

Diplomhauptprüfung Maschinenelemente SS 04

- Die Aufgabe umfaßt 9 Angabenblätter. Überprüfen Sie die Vollständigkeit!
- Arbeitszeit: 90 Min. (Kurzfragen 20 Min., Berechnung 70 Min.)
- Rechenprogramme und Notebooks dürfen nicht verwendet werden!
- Alle übrigen eigenen Hilfsmittel sind zugelassen.
- Beantworten Sie die Kurzfragen bitte auf den Angabenblättern (benutzen Sie ggf. die Rückseiten der Blätter).
- Die Angabenblätter sind vollständig mit abzugeben.

Bitte kreuzen Sie an, mit welcher Auflage Roloff/Matek Sie die Aufgabe bearbeiten

13. Auflage und älter 14. Auflage 15. Auflage 16. Auflage

20.07.2004

.....
 Name (Druckschrift!) Vorname Semester Platz-Nr.

Teil II: Berechnungen

Die untenstehende Skizze zeigt ein 3-stufiges Stirnradgetriebe.

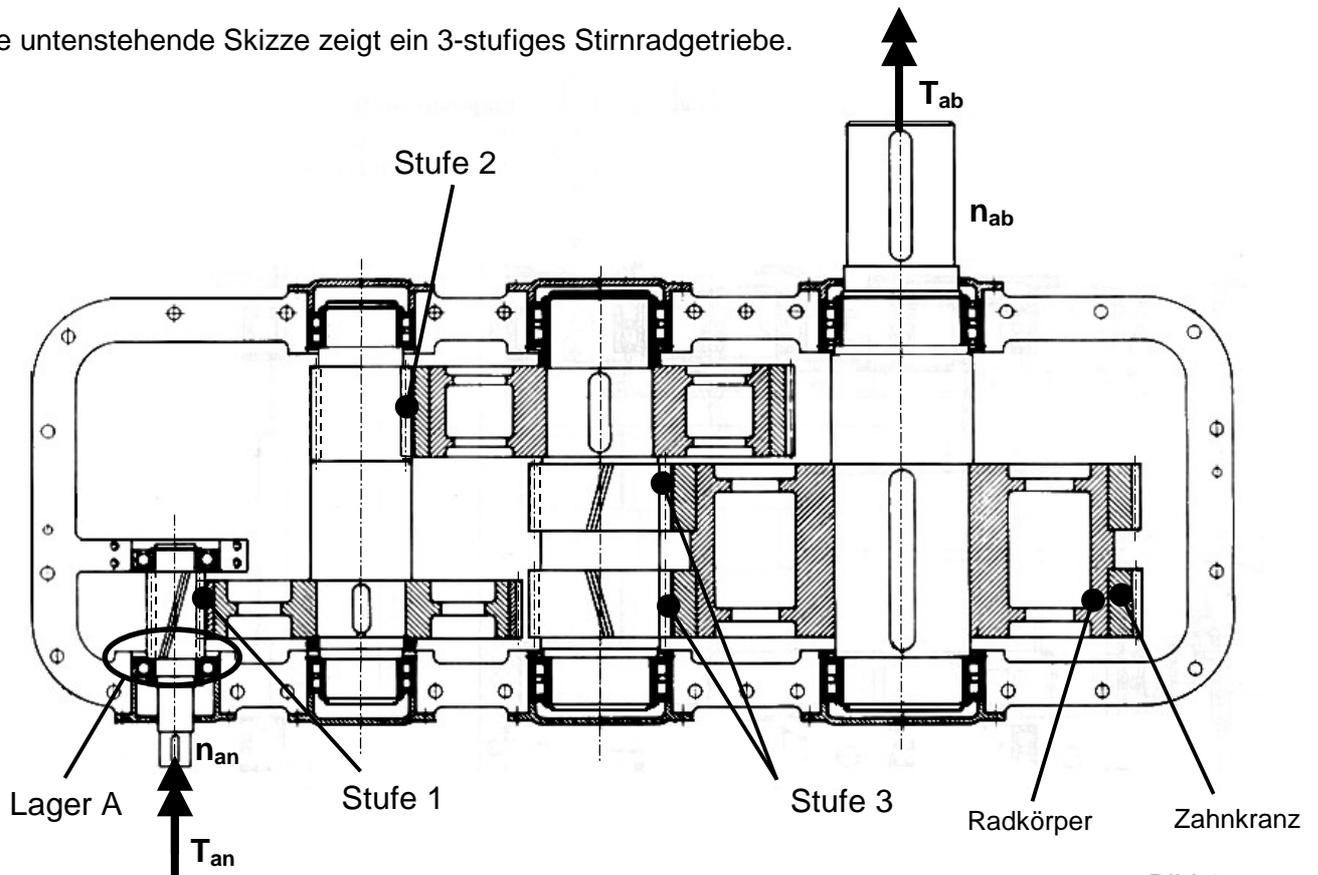


Bild 1

Das Getriebe ist aus schrägverzahnten Stirnrädern aufgebaut. Der Antrieb erfolgt über die Ritzelwelle der Stufe 1. Um die Axialkraft zu kompensieren, ist die hochbelastete Stufe 3 auf 2 Verzahnungen mit entgegengesetzten Schrägungswinkeln aufgeteilt. Alle Wellen sind wälzgelagert. Mit Ausnahme der Ritzelverzahnung der Stufe 1 bestehen alle Zahnräder aus Radkörper und Zahnkränzen. Die Zahnkränze sind auf die Radkörper aufgeschraubt.

6. Verzahnungsgeometrie (21 Punkte)

Die Verzahnungsgeometrie der Stufe 1 ist auszulegen.

Gegeben:

Antriebsleistung	P_{an}	=	267 kW
Antriebsdrehzahl (Stufe 1)	n_{an}	=	1 500 1/min
Gesamtübersetzung (über aller 3 Stufen)	i_{ges}	=	106
Wirkungsgrad <u>einer</u> Stirnradstufe	η_s	=	0,98

Verzahnungsdaten der Stufe 1:

Normalmodul	m_n	=	3,5 mm
Herstelleingriffswinkel	α_n	=	20 °
Schrägungswinkel	β	=	18 °
Zähnezahlverhältnis	u	=	6
Fußhöhe des Bezugsprofils	h_f	=	1,25
Mindest-Durchmesser der Ritzelwelle	d_{sh}	=	64 mm

Gesucht:

- 6.1 Das Antriebsmoment T_{an} an der Stufe 1, das Abtriebsmoment T_{ab} an der Stufe 3, sowie die Abtriebsdrehzahl n_{ab} der Stufe 3.
- 6.2 Der theoretisch kleinstmögliche Null-Achsabstand $a_{d \min}$.
- 6.3 Der mindestens erforderliche Fußkreis des Ritzels d_{f1} (**Ritzel auf die Welle aufgeschnitten!**), die real ausführbare Mindestzähnezahl des Ritzels z_1 und die Zähnezahl des Rades z_2 für die Null-Verzahnung.

7. Grübchentragfähigkeit (20 Punkte)

Die Stufe 1 ist auf Flankenlebensdauer zu untersuchen.

Gegeben:

Antriebsmoment	T_{an}	=	1 700 Nm
Teilkreisdurchmesser des Ritzels	d_1	=	73,6 mm
Normalmodul	m_n	=	3,5 mm
Schrägungswinkel	β	=	18 °
Zähnezahlverhältnis	u	=	6
Gemeinsame Breite von Ritzel und Rad	$b_1 = b_2 = b$	=	68 mm
Betriebsachsabstand	a	=	259 mm
Gesamtbelastungseinfluß	$K_{H ges}$	=	1,3
Zonenfaktor	Z_H	=	2,15
Überdeckungsfaktor	Z_ϵ	=	0,82
Rauheitsfaktor	Z_R	=	0,97
Schmierstofffaktor	Z_L	=	0,99
Geschwindigkeitsfaktor	Z_v	=	0,99
Werkstoff von Ritzel und Rad	16MnCr5 E		
Dauerfestigkeitswert	$\sigma_{H lim}$	=	1 500 N/mm ²
Mindestsicherheit gegen Grübchenbildung	$s_{H min}$	=	1,1

Gesucht:

- 7.1 Die Umfangskraft F_t am Ritzel.
- 7.2 Die auftretende Hertzsche Pressung σ_H .
- 7.3 Die Lebensdauer der Verzahnung in Lastwechsel N_L , wenn keine Grübchenbildung zulässig ist.
- 7.4 Die erforderliche Zahnflankenrauheit von Ritzel und Rad $R_{z1} = R_{z2}$ um Dauerfestigkeit zu erreichen (keine Grübchenbildung zulässig!).

8. Wälzlager (21 Punkte)

Die Ritzelwellenlagerung der Stufe 1 ist als Fest-Los-Lagerung ausgeführt (Bild 2). Das Festlager A ist zu überprüfen.

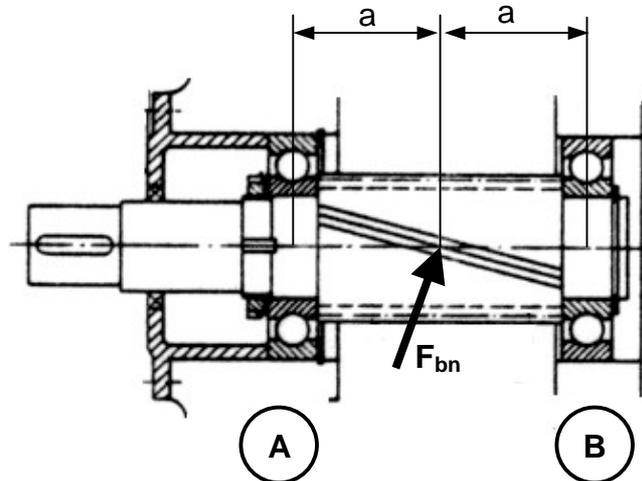


Bild 2

Gegeben:

Radialkraft auf das Lager A	$F_{Ar} = 25 \text{ kN}$
Radialkraft auf das Lager B	$F_{Br} = 25 \text{ kN}$
Antriebsdrehzahl der Ritzelwelle	$n_{an} = 1\,500 \text{ 1/min}$
Geforderter Lebensdauerfaktor	$f_L = 2,0$
Teilkreis des Ritzels	$d_1 = 73,6 \text{ mm}$
Schrägungswinkel der Verzahnung der Stufe 1	$\beta = 18^\circ$
Betriebseingriffswinkel der Verzahnung der Stufe 1	$\alpha_{wt} = 22^\circ$

Gesucht:

- 8.1 Die Axialkraft F_{Aa} auf das Lager A, wenn die Zahnnormalkraft F_{bn} genau mittig zwischen Lager A und Lager B angreift.
- 8.2 Erfüllt ein Rillenkugellager der Baureihe 6313 die Forderung nach $f_L = 2,0$? (**Nachweis!**)? (Notfallwert: $F_{Aa} = 15,5 \text{ kN}$)
- 8.3 Die Lebensdauer in Stunden die erreicht wird, wenn das Festlager durch ein Kegelrollenlagerpaar der Baureihe 32313A in O-Anordnung ersetzt wird (**das Loslager bleibt unverändert!**).

9. Querpressverband (18 Punkte)

Die beiden Zahnkränze der Abtriebsräder der Stufe 3 sind mit Hilfe von zylindrischen Querpressverbänden mit ihrem Radkörper verbunden (Bild 1). Der Querpressverband eines Zahnkränzes ist zu dimensionieren.

Gegeben:

Abtriebsdrehmoment <u>an einem Zahnkranz</u>	$T_{ab} = 8,5 \cdot 10^4 \text{ Nm}$
Fugendurchmesser	$D_F = 500 \text{ mm}$
Fugenlänge	$l_F = 75 \text{ mm}$
Anwendungsfaktor	$K_A = 1,0$
Haftbeiwert	$\mu = 0,2$
Haftsicherheit	$S_H = 1,5$
Passung	$\varnothing 500 \text{ H7/s6}$
Gemittelte Rauhtiefe der Fugenfläche des Zahnkränzes	$R_{z1} = 3 \text{ }\mu\text{m}$
Gemittelte Rauhtiefe der Fugenfläche des Radkörpers	$R_{z2} = 3 \text{ }\mu\text{m}$
Werkstoff des Zahnkränzes	16MnCr5 E

Gesucht:

- 9.1 Die Rutschkraft in Umfangsrichtung F_{Rt} .
Hinweis: Die Längskraft (Axialkraft) wird vom Wellenabsatz aufgenommen und wird damit nicht vom Querpressverband übertragen! (vgl. Bild 1)
- 9.2 Das kleinste vorhandene Übermaß \ddot{U}_u , das kleinste vorhandene Haftmaß Z_k sowie der mindestens erforderliche Fugendruck p_{FK} .
- 9.3 Der mindestens erforderliche Fußkreisdurchmesser des Zahnkränzes $d_f (= D_{Aa})$.
Hinweis: Der Radkörper kann aufgrund der Stege unter dem Preßsitz näherungsweise als Vollwelle betrachtet werden.

VIEL ERFOLG!