

Fragenkatalog Maschinenelemente

1 Wozu werden Kupplungen benötigt? Nennen Sie 4 Beispiele

- dienen zum Übertragen von Drehmomenten bei fluchtenden und nichtfluchtenden Wellen
- werden zum Ausgleich des Versatzes bei nichtfluchtenden Wellen eingesetzt
- eine zunehmende Bedeutung erhalten Kupplungen in Bezug auf die Beeinflussung der dynamischen Eigenschaften eines Antriebsstranges (Ausgleich, Dämpfung von Drehmomentenstößen)
- können zum Schalten eines Drehmomentes eingesetzt werden. Dabei haben sie die Aufgabe einer Anlauf- oder Sicherheitskupplung. Auch eine Drehrichtungsüberwachung ist realisierbar

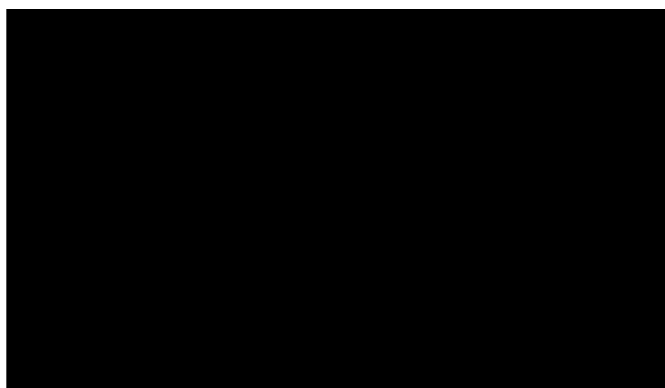
2 Welche Aufgaben haben drehnachgiebige Kupplungen?

- mildern Stöße oder dämpfen Schwingungen und wirken gleichzeitig als Ausgleichkupplung
- auch kraftschlüssige drehnachgiebige Kupplungen werden eingesetzt, dies sind Schlupfkupplungen z.B.: hydrodynamische K. (Strömungskupplungen) oder elektrodynamische K. (Induktionskupplungen), welche das Drehmoment mittels Drehzahlschlupf der beiden Kupplungshälften erzeugen und übertragen

3 Was verstehen Sie unter dem Ungleichförmigkeitsgrad eines Kreuzgelenkes?

- Kardanfehler
- in einem Kreuzgelenk beschreiben die Gelenklager sphärische Bahnen, dabei wird die Winkelgeschwindigkeit der Welle 1 nicht gleichförmig, sondern sinusförmig auf die Welle 2 übertragen, d.h. der Winkel φ_1 ist gegenüber dem Winkel φ_2 nach- bzw. voreilend (Kardanfehler)

- Kardanfehler kann durch ein zweites Gelenk in Z- oder W- Anordnung ausgeglichen werden, dabei ist zu beachten:
 - alle Wellenteile müssen in einer Ebene liegen
 - die Ablenkwinkel müssen gleich gross sein
 - die inneren Gelenkgabeln müssen in einer Ebene liegen



5 Was verstehen Sie unter dem Begriff des leistungslosen Biegemomentes?

- die Ablenkung des Drehmomentes bewirkt in den Gelenken Momentenkomponenten, welche die Welle auf Biegung beanspruchen
- die Biegemomente ändern sich periodisch und erreichen bei $\varphi_1=90^\circ$ ihrem maximalen Wert

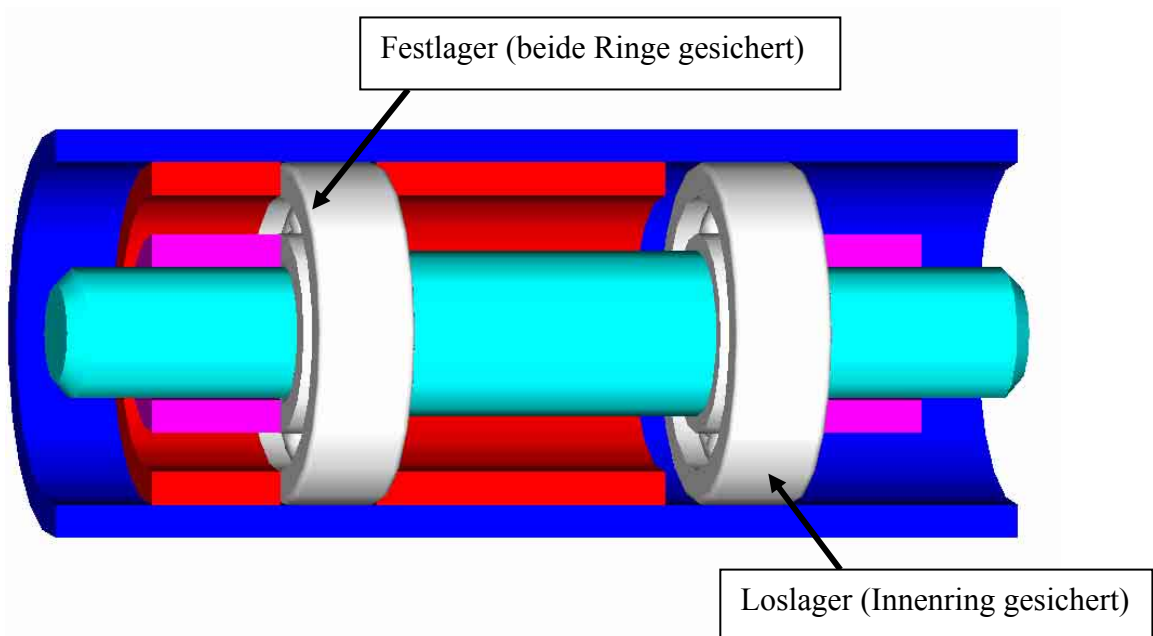
6 Wie verhält sich der Differenzdrehwinkel zwischen An- und Abtrieb bei einem Kreuzgelenk in Abhängigkeit vom Auslenkwinkeldiagramm?

- bei steigendem Auslenkwinkel vergrößert sich der Differenzwinkel und verschiebt sein Maximum nach links

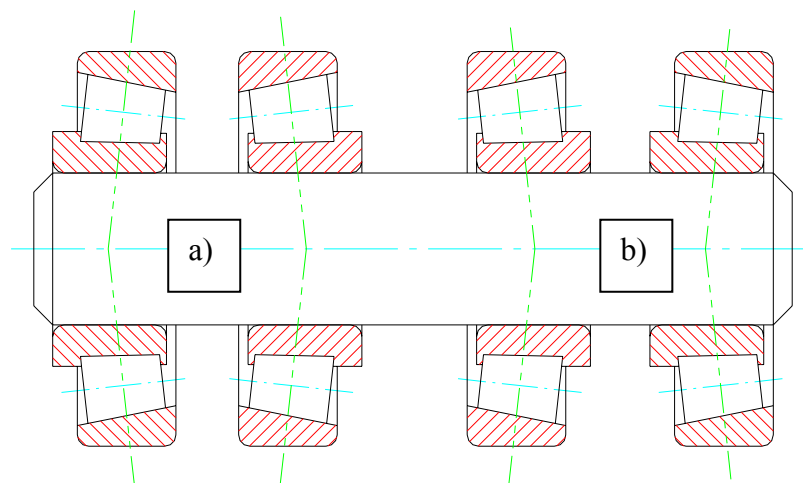
7 Nennen Sie 3 Vorteile von hydrodynamischen Gleitlagern gegenüber Wälzlagern.

- geräuscharmer Lauf
- unempfindlicher gegen Stöße und hohe Belastungen
- bei guter Schmierung nahezu unbegrenzte Lebensdauer

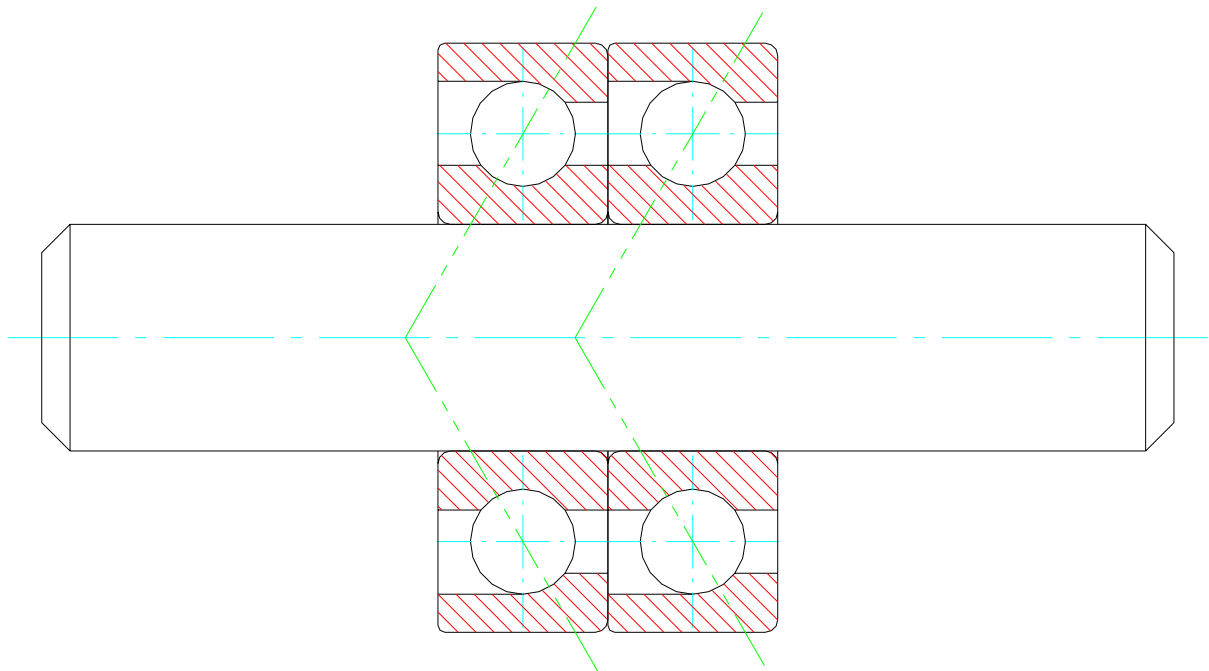
8 Skizzieren Sie ein Rillenkugellager Fest-Loslagerung.



9 Skizzieren Sie folgende Lageranordnungen und erläutern Sie die Möglichkeit der Axialkraftaufnahme: a) O-Anordnung b) X-Anordnung c) Tandemanordnung



O- bzw. X-Anordnung nehmen Axialkräfte in beiden Richtungen auf, nehmen hohe Axialkräfte nur in einer Richtung auf. Tandemanordnung nur mit Kugellagern.



10 Auf welchen Lagerschaden bezieht sich die genormte, übliche Wälzager-Lebensdauerberechnung?

- das genormte Berechnungsverfahren nach DIN ISO 281 für dynamisch beanspruchte Wälzlager beruht auf der Werkstoffermüdung (Pittings)

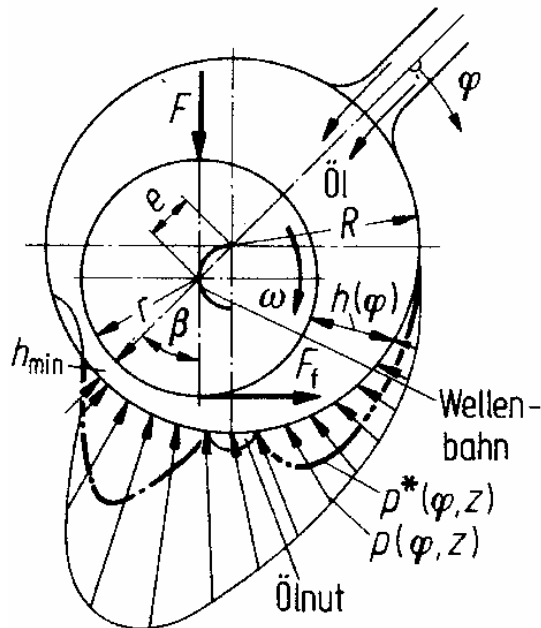
11 Wie sind bei Wälzlagern die dynamische und statische Tragzahl definiert?

- statische Tragzahl C_0 : ist eine reine radiale (bei Axiallagern reine axiale) Lagerbelastung, die bei stillstehenden Lagern $n < 10 \text{min}^{-1}$ an der höchstbeanspruchten Berührungsstelle zwischen Wälzkörper und Rollbahn eine bleibende Verformung von 0,01% des Wälzkörperdurchmessers hervorruft. Wird aus Tabellen ermittelt.
 - dynamische Tragzahl C : ist für Radiallager bei umlaufenden Innering und stillstehendem Außenring eine rein radiale (Axiallager rein axiale) Belastung unveränderlicher Größe und Richtung, bei der 90% eines Kollektivs offensichtlich gleicher Lager eine nominelle Lebensdauer von 10^6 Umdrehungen oder 500 Laufstunden bei konstanter Drehzahl $33 \frac{1}{3} \text{min}^{-1}$ erreichen. Sie wird vom Hersteller in Versuchen ermittelt.

12 Was verstehen Sie unter der äquivalenten Lagerbelastung und wozu wird sie genutzt?

- die statisch äquiv. (gleichwertige) Belastung P_0 ist eine rechnerisch, bei Radiallagern reine radiale Belastung, bei Axiallagern rein axiale Belastung und zentrische Belastung, die an den Wälzkörpern und Rollbahnen die gleiche plastische Verformung bewirkt, wie die tatsächliche kombinierte Belastung.
 - die dyn. äquiv. (gleichwertige) Belastung P ist eine rechnerisch, in Größe und Richtung konstante Radiallast, bei Axiallagern zentrische Axiallast, die die gleiche Lebensdauer ergibt wie die, die das Lager unter der tatsächlich vorliegenden kombinierten Belastung erreicht.

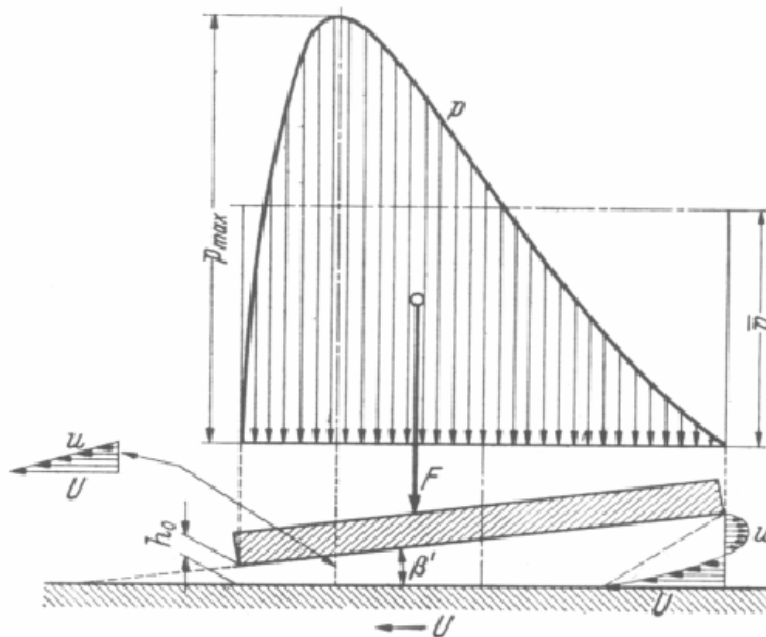
13 Skizzieren Sie den Druckverlauf und tragen Sie die wichtigsten Bedingungen in einem Radiallager (Gleitlager) in Umfangsrichtung ein.



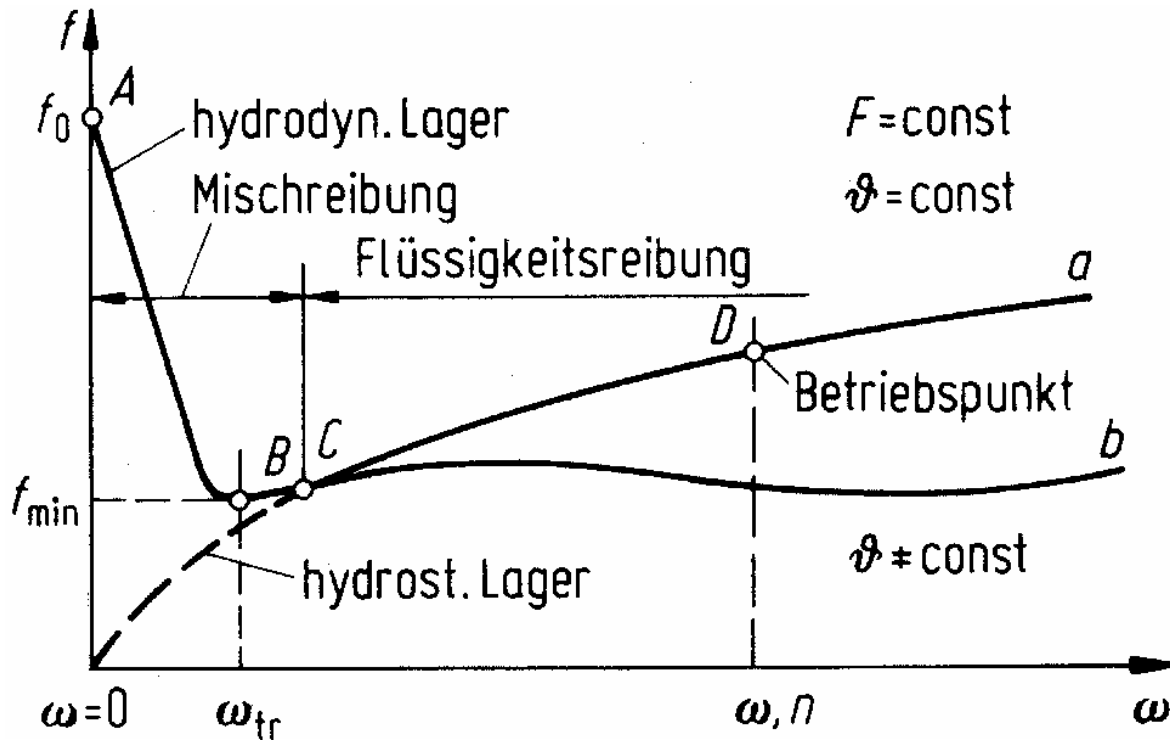
(Ölzufuhr an der nichtbelasteten Stelle)

F > Lagerlast; R > Lagerschalenradius; r > Wellenradius; D > Lagerdurchmesser; p > Öldrücke im Gleitraum; e > Exzentrizität; h > Schmierpalhöhe; β Richtungswinkel der Wellenverschiebung; p^* > Öldrücke bei der Anordnung einer Ölnut in der Tragzone

14 Skizzieren Sie die Druckverteilung an einem Segment eines Axiallagers.



15 Stellen Sie die Stribek-Kurve da und bezeichnen sie die typischen Laufbereiche.



B,C,D Ausklinkpunkte > keine Berührungen mehr zwischen den Metallen
 Kurve a > kleine Lagerbelastung p_L , Viskosität η hoch
 Kurve b > milltere Lagerbelastung p_L , Viskosität η mittel
 Kurve c > hohe Lagerbelastung p_L , Viskosität η klein

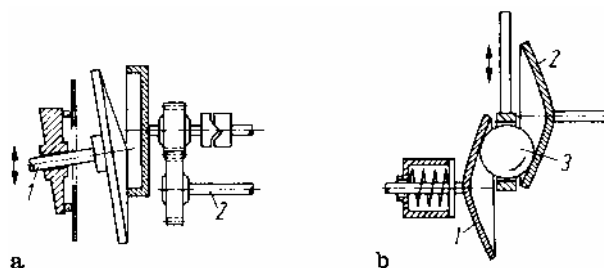
16 Nennen Sie 2 Vor- und Nachteile von nicht-/schleifenden Dichtungen.

	Vorteile	Nachteile
Schleifend	Verlustarme Abdichtung	Begrenzte Lebensdauer Sorgfältig bearbeitete Gleitflächen
Nichtschleifend	Berührungslos kaum Verschleiß Für hohe Drehzahlen	Undichtheit

17 Welche Aufgaben haben Dichtungen?

- Hauptaufgabe ist das Trennen von zwei funktionsmäßig verschiedenen Räumen, gleichen oder unterschiedlichen Druckes, damit kein Austausch fester, gasförmiger oder flüssiger Medien stattfindet oder mit geringen Verlusten (Leckverlust)
- Verhindern des Eindringens von Dreck
- Verhindern der Durchmischung von Betriebsstoffen

18 Skizzieren Sie ein variables Reibradgetriebe.



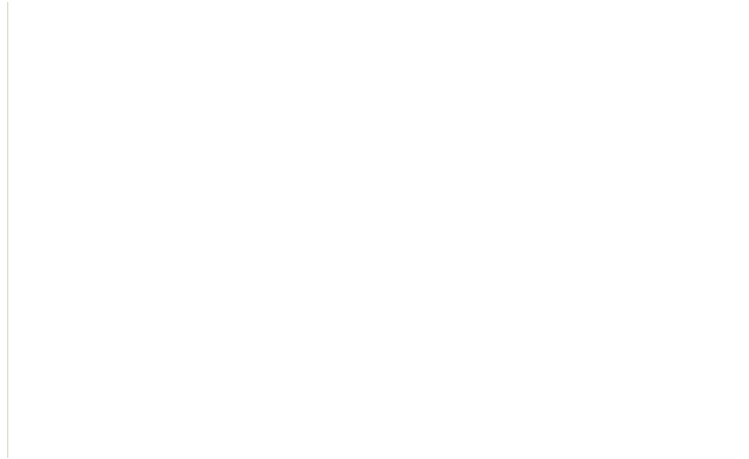
19 Nennen Sie Möglichkeiten zur Drehzahlverstellung bei Riementrieben.

- Erhöhung der Vorspannung (Schlupf verringern)
- anderes Übersetzungsverhältnis

20 Was verstehen Sie unter der Eytelweinschen Gleichung? Skizze.

- Verhältnis der Trumkräfte bzw. Trumspannungen

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = e^{\mu\beta} = m$$



21 Wovon hängt die Kraftübertragung beim Riementrieb im wesentlichen ab?

- Schlupf

22 Warum ist ein getrennter Nachweis der Sicherheit gegen bleibende Verformung bzw. Gewaltbruch und Ermüdungsbruch (Schwingungsbruch, Dauerbruch) erforderlich?

- Sicherheit gegen Ermüdungsbruch richtet sich nach einer dynamischen Belastung, d.h. der Werkstoff überschreitet die Streckgrenze, so dass eine Verformung auftritt, fällt wieder zurück, hat jedoch eine bleibende Veränderung erfahren (schwingt um Streckgrenze)
- Sicherheit gegen Gewaltbruch richtet sich nach der Zugfestigkeit, d.h. der Werkstoff bekommt eine Überlastung zu spüren, überschreitet die Zugfestigkeit, geht von statischer Belastung aus

23 Welche Berechnungen könnten noch für eine Welle von Interesse sein?

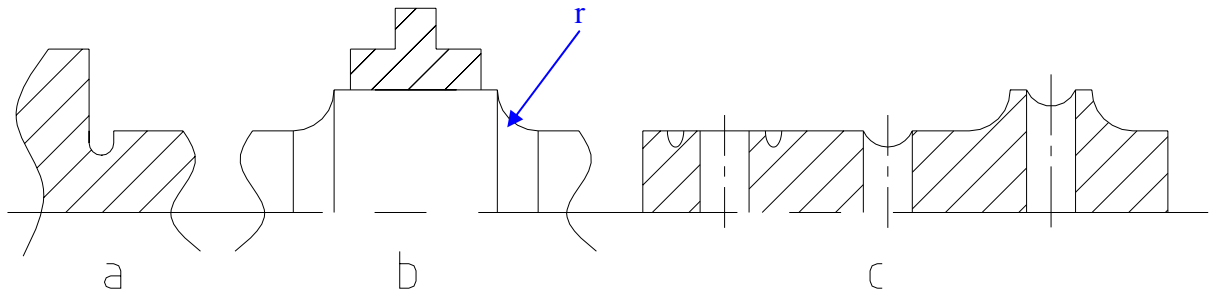
- Sicherheit gegen große elastische Verformungen
- gegen Instabilitäten (Knickung)
- gegen krit. Drehzahl

24 Geben Sie Regel zur günstigen Gestaltung von Wellen an (3 Beispiele, Skizze)

Bild a) Kerben ausrunden > Vergrößerung der Fläche > Verkleinerung der Spannung

Bild b) Wellen mit abgesetzter Nabe > Welle am Nabensitz verdicken, großer Übergangsradius, Nabe wenn möglich kegelig ausführen

Bild c) Welle mit Querloch > Entlastungskerb, z.B.: neben Loch, oder wie bei Nabe

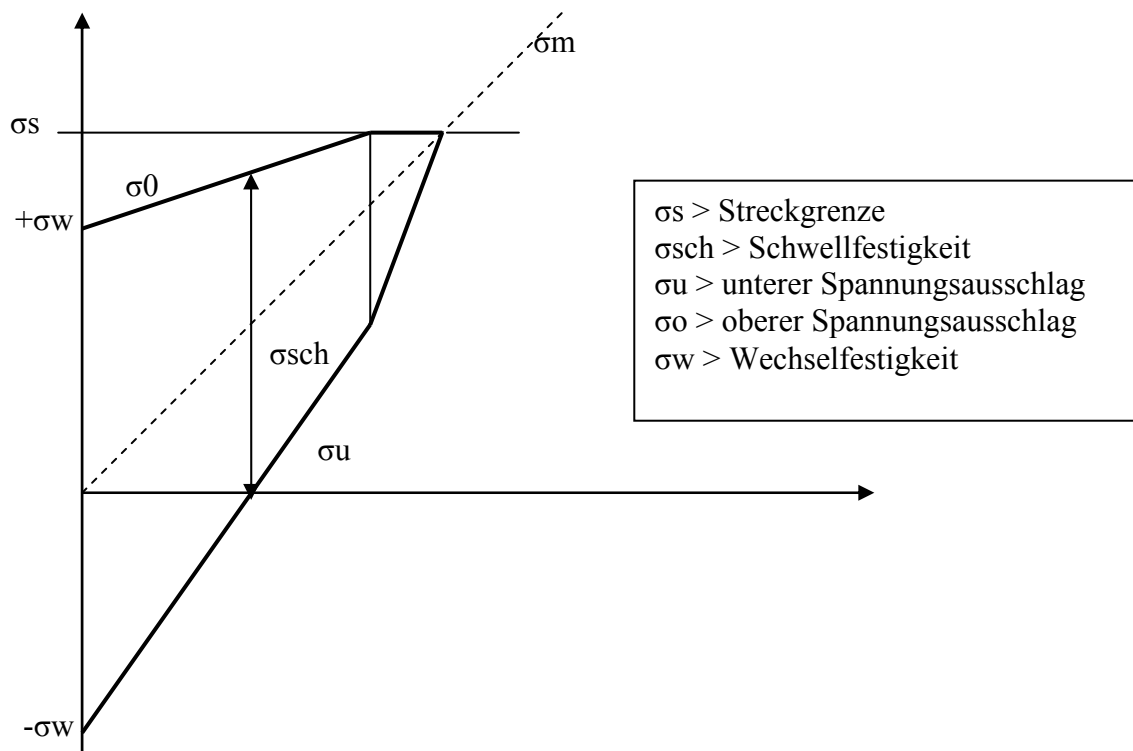


25 Wie ist die Formzahl definiert ?

$$\alpha_{\sigma} = \frac{\sigma_{\text{ortl}}}{\sigma_{\text{nenn}}}$$

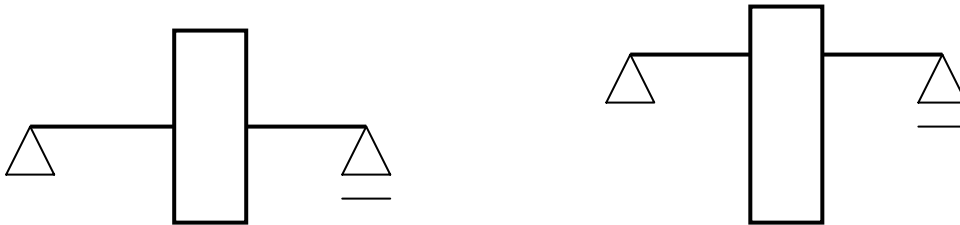
26 Aus welchem Diagramm kann man den Einfluß der Mittelspannung auf die Ausschlagsfestigkeit entnehmen? (Bezeichnung und Skizze)

Smith – Diagramm



27 Wodurch entstehen schwingende Beanspruchungen? Schildern Sie zwei grundsätzliche Möglichkeiten und geben Sie je ein Beispiel an! Die Frage bezieht sich auf die 2 grundsätzlichen Möglichkeiten der Entstehung eines schwingungsförmigen Verlaufes der Spannung einer Werkstofffaser.

- Eigengewicht einer Welle
- Unwuchtbelastung einer umlaufenden Exzentrizität



28 Warum kann man durch „konturentres“ Oberflächenhärten (z.B.: Einsatzhärten) einen Anstieg der Ermüdungsfestigkeit feststellen??

- beim Einsatzhärten werden günstige Eigenspannungen in der WST-Oberfläche erzeugt, der Kern bleibt zäh, erst müssen die Eigenspannungen überwunden werden, damit es zu Verformungen kommt, d.h. die Streckgrenze wird angehoben, und diese ist die Grundlage zur Berechnung der Sicherheit gegen Ermüdung.

29 Geben Sie Einflüsse folgender Behandlungen auf die Ermüdungsfestigkeit (Dauerfestigkeit) an!

(- verringern + verbessern o keinen Einfluss)

- Einsatzhärten -
- Verchromen -
- Kaltwalzen +
- Kerkupfern o
- Phosphatieren o
- Nitriren +

30 Um welche Stahlsorten handelt es sich?

- St50 > Baustahl
- 42CrMo4 > Vergütungsstahl
- 16MnCr5 > Einsatzstahl
- C 45 > Vergütungsstahl

31 In welchem Bereich der Härte liegt die Oberflächenhärte einsatzgehärteter Stähle?

- 600 – 850 HV

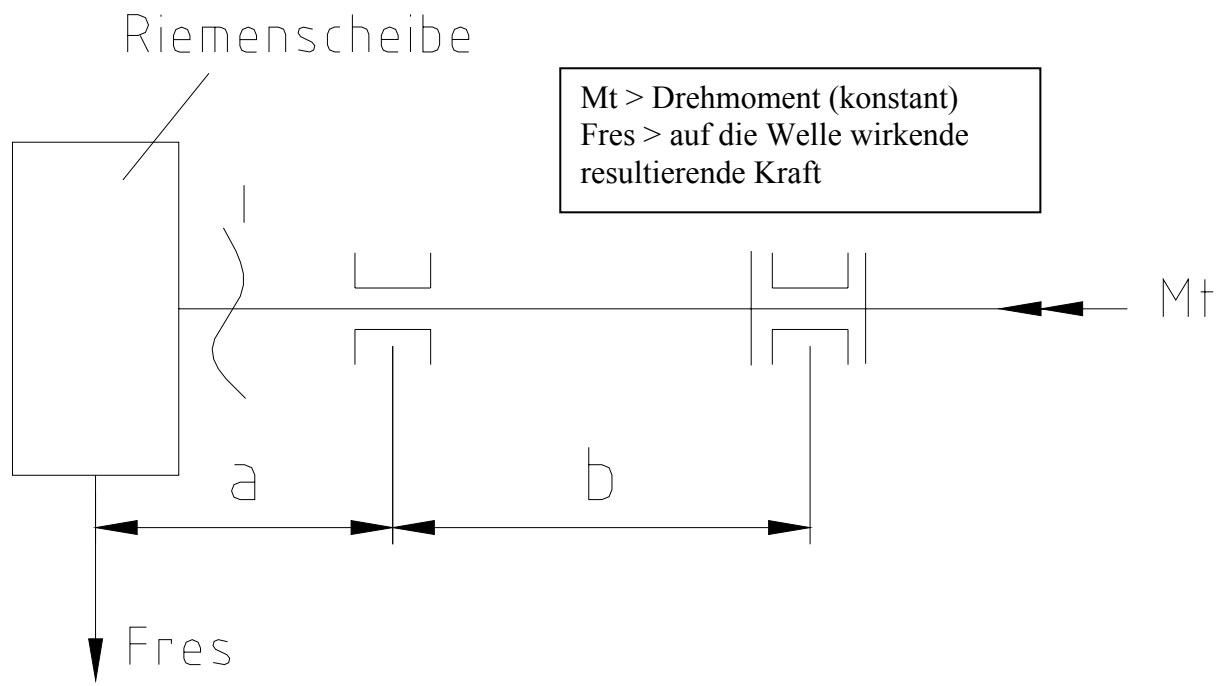
32 Bis zu welcher Temperatur darf man einsatzgehärtete Teile aufwärmen?

- 200°C

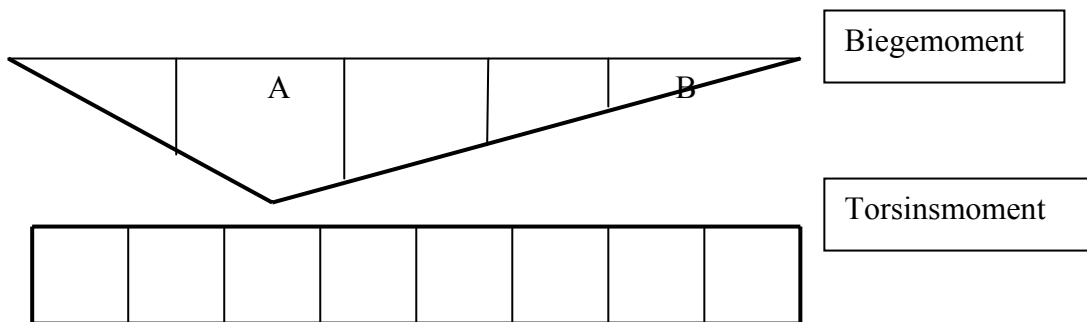
33 Gegeben ist folgender Antrieb mit Flachriemen.

Geben Sie an:

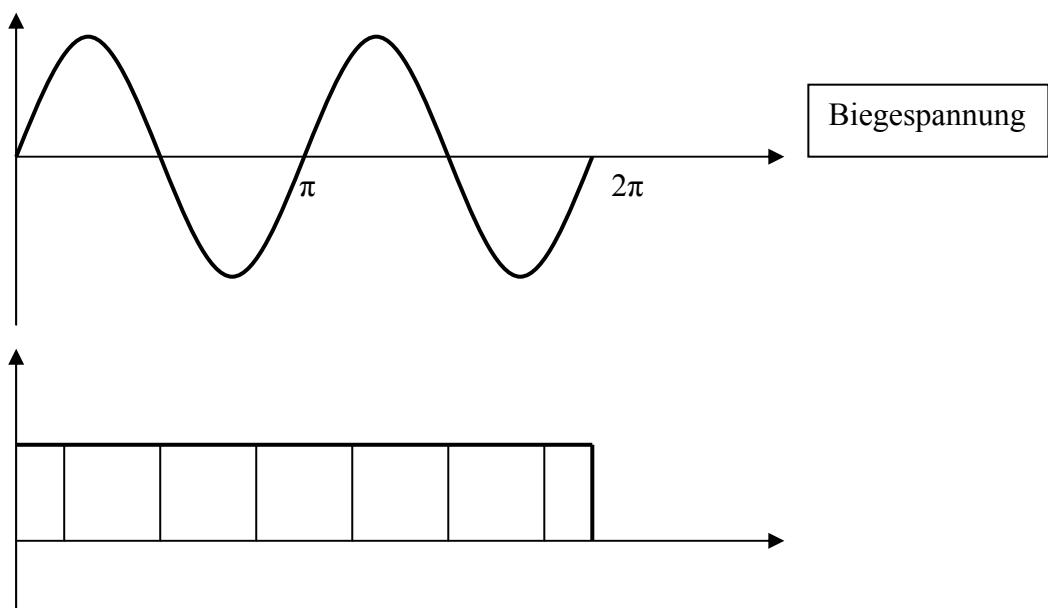
- a) den Verlauf des Torsions und Biegemomentes (Bereich a und b)
- b) den zeitlichen Verlauf der Torsions und Biegespannung bei I für die Werkstofffaser
- c) nach welcher Laufzeit wird die Dauerfestigkeit entsprechende Laufzeit erreicht? $N = 1460 \text{ min}^{-1}$



a)

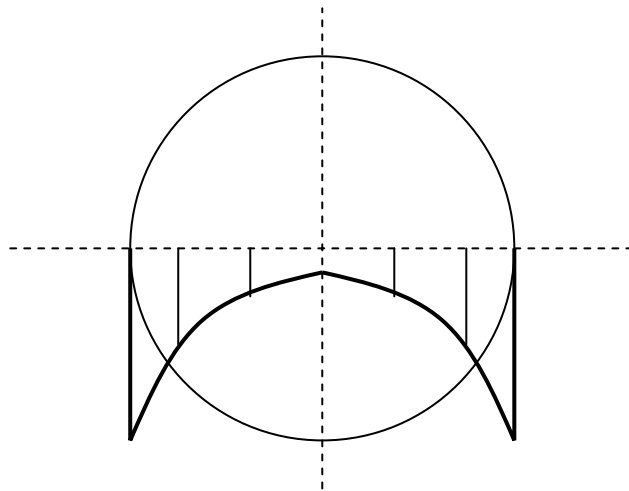


b)



c) $n = 1460 \text{ min}^{-1}$ Dauerfestigkeit $> 3 \cdot 10^6$ $> t = n/3 \cdot 10^6 = 254 \text{ min}$

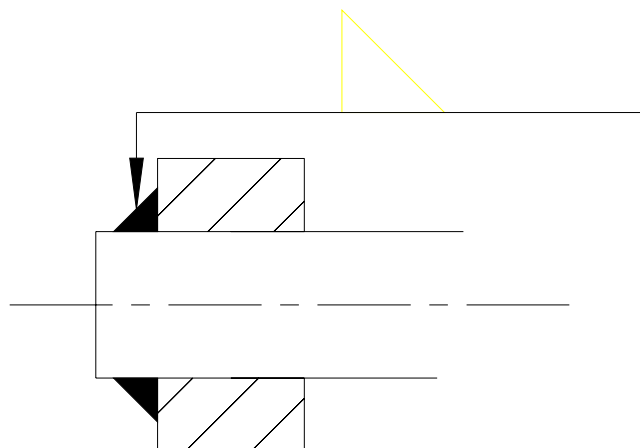
34 Wie ist der normale Eigenspannungsverlauf über den Querschnitt einer einsatzgehärteten Welle?



35 Welche Maßnahmen der Fertigung erhöhen die Dauerfestigkeit von Gewindebolzen?

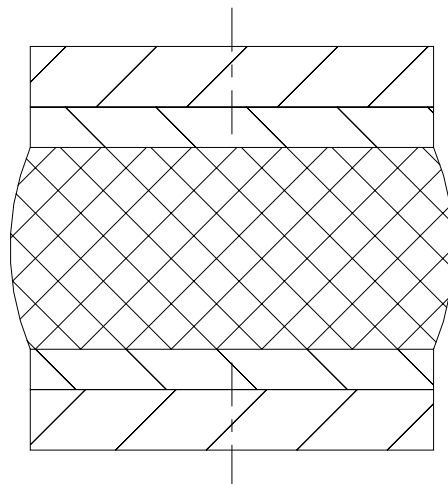
- Vergüten
- schlussgerollte Gewinde

36 Lage der Schweißnaht und Angabe.



37 Skizzieren Sie eine Federnart, die einen möglichst großen Teil der Verformungsarbeit in Reibungsenergie umzusetzen vermag.

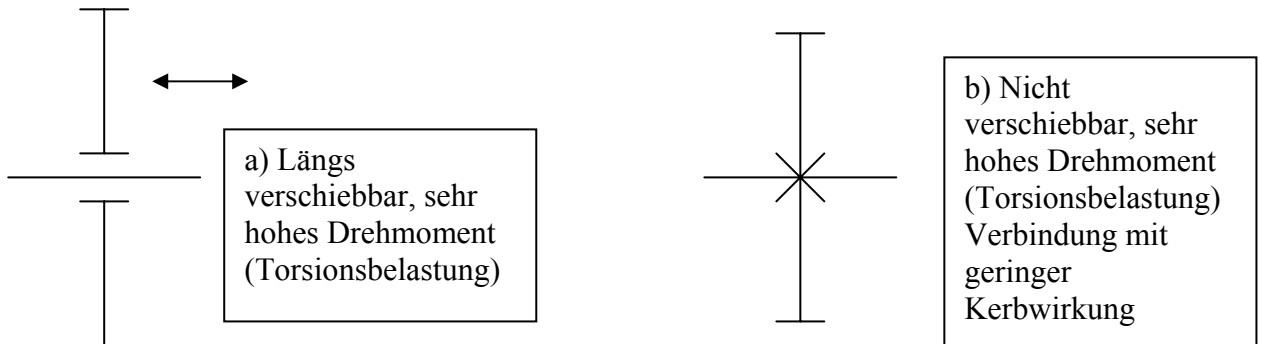
- Gummifedern



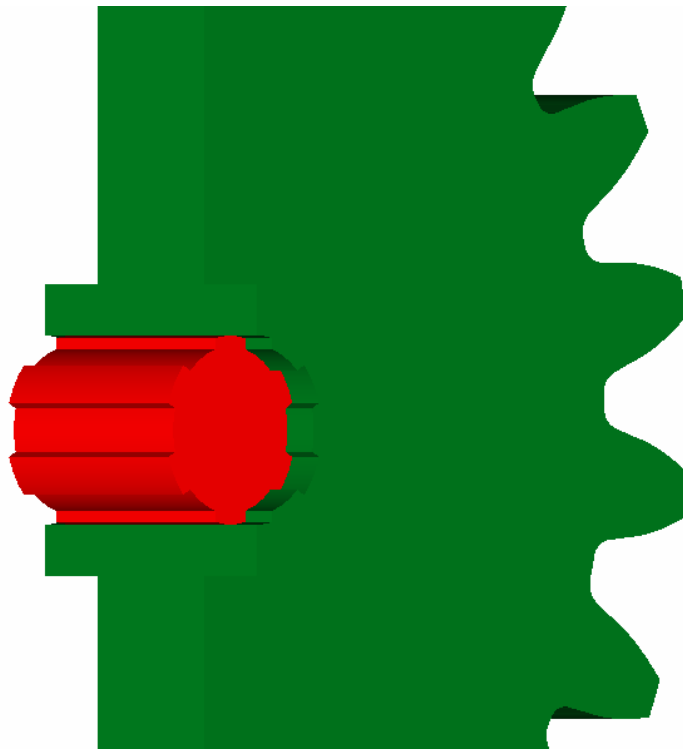
38 Welche Spannungsart liegt für den Federstahl bei der Zusammendrückung von Druckfedern vor?

- Schubspannung
(- Hubspannung)

**39 Welche Art der Welle Nabe Verbindung wählen Sie für folgende Anforderungen?
Skizze.**



a) Keilwellenverbindung



b) Querpresssitz Nabe auf Welle geschrumpft

40 Durch welche Ausbildung einer Schraubenverbindung mindert sich die prozentuale Auswirkung von Setzbeiträgen

- Das Setzen tritt ein, wenn eine Schraube angezogen wurde, dann gibt das Material nach, aufgrund der hohen Flächenpressung an Mutter und Schraubenkopf
- Gegenwirken: Verwendung von Dehnschrauben, oder erhöhen der Vorspannkraft

41 Nennen Sie Unterschiede in der Anwendbarkeit des Laserschweißens und des Elektronenstrahlschweißens.

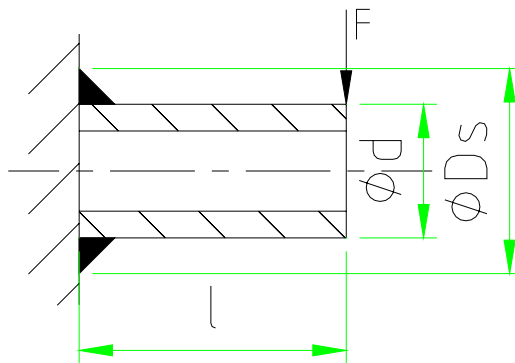
- Laserschweißen: o kein Vakuum nötig
 o maximaler Querschnitt 10mm
- Elektronenstrahlschweißen: o Vakuum nötig
 o Querschnitt 40-50 mm

42 Bis zu welchem C-Gehalt sind unlegierte Stähle ohne Vorwärmen schweißbar?

- 0,25 %

43 Geben Sie für den (statischen) Nachweis der Tragfähigkeit wirksame Spannung für die Schweißnaht an!

- Biegespannung



$$\sigma_B = \frac{M_B}{I} * e_w \quad \text{mit} \quad e_w = \frac{d}{2}; \quad M_B = F * l; \quad I = \frac{\pi}{64} (D_s^4 - d^4)$$

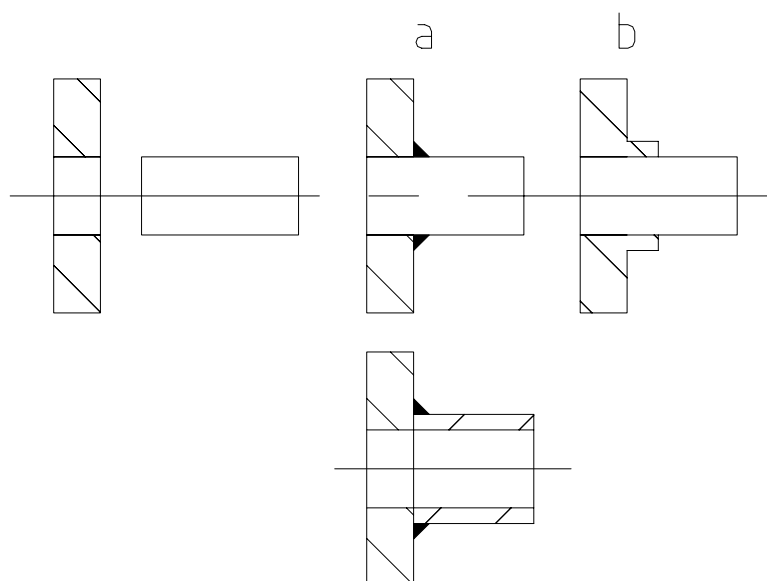
$$\sigma_B = \frac{32F * l * d}{\pi(D_s^4 - d^4)}$$

44 An einen Flansch soll ein langes Rohr angebracht werden. Gestalten Sie die Verbindung als:

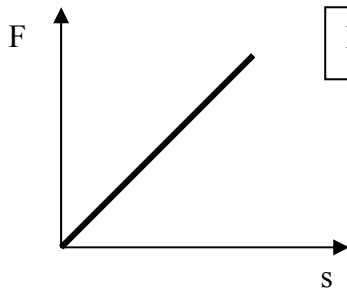
a Schweißverbindung

b Klebverbindung

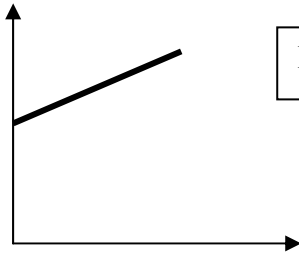
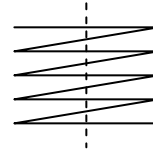
Änderung der Fügestelle ist zulässig!



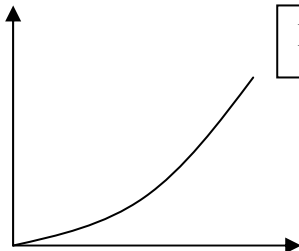
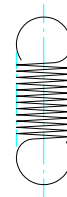
45 Skizzieren Sie (symbol.) Federn die zu folgenden Kennlinien gehören (je mind. ein Beispiel)



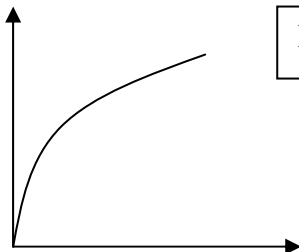
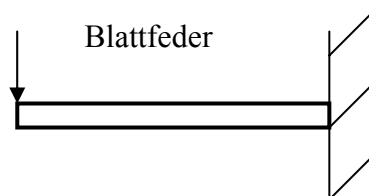
Linearer Verlauf > Druckfedern



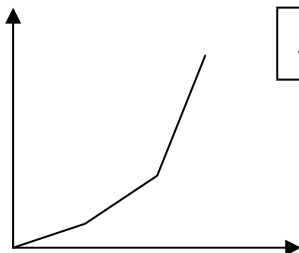
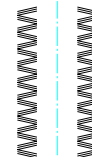
Linearer Verlauf > Zugfeder



Exp. Verlauf > progressive Feder > Biegefeder, Ölfeder, Kegelfeder



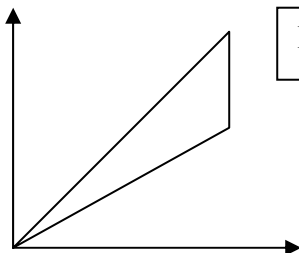
Exp. Verlauf > degressive Feder > Tellerfeder



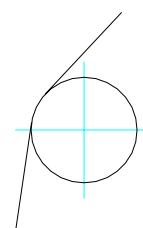
gestufter Verlauf > Tellerfeder, Parallelschaltung Federn untersch. Länge



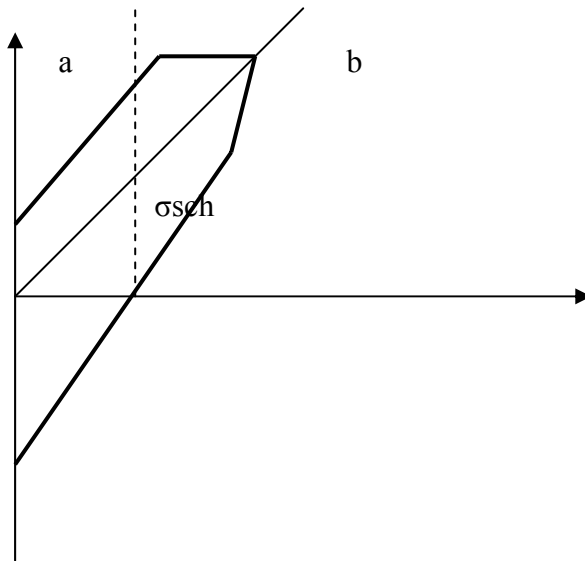
Doppelt, nächste Stufe dreifach ...



Federn mit besonders hoher Dämpfung > Ringfedern



46 Skizzieren Sie das Dauerfestigkeitsdiagramm (Smith-Dgr.) und geben Sie darin an:
 o die reine Wechselfestigkeit
 o die reine Schwellfestigkeit



47 Wegen Überlastung wird ein Ausfall der Passschrauben einer starren Scheibenkupplung befürchtet. In welchem Bereich der Schraube (Schaft oder Gewinde) und infolge welcher Spannung ist Schaden zu erwarten?

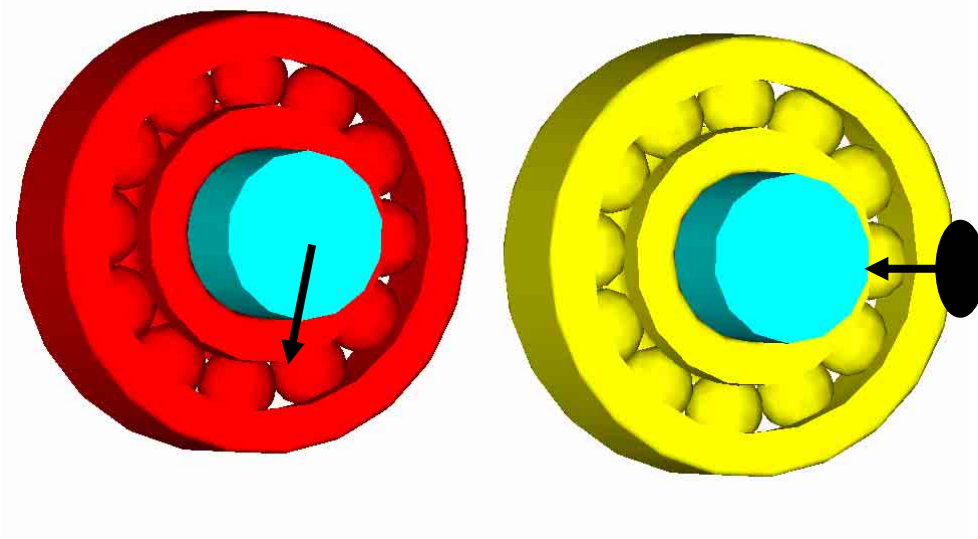
- im Gewinde, aufgrund der Kerbwirkung, verursacht durch die Scherspannung

48 Mit welcher Werkstoffart und Wärmebehandlung sind bei Wellen und Verzahnungen die höchsten Tragfähigkeiten zu erreichen?

- Vergütungsstähle
- Einsatzhärten (Härten der Randschicht)
- Anlassen (Abbau der Spannungen)

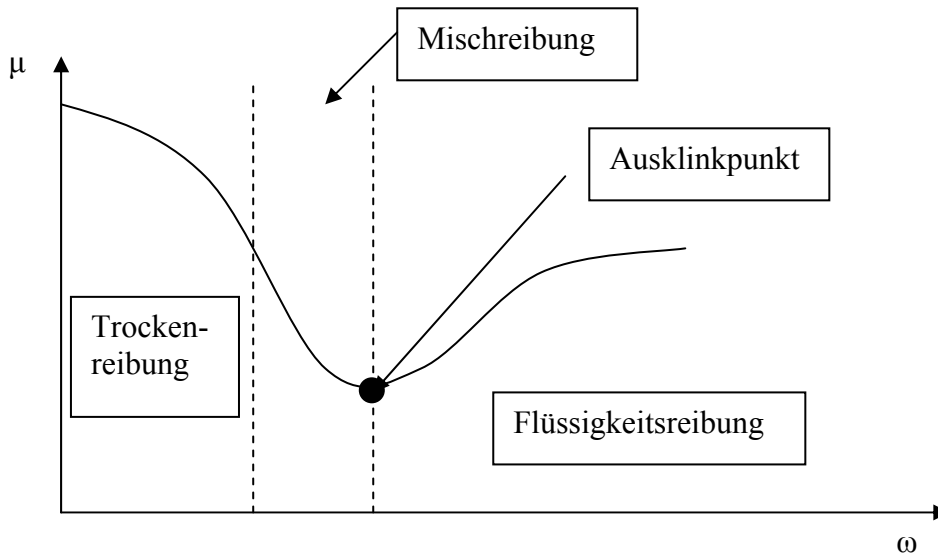
49 Geben Sie einen Fall an, bei dem Punktlast am Innenring vorliegt und begründen Sie diesen!

- bei feststehendem Innenring und umlaufendem Außenring wirkt Radialkraft am Innenring nur auf eine Stelle
- bei umlaufendem Innenring und stehendem Außenring (mit Unwucht am Außenring)



50 Stellen Sie abhängig von der Drehzahl (bei $n = 0$ beginnend) die Reibungszahl eines hydrodynamischen Gleitlager dar und geben Sie den Bereich der Flüssigkeitsreibung an!

- Stribek Kurve



51 Welche Wartungsfreie Dichtung können Sie wählen für eine Welle mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 45 m/s?

- dynamische berührungslose Schutzdichtung > Labyrinth

52 Ist der Grund der Forderung „Summe aller Momente = Null“ möglich, bei einem Getriebe ein vom Antriebsmoment abweichendes Abtriebsmoment zu erhalten?

- ist möglich, wenn das Getriebe aus mehr als zwei Zahnrädern besteht, durch die unterschiedlichen Übersetzungen im Getriebe entstehen unterschiedliche Momente, mit unterschiedlichen Richtungen, wenn die Zahnräder richtig angeordnet sind, und die Größen abgestimmt, dann ist diese Forderung möglich.

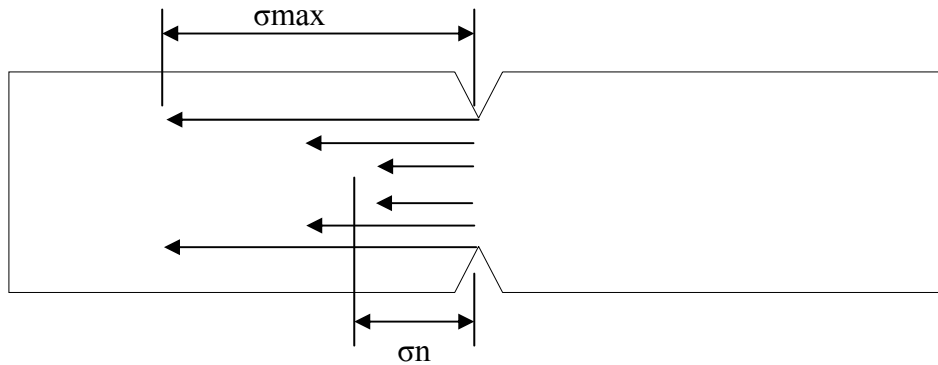
53 Was verstehen Sie unter dem Bezugsprofil einer Verzahnung?

- ein durch Vereinbahrungen festgelegtes Profil einer Zahnstange vorzugsweise für Stirnräder:
 o Grundlage aller Verzahnungen mit gleichem Eingriffswinkel,
 Kopfradius
 O DIN 867

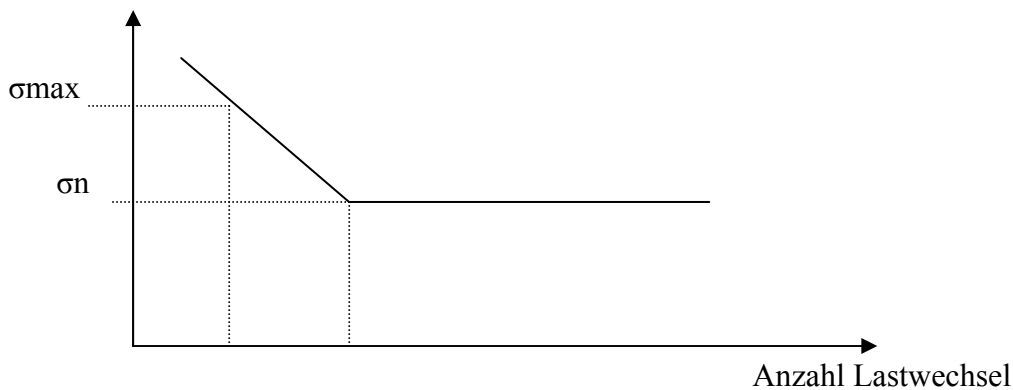
54 Was verstehen Sie unter dem Begriff Nennspannung?

- ist die Spannung, welche während der dynamischen Belastung auftritt, ohne die Belastungsspitzen mit einzubeziehen (Prinzip des Nenndrehmomentes)
 - wird aus den auftretenden Kräften bestimmt

55 Warum erträgt ein gekerbtes Teil bei schwingender Belastung bezüglich Dauerfestigkeit eine geringere Belastung als ein ungekerbtes Teil (Skizze + Beschreibung)

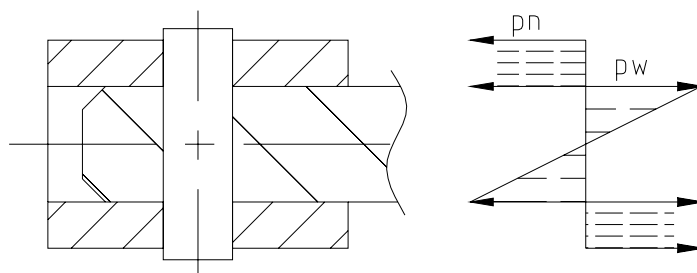


- in gekerbten Bauteilen findet keine gleichmäßige Spannungsverteilung statt, an den Kerben kommt es zu Spannungskonzentrationen, die dort auftretenden Spannungen sind wesentlich größer als die Nennspannung, bei dauerhafter Belastung breitet sich die Kerbe aus (Kerbe sehr kleine Fläche > große Spannung)
- in der Wöhler-Kurve



- bei dauerhaftem Wirken der Kerbe liegt geringere Lebensdauer zugrunde

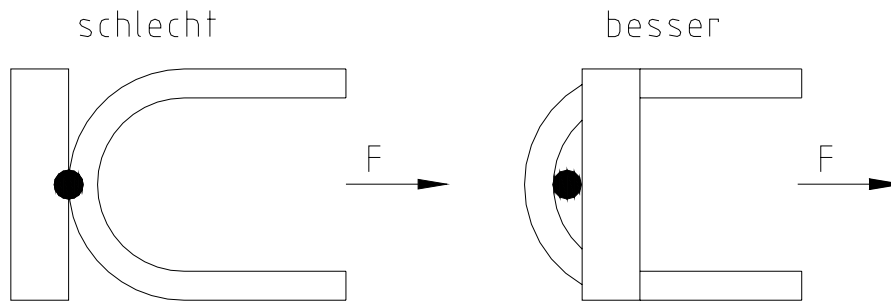
56 Geben Sie an, welche Spannungen bzw. Beanspruchungen Sie beim Sicherheitsnachweis berechnen müssen und tragen Sie deren Verlauf mit Benennung in die Skizze ein.



- $p_N >$ Flächenpressung an der Nabe
- $p_W >$ Flächenpressung an der Welle
- bei einer Querstiftverbindung: Abscheren des Stiftes und Flächenpressung an Welle und Nabe berechnen

57 Welche Beanspruchung ist bei Punktschweißen zu vermeiden?

- Kopfzug

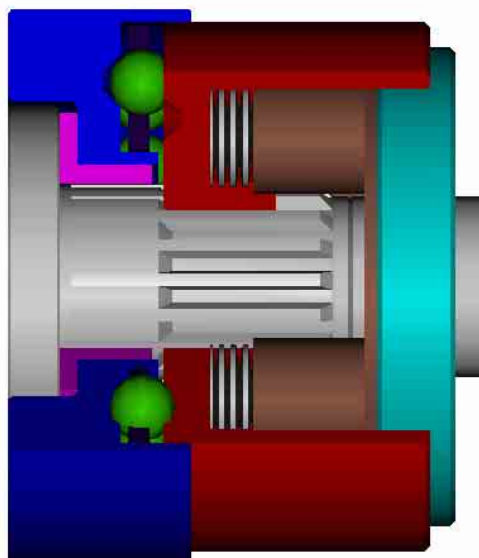


58 Welche Arten von Welle – Nabeverbindungen sind schlecht für wechselnde Belastungen?

- Passfedern
- Querstiftverbindungen

59 Was verstehen Sie unter einer asynchron schaltbaren Kupplung und nennen Sie eine Ausführung!

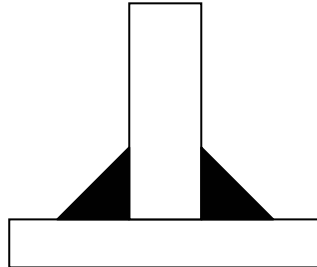
- $\omega_1 \neq \omega_2$
- Kugelsicherheitskupplung (einfache nichtschaltbare Darstellung)



60 Was verstehen Sie unter Tribokorrosion?

- Wenn sich unter Belastung z.B.: zwischen Welle und Nabe, Späne abschaben können diese mit Sauerstoff reagieren, und in Verbindung mit Flüssigkeiten z.B.: Öl bilden diese eine rotbraune Flüssigkeit

61 2 Bleche sollen miteinander verbunden werden, welche Nahtart und welche Nachbehandlung würden Sie wählen?



Kehlnaht > Hohlnaht (besonders für dynamische Beanspruchungen geeignet)
Nachbehandlung: Spannungsarmglühen

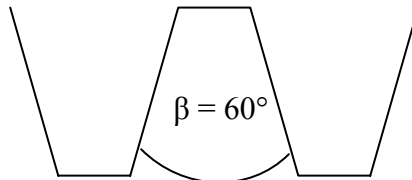
- Spannungsarmglühen: Erwärmung auf 550° bis 650°C (ca. 4 h halten) und langsames abkühlen
 - Ziel: Beseitigung von mechanischen (durch Spanen) und thermischen (durch Schweißen, Gießen) Spannungen

62 Wodurch unterscheiden sich Bewegungsgewinde und Befestigungsgewinde?

- Bewegungsgewinde: große Steigung, keine Selbsthemmung

63 Welchen Flankenwinkel besitzt metrisches ISO Befestigungsgewinde?

- 60°



64 Was bedeutet die Angabe 8.6 bei einer Schraube?

- 8 > Zugfestigkeit in N/mm² (R_m) = 8*100 = 800 MPa
- 6 Streckgrenzenverhältnis R_{p0,2}/R_m = 6*800/10 = 480 MPa

65 Was ist Schwingungsbruch? Wie entsteht er?

- bei Wechselbeanspruchung unterhalb der statischen Fließgrenze entstehen im Zeitfestigkeitsbereich Mikrogleitungen, die vorzugsweise im oberflächennahen Bereich zu mikroskopischen Anrissen führen. Weiterentwicklung zu technischen Anrissen.

66 Welcher Festigkeitswert liegt der Sicherheit gegen bleibende Verformung zugrunde?

- R_m Zugfestigkeit

