



Prüfung

1. Worin besteht der wesentliche Unterschied zwischen Stahl und Gusseisen?
2. Wie verändert sich die Festigkeit eines Werkstückes mit steigendem Kohlenstoffgehalt?
3. Wodurch unterscheiden sich niedrig- und hochlegierte Stähle in der chemischen Zusammensetzung?
4. Wie lässt sich die Korrosionsbeständigkeit von Stahl verbessern?
5. Welche Legierungselemente verbessern
 - a) die Zerspanbarkeit?
 - b) die Schweißbarkeit?
6. Welchen Einfluss hat das Legierungselement Ni auf die Stahleigenschaften?

Wärmebehandlung

Durch gezielte Wärmebehandlungen kann das Gefüge des Stahls verändert und damit seine Eigenschaften ebenfalls gezielt verbessert werden.

Die Wärmebehandlung besteht meist aus drei Verfahrensschritten:

1. Auf eine bestimmte Temperatur aufheizen.
2. Bei dieser hohen Temperatur (für kurze oder längere Zeit) halten.
3. Anschließend (langsam oder schnell) wieder abkühlen.

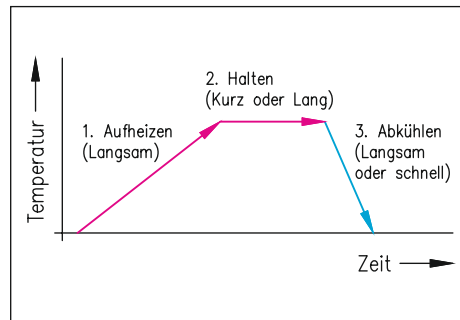


Bild 9 Abläufe beim Wärmebehandeln

Wichtige Parameter bei der Wärmebehandlung sind

- die Aufheiztemperatur,
- die Haltezeit bei dieser Temperatur und
- die Abkühlzeitgeschwindigkeit.

Abhängig von diesen Parametern unterscheidet man

- das Glühen,
- das Härten und
- das Anlassen/Vergüten.

Durch das **Glühen** werden unter anderem ungünstige Spannungen beseitigt, die im Gefüge vorhanden sind. Diese können z. B. durch Walzen oder Schweißen des Werkstückes entstanden sein.

Abhängig von der Erwärmungstemperatur und -zeit unterscheidet man zwischen **Rekristallisationsglühen**, **Weichglühen** und **Normalglühen**. Bei diesen Glühverfahren erfolgt ein nur kurzzeitiges Halten der Temperatur und eine langsame Abkühlung.

Beim **Diffusionsglühen** wird bis zu 50 Stunden geglüht, unter anderem zum Ausgleich von Unterschieden in der chemischen Zusammensetzung.



Bild 10 Glühen eines Stahlteiles

Das **Härten** dient zur Erhöhung der Härte und Verschleißfestigkeit. Das Werkstück wird erwärmt und anschließend sehr schnell abgekühlt („abgeschreckt“), z. B. in einem Öl- oder Wasserbad. Abhängig von der Art der Erwärmung unterscheidet man zwischen **Flammhärten** (Erwärmung mit einem Brenner) und **Induktionshärten** (Erwärmung durch elektrische Induktion).

Wärmebehandlungsverfahren



Glühen

Beim Glühen erfolgt eine langsame Abkühlung des Werkstücks (z. B. in Luft).

Glühen



Härten



Abschrecken

Schnelles Abkühlen eines Werkstücks (z. B. in Wasser oder Öl).

Spannstift

Hergestellt aus *Federstahlblech*; Durchmesser 0,2 bis 0,5 mm größer als der Bohrungsdurchmesser.

Beim Eintreiben verformen sich die in Längsrichtung geschlitzten Spannstifte und spannen sich *rüttelsicher* gegen die Lochwände.

Spannstifte lassen sich leicht austreiben und sind danach erneut verwendbar.

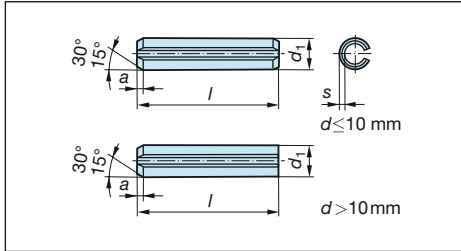


Bild 25 Spannstift

Stiftverbindungen herstellen

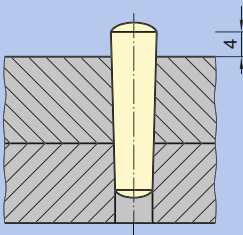
Die Aufnahmebohrungen für Stifte in den zu fügenden Teilen müssen im *gefügten* Zustand der Teile *fertiggebohrt* und *gerieben* werden, damit eine *genaue* *Passung* erreicht werden kann.

Dazu müssen die Teile durch *Schrauben* oder *Spannverbindungen* gegen *Verdrehen* oder *Verschieben* gesichert sein.

Beim Bohren der Aufnahmebohrung für *Zylinderstifte* ist die *Bearbeitungszugabe* für das *Reiben* zu beachten.

Für *Kegelstifte* wird die Aufnahmebohrung auf den *kleinsten Stiftdurchmesser* (Nenn-durchmesser) gebohrt und dann mit der *Kegelahle* aufgerieben. Dabei die *Eindringtiefe* des *Kegelstiftes* öfter prüfen.

Die *Stiftkuppe* soll nach Einführen des Stiftes von Hand etwa 4 mm über der *Bohrungskante* liegen.



Die *Kegelstifte* können beim Eintreiben leicht „fressen“, d. h. mit dem Werkstoff des Werkstücks kalt verschweißen. Das kann aber durch leichtes Einfetten des Stiftes vermieden werden.

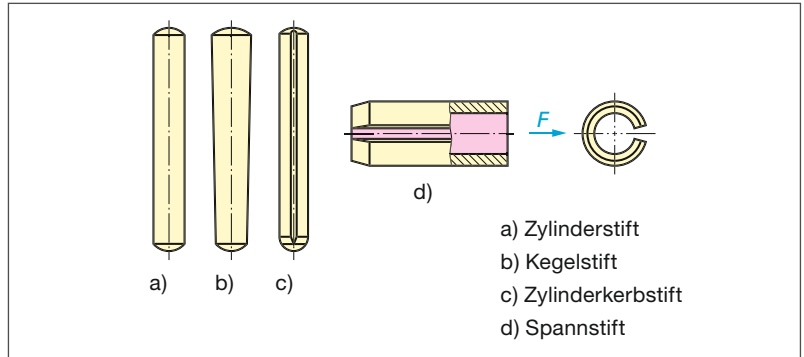


Bild 26 Stifte

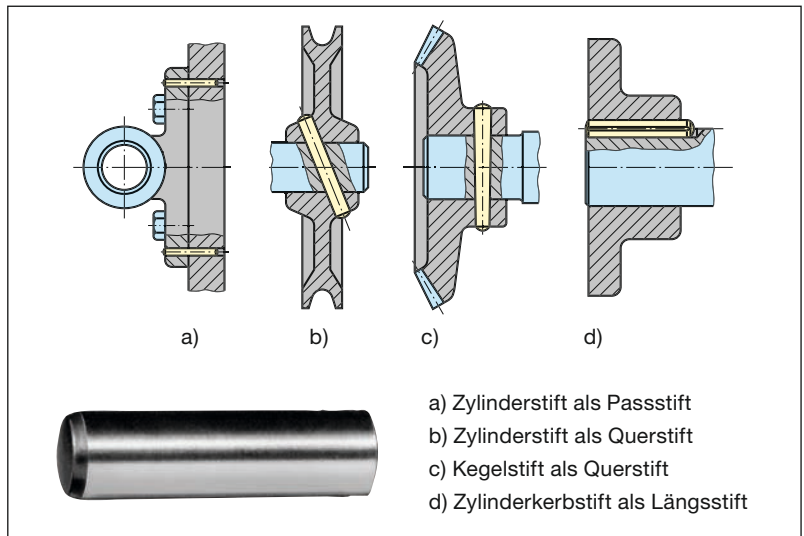


Bild 27 Zylinderstifte

Bolzen

Bolzen stellen *Gelenkverbindungen* her.

Sie werden mit und ohne *Kopf* eingesetzt und müssen bei einem *Bohrungssitz* mit *Spielpassung* durch *Scheiben* und *Sicherungselemente* gehalten werden.

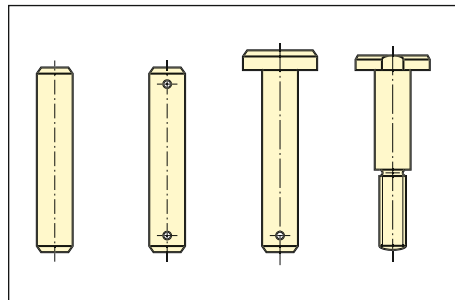


Bild 28 Bolzen

Der **Bolzenwerkstoff** ist überwiegend aus Stahl, der *härter* als der Bauteilwerkstoff sein soll.



Sechskantmutter
hexagonal nut

Splint
cotter, splint pin

Bolzen
pin

Stift
pin

Stiftsicherung
pin lock

Kegelstift
taper pin

Kerbstift
notch pin

Spannstift
spring pin

Motoren

Symbole

Druckluftmotor mit einer Drehrichtung (konstante Geschwindigkeit)	
Druckluftmotor mit einer Drehrichtung (einstellbare Geschwindigkeit)	
Druckluftmotor mit zwei Drehrichtungen (einstellbare Geschwindigkeit)	

Bei einem Druckluftmotor wird die pneumatische Energie in eine Rotationsbewegung umgewandelt. Es gibt einige unterschiedliche Motortypen, die aufgrund ihres Aufbaus in vielen verschiedenen Bereichen eingesetzt werden können.

Hierbei werden im Wesentlichen Turbinen-, Lamellen-, Axial- und Radialkolbenmotoren in der Industrie eingesetzt.

Beim Anlaufen eines Lamellenmotors steht ein großer Teil des Drehmomentes zur Verfügung.

Turbinenmotoren (Zahnarztbohrer) erreichen Drehzahlen von 450 000 U/min.

Übersicht verschiedener Druckluftmotoren

Bezeichnung	Leistung in KW	max. Drehzahl	Einsatzzweck
Turbinenmotor	gering	450 000 U/min	z. B. Zahnarztbohrer, kleine Schleifwerkzeuge
Lamellenmotor	0,1 – 6	20 000 U/min	verschiedene Handwerkzeuge
Axial- Radialkolbenmotor	1,5 – 19	5 000 U/min	Schwermaschinen-industrie

Eigenschaften von Druckluftmotoren:

- Stufenlos regelbare Drehzahlen und Drehmomente.
- Sofortiges Anlaufen-, Anhalten und Umkehren der Drehrichtung.
- Hohes Anlaufmoment.
- Sehr hohe Drehzahlen realisierbar.
- Einsatz in gefährlicher Umgebung möglich (explosionssicher).
- Sehr robust und wartungsfreundlich.
- Überlastsicher.

Beim Anlaufen des Lamellenmotors kann direkt ein großer Teil des Drehmomentes abgerufen werden.

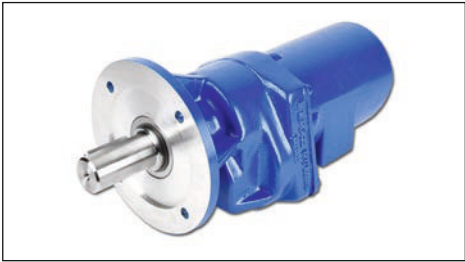


Bild 30 Lamellenmotor

Aufgrund seiner einfachen und robusten Bauweise hat sich der Lamellenmotor in den meisten Bereichen durchgesetzt.

Er arbeitet nach dem Gasexpansionsprinzip und besteht aus einem geschlitzten Rotor, der exzentrisch in einem Gehäuse gelagert ist. In dem geschlitzten Rotor sind Lamellen eingesteckt, die sich bei Rotation durch die Fliehkraft an das Innere des Gehäuses anschmiegen. Zwischen den Lamellen wird der Arbeitsraum der Druckluft in Drehrichtung immer größer. Das hat zur Folge, dass die Druckluft expandieren (sich ausdehnen) kann und die kinetische Energie der Druckluft in eine Drehbewegung des Rotors umgewandelt wird.

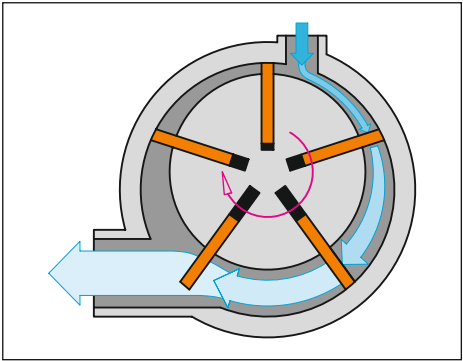
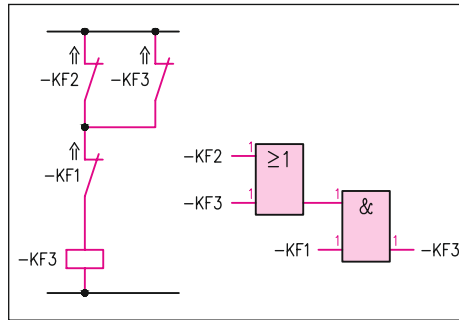


Bild 31 Lamellenmotor im Schnitt

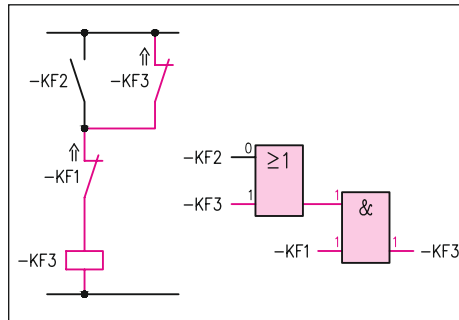
■ Gasexpansionsprinzip
Bei der Gasexpansion dehnt sich eine bestimmte, unter Druck stehende Gasmenge aus. Das Volumen des Gases nimmt somit zu.

Phase 3: KF3 = „1“

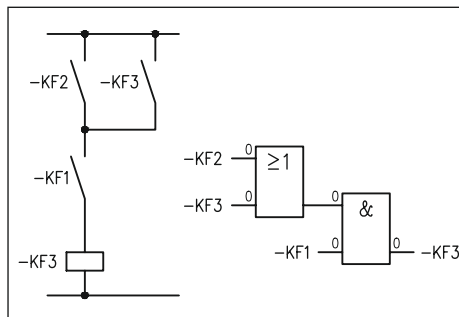
Keine Veränderung in Bezug auf Phase 2; Selbsthaltung (Bild 7).

**Bild 7** Phase 3**Phase 4: KF2 = „0“**

Schütz ist in Selbsthaltung, Signalspeicherung (Bild 8).

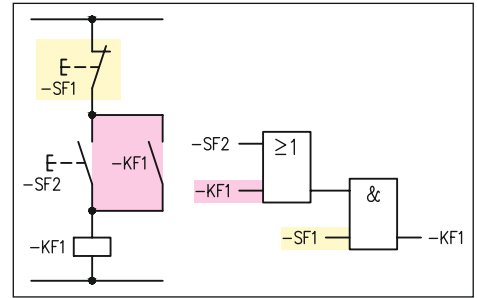
**Bild 8** Phase 4**Phase 5: KF1 = „0“**

Schütz ausgeschaltet, Selbsthaltung fällt ab (Bild 9).

**Bild 9** Phase 5

Darstellung bei einer einfachen Schützsteuerung

S1 ist ein Öffner. Im *unbetätigten* Zustand hat er Stromdurchgang, liefert den Signalzustand „1“. Nur bei SF1 = „1“ ist die UND-Funktion erfüllbar (Bild 10).

**Bild 10** Einfache Schützschaltung und FUP

Drahtbruchsicherheit ist eine wesentliche Eigenschaft von Öffnern beim Ausschalten.

Ein *betätigter* Öffner *unterbricht* den Stromkreis. Die gleiche Wirkung hat eine durch Fehler hervorgerufene Leitungsunterbrechung oder eine gelöste Klemmverbindung.

Öffner sind **drahtbruchsicher**.

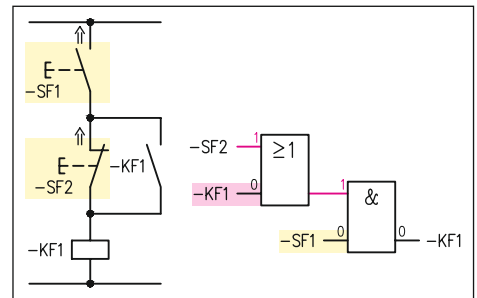
Vorrangiges Ausschalten

Öffner SF1 und Schließer SF2 werden *gleichzeitig* betätigt.

Das Schütz kann dann nicht eingeschaltet werden oder bleiben, da der Öffner den Spulenstrom unterbricht.

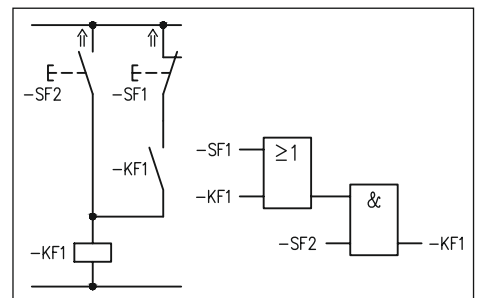
Im Funktionsplan (FUP) liefert der betätigte Öffner „0“-Signal (SF1 = „0“) und blockiert damit die UND-Funktion.

Es liegt **vorrangiges Ausschalten** vor.

**Bild 11** Vorrangiges Ausschalten

Vorrangiges Einschalten

Öffner SF1 und Schließer SF2 werden *gleichzeitig* betätigt.

**Bild 12** Vorrangiges Einschalten

Zum Abtrennen von Rohren, langen Profilen oder bei der Serienfertigung kann man **Maschinsägen** einsetzen.

Diese Sägen sind mit einer **Spannvorrichtung** und einem **verstellbaren Anschlag** ausgestattet. Der Antrieb erfolgt durch einen Elektromotor. Bei der **manuellen Zerspanung** wird die **Trennkraft** durch **Muskelkraft** aufgebracht.

Auch die **Werkzeugbewegung** wird von **Hand** ausgeführt.



Bild 14 Sägen mit Handbügelsäge

Hierbei werden **Kräfte** aufgebracht, die über das geführte Werkzeug (Handsäge) durch keilförmige Schneiden Späne abtragen.

Die Späne werden in den Schneidenzwischenräumen aus der Trennfuge abgeführt.

Sägeblätter führen nur in *einer Richtung* eine Schnittbewegung aus.

Der **Arbeitshub** wird mit Druck ausgeführt (Schnittbewegung).

Der **Rückhub** erfolgt ohne Druck und dient nur dem erneuten Ansetzen des Arbeitshubs.

Die keilförmigen Schneiden des Sägeblatts nennt man **Zähne**.

Sägeblätter

Das **einseitig gezahnte** (Form A) und das **doppelseitig gezahnte** Sägeblatt (Form B) werden am häufigsten verwendet.

Die **Zähne** des Sägeblatts sind hintereinander gereichte kleine **Schneidkeile**.

Die Form der Schneidkeile wird durch die **Winkel** und **Flächen** bestimmt.

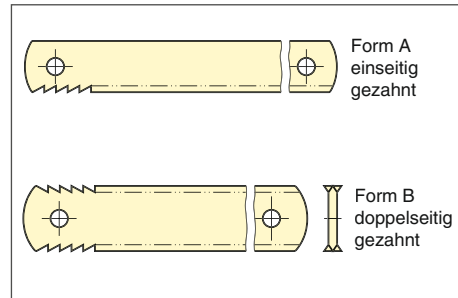


Bild 16 Sägeblätter

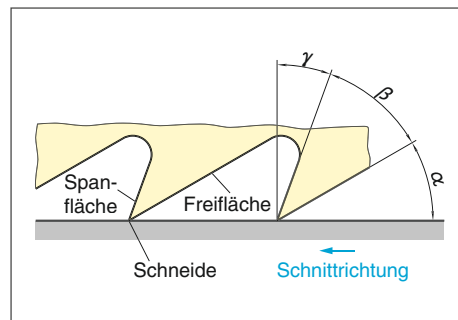


Bild 17 Winkel und Flächen am Sägezahn

• Spanfläche

Über sie gleitet der Span bei Sägen.
Ist immer der Schnitttrichtung zugewandt.

• Freifläche

Fläche des Schneidkeils.
Ist der Schnitttrichtung abgewandt.

■ Sägeblatt einspannen → 217



Halbzeug
semifinished material

Fertigung
fabrication, manufacture, production

Sägen
sawing

Sägeschnitt
saw-cut

Sägeblatt
saw-blade

Sägemaschinen
sawing machines

Bügelsäge
hack saw

Zahnteilung
spacing

Spanfläche
face

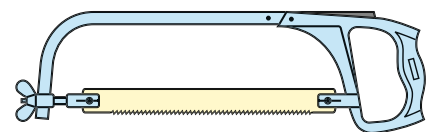
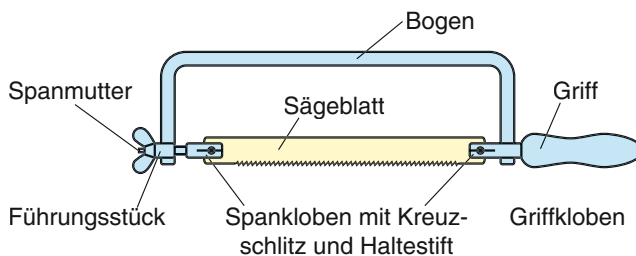


Bild 15 Handsägen, unterschiedliche Ausführungsformen