

Aufgaben Berechnung

Holger Hoffmann

1 Allgemeine Merkgeregeln

1.1 Allgemeiner Tip

Beim Rechnen sollte man immer so vorgehen:

1. Ansatz: die allgemeine Formel (z.B. aus dem Buch) hinschreiben.
2. Auflösen: die obige Formel nach der gesuchten Variablen auflösen.
3. Werte einsetzen und ausrechnen: dabei auf die Einheiten achten und ggf. die Werte auf die richtige Einheit umrechnen.
4. Ergebnis ggf. runden.

1.2 Moment-Kraft

Das Moment M errechnet sich aus Kraft F mal Hebelarm l .

$$M = F \cdot l$$

Zahnräder, Riemenantrieb, Auflagekräfte, ...

1.3 Leistung-Drehzahl-Moment

$$M = \frac{9550 \cdot P}{n}$$

Achtung, dies ist eine **Zahlenwertgleichung**, d.h. man muss die Werte nicht in den Basiseinheiten wie immer angeben (Nm, W, 1/s), sondern nach der folgenden Tabelle:

Drehmoment	M in Nm
Leistung	P in kW
Drehzahl	n in 1/min

1.4 Wirkungsgrad eines Systems

Die abgegebene Leistung P_{ab} ist gleich der zugeführten Leistung P_{zu} mal den Wirkungsgrad η . Bei uns ist der Wirkungsgrad immer kleiner als 1 bzw. 100%: also z.B. 0,9 oder 90%. Beispiel nur 90% der zugeführten Motorleistung wird von dem Getriebe in die gewünschte abgegebene Leistung/Energie gewandelt, der Rest wird in der Regel wegen Reibung in Wärme umgewandelt.

$$P_{ab} = \eta \cdot P_{zu}$$

1.5 Festigkeitsberechnung

Bei der Festigkeitsberechnung geht es grundsätzlich darum, die vorhandene Spannung im Bauteil mit der maximal zulässigen Spannung des Werkstoffs und des Belastungsfalls zu vergleichen. Hier verwenden wir das Symbol σ , welches für Normalspannungen verwendet wird, es gilt aber das gleiche für τ , welches für Querspannungen verwendet wird (Torsionsspannung τ_t , Scherspannung τ_a).

1. Vorhandene Spannung σ_{vorh} aus gegebenem Lastfall berechnen

$$\sigma_{vorh} = \dots$$

2. Formel für maximal zulässige Spannung σ_{zul} aufstellen

$$\sigma_{zul} = \frac{\sigma_{grenz}}{\nu}$$

3. Grenzspannung σ_{grenz} bestimmen

Für die Grenzspannung lassen sich die Formeln zur Berechnung oder direkt die Werte (materialspezifisch) in Tabellen nachschlagen. Um diese zu finden, muss man die folgenden Fragen beantworten:

- Was für ein Material liegt vor: zäh (z.B. Stahl), spröde (z.B. Gusseisen)?
- Was für eine Beanspruchungsart liegt vor: Zug, Druck, Biegung, Scherung, Torsion, ... ?
- Was für eine Belastungsart liegt vor: statisch, dynamisch schwellend, dynamisch wechselnd?

Statische Belastung 2.6 Festigkeitslehre > Statische Festigkeit, Festigkeitswerte, Sicherheitszahlen, E-Modul (S. 43)

Dynamische Belastung 2.6 Festigkeitslehre > Dynamische Festigkeit, Festigkeitswerte, Sicherheitszahlen (S. 50)

1.6 Auflagekräfte

1. Kräftediagramm zeichnen

2. Gegebene Kräfte aus Belastung in das Diagramm eintragen und Bezeichnen F_1, \dots , bei schrägen Kräften auch deren Komponenten in x- und y-Richtung $F_{1,x}, F_{1,y}, \dots$

3. Auflagekräfte in das Diagramm eintragen und Bezeichnen F_A, \dots . Bei Festlagern die Komponenten in x- und y-Richtung $F_{A,x}, F_{A,y}, \dots$

4. Den Hilfspunkt für die Momentensumme bestimmen: in einem der Auflager (z.B. A).

5. **Summe aller Momente um den Hilfspunkt (z.B. A) ist 0.**

$$\begin{aligned} \sum M &= 0 \\ \pm F_{1,y} \cdot l_1 \pm F_{2,y} \cdot l_2 \pm \dots \pm F_{A,y} \cdot l_A \pm F_{B,y} \cdot l_B \pm \dots &= 0 \end{aligned}$$

Löse nach der Lagerkraft im Hilfspunkt (z.B. A, also $F_{A,y}$) auf und berechne diese.

$$F_{A,y} = \frac{\dots}{l_A}$$

6. **Summe der Kräfte in y-Richtung ist 0.**

$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0 \\ \pm F_{1,y} \pm F_{2,y} \pm \dots \pm F_{A,y} \pm F_{B,y} \pm \dots &= 0 \end{aligned}$$

Löse nach der anderen Lagerkraft (z.B. B, also $F_{B,y}$) auf und berechne diese.

$$F_{B,y} = \dots$$

7. **Summe der Kräfte in x-Richtung ist 0.**

$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 \\ \pm F_{1,x} \pm F_{2,x} \pm \dots \pm F_{A,x} \pm F_{B,x} \pm \dots &= 0 \end{aligned}$$

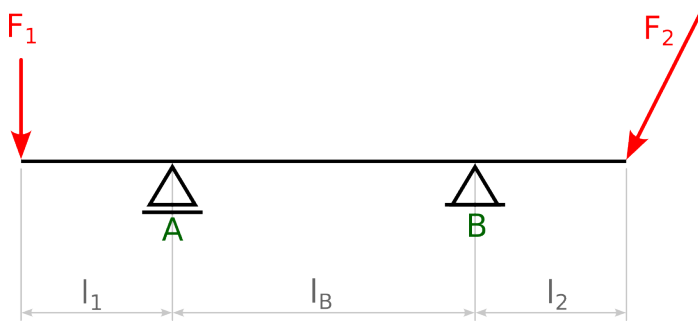
Löse nach der Lagerkraft des Fest-Lagers (z.B. A, also $F_{A,x}$) auf und berechne diese.

$$F_{A,x} = \dots$$

Tip: wenn man, die Längen entsprechend der Kräfte um den gewählten Hilfspunkt benennt, ist das Aufstellen der Formeln einfacher: Kraft F_1 greift im Abstand l_1 vom Hilfspunkt an.

2 Aufgaben

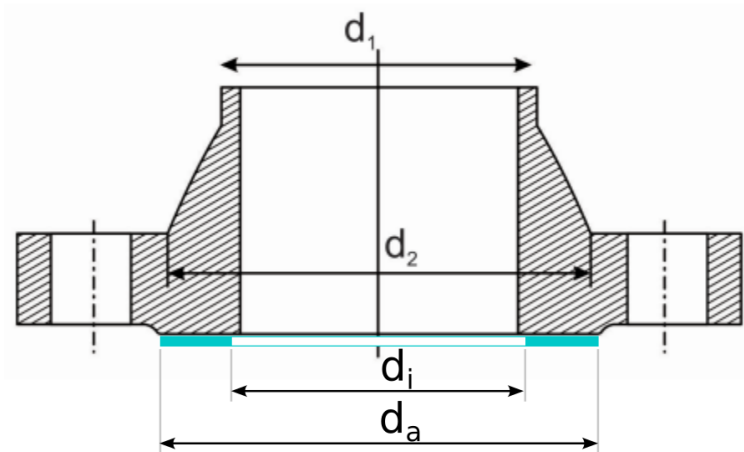
2.1 Auflagekräfte



F_1	1000N
F_2	2811N
α	85°
l_1	50mm
l_2	60mm
l_B	160mm

Lösung: $F_{A,x} \approx 245\text{N}$; $F_{A,y} \approx 262\text{N}$; $F_{B,y} \approx 3538\text{N}$

2.2 Schrauben



Die dargestellte Flanschverbindung PN16 DN100 eines Druckrohrs soll mit 8 Schrauben der Festigkeit 8.8 verbunden werden. Die Flachdichtung benötigt einen Anpressdruck von $p_{\text{dicht}} = 21\text{N/mm}^2$.

Außendurchmesser Dichtung	d_a	162mm
Innendurchmesser Dichtung	d_i	115mm
Dichtpressdruck	p_{dicht}	21N/mm^2
Anzahl Schrauben	n	8
Sicherheit gegen fließen	ν	2,5

Welche Schraubengröße (z.B. M12) muss gewählt werden?

Lösung: M16 8.8; $\sigma_{\text{vorh}} \approx 171\text{N/mm}^2$; $\sigma_{\text{zul}} \approx 256\text{N/mm}^2$

2.3 Festigkeit Torsion, statisch, wechselnd

Eine Welle überträgt ein Drehmoment M . Zeige, dass bei einer statischen Belastung (Drehmoment konstant) die Welle ausreichend dimensioniert ist, bei einer wechselnden Belastung jedoch nicht.

Drehmoment	M	1900Nm
Durchmesser der Welle	d	36mm
Sicherheit gegen fließen	ν	1,5

Die Welle besteht aus 16MnCr5.

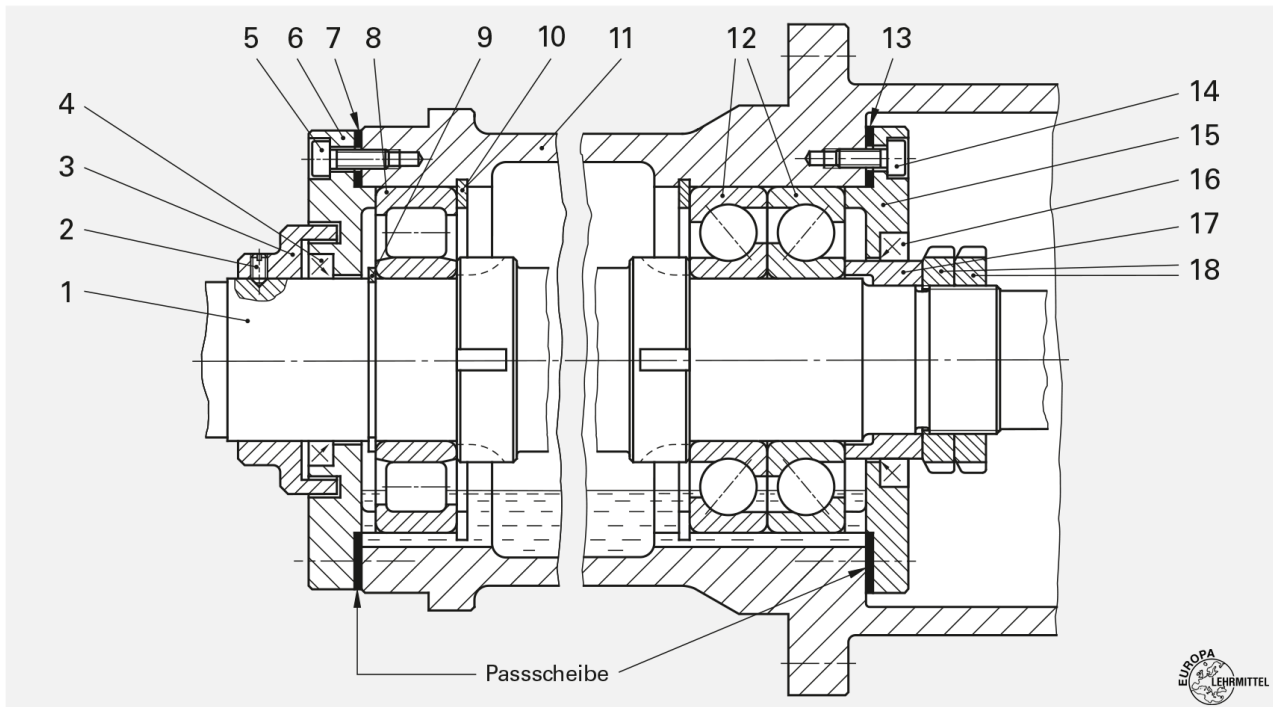
Lösung: $\tau_{t,vorh} \approx 207\text{N/mm}^2$; $\tau_{t,zul,static} \approx 325\text{N/mm}^2$; $\tau_{t,zul,wechselnd} \approx 200\text{N/mm}^2$;

3 Fragen

3.1 Welle-Nabe-Verbindung

1. In welche Gruppen lassen sich Welle-Nabe-Verbindungen einteilen?
2. Welche Fügeart liegt bei einer Keilwellenverbindung vor?
3. Warum sind Passfederverbindungen nicht für stoßartige Belastungen geeignet?
4. Warum kann die Zahnwelle bei gleichem Durchmesser ein höheres Drehmoment übertragen, als die Keilwelle?

3.2 Lager



1. Welche Wälzlagerarten werden verwendet?
2. Welches Lager dient als Los-Lager?
3. Warum ist eine Fest-Los-Lagerung sinnvoll?
4. Welche Art von Schmierung wird verwendet?
5. Wie heißen die Bauteile Pos. 4 und Pos. 16?
6. Welcher Lagerring von Pos. 8 hat die Umfangslast?
7. Wie wird das Lager Pos. 8 montiert?
8. Warum hat die Welle (Pos. 1) im Bereich der Distanzbuchse (Pos. 17) einen kleineren Durchmesser als im Bereich der Pos. 12?
9. Welche Forderung muss an die Oberfläche der Welle an der Pos. 4 gestellt werden?
10. Aus welchem Grund sind die Wellenbunde der Welle an denen die Lager (Pos. 8 und 12) anliegen, mit axialen Nuten versehen?
11. Welche Vor- und Nachteile besitzen Wälzlager gegenüber Gleitlagern?
12. Warum soll der Lagerring eines Wälzlagers, der Umfangslast aufnehmen muss, mit einer Übermaßpassung gefügt werden?
13. Wodurch unterscheiden sich Wellen und Achsen?

3.3 Schneiden

1. Welche Aufgabe hat die Vorwärmflamme beim autogenen Brennschneiden?
2. Welche Strahlschneidverfahren eignen sich für das Trennen von unlegiertem Stahl?
3. Mit welchem Schneidverfahren können die folgenden Werkstoffe geschnitten werden: nichtrostender Stahl, EN AW-AlCu4Mg1, Schaumstoffe, Keramik?
4. Welche Sicherheitsregeln müssen beim Plasma-Schmelzschnitten eingehalten werden?

3.4 Trennen

1. Warum ist Räumen nur für Mittel- und Großserienfertigung sinnvoll?
2. Wann spricht man von einem Räumdorn, einer Räumnadel oder einer Räumplatte?
3. Wozu dienen die Reservezähne am Räumwerkzeug?
4. Werden eher Aussenkontouren oder Innenkontouren durch Räumen hergestellt? Warum?
5. Welche Alternativen gibt es für die Herstellung von Kerbverzahnung in Naben?