

Diplomhauptprüfung Maschinenelemente SS 02

Teil II: Berechnungen

Die untenstehende Skizze zeigt ein Kegel-Stirnradgetriebe.

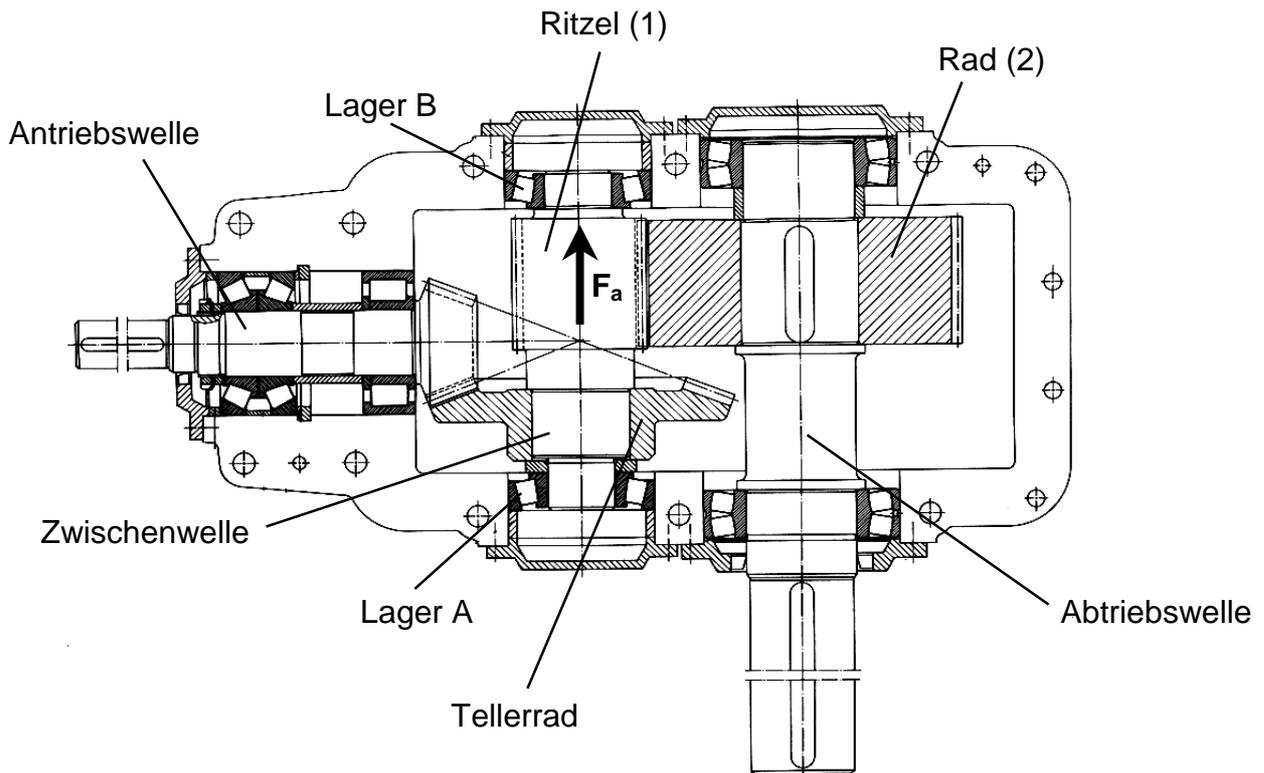


Bild 1

6. Verzahnungsgeometrie (21 Punkte)

Die Verzahnungsgeometrie der Stirnradstufe ist auszulegen.

Gegeben:

Antriebsmoment an der Antriebswelle	T_{an}	=	1 290 Nm
Drehzahl der Antriebswelle	n_{an}	=	1 000 1/min
Drehzahl der Abtriebswelle	n_{ab}	=	160 1/min
Übersetzung der Kegelradstufe	i_K	=	2,5
Normalmodul	m_n	=	7,5 mm
Schrägungswinkel	β	=	15 °
Betriebs-Achsabstand	a	=	193 mm
Herstelleingriffswinkel	α_n	=	20°
Zähnezahl des Ritzels (1)	Z_1	=	14
Profilverschiebung am Rad (2)	x_2	=	0
Wirkungsgrad der Kegelradstufe	η_K	=	0,91
Wirkungsgrad der Stirnradstufe	η_S	=	0,98

Gesucht:

- 6.1 Die Gesamtübersetzung des Kegel-Stirnradgetriebes i_{ges} und die Übersetzung i_s der Stirnradstufe sowie das Drehmoment an der Abtriebswelle T_{ab} .
- 6.2 Die Teilkreise d_1 und d_2 der Stirnräder (1) und (2) und der Null-Achsabstand a_d .
- 6.3 Die erforderliche Profilverschiebung x_1 am Ritzel (1) um den Betriebs-Achsabstand a zu erreichen.

7. Zahnfußtragfähigkeit (23 Punkte)

Die Zahnfußtragfähigkeit des Ritzels (1) der Stirnradstufe ist zu überprüfen.

Gegeben:

Umfangskraft am Ritzel (1)	F_t	=	59 338 N
Zähnezahl des Ritzels (1)	z_1	=	14
Normalmodul	m_n	=	7,5
Profilverschiebung des Ritzels (1)	x_1	=	0,3
Zahnbreite des Ritzels	b_1	=	55 mm
Schrägungswinkel	β	=	15 °
Profilüberdeckung	ε_α	=	1,4
Gesamtbelastungseinfluß	$K_{F ges}$	=	1,06
Sicherheit gegen Zahnbruch	$S_{F min}$	=	1,3
Werkzeugdaten:	h_a	=	m_n
	h_{a0}	=	$1,25 \cdot m_n$
	ρ_{a0}	=	$0,25 \cdot m_n$

Gesucht:

- 7.1 Die auftretende Zahnfußspannung σ_{F1} am Ritzel (1).
- 7.2 Die erforderliche Zahnfußdauerfestigkeit $\sigma_{F lim}$ des Ritzel (1) für dauerfeste Auslegung mit einem einsatzgehärteten Zahnradstahl.
- 7.3 Die Lebensdauer des Ritzels N_L (in Lastwechsel), wenn als Werkstoff ein 16 MnCr 5 E mit $\sigma_{F lim} = 500 \text{ N/mm}^2$ verwendet wird.

8. Wälzlager (29 Punkte)

Das Lager B der Zwischenwelle ist auszulegen.

Gegeben:

Radiale Lagerbeanspruchung Lager A	F_{rA}	=	2 200 N	
Radiale Lagerbeanspruchung Lager B	F_{rB}	=	18 000 N	
Resultierende axiale Kraft auf die Lagerung	F_a	=	2 850 N	<u>siehe Bild 1!</u>
Axialfaktoren	$Y_A = Y_B$	=	1,48	
Grenzwert	e	=	0,4	
Lagerdrehzahl	n	=	400 1/min	
Geforderte Lagerlebensdauer	$L_{10 h}$	=	20 000 Std.	
Lageraussendurchmesser des Lagers B	D	=	120 mm	
Nennviskosität des Schmieröls	ν_{40}	=	46 mm^2/s	

Gesucht:

- 8.1 Der Drehzahlfaktor f_n und der Lebensdauerfaktor f_L für das Kegelrollenlager B.
 - 8.2 Die dynamisch äquivalente Lagerbeanspruchung P_B des Lagers B.
 - 8.3 Die erforderliche dynamische Tragzahl $C_{B\text{ eff}}$, ein geeignetes Kegelrollenlager der Lagerreihe 302 A für das Lager B, die dynamische Tragzahl C_B des ausgewählten Lagers und der Lagerinnendurchmesser.
 - 8.4 Die Betriebstemperatur ϑ_{max} , bis zu der das ausgewählte Lager B ohne Lebensdauereinbußen mit der gegebenen Nennviskosität des Schmieröls im günstigsten Fall betrieben werden kann.
 - 8.5 Die Mindest-Lebensdauer $L_{10\text{h min}}$, die im ungünstigsten Fall mit dem ausgewählten Lager B und dem gegebenen Schmieröl bei einer Betriebstemperatur von $\vartheta = 110\text{ °C}$ erreicht wird.
-

9. Querpressverband (27 Punkte)

Das Tellerrad soll auf der Zwischenwelle mit einem zylindrischen Querpressverband befestigt werden. Aufgrund der erforderlichen Einsatzhärtung darf die Fügetemperatur des Tellerrades $\vartheta_A = 120\text{ °C}$ nicht überschreiten.

Es ist nachzuprüfen, ob der Querpressverband unter diesen Bedingungen ausreichend dimensioniert werden kann.

Gegeben:

Zu übertragendes Drehmoment am Tellerrad	T_T	=	3 225 Nm
Auf das Tellerrad wirkende Axialkraft	F_{AT}	=	5 800 N
Haftbeiwert	μ	=	0,2
Haftsicherheit	S_H (v_H)	=	1,5
Anwendungsfaktor (Betriebsfaktor)	K_A (c_B)	=	1,0
Glättung	G	=	4,8 μm
Wellendurchmesser im Bereich des Querpressverbandes	D_F	=	75 mm
Aussendurchmesser der Nabe	D_{aA}	=	180 mm
Länge des Querpressverbandes	l_F	=	100 mm
Kleinste notwendiges Einführspiel	S_U (S_k)	=	75 μm
Werkstoff der Zwischenwelle (Vollwelle)			16 MnCr 5 E
Werkstoff des Tellerrades			16 MnCr 5 E

Gesucht:

- 9.1 Das wirkliche Größtübermass \ddot{U}_o' , das erreicht werden kann, wenn das Tellerrad auf eine Fügetemperatur $\vartheta_A = 120\text{ °C}$ erwärmt wird und gleichzeitig die Temperatur der Zwischenwelle Raumtemperatur $\vartheta_1 = \vartheta = 20\text{ °C}$ beträgt.
- 9.2 Das Haftmass Z und die Fugenpressung p_F , die mit wirklichen Größtübermass \ddot{U}_o' erreicht werden.
- 9.3 Die vom Querpressverband übertragbare Gesamtkraft F_{res} und das übertragbare Drehmoment T_T' .
- 9.4 Reicht der Querpressverband aus? Begründung!

V I E L E R F O L G !