

## Übungsaufgabe Tiefziehen 1.3

$$l_1 := 57.6 \text{ mm}$$

$$l_2 := 38.4 \text{ mm}$$

$$r_1 := 24 \text{ mm}$$

$$r_b := 6 \text{ mm}$$

$$h := 20 \text{ mm}$$

$$s_0 := 1.5 \text{ mm} \quad \text{Blechdicke}$$

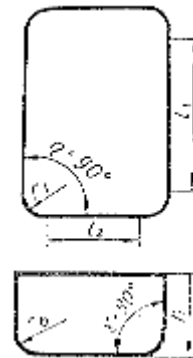
$$r_z := 4.5 \text{ mm}$$

$$\mu := 0.2$$

Werkstoffkennwerte:

$$\text{StSZ} \quad R_m: 280 - 400 \text{ N/mm}^2 \quad R_m := 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$n := 0.231 \quad C := 690 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$



- Ermittlung des Zuschnitts der Platine:

$$\text{Höhe der Seitenwand:} \quad h_s := h - r_b - s_0$$

$$h_s = 12.5 \text{ mm}$$

$$R := \sqrt{1.012 \cdot r_1^2 + 2r_1(h_s + 0.506r_b)}$$

$$R = 36.451 \text{ mm}$$

Korrekturfaktor :

$$\chi := 0.074 \left( \frac{R}{2r_1} \right)^2 + 0.982$$

$$\chi = 1.025$$

$$R_1 := \chi \cdot R$$

$$R_1 = 37.35 \text{ mm}$$

Abwicklungen der Zargenwände:

$$h_a := 0.57 \cdot r_b + h_s + r_1 - 0.785 \cdot (\chi^2 - 1) \cdot \frac{R^2}{l_1} \quad h_a = 39.015 \text{ mm}$$

$$h_b := 0.57 \cdot r_b + h_s + r_1 - 0.785 \cdot (\chi^2 - 1) \cdot \frac{R^2}{l_2} \quad h_b = 38.563 \text{ mm}$$

- Schneidkraftberechnung zum Ausschneiden der Platine

Scherfestigkeit :  $\tau_s := 0.8 \cdot R_m \quad \tau_s = 320 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

$$A_{\text{sch}} := s_0 \cdot (2 \cdot l_1 + 2 \cdot l_2 + 2 \cdot R_1 \cdot \pi)$$

$$A_{\text{sch}} = 640.014 \text{ mm}^2$$

$$F_s := \tau_s \cdot A_{\text{sch}}$$

Scherkraft:  $F_s = 2.048 \times 10^5 \text{ N}$

Scherkraft mit Eintritt von Verschleiß an der Schneide:

Abstumpfungsfaktor:  $\chi_{\text{st}} := 1.3$

$$F_{\text{st}} := \chi_{\text{st}} \cdot F_s$$

$$F_{\text{st}} = 2.662 \times 10^5 \text{ N}$$

- Schneidarbeitsberechnung zum Ausschneiden der Platine

$$\chi_w := 0.7$$

$$W_s := \chi_w \cdot F_s \cdot s_0$$

$$W_s = 215.045 \text{ J}$$

$$W_{\text{st}} := W_s \cdot \chi_{\text{st}}$$

$$W_{\text{st}} = 279.558 \text{ J}$$

- Tiefziehen des Napfes

Grenzziehverhältnis:

$$d_0 := 2 \cdot R_1 \quad d_1 := 2 \cdot r_1 \quad \frac{d_0}{s_0} = 49.8$$

$$d_0 = 74.7 \text{ mm} \quad d_1 = 48 \text{ mm}$$

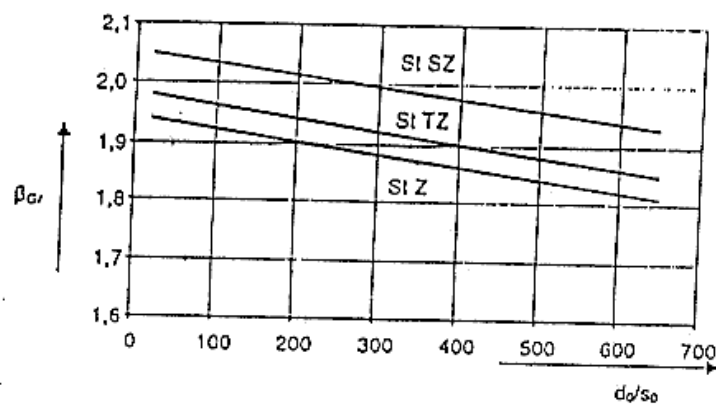
$\beta_{\text{grenz}}$  aus Diagramm

$$\beta_{\text{grenz}} := 2.04$$

$$\beta_{\text{vorh}} := \frac{d_0}{d_1}$$

$$\beta_{\text{vorh}} = 1.556$$

$$\beta_{\text{vorh}} < \beta_{\text{grenz}}$$



Daraus folgt, dass eine Ziehstufe ausreicht weil das Grenzziehverhältnis  $\beta_{\text{grenz}}$  nicht überschritten wird.

- Niederhalterspannung

$$p_N := 0.25 \cdot 10^{-2} \cdot \left[ \left( \beta_{\text{vorh}} - 1 \right)^3 + 0.5 \cdot \frac{d_1}{100 \cdot s_0} \right] \cdot R_m \quad p_N = 3.321 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$A_{\text{NhZ}} := 2 \cdot l_1 \cdot (h_a - r_b - r_z) + 2 \cdot l_2 \cdot (h_b - r_b - r_z) \quad A_{\text{NhZ}} = 5.44 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

$$F_{\text{NhZ}} := p_N \cdot A_{\text{NhZ}} \quad F_{\text{NhZ}} = 1.807 \times 10^3 \text{ N}$$

$$A_{\text{NhB}} := \frac{\pi \cdot \left[ d_0^2 - (d_1 + 2 \cdot r_z)^2 \right]}{4} \quad A_{\text{NhB}} = 1.831 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

$$F_{\text{NhB}} := p_N \cdot A_{\text{NhB}} \quad F_{\text{NhB}} = 608.022 \text{ N}$$

- Umformgrad am Flanschrand

$$\phi_r := \left| \ln \left( \frac{d_0}{\sqrt{d_0^2 - 4 \cdot d_1 \cdot h}} \right) \right| \quad \phi_r = 0.583$$

- Fließspannung am Flanschrand

$$k_{fr} := C \cdot \phi_r^n \quad k_{fr} = 6.091 \times 10^8 \text{ Pa}$$

- Umformgrad am Ziehringradius

$$\phi_z := \left| \ln \left( \sqrt{1 + \frac{4 \cdot h}{d_1}} \right) \right| \quad \phi_z = 0.49$$

- Fließspannung am Ziehringradius

$$k_{fz} := C \cdot \phi_z^n \quad k_{fz} = 5.853 \times 10^8 \text{ Pa}$$

- Biegekraft

Gesamtlänge der geraden Seitenflächen  $l := 2 \cdot l_1 + 2 \cdot l_2$

$$\text{mit } \frac{s_0}{r_Z} = 0.333 \quad \text{Aus Diagramm } y := \frac{1.46}{C} \quad y = 2.116 \times 10^{-9} \frac{\text{ms}^2}{\text{kg}}$$

$$F_B := 2 \cdot F_{NhB} \cdot \mu \cdot (1 + 1.6 \cdot \mu) + \frac{0.5 \cdot l \cdot s_0 \cdot y \cdot C \cdot Rm \cdot (2 + 1.6 \cdot \mu)}{1 + 2 \cdot \frac{r_Z}{s_0}} = 2.819 \times 10^4 \text{ N}$$

Biege

$$W_B := F_B \cdot h \quad W_B = 563.857 \text{ J}$$

Tiefziehkraft:

$$\phi_1 := \ln\left(\sqrt{0.3 \cdot \beta_{vorh}^2 + 0.7}\right)$$

$$\phi_2 := \ln\left(\frac{\beta_{vorh}}{\sqrt{0.7 \cdot \beta_{vorh}^2 + 0.3}}\right)$$

$$k_{f1} := C \cdot \phi_1^n$$

$$k_{f2} := C \cdot \phi_2^n \quad k_{fm} := \frac{1 \cdot (k_{f1} + k_{f2})}{2}$$

$$F_Z := \pi \cdot d_1 \cdot s_0 \cdot \left[ e^{\mu \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \left( 1.15 \cdot k_{fm} \cdot \ln\left(\frac{d_0}{d_1}\right) + 2 \cdot \mu \cdot \frac{F_{NhZ}}{\pi \cdot d_1 \cdot s_0} \right)} + k_{f1} \cdot \frac{s_0}{2 \cdot r_Z} \right]$$

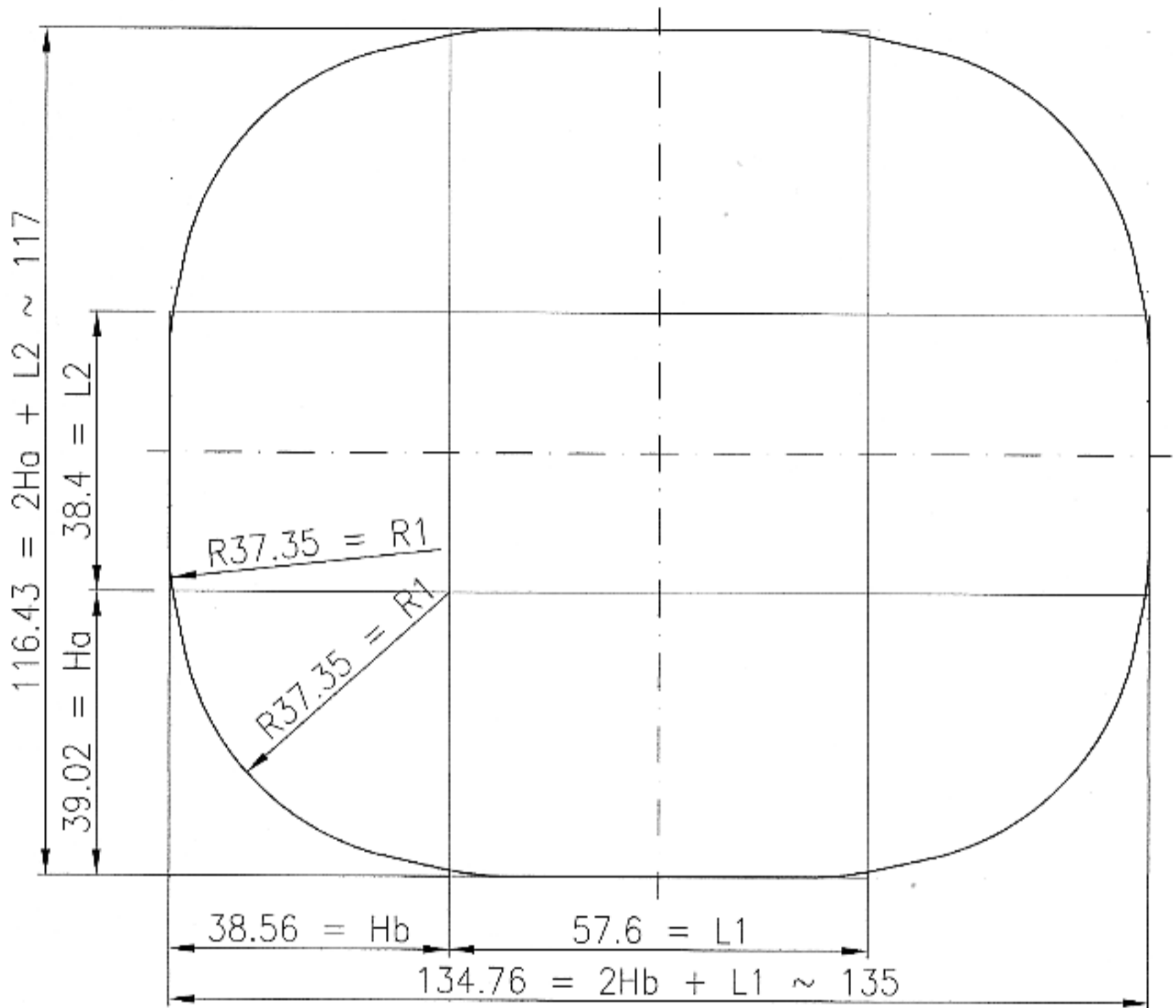
$$F_Z = 8.659 \times 10^4 \text{ N}$$

$$W_Z := F_Z \cdot h \quad W_Z = 1.732 \times 10^3 \text{ J}$$

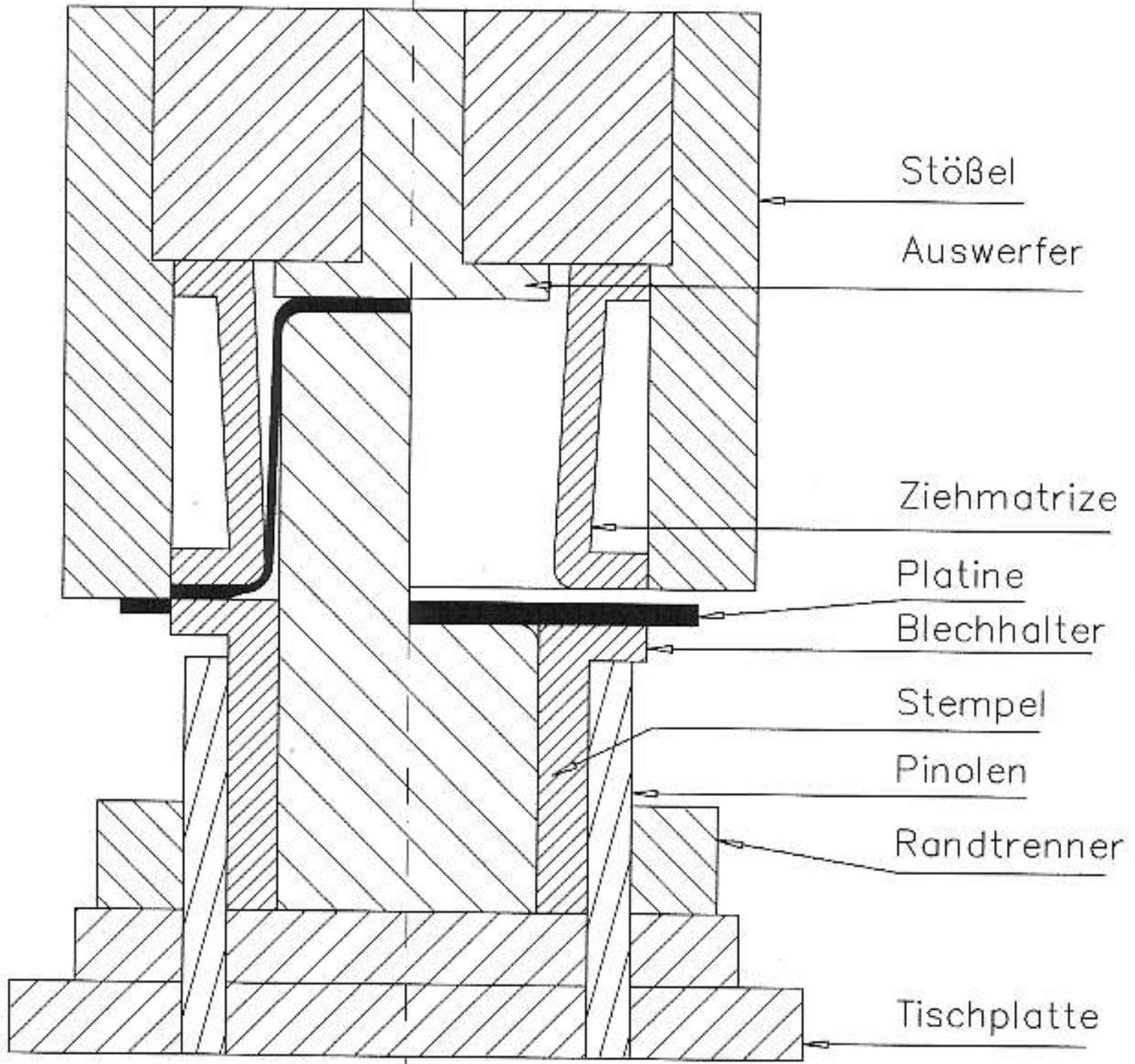
Stempelkraft und Stempelarbeit:

$$F_{st} := F_Z + F_B \quad F_{st} = 1.148 \times 10^5 \text{ N}$$

$$W_{st} := W_Z + W_B \quad W_{st} = 2.296 \times 10^3 \text{ J}$$



(Verwendungsbereich)		(Zul. Abw.)		(Oberfl.)		Maßstab 1:1		(Gewicht)	
						(Werkstoff, Halbzeug)			
						(Rohteil-Nr)			
						(Modell- oder Gesenk-Nr)			
				Datum	Name	<b>Zuschnitt 1.3</b>			
				Bearb.	14.01.05				
				Gepr.					
				Norm					
Zust	Änderung	Datum	Name	Ursprung	Ersatz für:	Ersatz durch:			
						Blatt www.zeyz.de Blätter			



(Verwendungsbereich)		(Zul. Abw.)		(Oberfl.)		Maßstab 1:1		(Gewicht)	
						(Werkstoff, Halbzeug) (Rohteil-Nr) (Modell- oder Gesenk-Nr)			
				Datum	Name	Schneid-Tiefzieh-WZ			
				Bearb. 15.01.05					
				Gepr.					
				Norm					
									Blatt
Zust	Änderung	Datum	Name	Ursprung	Ersatz für:		Ersatz durch:		Blätter