

StahlbautenTragwerke aus Hohlprofilen unter vorwiegend
ruhender Beanspruchung**DIN**
18 808

Steel structures consisting of hollow sections predominantly static loaded

Constructions en acier; construction à charpente en profil creux sous charge prépondérément statique

Diese Norm ist den obersten Bauaufsichtsbehörden vom Institut für Bautechnik, Berlin, zur bauaufsichtlichen Einführung empfohlen worden.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	1	4.5 Fachwerkknoten mit Versteifungen und mittelbaren Anschlüssen	13
2 Begriff	1	4.5.1 Versteifte Fachwerkknoten	13
3 Werkstoffe	1	4.5.2 Anschlüsse mit Knotenblechen	14
4 Fachwerke	1	4.6 Lasteinleitungsstellen	14
4.1 Allgemeines zur Bemessung	1	4.7 Räumliche Fachwerkknoten	14
4.2 Benennungen und Formelzeichen	2	5 Biegesteife Rahmenecken aus Rechteckhohlprofilen	15
4.3 Fachwerkstäbe	4	6 Stumpfstöße	17
4.4 Unversteifte Fachwerkknoten	5	7 Anforderungen an Betrieb und Schweißer	17
4.4.1 Wanddickennachweise	5	7.1 Anforderungen an den Betrieb	17
4.4.1.1 Vorhandenes Wanddickenverhältnis	5	7.2 Anforderungen an die Schweißer	17
4.4.1.2 Erforderliches Wanddickenverhältnis	5	Zitierte Normen und andere Unterlagen	19
4.4.2 Zusätzlicher Nachweis für den Fall $g > 2c$ und gleichzeitig $\gamma > 0,7$	10	Weitere Normen und andere Unterlagen	19
4.4.3 Schweißverbindungen	11	Erläuterungen	20
4.4.3.1 Allgemeines	11		
4.4.3.2 Schweißnahtdicke	11		
4.4.3.3 Ausführung der Schweißnähte	11		

1 Anwendungsbereich

Diese Norm ist anzuwenden für vorwiegend ruhend beanspruchte tragende Bauteile aus Stahlhohlprofilen, die ohne Veränderung ihrer Querschnitte verbunden werden.

Knoten und Stöße sind ausreichend sicher und gebrauchsfähig ausgebildet, wenn hierfür die Bestimmungen dieser Norm angewendet werden.

2 Begriff

Hohlprofile im Sinne dieser Norm sind Stäbe mit geschlossenem, kreisförmigem oder rechteckigem (einschließlich quadratischem) Hohlquerschnitt, bei denen planmäßig die Wanddicke ringsum konstant ist und in der Längsrichtung des Stabes gleichbleibt (siehe DIN 2448, DIN 2458, DIN 59 410 und DIN 59 411).

3 Werkstoffe

Es dürfen im allgemeinen nur die Stähle St37-2, St37-3 und St52-3 nach DIN 17 100, DIN 17 119, DIN 17 120 und DIN 17 121 verwendet werden, im folgenden kurz mit St37 bzw. St52 bezeichnet.

Bei Verwendung anderer Baustähle siehe DIN 18 800 Teil 1/03.81, Abschnitt 2.1.1, zweiter und dritter Absatz.

4 Fachwerke**4.1 Allgemeines zur Bemessung**

Fachwerke aus Hohlprofilen sind für die Stäbe nach Abschnitt 4.3 und für die Knoten nach den Abschnitten 4.4 und 4.5 zu bemessen.

Fortsetzung Seite 2 bis 20

4.2 Benennungen und Formelzeichen

Nach Bild 1 wird zwischen am Knoten durchlaufenden und am Knoten endenden Hohlprofilen unterschieden. Hierbei werden die durchlaufenden Hohlprofile mit der Nummer 0, die endenden Hohlprofile im Uhrzeigersinn fortlaufend mit 1, 2, ... gekennzeichnet. Außerdem wird zwischen aufgesetzten und untergesetzten Hohlprofilen unterschieden.

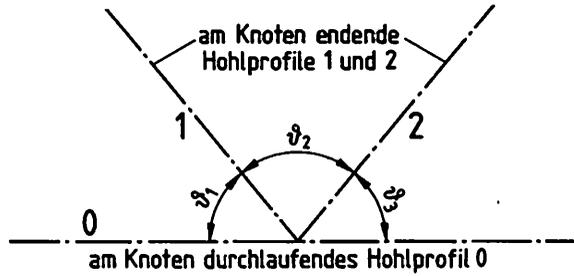


Bild 1. Beispiel für die Numerierung der an einem Knoten zusammentreffenden Hohlprofile

Die für die erforderlichen Nachweise benötigten wichtigsten Formelzeichen sind in der Tabelle 1 zusammengestellt und durch die Bilder der Tabelle 2 erläutert.

Im Beispiel von Tabelle 2, Zeile 2, ist:

- Stab 0 bezüglich der Stäbe 1 und 2 untergesetztes Hohlprofil,
- Stab 1 bezüglich der Stäbe 0 und 2 aufgesetztes Hohlprofil,
- Stab 2 bezüglich Stab 0 aufgesetztes, bezüglich Stab 1 untergesetztes Hohlprofil.

Tabelle 1. Zusammenstellung der wichtigsten Formelzeichen

		1	2	3	am Knoten	
		allgemein	unter- gesetztes Hohlprofil	aufgesetztes Hohlprofil	durchlaufendes Hohlprofil $i = 0$	endende Hohlprofile $i = 1, 2, \dots$
1	Wanddicke	t	t_u	t_a	t_0	t_i
2	Durchmesser	d	d_u	d_a	d_0	d_i
3	Breite = Abmessung senkrecht zur Tragwerksebene	b	b_u	b_a	b_0	b_i
4	Höhe = Abmessung in Tragwerksebene	h	h_u	h_a	h_0	h_i
5	Querschnittsfläche	A	A_u	A_a	A_0	A_i
6	Normalkraft im Stab	N	N_u	N_a	N_0	N_i
7	Streckgrenze	β_s	β_{su}	β_{sa}	β_{s0}	β_{si}
8	Normalspannung in Achsrichtung des Stabes am Knoten	σ	σ_u	σ_a	σ_0	σ_i

Weitere Formelzeichen:

g Spaltweite (siehe Tabelle 2, Zeile 1)

e Exzentrizität (siehe Bild 2)

$$\left. \begin{aligned} c &= 0,5 \cdot (b_u - b_a) \\ c &= 0,5 \cdot (d_u - d_a) \end{aligned} \right\} \text{Flankenabstand}$$

$l_{\bar{u}}$ Länge der Überlappung (siehe Tabelle 2, Zeilen 2 und 3)

$$\left. \begin{aligned} \gamma &= \frac{b_a}{b_u} \\ \gamma &= \frac{d_a}{d_u} \\ \gamma &= \frac{d_a}{b_u} \end{aligned} \right\} \text{Breitenverhältnis (siehe Tabelle 2)}$$

$\vartheta, \vartheta_i, (i = 1, 2, \dots)$ Anschlußwinkel zwischen zwei Hohlprofilen (siehe Bild 1 und Tabelle 2)

Weitere Formelzeichen werden am Ort ihrer Einführung erläutert.

Tabelle 2. Beispiele für Benennungen und maßgebende Parameter

Spalte	1	2	3	4	5	6	7
Zelle	Benennung des Knotens	Bild	Anschluß	Für den Nachweis maßgebender Parameter			
				Dicke t_u untergesetztes Hohlprofil	Dicke t_a aufgesetztes Hohlprofil	Anschlußwinkel ϑ	Breitenverhältnis γ
1	Knoten mit Spalt		0-1	t_0	t_1	ϑ_1	d_1/d_0
			0-2	t_0	t_2	ϑ_2	d_2/d_0
2	Knoten überlappt		0-1	t_0	t_1		
			0-2	t_0	t_2		
			2-1	t_2	t_1		

Tabelle 2. (Fortsetzung)

Spalte	1	2	3	4	5	6	7
Zeile	Benennung des Knotens	Bild	Anschluß	Für den Nachweis maßgebender Parameter			
				Dicke untergesetztes Hohlprofil t_u	Dicke aufgesetztes Hohlprofil t_a	Anschlußwinkel ϑ	Breitenverhältnis γ
3	Knoten mit Vertikalstab überlappt		0-1	t_0	t_1		
			0-3	t_0	t_3		
			0-2	t_0	t_2		
			3-2	t_3	t_2		
			1-2	t_1	t_2		
<p>Anmerkung 1: Für Anschlüsse von Rechteckhohlprofilen ist analog zu verfahren; dabei ist in Spalte 7 unter Umständen d durch b zu ersetzen.</p> <p>Anmerkung 2: Beim Nachweis überlappter Knoten werden die Werte ϑ und γ, Spalten 6 und 7 nicht benötigt.</p>							

4.3 Fachwerkstäbe

Stäbe sind nach DIN 18800 Teil 1, DIN 4114 Teil 1 und Teil 2 und gegebenenfalls nach DASt-Ri 012 und DASt-Ri 013 nachzuweisen. Für die Stababmessungen sind die Grenzen und Regelungen nach Tabelle 3 zu beachten.

Der Nachweis für durchlaufende Gurtstäbe darf ohne Berücksichtigung der Zusatzmomente infolge der Exzentrizität e (siehe Bild 2) geführt werden, wenn

$-0,25 \leq e/h_0 \leq +0,25$
 oder $-0,25 \leq e/d_0 \leq +0,25$ ist.

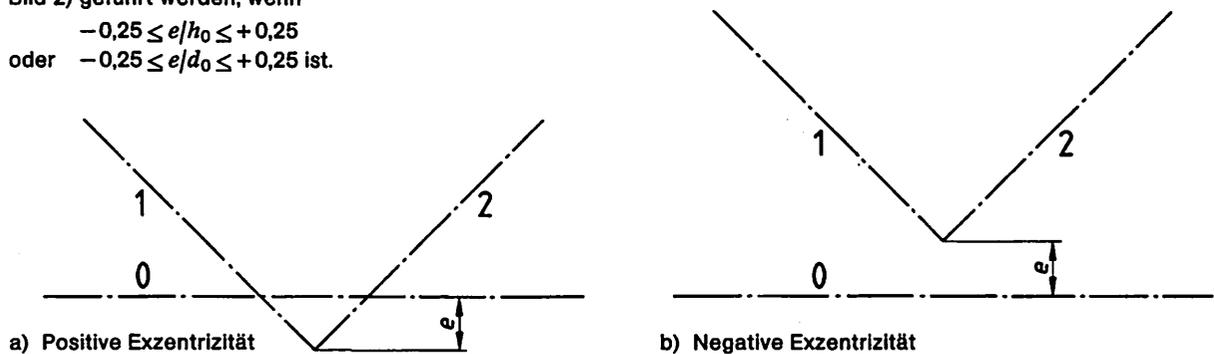


Bild 2. Vorzeichenregelung für die Exzentrizität e bei nicht systemlinientreuer Ausbildung eines Fachwerkknotens

Beim allgemeinen Spannungsnachweis für die Füllstäbe in Fachwerken sind als Bauteilspannungen die nach DIN 18800 Teil 1/03.81, Tabelle 11, Zeilen 4 bis 6, einzuhalten.

Für die Gurtstäbe gelten beim allgemeinen Spannungsnachweis die Werte nach DIN 18800 Teil 1/03.81, Tabelle 7. Eventuell können dabei Zusatznachweise nach Abschnitt 4.4.2 erforderlich sein.

Tabelle 3. Grenzen und Regelungen für Stababmessungen in Fachwerken

Zelle	Gültigkeitsbereich	
1	$d \leq 500 \text{ mm}$	
	$h \leq 400 \text{ mm}$	
	$b \leq 400 \text{ mm}$	
2	$0,5 \leq h/b \leq 2,0$	
3	$t \geq 1,5 \text{ mm}$	
	St 37: $t \leq 30 \text{ mm}$	
	St 52: $t \leq 25 \text{ mm}$	
4	St 37: $d/t \leq 100$	bei Druckstäben
	St 52: $d/t \leq 67$	
	St 37: $b/t \leq 43$	
	St 52: $b/t \leq 36$	
5	$d/t \leq 35$	für die Gurtstäbe bei Knoten- nachweisen
	$b/t \leq 35$	

4.4 Unversteifte Fachwerkknoten

4.4.1 Wanddickennachweise

Ausreichende Gestaltfestigkeit und damit ausreichende Tragfähigkeit des Knotens wird erreicht, wenn für zwei unmittelbar miteinander verbundene Hohlprofile das vorhandene Wanddickenverhältnis $\text{vorh}(t_u/t_a)$ größer oder gleich dem erforderlichen Wanddickenverhältnis $\text{erf}(t_u/t_a)$ ist:

$$\text{vorh} \left(\frac{t_u}{t_a} \right) \geq \text{erf} \left(\frac{t_u}{t_a} \right) \quad (1)$$

4.4.1.1 Vorhandenes Wanddickenverhältnis

Das vorhandene Wanddickenverhältnis $\text{vorh}(t_u/t_a)$ ist das Verhältnis der Wanddicke des untergesetzten Profils zu der des aufgesetzten.

Werden für aufgesetzte und untergesetzte Hohlprofile Stähle mit unterschiedlichen Streckgrenzen β_S verwendet, ist das geometrisch vorhandene Wanddickenverhältnis (t_u/t_a) durch das Verhältnis

$$\frac{t_u}{t_a} \cdot \frac{\beta_{Su}}{\beta_{Sa}}$$

zu ersetzen.

Wenn im aufgesetzten Hohlprofil die zulässige Spannung σ nach DIN 18 800 Teil 1/03.81, Tabelle 11, Zeilen 4 bis 6, nicht ausgenutzt ist, darf die geometrisch vorhandene Dicke t_a durch die reduzierte Wanddicke

$$\text{red } t_a = t_a \cdot \frac{\text{vorh } \sigma_a}{\text{zul } \sigma_a} \quad (2)$$

ersetzt werden.

4.4.1.2 Erforderliches Wanddickenverhältnis

Das erforderliche Wanddickenverhältnis $\text{erf}(t_u/t_a)$ kann für Breitenverhältnisse $\gamma \geq 0,35$ aus Tabelle 4 und den Bildern 3 bis 8 entnommen werden.

Bei dickwandigen untergesetzten Hohlprofilen mit $\frac{d_u}{t_u} \leq 20$ bzw. $\frac{b_u}{t_u} \leq 20$ darf $\gamma \leq 0,35$ sein, wenn

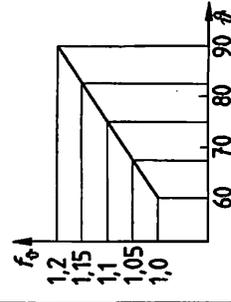
$$\text{vorh} \left(\frac{t_u}{t_a} \right) \geq \frac{1}{\gamma} \text{ oder } \text{erf} \left(\frac{t_u}{t_a} \right) = \frac{1}{\gamma} \quad (3)$$

ist.

Bei Knoten mit Spalt und Anschlußwinkeln $\vartheta > 60^\circ$ ist der Faktor f_ϑ nach Tabelle 4 zu berücksichtigen. Die maßgebenden Anschlußwinkel ϑ sind für die Beispiele der Tabelle 2 dort in Spalte 6 angegeben.

Tabelle 4. Erforderliche Wanddickenverhältnisse $\text{erf} \left(\frac{t_u}{t_a} \right)$

		4																																																		
		4 a																																																		
		4 b																																																		
1	2	3																																																		
Stahl	Knoten mit Überlappung	Knoten mit Spalt $0 \leq \frac{g}{b_0} < 0,2$	Knoten mit Spalt $g/b_0 \geq 0,2$																																																	
St37	1,6	$1,6 + \frac{g}{b_0} \cdot \left[5 \cdot \text{erf} \left(\frac{t_u}{t_a} \right) - 8 \right]$	<table border="1"> <tr> <td>Beanspruchung im Hohlprofil</td> <td>≤ 20</td> <td>22,5</td> <td>25</td> <td>27,5</td> <td>30</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td colspan="5">siehe Bild</td> </tr> <tr> <td>Druck</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Zug</td> <td>1,6</td> <td>1,7</td> <td>1,8</td> <td>1,9</td> <td>2,0</td> <td>2,2</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td colspan="5">siehe Bild</td> </tr> <tr> <td>Druck</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Zug</td> <td>1,33</td> <td>1,42</td> <td>1,5</td> <td>1,59</td> <td>1,67</td> <td>1,83</td> </tr> </table>	Beanspruchung im Hohlprofil	≤ 20	22,5	25	27,5	30	35			siehe Bild					Druck	3	4	5	6	7	8	Zug	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2			siehe Bild					Druck	3	4	5	6	7	8	Zug	1,33	1,42	1,5	1,59	1,67	1,83
Beanspruchung im Hohlprofil	≤ 20	22,5	25	27,5	30	35																																														
		siehe Bild																																																		
Druck	3	4	5	6	7	8																																														
Zug	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2																																														
		siehe Bild																																																		
Druck	3	4	5	6	7	8																																														
Zug	1,33	1,42	1,5	1,59	1,67	1,83																																														
St52	1,33	$1,33 + \frac{g}{b_0} \cdot \left[5 \cdot \text{erf} \left(\frac{t_u}{t_a} \right) - 6,65 \right]$	<table border="1"> <tr> <td>Beanspruchung im Hohlprofil</td> <td>≤ 20</td> <td>22,5</td> <td>25</td> <td>27,5</td> <td>30</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td colspan="5">siehe Bild</td> </tr> <tr> <td>Druck</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Zug</td> <td>1,33</td> <td>1,42</td> <td>1,5</td> <td>1,59</td> <td>1,67</td> <td>1,83</td> </tr> </table>	Beanspruchung im Hohlprofil	≤ 20	22,5	25	27,5	30	35			siehe Bild					Druck	3	4	5	6	7	8	Zug	1,33	1,42	1,5	1,59	1,67	1,83																					
Beanspruchung im Hohlprofil	≤ 20	22,5	25	27,5	30	35																																														
		siehe Bild																																																		
Druck	3	4	5	6	7	8																																														
Zug	1,33	1,42	1,5	1,59	1,67	1,83																																														
<p>Anmerkung: Bei an Knoten durchlaufenden Rundrohren ist der Parameter g/b_0 durch g/d_0 zu ersetzen. In Spalte 3 wird zwischen den Spalten 2 und 4 linear interpoliert. $\text{erf} \left(\frac{t_u}{t_a} \right)$ ist das erforderliche Wanddickenverhältnis nach Spalte 4. Bei Knoten mit Spalt $g > 2c$ und gleichzeitig $\gamma > 0,7$ ist zusätzlich Abschnitt 4.4.2 zu beachten.</p>																																																				



Die Werte der Spalte 4 a sind mit dem Faktor $f_\phi = 0,6 + \frac{\phi}{150}$ zu vergrößern.

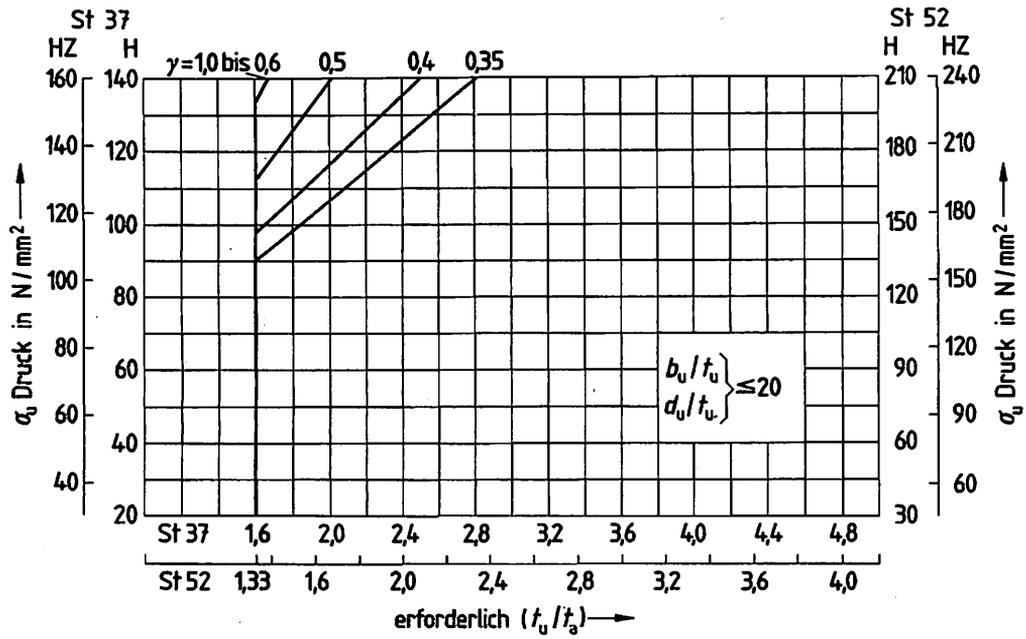


Bild 3. Erforderliches Wandickenverhältnis in Abhängigkeit vom Verhältnis $b_u/t_u \leq 20$ oder $d_u/t_u \leq 20$

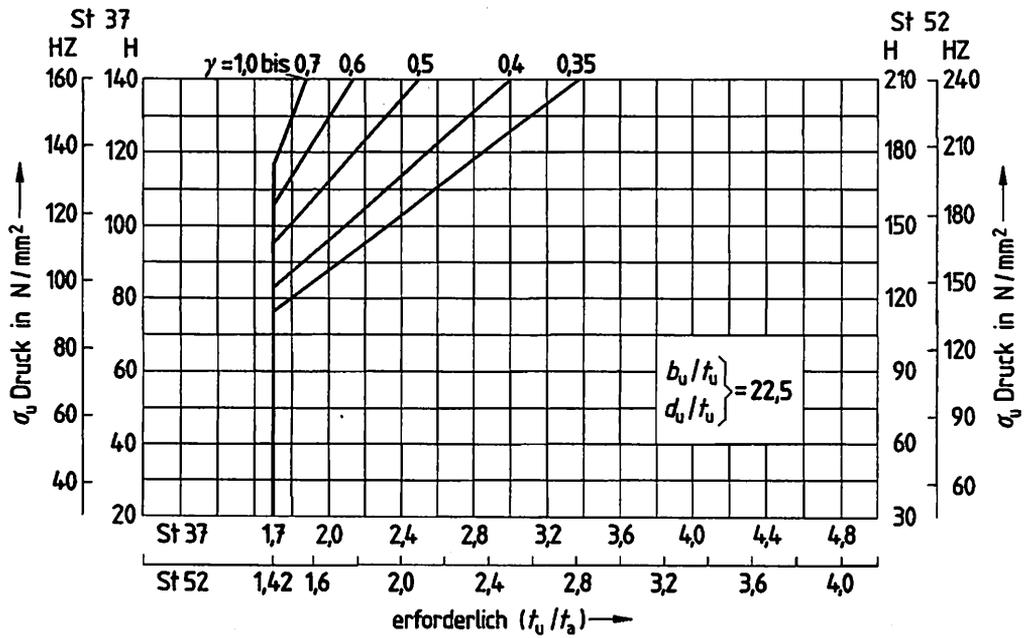


Bild 4. Erforderliches Wandickenverhältnis in Abhängigkeit vom Verhältnis $b_u/t_u = 22,5$ oder $d_u/t_u = 22,5$

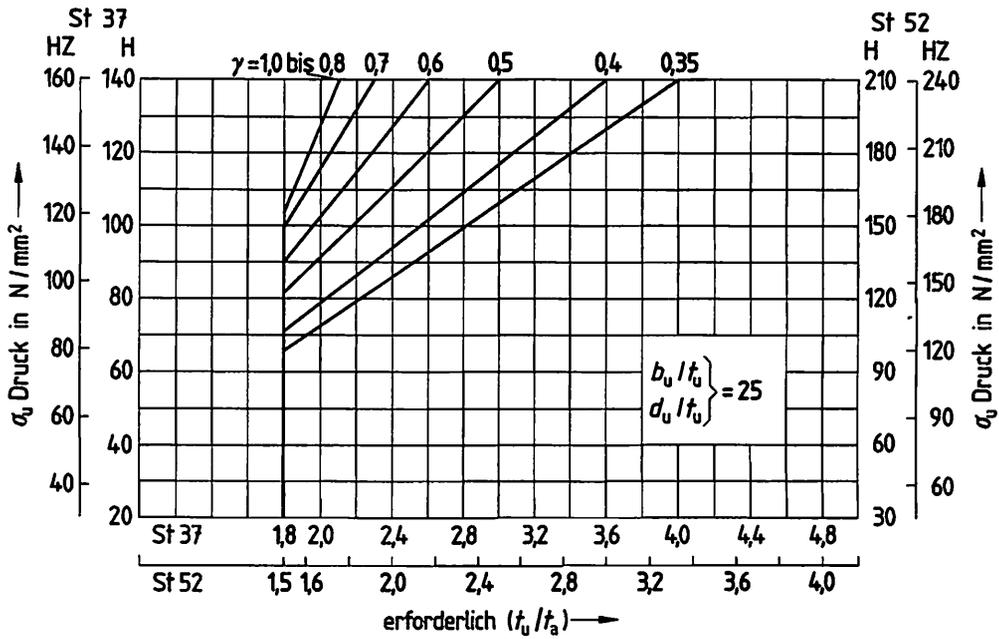


Bild 5. Erforderliches Wanddickenverhältnis in Abhängigkeit vom Verhältnis $b_u/t_u = 25$ oder $d_u/t_u = 25$

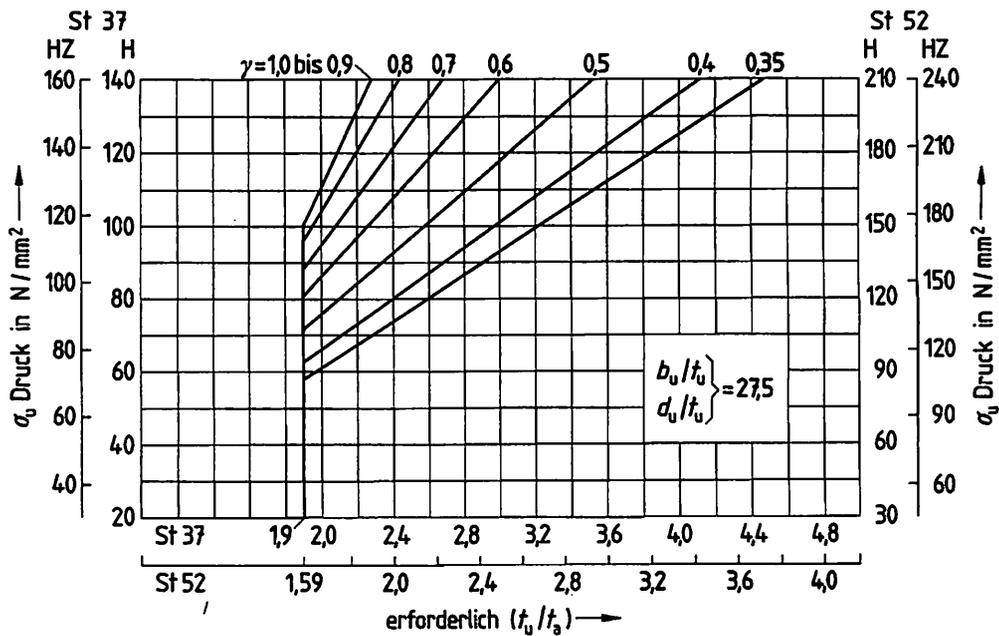


Bild 6. Erforderliches Wanddickenverhältnis in Abhängigkeit vom Verhältnis $b_u/t_u = 27,5$ oder $d_u/t_u = 27,5$

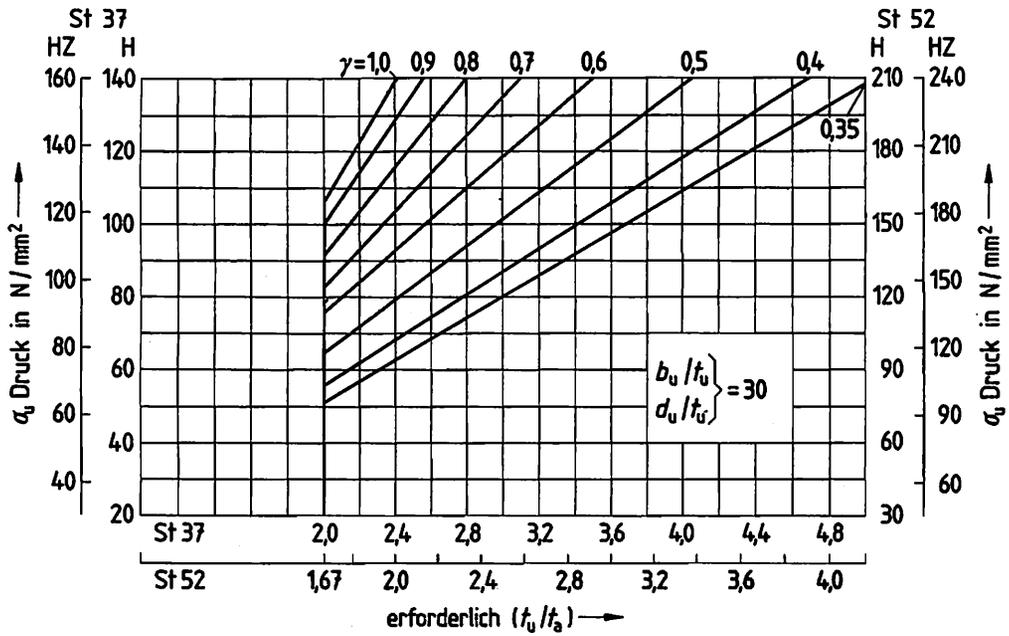


Bild 7. Erforderliches Wanddickenverhältnis in Abhängigkeit vom Verhältnis $b_u/t_u = 30$ oder $d_u/t_u = 30$

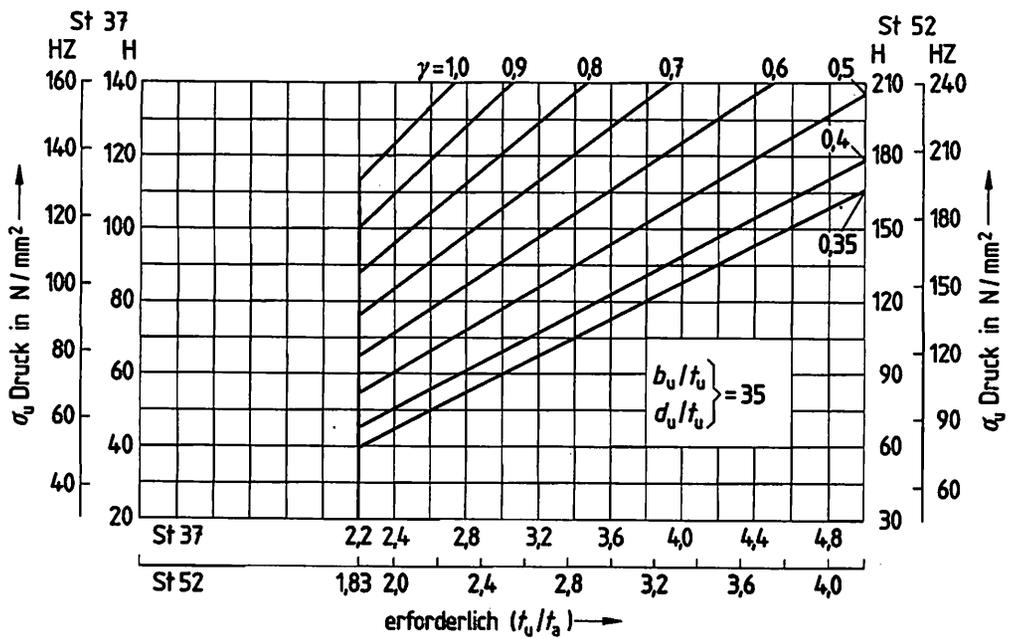


Bild 8. Erforderliches Wanddickenverhältnis in Abhängigkeit vom Verhältnis $b_u/t_u = 35$ oder $d_u/t_u = 35$

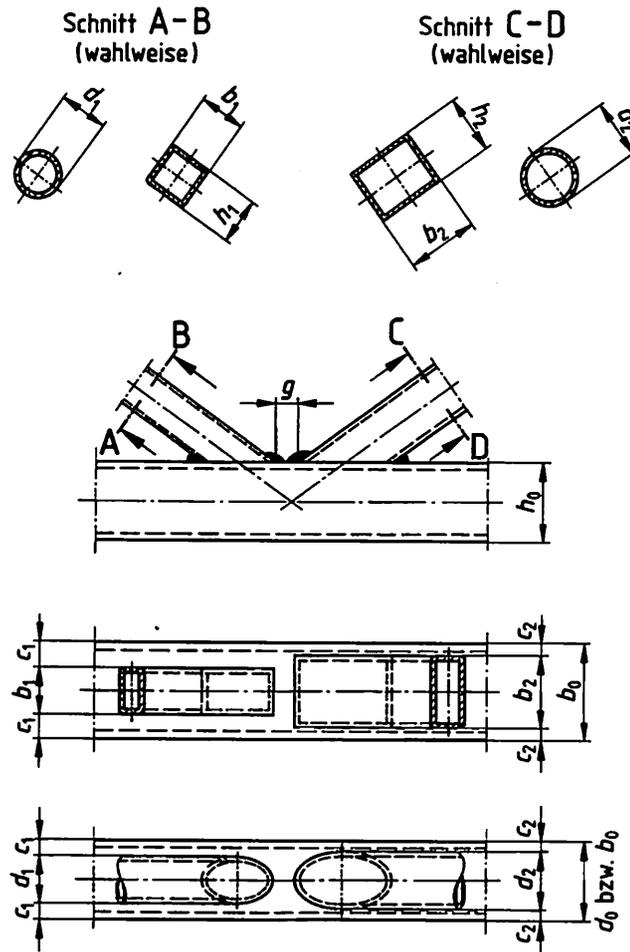


Bild 9. Beispiele zur Erläuterung der Parameter des Abminderungsfaktors k

4.4.2 Zusätzlicher Nachweis für den Fall $g > 2c$ und gleichzeitig $\gamma > 0,7$

Ist die Spaltweite g größer als der zweifache Flankenabstand c , ist also $g > 2c$, und gleichzeitig das Breitenverhältnis $\gamma > 0,7$, muß die zulässige Spannung zu σ (nach DIN 18 800 Teil 1/03.81, Tabelle 11, Zeilen 4 bis 6) für das aufgesetzte Hohlprofil mit dem Abminderungsfaktor k multipliziert werden. Der Faktor k braucht jedoch nicht kleiner als 0,7 eingesetzt zu werden, d. h.

$$0,7 \leq k \leq 1$$

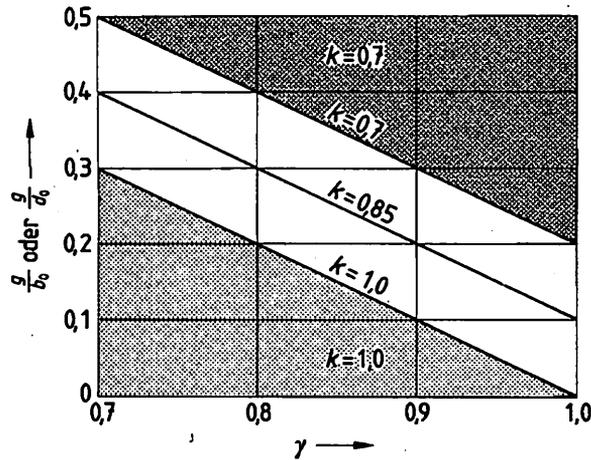
Für rechteckige Füllstäbe und rechteckige Gurte ist

$$0,7 \leq k = 1 - 3 \cdot \frac{g - 2c}{b_0} \cdot \frac{b_i}{b_i + h_i}; i = 1, 2, \dots \quad (4)$$

Für runde und quadratische Füllstäbe und rechteckige Gurte ist vereinfacht:

$$0,7 \leq k = 1 - 1,5 \cdot \frac{g - 2c}{b_0} \quad (5)$$

Bei Gurten aus runden Rohren ist in den Gleichungen (4) und (5) statt b_0 der Durchmesser d_0 einzusetzen. Für den Fall quadratischer und runder Füllstäbe kann der Faktor k in Abhängigkeit von γ und g/b_0 bzw. g/d_0 auch aus Bild 10 entnommen werden.

Bild 10. k -Werte für quadratische und runde Füllstäbe

4.4.3 Schweißverbindungen

4.4.3.1 Allgemeines

Rechnerische Schweißnahtnachweise brauchen nicht geführt zu werden, wenn die Bestimmungen nach den Abschnitten 4.4.3.2 und 4.4.3.3 eingehalten werden.

4.4.3.2 Schweißnahtdicke

Bei aufgesetzten Hohlprofilen mit Wanddicken $t_a \leq 3$ mm muß die Schweißnahtdicke mindestens gleich der Wanddicke des aufgesetzten Profiles sein:

$$a = t_a$$

Bei aufgesetzten Hohlprofilen mit Wanddicken $t_a > 3$ mm muß die Schweißnahtdicke mindestens gleich der reduzierten Wanddicke des aufgesetzten Profiles sein:

$$a \geq \text{red } t_a, \text{ mindestens jedoch } a = 3 \text{ mm.}$$

Aus konstruktiven Gründen kann eine größere Schweißnahtdicke erforderlich sein.

4.4.3.3 Ausführung der Schweißnähte

Bei Anschlüssen von Hohlprofilen untereinander sind nach Bild 11 a die Bereiche A, B und C zu unterscheiden. Bei Anschlüssen von Rechteckhohlprofilen untereinander gelten folgende Festlegungen:

- im Bereich A
die Schweißnaht soll bei Anschlußwinkeln $\vartheta < 45^\circ$ als HV-Naht ausgebildet werden (siehe Bild 11 b), bei $\vartheta \geq 45^\circ$ auch als Kehlnaht (siehe Bild 11 c)
- im Bereich B
für $\gamma \leq 0,8$: Die Schweißverbindungen dürfen als Kehlnähte ausgeführt werden (siehe Bild 11 d)
für $\gamma > 0,8$: Kann bei kleinen Eck-Radien r einwandfreies Durchschweißen nicht sichergestellt werden, so ist die Naht vorzubereiten (siehe Bild 11 e)
Bei großen Eck-Radien r (siehe Bild 11 f) ist zu überprüfen, ob ein Schweißen möglich ist
- im Bereich C
Die Schweißnähte im spitzen Winkel dürfen als Kehlnähte ausgeführt werden (siehe Bilder 11 g und 11 h)

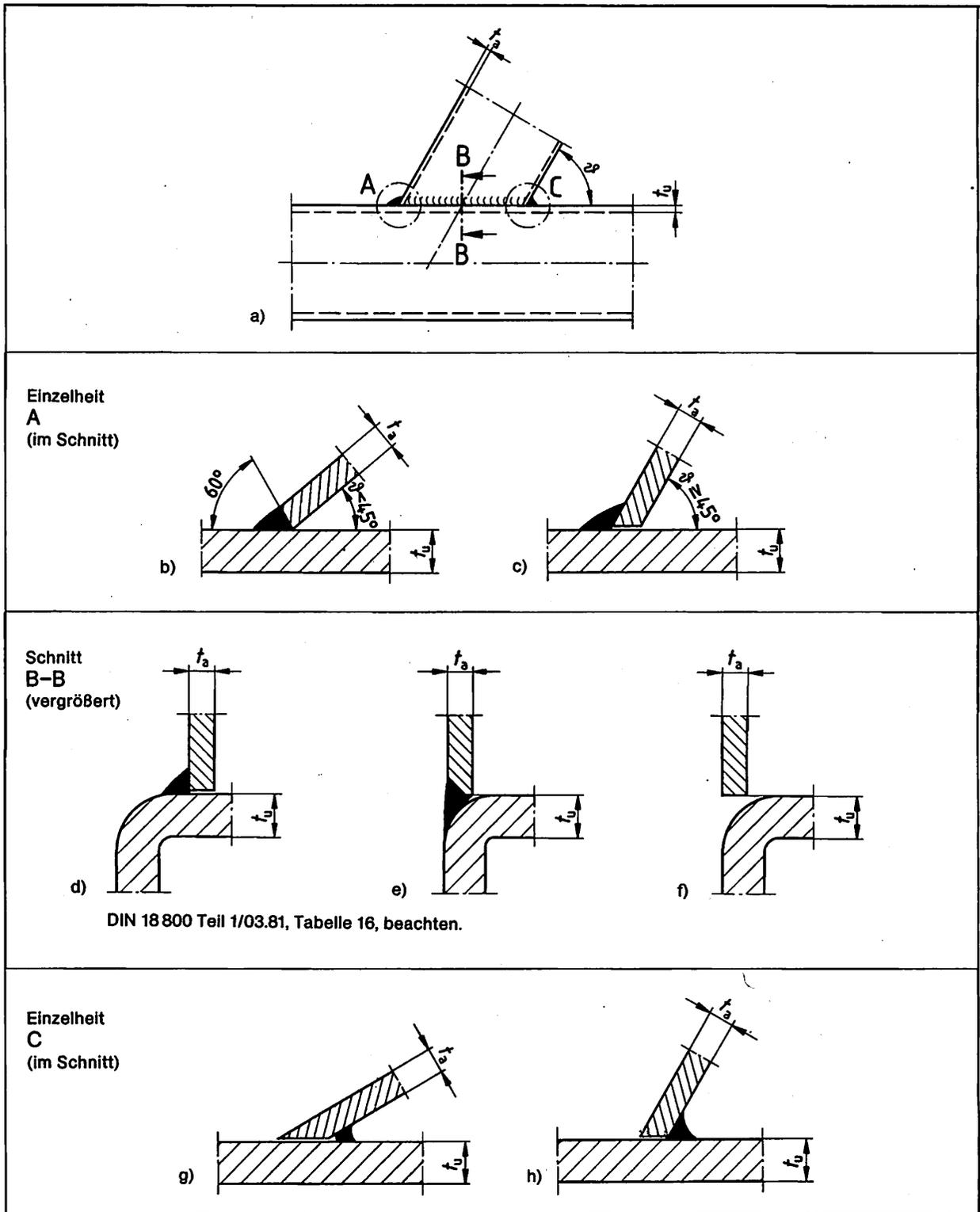


Bild 11. Beispiele für Schweißnahtausbildung bei Anschlüssen von Rechteck-Hohlprofilen untereinander
Bei Verwendung von Rundrohren ist sinngemäß zu verfahren.

4.5 Fachwerkknoten mit Verstärkungen und mittelbaren Anschlüssen

Werden die Bestimmungen nach Abschnitt 4.4 nicht eingehalten, sind die Knoten entweder zu versteifen (siehe Abschnitt 4.5.1) oder die Hohlprofile mittelbar über Knotenbleche miteinander zu verbinden (siehe Abschnitt 4.5.2).

4.5.1 Versteifte Fachwerkknoten

Knoten können beispielsweise nach den Bildern der Tabelle 5 versteift werden.

Tabelle 5. Beispiele für versteifte Knoten

Zeile	Benennung des Knotens	Bild
1	Knoten mit Zwischenblech	
2	Knoten mit Unterlegblech und mit Spalt	
3	Knoten mit Unterlegblech überlappt	

Tabelle 5. (Fortsetzung)

Zeile	Benennung des Knotens	Bild
4	Knoten mit Unterlegblech und Zwischenblech	

Die Dicke t_p der Zwischen- und Versteifungsbleche muß mindestens doppelt so groß sein wie die größte reduzierte Wanddicke der endenden Hohlprofile:

$$t_p \geq 2 \cdot \text{red } t_i \quad (i = 1, 2, \dots) \quad (6)$$

Die Dicke a_p der Schweißnähte zum Anschluß der Zwischen- und Versteifungsbleche an das durchlaufende Hohlprofil und zum Anschluß eines Zwischenbleches an ein Versteifungsblech muß mindestens so groß sein wie die größte reduzierte Wanddicke der endenden Hohlprofile:

$$a_p \geq t_i \quad \text{für } t_i < 3 \text{ mm} \quad (i = 1, 2, \dots) \quad (7)$$

jedoch $a_p \geq \text{red } t_i$.

Für die unmittelbar miteinander verbundenen Teile der Hohlprofile (z. B. in Tabelle 5, Anschluß 0-1 und 0-2 in Zeile 1 und Anschluß 1-2 in Zeile 3) gelten die Bestimmungen nach Abschnitt 4.4.1.

Für Hohlprofile, die mittelbar über ein Zwischenblech verbunden sind, werden keine Bedingungen an das Wanddickenverhältnis gestellt.

Für Hohlprofile, die mittelbar über ein Unterlegblech miteinander verbunden sind, ist das erforderliche Wanddickenverhältnis

$$\text{erf} \left(\frac{t_u}{t_a} \right) = 1 \quad (8)$$

Für die Dicke a der Schweißnähte zum Anschluß von endenden Hohlprofilen gelten die Bestimmungen nach Abschnitt 4.4.3.2.

4.5.2 Anschlüsse mit Knotenblechen

Hohlprofile können über Knotenbleche miteinander verbunden werden. Für den Nachweis dieser Anschlüsse gelten die Regeln des allgemeinen Stahlbaus.

4.6 Lasteinleitungsstellen

An Lasteinleitungsstellen, z. B. an Auflagern, können besondere Maßnahmen erforderlich sein.

4.7 Räumliche Fachwerkknoten

Bei räumlichen Fachwerkknoten können besondere Maßnahmen erforderlich sein.

5.3 Die Dicke t_p einer Versteifungsplatte muß den Bedingungen

$$t_p \geq 1,5 \cdot t_i \quad (i = 1 \text{ oder } 2)$$

$$t_p \geq 10 \text{ mm}$$

genügen.

5.4 Ausreichende Gestaltfestigkeit und damit ausreichende Tragfähigkeit der Rahmenecke wird erreicht, wenn für beide Hohlprofile die folgenden Nachweise (siehe Gleichungen (9) und (10)) erfüllt sind:

$$\text{vorh } \sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W} \leq \alpha \text{ zul } \sigma \tag{9}$$

Hierin bedeuten:

- N Normalkraft
 - M Biegemoment
 - A Querschnittsfläche des betrachteten Hohlprofils
 - W Widerstandsmoment des betrachteten Hohlprofils
- } im betrachteten Hohlprofil im Systempunkt Rahmenecke

zul σ zulässige Spannung nach DIN 18 800 Teil 1/03.81, Tabelle 7

α Formfaktor

Für Rahmenecken mit Versteifungsplatten ist $\alpha = 1$.

Für Rahmenecken ohne Versteifungsplatten ist α in Abhängigkeit von den Querschnittsabmessungen aus den Bildern 13 und 14 zu entnehmen.

$$Q \leq \frac{1}{3} A_S \cdot \text{zul } \tau \tag{10}$$

Hierin bedeuten:

- Q Querkraft im betrachteten Hohlprofil im Systempunkt Rahmenecke
- A_S Querschnittsfläche der Hohlprofilstege ($A_S \approx 2 \cdot h \cdot t$)

zul τ nach DIN 18 800 Teil 1/03.81, Tabelle 7

Wenn die Querkraftbedingung nach Gleichung (10) eingehalten ist, kann ein Vergleichsspannungsnachweis entfallen.

Andernfalls ist die Vergleichsspannung nach DIN 18 800 Teil 1 mit $\frac{1}{\alpha}$ facher Normalspannung nachzuweisen.

5.5 Die Schweißnähte sind nach DIN 18 800 Teil 1 nachzuweisen. Dabei ist als Schweißnahtfläche die Querschnittsfläche des Hohlprofils einzusetzen.

Auf den Schweißnahtnachweis darf bei unversteiften Rahmenecken verzichtet werden, wenn der Formfaktor

- $\alpha \leq 0,84$ bei St 37,
- $\alpha \leq 0,71$ bei St 52 ist.

Die Schweißnahtdetails in Bild 12 sind zu beachten.

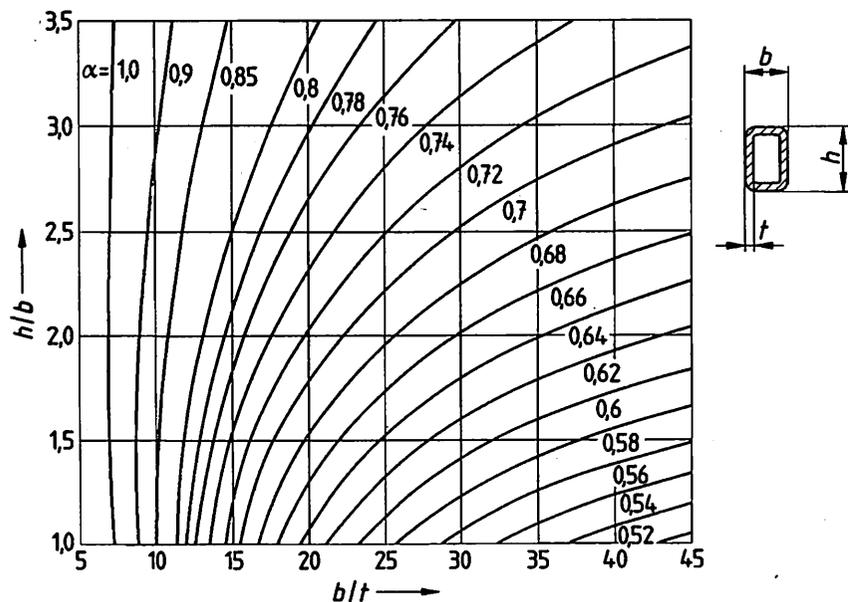
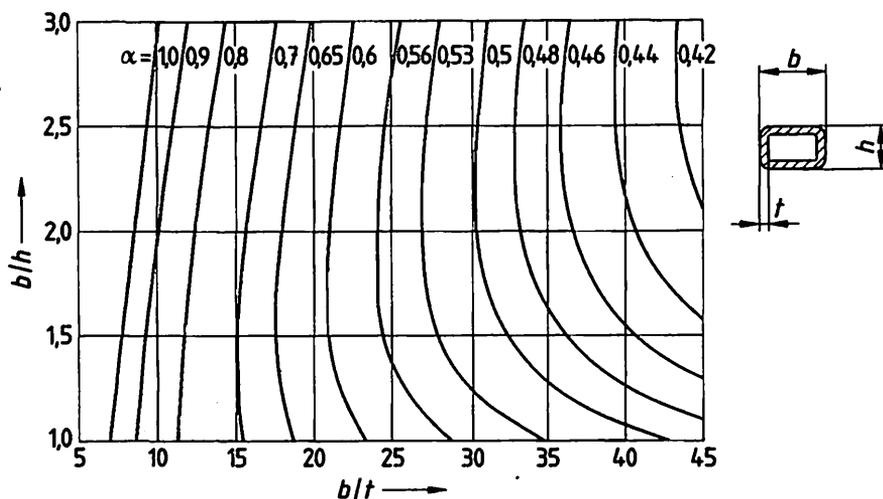


Bild 13. Formfaktoren α für hochkantstehende Rechteck-Hohlprofile

Bild 14. Formfaktoren α für flachliegende Rechteck-Hohlprofile

6 Stumpfstoße

6.1 Bei Stumpfstoßen gilt als rechnerische Schweißnahtfläche die Querschnittsfläche des dünneren Hohlprofils.

6.2 Druckbeanspruchte Stumpfnähte brauchen nicht nachgewiesen zu werden.

6.3 Bei zugbeanspruchten Stumpfnähten hängt die zulässige Spannung von der Güte der Schweißnahtausführung ab. Sie ergibt sich aus Tabelle 7.

Tabelle 7. Zulässige Zugspannung für Stumpfnähte

Zeile	Bedingungen			zul σ nach DIN 18 800 Teil 1/03.81
	Schweißer mit gültiger Schweißerprüfung nach DIN 8560		Durchstrahlungsprüfung der Stumpfnah	
	Für rechteckige Hohlprofile	für Rundrohre		
1	B II	R II	100 % Durchstrahlung Bewertungsgruppe BS nach DIN 8563 Teil 3	Tabelle 11, Zeile 2
2			nicht erforderlich	Tabelle 11, Zeile 5
3	BI	RI	nicht erforderlich	88 % der Werte nach Tabelle 11, Zeile 5

7 Anforderungen an Betrieb und Schweißer

7.1 Anforderungen an den Betrieb

Betriebe, die Tragwerke aus Hohlprofilen nach dieser Norm herstellen, müssen den Anforderungen nach DIN 18 800 Teil 7 genügen. Insbesondere muß der Betrieb über geeignete Einrichtungen zur Anpassung der zu verschweißenden Hohlprofile verfügen.

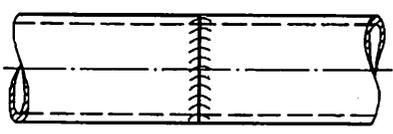
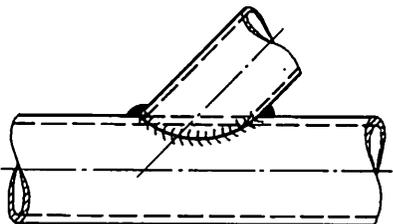
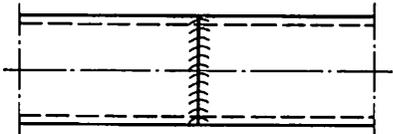
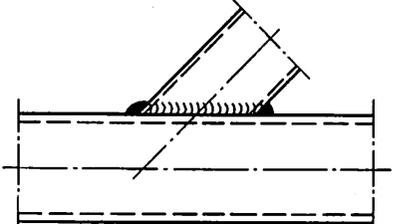
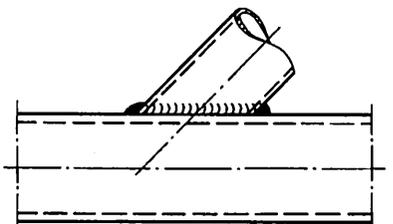
7.2 Anforderungen an die Schweißer

7.2.1 Die Zuordnung von Schweißverbindungen zur erforderlichen Schweißerprüfung enthält Tabelle 8.

7.2.2 Für Anschlüsse nach Tabelle 8, Zeile 2, ist zusätzlich der Nachweis am Prüfstück nach Bild 15 erforderlich.

Die Prüfung ist in Anlehnung an DIN 8560 durchzuführen. Dabei ist das Prüfstück entsprechend Bild 16 vorzubereiten und aufzubrechen, so daß die Bruchbewertung der Schweißnaht durchgeführt werden kann.

Tabelle 8. Zuordnung von Schweißverbindungen zu erforderlicher Schweißprüfung

	Art der Verbindung	Erforderliche Schweißprüfung
1		RI, RII*)
2		RI und Zusatzprüfung nach Abschnitt 7.2.2
3		BI, BII*)
4		BI
5		BI
<p>*) Die zulässige Zugspannung hängt von der Güte der Schweißnahtausführung ab (vgl. Tabelle 7).</p>		

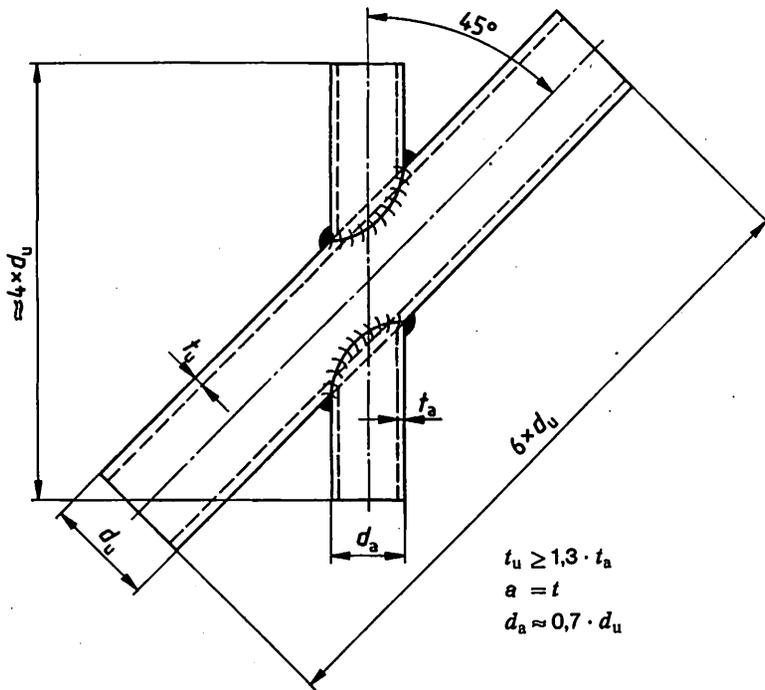


Bild 15. Prüfstück für Zusatzprüfung

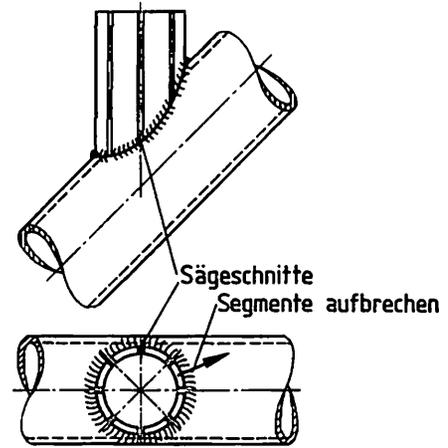


Bild 16. Vorbereitung des Prüfstücks zur Auswertung

Zitierte Normen und andere Unterlagen

- | | |
|-------------------|---|
| DIN 2448 | Nahtlose Stahlrohre; Maße, längenbezogene Massen |
| DIN 2458 | Geschweißte Stahlrohre; Maße, längenbezogene Massen |
| DIN 4114 Teil 1 | Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung); Berechnungsgrundlagen, Vorschriften |
| DIN 4114 Teil 2 | Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung); Berechnungsgrundlagen, Richtlinien |
| DIN 8560 | Prüfung von Stahlschweißern |
| DIN 8563 Teil 3 | Sicherung der Güte von Schweißarbeiten; Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Anforderungen, Bewertungsgruppen |
| DIN 17 100 | Allgemeine Baustähle; Gütenorm |
| DIN 17 119 | Kaltgefertigte geschweißte quadratische und rechteckige Stahlrohre (Hohlprofile) für den Stahlbau; Technische Lieferbedingungen |
| DIN 17 120 | Geschweißte kreisförmige Rohre aus allgemeinen Baustählen für den Stahlbau; Technische Lieferbedingungen |
| DIN 17 121 | Nahtlose kreisförmige Rohre aus allgemeinen Baustählen für den Stahlbau; Technische Lieferbedingungen |
| DIN 18 800 Teil 1 | Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion |
| DIN 18 800 Teil 7 | Stahlbauten; Herstellen, Eignungsnachweise zum Schweißen |
| DIN 59 410 | Hohlprofile für den Stahlbau; Warmgefertigte quadratische und rechteckige Stahlrohre, Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen, statische Werte |
| DIN 59 411 | Hohlprofile für den Stahlbau; Kaltgefertigte geschweißte quadratische und rechteckige Stahlrohre, Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen |
| DAST-Ri 012 | Beulsicherheitsnachweis für Platten ¹⁾ |
| DAST-Ri 013 | Beulsicherheitsnachweis für Schalen ¹⁾ |

Weitere Normen und andere Unterlagen

- | | |
|-------------------|--|
| DIN 55 928 Teil 1 | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Allgemeines |
| DIN 55 928 Teil 2 | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Korrosionsschutzgerechte Gestaltung |
| DIN 55 928 Teil 3 | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Planung der Korrosionsschutzarbeiten |
| DIN 55 928 Teil 4 | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Vorbereitung und Prüfung der Oberflächen |

¹⁾ Zu beziehen bei der Stahlbau-Verlags GmbH, Ebertplatz 1, 5000 Köln 1

DIN 55 928 Teil 5	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Beschichtungsstoffe und Schutzsysteme
DIN 55 928 Teil 6	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Ausführung und Überwachung der Korrosionsschutzarbeiten
DIN 55 928 Teil 7	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Technische Regeln für Kontrollflächen
DIN 55 928 Teil 8	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Korrosionsschutz von tragenden dünnwandigen Bauteilen (Stahlleichtbau)
DIN 55 928 Teil 9	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Bindemittel und Pigmente für Beschichtungsstoffe
Beiblatt 1 zu	
DIN 55 928 Teil 4	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Vorbereitung und Prüfung der Oberflächen; Photographische Vergleichsmuster
DAST-Ri 009	Empfehlung zur Wahl der Stahlgütegruppen für geschweißte Stahlbauten ¹⁾

Erläuterungen

Die Festlegungen dieser Norm stützen sich auf umfangreiche Versuche und theoretische Arbeiten, die an der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine der Universität Karlsruhe und im Ausland durchgeführt wurden.

Die Bemessungsregeln für die Fachwerkknoten wurden unter Beachtung folgender Kriterien aufgestellt:

- Die Spannungen für die Füllstäbe wurden auf die zulässigen Schweißnahtspannungen für Kehlnähte begrenzt. Da die Schweißnahtfläche mindestens der Querschnittsfläche des Hohlprofils entspricht und die zulässigen Schweißnahtspannungen eingehalten werden müssen, kann auf den Nachweis für die Schweißnähte verzichtet werden.
- Die zulässige Tragfähigkeit im Knotenbereich ist erreicht, wenn die max. Verformung in der Anschlußfläche des untergesetzten Stabes 1/100 der Breite bzw. des Durchmessers beträgt.
- Die Sicherheit gegen Bruch ist mindestens 2fach.

In den Tabellen 3 und 6 sind für die Druckstäbe Verhältnisse d/t und b/t angegeben, bei deren Einhaltung ein Beulnachweis für die Hohlprofile nicht erforderlich ist. Diese Grenzen weichen von denen der Norm DIN 18 800 Teil 2 (z. Z. Entwurf) nur deshalb ab, weil die Angaben zur Breite b bzw. zum Durchmesser d unterschiedlich definiert sind.

Die erforderlichen Wanddickenverhältnisse sind nur für Breiten-Wanddickenverhältnisse $b_u/t_u \leq 35$ bzw. $d_u/t_u \leq 35$ angegeben worden, weil dünnwandigere untergesetzte Stäbe kaum in Betracht kommen. Falls dies dennoch vorkommen sollte, sind besondere Nachweise erforderlich.

In Bild 11 der Norm sind Schweißnahtausbildungen bei Anschlüssen von Rechteckhohlprofilen untereinander angegeben. In Einzelheit C dieses Bildes wird zwischen zwei verschiedenen Öffnungswinkeln unterschieden. Bei einem Öffnungswinkel $\vartheta \geq 60^\circ$ ist das Erfassen des theoretischen Wurzelpunktes immer möglich. Bei Knotenpunkten mit Öffnungswinkeln $\vartheta \approx 30^\circ$ kann der theoretische Wurzelpunkt meist nicht voll erfaßt werden. Dies führt zu keiner Tragfähigkeitsminderung des Knotens, weil sich aus der Spannungsverteilung am Knoten für diese Bereiche nur eine geringe Beanspruchung ergibt.

Der Grenzwinkel, ab welchem ein sicheres Erfassen des theoretischen Wurzelpunktes noch möglich ist, hängt neben der Geschicklichkeit des Schweißers z. B. auch vom Schweißverfahren ab.

Bei Öffnungswinkeln unter 30° können in der Regel keine bindefehlerfreien Schweißnähte erwartet werden. In Sonderfällen kann durch Einsetzen besonders geschulter Schweißer, spezieller Schweißparameter und besonderer Geräte (z. B. Engspaltdüsen) auch bei Öffnungswinkeln $\vartheta < 30^\circ$ noch sicher geschweißt werden.

Unterschiedliche t_u/t_a -Verhältnisse für St 37 und St 52 berücksichtigen die für diese Stähle unterschiedlichen Verhältnisse von zulässiger Schweißnahtspannung zur zulässigen Bauteilspannung.

Die Berechnung einer Konstruktion nach dem Traglastverfahren oder vereinfachend nach der Fließgelenktheorie, die eine Ausnutzung von Tragreserven bei statisch unbestimmten Konstruktionen ermöglicht, ist an die Voraussetzung ausreichender Rotationskapazitäten gebunden, die derzeit für Tragwerke aus Hohlprofilen nicht sicher beurteilt werden können.

Im Hinblick auf die Tragfähigkeit sind Fachwerkknoten aus Rundhohlprofilen etwas günstiger als solche aus Rechteckhohlprofilen (Schalentragswirkung). Auf eigene Diagramme zur Ausnutzung dieser Tragreserven wurde aus Gründen der Vereinfachung verzichtet.

Bei biegesteifen Rahmenecken mit Öffnungswinkeln $\vartheta > 90^\circ$ dürfen die Formfaktoren α angewendet werden, weil sie auf der sicheren Seite liegen. Das angegebene Bemessungsverfahren ist bei Rahmenecken von mehrgeschossigen Rahmen mit durchlaufender Stütze nicht zulässig.

Bei biegesteifen Rahmenecken mit Versteifungsplatte, bei denen sich eine Zugbeanspruchung in Richtung der Werkstoffdicke der Versteifungsplatte nicht vermeiden läßt, sind besondere Überlegungen hinsichtlich ausreichender Festigkeit anzustellen.

Internationale Patentklassifikation

E 04 C 3 - 32

¹⁾ Siehe Seite 19