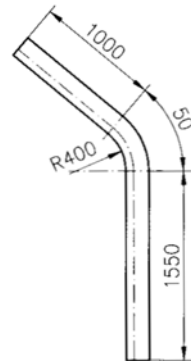


Technische Mathematik
Gestreckte Länge

- 1 Gesucht ist die gestreckte Länge eines T-Profiles
 EN 10055 – T-Stahl – S235JR 40 x 40 x 5, das
 gemäß der Zeichnung gebogen werden soll.



Gegeben:

Gleichschenkligler T-Stahl, warmgewalzt vgl. DIN EN 10 055 (1995-12), Ersatz für DIN 1024												
S	Querschnittsfläche	I	Flächenmoment 2. Grades	W	axiales Widerstandsmoment	m'	längenbezogene Masse	Grenzabmaße und Formtoleranzen in mm				
								Querschnitt			Winkelhaltigkeit	
Nennmaß	Grenzabmaße für			Nennmaß	Grenzab-	Nennmaß	Grenzab-					
b in mm	b, h	s		b, h	maß k	b	maß e					
≤ 50	±1,0	±0,5		≤ 100	≤ 1	≤ 60	≤ 1					
50 ≤ 100	±1,5	±0,75		> 100	≤ 1,5	> 60	≤ 1,5					
> 100	±2,0	±1,0										
Werkstoff: Stahl für den Stahlbau nach DIN EN 10025, z.B. S235JR Lieferart: Längen auf Bestellung mit dem üblichen Grenzabmaß von ± 100 mm oder den eingeschränkten Grenzabmaßen ± 50 mm, ± 25 mm, ± 10 mm ⇒ T-Profil EN 10055 – T50-Stahl – S235JR: T-Stahl, h = 50 mm, aus S235JR												
$r_1 = s$	$r_2 = \frac{s}{2}$	$r_3 = \frac{s}{4}$										
Kurzs- zeichen	Abmessungen in mm		S cm ²	m' kg/m	Abstand der x-Achse e _x cm	Für die Biegeachse				Anreißmaße nach DIN 997		
	b = h	s = t				x - x	y - y	w ₁	w ₂	d ₁		
T						I _x	W _x	I _y	W _y			
30	30	4	2,26	1,77	0,85	1,72	0,80	0,87	0,58	17	17	4,3
35	35	4,5	2,97	2,33	0,99	3,10	1,23	1,04	0,90	19	19	4,3
40	40	5	3,77	2,96	1,12	5,28	1,84	2,58	1,29	21	22	6,4
50	50	6	5,66	4,44	1,39	12,1	3,36	6,06	2,42	30	30	6,4
60	60	7	7,94	6,23	1,66	23,8	5,48	12,2	4,07	34	35	8,4
70	70	8	10,6	8,23	1,94	44,4	8,79	22,1	6,32	38	40	11

$$l_1 = 1000 \text{ mm}$$

$$l_2 = 1550 \text{ mm}$$

$$\text{Biegeradius } R = 400 \text{ mm}$$

$$e_x = 11,2 \text{ mm (vgl. Auszug Tab. – Buch)}$$

$$\text{Biegewinkel } \alpha = 50^\circ$$

Lösung:

$$L = l_1 + l_2 + b_{\text{neutr.Faser}}$$

$$= l_1 + l_2 + \frac{r_{\text{neutr.Faser}} \cdot \pi \cdot \alpha}{180^\circ}$$

$$= 1000 \text{ mm} + 1550 \text{ mm} + \frac{(400 + 11,2) \text{ mm} \cdot \pi \cdot 50^\circ}{180^\circ}$$

$$= 1000 \text{ mm} + 1550 \text{ mm} + 358,8396... \text{ mm}$$

$$\approx \underline{\underline{2908,8 \text{ mm}}}$$

- 2 Ein Rundstab mit 20 mm Durchmesser wird zu einem Halbkreis mit 600 mm Innendurchmesser gebogen. Wie groß ist die gestreckte Länge?

Gegeben:

$$d_{\text{Rundstab}} = 20 \text{ mm}$$

$$d_{i_Ring} = 600 \text{ mm}$$

Lösung:

$$L = U_{m_Ring}$$

$$= d_{m_Ring} \cdot \pi$$

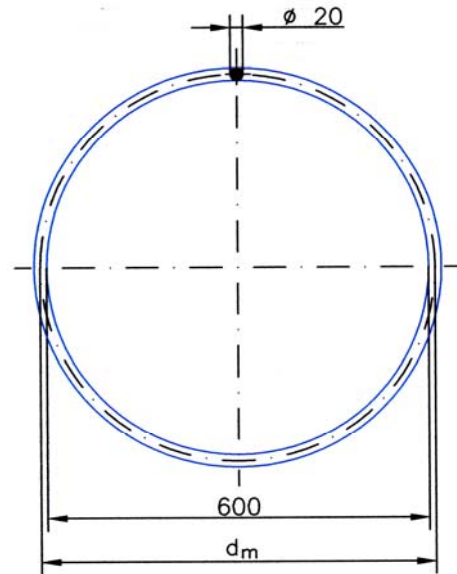
$$= \left(d_{i_Ring} + 2 \cdot \frac{d_{\text{Rundstab}}}{2} \right) \cdot \pi$$

$$= (d_{i_Ring} + d_{\text{Rundstab}}) \cdot \pi$$

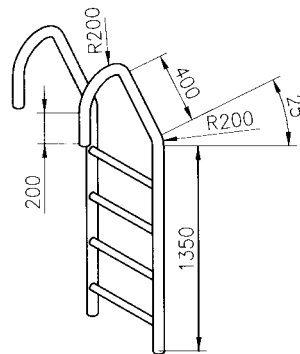
$$= (600 \text{ mm} + 20 \text{ mm}) \cdot \pi = 620 \text{ mm} \cdot \pi$$

$$= 1884,9559... \text{ mm}$$

$$\approx \underline{\underline{1885 \text{ mm}}}$$



- 3 Die Holme der Schwimmbeckenleiter wurden aus Rohrstaahl mit 60 mm Außendurchmesser gebogen. Wie viel Rohrmaterial wurde für die beiden Holme zusammen benötigt?



Gegeben:

$$l_1 = 200 \text{ mm}$$

$$d_{\text{Rohr}} = 60 \text{ mm}$$

$$l_2 = 400 \text{ mm}$$

$$\text{Biegeradius aussen } R_a = 200 \text{ mm}$$

$$l_3 = 1350 \text{ mm}$$

$$\text{Biegewinkel } \alpha_{\text{gesamt}} = 180^\circ$$

Lösung

$$L = l_1 + l_2 + l_3 + b_{\text{neutr.Faser}} = l_1 + l_2 + l_3 + \frac{r_{\text{neutr.Faser}} \cdot \pi \cdot \alpha}{180^\circ}$$

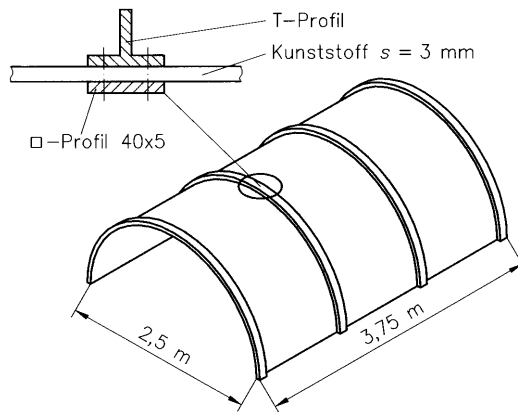
$$= l_1 + l_2 + l_3 + \frac{\left(R_a - 2 \cdot \frac{d_{\text{Rohr}}}{2} \right) \cdot \pi \cdot \alpha}{180^\circ} = l_1 + l_2 + l_3 + \frac{(R_a - d_{\text{Rohr}}) \cdot \pi \cdot \alpha_{\text{gesamt}}}{180^\circ}$$

$$= 200 \text{ mm} + 400 \text{ mm} + 1350 \text{ mm} + \frac{(200 \text{ mm} - 60 \text{ mm}) \cdot \pi \cdot 180^\circ}{180^\circ}$$

$$= 200 \text{ mm} + 400 \text{ mm} + 1350 \text{ mm} + 439,8229... \text{ mm} = \underline{\underline{2389,8229... \text{ mm}}}$$

$$\text{Gesamtlänge für zwei Holme: } L_{\text{ges}} = 2 \cdot L_{\text{gew}} = 2 \cdot 2390 \text{ mm} = \underline{\underline{4780 \text{ mm}}}$$

- 4 Das abgebildete Tonnendach aus 3 mm dickem Kunststoff hat einen Innendurchmesser von 2,5 m sowie eine Länge von 3,75 m. Der Kunststoff wird außen mit T-Profilen EN 10055 – T-Stahl – S235JR 40 x 40 x 5 versteift, die mit innen liegenden Flachstählen 40 x 5 vernietet sind. Bestimmen Sie die gestreckte Länge eines T-Profiles und eines Flachstahles.



Lösung T-Profil:

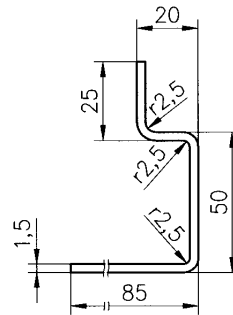
$$\begin{aligned}
 L &= \frac{U_{\text{neutr.Faser}_{T\text{-Profil}}}}{2} \\
 &= \frac{d_{\text{neutr.Faser}_{T\text{-Profil}}} \cdot \pi}{2} \\
 &= \frac{(d_{i_Tonnendach} + 2 \cdot s_{\text{Kunststoff}} + 2 \cdot e_{X_T\text{-Profil}}) \cdot \pi}{2} \\
 &= \frac{(2500 \text{ mm} + 2 \cdot 3 \text{ mm} + 2 \cdot 11,2 \text{ mm}) \cdot \pi}{2} = 3971,6014... \text{ mm} \\
 &\approx \underline{\underline{3972 \text{ mm}}}
 \end{aligned}$$

Vgl. Tabelle zu Aufgabe 1

Lösung Flachstahl:

$$\begin{aligned}
 L &= \frac{U_{\text{neutr.Faser}_{\text{Flachstahl}}}}{2} \\
 &= \frac{d_{\text{neutr.Faser}_{\text{Flachstahl}}} \cdot \pi}{2} \\
 &= \frac{\left(d_{i_Tonnendach} - 2 \cdot \frac{s_{\text{Flachstahl}}}{2} \right) \cdot \pi}{2} \\
 &= \frac{(2500 \text{ mm} - 5 \text{ mm}) \cdot \pi}{2} = 3919,1368... \text{ mm} \\
 &\approx \underline{\underline{3919 \text{ mm}}}
 \end{aligned}$$

5 Gesucht ist die gestreckte Länge des Profils.



Gegeben:

$$a = 25 \text{ mm}$$

$$b = 20 \text{ mm}$$

$$c = 50 \text{ mm}$$

$$d = 85 \text{ mm}$$

$$\text{Biegeradius } r = 2,5 \text{ mm}$$

$$\text{Blechdicke } s = 1,5 \text{ mm}$$

$$\text{Anzahl Biegestellen } 90^\circ = 3$$

Ausgleichswert $v_{r=2,5 \text{ mm}, s=1,5 \text{ mm}} = 3,2 \text{ mm}$ (vgl. Tab.-Buch)

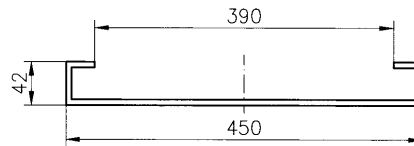
Lösung:

$$L = a + b + c + d - n \cdot v$$

$$= (25 + 20 + 50 + 85) \text{ mm} - 3 \cdot 3,2 \text{ mm}$$

$$= \underline{\underline{170,4 \text{ mm}}}$$

6 Berechnen Sie die gestreckte Länge der 2 mm dicken Blechtafeln, die zur Herstellung von Schaltschränken benötigt werden. Der Innenradius an den Biegekanten soll jeweils 2,5 mm betragen.



Gegeben:

$$a = 450 \text{ mm}$$

$$b = 42 \text{ mm}$$

$$c = 42 \text{ mm}$$

$$d = (450 \text{ mm} - 390 \text{ mm}) / 2$$

$$= 30 \text{ mm}$$

$$e = d = 30 \text{ mm}$$

$$\text{Biegeradius } r = 2,5 \text{ mm}$$

$$\text{Blechdicke } s = 2 \text{ mm}$$

$$\text{Anzahl Biegestellen } 90^\circ = 4$$

Ausgleichswert $v_{r=2,5 \text{ mm}, s=2 \text{ mm}} = 4,0 \text{ mm}$ (vgl. Tab.-Buch)

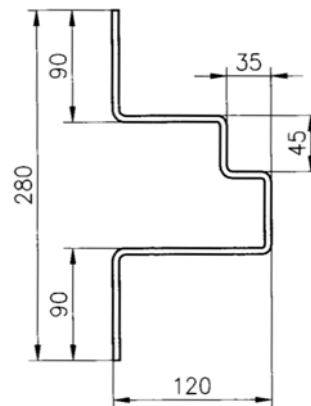
Lösung:

$$L = a + b + c + d + e - n \cdot v$$

$$= (450 + 42 + 42 + 30 + 30) \text{ mm} - 4 \cdot 4,0 \text{ mm}$$

$$= \underline{\underline{578 \text{ mm}}}$$

- 7 Berechnen Sie die gestreckte Länge der abgebildeten Halterung aus 3 mm dickem Flachmaterial, wenn sämtliche Biegekanten einen Innenradius von 4 mm aufweisen.



Gegeben:

$$a = 90 \text{ mm}$$

$$\text{Biegeradius } r = 4 \text{ mm}$$

$$b = (120 - 35) \text{ mm} = 85 \text{ mm}$$

$$\text{Blechdicke } s = 3 \text{ mm}$$

$$c = (45 + 3) \text{ mm} = 48 \text{ mm}$$

$$\text{Anzahl Biegestellen } 90^\circ = 6$$

$$d = (35 + 3) \text{ mm} = 38 \text{ mm}$$

$$e = (280 - 2 \cdot (90 - 3) - 45) \text{ mm} \\ = 61 \text{ mm}$$

$$f = 120 \text{ mm}$$

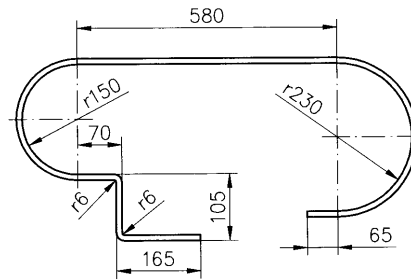
$$g = 90 \text{ mm}$$

Ausgleichswert $v_{r=4 \text{ mm}, s=3 \text{ mm}} = 6,0 \text{ mm}$ (vgl. Tab.-Buch)

Lösung:

$$L = a + b + c + d + e + f + g - n \cdot v \\ = (90 + 85 + 48 + 38 + 61 + 120 + 90) \text{ mm} - 6 \cdot 6,0 \text{ mm} \\ = \underline{\underline{436 \text{ mm}}}$$

- 8 Berechnen Sie die Zuschnittslänge des 3 mm dicken Bleches, mit dem der Riemetrieb einer Maschine abgedeckt werden soll.



Lösungshinweis:

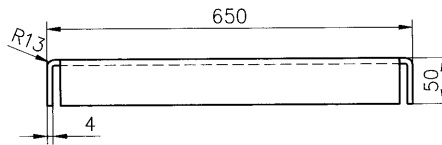
Die Zuschnittslänge wird mit Hilfe der Abwicklung für die beiden Halbkreise ($r_1 = 150$ mm und $r_2 = 230$ mm), der beiden geraden Teile ($l_1 = 580$ mm und $l_2 = 65$ mm) und der Zuschnittsermittlung für die Längen $a = 70$ mm, $b = 105$ mm, $c = 165$ mm mit den zwei 90° -Biegestellen mit dem Biegeradius $r = 6$ mm ermittelt.

Dem Tab.-Buch entnehmen wir den Ausgleichswert $v_{r=6\text{mm}; s=3\text{mm}} = 6,7$ mm

Lösung:

$$\begin{aligned}
 L &= b_1 + b_2 + l_1 + l_2 + a + b + c - 2 \cdot v \\
 &= r_{m1} \cdot \pi + r_{m2} \cdot \pi + l_1 + l_2 + a + b + c - 2 \cdot v \\
 &= (r_{m1} + r_{m2}) \cdot \pi + l_1 + l_2 + a + b + c - 2 \cdot v \\
 &= \left(r_1 + \frac{s}{2} + r_2 + \frac{s}{2} \right) \cdot \pi + l_1 + l_2 + a + b + c - 2 \cdot v \\
 &= (r_1 + r_2 + s) \cdot \pi + l_1 + l_2 + a + b + c - 2 \cdot v \\
 &= (150 + 230 + 3) \text{ mm} \cdot \pi + 580 \text{ mm} + 65 \text{ mm} \\
 &\quad + 70 \text{ mm} + 105 \text{ mm} + 165 \text{ mm} - 2 \cdot 6,7 \text{ mm} \\
 &= 2174,8299 \dots \text{ mm} \\
 &\approx \underline{\underline{2175 \text{ mm}}}
 \end{aligned}$$

9 Aus einer rechteckigen Blechtafel mit 4 mm Dicke soll ein Regalboden hergestellt werden. Hierzu soll auf jeder Seite ein Streifen auf eine Höhe von 50 mm abgekantet werden. Die Biegekanten sollen einen Außenradius von 13 mm aufweisen.



- Wie groß muss die Blechtafel im Rohzustand sein, damit der Regalboden nach dem Zuschneiden und Biegen die Außenabmessungen 650 x 1350 mm hat?
- Wie hoch sind die Materialkosten, wenn das Blech pro m² 13,45 EUR kostet?

Vorbemerkung:

- Der Biegeradius r beträgt $r = 13 \text{ mm} - 4 \text{ mm} = 9 \text{ mm}$
- Der zugehörige Wert für den Ausgleichswert v wird durch Interpolation ermittelt (vgl. Tab.-Buch):

$$\begin{aligned}
 v_{r=9\text{mm};s=4\text{mm}} &= v_{r=6\text{mm};s=4\text{mm}} + \frac{v_{r=10\text{mm};s=4\text{mm}} - v_{r=6\text{mm};s=4\text{mm}}}{(10 - 6)\text{mm}} \cdot (9 - 6)\text{mm} \\
 &= 8,3 \text{ mm} + \frac{9,6 \text{ mm} - 8,3 \text{ mm}}{4 \text{ mm}} \cdot 3 \text{ mm} \\
 &= 9,275 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

9a) Blechtafel im Rohzustand

Länge der Blechtafel l

$$\begin{aligned}
 l &= 1350 \text{ mm} + 2 \cdot 50 \text{ mm} - 2 \cdot 9,275 \text{ mm} \\
 &= 1431,45 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Breite der Blechtafel b

$$\begin{aligned}
 b &= 650 \text{ mm} + 2 \cdot 50 \text{ mm} - 2 \cdot 9,275 \text{ mm} \\
 &= 731,45 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

9b) Materialkosten

$Kosten = Fläche \cdot Preis$

$$= l \cdot b \cdot Preis$$

$$= 1,43145\text{m} \cdot 0,73145\text{m} \cdot 13,45 \frac{\text{EUR}}{\text{m}^2}$$

$$= 14,0826... \text{ EUR}$$

$$\approx \underline{\underline{14,08 \text{ EUR}}}$$