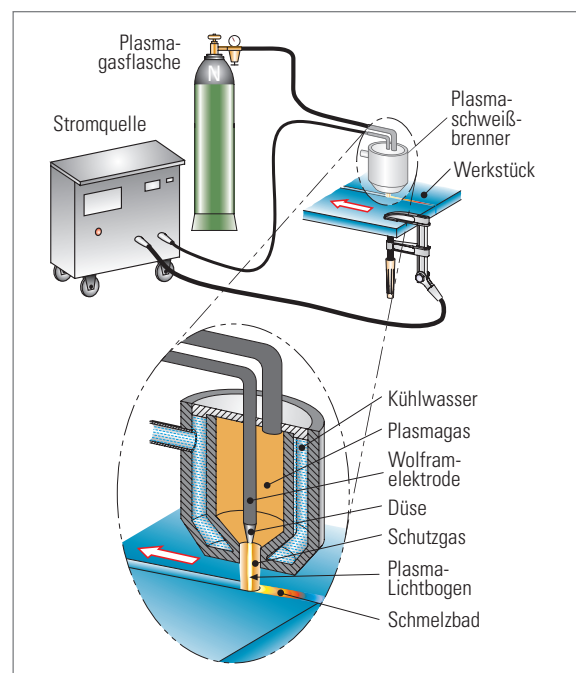


2: Vergleich von WIG- und Plasmalichtbogen und Temperaturverteilung



1: Plasmaschweißverfahren








strahl den gesamten Werkstoff. Dadurch wird die Energie des Lichtbogens auf die gesamte Bauteildicke übertragen. Das flüssige Metall wird vom Plasmastrahl zur Seite gedrängt. Hinter der sich bildenden Schweißöse fließt die Schmelze wieder zusammen. Die Stichlochtechnik erfordert eine präzise Brennerführung und wird ausschließlich automatisiert angewendet. Vorteil dieses Verfahrens ist der Tiefschweißeffekt (hohe Festigkeiten) und gegenüber dem WIG-Schweißverfahren die hohe Schweißgeschwindigkeit (Wirtschaftlichkeit).



3: Stichlochtechnik

Übungen

1. Was zählt zu den Instandhaltungsmaßnahmen?
2. Beschreiben Sie die Rangfolge bei der Einhaltung und Durchführung von Sicherheitsmaßnahmen.
3. Welche Regeln müssen Sie beachten, damit Unfälle bei der Instandhaltung vermieden werden?
4. Welche Angaben muss eine Betriebsanweisung enthalten?
5. Erklären Sie die Bedeutung der Symbole auf der Betriebsanweisung [Bild 1]

Betriebsanweisung Gemäß § 5 BGG D 27	
Betrieb: CNC Schmitt Einsatzort: Werkstatt 2	Arbeitsplatz: CNC-Drehmaschine Tätigkeit: Bedienung der CNC-Drehmaschine Stand: 2013-06-02
Arbeitsmittel / Anwendungsbereich	
Bedienung der CNC-Drehmaschine	
Gefahren für Mensch und Umwelt	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Schnitt- und Quetschgefahr beim Werkzeugwechsel und Transport ■ Vorsicht: Drehbewegung des Werkzeugs (Einzugsgefahr)!
Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vor Inbetriebnahme die Funktion aller Sicherheits- und Schutzeinrichtungen prüfen ■ Bedienung des Gerätes nur durch eingewiesene Personen ■ Lose Späne nur mit Pinsel / Spänehaken entfernen ■ Längere Teile sicher einspannen ■ Auf festen Stand achten, Verschmutzungen am Boden vermeiden ■ Eingeschaltete Maschine nicht verlassen
Instandhaltung und Wartung	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Betriebsanleitung des Herstellers beachten ■ Bei Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten ist die Anlage gegen unbeabsichtigtes Einschalten zu sichern ■ Elektrische Anlagenteile sind alle 4 Jahre von einer ausgebildeten Person zu prüfen ■ Reparaturen nur von Sachkundigen durchführen lassen
Verhalten bei Störungen	
  	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sofort Not-Aus-Schalter betätigen ■ Maschine abstellen, evtl. am Hauptschalter den gesamten Stromkreis ausschalten. Gegen Wiedereinschalten sichern und Kennzeichnung „DEFEKT“ anbringen ■ Mängel nur vom Fachmann beseitigen lassen ■ Bei Brand: Brand melden (Tel. 112), vorhandene Feuerlöscher verwenden ■ Auf Selbstschutz achten ■ Vorgesetzten verständigen
Verhalten bei Unfällen/Erste Hilfe	
 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Maschine abschalten, Unfallstelle absichern ■ Unfall melden (Rettungsstelle Tel. 019222) ■ Erste-Hilfe-Maßnahmen einleiten. Personen ärztlicher Behandlung zuführen ■ Unfall dem Vorgesetzten melden
Datum: <input style="width: 100px;" type="text"/>	Unterschrift des Verantwortlichen: <input style="width: 100px;" type="text"/>

1: Betriebsanweisung einer CNC-Drehmaschine

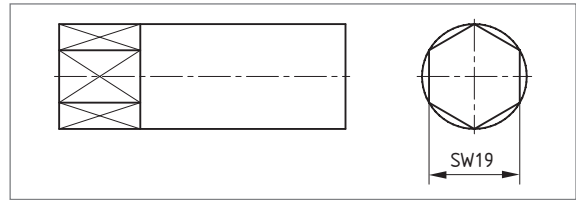
2.1.2 Zylindrische Werkstücke

Zylindrische Werkstücke werden meist in **zwei Ansichten** dargestellt; in der Vorderansicht und in einer weiteren Ansicht (Seitenansicht oder Draufsicht).

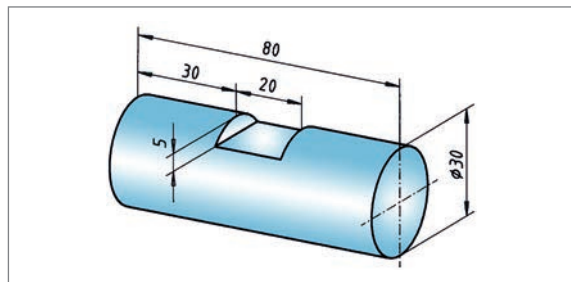
Der **Durchmesser** (\varnothing) eines Zylinders erhält ein Durchmesserzeichen. Dieses wird vor die Maßzahl gesetzt [Bilder 2, 4].

Ebene Flächen erhalten als Kennzeichnung ein Kreuz aus einer schmalen Volllinie [Bilder 1, 3].

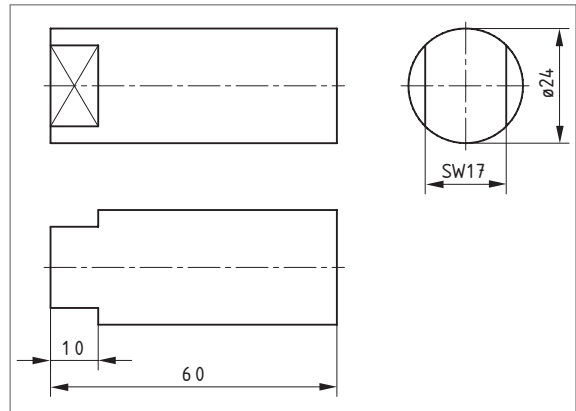
SW bedeutet Schlüsselweite.



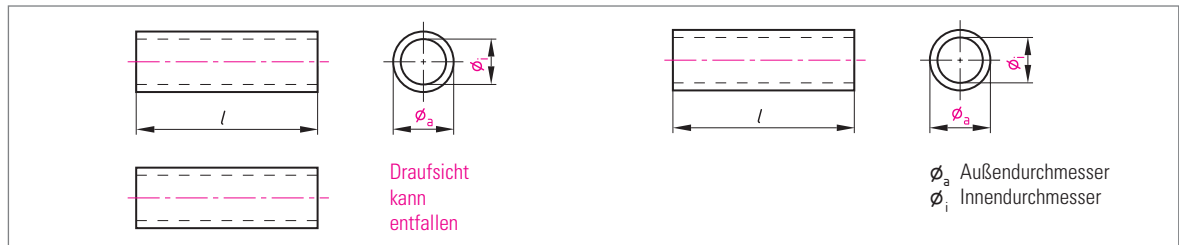
1: Zylinder mit Sechskant



2: Zylinder mit Nut

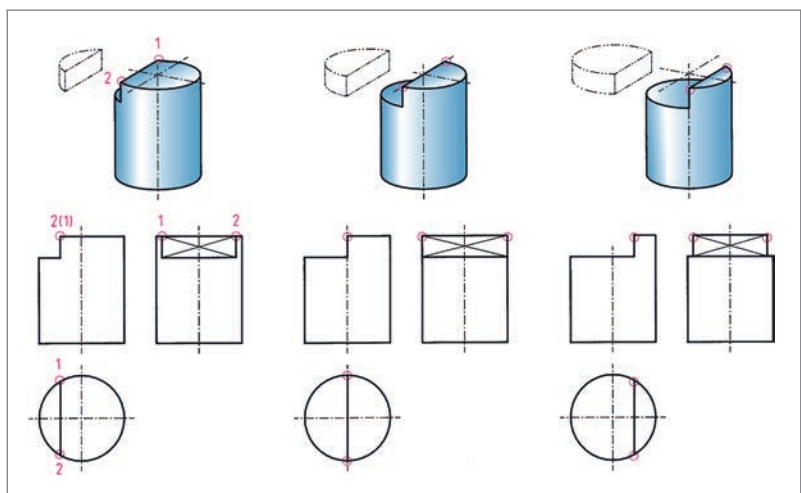


3: Zylinder mit zwei ebenen Flächen



4: Zylindrisches Werkstück (Rohr)

In Ausnahmefällen werden Zylinder auch in 3 Ansichten dargestellt [Bild 5].



5: Zylinder mit Ausbruch (in 3 Ansichten)

Das **Qualitätsmanagement** soll für den reibungslosen Ablauf aller an den Produktionsphasen innerhalb eines Betriebes beteiligten Abteilungen gewährleisten. Dabei ist das zentrale Anliegen des Qualitätsmanagements die Zufriedenheit des Kunden. Sie soll dafür sorgen, dass der Kunde den Fähigkeiten des Herstellers (Lieferanten) vertrauen kann.

Bei der Herstellung eines Produktes muss die vom Kunden gewünschte Qualität erreicht werden. Hierzu ist es erforderlich, die Qualität beurteilen zu können. Wichtige Kriterien sind u. a.:

2.1 Objektive Qualität

Dies sind messbare Eigenschaften wie z. B.

- Länge eines Werkstückes,
- Masse eines Gussteiles,
- Bestimmung der Oberflächenrauheit einer Welle mit einem Messgerät.

Diese Eigenschaften lassen sich in Zeichnungen und Verträgen recht eindeutig und verbindlich festlegen. Kontrolliert werden sie oft mithilfe der Prüftechnik.

2.2 Subjektive Qualität

Subjektive Qualität sind die abgestuften Eignungswerte gleichartiger Güter. Z. B. die Bedienbarkeit einer Maschine A ist angenehmer als die von Maschine B oder das Aussehen des Fahrzeuges A ist besser als das von Fahrzeug B. Hersteller treiben oft hohen Aufwand und versuchen mit Design und Werbung ihr Produkt aufzuwerten. Sie hoffen, dadurch ein hohes subjektives Qualitätserscheinen beim Kunden zu bewirken.

Darüber hinaus sind **Lieferfähigkeit** und **Verfügbarkeit eines Produktes** ein Anliegen des Managements. Sie hat direkten Einfluss auf das Kunden-Lieferanten-Verhältnis und somit auf die Bindung eines Kunden an das Unternehmen. Sie ist die Grundlage des wirtschaftlichen Erfolges einer Firma. Das heißt, dass die Organisation des Vertriebes – ja die gesamte Betriebsstruktur – Einfluss auf die Qualität eines Produktes hat, ohne direkt auf ein Produkt bezogen zu sein. Direkt auf ein Produkt bezogen sind nur die messbaren Qualitätsmerkmale.

2.3 Messbare Qualitätsmerkmale

Die Qualität der Arbeit von jedem Mitarbeiter ergibt in der Summe die Arbeitsqualität der gesamten Belegschaft. Diese Qualität, zusammen mit den Betriebsmitteln, wie z. B. Maschinen, Anlagen, Werkzeuge, Messmittel ergeben die Qualität der Fertigungsprozesse. Beispielsweise ist die Größe der Schnittgeschwindigkeit bei einer Werkzeugmaschine sehr wichtig, vorrangig ist aber die Genauigkeit, mit der sie arbeitet und ihre Verfügbarkeit bzw. Zuverlässigkeit. Alle drei Aspekte sind messbare Qualitätsmerkmale.

Für das Messen der Qualitätsfähigkeit von Betriebsmitteln und -prozessen wurden Kennzahlen entwickelt. Solche Kennzahlen sind z. B. die Maschinenfähigkeits- oder die Prozessfähigkeitskennzahl. Mit ihnen werden Fertigungs- und Produktionsabläufe bezüglich ihrer Qualität beurteilt.

3 Qualitätssicherung (QS)

Ein Unternehmen möchte sicherstellen dass langfristig gute Qualität dem Kunden geliefert wird. Es ist Ziel des Qualitätsmanagements, die **Qualitätsanforderungen des Kunden** zu erfüllen. Sie betreibt also **Qualitätssicherung**.

Die Qualitätssicherung hat in erster Linie das Ziel, dass alle erforderlichen Qualitätsforderungen festgelegt sind und von dem Produkt immer erfüllt werden. Ein zweites Ziel ist die vorbeugende Vermeidung von Fehlern.

Wenn diese Ziele erreicht werden, kann der Hersteller wirtschaftlicher produzieren, weil Kosten verursachende Fehler vermieden werden. Zugleich wird die Produktivität gesteigert.

3.1 Fehler

Wenn bei dem Schutzblech das Maß 400mm $\pm 0,5$ mm nicht eingehalten wird, ist dies ein **Fehler**.

Merke

Ein **Fehler** ist die Nichterfüllung einer festgelegten Forderung.

2 Bruchrechnen

Ein Ganzes kann in verschieden große Teile aufgeteilt werden.

Beispiel



Eine Pizza wird in 8 gleich große Stücke aufgeteilt.

$$1 = \frac{8}{8} = \frac{4}{4} = \frac{2}{2}$$

1 Ganzes 8 Achtel 4 Viertel 2 Halbe

$$\frac{1}{8}$$

↖ Zähler
↙ Nenner

Merke

Brüche werden miteinander **multipliziert**, indem man Zähler mal Zähler und Nenner mal Nenner rechnet.

Beispiel

$$\frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2} = \frac{3 \cdot 1}{4 \cdot 2} = \frac{3}{8}$$

Übungen

Multiplizieren Sie folgende Brüche.

$$\begin{array}{cccc} \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{8} & \frac{5}{4} \cdot \frac{2}{6} & \frac{7}{9} \cdot \frac{4}{5} & \frac{2}{6} \cdot \frac{1}{7} \\ \frac{5}{6} \cdot \frac{3}{7} & \frac{2}{30} \cdot \frac{7}{10} & \frac{2}{3} \cdot \frac{9}{10} & \frac{1}{50} \cdot \frac{2}{9} \\ \frac{1}{5} \cdot \frac{3}{7} & \frac{5}{20} \cdot \frac{5}{6} & & \end{array}$$

Merke

Brüche werden **dividiert**, indem man sie mit dem Kehrwert multipliziert.

Der Kehrwert eines Bruches wird gebildet, indem Zähler und Nenner vertauscht werden, d. h. aus $\frac{1}{2}$ wird $\frac{2}{1}$.

Beispiel

$$\frac{3}{4} : \frac{1}{2} = \frac{3}{4} \cdot \frac{2}{1} = \frac{3 \cdot 2}{4 \cdot 1} = \frac{6}{4} = \frac{3}{2} = 1 \frac{1}{2}$$

Übungen

Dividieren Sie folgende Brüche.

$$\begin{array}{cccc} \frac{1}{4} : \frac{3}{8} & \frac{5}{4} : \frac{2}{6} & \frac{7}{9} : \frac{4}{5} & \frac{2}{6} : \frac{1}{7} \\ \frac{5}{6} : \frac{3}{7} & \frac{2}{30} : \frac{7}{10} & \frac{2}{3} : \frac{9}{10} & \frac{1}{50} : \frac{2}{9} \\ \frac{1}{5} : \frac{3}{7} & \frac{5}{20} : \frac{5}{6} & & \end{array}$$

Merke

Brüche werden **addiert (subtrahiert)**, indem man sie zuerst gleichnamig macht, und dann die Zähler addiert, bzw. subtrahiert.

Gleichnamig bedeutet, dass beide Brüche den gleichen Nenner bekommen.

Dies kann geschehen durch:

- **Kürzen** → wenn die Nenner einen gleichen Teiler haben, z. B.

$$\frac{9}{27} - \frac{2}{18} =$$

27 und 18 haben beide den Teiler 9, also werden beide Brüche in Neuntel gekürzt.

$$\frac{3}{9} - \frac{1}{9} = \frac{2}{9}$$

Der gemeinsame Nenner ist 9