

Keilwellenverbindung

- Drehstarre Verbindungen (Antriebswelle KFE)
- Längsbewegliche Verbindungen (Verschieberrädergehäuse von Werkzeugmaschinen)
- Herstellung von Welle aufwendig!
deswegen werden sie gefestigt

Innenzentrierung $\leftrightarrow$ Flankenentfernung

Mittlere Flächenpressung:

$$p = \frac{2 \cdot M_t}{d_m \cdot h' \cdot l_w \cdot i \cdot \varphi}$$

Vorteil

- geeignet für:
 - große Drehmomente
 - "starke" " " " " " "
 - häufige Korbwirkung

Nachteil

- starke Korbwirkung bzgl. Torsion
- aufwendige Herstellung
- Axiale Sicherung notwendig

Mittlere Flächenpressung Zahnwelle:

$$p = \frac{2 \cdot M_t}{d_m \cdot h' \cdot l_w \cdot i \cdot \varphi}$$

Polygraph

Flächenpressung steigt langsam bis zu einem Maximalwert und fällt anschließend wieder ab.

Vorteile

- Passgenaue Formschlüssigkeit
- geringe Korbwirkung
- Selbsttätiges Zentrieren

Nachteile

- Spezialmaschinen für Herstellung nötig

Reibschlussige Verbindungen

Vorteile

- lösbar
- erstellbar durch Variation
- dynamisch belastbar

Nachteile

- Übertragung durch Reibfaktor begrenzt
- hohe Verspannung

Zylindrischer Pressverband

durch Fügen von Teilen, die vor dem Zusammenbau ein Übermaß $\bar{u}$ aufweisen

Vorteile

- kostengünstig
- einfach herstellbar

Nachteile

- schlecht lösbar

Umfangskraft

$$F_u = \frac{2 \cdot M_t}{D}$$

$$F_{res} = \sqrt{F_a^2 + F_u^2} = \sqrt{F_a^2 + \left(\frac{2 \cdot M_t}{D}\right)^2}$$

$$F_R = p \cdot \pi \cdot D_F \cdot l \cdot \mu$$

$$P_{F, erf} = \frac{F_a^2 + \frac{4 \cdot M_t^2}{D_F^2} \cdot S_R}{\pi \cdot D_F \cdot l \cdot \mu}$$

F_R = Reibkraft

p = Fugenpressung

μ = Haftreibung

Gestaltung:

- Längspressverbände
- Hohe Dichtzahl: Entlastung durch Fliehkraft
- Haftbeiwert ist in Fugenflächen möglichst hoch zu halten
- keine Nuten oder Erstiche im Innen/Außenkeil
- Vollwellen sind günstiger als Halbwellen
- Querpressverbände
- Ölpressverbände

Kegelpressverband

werden durch axiale Verspannen von Außen- und Innenkeil mittels Schraube und Mutter durch kontrolliertes Aufschieben des erwärmten Außenkeils hergestellt.

→ Aufwendigere Fertigung

Kleimverbindungen

bei Riemen, Gurt scheiben und Keil angewendet, die auf

- glatte, längere Wellen aufzubringen
- bei geteilter Ausführung nach Möglichkeit zw. Lager zu setzen sind
- in Längs- und Drehrichtung einstellbar.

Stoffschlüssige Verbindungen

Anwendungen bei großer Stückzahlen → Unmögliche Lösbarkeit

13. Lager

- Führung drehender Maschinenelemente
- Kräfteübertragung auf drehend/ruhende Teile

Entwurf:

- Kinematik (Wälzlager / Gleitlager)
- Wirkrichtung d. Kräfte (Kräfte senkrecht zur / in Drehachse)
- Verschiebbarkeit (Fest / Loslager)

Wälzlager

Aufbau

1. Außenring
2. Innenring
3. Wälzkörper (Kugel, Nadel, Zylinder, Kegel, Kegel)
4. Wälzkörper

Aufgabe:

- Führung der Wälzkörper (gleichmäßige Verteilung, Berührungverhindern)
- Vorteil Kunststoffkäfige: Elastizität erlaubt einen Vorfing
- Bis auf Wälzkörper kann alle Bauteile auffallen z.B.
 - bei geringer radialen Bauraum (Verzicht auf Lagerringe)
 - für hohe radiale Tragkraft

In meisten Fällen liegt keine reine Axial- oder Radialbelastung vor.
Zur Beurteilung werden Druckwinkel α und Lastwinkel β genutzt.

Hertzische Flächenpressung



Flächen verformen sich leicht elastisch $\rightarrow$ Spannungsverteilung parabelförmig unter der Oberfläche

13.2.4 Arten und Bauformen

- Wälzlager lassen sich entsprechend bevorzugten **Lastrichtungen** in Axial- und Radiallager einteilen
- Die meisten Arten der Radiallager können zusätzlich geringe Axialkräfte aufnehmen, während nur manche Bauformen der Axiallager auch für die Aufnahme von Radialkräften geeignet sind.
- Baubedingt lässt sich noch zwischen **Kugel- und Rollenlagern** unterscheiden.



Rillenkugellager



Schrägkugellager einreihig



Schrägkugellager zweireihig



Vierpunktlager



Pendelkugellager



Axial-Rillenkugellager



Axial-Schrägkugellager zweiseitig wirkend



Zylinderrollenlager



Nadellager



Kegelrollenlager



Tonnenlager



Pendelrollenlager



Axial-Zylinderrollenlager



Axial-Pendelrollenlager

Gestaltung von Wälzlager

1) Fest-Los-Lager

Festlager - führt die Welle axial in beide Richtungen
- nimmt Radial- und Axialkräfte auf

Loslager - keine Führungsaufgabe in axiale Richtung
- nimmt Radialkräfte auf

2) Stützlagerung - schwimmende Lagerung

- Fertigungsgünstig
- Einfache Montage

- Welle kann sich um Axialspiel Δ verschieben

4 - angestellte Lagerung

Stützlager - Führt Welle axial in eine Richtung

- Nimmt ggf. Kräfte auf

⚠ axiale Verschiebung bei z.B. Erwärmung nicht möglich
z.B. Radnabenlagerung

Festsetzung der Lagersitze:

- radial und tangential durch Passung
- axial durch Formschluss

Kriterien zur Passungswahl:

- Größe und Art der Wälzlager
- Belastung
- Axiale Verschiebbarkeit von Loslagern

Umlaufverhältnisse

Umfanglast: bei Umdrehung d. Lagers wird jeder Punkt d. Lauftrahen ^{berührt}.

Punktlast: Belastung der ist immer auf steife Stelle gerichtet.

Schmierung: ~~bei~~ Schutz vor Verschleiß oder Korrosion

Abdichtung: Schutz von Verlust-Schmiermittel und Eindringen von Schmutz

⇒ Lebensdauerberechnung!

Gleitlager

- Lagerschale
- Schmierstoff
- Gehäuse

Lagerkraft F soll möglichst über die gesamte Gleitfläche gleichmäßig verteilt sein!

Festkörperlager

- Trocken laufende Lager bei niedrigen Lasten und Geschwindigkeit
- Herstellung aus Metall, Kunststoff, Keramik

V: geringe Kosten, Wartungsfrei

N: Nur bei niedrigen Lasten und Geschwindigkeiten

Hydrodynamisches Gleitlager

Drehbewegung erzeugt Flüssigkeitsdruck. Es bildet sich ein Schmierfilm aus
→ Vollschmierung 

V: Ideale Schmierbedingung bei jeder Drehzahl, hohe Belastungen

N: aufwendig und teuer!

Hydrostatisches Gleitlager

V: Sehr verschleißarm

N: Mehraufwand, durch Pumpeninstallation

Lineare Lagerung

Strukturperformance

- 1) Führungswagen
- 2) Wälzkörper
- 3) Endkappe zur Kugelumlenkung
- 4) Führungsschiene

V: Verschleiß begrenzt

N: stoßartige Belastung
- Geräusche
- begrenzte Geschwindigkeit

Gleitführung

Grundformen: Dreieck, Rechteck, Kreis

~~Haftreibung~~ größer als Gleitreibung

V: geringe Flächendrücke, wartungsfrei, Trockenlauf, unempfindlich

N: hohe Reibungsverluste, hoher Anlaufwiderstand, schlechter Wirkungsgrad

14. Kupplungen

Funktion:

- Übertragung von Rotationsenergie (Drehbewegung, -Rotation)
- zw. zwei Wellen
- ★ Ausgleich von Wellenlagungen
- Dämpfungsfunktion (elastische Elemente in Drehrichtung haben stoßmildend bzw. stoßdämpfenden Einfluss auf Zeit-Drehmoment-Verhältnisse)
- Schaltung (Fremdbetätigte oder Selbstschaltende Kupplungen)

Fremdbetätigte Kupplungen

Formschlüssig

- Klammerkupplung
 - einfachste Schaltkupplung
 - Kupplungshälften mit 3-5 stirnseitigen Klauen
 - Ein- und Auskuppeln erfolgt mittels Gleitfeder
- Zahnkupplung
 - Einsatz in ~~Flatz~~ Flatz
 - Zahnräder
 - Kupplungsmuffe verschiebt sich, sobald beide Zahnräder sich auf gleicher Drehzahl drehen.

Reibschlüssig

- a) Scheibenkupplung
- b) Kegelpkupplung
- c) Zylinderkupplung
- Lamellenkupplung (mehrere geschaltete Reibscheiben; Verstärkung um hohe Reibung hinzukriegen)

Selbstschaltende Kupplung

- Magnetkupplung (zwei Polpaare, die sich gegenseitig anziehen. Luft dazwischen deswegen keine Reibung)
- Sperr-Sicherheitskupplung (Arbeitsbremse)
 - Klemmstückfreilauf (reibschlüssig)
 - Klemmrollenfreilauf (reibschlüssig)
 - Klemmstückfreilauf (formschlüssig)
 - Rücklaufsperr (Fallrad)
 - Schaltfreilauf
 - Überholkupplung

Nicht-schaltbare Kupplungen

Starre Kupplungen

Wellen werden drehstarr und biegesteif miteinander verbunden

V → verschleißfrei, wartungsfrei, beide Drehrichtungen geeignet

N → Drehmomentsöße, nur für fluchtende Wellen geeignet

1) Hülzenkupplung (2 hintereinandergeschaltete Welle-Nabe-Verbindungen; Fixierung mittels Stifte oder Passfedern)

2) Schalenkupplung (Hülse in zwei Halbschalen geteilt)

3) Scheibenkupplung (Beide Kupplungshälften besitzen eine Zentrierung oder müssen mittels Pressschrauben bzw. Zentriestifte verbunden)

Ausgleichskupplungen

Gelenke bzw. elastische Elemente zw. drehfest befestigten Naben übertragen Umfangskräfte und ermöglichen Relativbewegungen der Wellen zueinander. (immer Winkel- und Seitenverschitz!)

drehsteif

Bauformen

- Oldham-Kupplung

- Federstegkupplung

- Kardangelenke

→ V: keine Bockstellkräfte

→ N: meist schmierige Gelenke

1) Kreuzscheibenkupplung (Oldham-Kupplung)

zw. beiden Naben befindet sich eine Scheibe, die auf beiden Seiten eine um 90° Grad versetzte Nut besitzt. Scheibe-frei beweglich und ist meist aus Kunststoff. Axial kann es keine Kräfte aufnehmen. Bei ziehen, fällt es!

2) Federstegkupplung

Metall-elastische Kupplung

3) Kardangelenke

drehelastisch

- 1) Wulstkupplung (elastische Elemente / Kupplung)
- 2) elastische Klauenkupplung (Zahnkranz mit Ballenprofil; elastische Zähne sind nur druckbelastet $\rightarrow$ hohe Belastung d. einzelnen Zähne möglich)
- 3) Bolzenkupplung
- 4) Federkupplung (ineinander verschachtelt, Kupplung für beide Drehrichtungen verwendbar)

15. Getriebe

Funktion: Drehmoment / Drehbewegung ändern
Einteilung nach:

- Kinematik
- physikalisches Prinzip
- Wirkprinzip

Gleichförmig übersetzend

↳ Mechanisch

↳ Formschlüssig

↳ **Zahnradgetriebe**

(Stirnradgetriebe, Kegelrad-, Schnecken-, Schraubradgetriebe)

1) Übersetzung i

Zahnezahl z

$$i = \frac{\omega_{ab}}{\omega_{an}} = \frac{W_{an}}{W_{ab}} = \frac{n_{an}}{n_{ab}}$$

$z > 0 \rightarrow$ außenverzahierte Zahnräder

$z < 0 \rightarrow$ innenverzahierte Zahnräder

2) Leistung P

i) ohne Verluste:

$$P = M_{an} \cdot \omega_{an} = M_{ab} \cdot \omega_{ab}$$

ii) mit Verluste:

$$P_{an} = M_{an} \cdot \omega_{an} = M_{ab} \cdot \omega_{ab}$$

3) Wirkungsgrad η

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{an}}$$

Gesamtwirkungsgrad: $\eta_{ges} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3$

Verzahnungsgesetz

- Zahnräder dienen der formschlüssigen Kraftübertragung
- Jeder Zahn besitzt eine Arbeits- und eine Rückflanke
- Zähne zweier Zahnräder greifen bei der Drehbewegung, wobei sich die Rückflanken berühren $\rightarrow$ Kraftübertragung

Bauformen

- parallele Achsen
- schneidende Achsen
- koaxiale Achsen

Bauformen Eigenschaft

Stirnräder

- Geradverzahnung + einfach herstellbar
- Flanken greifen auf voller Breite aufeinander $\rightarrow$ laut
- Schrägverzahnung - Geräusche vermindert
- höherer Lagerverschleiß
- Pfeilverzahnung und Doppelverzahnung - hohe Beanspruchbarkeit
- aufwendige Fertigung

Hohlräder

teurer als Außenverzahnung

Kegelräder

z.B. Telleräder, schneidende Achsen möglich
Ritzel

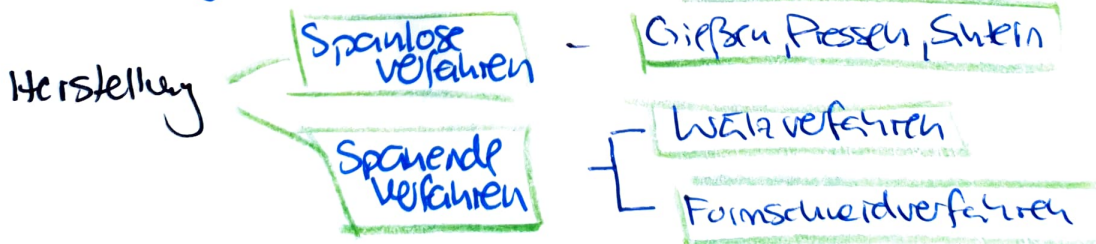
Schraubgetriebe

Schraubradgetriebe: gr. Achsverzahnung möglich; nur für kl. Kräfte
Schneckengetriebe: gr. Übersetzungen möglich

Evidenzverzahnung

Achsabstand: $a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m}{2} (z_1 + z_2)$

Schrägverzahnung: Sprung u : $u = b \cdot \tan \beta$



I) Wälzfräsen

Zahnrad rotiert, Fräser fräst Zähne, geht immer mehr ins Innere

II) Wälzstoßen

Schnittbewegung mithilfe Stößel gestoßen

III) Wälzhobeln

Werkzeug zahnstangenförmig schneiden geradflankig

IV) Profiträumen

Mehrere axial hintereinander achsenverformige Schneiden

Toleranzen:

- Flankenspiel
- Achsabstandstoleranz
- Zahndickentoleranz

Schadensarten

Zahnbruch

zu hohe Biegebeanspruchung

(Gewaltbruch, Dauerbruch)

Grabenbildung

Werkstoffermüdung

Fressen

Versagen der Schmiere bei Überlastung

Grabenbildung

→ Als Folge Hertzische Pressung

↔ Gegenmaßnahmen:

- Hohe Flankenhärte
- Klebe Maßnahme

Fressen

→ Schmierfehler

→ Warmfressen / Kaltfressen

• Gegenmaßnahmen: gute Schmierung, geeignete Werkstoffwahl

Gestaltung - Gehäuse

Funktion

- Lagerkräfte aufnehmen
- Wärme abführen
- Ölverlust spendern
- Öl leiten
- Geräusche dämpfen
- Anbauaggregate aufnehmen

1) Troggehäuse

V: einfache Fertigung, genaue Fertigung

N: ungünstige Montagebedingungen, keine automatisierte Montage möglich

11) Geteiltes Gehäuse

quer- und längsgeteilt

V: gut montierbar, Montage automatisierbar, Topfgehäuse, Kastengehäuse

N: Teure Fertigungsrichtung, keine hohe Steifigkeit

Kegelrad- und Hypoidradgetriebe

Hypoidradgetriebe

- Einsatz bei kleinen Achsversetzungen
- keine wälzende, sondern schraubende Bewegung
- Ritzel $\rightarrow$ kegelförmiges Schraubenvrad

Schneckengetriebe

Umförmiger Flankenkontakt $\rightarrow$ erhöhte Flankentragfähigkeit, Reibungsverluste
Anforderungen - hohe Herstellungsgenauigkeit, starre Lagerung

Bauformen

- Zylinderschneckengetriebe
 - Globoidschnecke und Schrägstirnrad
 - Globoidschneckengetriebe

$\Rightarrow$ Drehmomentübertragung in nur eine Richtung $\rightarrow$ An- und Abtrieb fest vorgegeben

Umlaufgetriebe

die gegenüber Stranggetrieben Räder mit beweglichen geometrischen Achsen haben.

Planetengetriebe haben nur eine Antriebs- und Abtriebswelle

Witts-Gleichung

$$n_p \cdot z_p = n_T \cdot (z_p + z_s) - n_s \cdot z_s$$

n = Drehzahl
 z : Zähnezahl
 p : Planetenrad
 T : Planetenträger
 s : Sonnenrad

Differentialgetriebe

Radaustrieb im Auto (das äußere Rad muss schneller rotieren als das innere - sonst $\rightarrow$ reutschen der Räder)

- Drehzahl der Räder in Kurven unterschiedlich
- Drehmoment ist gleich
- Leistung $P = 2 \cdot \pi \cdot M \cdot n$

Ein Differentialgetriebe teilt zwar die Drehzahlen und damit die Motorleistung auf die unterschiedlichen Räder auf, das Drehmoment ist jedoch an beiden Rädern identisch!

16. Dichtungen

verhindern und begrenzen Stoffaustausch

Aufgaben:

- i) Verhinderung Verlust an Betriebsstoffen
- ii) Vermeidung Eindringen Fremdstoffe und Schmutz
- iii) Trennung verschiedener Baustoffe
- iv) Trennung unterschiedlicher Bauelemente

- a) Statische Dichtungen (Räume voneinander getrennt, keine Berührungsdichtungen)
- b) Dynamische Dichtungen (Räume sind verbunden, Berührungsdichtung oder Berührungsdichtung)

- 1) Technische Dichtigkeit (ruhende Bauteile, bewegte Bauteile)
- 2) Hermatische Dichtigkeit (gesicherter Stoff und Umgebung)

Dichtungsauswahl je nach konstruktive Vorgaben, physikalische und chem. Belastung, Wirtschaftlichkeit und Montage

Dichtungsmaterialien

Metalle • Gewebe • Gummi • Papier & Pappe • Felt • Kunststoff
Art • elastischer Werkstoff • plastischer Werkstoff • pastöser Werkstoff

Einteilung

- Flachdichtung
- O-Ring
- Labirinthendichtung
- Spaltdichtung
- Schweiß- und Lötverbindung
- Radialwellendichtung
- Filterring

i) Leckbare Dichtungen

- 1) Dichtungsdruck durch äußere Kräfte: Formdichtungen
- 2) Dichtungsdruck durch innere Kräfte: selbsttätige Dichtungen

Formdichtungen

Weichstoffdichtungen am gebräuchlichsten (Papier, Kork, Gummi, Faserstoffe)
Hartstoffdichtungen für sehr hohe Beanspruchungen (Metall, z.B. Al-Kupfer)

Gewinkelte Flachdichtung

- a) mit glatter Arbeitsleiste
- b) mit Nut und Feder
- c) mit Vor- und Rückspleiß

Gewinkelte Profildichtung

- a) mit Einschiebung (O-Ring)
- b) " glatter Arbeitsleiste
- c) " Einschiebung und Linsendichtung
- d) " Ein " Ring-Joint-Dichtung

Betriebskraft $F_B = p_1 \cdot \pi \cdot \frac{d_o^2}{4}$

Dichtungskraft in Betrieb

$F_{DB} = p_1 \cdot \pi \cdot d_o \cdot k_n \cdot S_D$

k_n = Dichtungsstellwert

S_D = Sicherheitsbeiwert - Weich: $S_D = 1,5$
Metall: $S_D = 1,3$

Selbsttätige Dichtungen

Geringe äußere Kräfte zur Montage, Dichtungskraft durch Betriebsdruck

- Mannlochdeckel
- Delta-Ring für Hochdruckdichtverhältnisse
- Rundgummidichtungen (O-Ringe)

Unlosbare Dichtungen

- Vollständige Dichtheit
- häufig bei unter Druck stehender Bauteile (Schweißung, Lötung, Pressdichtung)

Dynamische Dichtungen:

Drehbewegung → Radialwelledichtung - V-Ring, Gleitwelledichtung → Filtring
Längsbewegung → Stopfbuchs, - Ringsdichtungen → Farnedichtungen

Radialwelledichtung

bei Fett- und ölgeschmierter Welle
hohe Dichtwirkung und Lebensdauer

Abdichtung gegen Gehäuse: Versteifungsring

Abdichtung gegen Welle: Dichtlippe (soll immer zum abgedichteten Medium zeigen)

Gleitringdichtungen

für Flüssigkeiten (auch Gas)

hohe Temperaturen (bis 200°C)

Stahl oder andere verschleißfeste Werkstoffe

- keine Wartung

- geringe Leckverluste

V-Ring - Gummidichtung

- dichtet axial

- Dichtlippe direkt gg. Gehäuse

Filtring

- Quadratisch Weithandlungsring

- konisch

- Wärmeausdehnung möglich

Stopfbuchsen

- Weinstoffpackungen oder elastische Packungsringe

- quadratischer Querschnitt

- Axiale Verspannung

O-Ring - einfach, platzsparend, gute Dichtwirkung

Nutringe

- Einbau ohne axiale Verspannung

- Mittlere bis hohe Drücke

Manschetten - Hutmanschetten

- Tüpfmanschetten

Berührungslose Dichtungen

- höhere Leckverluste

- hohen Relativgeschwindigkeiten

- bei Verschleiß und reibungsfreier Arbeit: Integrierte Lebensdauer

• Einfache Spaltdichtung

• Axiale Labyrinthdichtung

• Radiale Labyrinthdichtung

• Labyrinth mit Dichtungselementen

• Spaltdichtung mit

- konzentrischen Nuten

- schraubenförmigen Nuten

17. Federn

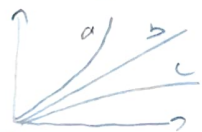
- können durch Dehnung, Biegung, und Torsionskraft Kraft aufnehmen und speichern
- elastische Bauelemente

- Schraubenfedern (Druckfeder, Zugfeder)
- Federfedern
- Stabfedern (Blattfeder, Drehfeder)
- Ringfedern
- Spaltfeder

Verwendung:

- Arbeitspeicher - Uhrwerk
- Kraftmesser - Federwaage
- Stoßmilder - Fahrzeugfeder
- Kraftbegrenzung - Presse

Kenngrößen



- Progressiv (bei zunehmender Belastung wächst, vergrößert sich die Federhärte)
- Linear (konstante Abstände z.B. Federwaage)
- Degressiv (Federsteifigkeit nimmt ab)

Federweg

$$s = l_0 - l_F$$

l_0 = unbelastet
 l_F = belastet

Federhärte $R = \frac{F}{s}$ Drehmoment $R_t = \frac{M}{\varphi}$
je kleiner die Federhärte, desto weicher die Feder!



$$R = \frac{F}{s} = \frac{F_1 + F_2 + \dots + F_n}{s} = R_1 + R_2 + R_3 = \sum_{i=1}^n R_i$$



$$s = \frac{F}{R} = \frac{F}{R_1} + \frac{F}{R_2} \dots \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \dots \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$$

Stabfedern

Druck- und Zugstabfedern

$$F = A \cdot \sigma$$

$$\sigma = l \cdot \epsilon = \frac{l \cdot \sigma}{l} = \frac{l \cdot F}{E \cdot A}$$

Biegestabfedern

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} = \frac{F \cdot x}{W_b}$$

$$F_{zul} = \frac{\sigma_{zul} \cdot W_b}{l}$$

Federweg $s = \frac{F \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I}$

18. Bolzen- und Stiftverbindungen

einfache und billige Verbindung zw. mehreren Bauteilen

Bolzen (ohne / mit Kopf)

für bewehrte Verbindungen
von Bauteilen genutzt

- Achse für Lagerung
- Gelenkverbindungen

Kegelstifte



- Pressstift zur Lagersicherung
- Leicht zu lösen, teuer
- Innengewinde oder Gewindesteifchen zum Lösen

Klebstifte



- Längsbohren 120°
- in Kerbfurche eingesenken
- Radiale Verspannung
- Befestigungs-, Press- und Sicherungstift oder als Lager- und Gelenkbolzen

Berechnung

- a) Querstift-Verbindungen
- b) Steckstift-Verbindungen
- c) Längsstift-Verbindungen

Bolzen



- eingesetzt als Gelenkbolzen
- mit Gewindezapfen: Lager- und Achsbolzen

Stifte (Kegel, Zylinder, Kleb, Spannstifte)

verbinden Bauteile

fest miteinander (Presspassung)

- Kraftübertragung
- Positionierung

Zylinderstifte



- wie Kegelstifte
- Schnel lösbar
- Gewindesteife: Fixierung stark beanspruchte Teile
- Innengewinde nutzen um zu lösen oder rausschlagen

Spannstifte



- Längsrichtung geschlitzte Hülse
- leichte und schwere Ausführung, Δ Hülse
- Elastizität führt zu besonders festen Stifte
- Befestigungs-, Press- und Sicherungstifte oder Schrauben- und Bolzenhülsen

Sicherung:

- Splint mit Scheibe
- Bolzen mit Gewindesteifchen und Klammer, Sicherungsnut oder Scheiben mit Senkschrauben

19. Schraubenverbindungen

Beruhrt auf Paarung einer Schraube / eines Gewindestifts mit Außengewinde und einem Bauteil mit Innengewinde (z.B. Mutter)

Allgemein → Umwandlung einer Dreh- in Längsbewegung

Speziell → Kraft erzeugen, verstärken, Speichern

Gestaltung (Kopfform, Schaftform, Ende, Antriebsmöglichkeiten)

Einsatzmöglichkeiten (Befestigungsschrauben, Bewegungsschrauben)

Gewinde profilierte Einkerbung, längs am Zylinder gewunden (nur verkehrt)

Gewindearten (Bestimmung nach Profilform, Steigung, Gangzahl, Windungssinn)

• Metrisches Gewinde (Spitzgewinde) häufigste Art



je nach Größe d. Steigung: Regel (grobe) - oder Feingewinde (kl. Steigung)

• Rohrgewinde



Zylindrisches Inn- und Außengewinde zur mech. Verbindung

• Trapezgewinde (symmetrisch)



Bewegungsgewinde
Kraftgewinde bei niedriger Beanspruchung

• Sägegewinde (unsymmetrisch)

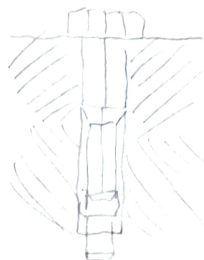


Kraftgewinde bei hoher elastischer Belastung

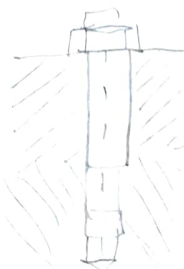
Ausführungsform



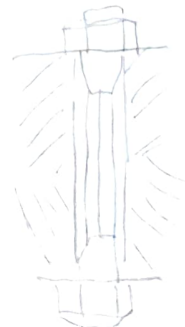
Durchsteckverbindung



Einbaubauverbindung



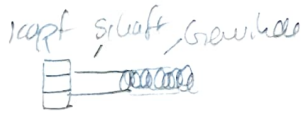
⇨ " mit Gewindestift



Dehnschraubenverbindung

Gestaltung

Kopfschraube



- Kopf: • Überträgt Schraubkraft auf Bauteil
- Aufbringen Werkzeug

Einteilung nach Kopfform: | Sechskant-, Vierkant-, Flachkopf, Zylinder-, Senkkopfschraube
→ Schlitz, Kreuz, Innensechskant, Torx

Blechschrauben



Verbindung von Blechen und dünnwandigen Profilen

Gewindeschweißende Schrauben



Für Kunststoff und/oder Leichtmetalle

Holzschrauben



• scharf, dünnwandige Spitze, keine Bohrung notwendig

Stiftschrauben

Gehäuseschrauben

Gewindestift

Gewinde auf ganzer Länge, mit Schlitz oder Innensechskant

Schraubenbolzen

Glatter Schaft mit beidseitigem Gewindeende

Dehnschrauben

für hohe dynamische Belastung

Muttermarken

Sechskantmutter

häufigste Nutzung

Vierkantmutter

Verschraubung von Holzbohlen

Heilmutter

Schutz vor Beschädigung des Feuers

Flügelmutter und Rändelmutter

lösbar mit Hand

Schlitz-, Zweifloch-, Kreuzloch-, Nutmutter

Einbau bei ~~Platz~~ begrenzten

Platzverhältnissen

Blechmutter

„Muttergewinde“: Loch mit zwei Blechklappen

Blechklappen stemmen Schraube

beim Anziehen in Gewindegrund

Scheiben

- Deutlich bei großen Durchgangslöchern, wenn Auflage weicht
- Schutz von Werkstückoberfläche
- Gleichmäßige Verteilung der Auflagerkraft d. Schraube

Bewegungsschraube

Aufgabe Umformen von Dreh- in Längsbewegung oder Erzeugung von großen Kräften

Gestaltung

1) Gewinde

- Trapezgewinde
- Rundgewinde
- Sägewinde

2) Werkstoffe: E 295 bis E 355

20. Klebverbindungen

lösbar: Lösen ohne Beschädigung möglich

unlösbar: Lösen nur mit Zerstörung ähnlich wie beim Löten/Schweißen

- Zusammenfügen
- Füllen
- Anpassen
- durch Umformen
- durch Schweißen
- durch Löten
- Kleben
- Textiles Fügen

(Bindung zw. Fügepart und Klebstoff)

(Molekulare Bindungskräfte im Klebstoff)

Stoffschluss durch Adhäsions- und Kohäsionskräfte

Adhäsion > Kohäsion → Versagen innerhalb d. Klebfuge

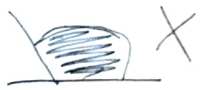
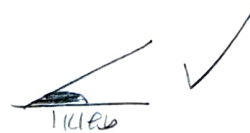
Adhäsion < Kohäsion → Klebstoff lässt leicht lösen von Haftfläche

Eigenschaften

• Übergang von flüssig in festen Zustand

• Viskose Eigenschaft

• Fähigkeit zur Benetzung



Abbindemechanismus - physikalisch oder chemisch

Anzahl Komponente - EM- oder Zweikomponentenkleber
(lange haltbar, lange Haltzeit)

Klebstoffvorgang

a) Lösungsmittelklebstoffe - Auftragen → Lösungsmittel verdunstet → Zusammenfügen → Abbinden 1-3 Tage

b) Reaktionsklebstoffe - Auftragen → Zusammenfügen → Abbinden unter Wärme oder Raumtemperatur

Auto-15-28 kg Klebstoff

$$\text{Scherspannung} : \tau = \frac{F}{b \cdot l}$$

Beanspruchung



Zug



Scher



Biegung

Klebefläche ausschleiden

Klebbreite entscheidend!

→ Klebverbindung möglich nur auf Schuss
→ große Klebeflächen vermeiden!

Vorteile

- Kostenersparnis
- Gewichtseinsparung
- keine Kontaktkorrosion
- Dichtfunktionen übernehmen
- Verbindungen verschiedener Stoffe

Nachteile

- Stumpfsteife sind zu vermeiden
- Zug/Druck und Scherbeanspruchung vermeiden
- geringe Festigkeit
- aufwendige Oberflächenvorbereitung

2.1. Lötverbindungen

Thermisches Verfahren zum stoffschlüssigen Fügen von Bauteilen

- a) Schmelzlöten (flüssige Phase durch Schmelzen eines Lotes) ^{Dränke Metalle, Blei, Pasten}
- b) Diffusionslöten (flüssige Phase durch Lötlösungsbildung)

Liquidustemperatur der Lote

Weinlöten $< 450^\circ\text{C}$

drehende und elektrisch leitende Eigenschaft

Harzlöten $> 450^\circ\text{C}$

Fügen unter belastender Beanspruchung

Hochtemperaturlöten $> 500^\circ\text{C}$

Fügen von Stahl, Nickel

Praktische Ausführung

- Flammenlöten
- Induktivlöten
- Bloddlöten
- Gaslöten
- Kohlenlöten
- Ultraschalllöten
- Ofnlöten
- Salzbaddlöten
- Widerstandslöten

bei folgenden Anforderungen:

- kleine elektr. Übergangswiderstände
- bedingte Lösbarkeit
- definierte Wärmeleitfähigkeit
- Dicht für Flüssigkeiten und Gase

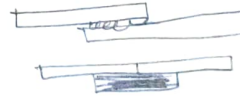
⚠ Spalt nicht, da Kapillarrohre nicht glatt rund!

Kapillareffekt; Spalt wird gefüllt mit Lot

→ Lötverbindung möglichst nur auf Schweiß



Platzierung an weitester Stelle



immer überlappen



Vorteile

- Fügen von versch. Metallen möglich
- Gas- und Flüssigkeitsdichtend
- gut elektrisch leitbar
- gut wärmeleitend

Nachteile

- geringe Festigkeit
- Aufwändige Verarbeitung
- Überlappungen führen zu erhöhtem Gewicht
- Weinlösungen neigen zum Kriechen
- Große Lötstellen teuer

22. Schweißverbindungen

Einsatz, wenn unlösbare und starre Verbindungen notwendig sind

Häufigstes Fügeverfahren

Einteilung nach

- Grundwerkstoff (Metall, Kunststoff)
- Fertigungsart (Handschweißen, Montageschweißen, Vollmetallisches Schweißen)
- Zweck (Verbindungsschweißen, Trennschneiden)

Pressschweißen (Punktschweißen, Reib-, Gaspress-, Ultraschall-, Kaltpressschweißen)

- erwärmen unterhalb der Schmelztemperatur
- Anwendung von Kraft
- Mit/ohne Schweißzusatz

Schmelzschweißen (Verbinden durch Schmelzfluss, Mit/ohne Zusatzstoff)

- Widerstands-, Stau-, Lichtbogen-, Gasschutz-, Gießerschmelzschweißen

Schweißnaht abhängig von:

- I) Kohlenstoffgehalt
- II) Verschmelzungs- und Verschleißart
- III) Lagerungsbestandteilen

Schweißnaht wird beeinflusst durch:

- I) Nahtvorbereitung (Stoßarten, Zugänglichkeit, Vorwärmen)
- II) Ausführung (Schweißverfahren)
- III) Nachbehandlung (Glätten)

geeignet bei folgenden Anforderungen:

- I) Übertragung von Kräften, Biege und Torsionsmomenten
- II) Kostengünstiges Verbinden
- III) Hohe Betriebstemperatur
- IV) Instandhaltungsfreundliche Konstruktion
- V) Dichte Fügestellen

Grundformen

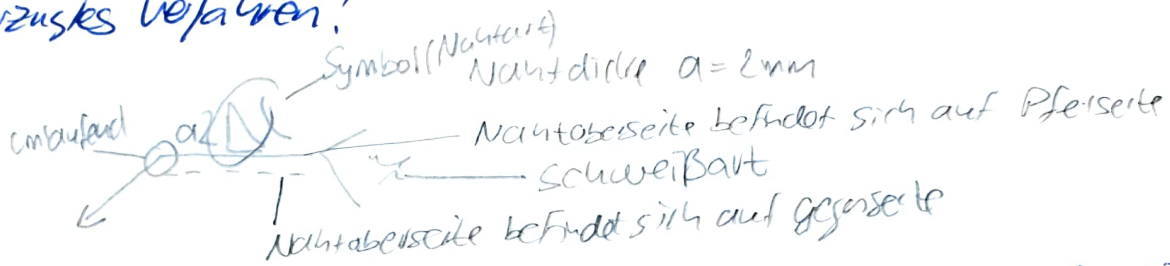
Stumpfnahht



Kehlnahht



berücksichtigungsverfahren!



⚠ Verschrümpung stark unterschiedlicher Querschnitte vermeiden!
Nahthanhängungen vermeiden!

● Schweißverzug beachten

Nähte nicht in hoch beanspruchte Zonen legen!

Schweißnähte besser lang und dünn als kurz und dick

Vorteile

- keine Schwächung durch Niet- oder Schraubenlöcher
- geringe Wanddicken v. d. Bauteilquerschnitte möglich
- hohe Flexibilität in Gestaltung

Nachteile

- Gefahr d. Rissbildung
- Gefahr von Verunreinigung des Schweißgutes
- Hohe Anforderung an Qualifikation Personal
- Schweißspannung

Vergleich

	Kleben	Löten	Schweißen
Vorteile	Fügen versch. Stoffe günstig / leicht keine Kontaktkorrosion	↔ gut elektrisch u. wärme leitend	Flexibler Gestaltung wirtschaftlich
Nachteile	Altersunbeständigkeit Aufwendige Vorbehandlung und Dostierung	geringe Festigkeit große Leckstellen teuer	Rissbildung Schweißspannungen
Einsatz	<u>Nicht</u> metallische Stoffe keine Hitzebelastung	Elektrische Leitung oder Wärmeleitung	Große Kräfteübertragung Hohe Betriebsspannung