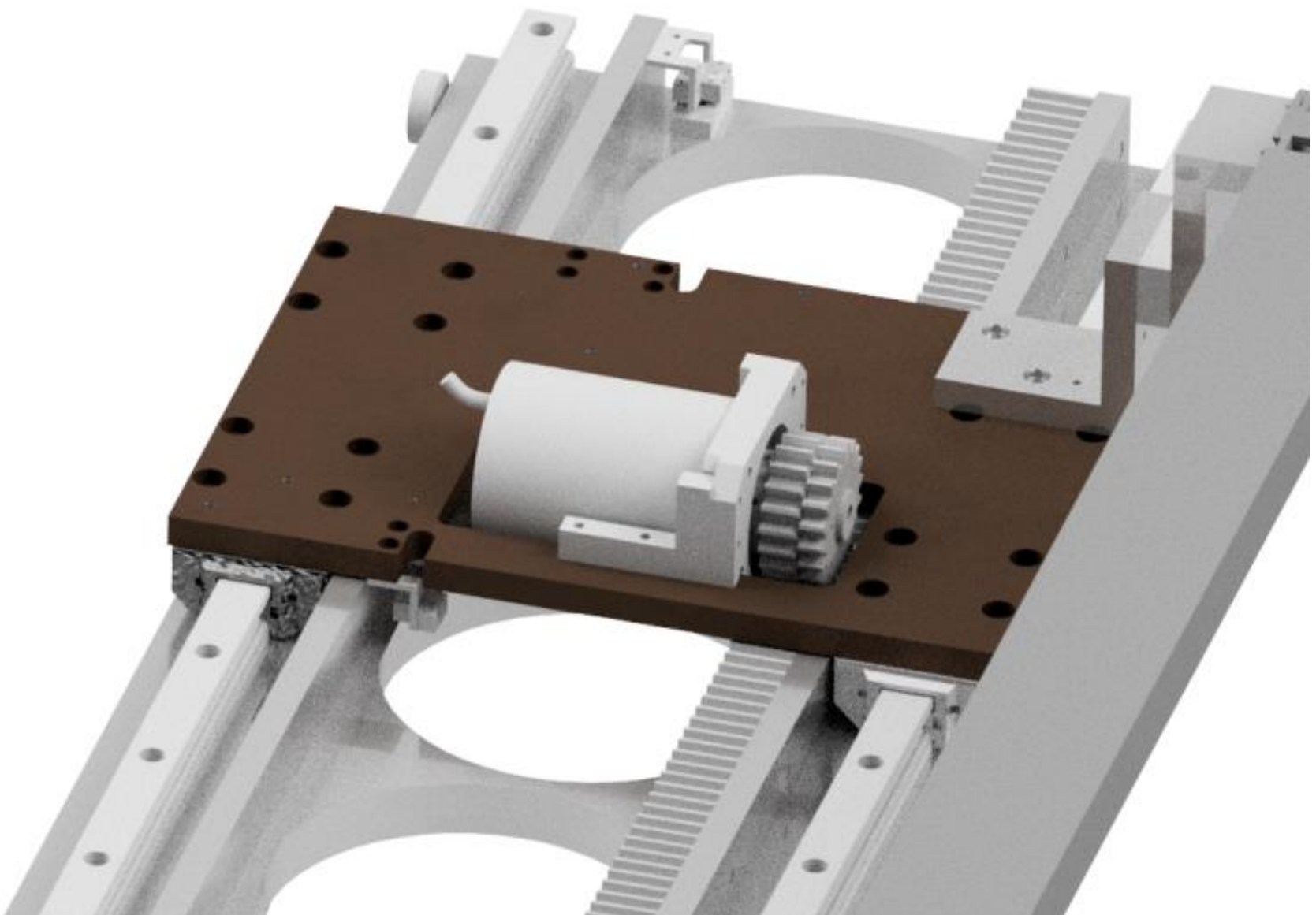


Auf einer Plattform soll über einen motorisierten Zahnstangentrieb eine Filmkamera bewegt werden. Zur Auslegung der einzelnen Komponenten sind 7 Aufgaben gegeben.



Allgemeine Hinweise:

- Alle Angaben zu Werkstoffkennwerten, die nicht in der Aufgabenstellung gegen sind, sind zu recherchieren.
- Alle unbekanntenen Formeln, die nicht in den Vorlesungsunterlagen gegen sind, sind zu recherchieren.
- Alle benutzten Quellen sind detailliert anzugeben.
- Gegebenfalls ist eine Erläuterung zu Ihrer Wahl eines Wertes notwendig.
- Es ist sinnvoll die benutzten Formeln zu kommentieren.
- Der Rechenweg muss dargestellt werden.

Aufgabe 1 – Passungen (20 Punkte)

Die Motorwelle des eingesetzten Schrittmotors ist im Motorgehäuse über ein Wälzlager gelagert, siehe Abb. 1.1. Der Wellendurchmesser beträgt 10 mm. Das eingesetzte Lager hat die Maße wie in Abb. 1.2 dargestellt.



Abb. 1.1

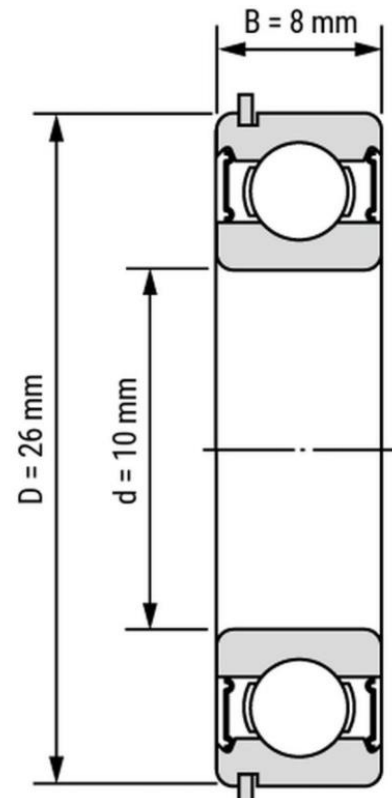


Abb. 1.2

- 1) Welche Lasten treten am Lager auf? (2 Punkte)
- 2) Legen Sie entsprechend dem Lastfall die notwendige Passung am Wälzlagersitz an der Welle (2 Punkte)
- 3) und in der Gehäusebohrung fest und begründen Sie Ihre Entscheidung. (2 Punkte)
- 4) Berechnen Sie für die von Ihnen festgesetzten Passungen die jeweiligen oberen und unteren Abmaße, sowie die jeweiligen Höchst- und Mindestmaße, sowie die Toleranz der Welle und die Toleranz der Gehäusebohrung. (10 Punkte)
- 5) Stellen Sie die Toleranzfeldlage grafisch dar. (4 Punkte)

Aufgabe 2 – Welle-Nabe-Verbindungen (20 Punkte)

Die Motorwelle aus Aufgabe 1 (Abb. 1.1) weist eine Passfeder als Welle-Nabe-Verbindung auf.

- 1) Wie wird diese Passfeder der entsprechenden DIN Norm bezeichnet, wenn ihre Länge 16 mm und die Breite 5 mm ist. (2 Punkte)
- 2) Welche anderen Welle-Nabe-Verbindungen wären hier auch geeignet. Begründen Sie, warum in dem hier aufgeführten Beispiel die Passfeder sich am besten als Welle-Nabe-Verbindung eignet. (4 Punkte)
- 3) Ermitteln Sie das übertragbare Moment für diese Passfederverbindung nach Methode C (Überschlagsrechnung). Für die Berechnung der zulässigen Flächenpressung gehen Sie von einer einseitig ruhenden Belastung aus. (8 Punkte)
- 4) Wie ändert sich das zu übertragende Moment, wenn zwei Passfedern eingesetzt werden und warum? (4 Punkte)
- 5) Welche Welle-Nabe-Verbindungen würden Sie bei einer kurzen Nabe und einem großem zu übertragenden Drehmoment empfehlen und warum (2 Beispiele)? (2 Punkte)

Aufgabe 3 – Feder (20 Punkte)

Um eine spielfrei Drehung des Zahnrades entlang der Zahnradstange zu gewährleisten, wurde das Zahnrad in zwei Hälften geteilt und innen ein Hohlraum gefräst, so dass eine Schenkelfeder mit quadratischem Querschnitt die eine Zahnradhälfte entgegen der anderen Zahnradhälfte drücken und damit einen beidseitigen Kontakt an der Zahnstange gewährleisten kann.

Der Innendurchmesser der Feder beträgt 20 mm und der Außendurchmesser 24 mm. Der Werkstoff der Feder ist EN 10270-3-1.4310. Die Windungsanzahl beträgt 5,25. Die Rechnung kann überschlägig durchgeführt werden.

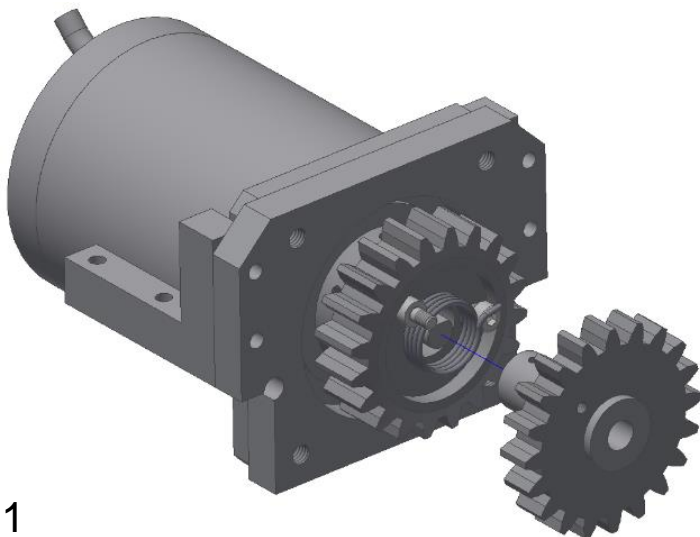


Abb. 3.1

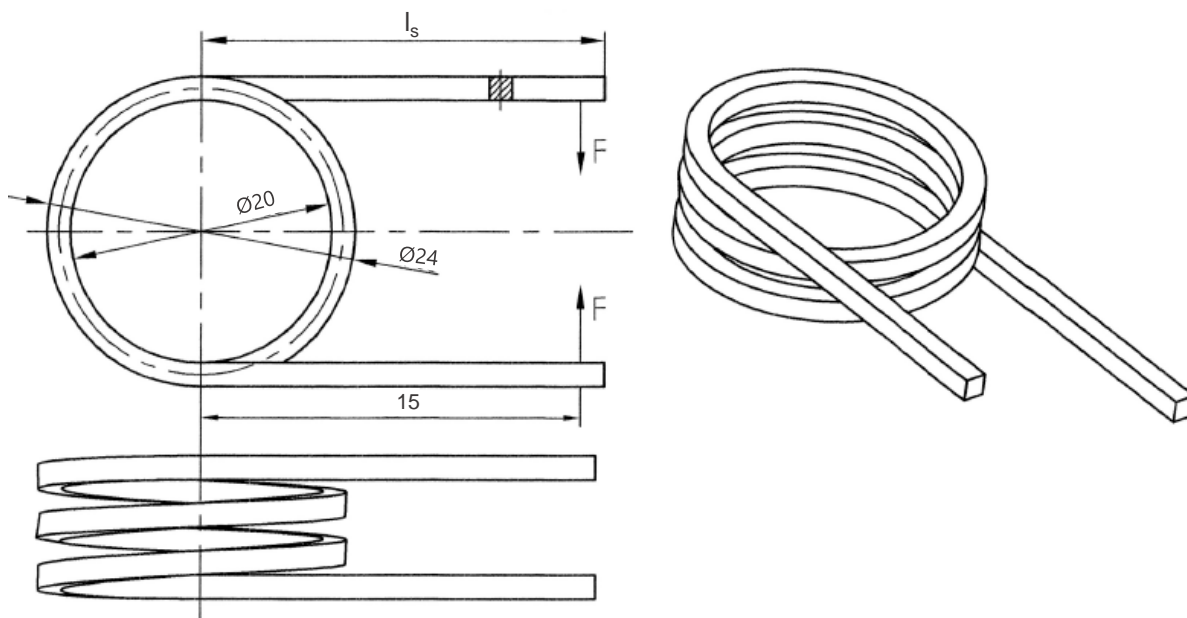


Abb. 3.2

- 1) Welche Kraft wirkt auf das schmalere Zahnrad (ein Schenkel ist fest in der breiteren Zahnradhälfte eingespannt), wenn der Schenkelhebel $l_s=15$ mm ist. (12 Punkte)
- 2) Welcher Drehwinkel ist erforderlich, um diese Kraft aufzubringen. (6 Punkte)
- 3) Berechnen Sie die Länge der unbelasteten Feder. Gehen Sie von einem Windungsabstand von 1 mm zwischen den Windungen aus. (2 Punkte)

Aufgabe 4 - Festigkeitsberechnung einer Getriebewelle (20 Punkte)

Um die oben vorgestellte Plattform vertikal zu verfahren, wird eine Hebebühne unterhalb der Schienen installiert. Diese wird über ein Zahnrad-Reibrad-Getriebe angetrieben, siehe Abb. 4.1. Die Welle ist am Seegerringeinstich (1 mm tief) rechts neben dem rechten Lager gefährdet, so dass an dieser Stelle ein Dauerfestigkeitsnachweis durchzuführen ist.

Mit dargestellten Getriebewelle wird eine Leistung von 5 kW bei einer Drehzahl von 700 min^{-1} übertragen. Das Torsionsmoment wird am rechten Ende über das Reibrad mit dem Reibwert 0,65 eingeleitet und am Zahnrad zwischen der beiden Lagern abgestützt.

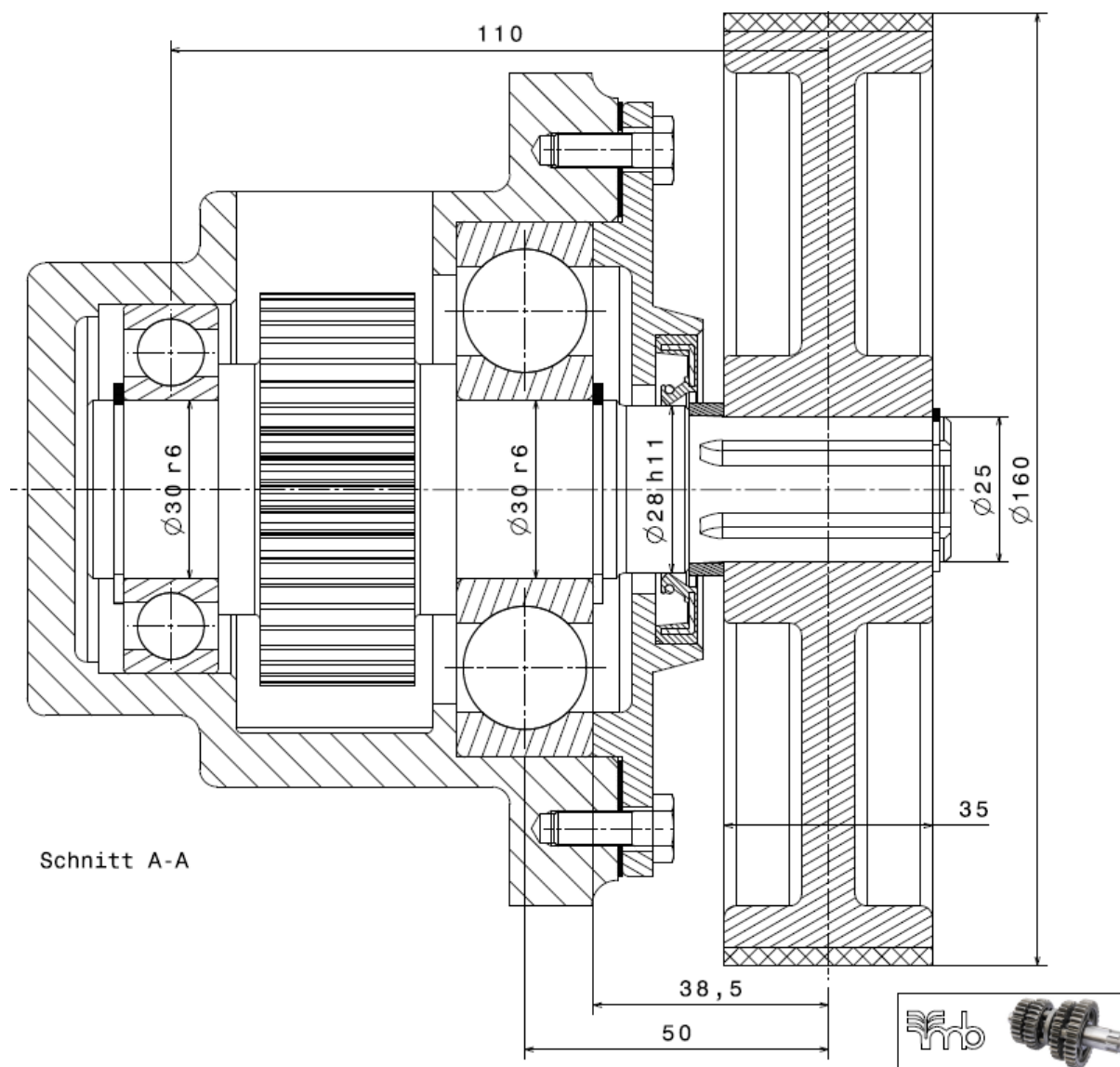


Abb. 4.1

- 1) Ermitteln Sie alle vorhandenen Belastungen (Kräfte F_t , F_n , F_{res} , Momente M_t , $M_{t_{res}}$) und Spannungen (τ_Q , σ_b , τ_t). (18 Punkte)
- 2) Berechnen Sie die Vergleichsspannung. (2 Punkte)

Aufgabe 5 – Pressverband (20 Punkte)

Bei dem in Aufgabe 4 vorgestelltem Zahnrad-Reibrad-Getriebe ist die Welle mit dem Zahnrad über einen Querpressverband verbunden, Abb. 5.1.

Der Querpressverband soll in einem Länge-/Breiten-Verhältnis $L/d = 1,2$ ausgeführt werden. Welle und Nabe bestehen aus Stahl. Die zulässige Spannung der Welle beträgt $\sigma_{zulW} = 460 \text{ N/mm}^2$, die der Nabe $\sigma_{zulN} = 420 \text{ N/mm}^2$. Es soll ein Moment von 180 Nm übertragen werden. Der Reibwert μ kann mit $0,1$ angenommen werden und die Glättung wird vernachlässigt.

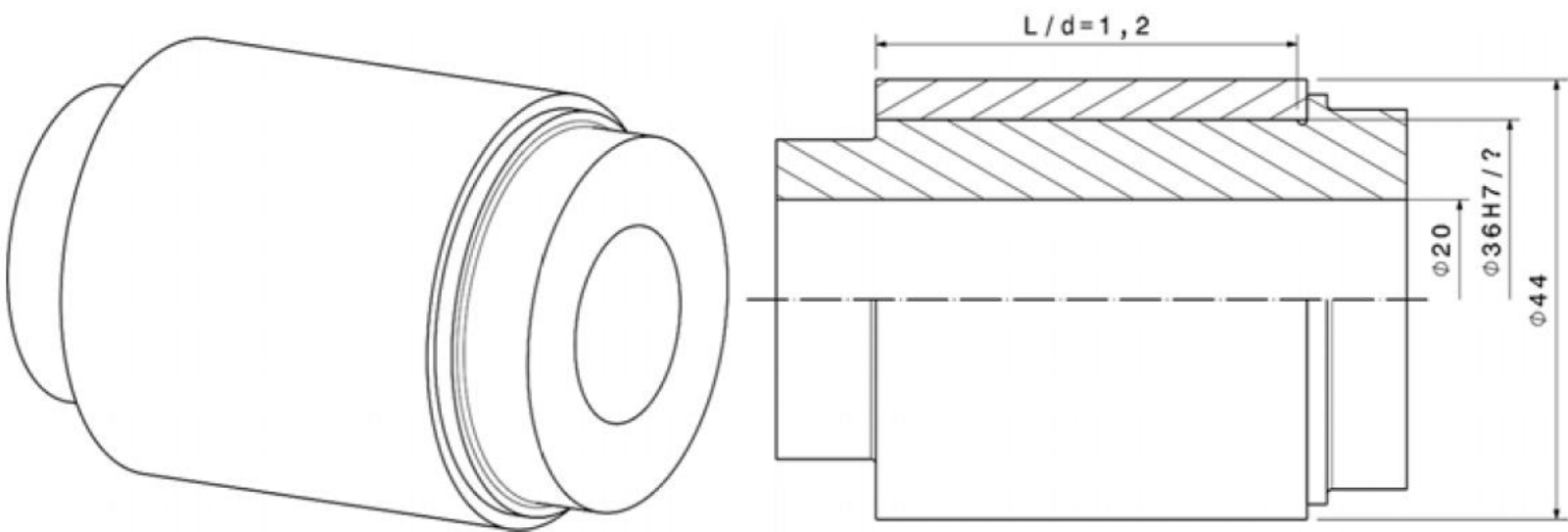


Abb. 5.1

- Welche minimale Pressung p_{\min} ist erforderlich, um das Moment sicher zu übertragen? (2 Punkte)
- Welche maximale Pressung p_{\max} kann der Querpressverband aufnehmen? (4 Punkte)
- Wie groß ist das minimale Übermaß U_{\min} ? (6 Punkte)
- Wie groß ist das maximale Übermaß U_{\max} ? (2 Punkte)
- Die Nabe ist mit H7 gebohrt. Geben Sie die optimale Wellenpassung aus Abb. 5.2 an! (Rechenweg) (6 Punkte)

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="radio"/> x5 | <input type="radio"/> x6 | <input type="radio"/> x7 |
| <input type="radio"/> u5 | <input type="radio"/> u6 | <input type="radio"/> u7 |
| <input type="radio"/> s5 | <input type="radio"/> s6 | <input type="radio"/> s7 |

Abb. 5.2

Aufgabe 6 – Schraubenberechnung (20 Punkte)

Aufgrund von Einbaubedingungen muss das Reibrad über eine separate Welle angetrieben werden. Die Antriebs- und Abtriebswelle werden über einen Kupplungsflansch miteinander verbunden, wie in Abb. 6.1 gezeigt.

Die beiden Flansche der Kupplung werden so verschraubt, dass das Wellenmoment durch Kreisschluss übertragen werden kann. Der Reibwert zwischen den beiden Flanschen wird mit $\mu = 0,08$ angenommen, während im Gewinde mit $\mu = 0,12$ zu rechnen ist. Das Gewindemoment kann gleich dem Kopfreibungsmoment angenommen werden.

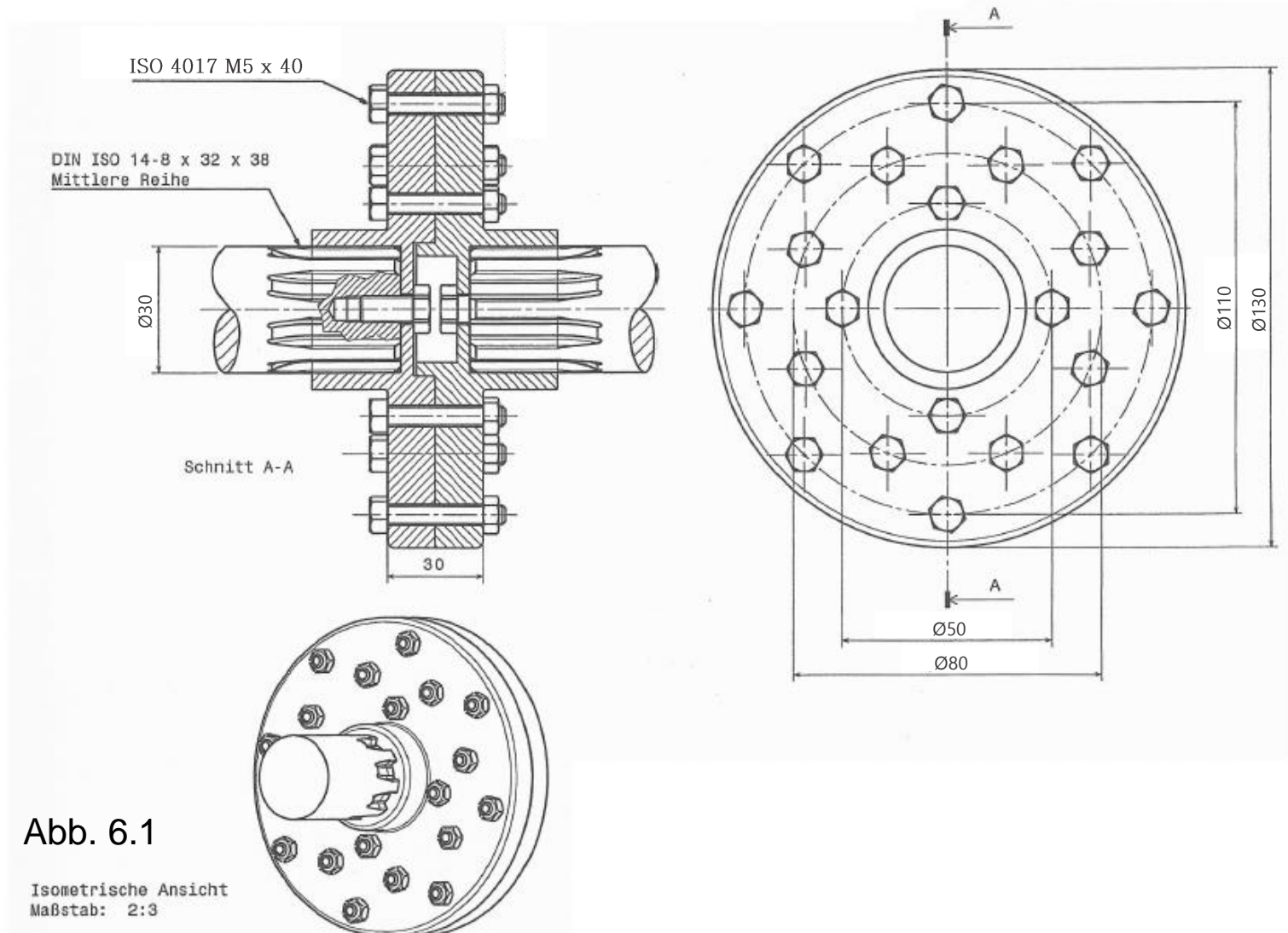


Abb. 6.1

Isometrische Ansicht
Maßstab: 2:3

- Alle Schrauben werden mit einer Kraft von $F_V = 10.000$ N vorgespannt. Berechnen Sie das durch die Welle übertragbare Moment M_{tWelle} und den Momentenanteil, der vom inneren, mittleren und äußeren Schraubenring übertragen wird.
- Entsprechend ihrer Lage müssen nicht alle Schrauben mit der unter a) erwähnten Kraft von 10.000 N vorgespannt werden. Auf welchen Betrag kann die Vorspannkraft F_{Vmin} vermindert werden, ohne dass dabei das übertragbare Moment M_{tzul} gegenüber a) reduziert wird.
- Welches Gewindemoment M_{Gew} ist erforderlich, um die Schrauben mit F_{Vmin} vorzuspannen?
- Mit welchem Anzugsmoment M_{anz} müssen die Schrauben angezogen werden?

Aufgabe 7 – Gewindeberechnung (20 Punkte)

Mit der abgebildeten Schraubzwinde soll eine Klemmkraft von 600 N aufgebracht werden. Im Gewinde liegt der Reibwert von 0,12 vor. Das Kopfreibungsmoment entspricht 20 % des Gewindemomentes.

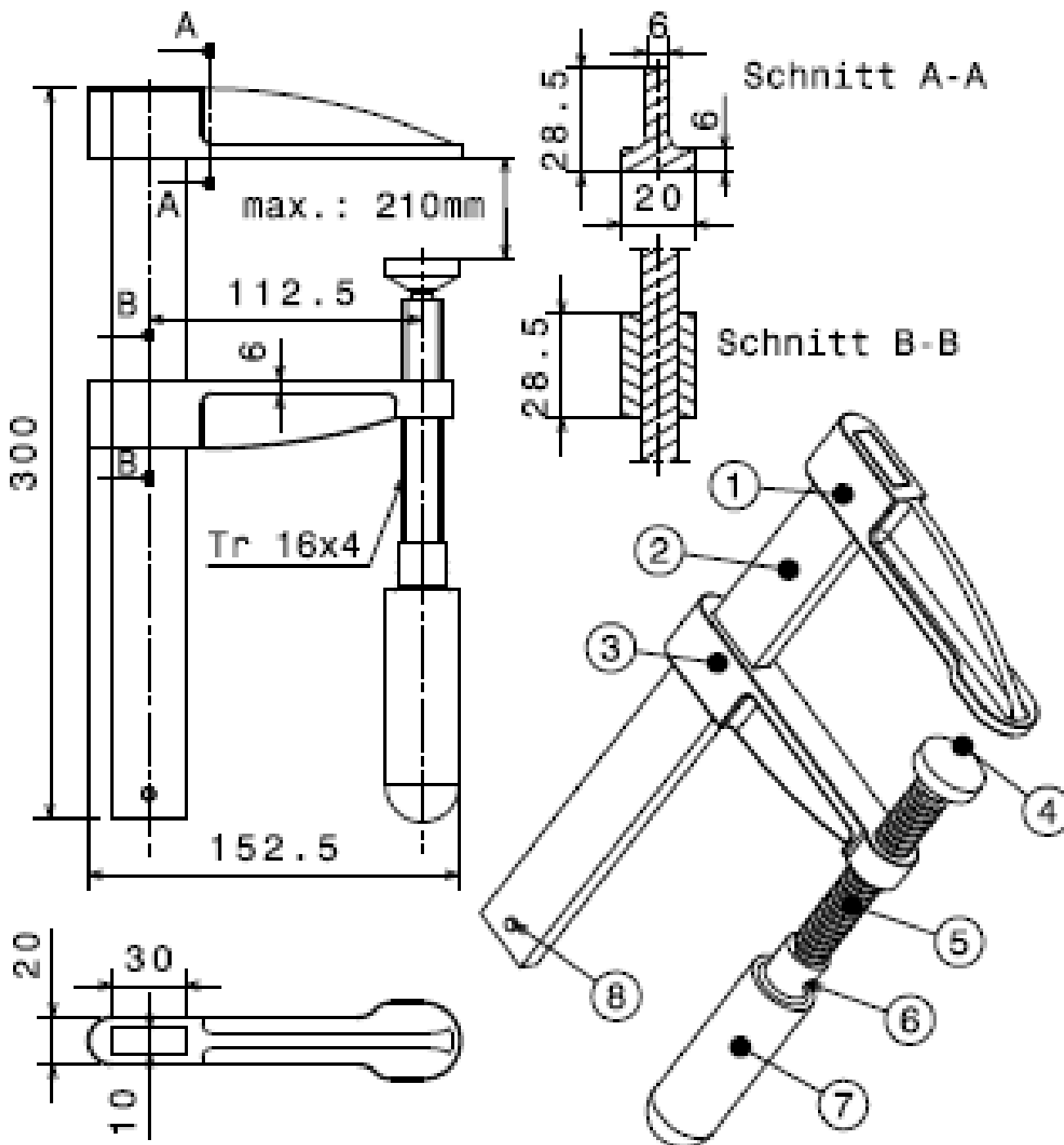


Abb. 8.1

- 1) Berechnen Sie für das Bauteil 1 den Querkraftschub. (3 Punkte)
- 2) Berechnen Sie für das Bauteil 2 die Zug- bzw. Druckspannung. (3 Punkte)
- 3) Berechnen Sie das Biegemoment für das Teil 1 und Teil 2. (4 Punkte)
- 4) Welches Gewindemoment ist erforderlich? (6 Punkte)
- 5) Wie groß ist das Kopfreibungsmoment? (2 Punkte)
- 6) Welches Gesamtmoment muss am Handgriff 7 aufgebracht werden?
(2 Punkte)