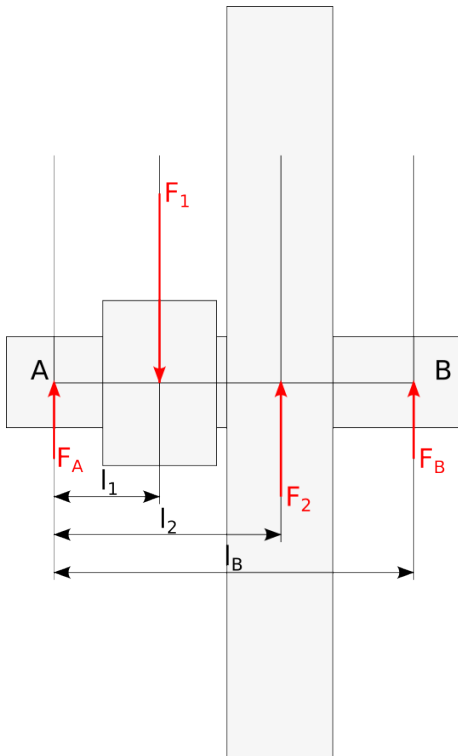


# Aufgaben Berechnung

Holger Hoffmann

## 1 Lagerkräfte berechnen, Lager auslegen

### 1.1 Beispiel: Welle ohne Axialkräfte



Drehmoment	$M$	10690	Nm
Durchmesser Stirnrad 1	$d_1$	218	mm
Durchmesser Stirnrad 2	$d_2$	992	mm
Drehzahl	$n$	39105	1/min
	$l_1$	139	mm
	$l_2$	389	mm
	$l_B$	474	mm

#### 1.1.1 Berechne die Kräfte $F_1$ und $F_2$

2.2 Kräfte > Drehmoment, Mechanische Arbeit > Drehmoment bei Zahnradtrieben (S. 36)

Lösung:  $F_1 \approx 98073\text{Nm}$ ;  $F_2 \approx 21552\text{N}$

1.1.2 Berechne die Lagerkraft  $F_B$  aus der Bedingung: Summe der Momente um A ist 0.

2.2 Kräfte > Kraft und Kraftkomponenten, Gleichgewicht, Kräfteermittlung > Allgemeines Kräftesystem (S. 34)

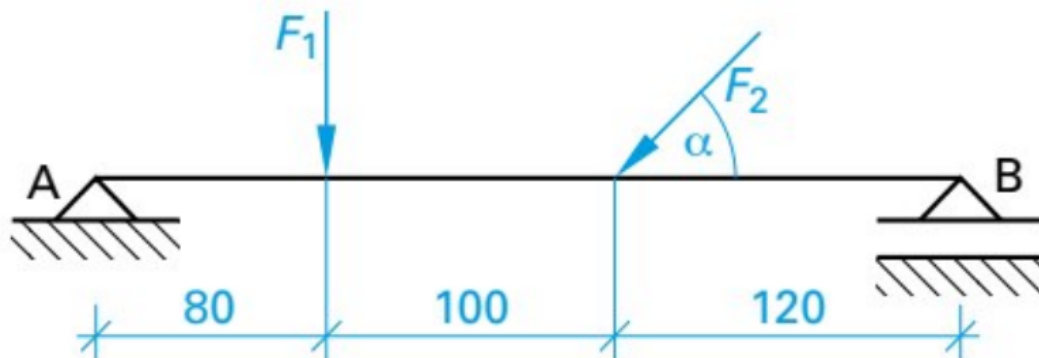
Lösung:  $F_B \approx 11073\text{N}$

1.1.3 Berechne die Lagerkraft  $F_A$  aus der Bedingung: Summe der Kräfte ist 0.

2.2 Kräfte > Kraft und Kraftkomponenten, Gleichgewicht, Kräfteermittlung > Allgemeines Kräftesystem (S. 34)

Lösung:  $F_A \approx 65448\text{N}$

## 1.2 Beispiel: Welle mit Axialkräften



Kraft am Stirnrad 1	$F_1$	3400	N
Kraft am Stirnrad 2	$F_2$	4800	N
	$\alpha$	60	°
Drehzahl	$n$	1340	1/min
	$l_1$	80	mm
	$l_2$	180	mm
	$l_B$	300	mm

Am Lager A ist Rillenkugellager Typ 6312 vorgesehen.

Am Lager B ist Rillenkugellager Typ 6212 vorgesehen.

1.2.1 Bestimme die Lagerkräfte  $F_{A,x}$ ,  $F_{A,y}$ ,  $F_{B,x}$  und  $F_{B,y}$ .

Gehe folgendermaßen vor:

1. Berechne die x- und y-Komponenten  $F_{1,x}$ ,  $F_{1,y}$ ,  $F_{2,x}$ ,  $F_{2,y}$  der wirkenden Kräfte  $F_1$  und  $F_2$ .
2. Berechne die Lagerkräfte  $F_{A,y}$  und  $F_{B,y}$  (erst die Summe der Momente um A, dann die Summe der Kräfte in y-Richtung).
3. Berechne die Axial-Kräfte in x-Richtung.

Lösung:  $F_{A,x} \approx 2400\text{N}$ ;  $F_{A,y} \approx 4156\text{N}$ ;  $F_{B,x} = 0$ ;  $F_{B,y} = 3401\text{N}$

**1.2.2 Bestimme die zur Berechnung der Lagerlebensdauer notwendigen äquivalenten Lagerlasten  $P_A$  und  $P_B$  der Lager A und B.**

5.10 Lager > Rillenkugellager, Berechnung > Dynamisch Tragfähigkeit und Lebensdauer (S. 282)

Lösung:  $P_A \approx 6503\text{N}$ ;  $P_B \approx 3401\text{N}$

**1.2.3 Bestimme die nominelle Lebensdauer in Stunden  $L_{10h,A}$  und  $L_{10h,B}$  der Lager A und B.**

5.10 Lager > Rillenkugellager, Berechnung > Dynamisch Tragfähigkeit und Lebensdauer (S. 282)

Lösung:  $L_{10h,A} \approx 31884h$ ;  $L_{10h,B} \approx 58553h$

## 2 Spanen

Beim Spanen wird die Drehzahl, die Vorschubgeschwindigkeit und die Schnittleistung berechnet.

### 2.1 Bohren

In ein Körper aus C45 (1.0503) soll mit einem HSS-Spiralbohrer mit  $\sigma = 118^\circ$  eine Bohrung mit Durchmesser  $d = 16\text{mm}$  gebohrt werden.

#### 2.1.1 Bestimme die Werkstoffwerte

4.3 Stähle, Stahlsorten > ... selber suchen ... (S. 143 ff)

6.6 Spanende Fertigung > Spezifische Schnittkraft > Richtwerte für die spezifische Schnittkraft (S. 335)

6.6 Spanende Fertigung (Bohren, Senken, Reiben) > Schnittdaten beim Bohren > Richtwerte für das Bohren mit Spiralbohrern aus HSS und Hartmetall (S. 370)

Schnittgeschwindigkeit	$v_c$		m/min
Vorschub	$f$		mm
Basiswert f. spez. Schnittkraft	$k_{c1.1}$		N/mm <sup>2</sup>
Werkstoffkonstante	$m_c$		
Korrekturfaktor	$C_1$		
Korrekturfaktor	$C_2$		

Lösung: 37; 0,22; 1680; 0,26; 1,2; 1,3

#### 2.1.2 Berechne die Drehzahl $n$

6.6 Spanende Fertigung (Bohren, Senken, Reiben) > Bohren Beispiel, Kräfte und Leistungen > Kräfte und Leistungen beim Bohren (S. 374)

Lösung:  $n \approx 736 \frac{1}{\text{min}}$

#### 2.1.3 Berechne die Vorschubgeschwindigkeit $v_f$

6.6 Spanende Fertigung (Bohren, Senken, Reiben) > Bohren Beispiel, Kräfte und Leistungen > Kräfte und Leistungen beim Bohren (S. 374)

Lösung:  $v_f \approx 162 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$

#### 2.1.4 Berechne den Spanungsquerschnitt $A$

6.6 Spanende Fertigung (Bohren, Senken, Reiben) > Bohren Beispiel, Kräfte und Leistungen > Kräfte und Leistungen beim Bohren (S. 374)

Lösung:  $A \approx 0,88\text{mm}^2$

### 2.1.5 Berechne die Spanungsdicke $h$

6.6 Spanende Fertigung (Bohren, Senken, Reiben) > Bohren Beispiel, Kräfte und Leistungen > Kräfte und Leistungen beim Bohren (S. 374)

Lösung:  $h \approx 0,094\text{mm}^2$

### 2.1.6 Berechne die spezifische Schnittkraft $k_c$

6.6 Spanende Fertigung > Spezifische Schnittkraft (S. 335)

Lösung:  $k_c \approx 3107 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

### 2.1.7 Berechne die Schnittkraft je Schneide $F_c$

6.6 Spanende Fertigung (Bohren, Senken, Reiben) > Bohren Beispiel, Kräfte und Leistungen > Kräfte und Leistungen beim Bohren (S. 374)

Lösung:  $F_c \approx 4265\text{N}$

### 2.1.8 Berechne die Schnittleistung $P_c$

6.6 Spanende Fertigung (Bohren, Senken, Reiben) > Bohren Beispiel, Kräfte und Leistungen > Kräfte und Leistungen beim Bohren (S. 374)

Lösung:  $P_c \approx 7,43\text{kW}$

## 3 Flansch unter Zug

Ein Rührwerk wird hängend über einen Flansch mit dem Antrieb verbunden. Das Rührwerk selber hat eine Masse von  $m_{\text{Rührwerk}} = 2400\text{kg}$ . Ein Drehmoment  $M = 600\text{Nm}$  wird auf das Rührwerk übertragen.

Die Verbindung zwischen dem Rührwerk und dem Antrieb erfolgt über einen Flansch, der von 8 Schrauben, in einem Kreisdurchmesser von 200mm angeordnet, vom Typ M10 8.8 zusammengepresst wird.

Reibungszahl in der Trennfuge	$\mu_{\text{Trennfuge}}$	1,4	
Sicherheit gegen Durchrutschen	$\nu$	1,5	
Sicherheit gegen Fließen	$\nu_{\text{Fließen}}$	1,7	
Anziehungsfaktor	$\alpha_A$	2	mit Drehmomentschlüssel
Kraftverhältnis	$\varphi$	0,6	

### 3.0.1 Bestimme der Kräfte, welche auf die Schrauben wirken.

Wir haben hier zwei Kräfte, die wir betrachten müssen.

- Die Klemmkraft  $F_{Kl}$ , die zu jedem Zeitpunkt bestehen muss, damit das Drehmoment  $M$  übertragen werden kann.
- Die Betriebskraft  $F_A$ , die sicher stellt, dass das Rührwerk nicht herunterfällt.

5.2 Schrauben > Vereinfachte Berechnung von Schrauben > Beispiel: Scheibenkupplung (S. 238)

2.2 Kräfte > Arten von Kräften > Gewichtskraft (S. 35)

Lösung:  $F_{Kl} \approx 8036\text{N}$ ;  $F_A \approx 2943\text{N}$

### 3.0.2 Was für eine Art von Belastung und Beanspruchung liegt vor?

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

5.2 Schrauben > Festigkeitsklassen, Produktklassen, Durchgangslöcher, Mindesteinschraubtiefen (S. 228)

Belastungsart:	
Beanspruchungsart:	
Grenzspannung $\sigma_{\text{grenz}}$ :	
Streckgrenze $R_e$ :	

Lösung: statisch; Zug;  $R_e$ ;  $640\text{N}/\text{mm}^2$ ;

### 3.0.3 Berechne die Vorspannkraft

5.2 Schrauben > Montage hochbeanspruchter Schraubenverbindungen > Montagevorspannkraft (S. 239)

Lösung:  $F_{V,\text{montage}} \approx 18426\text{N}$

### 3.0.4 Prüfe auf maximaler Zugspannung im Spannungsquerschnitt

5.2 Schrauben > Montage hochbeanspruchter Schraubenverbindungen > Montagevorspannkraft (S. 239)

Lösung:  $\sigma_{\text{vorh}} \approx 318 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 376 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx \sigma_{\text{zul}}$

## 4 Passfeder

Eine Welle überträgt ein Drehmoment über eine Passfeder.

Drehmoment	$M$	14510	Nm
Durchmesser Welle	$d$	130	mm
Sicherheit	$\nu$	1,5	

Das Material der Welle ist 16MnCr5.

Die Passfeder zur Übertragung des Drehmoment der Welle ist vom Typ DIN 6885-1-A-32-18-160, Material C45.

Berechne die vorhandene Flächenpressung an der Passfeder und prüfe, ob diese unterhalb der zulässigen Flächenpressung liegt.

Hinweis: schreibe zunächst die Daten der Passfeder heraus, dann bestimme die Umfangskraft an der Welle.

4.3 Stähle, Stahlsorten > Vergütungsstähle, unlegiert und legiert > Vergütungsstähle (S. 150)

5.2 Schrauben > Flächenpressung an Schraubenkopf und Passfederverbindungen > Flächenpressung an Passfeder, Welle und Nabe der Passfederverbindung (S. 241)

5.7 Welle-Nabe-Verbindung > Passfedern, Scheibfedern > Passfedern S. 261)

Passfeder DIN 6885-1-A-32-18-160

Breite	$b$		mm
Höhe	$h$		mm
	$t_1$		mm
	$t_2$		mm
Länge	$l$		mm
Streckgrenze C45E	$R_e$		N/mm <sup>2</sup>

Lösung:  $p_{\text{vorh,Passfeder}} \approx 249 \text{N/mm}^2 < 287 \text{N/mm}^2 \approx p_{\text{zul,Passfeder}}$