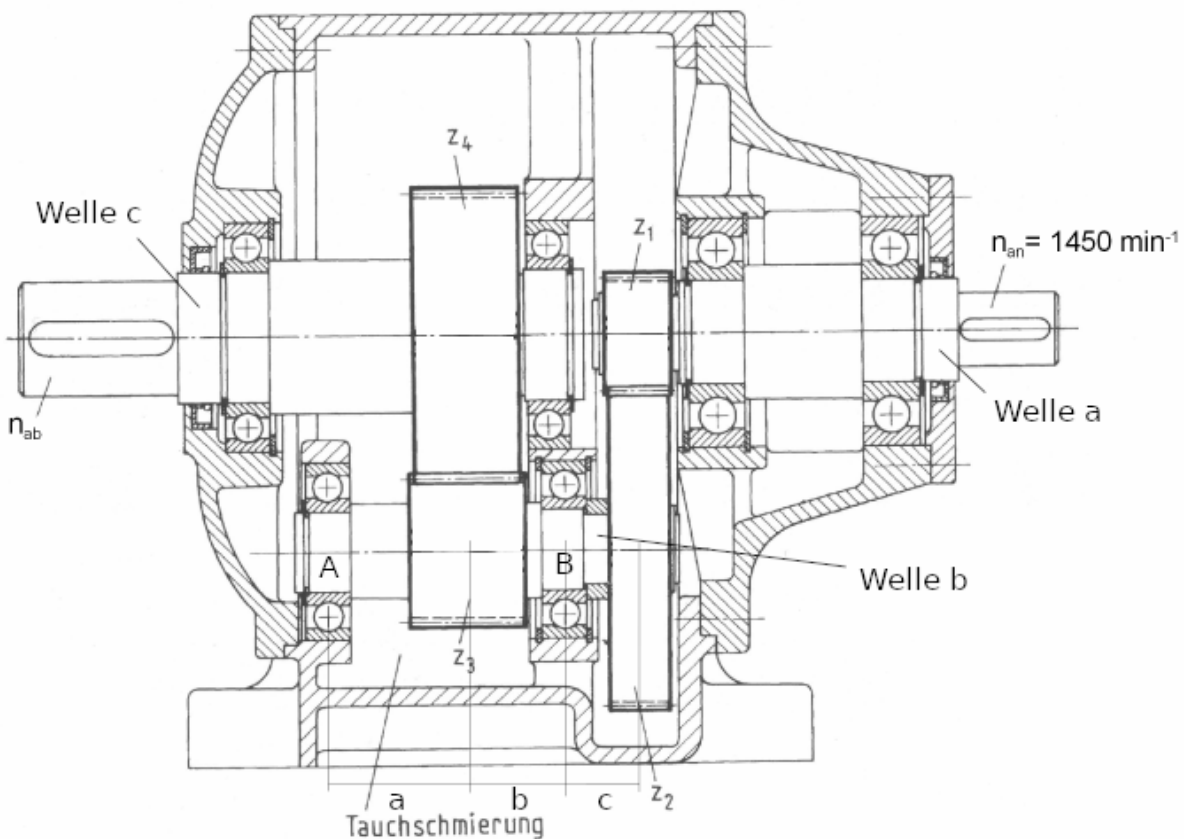


Berechnung Getriebe

Holger Hoffmann

1 Berechnung Getriebe

Gegeben ist das folgende zweistufige, gerad-verzahnnte Getriebe.



Antriebsdrehzahl	$n_{an} = n_1$	1450	$\frac{1}{\text{min}}$
Antriebsleistung	P_{an}	120	kW
Zähnezahl Stirnrad 1	z_1	21	
Zähnezahl Stirnrad 2	z_2	79	
Zähnezahl Stirnrad 3	z_3	17	
Zähnezahl Stirnrad 4	z_4	83	
Modul der Stirnräder	m	5	mm
Eingriffswinkel	α	20	°
Länge a	a	300	mm
Länge b	b	200	mm
Länge c	c	170	mm
Dyn. Tragzahl Lager A (Typ 6324)	C	225000	N
Durchmesser Abtrieb Welle c	$d_{\text{Passfeder}}$	130	mm
Sicherheit	ν	1.5	

Das Material der Wellen ist 16MnCr5.

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

1.1 Anhand der Zeichnung, kreuze die wahren Aussagen an.

- Drehzahl $n_{an} < n_{ab}$
- Drehzahl $n_{an} > n_{ab}$
- Drehmoment $M_{an} < M_{ab}$
- Drehmoment $M_{an} > M_{ab}$

Woran erkennt man die obigen Aussagen, außer an den Größenverhältnissen der Stirnzahnräder?

1.2 Berechne das ankommende Nenndrehmoment M_{an} .

2.3 Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad > Leistung und Wirkungsgrad > Leistung bei kreisförmiger Bewegung (S. 38)

Lösung: $M_{an} \approx 790Nm$

1.3 Berechne die Drehzahl n_2 der Welle b und die Übersetzung der 1. Stufe $i_{1,2}$ von Stirnzahnrad 1 zu 2.

5.9 Antriebsselemente > Übersetzungen > Zahnradtrieb (S. 277)

Lösung: $n_2 \approx 385 \frac{1}{min}$

1.4 Wie groß ist das Drehmoment M_b , welches von Welle b übertragen werden muss?

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

Lösung: $M_b \approx 2972Nm$

1.5 Berechne die Übersetzung $i_{3,4}$ der 2. Stufe von Stirnzahnrad 3 zu 4.

5.9 Antriebsselemente > Übersetzungen > Zahnradtrieb (S. 277)

Lösung: $i_{3,4} \approx 4.88$

1.6 Berechne die Gesamtübersetzung i_{ges} des Getriebes.

5.9 Antriebs Elemente > Übersetzungen > Zahnradtrieb (S. 277)

Lösung: $i_{\text{ges}} \approx 18.37$

1.7 Mit Hilfe der Gesamtübersetzung i_{ges} , berechne die Abtriebsdrehzahl n_{ab} und das Abtriebsdrehmoment M_{ab} direkt aus der Antreibsdrehzahl und dem Antriebsdrehmoment.

5.9 Antriebs Elemente > Übersetzungen > Zahnradtrieb (S. 277)

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

Lösung: $n_{\text{ab}} \approx 79$; $M_{\text{ab}} \approx 14510 \text{ Nm}$

1.8 Berechne den Abstand $d_{\text{a,b}}$ zwischen den Wellen a und b.

5.9 Antriebs Elemente > Geometrie geradverzahnter Stirnräder > Nicht korrigierte Stirnräder mit Schrägverzahnung (S. 274)

Lösung: $d_{\text{a,b}} = 500 \text{ mm}$

1.9 Berechne den Abstand $d_{\text{b,c}}$ zwischen den Wellen b und c. Was fällt auf?

5.9 Antriebs Elemente > Geometrie geradverzahnter Stirnräder > Nicht korrigierte Stirnräder mit Schrägverzahnung (S. 274)

Lösung: $d_{b,c} = 500\text{mm}$

1.10 Lagerung der Welle b. Welches der beiden Wälzlager ist das Loslager, welches das Festlager? Warum verwendet man Fest- und Loslager?

1.11 Einbau der Wälzlager: Welche Passungen werden an den Innen- und Außenringen der Lager A und B benötigt?

3.5 GPS-Dimensionelle Tolerierung > Allgmeintoleranzen, Wälzlagerpassungen > Toleranzen für den Einbau von Wälzlager (S. 98)

- Lager A, Innenring: Übergangs- oder Übermaßpassung erforderlich
- Lager A, Innenring: Spielpassung zulässig
- Lager A, Außenring: Übergangs- oder Übermaßpassung erforderlich
- Lager A, Außenring: Spielpassung zulässig
- Lager B, Innenring: Übergangs- oder Übermaßpassung erforderlich
- Lager B, Innenring: Spielpassung zulässig
- Lager B, Außenring: Übergangs- oder Übermaßpassung erforderlich
- Lager B, Außenring: Spielpassung zulässig

1.12 Welle b: Berechne die Umfangskraft $F_{U,2}$ am Strinrad 2 um das zuvor berechnete Drehmoment M_b zu übertagen.

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

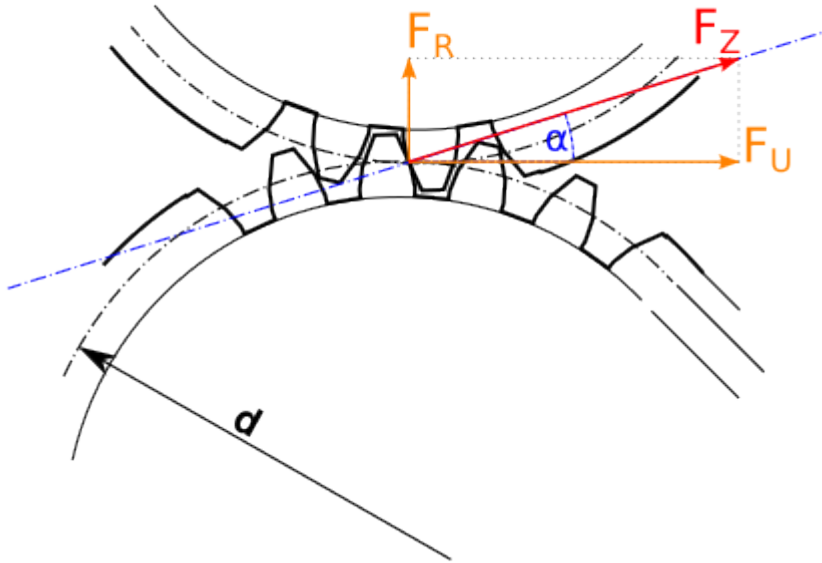
Lösung: $F_{U,2} \approx 15048\text{N}$

1.13 Welle B: Berechne die Umfangskraft $F_{U,3}$ am Strinrad 3 um das zuvor berechnete Drehmoment M_b zu übertagen.

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

Lösung: $F_{U,3} \approx 69927\text{N}$

1.14 Welle b: Berechne die Zahnkraft $F_{Z,2}$ wie auch Radialkraft $F_{R,2}$ am Stirnrad 2.



1.3 Winkel und Dreiecke > Funktionen in Dreieck > Funktionen im rechtwinkligen Dreieck (Winkelfunktionen)
(S. 19)

Lösung: $F_{Z,2} \approx 16014N$; $F_{R,2} \approx 5477N$

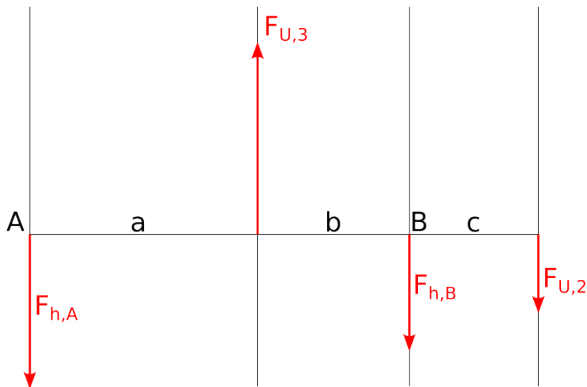
1.15 Welle b: Berechne die Zahnkraft $F_{Z,3}$ wie auch Radialkraft $F_{R,3}$ am Stirnrad 3.

1.3 Winkel und Dreiecke > Funktionen in Dreieck > Funktionen im rechtwinkligen Dreieck (Winkelfunktionen)
(S. 19)

Lösung: $F_{Z,3} \approx 74415N$; $F_{R,3} \approx 25451N$

1.16 Welle b: Berechne die horizontalen Lagerkräfte $F_{h,A}$ und $F_{h,B}$ in den Lagern A und B.

Hinweis: Die horizontalen Lagerkräfte entstehen hier wegen der Umfangskräfte $F_{U,2}$ und $F_{U,3}$.



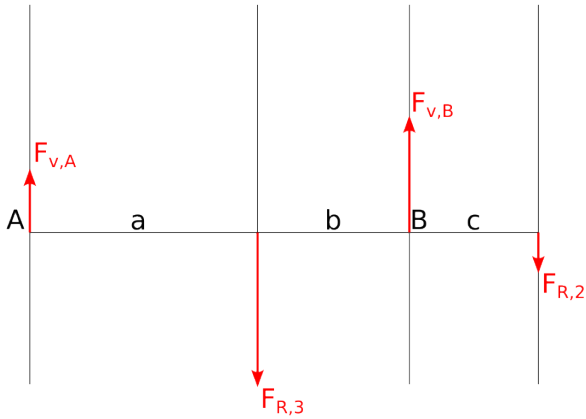
Bilde zuerst das Gleichgewicht der Momente um das Lager A. Bilde dann das Gleichgewicht der Kräfte.

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

Lösung: $F_{h,B} \approx 21792N$; $F_{h,A} \approx 33087N$

1.17 Welle b: Berechne die vertikalen Lagerkräfte $F_{v,A}$ und $F_{v,B}$ in den Lagern A und B.

Hinweis: Die vertikalen Lagerkräfte entstehen hier wegen der Radialkräfte $F_{R,2}$ und $F_{R,3}$.



Bilde zuerst das Gleichgewicht der Momente um das Lager A. Bilde dann das Gleichgewicht der Kräfte.

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

Lösung: $F_{v,B} \approx 22610\text{N}$; $F_{v,A} \approx 8318\text{N}$

1.18 Welle b: Berechne die resultierenden Lagerkräfte F_A und F_B in den Lagern A und B.

1.3 Winkel und Dreiecke > Winkelarten, Strahlensatz, Winkel im Dreieck, Satz des Pythagoras > Lehrsatz des Pythagoras (S. 18)

Lösung: $F_A \approx 34117\text{N}$; $F_B \approx 31402\text{N}$

1.19 Welle b: Berechne die nominelle Lebensdauer in Betriebsstunden für das Lager A

Hinweis: Berechne zuerst die äquivalente Belastung.

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

Lösung: $L_{10h} \approx 12417h$

1.20 Welle c: 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 Passfedernverbindungen > Flächenpressung an Passfeder, Welle und Nabe der Passfederverbindung (S. 241)

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

Lösung: $p_{vorh} \approx 249 \frac{N}{mm^2}$