



Institut für Konstruktion, Mikro- und Medizintechnik

FG Methoden der Produktentwicklung und Mechatronik
Prof. Dr.-Ing. D. Göhlich

Name : _____
Vorname : _____
Matr.Nr. : _____
Fakultät/Studiengang : _____
K2 - Betreuer : _____

Probeklausur Konstruktion 2

| Aufgabe | 1 | 2 | 3 | 4 | Σ | |
|-------------|----|----|----|----|----------|------|
| Max. Punkte | xx | xx | xx | xx | xx | Note |
| Err. Punkte | | | | | | |

Hinweise für die Bearbeitung:

- Nutzen Sie zur Lösung jeder Aufgabe das dazugehörige Aufgabenblatt und die gegenüberliegenden freien Seiten bzw. die Rückseiten. Kennzeichnen Sie die Aufgabennummern.
- Werden in der Aufgabenstellung Zwischenlösungen vorgegeben, so sind diese für die weiteren Berechnungen zu verwenden!
- Kurze, präzise Beantwortung der Fragen. Es werden auch richtige Teilantworten gewertet.
- Erläuterung der Antworten durch Skizzen, wo gefordert oder notwendig.
- Skizzen sauber ausführen.
- Zugelassene Hilfsmittel:
Nicht programmierbarer Taschenrechner, Zeichenutensilien, Schreibmaterial.
- Handyregel: Das Mitführen eines Mobiltelefons während der Prüfung in einem Hörsaal wird als Täuschungsversuch gewertet und führt zum nicht Bestehen des Tests! Dies gilt auch, wenn das Gerät nicht zum Empfang bereit ist.

1 Stirnradgetriebe

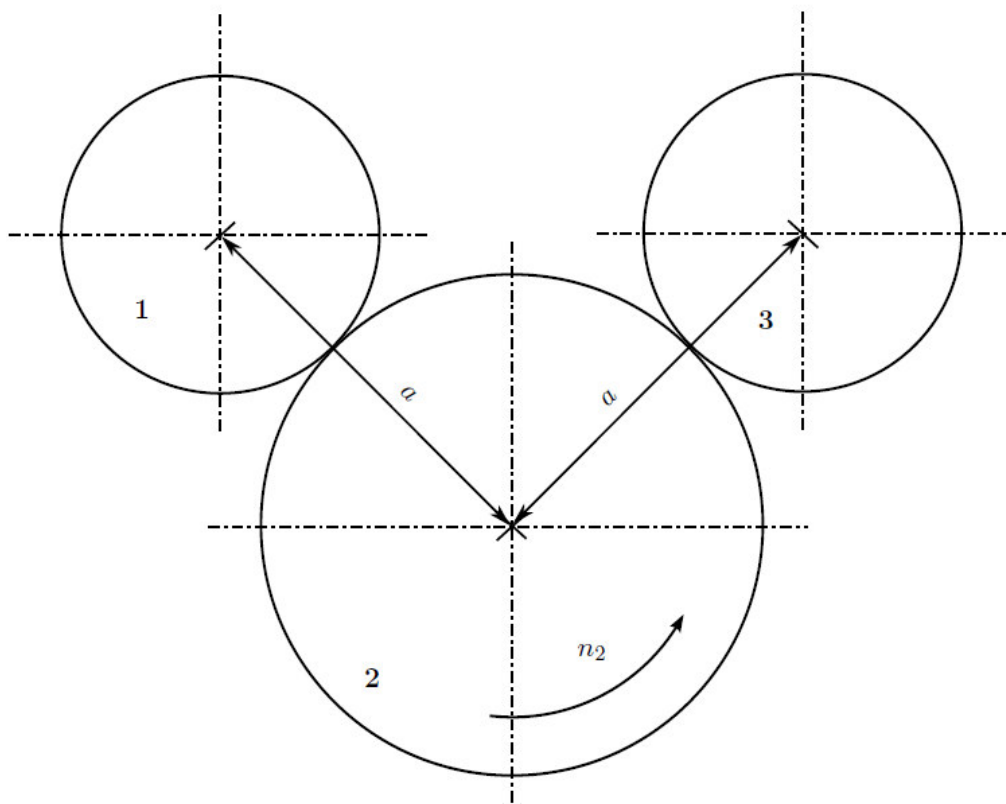
1.1 Schrägverzahntes Stirnradgetriebe (15 Punkte)

Ein dreirädriges, schrägverzahntes Getriebe ist durch das untenstehende Getriebeschema (siehe Skizze) und durch die angeführten Daten bestimmt. Die Verzahnung der Räder ist eine genormte Evolventenverzahnung. Der Antrieb des Getriebes erfolgt über rechtssteigende Rad 2.

Für das Getriebe sind folgende Daten gegeben:

| | | | |
|------------------------------|-------------|---|---------------|
| Antriebsleistung | P_2 | = | $11,5kW$ |
| Antriebsdrehzahl | n_2 | = | $250min^{-1}$ |
| weitere Drehzahlen | $n_3 = n_1$ | = | $445min^{-1}$ |
| zulässige Drehzahlabweichung | Δn | = | $\pm 5\%$ |
| Zähnezahl des 2. Zahnrades | z_2 | = | 49 |
| Achsabstand | a | = | $80mm$ |
| Normalmodul | m_n | = | $2mm$ |

a) Zeichnen Sie qualitativ die auf das Rad 2 wirkenden Zahnkräfte in die Skizze ein. (2 P.)



b) Wie lautet die Zähnezahzahl des dritten Zahnrades und wird mit der gewählten Zähnezahzahl die geforderte **Drehzahlabweichung** am dritten Zahnrad eingehalten? **(4 P.)**

c) Wie groß ist der Schrägungswinkel der Zahnräder? **(1 P.)**

d) Bestimmen sie den Teilkreis-, den Fußkreis- und den Kopfkreisdurchmesser des zweiten Rades. (**Hinweis:** Nutzen sie $\beta = 20^\circ$ und den Faktor 0,2 um das Kopfspiel zu berechnen) **(4 P.)**

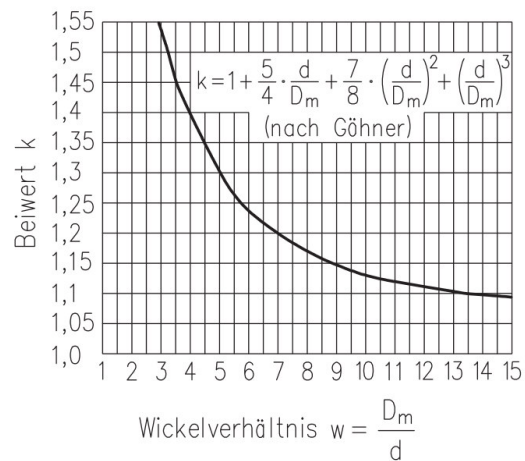
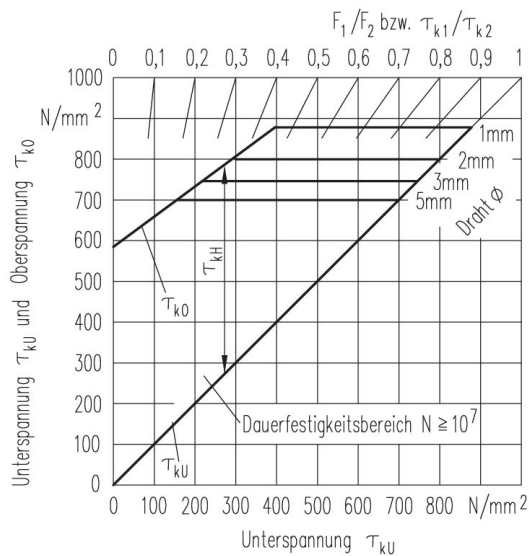
e) Nennen sie je zwei Vorteile und zwei Nachteile eines schrägverzahnten gegenüber eines geradverzahnten Getriebes. **(4 P.)**

2 Federn (10 Punkte)

2.1 Ventiltrieb

Die Schraubenfeder eines Ventiltriebs besitzt folgende geometrische Abmessungen:

| | | | |
|-------------------------------|-------|---|-------------------------|
| Drahtdurchmesser | d | = | 5 mm |
| Mittlerer Windungsdurchmesser | D_m | = | 28 mm |
| Schubmodul | G | = | 83000 N/mm ² |
| Windungszahl | i_f | = | 5,5 |
| Ventilhub | u_H | = | 7,5 mm |
| Vorspannkraft | F_V | = | 280 N |



- a) Wie groß ist die Federsteifigkeit c_F der Gesamtfeder? Hinweis: Federsteifigkeit je Windung: $c_W = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D_m^3}$
- b) Rechnen Sie mit $c_F = 60 \text{ N/mm}$ weiter! Wieviel Hubkraft muss auf die vorgespannte Feder ausgeübt werden, wenn die Feder im Betrieb einen Ventilhub von $u_B = 7,5 \text{ mm}$ ausführen soll?
- c) Überprüfen Sie, wie groß die maximale Spannung innerhalb der Feder bei Maximalhub ist und ob die zulässige Maximalspannung überschritten wird!

- d) Rechnen Sie mit $\tau_{kges} = 550\text{N/mm}^2$ weiter! Weisen Sie nach, dass die zulässige Dauerfestigkeit von $S_{Durf} = 1,5$ eingehalten wird, wenn die Vorspannkraft unverändert bei $F_V = 280\text{N}$ liegt.

2.2 Federkennlinien

Zeichnen Sie qualitativ die Federkennlinie der folgenden Federn bzw. Federanordnungen. Die Federsteifigkeit der Einzelfedern in a) und b) ist als linear anzunehmen.

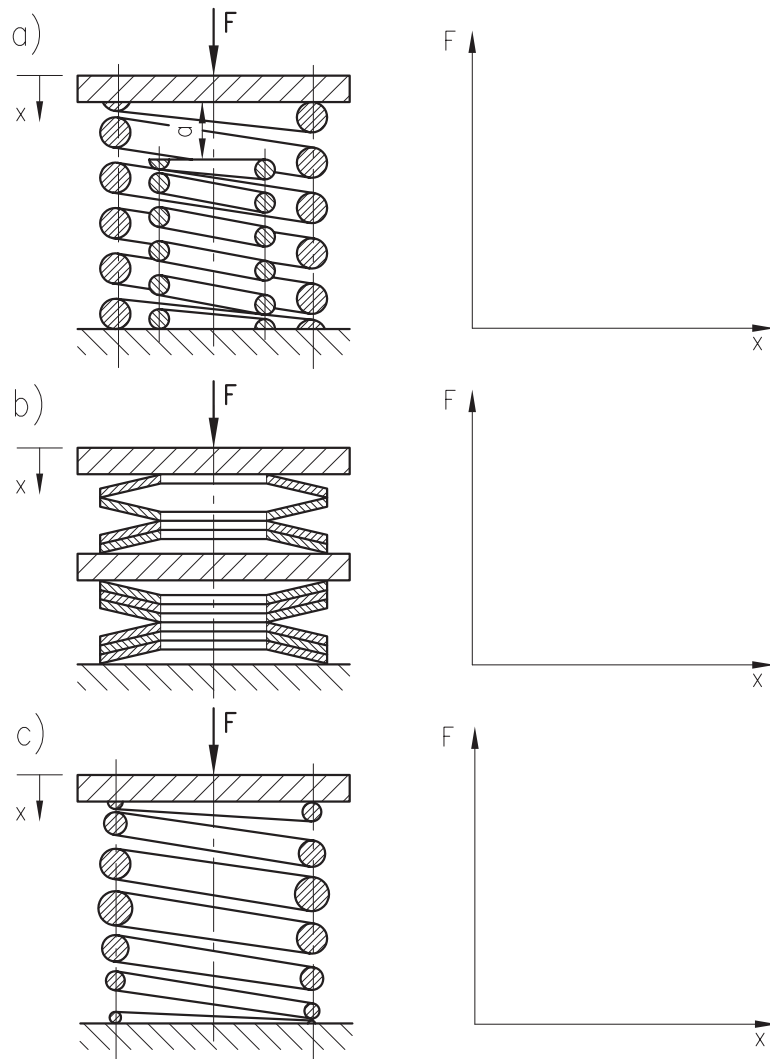
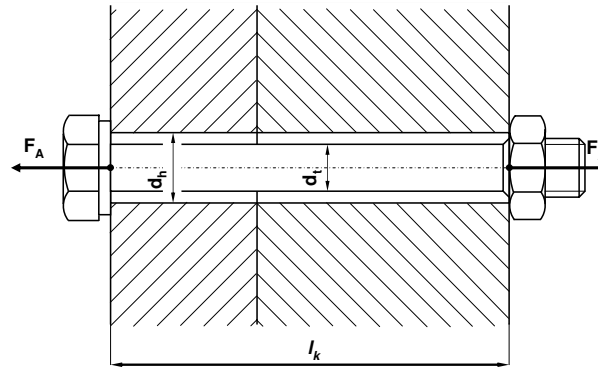


Abbildung 1: Federkennlinien

3 Schraubenaufgabe (10 Punkte)

Eine Dehnschraubenverbindung (s. Abb.) wird mit einem Anziehdrehmoment von $M_A = 235Nm$ angezogen. Damit soll eine Montagevorspannkraft von $70kN$ erreicht werden. Durch Schwankungen der Reibungszahlen und Ungenauigkeiten des Anziehverfahrens können Abweichungen bis zu $\pm 15\%$ der geforderten Montagevorspannkraft auftreten.

Die Schraubenverbindung ist im Betrieb mit einer schwellenden Kraft von $F_A = 30kN$ belastet.



- a) Die Nachgiebigkeiten von Platten und Schraube werden mit $\delta_p = 2,9 \cdot 10^{-7} \frac{mm}{N}$ und $\delta_s = 3,2 \cdot 10^{-6} \frac{mm}{N}$ angegeben. Zeichnen Sie unter Vernachlässigung des Setzbetrages ein *maßstäbliches* Verspannungsschaubild der Schraubenverbindung für den Betriebszustand.

Prüfen Sie, ob

- b) die erforderliche Mindestklemmkraft $F_{Kerf} = 30kN$ unter ungünstigen Verhältnissen und unter Vernachlässigung des Setzens vorhanden ist.
- c) die Sicherheit gegen Dauerbruch den geforderten Mindestwert von $S_{Dmin} = 3$ erreicht ($\sigma_A = 60 \frac{N}{mm^2}$ für Festigkeitsklasse 10.9, Tailenquerschnitt $A_T = 113,1mm^2$, Spannungsquerschnitt $A_S = 136mm^2$) einhält.
- d) Ein Einzylinderversuchsmotor mit einem Kolbendurchmesser von $d_K = 40mm$ ist an seinem Zylinderkopf mit vier Dehnschrauben auf einen Durchmesser von 120mm verschraubt. Im Innern des Motors sollen Zylinderdrücke von bis zu $p_i = 60bar$ realisiert werden. Wie groß ist maximale Betriebskraft von einer Schraubenverbindung? (Hinweis: Der Außendruck soll hierbei vernachlässigt werden!)

4 Dauerfestigkeit (10 Punkte)

4.1 Auswahl der Kerbform

Für ihre nächsten Konstruktion stehen ihnen zwei verschiedene Wellen zur Verfügung.

Bei Welle 1 handelt es sich um eine Welle mit einem Absatz, Welle 2 enthält eine Rundnut. Beide Wellen werden mit einem Biegemoment belastet. Dieses schwingt dynamisch zwischen $-500Nm$ und $4500Nm$.

Bestimmen sie, welche von beiden Wellenvarianten die geringere Beanspruchung aufgrund des Kerbeinflusses aufweist und somit für die Konstruktion verwendet werden sollte. Die Wellenform ist hierbei für die Funktion der Welle unwichtig.

| | d | D | r | t | n_x |
|---------|-------|-------|------|------|-------|
| Welle 1 | 42 mm | 50 mm | 5 mm | 4 mm | 1,036 |
| Welle 2 | 50 mm | 67 mm | 7 mm | 7 mm | 1 |

Tabelle 1: Geometriedaten der Wellen

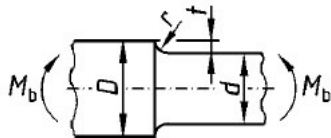


Abbildung 2: Wellenform 1 (Absatz)

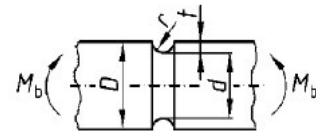


Abbildung 3: Wellenform 2 (Rundnut)

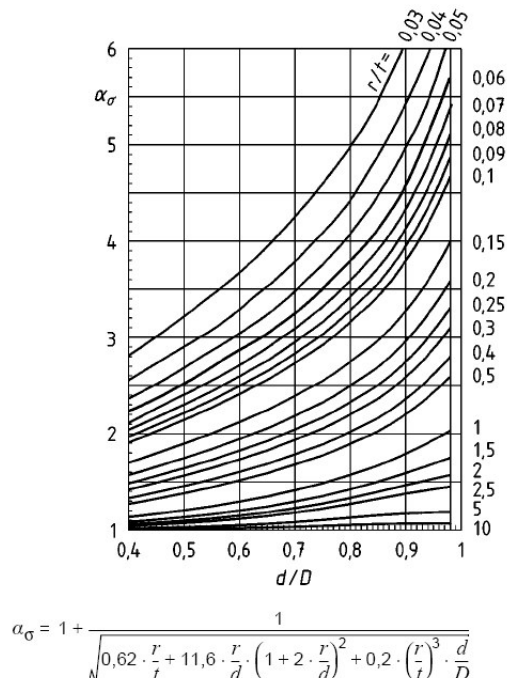


Abbildung 4: Kerbformzahldiagramm für abgesetzte Wellen

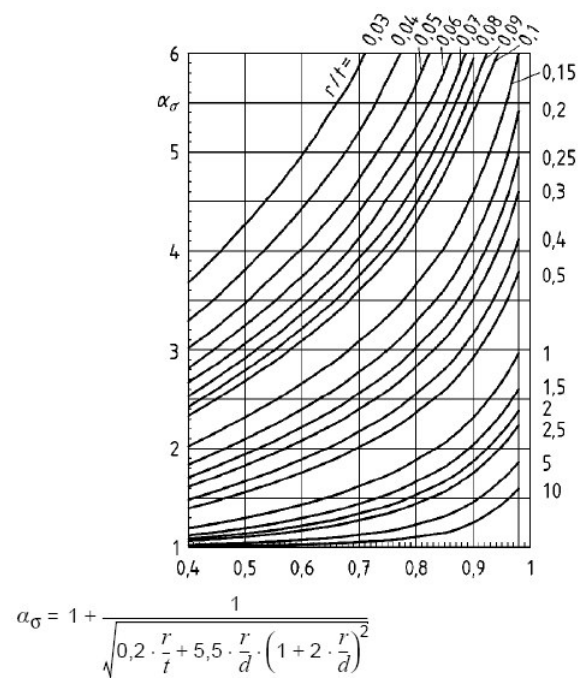


Abbildung 5: Kerbformzahldiagramm für Wellen mit Rundnut

4.2 Theoriefragen

Kreuzen sie an, ob die nachfolgenden Aussagen richtig oder falsch sind.

Hinweis: Falsche Antwort führt zu Punktabzug, es können minimal **0 Punkte** erreicht werden.

| Aussage | richtig | falsch |
|--|---------|--------|
| Es existieren zwei verschiedene geometrische Größeneinflussfaktoren $K_2(d)$ und $K_3(d)$! | | |
| Der technologische Größeneinflussfaktor $K_1(d_{eff})$ ist für die Berechnung der tatsächlichen Zugfestigkeit und Streckgrenze immer gleich! | | |
| Bei steigender Oberflächenrauigkeit sinkt die Bauteilwechselfestigkeit! | | |
| | | |
| Der geometrische Größeneinflussfaktor $K_2(d)$ berücksichtigt die Steigerung der Biegewechselfestigkeit bei steigendem Bauteildurchmesser! | | |
| Zur Bestimmung der Sicherheit gegen Dauerbruch sind überwiegend statische Größen von Interesse! | | |

4.3 Grundlagen

Geben Sie für den folgenden Lastfall durch die Symbole (=) und (\neq) an, welche statischen und dynamischen Belastungen am kritischen Querschnitt K vorliegen. Nicht eingezeichnete Massen können vernachlässigt werden. Hinweis: Pro Lastfall wird ein Punkt vergeben, 1/2 Punkt für die richtigen statischen und 1/2 Punkt für die richtigen dynamischen Belastungen.

| | | | | |
|--|-----------|---|-----------|---|
| | F_{zdm} | 0 | F_{zda} | 0 |
| | M_{bm} | 0 | M_{ba} | 0 |
| | M_{tm} | 0 | M_{ta} | 0 |

Abbildung 6: Lastfall: Schwungscheibe