

## Hausbeleg Maschinenelemente 2 - WiSe 2024

(gültig für alle Prüfungsordnungen)

### - Kippschalter -

".

#### Funktion:

Der im Bild 1 dargestellte Kippschalter dient zum Schließen und Öffnen eines Stromkreises (Schaltzustände „Ein“ / „Aus“). Das Umschalten zwischen den Schaltzuständen erfolgt durch Betätigung des Kipphebels (1). Die Feder (4) erzeugt die zwischen 2 stromführenden Kontakten (5) erforderliche Kontaktkraft  $F_k$ .

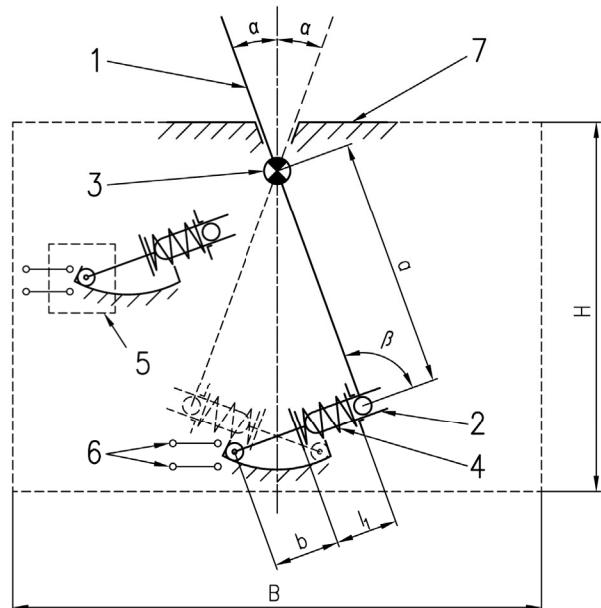


Bild 1: Kippschalter (Schaltzustand „Ein“)

#### Teilaufgaben:

- Präzisierung der Aufgabenstellung
- Gestalten / Auswählen aller notwendigen Maschinenelemente inklusive der Feder (4)
- Festigkeitsberechnungen sind durchzuführen für:
  - o Kipphebel (1)
  - o Kippführung (2)
  - o Gestellfestes Gelenk (3)
  - inclusiv der Kraftübertragungsstellen
  - o eventuell zusätzlich benutzte Federn ( $\rightarrow$  betrifft nicht Feder (4))
- Alle Bauteile sollen an einem Rahmen/Gestell befestigt sein.
- Anfertigen eines eindeutigen normgerechten technischen Entwurfs (Darstellung im Schaltzustand „Ein“)
- Anfertigen einer normgerechten Einzelteilzeichnung der Kippführung (2)
- Anfertigen einer Einzelstückliste (separates Blatt)

#### Hinweise zur Aufgabenstellung:

- Der Kontaktbereich (5) besteht aus **zwei Kontaktpaaren**. Die geforderte Kontaktkraft  $F_k$  ist für jedes Kontaktpaar zu gewährleisten.
- Geometrische Größen von Bauteilen sind möglichst durch Dimensionieren festzulegen. Ein Abschätzen mit anschließendem Nachrechnen von Geometriegrößen ist zulässig, sollte aber vermieden werden.  $\rightarrow$  besser: Bauteile dimensionieren
- Bei Parametern, die nicht berechnet, sondern festgelegt werden, sind die gewählten Werte zu begründen.
- Berechnungen sind durch eindeutige Skizzen zu unterstützen.
- Die Reibung zwischen den Bauteilen kann vernachlässigt werden.
- Für die Feder (4) können Schraubendruck- oder Schraubenzugfedern zum Einsatz kommen. Dabei sind ausschließlich Federn aus Lehrblatt 3.3 bzw. 3.4 zulässig.
- Der Rahmen bzw. das Gestell braucht die Schaltermechanik nicht vollständig umschließen ( $\rightarrow$  keine Gehäuse).
- Die Eigengewichte der Bauteile sind zu vernachlässigen.
- Das Bild 1 dient lediglich der Beschreibung der Funktion des Kippschalters. Es ist keine Vorlage für die Gestaltung der Baugruppe und ihrer Bauteile.
- Zum Berechnungsteil gehören auch Angaben zu Passungen, Oberflächenangaben, Fertigung und Montage.
- **Der Berechnungsteil ist auf maximal 18 Seiten (9 Blätter) zu begrenzen – ohne Aufgaben- und Datenblätter.**

## Gegeben:

Allgemeine Angaben:			
Sicherheitsfaktor Haften (falls für die Konstruktion erforderlich)	$S_H$		1,8
Sicherheitsfaktor Fließen	$S_F$		2,5
Einsatzbedingungen			statisch
Belastungen:			
Kontaktkraft (je Kontakt)	$F_k$	[N]	10 ± 1
Maximale Betätigungs Kraft am Kipphebel (1)	$F_{B,max}$	[N]	100
Winkel:			
Kippwinkel	$2\alpha$	[°]	< 80
Winkel zwischen dem Kipphebel (1) und der Kippführung (2) in den Endlagen	$\beta$	[°]	90

## Hinweise zur Bewertung:

Nichtbeachten von mindestens einer der nachfolgend aufgeführten Anforderungen führt automatisch zur Bewertung des Beleges mit der Note 5:

- Belege dürfen nicht identisch sein, auch nicht teilweise.
- Die Hinweise zum Anfertigen der Hausbelege sind zu befolgen.
- Die Baugruppe muss alle oben aufgeführten Forderungen erfüllen.
- Alle oben aufgeführten Teilaufgaben müssen bearbeitet werden.
- Die Baugruppe muss die geforderte Funktion erfüllen.
- Die Baugruppe muss herstellbar, montierbar und bedienbar sein.

Zum Bestehen des Beleges müssen sowohl Berechnungs- als auch Zeichnungsteil besser als 5 bewertet werden.

Unter folgenden Bedingungen wird der Beleg nicht kontrolliert:

- Fehlende Prüfungsanmeldung
- Keine termingerechte Abgabe

## Allgemeine Hinweise:

- Für Diplomstudierende der POV17 und alle Studierenden ab der POV21 ist der Beleg eine **Prüfungsleistung** → Anmeldung im Thoska-System erforderlich.  
**Der Anmeldezeitraum endet am 15.01.2025. Nach diesem Termin ist auch kein Rücktritt mehr möglich.**
- Für Bachelor-Studierende alter POVs (vor 2021) ist der Beleg eine Studienleistung. Aus organisatorischen Gründen werden die Studierenden gebeten, sich im Thoska-System für den Beleg anzumelden.
- Erstellen des Zeichnungsteils mit Bleistift auf Normzeichenblättern oder unter Verwendung eines CAD-Systems.

## Spätester Abgabetermin: 22.01.2025

### Abgabe in Papierform

Der Hausbeleg ist in gehefteter Form (Heftstreifen bzw. Aktendulli) oder in einem Schnellhefter mit durchsichtigem Vorderdeckel bis **14.30 Uhr** persönlich im Sekretariat Maschinenelemente (Werner-Bischoff-Bau; Raum 4240) abzugeben. (Vorlage des Studienausweises und Abgabe des Beleges gegen Unterschrift).

### Abgabe in Digitalform

Der Hausbeleg ist als eine PDF mit einer Größe von maximal 20 MB im jeweiligen Moodle-Kurs bis **14:30 Uhr** hochzuladen.

- Für Studierende alter POVs: <https://moodle.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=507&section=7>  
Für Studierende ab POV21: <https://moodle.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=2018&section=4>

Ilmenau, 27.11.2024

## 1. Präzisierung der Aufgabenstellung:

In der Aufgabenstellung wurde nach Entwurf eines Kippschalters mit Ein/Auszustände.

- Der Hebel (Teil 1) belegt sich mit der Winkel  $\alpha = 2\varphi$  zw. Ein/Auszuständen.

für diese Bewegung muss Kraft horizontal auf Hebel geübt wird.

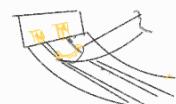
- Diese Kraft wird durch einen festen Drehwinkel (Teil 3) übertragen.

- Am Ende des Hebels ist ein Feder befestigt, die dazu dient, wie hoch der Kraft sein muss um die Ein/Auszustände zu umwandeln.

Am Ende dieses Feder ist ein Kugel verbunden die auf einer Bahn Rollt und entscheidet dann ob die elektrisches Netz geschlossen (Einschalten) bzw. offen (Ausschalten)

# zu realisieren diese Idee kann man 3 Konzepte für die Kontaktstelle entwerfen.

1. integrierte Kontaktstelle 12 Kontaktstellen



2. Mit Hilfe Blattfeder (Horizontal)



3. Blattfeder  
Vertikal



Nr.	Funktionsanforderung	Forderungsart	Wert
1	Ein/Auszustand	F	Schließen - offenen Stromkreis
2	Schalter Bewegung mit relativ geringer Kraft	F	FB max = 100 N
3	Winkel Bereich der Hebel	F	$2\alpha = 80^\circ$
4	Kontaktkraft auf die stromführend kontaktieren	F	$F_k = \pm 10 \text{ N}$
5	Stromzufuhr an die Kontaktrealisierung	F	
6	Isolation Strom Fluss irrelevante Bauteile	F	
7	Rahmen soll möglichst klein	W	B und H
8	Vermeidung von dauer Reibungsstelle	M	
9	Sicherheitsfaktor	F	1,8
10	Sicherheitsfaktor Fließen	F	2,5
11	Montierbarkeit	F	Montier und demontierbar

## 2. Dimensionierung:

$$F_x = -F_F \cos(30^\circ) + F_N \cos(60^\circ) + f_k$$

$$F_y = -F_F \sin(30^\circ) + F_N \sin(60^\circ)$$

1) Gestalten der Maschinenelemente:

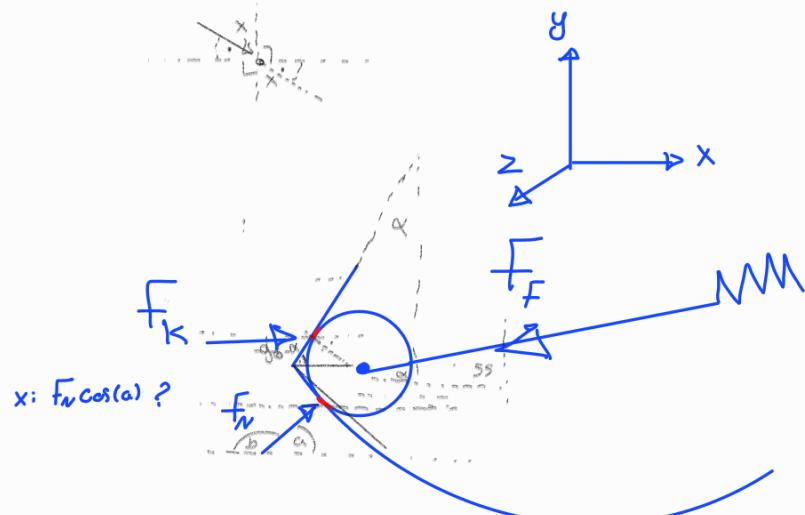
geg:  $F_k = 10 \pm 1 \text{ N}$ ; da  $F_k = 10 \pm 1 \text{ N}$  (also  $F_k = F_N$ )

ges: Federkraft und  $f_k$  vom Kurvenlauf.

Lös: Anhand meiner Rechnung habe ich angenommen, dass die geeignete  $\alpha$  für meine Fabrikat  $35^\circ$  beträgt, da in meisten Schaltern solche Winkel genutzt werden.

↳ Annahme  $\alpha = 35^\circ$

$F_N$  Normalkraft  
 $F_F$  Federkraft  
 $F_K$  Kettenspannkraft



aus Geometrie stellt man fest, dass  $F_k$  und  $F_N$  mit dem Winkel  $90^\circ - \alpha$  von der x Achse vertrebt sind →

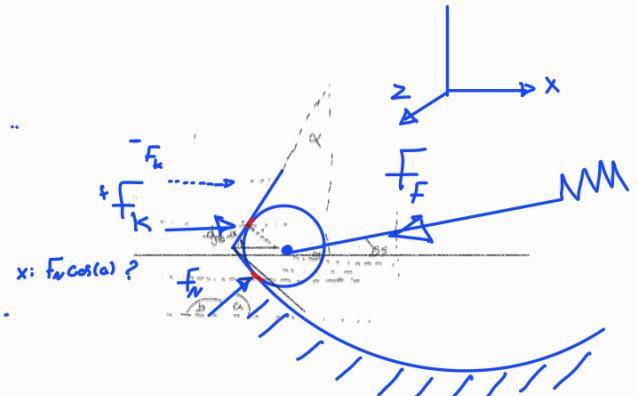
$$\vec{F}_N = F_N \cos(90^\circ - \alpha) \vec{x} + F_N \sin(90^\circ - \alpha) \vec{y}$$

$$\sum F_x = 0 : f_N \cos(g_0 - \alpha) - f_F \cos(\alpha) + 2f_K = 0$$

$$\hookrightarrow f_N = \frac{f_F \cos(\alpha) - 2f_K}{\cos(g_0 - \alpha)} \quad ①$$

$$\sum F_y = 0 : f_N \sin(g_0 - \alpha) - f_F \sin(\alpha) = 0$$

$$\hookrightarrow f_F = \frac{f_N \sin(g_0 - \alpha)}{\sin(\alpha)} \quad ②$$



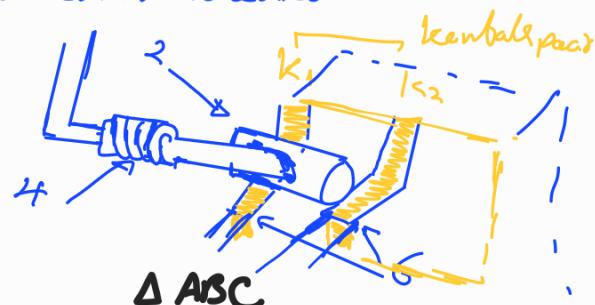
• Mit dem Taschenrechner 2x2 Gl. System erhält man:

mit der Annahme:  $\alpha = 35^\circ$

$$f_N = 33,545 \text{ N} \approx 33,6 \text{ N}$$

$$f_F = 47,907 \text{ N} \approx 48 \text{ N}$$

; Einsetzen in Taschenrechner



## # Phythagoras und Trigonometrie

$t_1$  ist die Symmetrielinie:

$$a^2 + \left(\frac{x+l_1}{n_1}\right)^2 = (b_1)^2 \quad t_1 > a > x+l_1$$

$$\sin(\alpha) = \frac{n_1}{t_1} \Rightarrow t_1 = \frac{n_1}{\sin(\alpha)} \quad ①$$

$$\cos(\alpha) = \frac{a}{t_1} \Rightarrow t_1 = \frac{a}{\cos(\alpha)} \quad ② \quad t_2 \leq t_1$$

$$\tan(\alpha) = \frac{n_1}{a} \Rightarrow n_1 = \tan(\alpha) \cdot a \quad ③$$

$$n = \tan(\alpha) \cdot a$$

$$= \tan(35) \cdot 26,8 \Rightarrow l_1 + x = \tan(\alpha) \cdot a$$

=

(b)  $\hookrightarrow l_1 < \tan(\alpha) \cdot a$

$\hookrightarrow 0 < x < b$

$$a = 40 \text{ mm}$$

$$x(0) \Rightarrow l_1 = 28,01 \text{ mm}$$

$$\hookrightarrow l_0 >$$

$$\therefore l_0 > l_1$$

$\Delta ABD$  # Wobei die Hebel der Symmetrielinie

überschritten und die Feder am kurzenen ist.

↳ aus Geometrie gilt:

$$\textcircled{1} \quad 2\alpha < \varphi < \alpha$$

$$\textcircled{2} \quad l_1 + b > \frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)} \cdot a$$

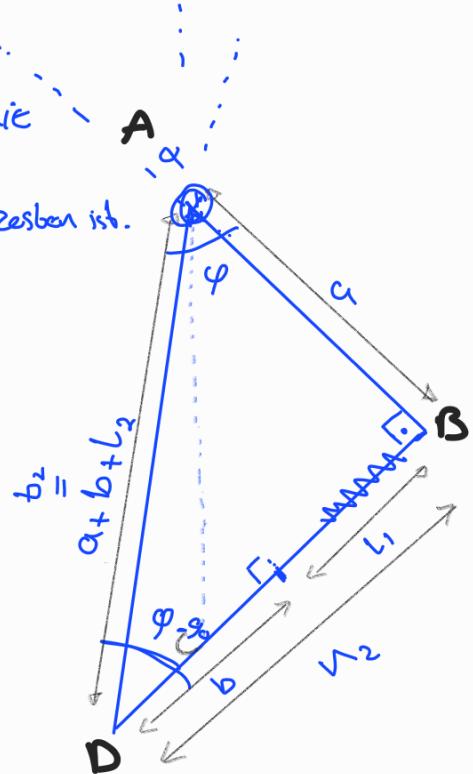
# Um die Rechnung leichter zu machen:

Annahme:  $a = 40 \text{ mm}$      $b = 13$

$$\sin(\varphi) = \frac{a}{t_2} = \frac{13 \text{ mm} + l_1}{40 \text{ mm} + 13 \text{ mm} + l_2} = \sin(\alpha)$$

$$\cos(\varphi) = \frac{a}{b} = \frac{40 \text{ mm}}{13 \text{ mm} + l_2} = \cos(\alpha)$$

$$\tan(\varphi) = \frac{a}{c} = \frac{b + l_1}{a} \Rightarrow \arctan\left(\frac{b + l_1}{a}\right) \square$$



28,01 - 48

$\therefore l_2 \geq l_1$

$$\begin{aligned} \therefore l_2 &= l_1 - \frac{F_F}{R} ; \text{ da } \underline{l_1 \geq 28,01} \quad F_{n_{\max}} = 81 \Rightarrow F_n \geq 81 \\ &= 28,01 - \frac{48}{R} = \textcircled{1} \Rightarrow \frac{48}{R} > 28,01 \Rightarrow \underline{R > 1,71} \end{aligned}$$

↳ Da viele Unbekannte vorhanden, müssen geometrische Annahmen ausgewählt:  $a = 40 \text{ mm}$      $b = 13 \sim (\frac{1}{3} \cdot a)$

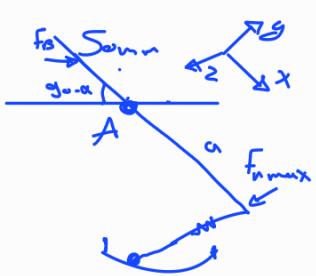
↳ Nach Überprüfung unterschiedliche Längen für  $a$  passen 40 mm am besten.

(2)

↳ Nach Überprüfung unterschiedliche Längen für  $a$  passen 40 mm am besten.

$\hookrightarrow$  Betätigungsdruck

Annahme: Hebel vor dem Gelenk = a



$$\Rightarrow F_{B\max} \cdot \alpha \cdot \cos(\alpha) = F_{n\max} \cdot \alpha ; F_{B\max} = 100 \text{ N}$$

$$F_{n\max} = 100 \text{ N} \cdot \cos(35^\circ) = \underline{\underline{65,5 \text{ N}}} \Rightarrow$$

$$\hookrightarrow F_n \geq 65,5 \text{ N} \quad \text{⑤}$$

$$\textcircled{1} \quad l_0 > 28,01 \text{ mm}$$

$$\textcircled{2} \quad R \geq 1,71 \text{ mm}$$

aus  $\textcircled{1}, \textcircled{2}, \textcircled{3}$

$\hookrightarrow$  Mögliche Varianten von Druckfeder aus L.B. 3.3 cm:

$$1. \text{ SH } 1,25 \times 10 \times 29,5 \quad R = 4,52 \quad n = 5,5$$

$\hookrightarrow$  Da alle Kriterien erfüllt sind und dann

SH 1,25x10x29,5

$$l_2 = l_0 - \frac{F_F}{R} = 18,9$$

$$\varphi = \arctan \left( \frac{b + l_1}{a} \right) =$$

# überprüfen mein Auswahl:

$$l_2 = l_0 - \frac{F_F}{R} = 29,5 \text{ mm} - \frac{48 \text{ N}}{4,52 \text{ N/mm}} = \underline{\underline{18,8}} \quad \checkmark < 28,01$$

$$\varphi = \arctan \left( \frac{b + l_1}{a} \right) = \arctan \left( \frac{13 \text{ mm} + 29,5}{40 \text{ mm}} \right) = \underline{\underline{46,7^\circ}} \quad \checkmark \quad \alpha < \varphi < 2\varphi$$

$$F_B = \frac{F_{F_2} \cdot a}{\cos(\alpha) \cdot C} \quad \text{d.h.: } a = 40 \text{ mm}$$

$$= \frac{96,4 \text{ N} \cdot 40 \text{ mm}}{\cos(35^\circ) \cdot 50 \text{ mm}} = 94,11 \text{ N} \quad \checkmark$$

$$b = 13 \text{ mm}$$

$$F_{F_2} = F_{F_1} + (l_1 - l_2)R$$

$$\varphi = 46,7^\circ$$

$$= 48 \text{ N} + (29,5 - 18,9) \text{ mm} \cdot 4,52 \text{ N/mm}$$

$$l_1 = l_0 = 29,5 \text{ mm}$$

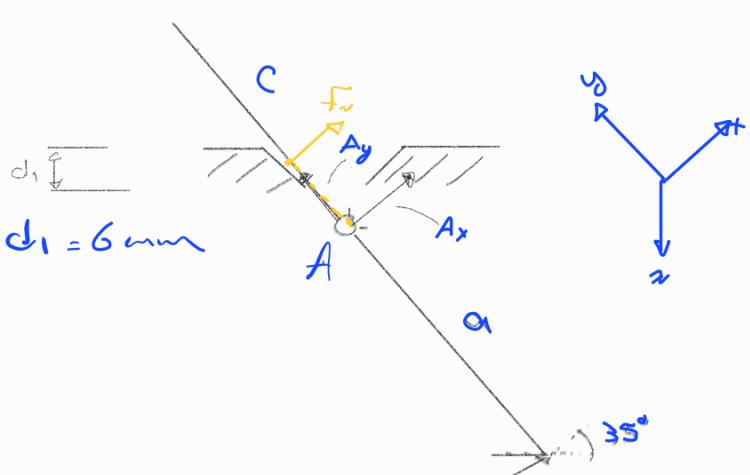
$$= \underline{\underline{96,364 \text{ N}}} \quad \square$$

$$l_2 = 18,8 \text{ mm}$$

## # Lagerreaktionen:

→ Auszahl der Dicke von Gehäuse  $d_1 = 6 \text{ mm}$

→ Durchgelenk  $d_2 = 10 \text{ mm}$



A<sup>D</sup>:

$$a \cdot f_F \stackrel{!}{=} f_N \cdot (d_2 + \frac{d_1}{2})$$

$$40 \text{ mm} \cdot 48 \text{ N} \stackrel{!}{=} f_N \cdot (10 \text{ mm} + \frac{6}{2} \text{ mm})$$

$$\Rightarrow f_N = \frac{40 \text{ mm} \cdot 48 \text{ N}}{13 \text{ mm}} = 147,7 \text{ N} \quad \square$$

$$\sum F_{ix} \stackrel{!}{=} 0: A_x + f_N + f_F \stackrel{!}{=} 0 \Rightarrow A_x = -f_N - f_F = 195,7 \text{ N} \quad \square$$

$$\underline{\underline{A_y}} = 0$$

$$\Rightarrow f_u = A_x$$

## # Schnittreaktionen um das Biegemoment zu rechnen:

$$0 < x < (50 \text{ mm} - (\frac{6}{2} + 10))$$

$$\Rightarrow 0 \leq x < 37 \text{ mm} \quad \text{Positive Schnittflansch}$$

$$M_{b2}(x) = 0$$

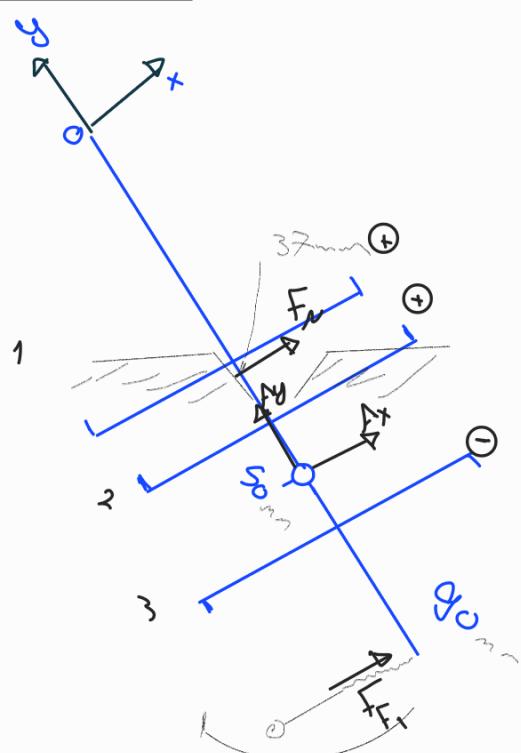
$$37 \text{ mm} \leq x < 50 \text{ mm} \quad \text{Positive Schnittflansch}$$

$$+ M_{b2}(x) - f_N(x - 37 \text{ mm}) = 0$$

$$\Rightarrow M_{b2}(x) = f_N(x - 37 \text{ mm})$$

$$M_{b2}(37 \text{ mm}) = f_N(0) \quad \cdot = 0 \text{ Nmm}$$

$$M_{b2}(50 \text{ mm}) = f_N(50 - 37) = f_N \cdot 13 \text{ mm} = 1920,1 \text{ Nmm}$$



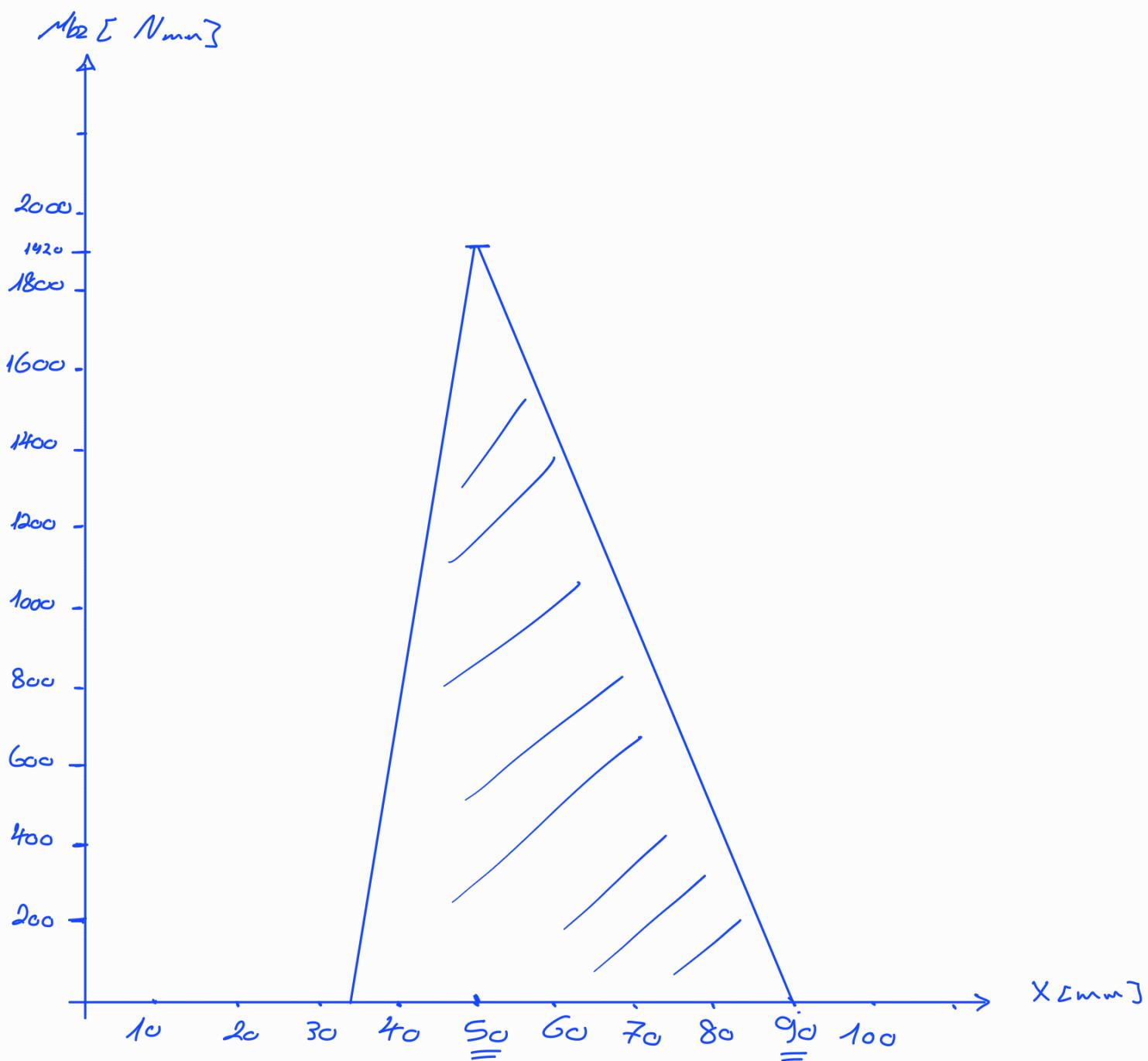
$50 \text{ mm} < x < 90 \text{ mm}$  negative Schnittbalken

$$-M_{b_2} + F_{F_1} \cdot (g_0 - x) \stackrel{!}{=} 0$$

$$\hookrightarrow M_{b_2} = F_{F_1} \cdot (g_0 - x) =$$

$$M_{b_2 \max} = 48 \cdot (g_0 - 50)$$

$$= 1920 \text{ Nmm}$$

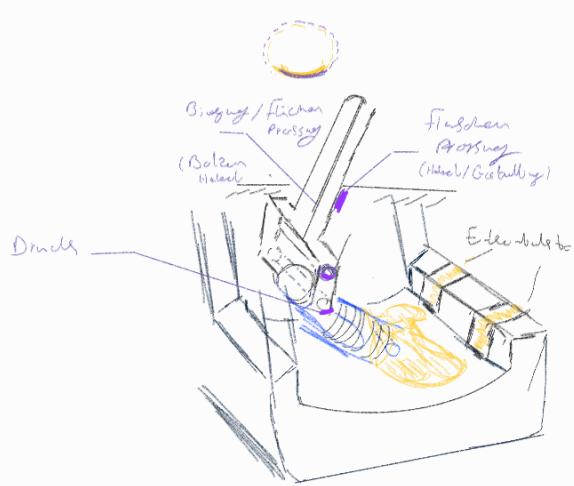


## # Dimensionierung des Hebels:

geg:  $M_{b2\max} = 1920 \text{ Nmm}$

$S_F = 2,5$

ges: Material:



S 235 JR: kostengünstig, Verfügbarkeit, für niedrige Belastungen

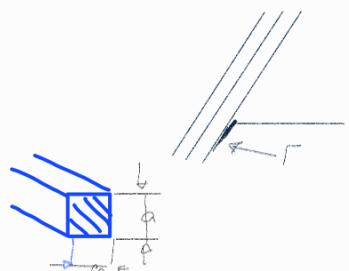
C 35 E: höhere Festigkeit, geeignet für obere Hälfte Belastung

42 CrMo4: höher Belastbarkeit, ideal für dynamische Belastung, aber zu teuer für diese Anwendung.

Lö S235 JR auswählen

1. Brüggen: (LB 1.7)

$$\sigma_{bVorh} = \frac{M_b}{W_b} \leq \sigma_{bZul} = \frac{\sigma_{bF}}{S_F} ; W_b = \frac{\alpha^3}{6}$$



$$= \frac{1920 \text{ Nmm} \cdot 6}{\alpha^3} \leq \frac{220 \text{ N/mm}^2}{2,5}$$

$$\text{Lö } \alpha \geq \sqrt[3]{\frac{1920 \text{ Nmm} \cdot 6 \cdot 2,5}{220 \text{ N/mm}^2}} = 5,08 \text{ mm}$$

wähle  $\alpha = 6,5 \text{ mm}$

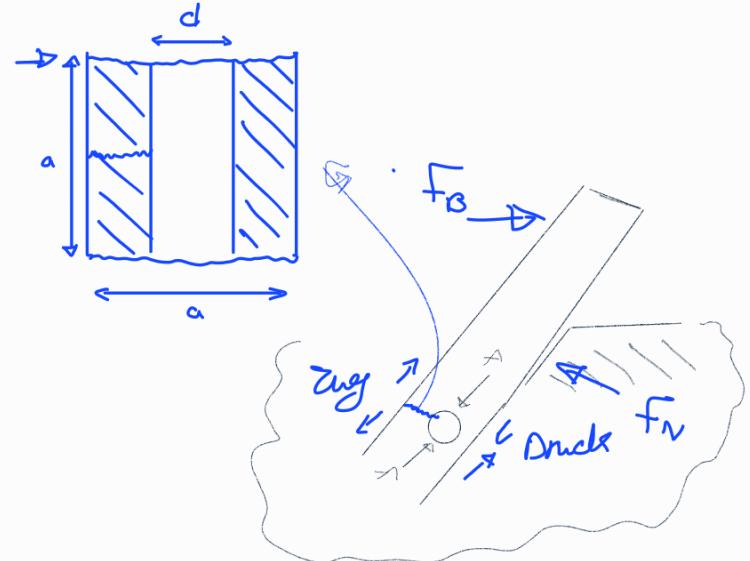
□

## 2. Schubreißen: (Beim Bolzen)

$$\sigma_{\text{Schub}} = \frac{F_N}{A} \leq \frac{2}{3} \frac{R_e}{S_F} = \sigma_{\text{zul}} ; A_{\text{eff}} = \frac{a^2 - ad}{2}$$

(Bohrung = 3 mm)

$$\Rightarrow \sigma_{\text{Schub}} = \frac{147,7 \text{ N} \cdot 2}{6,5 \text{ mm}^2 - 6,5 \text{ mm} \cdot 3 \text{ mm}} \leq \frac{2}{3} \frac{235 \text{ N/mm}}{2,5} \\ = 12,984 \leq 62,6 \rightarrow$$

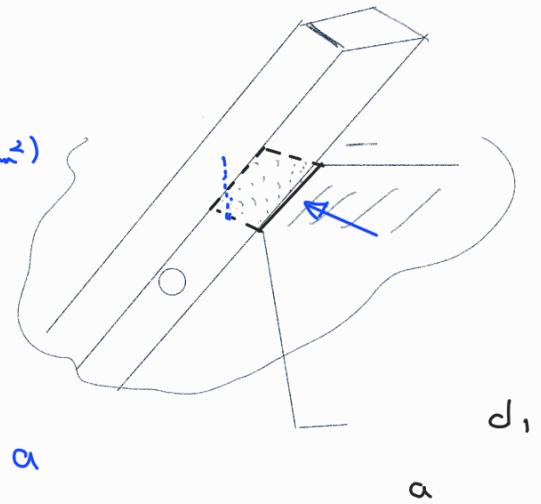


## 3. Flächenpressung (Hebel-Gehäuse)

Material Gehäuse: Polyamid (PA6) ( $R_e = 30 \text{ N/mm}^2$ )

↓ nicht leibend und gussteig

Material Hebel: S235JR ( $R_e = 235 \text{ N/mm}^2$ )

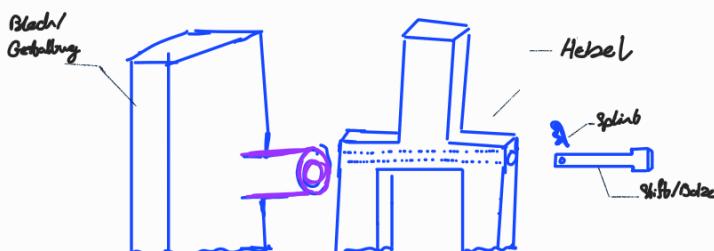


$$p_{\text{Schub}} = \frac{F_N}{A_p} \leq p_{\text{zul}} = \frac{R_{e,\text{min}}}{S_F} ; A_p = d \cdot c \cos(\alpha) \cdot a$$

$$\frac{147,8 \text{ N}}{\cos(45^\circ) \cdot 6 \text{ mm} \cdot 6,5 \text{ mm}} \leq \frac{30 \text{ N/mm}^2}{2,5}$$

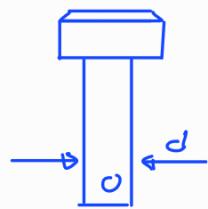
$$3,79 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 12 \text{ N/mm}^2 \rightarrow$$

+ Beim Gehäuse/Blech füge ich noch zwischen Gestell und extra Fläche vom gestell damit die Hebel Leib genug gestellt wird und die Reibung zwischen beweglichen Teilen minimiert



## # Drehachse (Stift) Dimensionierung

ang. Drehmomente: Material: S185  $d_s = 3\text{ mm}$



Blech/Gehäuse: Material : S185

$$F_{Fmax} = F_{Bmax}(4) = 96,364 \text{ N} \cdot \cos(46,7^\circ) = 66,09 \text{ N}$$

1. Scherung (Stift - Hebel) für  $F_{Fmax} = 66,09 \text{ N}$

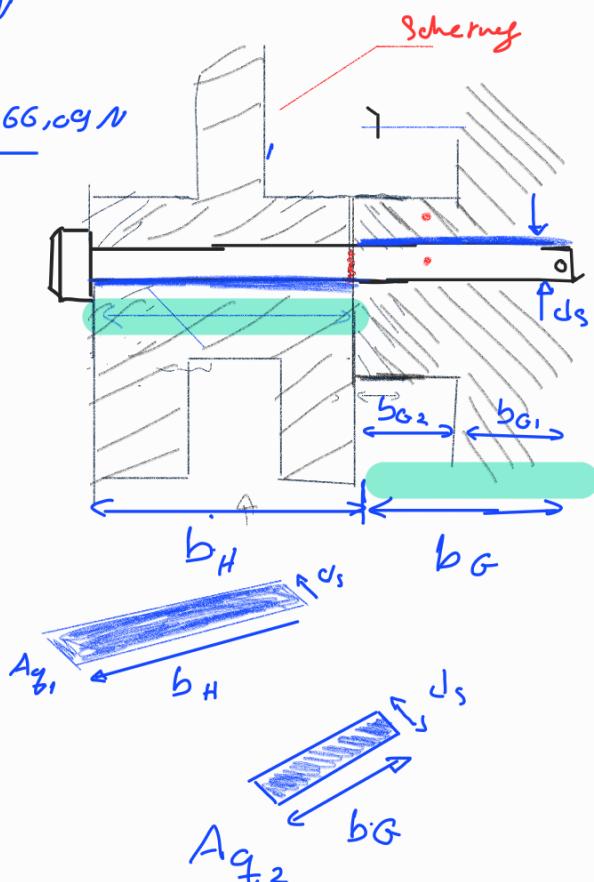
$$\tau_s = \frac{F_{Fmax}}{A_g} \leq \frac{2}{3} \frac{R_e}{s_f} ; A_g = \frac{\pi}{4} d_{stift}^2$$

$$= \frac{66,09 \text{ N} \cdot 4}{\pi \cdot d^2 \text{ mm}^2} \leq \frac{2}{3} \cdot \frac{185 \text{ N/mm}^2}{2,5}$$

$$d_s \geq \sqrt{\frac{66,09 \text{ N} \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2,5}{\pi \cdot 2 \cdot 185 \text{ N/mm}^2}}$$

$$d_s \geq 1,306 \text{ mm} \quad \square$$

Wähle:  $d_s = 2\text{ mm}$   $\square$



2. Flächenpressung Stift - Hebel

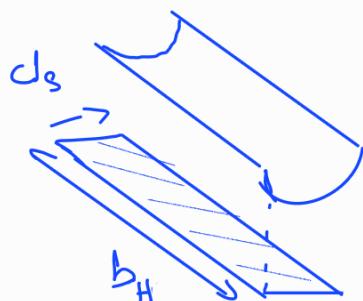
$$p_{wkh} = \frac{F_{Fmax}}{A_{proj}} \leq p_{zul} = \frac{P_{min}}{s_f} ; \text{ aber da 2 Stähle ausgewählt} \\ \Rightarrow \text{aus LB } 1.5 \quad p_{zul} = 30 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{proj} = b_H \cdot d_s = b_H \cdot 2$$

$$p_{wkh} = \frac{66,09 \text{ N}}{b_H \cdot 2 \text{ mm}} \leq 30 \text{ N/mm}^2$$

$$b_H \geq \frac{66,09 \text{ N}}{30 \text{ N/mm} \cdot 2} = 1,102 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow b_H = 2a + D(\text{Seiter}) + 2\text{ mm} = 2 \cdot 6\text{ mm} + 10\text{ mm} + 2\text{ mm} \\ \sim 24 \text{ mm}$$



## Flächenpressung Schieb-Blech (Stabholz)

$$P_{\text{vorb}} = \frac{F_{\text{max}}}{A_{\text{proj}}} \leq P_{\text{zul}} = \frac{R_{\text{min}}}{s_f}$$

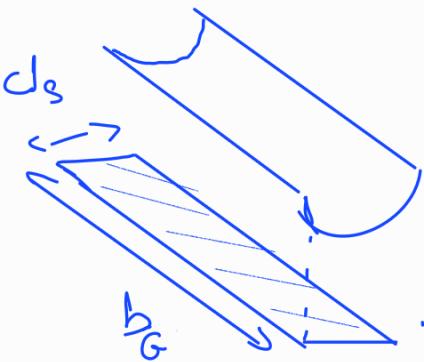
$$\therefore R_{\text{Bolzen}} = R_{\text{Metall}} = 185 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\text{proj}} = b_G \cdot d_s$$

$$\therefore P_{\text{vorb}} = \frac{66,09 \text{ N}}{b_G \cdot 2 \text{ mm}} \leq P_{\text{zul}} = \frac{185 \text{ N/mm}^2}{2,5}$$

$$\therefore b_G \geq \frac{66,09 \text{ N} \cdot 2,5}{185 \text{ N/mm}^2 \cdot 2 \text{ mm}} = 0,45 \text{ mm}$$

$$\text{Wähle: } b_G = 4 = b_{G_1} + b_{G_2}; b_{G_1} = 2 \text{ mm}; b_{G_2} = 2 \text{ mm}$$

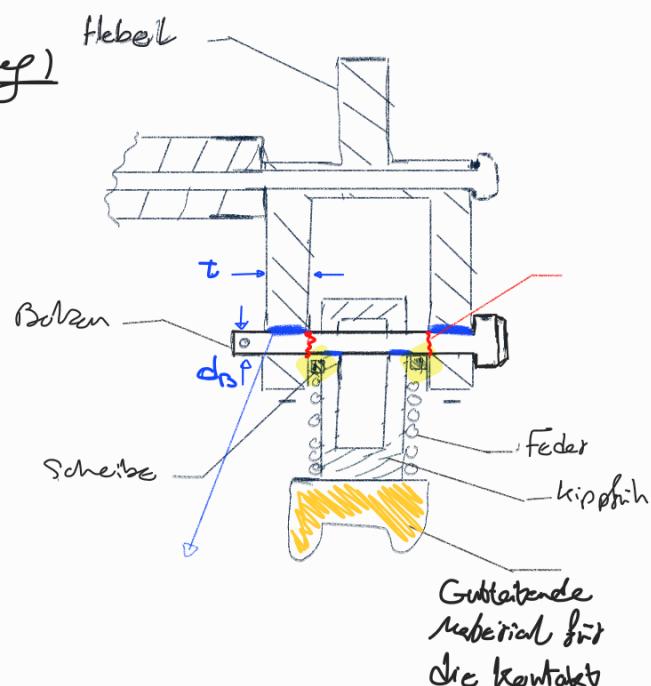


## # Dimensionierung Bolzen (Hebel Kippführungen)

Bolzen Material S185

### 1. Scherung Bolzen:

$$\tilde{\tau}_s = \frac{F_{\text{max}}}{A_q} \leq \frac{2}{3} \frac{R_e}{s_f} = \tilde{\tau}_{\text{zul}} \quad ; \quad A_q = \frac{\pi}{4} d(\text{Bolzen})^2$$



$$\therefore \tilde{\tau}_s = \frac{66,09 \text{ N} \cdot 4}{\pi \cdot d_B} \leq \frac{2}{3} \cdot \frac{185 \text{ N/mm}^2}{2,5} =$$

$$\therefore d_B \geq \sqrt{\frac{66,09 \text{ N} \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2,5}{\pi \cdot 2 \cdot 185 \text{ N/mm}^2}} = 1,71 \text{ mm}$$

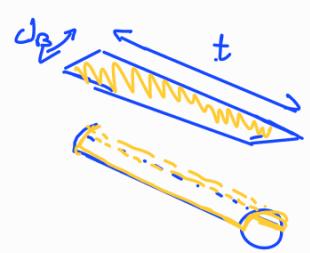
$$\text{Wähle } d_B = 2,5 \text{ mm}$$

### 2. Flächenpressung auf Hebel:

$$P_{\text{vorb}} = \frac{F_{\text{max}}}{i \cdot A_{\text{proj}}} \leq \frac{R_{\text{min}}}{s_f} = P_{\text{zul}}; i = 2; A_{\text{proj}} = d_B \cdot t$$

da der Teil beweglich ist  $P_{\text{zul}} = 30 \text{ N/mm}^2$

$$\therefore P_{\text{vorb}} = \frac{66,09 \text{ N}}{2 \cdot 2,5 \text{ mm} \cdot t} \leq \frac{185 \text{ N/mm}^2}{2,5}$$



$$l_B \geq \frac{G_6,09 A \cdot 2,5}{2 \cdot 2,5 \text{ mm} \cdot 185 \text{ At/mm}^2} = 0,178 \quad \text{wähle } t = 2 \text{ mm}$$

↳ Länge der Bolzen mindestens:

$$l_B \geq d_{\text{Ascheibe}} + 2 \text{ mm Abstand, da keine Reibung passiert} + 2t (\text{Hebel})$$

$$\geq 11,25 \text{ mm} + 2 \text{ mm} + 2 \cdot 2 \text{ mm} \geq 17,25 \text{ mm} \Rightarrow 20 \text{ mm}$$

$\Rightarrow \boxed{\text{ISO } 8185 \text{ B } 2,5 \times 20}$

## # Scheibendimensionierung

Material Auswahl S185JR

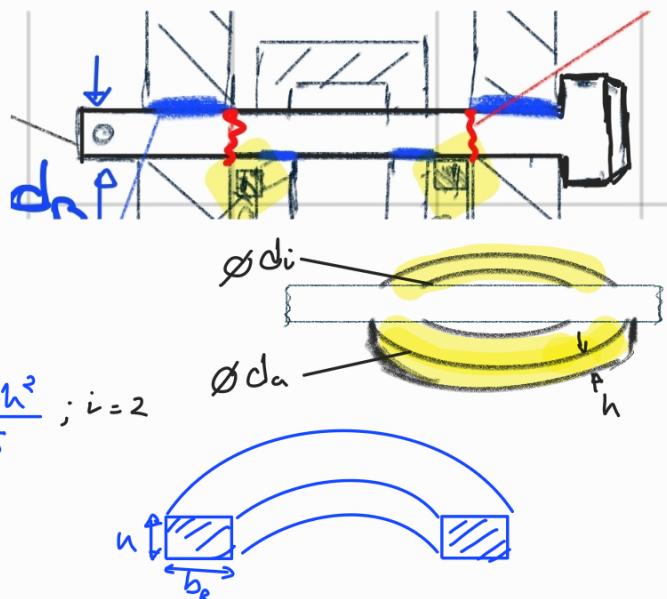
### Biegung auf Scheibe

$$\sigma_{\text{b vorh}} = \frac{M_b}{i W_b} \leq \frac{\sigma_{\text{b,f}}}{S_F} = \sigma_{\text{b zwL}} ; W_b = \frac{b \cdot h^3}{6} ; i=2$$

$$\sigma_{\text{b vorh}} = \frac{1920 \text{ Nmm} \cdot G}{2 \cdot b \cdot h^2} \leq \frac{220 \text{ N/mm}^2}{2,5} = \sigma_{\text{b zwL}}$$

$$\text{Ld} \quad h \geq \sqrt{\frac{1920 \text{ Nmm} \cdot G \cdot 2,5}{2 \cdot 2,5 \text{ mm} \cdot 220 \text{ N/mm}^2}} \geq 5,12$$

Ld wähle  $h = 5,5$



$$d_a = D_a = D + d_{\text{feder}} = 10 \text{ mm} + 1,25 \text{ mm} = 11,25 \text{ mm}$$

$$d_i = D_i = D - d_{\text{feder}} = 10 \text{ mm} - 1,25 = 8,75 \text{ mm}$$

$$b_R = d_a - d_i = 2,5 \text{ mm}$$

## Flächenpressung (Scheib-Bolzen)

(Metall-Metall) Dynamisch  $\rightarrow p_{\text{zwL}} = 30 \text{ N/mm}^2$  

$$p_{\text{vorh}} = \frac{F_{\text{max}}}{i \cdot A_{\text{proj}}} \leq 30 \text{ N/mm}^2 ; A_{\text{proj}} = b_R \cdot d_B$$

$$= \frac{66,09 \text{ N}}{2 \cdot 2,5 \text{ mm} \cdot 2,5 \text{ mm}} \leq 30 \text{ N/mm}^2 \rightarrow 5,9 \text{ N/mm}^2 \leq 30 \text{ N/mm}^2 \rightarrow$$

## # Dimensionierung der Kippführungen

Material Kippführung Polyamid

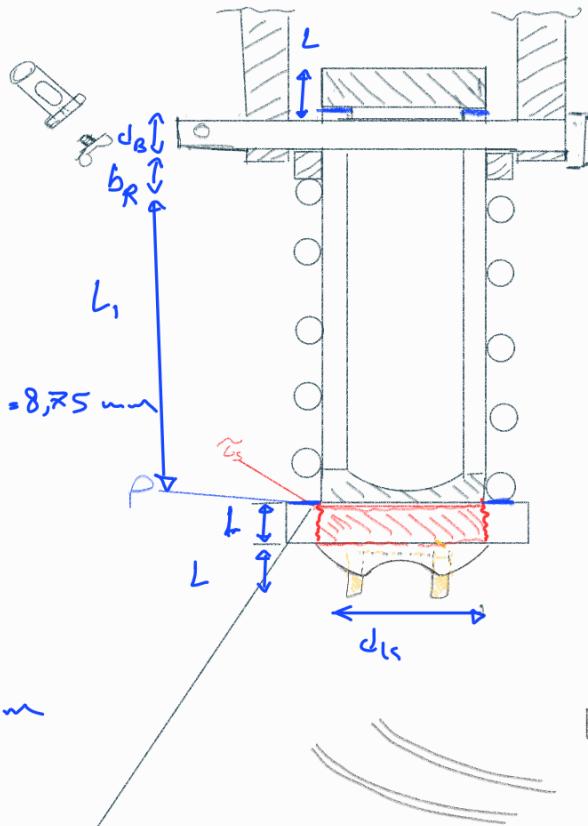
$$\tilde{\sigma}_{\text{S2uL}} = \frac{F_{\text{Fmax}}}{A} \leq \frac{2}{3} \cdot \frac{R_e}{S_F} = \tilde{\sigma}_{\text{S2uL}} ; A = \pi \cdot d_k \cdot L$$

$$; \quad d_k = D_a = 8,75 \text{ mm}$$

$$\tilde{\sigma}_{\text{S2uL}} = \frac{66,09 \text{ N}}{\pi \cdot 8,75 \text{ mm} \cdot L_k} \leq \frac{2}{3} \cdot \frac{30 \text{ N/mm}^2}{2,5} = \tilde{\sigma}_{\text{S2uL}}$$

$$L_k \geq \frac{66,09 \text{ N} \cdot 2,5 \cdot 3}{\pi \cdot 8,75 \text{ mm} \cdot 30 \text{ N/mm}^2} = 0,601 \text{ mm}$$

Wähle  $L_k = 2 \text{ mm}$



## Flächenpressung (Ringkipp - Feder)

$$P_{\text{Vorh}} = \frac{F_{\text{Fmax}}}{A_{\text{proj}}} \leq \frac{R_{\text{min}}}{S_F} = P_{\text{zul}} ;$$

$$= \frac{66,09 \text{ N}}{\pi \cdot 10 \text{ mm} \cdot 1 \text{ mm}} \leq \frac{30 \text{ N/mm}^2}{2,5}$$

Kribischen Fall wo die Feder gedrückt wird die Fläche darunter liegt

$$A_{\text{proj}} = \pi \cdot D \cdot 1 \text{ mm} \quad (\text{feste Linie})$$

$$2,104 \text{ N/mm}^2 \leq 12 \text{ N/mm}^2 \checkmark$$



Länge der Kippführung  $L_k$

$$L_k = 3 \cdot L + d_B + b_R + L_1$$

⇒ Die gleibende Oberfläche der Kippführung auf Gestell muss poliert werden damit die Reibung minimiert ist.

Auch für minimierung der Reibung minimiere ich die Fläche.

## #Passungen und Toleranzen:

### Schaft - Gestaltung:

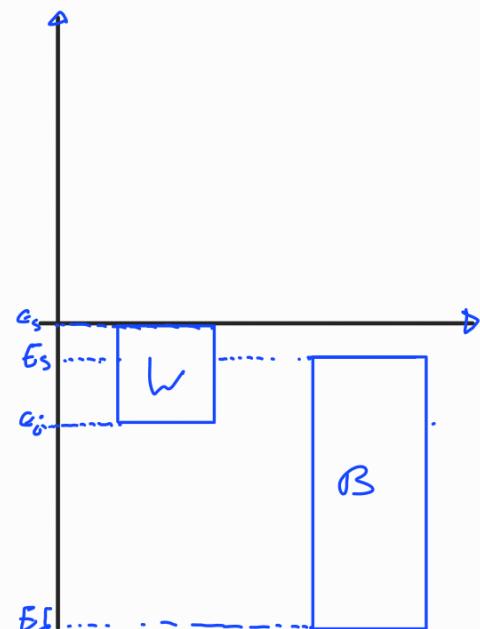
$\emptyset 3 \text{ N7 h6}$

$$ES = -0,004 \text{ mm} \quad es = 0 \text{ mm}$$

$$EI = -0,014 \text{ mm} \quad ei = -0,006 \text{ mm}$$

Übergangsspannung: Max:  $0,002 \text{ mm}$

Min:  $0,014 \text{ mm}$



### Schaft - Hebel:

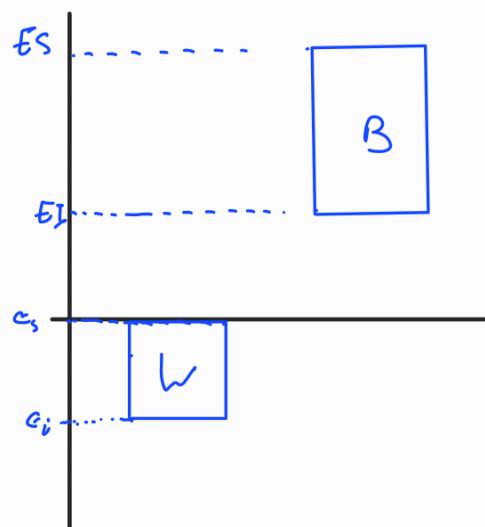
$\emptyset 3 \text{ D6 h6}$

$$ES = 0,045 \text{ mm} \quad es = 0 \text{ mm}$$

$$EI = 0,02 \text{ mm} \quad ei = -0,006 \text{ mm}$$

Spieldifferenz: Max:  $0,051 \text{ mm}$

Min:  $0,02 \text{ mm}$



### Bolzen - Hebel - Klippführung:

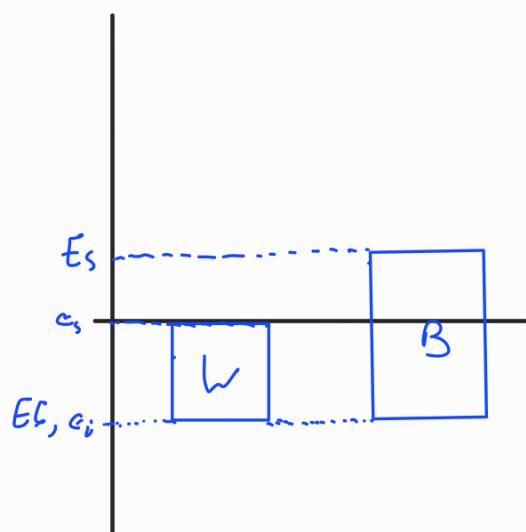
$\emptyset 2,5 \text{ J7/h6}$

$$ES = \text{mm} \quad es = \text{mm}$$

$$EI = \text{mm} \quad ei = \text{mm}$$

Übergangsspannung: Max:  $0,01 \text{ mm}$

Min:  $0,006 \text{ mm}$



## # Oberflächenangaben:

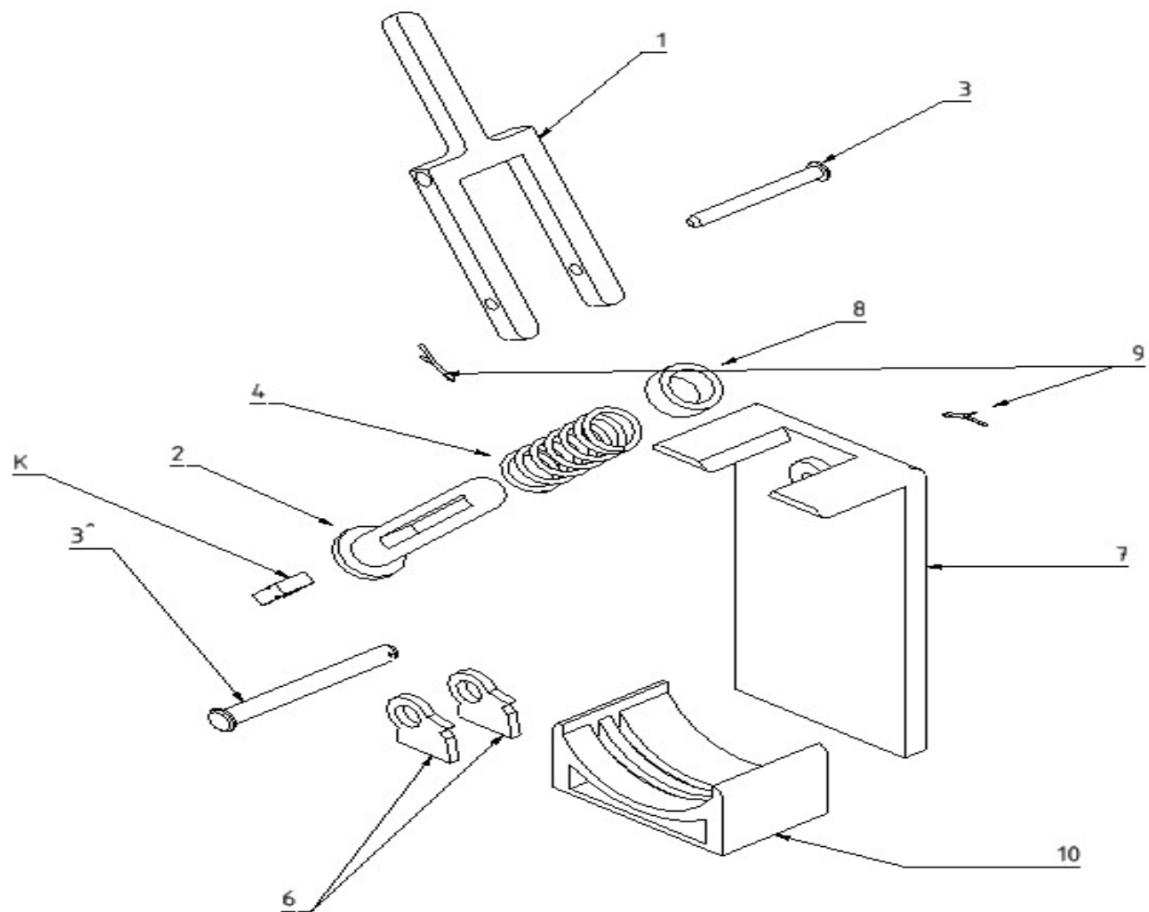
Hebel: wird oft genutzt und muss elektr. isoliert sein, da es aus leitende Material konstruiert

Kipphilz: - besteht aus Kunststoff (nicht leitend) so keine isolativen nötig  
- Der unteren Teil gleitet auf Gehäuse so muss die Oberfläche glatt um Reibung und abtragende Effekte von Reibung zu minimieren  
- Ein leitende Teil nur am Ende hinzugefügt um die elektrische Kreis zu schließen



# Weitere Angaben Oberflächen steht auf dem Technischen Zeichen.

Spezifisch berücksichtigt sind Stellen, wo bei gleitende/beregs Teile befinden.



### Montageanleitung:-

#### Schritt 1:

- Teil 6 und Teil 10 miteinander verkleben.
- Anschließend Teil 10 mit Teil 7 verbinden.

#### Schritt 2:

- Teil K mechanisch mit Hilfe eines Gummihammers am Ende von Teil 2 anbringen.

#### Schritt 3:

- Teil 2 in die Feder (4) einsetzen.
- Den Federring (8) darauf drücken.

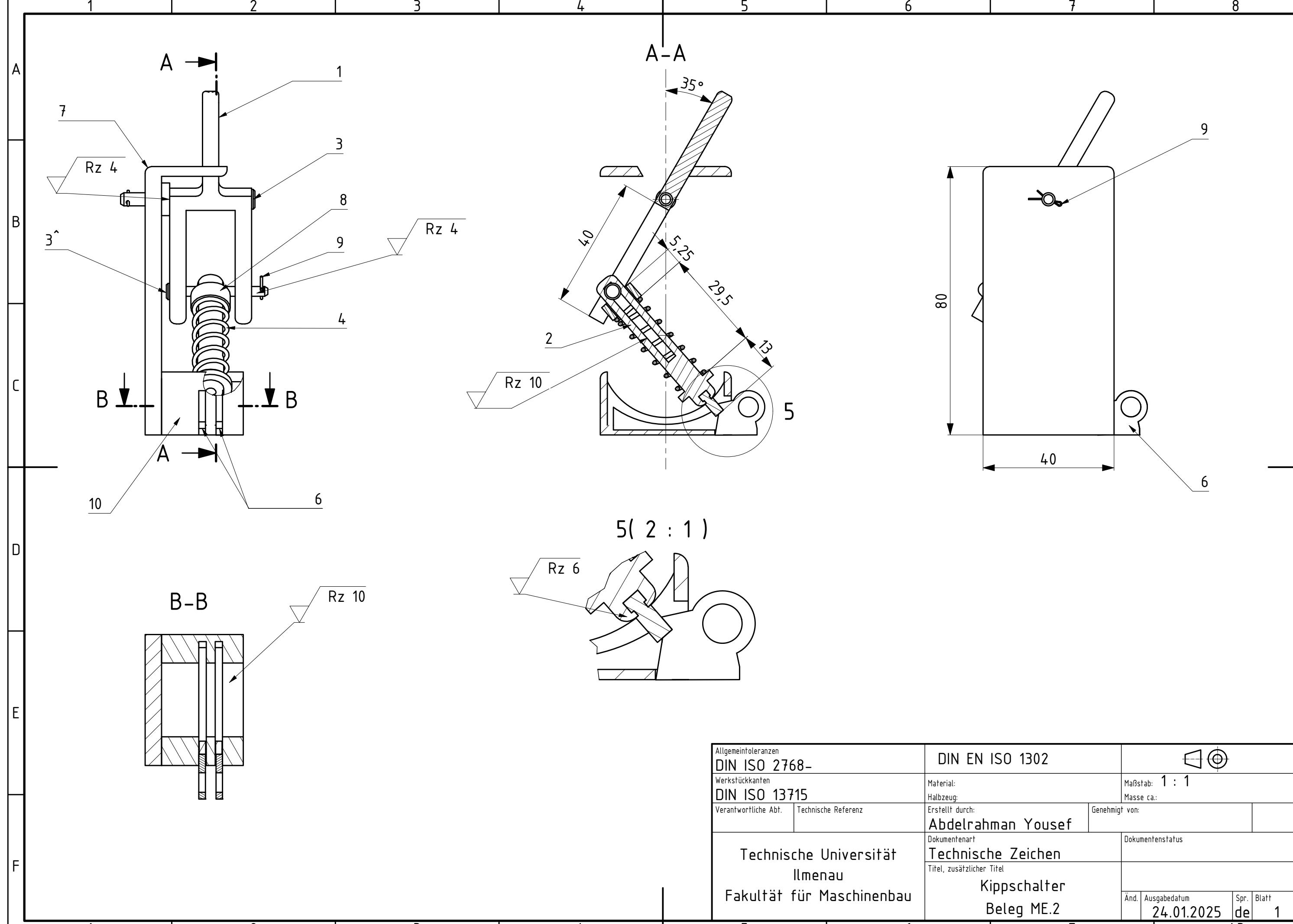
#### Schritt 4:

- Den kurzen Bolzen (3^) durch den Hebel führen.
- Danach den Bolzen über den Federring (8) und den oberen Teil der Kipplagerführung (2) führen.
- Am Ende des Hebels den Bolzen mit der Spindel (9) sichern.

#### Schritt 5:

- Die montierten Teile vorsichtig auf die Bahn setzen, sodass die beiden Teile von (K) exakt in den -Bahnen positioniert sind.
- Danach die beiden Bolzen (3) in die oberen Bohrungen des Hebels und die Bohrungen im Gehäuseblech (7) einführen.
- Die Verbindung mit der zweiten Spindel sichern

1 2 3 4 5 6 7 8



	1	2	3	4		
	Pos.	Menge	Einh.	Benennung	Sachnummer/Norm-Kurzbez.	Bemerkung
A	2	1		Kippföhrung		Acetalharz, Schwarz
	1	1		Hebel		S235JR
	5	1		Kontakt(Kippföhrung)		2.0401 CuZn39 Pb 3 (Messing)
B	7	1		Gehäuse		Polyamid
	10	1		Gehäuse_Kurve		Polyamid
	6	2		Kontakt		2.0265 CuZn30(Bronze/ weich)
C	8	1		Federring	B, 8,75 x 11,25 x 5,12	S185JR
	3	1		Bolzen mit Kopf	ISO 2341 - B - 4 x 40	Stahl
	3^	1		Bolzen mit Kopf	ISO 2341 - B - 3 x 30	Stahl
	4	1		Feder	SH1,25 x 10 x 29,5	unlegierter Federstahldraht
	9	2		Splint	ISO 1234 - 0,8 x 6	Stahl
D						
E						
F	Verantwortliche Abt.	Technische Referenz	Erstellt durch: <b>Abdelrahman Yousef</b>	Genehmigt von:		
	Technische Universität Ilmenau Fakultät für Maschinenbau		Dokumentenart <b>Stückliste</b>	Dokumentenstatus		
			Titel, zusätzlicher Titel <b>Kippschalter Beleg ME.2</b>			
				Änd.	Ausgabedatum	Spr. de
					24.01.2025	Blatt 2

