

*Technische Universität München*  
*Fakultät für Luftfahrt, Raumfahrt und Geodäsie*

<b>Teilnehmernummer:</b>	
<b>Name, Vorname:</b>	

## Musterklausur Maschinenelemente/CAD Master Aerospace

Bitte legen Sie Ihren Lichtbildausweis bereit.  
 Sie haben für die Bearbeitung der Prüfung 60 Minuten Zeit.

Diese Prüfung enthält 18 nummerierte Seiten inkl. Deckblatt  
**Bitte prüfen Sie die Vollständigkeit Ihres Exemplars!**

**Bitte nicht mit rot oder grün schreibenden Stiften oder Bleistift ausfüllen!**  
**Benutzen Sie einen dokumentenechten Stift.**

**Erlaubte Hilfsmittel sind Stift, nicht programmierbarer Taschenrechner, Lineal und Zirkel.**

**Schriftlich Antworten und Zeichnungen müssen sauber und eindeutig erkennbar sein. Der Korrektor wird nicht interpretieren.**

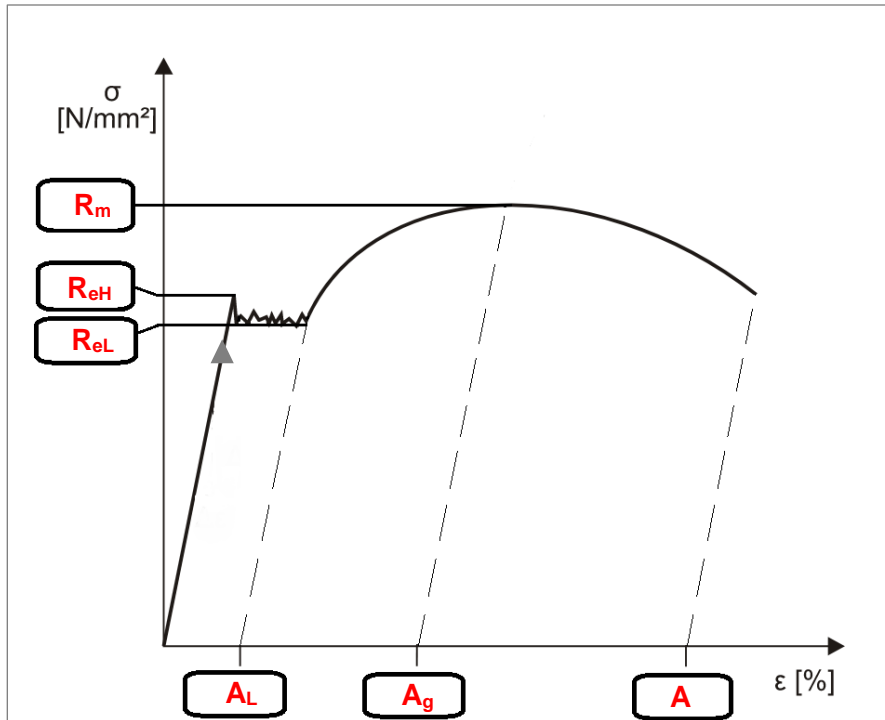
Diesen Teil nicht ausfüllen.

Aufgabe	Maschinenelemente	Maschinenzeichnen (CAD)	<b>Bestanden:</b>
erreichte Punkte			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <b>ja</b> <b>nein</b>
erzielbare Punkte			

Festigkeit - Spannungen

( / 8 )

Gegeben ist das Spannungs-Dehnungs-Diagramm eines metallischen Prüflings, das durch einen Zugversuch bestimmt wurde. Der Graph zeigt den Verlauf der technischen Spannung während dem Versuch.



**Frage 1:** Tragen Sie die Größen Zugfestigkeit  $R_m$ , obere Streckgrenze  $R_{eH}$ , untere Streckgrenze  $R_{eL}$  in das gegebene Diagramm ein.

Tragen Sie ebenfalls die Größen Lüdersdehnung  $A_L$ , Gleichmaßdehnung  $A_g$  und Bruchdehnung  $A$  ein.

**Frage 2:** Der mit einem Dreieck markierte Punkt liegt auf dem Graphen der technischen Spannung ( $\sigma=150 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon=0,0714 \%$ ). Berechnen Sie den E-Modul  $E$  des Materials.

E = 210084 N/mm<sup>2</sup>

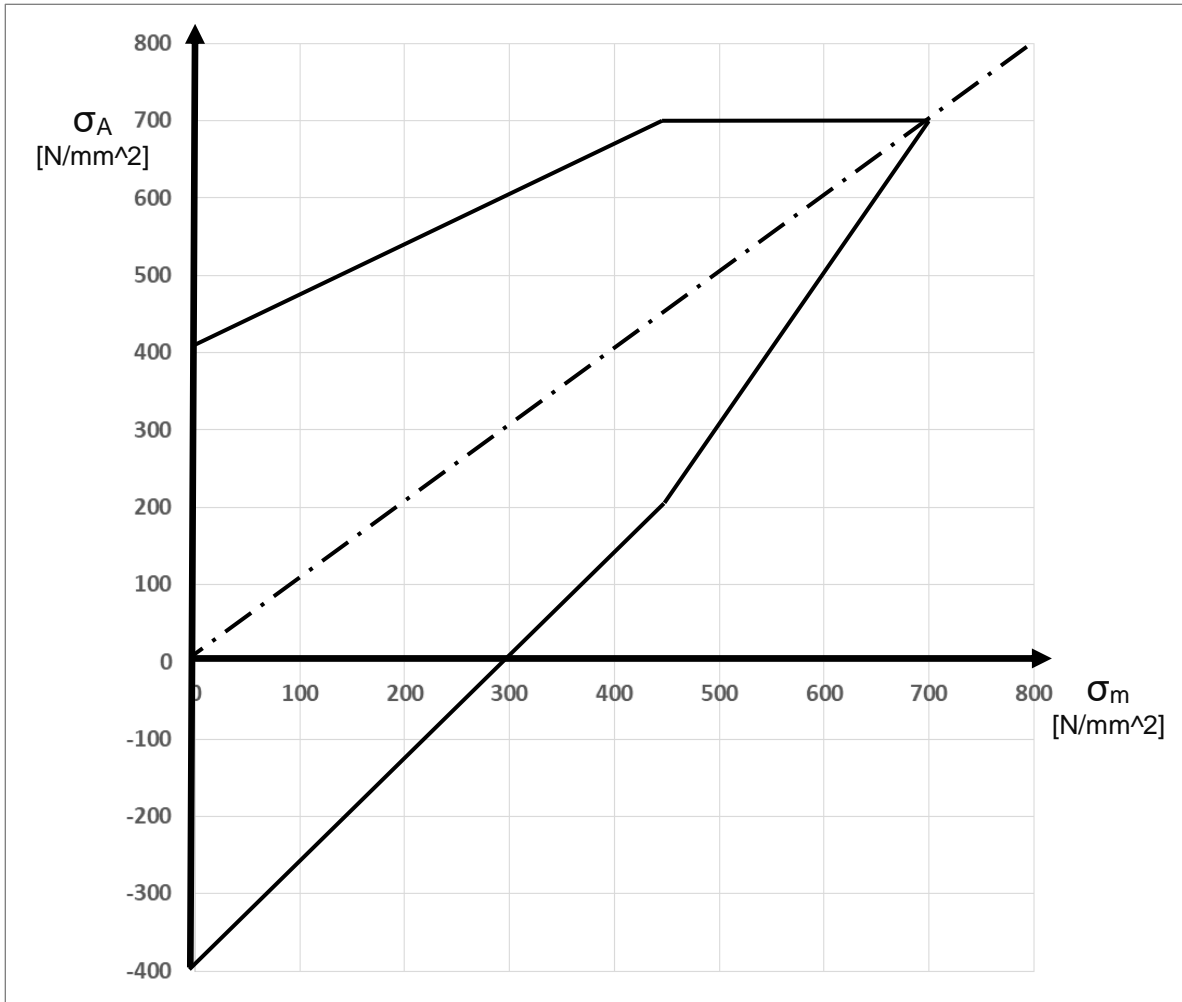
**Frage 3:** Warum existiert ein Maximum in der technischen Spannung, obwohl die zugehörige Dehnung noch deutlich unter der Bruchdehnung liegt? Erklären Sie in 2-3 kurzen und vollständigen Sätzen.

Das Maximum in der technischen Spannung markiert den Einschnür-  
.....  
ungsbeginn. Die reale Spannung steigt weiter an. Die technische  
.....  
Spannung wird mit einem festen Referenzquerschnitt berechnet und  
.....  
berücksichtigt die Einschnürung des Prüflings nicht.  
.....

**Frage 4:** Geben Sie eine begründete Einschätzung ab, um welches Material es sich bei dem Prüfling handeln könnte. Argumentieren Sie in 1-3 kurzen und vollständigen Sätzen.

Die ausgeprägte Streckgrenze und der E-Modul von  $210000 \text{ N/mm}^2$ .....  
Sprechen dafür, dass es sich bei dem Prüfling um unlegierten Baustahl.....  
handelt.....  
.....

Gegeben ist ein Smith Diagramm eines metallischen Prüflings. Dieses zeigt die auf Dauer aushaltbaren Ausschlagsspannungen  $\sigma_A$  zu verschiedenen Mittelspannungen  $\sigma_m$ .



**Frage 1:** Bei welcher Mittelspannung  $\sigma_{m,t}$  findet der Übergang von Wechselbelastung zu Schwellbelastung statt?

$\sigma_{m,t} = \dots 300 \dots$  N/mm<sup>2</sup>

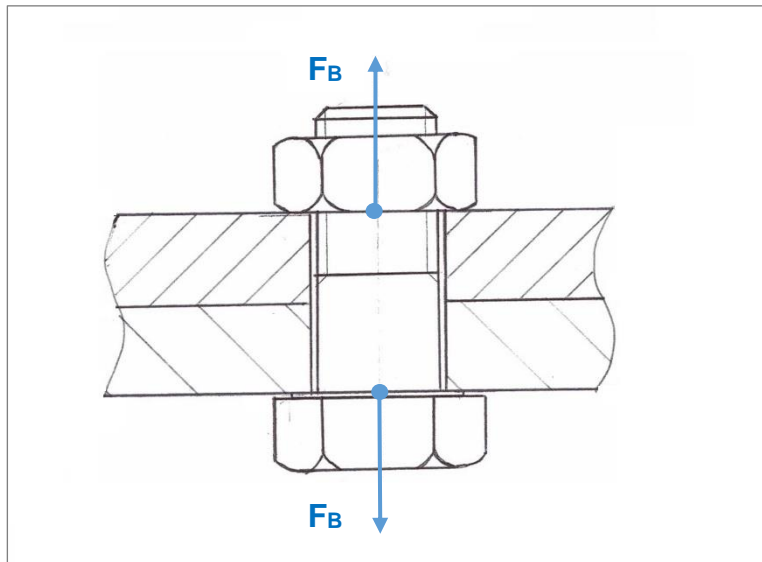
**Frage 2:** Erklären Sie den Knick im Verlauf der oberen Ausschlagsspannung bei  $\sigma_m = 450$  N/mm<sup>2</sup> in 1-2 kurzen und vollständigen Sätzen.

Würde die obere Ausschlagsspannung Werte oberhalb der Fließgrenze  $R_p$  annehmen, so wäre Dauerfestigkeit nicht mehr gegeben. Deshalb muss ein Sprung auftreten, sobald die obere Ausschl.sp.  $R_p$  erreicht.

**Frage 3:** Welche maximale Mittelspannung  $\sigma_m$  ist zulässig, wenn die Ausschlagsspannung  $200 \text{ N/mm}^2$  betragen darf?

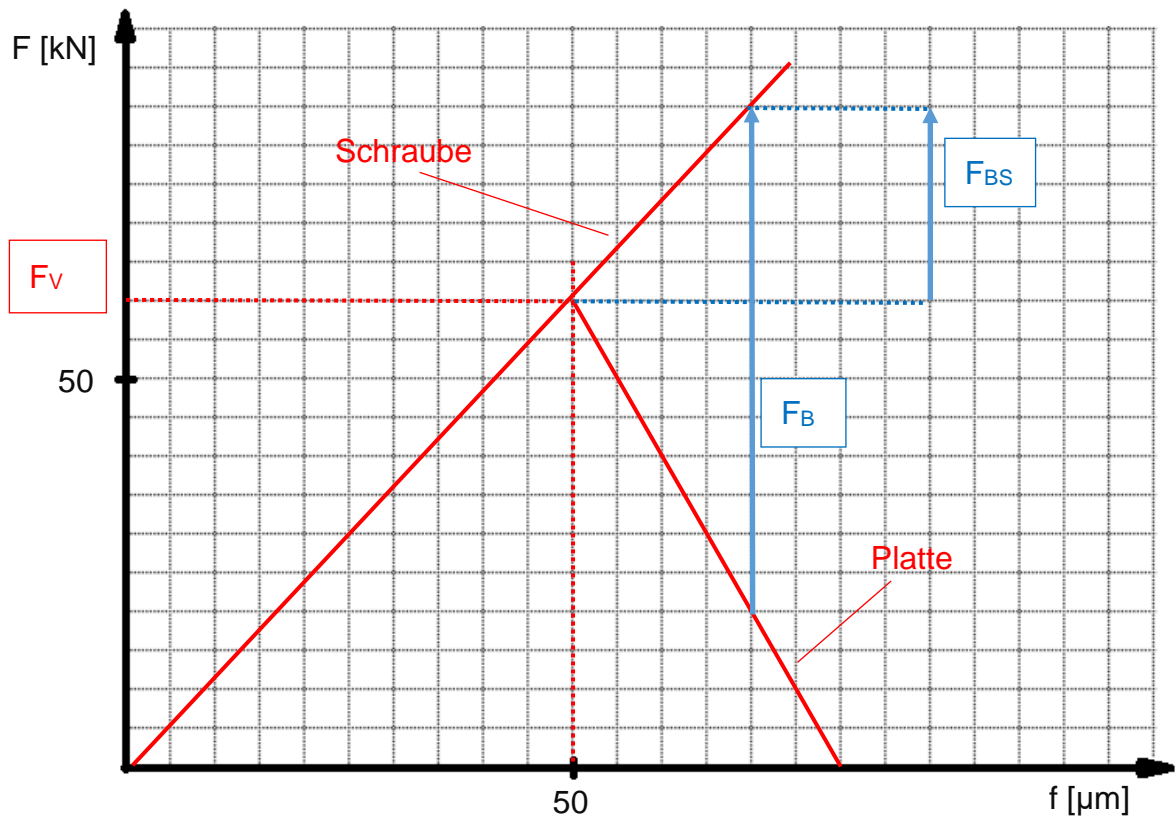
$$\sigma_{m,t} = \dots\dots\dots 500 \dots\dots\dots \text{ N/mm}^2$$

Zwei Stahlplatten werden durch eine Schraubverbindung kraftschlüssig verbunden. In der Fertigung wird diese Verbindung mit einer Vorspannkraft  $F_V$  ausgeführt. Später im Betrieb wirkt eine Betriebskraft  $F_B$ .



**Frage 1:** Skizzieren Sie die Verschraubung im unten gegebenen Diagramm. Machen Sie die Vorspannkraft  $F_V$ , die 60 kN beträgt, in der Skizze kenntlich. Die Steifigkeit der Schraube beträgt  $1,2 \text{ kN}/\mu\text{m}$ , die der Platte beträgt  $2 \text{ kN}/\mu\text{m}$ . (rot)

**Frage 2:** Zeichnen Sie die Betriebskraft, die 65 kN beträgt, in Ihre Skizze aus Frage 1 ein. Machen Sie den Anteil der Betriebskraft, der auf die Schraube wirkt, deutlich ( $F_{BS}$ ). (blau)

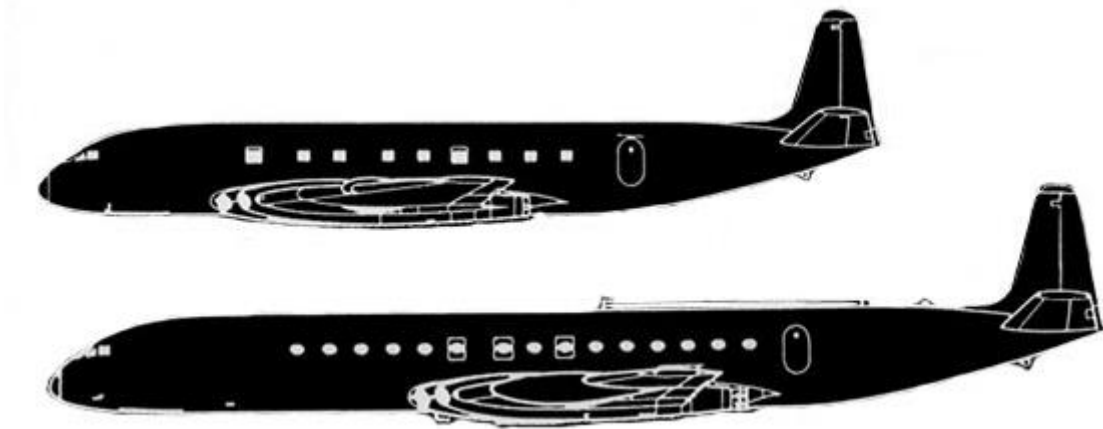


Welche der folgenden Aussagen sind zutreffend?

- Beim Einsatz von Radialwellendichtringen darf die Lauffläche auf der Welle eine Oberflächenhärte von höchstens 40 HRC aufweisen.
- Filzringe können bei Fettschmierung eingesetzt werden.
- Die Dichtwirkung von O-Ringen beruht auf der Verformung ihres Querschnitts im eingebauten Zustand. Die daraus resultierende Reaktionskraft ergibt die für die Abdichtung erforderliche Anpresskraft.
- Radialwellendichtringe müssen zur Dichtfläche zentriert werden.
- Gleitringdichtungen sind zur Abdichtung rotierender Wellen ungeeignet.
- Labyrinthdichtungen arbeiten reibungs- und verschleißbehaftet, sind dafür aber vollständig dicht.



Die nachfolgende Abbildung zeigt die erste Version (oben) und vierte Version (unten) der de Havilland DH.106 Comet, dem ersten in Serie gebauten Jet-Passagierflugzeug.



Nach mehreren Unglücken mit der ersten Version, teilweise unter mysteriösen Umständen, wurde 1954 eine Untersuchungskommission eingerichtet. Die Kommission empfahl nach ihrem Abschluss eine Änderung der Form von Fenster. Die Empfehlung wurde in späteren Versionen umgesetzt (siehe Abbildung oben), wodurch die Sicherheit verbessert werden konnte. Der Grund für die Notwendigkeit der Anpassung lag in den größeren Flughöhen, die Jet-Passagierflugzeuge gegenüber propellergetriebenen Passagierflugzeugen erreichen konnte.

Beachten Sie den Hinweis unten und erklären Sie:

1. Warum die Änderung der Form der Fenster empfohlen?
2. Warum konnte hierdurch die Sicherheit erhöht werden?

(Bedenken Sie, dass das Flugzeug erheblich höher fliegen konnte als Propeller-Passagierflugzeuge. Folglich war die Belastung des Rumpfes durch die Differenz des Druckes im und außerhalb des Rumpfes größer als bisher.)

1. Die Änderung der Fenster wurde empfohlen, um entstehende Spannungsspitzen in den Ecken der Fenster zu mindern. (1 Punkt).
2. Durch die größeren Flughöhen vergrößerte sich die Amplitude des Lastwechsel durch gleichbleibenden Innendruck für die Passagiere aber sinkendem Umgebungsdruck während eines Fluges (1 Punkt). Durch die Änderung der Fenstergeometrie konnte die Lebensdauer des Rumpfes erhöht werden (1 Punkt).

---

---

---

---

## Maschinenzeichnen

( / )

### CAD

( / )

#### Frage 1:

Was ist der Unterschied zwischen einem CAD-Modell, das mit einem 2.5D-System erzeugt wurde, und einem CAD-Modell, das mit einem 3D-System erzeugt wurde?

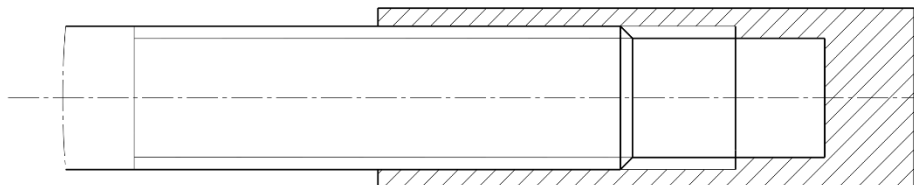
Das 2.5D Modell enthält keine Volumeninformationen. (1 Punkt)

## Grundlagen Technisches Zeichnen

( / )

#### Frage 1:

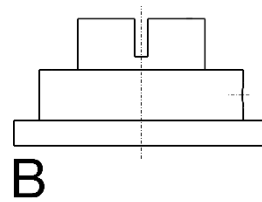
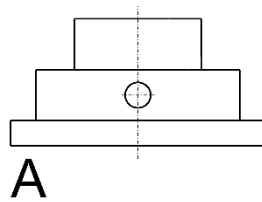
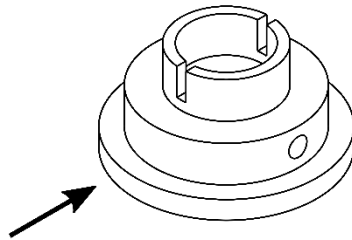
Benennen Sie die drei Fehler, die in der dargestellten Schnittansicht einer Gewindeverbindung, gemacht wurden.



1. Fehler: Schraffur im Innengewinde muss bis Gewindegrund reichen. (1 Punkt)
2. Fehler: Bohrspitze bei Kernlochbohrung fehlt. (1 Punkt)
3. Fehler: Nutzbare Gewindelänge der Schraube muss eine dicke Volllinie sein. (1 Punkt)

**Frage 2:**

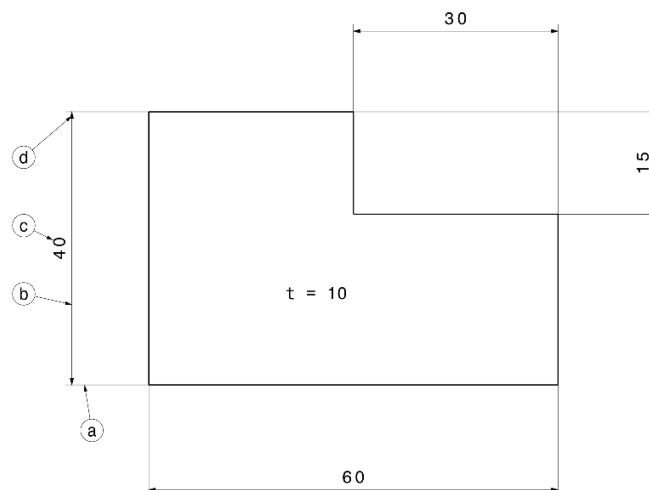
Welche der gezeigten Ansichten entspricht der Projektion des räumlich dargestellten Körpers in Pfeilrichtung? Kreuzen Sie an.



A       B (1 Punkt)

**Frage 3:**

Bennen Sie die geforderten Elemente einer Bemaßung:



a: Maßhilfslinie (1 Punkt)  
b: Maßlinie (1 Punkt)  
c: Maßzahl (1 Punkt)  
d: Maßlinienbegrenzung (1 Punkt)

**Frage 4:**

Welches Volumen besitzt der dargestellte Körper von Frage 3 in dm<sup>3</sup>?

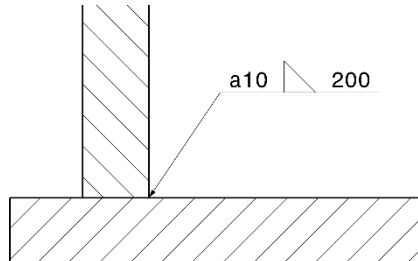
$$V = (40\text{mm} * 60\text{mm} * 10\text{mm}) - (30\text{mm} * 15\text{mm} * 10\text{mm}) = 0.0195 \text{ dm}^3 \text{ (2 Punkte)}$$

## Toleranzen und zusätzliche Angaben

( / )

### Frage 1:

Welche Informationen können Sie folgender Angabe entnehmen:

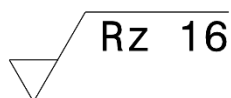


Kehlnaht mit Nahtdicke 10 mm (1 Punkte)  
Länge der Naht 200 mm (1 Punkt)

### Frage 2:

Welche Informationen können Sie aus den gezeigten Oberflächen entnehmen?

**A**



**B**

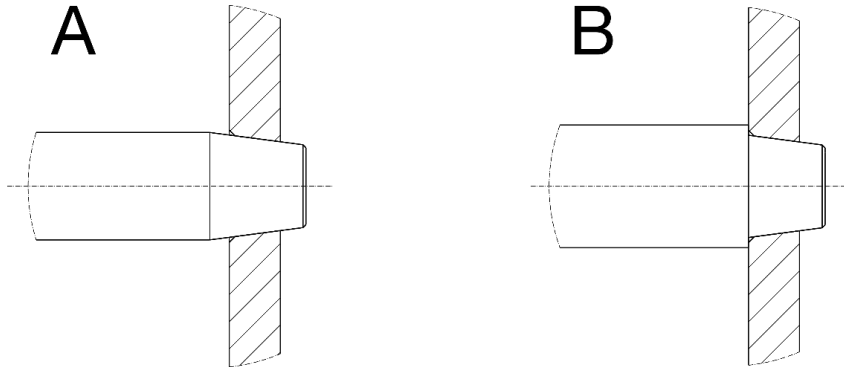


A: Oberfläche mit materialabtragender Bearbeitung (1 Punkte)  
Mittlere Rauhtiefe 16  $\mu\text{m}$  (1 Punkte)

B: Oberfläche, materialabtragende Bearbeitung nicht zulässig (0.5 Punkte)  
Keine weitere Angaben zur Rauheit (0.5 Punkte)

**Frage 1:**

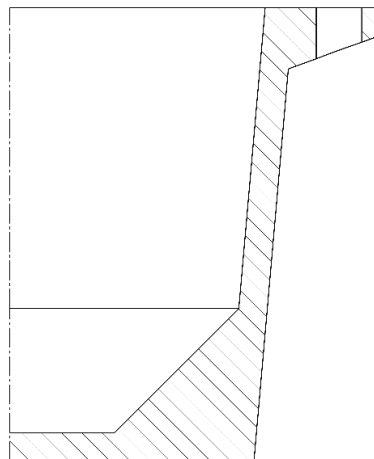
Welche Lagerung des Bolzens würden Sie bevorzugen und warum?



Lagerung A, da es hier keine Doppelpassung gibt und die Lagerung somit nicht statisch überbestimmt ist.

**Frage 2:**

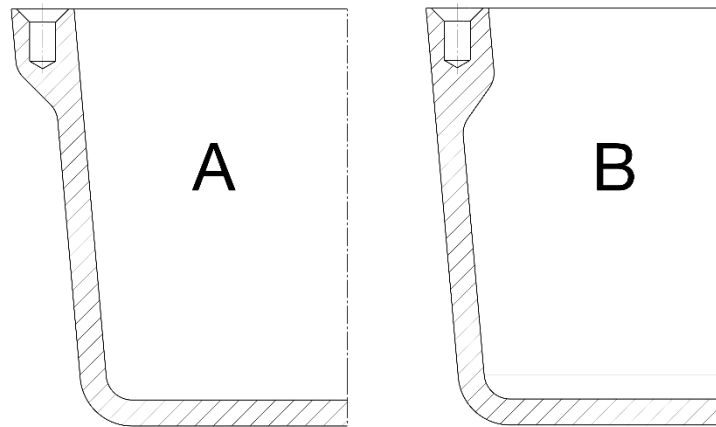
Welche drei Fehler wurden in folgendem Bauteil bezüglich der Gussfertigung gemacht?



1. Keine Rundungen vorgesehen (1 Punkt)
2. Fehlende Ansatzflächen für die Bohrung (1 Punkt)
3. Materialanhäufungen (Gefahr von Lunkerbildung) (1 Punkt)

### Frage 3:

Welche Form ist gusstechnisch besser geeignet und warum?



Form A, da es keine Hinterschneidungen gibt und somit ohne verlorenen Kern gearbeitet werden kann. (1 Punkt)

### **Zeichnen von Baugruppen**

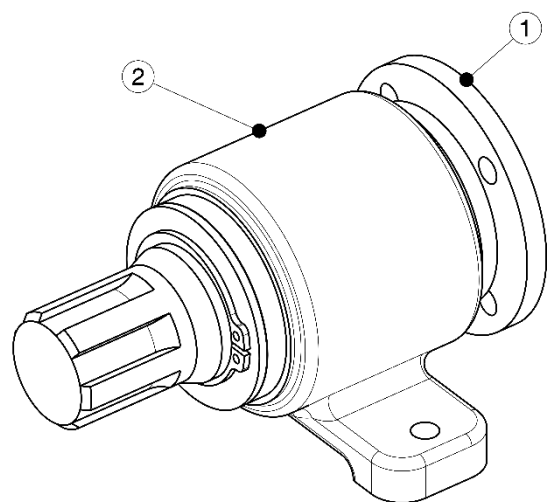
( / )

### Frage 1:

Gegeben ist die Halterung (2) für eine Welle (1) eines Steuergestänges in einer Tragfläche, welches dazu dient ein Drehmoment über einen Hebelarm in eine Kraft umzuwandeln. Das Drehmoment wird über die Keilwelle eingebracht und der Hebel wird am Ende der Welle angeflanscht.

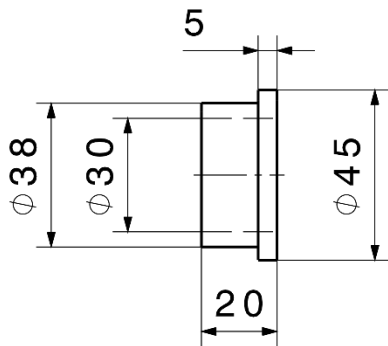
Die Welle (1) ist in der Halterung (2) mithilfe von Gleitlagerbuchsen beweglich gelagert. Die Gleitlagerbuchsen sitzen zwischen Welle (1) und Halterung (2).

Zeichnen Sie die Vollschnittdarstellung des Zusammenbaus in der gegebenen Angabe. Achten Sie auf eine spielfreie und vollständig bestimmte Lagerung. Fügen Sie wo nötig Normteile ein, um die Lagerung zu bestimmen und zu sichern. Auf eine Schmierung muss nicht geachtet werden. Der Teil mit den Flanken der Keilwelle von (1) muss nicht ergänzt werden.

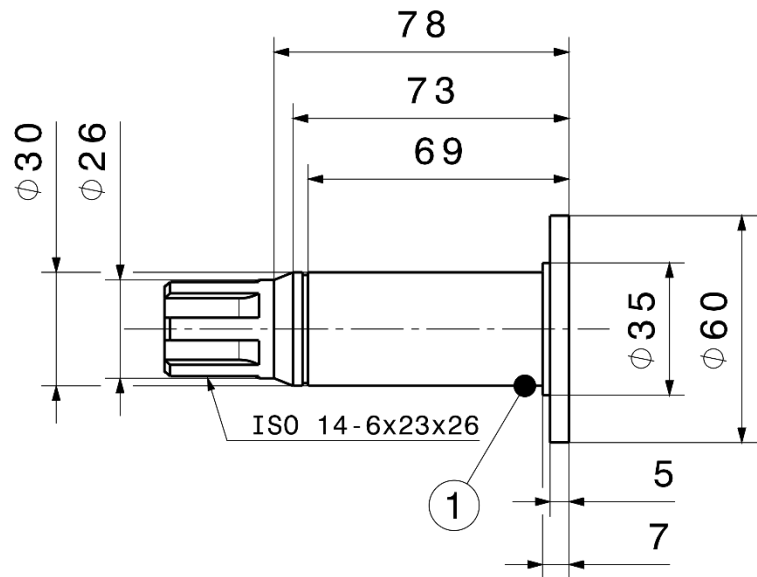


**Gegebene Teile:**

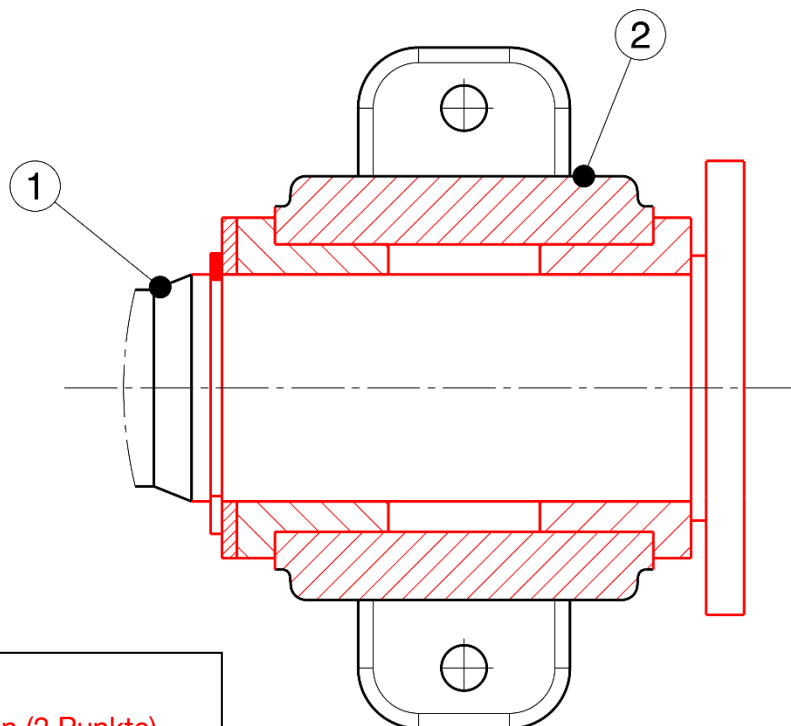
Lagerbuchse M1:2



Welle, M1:2



**Zeichnung (Maßstab 1:1):**



**Punkte:**

- Gleitlagerbuchsen (2 Punkte)
- Welle (2 Punkt)
- Gehäuse (1 Punkt)
- Schraffur (1 Punkt)
- Passscheibe (1 Punkt)
- Sicherungsring (1 Punkt)



**Frage 2:**

Markieren Sie in der Schnittzeichnung alle relevanten Presspassungen und Spiepassungen.

Presspassung: Zwischen Umlenkhebel und Gleitlagerbuchsen (1 Punkt)

Spiepassung: Zwischen Gleitlagerbuchsen und Bolzen (1 Punkt)