

Wärmebehandlung von Stählen

Glühen:

! Nicht der Komplette Stoff !

**Grafiken und zugehöriger Text
können fehlen!**

Bestimmte **Fertigungsverfahren verursachen** bei der Bearbeitung von Werkstücken **Spannungen, Gefügeveränderungen**, bzw. erfordern gewisse **Gefügestände**

Durch eine gezielte Wärmebehandlung, dem Glühen, lassen sich diese beseitigen, bzw. herbeiführen.

Glühen = Erwärmen auf bestimmte Temperatur > Temperatur wird für bestimmte Zeit gehalten > Wst. Langsam abkühlen

Wichtige Glühverfahren sind:

- Spannungsarmglühen
- Rekristallationsglühen
- Weichglühen
- Normalglühen
- Diffusionsglühen

Glühverfahren unterscheiden sich durch:

- Glühzeit (Dauer)
- Glühtemperatur

Härten:

Härten ist eine Wärmebehandlung von **unlegierten und legierten Stählen** mit einem Kohlenstoffgehalt von **>0.3%**.

Durch Härten wird die **Härte und Festigkeit gesteigert**.

Härten besteht aus 3 Arbeitsschritten:

- Erwärmen
- Halten der Temperatur
- Abschrecken

Härtetiefe:

TB: S.155

Abschreckmittel:

**Wasser, für
Niedrig legierte Stähle**

**Öl, für
Niedrig legierte Stähle**

**Luft, für
Hochlegierte Stähle**

Abschreckwirkung

- Stärkste Härtung an Oberfläche des Wst.
- Falsches/zu schroffes Eintauchen beim Abschrecken führt zu Härterissen und Verzug

Anlassen:

Nach Härten weist Wst. „Glashärte“ auf.  Hart, aber spröde

 **weitere Wärmebehandlung erforderlich**

Anlassen besteht aus 3 Schritten:

Anlasstemp.:

TB: S.155

- **Erwärmen**
- **Halten der Temp.**
- **Abkühlen**

 **Gefügespannungen werden verringert, die Zähigkeit nimmt zu, die Härte nimmt geringfügig ab!**

 **Die Härtetemperatur liegt bei 30°-50°C über der GSK-Linie**

Vergüten ist Härten + Anlassen

Anforderungen an Bauteile, die hohen u. schlagartigen Belastungen ausgesetzt sind:

- Hohe Festigkeit
- Hohe Streckgrenze
- Große Zähigkeit

Anlasstemp. Beim Vergüten: ca. 400°-650°C / 500°- 680°C

Je höher die Anlasstemperatur, desto mehr mindern sich

- Zugfestigkeit R_m
- Streckgrenze R_e
- Härte

Desto mehr erhöhen sich jedoch

- Bruchdehnung
- Zähigkeit

Um große Zähigkeit zu erreichen, darf das Gefüge nicht zuviel Kohlenstoff enthalten.

Zum Vergüten werden unlegierte und legierte Stähle mit einem C-Gehalt von 0,2 bis 0,6% verwendet.

Niedriglegierte Stähle (Ni, Cr, Mo, Mn) erzielen bei gleicher Zähigkeit eine höhere Festigkeit, Streckgrenze als unlegierte Stähle.

Vorteile des Nitrierhärtens:

- Nach dem Nitrieren braucht nicht erwärmt, abgeschreckt und angelassen zu werden, da die Härte direkt beim Nitrieren entsteht.
- Nitriergehärtete Bauteile sind verzugsfrei, da sie nur auf etwa 500°C erwärmt werden.
- Die Härte der Nitrierschicht bleibt bei Erwärmung bis 500°C erhalten (Anlassbeständigkeit)
- Nitrierhärten ergibt eine äußerst harte, dabei verschleißfeste u. gleitfähige Randschicht.

Durch Randschichthärten erhalten Bauteile (z.B. Zahnräder, Lagerbolzen und Wellen) eine harte, verschleißfeste Oberfläche und einen Zähnen Kern

Verfahren zum Härten der Randschicht:

<p>Für abschreckhärtbare Stähle C-Gehalt >0,3% z.B. C70</p> <ul style="list-style-type: none">→ Flammhärten→ Induktionshärten→ Tauchhärten	<p>Für nicht härtbare Stähle C-Gehalt <0,2% z.B. C10E</p> <ul style="list-style-type: none">→ Einsatzhärten	<p>Für speziell legierte Stähle (Al, Cr, Mo, V) z.B. 31CrMo12</p> <ul style="list-style-type: none">→ Nitrieren
---	--	---

Je geringer die Vorschubgeschwindigkeit des Brenners bzw. der Spule ist, desto höher ist die Einhärtetiefe

Beim Einsatzhärten werden Wst. Aus Kohlenstoffarmen Stählen in Kohlenstoff abgebenden Mitteln geglüht. Dabei reichert sich die Randschicht mit Kohlenstoff an, sie wird härtbar. Man nennt diesen Vorgang **Aufkohlen** oder **Einsetzen**. Anschließend werden die Teile **Gehärtet** und **angelassen**. Die erreichbare Einhärtetiefe beträgt dabei 0.15 bis 2mm.

Aufkohlungsverfahren:

<p>Pulveraufkohlen:</p> <ul style="list-style-type: none">→ Mittel: Holzkohle, Koks→ Einsatztemp: 880°-980°C→ Einsatzdauer: 1-10h→ Einhärtetiefe bis 1,8mm (ca.)	<p>Salzbadaufkohlen</p> <ul style="list-style-type: none">→ Mittel: Cyansalze (sehr giftig!)→ Einsatztemp: 880°-980°C→ Einsatzdauer: 30min, 1h→ Einhärtetiefe: 0.4mm, 0.7mm	<p>Gasaufkohlen:</p> <ul style="list-style-type: none">→ Mittel: Gasgemische aus Co und H₂, z.B. Propan→ Einsatztemp: 880°-980°C→ Einsatzdauer: 1-10h→ Einhärtetiefe: bis 1,8mm
---	--	---

Berechnungen: Formeln, Werte, etc.

TB: S.43-47

Zerstörungsfreie Prüfverfahren:

Feststellung von Werkstückfehlern

z.B.:

- Härterisse
- Spannungsrisse
- Gasblasen/Schlackeeinschlüsse

Prüfverfahren:

Farbeindringverfahren:

Vorgang:

1. Flüssigkeit wird aufgebracht > dringt in Risse ein
2. Überschüssige Flüssigkeit wird entfernt
3. Hilfsstoff (Entwickler) wird aufgebracht > Risse werden sichtbar

Anwendungsbereich:

- Nur Fehler, die bis an Oberfläche reichen
- In der Serienfertigung

Ultraschallprüfung:

Wst. Wird mit Ultraschallwellen beschallt. An Fehlern werden die Schallwellen geschwächt, bzw. reflektiert. Empfänger nimmt Schallwellen auf > Auswertung durch Anzeige

Anwendungsbereich:

- Feststellung von Größe und Lage der Fehler (Impuls Echoverfahren)

Magnetpulverprüfung:

1. Magnetisierbares Pulver wird auf Wst. Aufgebracht
2. In Wst. Wird ein Magnetfeld erzeugt
3. Fehler lenkt Magnetfeldlinien ab, Pulver bildet „Raupen“

Anwendungsbereich:

Feststellung von Fehlern wie Oberflächenrissen und dicht an der Oberfläche liegenden Fehlern

Röntgen- Gammastrahlenprüfung:

Wst. Wird mit Röntgen- bzw. Gammastrahlen bestrahlt. Fehler verändern Intensität der Strahlung und erscheinen als hellere Stellen am Röntgenfilm

Anwendungsbereich:

- Alle Fehler an allen Werkstücken (Tiefenlage nicht genau bestimmbar)
- Hohe Sicherheitsauflagen

Wälzlager

Lageranordnung

Für die Lagerung einer Welle sind mind. 2 Lager erforderl. Dabei wird, je nach Betriebsbestimmungen ein Lager als Festlager, das andere als Loslager eingebaut

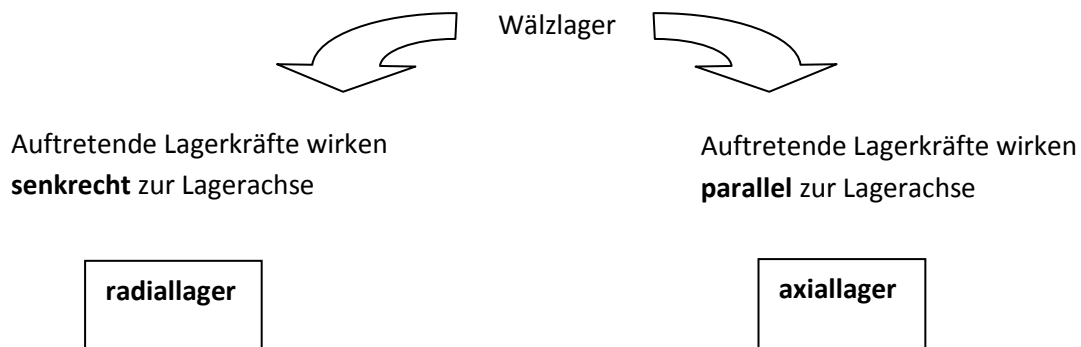
Das axial nicht bewegliche Festlager nimmt die gesamte Axialkraft auf

Das Loslager kann sich bei Ausdehnung der Welle in Achsrichtung verschieben.

Für gezielte Anordnung der Lager/ Aufbau von Wälz- Gleitlagern und Bauarten von Wälzlagern, siehe Arbeitsblatt

Die Tragfähigkeit eines Wälzlagers mit Wälzrollen ist höher, da die Berührungsfläche größer ist. Mit zunehmender Belastung nimmt die Größe der Berührungsflächen zu (elastische Verformung).

Einteilung der Wälzlager



Axial- Gleitlager

Die vom Lager aufgenommenen Kräfte verlaufen axial in Richtung der Drehachse

Radial- Gleitlager

Die vom Lager aufgenommenen Kräfte verlaufen senkrecht zur Drehachse

Gleitwerkstoffe

Als Lagerwerkstoffe für Lagerschalen eignen sich:

Legierungen aus Kupfer, Zinn, Blei, Zink, Alu, sowie Sintermetalle, Gusseisen mit Lamellengrafit und Kunststoffe

Diese sollen folgende Eigenschaften besitzen:

- ✓ Hohe Verschleißfestigkeit
- ✓ Gute Notlaufeigenschaften (mögl. Ohne Schmierfilm auskommend)

- ✓ Hohe Wärmebeständigkeit
- ✓ Gute Benetzbarkeit durch den Schmierstoff
- ✓ Einbettungsfähigkeit für Abrieb (Abriebabfall setzt sich in Oberflächenporen ab)

Dichtungen

Aufgaben

Sollen das Austreten oder Eindringen von Flüssigkeiten, Gasen oder festen Stoffen an Trennstellen von Bauteilen verhindern.

Statische Dichtungen > keine Bewegung zwischen Dichtflächen

Dynamische Dichtungen > Bewegung zwischen Dichtflächen

Anforderungen

- ✓ Plastisch oder elastisch umformbar
- ✓ Chemisch beständig
- ✓ Temperatur- Alterungsbeständig
- ✓ Verschleißfest
- ✓ Geringe Reibung

Werkstoffe

- ➔ Graphit
- ➔ Kunststoff
- ➔ Metalle
- ➔ Dichtungspasten

Rauheitskenngrößen:

TB: S.98-101

Achsen und Wellen

Die Aufgabe von Achsen beschränkt sich auf Tragen und stützen von Maschinenteilen.

Bsp.: Radachse eines Waggons

Wellen übertragen außerdem noch Drehmomente

Bsp.: Getriebewelle

Führungen

Führungen ermöglichen geradlinige Bewegungen an Maschinen und Anlagen wie z.B. der Bettschlitten an der Drehmaschine.

- Anforderungen an Führungen
- Hohe Führungsgenauigkeit
- Nachstellmöglichkeit wegen Spiel
- Geringe Reibung
- Abdichtung gegen Schmutz und Späne

Nach Art der Reibung unterscheidet man:

Bauformen

Wälzführung	Gleitführung
Zwischen Schlitten und Führungsbahn befinden sich Kugeln oder Rollen	Reibungsart: Gleitreibung/ Mischreibung
Reibungsart: Rollreibung	

- Flachführung
- Prismenführung
- Scwalbenführung
- Rundführung

Kupplungen:

Aufgaben von Kupplungen

- Verbindungen von Wellen, Drehmomentübertragung
- Ein- und Auskuppeln der Wellenverbindung
- Schutz vor Überlastungen (z.B. Kollisionsfall)
- Dämpfung von Stößen und Schwingungen
- Ausgleich von Wellenversetzungen

Wellenversetzungen:

- Axial
- Radial
- Winkelversetzt

Bauarten:

Nicht schaltbare Kupplungen:

Antriebswelle kann während des Betriebes vom Abtrieb nicht getrennt werden.

Starre Kupplungen:

Schalenkupplung, Scheibenkupplung

- Die beiden Wellen müssen genau fluchten!

Drehstarre Ausgleichskupplungen

Bogenzahnkupplung, Kugelgleichlaufgelenkkupplung (Kreuz-) Gelenkwelle, Zahnkupplung

- Diese Kupplungen können Wellenversetzungen während des Betriebes ausgleichen.

Drehelastische Ausgleichskupplungen

Bolzenkupplung, Gummiwulstkupplung, Schlangenfederkupplung, Metallfederkupplung

- Diese Kupplungen können stoßartige Drehmomente und Schwingungen, sowie leichte Wellenversetzungen ausgleichen.

Drehnachgiebige Kupplungen

Hydrodynamische Störungskupplung

- Drehmoment wird vom Pumpenrad auf das Schaufelrad übertragen; Hydrauliköl bewirkt dämpfende Eigenschaften > arbeiten nicht schlupffrei

Schaltbare Kupplungen

Formschlüssige Kupplungen

Klauenkupplung, Zahnkupplung

- Können nur im Stillstand geschaltet werden!

Kraftschlüssige Kupplungen

Einscheibenkupplung, Lamellenkupplung, Kegelpkupplung

- Können mechanisch, hydraulisch oder elektromagnetisch betätigt sein > schalten unter Last ist möglich

Kupplungen für Sonderzwecke

Fliehkraftkupplung

- Schalten ist Drehzahlabhängig
- Je höher die Drehzahl, desto größer ist das zu übertragende Drehmoment

Freilaufkupplung

- Ermöglichen nur eine Drehrichtung

Sicherheitskupplungen

- Unterbrechen den Kraftfluss bei Überlastung um andere Bauteile vor Beschädigung zu schützen, z.B. bei Kollision

Zugmittelgetriebe

Zugmittelgetriebe dienen der

- ➔ Drehmomentübertragung und –Übersetzung
- ➔ Drehzahlübersetzung
- ➔ Drehrichtungsänderung

Kraftschlüssige Riemengetriebe (Keil-, Flachriementrieb)

Drehmomente werden kraftschlüssig, d.h. durch die Reibung zwischen Riemen und Riemenscheibe übertragen.

Die Übertragene Umfangskraft ist abhängig von

- Riemenspannung (=Normalkraft F_N)
- Reibungsfaktor μ
- Umschlingungswinkel β_1 und β_2

Vorteile des Riementriebs

- ✓ Überbrückung großer Achsabstände
- ✓ Schutz vor Überlastung (Gleitschlupf)
- ✓ Keine Schmierung nötig
- ✓ Geräuscharmer, schwingungsdämpfender Lauf

Nachteile des Riementriebs

- ✗ Hohe Lagerkräfte durch Riemenspannung
- ✗ Keine konstanten Übersetzungsverhältnisse

Unter Schlupf versteht man das Rutschen des Riemens bedingt durch die elastische Dehnung des Riemens während des Umlaufens um die Riemenscheibe

Vorteile des Keilriementriebs gegenüber dem Flachriementrieb:

- ✓ Höhere Drehmomente
- ✓ Geringere Riemenspannung > geringere Belastung
- ✓ Geringerer Umschlingungswinkel erforderlich

Formschlüssige Riemengetriebe (Zahnriemen):

Drehmomente werden formschlüssig übertragen, d.h. durch ineinandergreifen der Zähne am Riemen in die Verzahnung der Riemenscheibe

Vorteile des Zahnriementriebs:

- ✓ Kein Schlupf > Konstante Übersetzungsverhältnisse
- ✓ Geringere Riemenspannung > geringere Lagerbelastung
- ✓ Kleinere Umschlingungswinkel zulässig
- ✓ Höhere Drehmomente

Kettengetriebe:

Drehmomente werden formschlüssig übertragen

Vorteile gg. Riemengetriebe

- ✓ Schlupffreie Kraftübertragung, keine Dehnung
- ✓ Größere Drehmomente
- ✓ Geringere Vorspannung
- ✓ Unempfindlich gegen Umgebungseinflüsse (z.B. Schmutz)

Nachteile gg. Riemengetriebe

- ✗ Höhere Kosten
- ✗ Unruhiger Lauf
- ✗ Wartungsintensiver (schmierung)

Riemen:

TB: S.253-255

Zahnräder/Schnecken:

TB: S.256-258

2Kettenarten!:

Rollenkette, Buchsenkette

Übersetzungen > Berechnungen
(Formeln, Werte etc.)

Maschinenelemente

- > Antriebselemente
- > Übersetzungen

TB: S.259