

SIN-TRÄGER

(WELLSTEGTRÄGER)



September 2019

INHALTSVERZEICHNIS

1	Geometrie.....	2
2	Material.....	6
3	Brandschutz	7
4	Berechnungsgrundlagen	8
4.1	Beanspruchbarkeit der Flansche.....	12
4.1.1	Zugflansch - Querschnittswiderstand:.....	13
4.1.2	Druckflansch - Querschnittswiderstand:.....	13
4.1.3	Druckflansch – lokales Beulen.....	13
4.1.4	Druckflansch – Knicken (globale Stabilität).....	15
4.2	Beanspruchbarkeit des Steges.....	17
4.2.1	Knicken (global) $\chi_{c, g}$	18
4.2.2	Lokales Plattenbeulen $\chi_{c, l}$	18
4.3	Querkrafteinleitung in den Steg	19
4.4	Lasteinleitung durch eine Steife	20
4.5	Öffnungen im Steg.....	22
4.6	Verformungen.....	23

1 GEOMETRIE

Wellstegträger (SIN) sind geschweißte Blechträger bestehen aus dünnwandigen, wellenförmigen Stegen und Flachstahlgurten

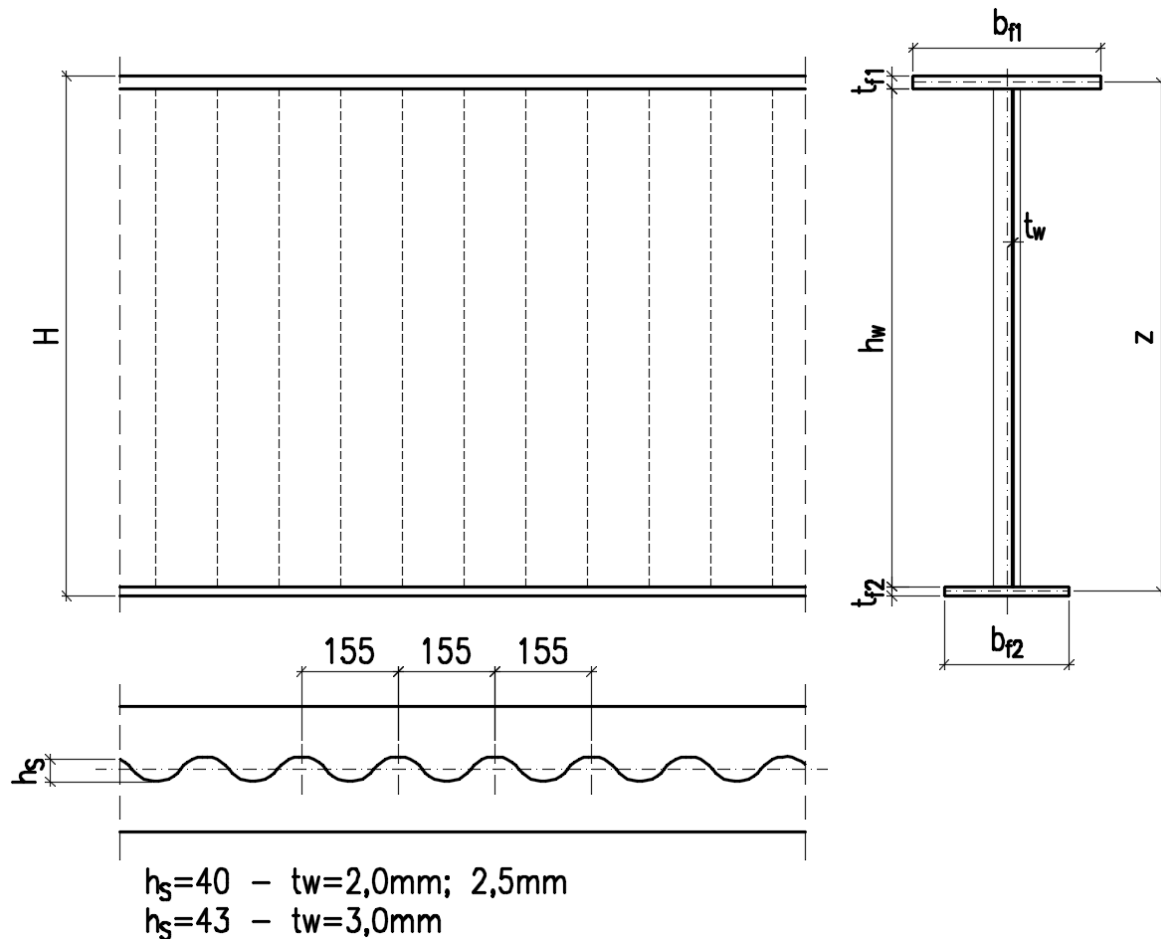


Abbildung 1.1: SIN Profil - Geometrie

Steg Abmessungen:

- Steghöhe: 333; 500; 625; 750; 1000; 1250; 1500
- Stegdicke: 2,0 mm; 2,5 mm; 3,0 mm (4,0 mm; 5,0 mm; 6,0 mm auf Sonderwunsch)

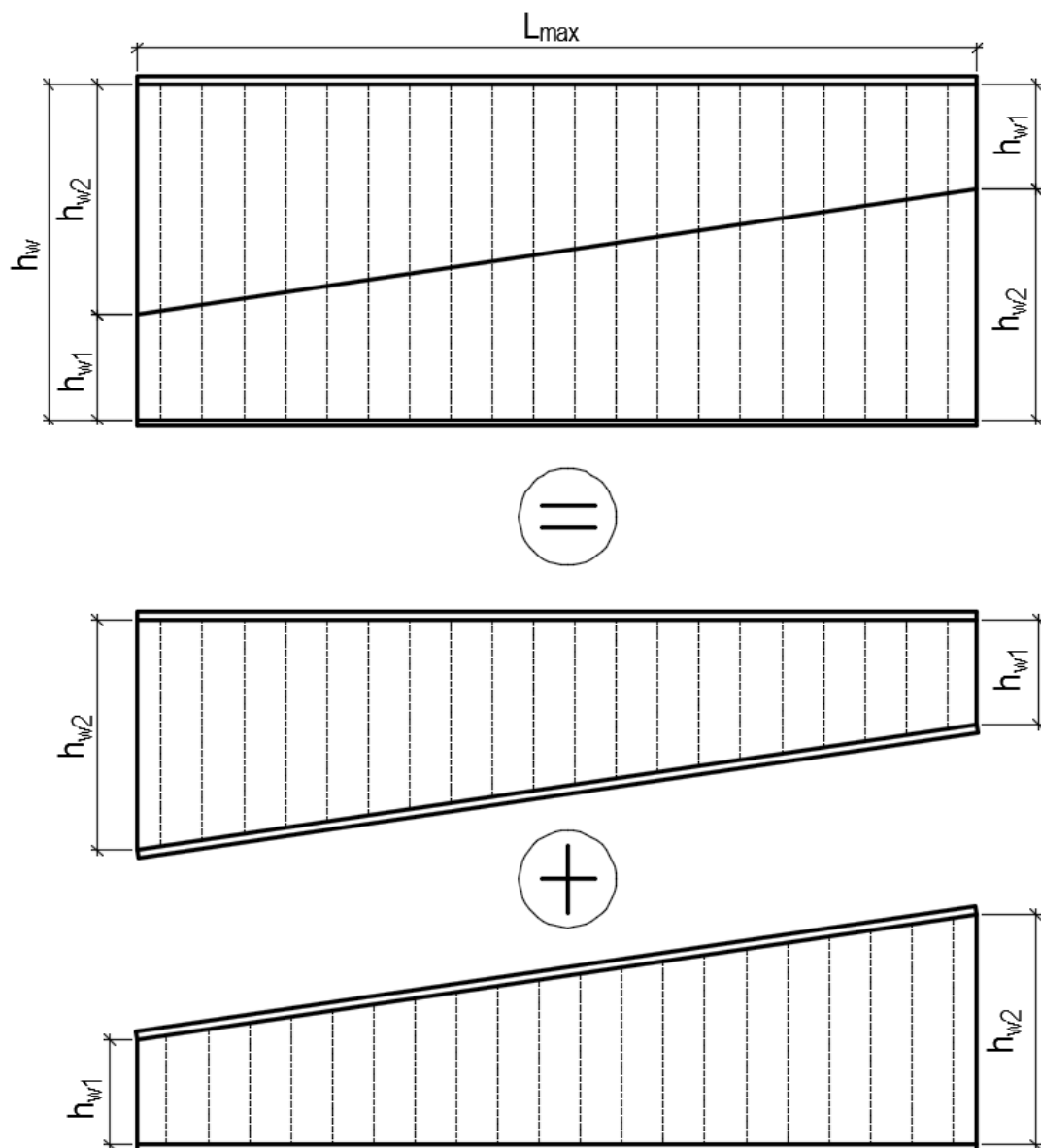
Gurte:

- Breite: 160 mm – 450 mm
- Dicke: 8 mm – 30 mm
- Lieferlängen: 4000 mm – 16400 mm

Auf Sonderwunsch sind alle Steghöhen zwischen 333 mm und 1500 mm produzierbar. Es sind jedoch die Zusatzkosten für den Materialverschnitt bzw. für die Beschaffung

von Mindestmengen an speziellen Coilmaterial und längere Lieferzeiten zu berücksichtigen.

Unterschiedliche Dimensionen von Ober- und Untergurt sind möglich, genauso wie konische Träger mit einer Verjüngung von 250 mm – 1250 mm, sodass die Summe der Steghöhen an beiden Enden gleich einer Standardsteghöhe (siehe oben) ist.



$L_{max} = 11500\text{mm}$
 $h_{w1} = \text{min. } 250\text{mm}$
 $h_{w1} + h_{w2} = h_w = 625, 750, 1000, 1250, 1500\text{mm}$

Abbildung 1.2: Konisches SIN Profil – Abmessungen

Bezeichnung der Träger:

Bsp:	WTB 1000 / 300 x 15		
WT –	Wellstegträger		
B –	Kennung der Stegdicke	A ... 2,0 mm	
		B ... 2,5 mm	
		C ... 3,0 mm	
300 –	Gurtbreite in mm		
15 –	Gurtdicke in mm		

Empfohlene Anwendungsgrenzen:

WTA –	bis 1000 mm Steghöhe
-------	----------------------

Der Name SIN-Träger deutet an, dass es sich um einen sinusförmigen Steg handelt. Tatsächlich handelt es sich nur um einen approximierten Sinusverlauf. Dieser entsteht durch das Verfahren der Stegherstellung. Dabei wird das flache Stegblech in einer speziellen Vorrichtung durch ein System von Rollen verformt, siehe Abbildung 1.3. Der tatsächliche Verlauf des Wellsteges entspricht annähernd gegengleichen Kreissegmenten zwischen denen sich kurze gerade Abschnitte befinden. Tatsächlich wird im Übergangsbereich zwischen Kreissegment und geradem Blech eine Art Klothoide entstehen. Die Abweichungen zwischen der tatsächlichen Form des Steges und dem Sinusverlauf (dargestellt in Abbildung 1.4) sind gering und können für die weitere Betrachtung vernachlässigt werden.

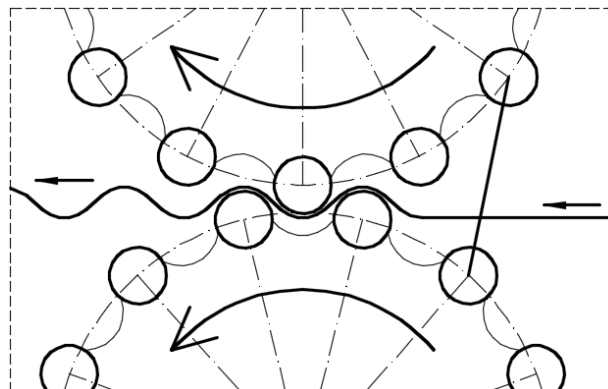


Abbildung 1.3: Herstellungsskizze Wellsteg

Die Annahme der Sinusform in den weiteren Überlegungen erlaubt die Anwendung der Trigonometrie und mathematischen Ableitungen, was eine einfachere Beschreibung der Stegform erlaubt.

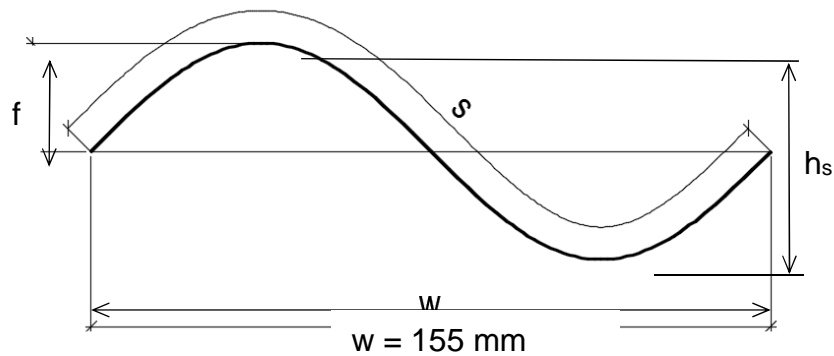


Abbildung 1.4: Geometrie einer Sinuswelle

Der Verlauf einer Sinuswelle kann durch folgende Formel beschrieben werden:

$$y(x) = f \sin \left(\frac{\pi x}{0,5 w} \right) \quad (1)$$

$$s = \int_0^w \sqrt{1 + \left[\frac{h_s \pi}{w} \sin \left(\frac{2 \pi x}{w} \right) \right]^2} dx \quad (2)$$

$$I_w = \int_0^w \frac{1}{12} t^3 + t \left[\frac{h_s}{2} \sin \left(\frac{2 \pi x}{w} \right) \right]^2 dx \quad (3)$$

$$h_s = 2 f$$

Tabelle 1.1 beinhaltet die Trägheitsmomente einer einzelnen Welle

t [mm]	f [mm]	I_w [cm ⁴]
2,0	20	6,21
2,5	20	7,77
3,0	21,5	10,78

Tabelle 1.1: Trägheitsmoment einer Welle

Die Trägheitsmomente des Gesamtquerschnitts können wie folgt ermittelt werden:

$$I_y = \frac{A_{f1} A_{f2}}{A_{f1} + A_{f2}} z^2; \quad I_z = \frac{1}{12} (t_{f1} b_{f1}^3 + t_{f2} b_{f2}^3) \quad (4)$$

In Anhang 1 sind die Querschnittseigenschaften von Standard SIN-Profilen angegeben. Für andere Flanschabmessungen bzw. für Träger mit unterschiedlichen Flanschen müssen diese Werte berechnet werden.

2 MATERIAL

- Flansch: S235JR oder S355J2+N lt. EN 10 025
- Steg: S235JR

Alle anderen Stahlsorten gelten für die Materialbeschaffung als Sondergütern. Für Stegblechdicken von 3 mm oder mehr besteht die Möglichkeit ein Material mit höherer Festigkeit (S355J2+N) zu verwenden. In diesem Fall müssen Informationen zur Stahlgüte in den Konstruktionsunterlagen, den Plänen und den Materiallisten deutlich angegeben werden. Für solche spezielle Stahlsorten oder dickere Stegbleche sind Zusatzkosten für die Beschaffung von Mindestmengen an speziellen Coilmaterial und längere Lieferzeiten zu berücksichtigen.

- E-Modul: 210 000 N/mm²
- Schubmodul: 81 000 N/mm²

Die Wellung des Steges bewirkt eine Erhöhung der Schubverformungen des Wellsteges verglichen mit einem flachen Steg mit gleichen Randbedingungen, Abmessungen und Materialparametern. Unter Verwendung des Timoshenko-Balkenmodells wird der gewellte Steg durch einen flachen Steg mit gleicher Schubverformbarkeit ersetzt. Die Übereinstimmung der Verformungen wird durch einen reduzierten Ersatzschubmodul gewährleistet.

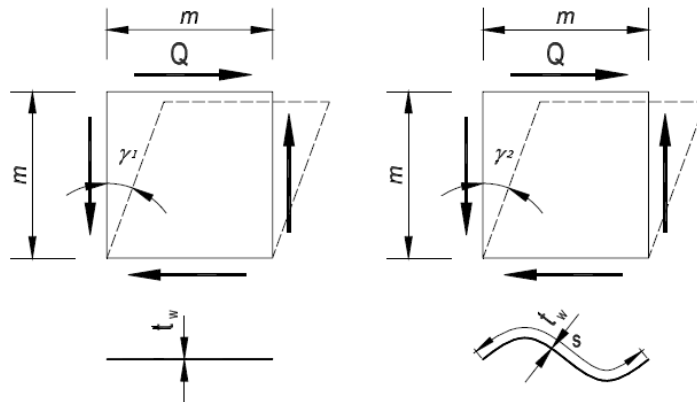


Abbildung 2.1: Schubverzerrung γ in flachen Platten und in gewellten Platten

Es wird gefordert, dass bei gleichen Abmessungen und Schubkräften Q die Schubverzerrungswinkeln γ der flachen Platte (1) und der gewellten Platte (2) gleich sind:

$$\gamma_1 = \gamma_2 \quad (5)$$

wobei:

$$\gamma_1 = \frac{\tau_1}{G_1} = \frac{Q}{t_w m G_1} \quad \gamma_2 = \frac{\tau_2}{G_2} = \frac{Q}{t_w s G_2} \quad (6)$$

Daraus ergibt sich die Reduktion des Schubmoduls wie folgt:

$$G_{red} = G_2 = G_1 \frac{m}{s} \quad (7)$$

Für SIN-Träger entspricht das m/s Verhältnis einem fixen Wert von:

$$\frac{m}{s} = \frac{155}{178} = 0,87 \quad (8)$$

Der reduzierte Schubmodul ergibt sich somit zu:

$$G_{red} = 69,7 \text{ [GPa]} \quad (9)$$

3 BRANDSCHUTZ

Obwohl der Brandschutz von Stahlkonstruktionen durch EUROCODEs und ETAs (European Technical Approvals) auf europäischer Ebene abgedeckt ist, wird er in erster Linie durch nationale – oft lokale – Vorschriften und nationale Zulassungen bestimmt. Im Falle von Brandschutzanforderungen werden daher folgende Vorgehensweisen empfohlen:

R0 oder **R15**: Ungeschützte SIN-Träger können als R15 klassifiziert werden. Entsprechende Untersuchungen wurden in Österreich und in Tschechien durchgeführt.

R30: Brandschutzbeschichtung wird empfohlen

Dicke und Anwendung müssen den Angaben der materialspezifischen Zulassung des Herstellers entsprechen, gleich wie herkömmliche Schweißträger.

Die materialspezifischen Zulassungen definieren die maximalen A/V-Verhältnisse und die minimalen Materialstärken, für welche dieses Material getestet wurde und somit zugelassen ist.

Die erforderliche Trockenfilmdicke entsprechend des tatsächlichen A/V-Wertes des konkreten SIN-Trägers, kann der materialspezifischen Zulassung entnommen werden.

> **R30**: Der Schutz durch Verkleidung mit zugelassenen Brandschutzplatten ist empfohlen. Dicke und Anwendung müssen den Angaben der materialspezifischen Zulassung des Herstellers entsprechen.

Das Oberfläche / Volumen-Verhältnis (A/V-Verhältnis) von ausgewählten SIN-Träger ist in Abbildung 3.1 dargestellt und kann für Steg / Flansch Kombinationen die nicht in der Abbildung enthalten sind einfach berechnet werden.

A/V - Verhältnisse von SIN-Trägern

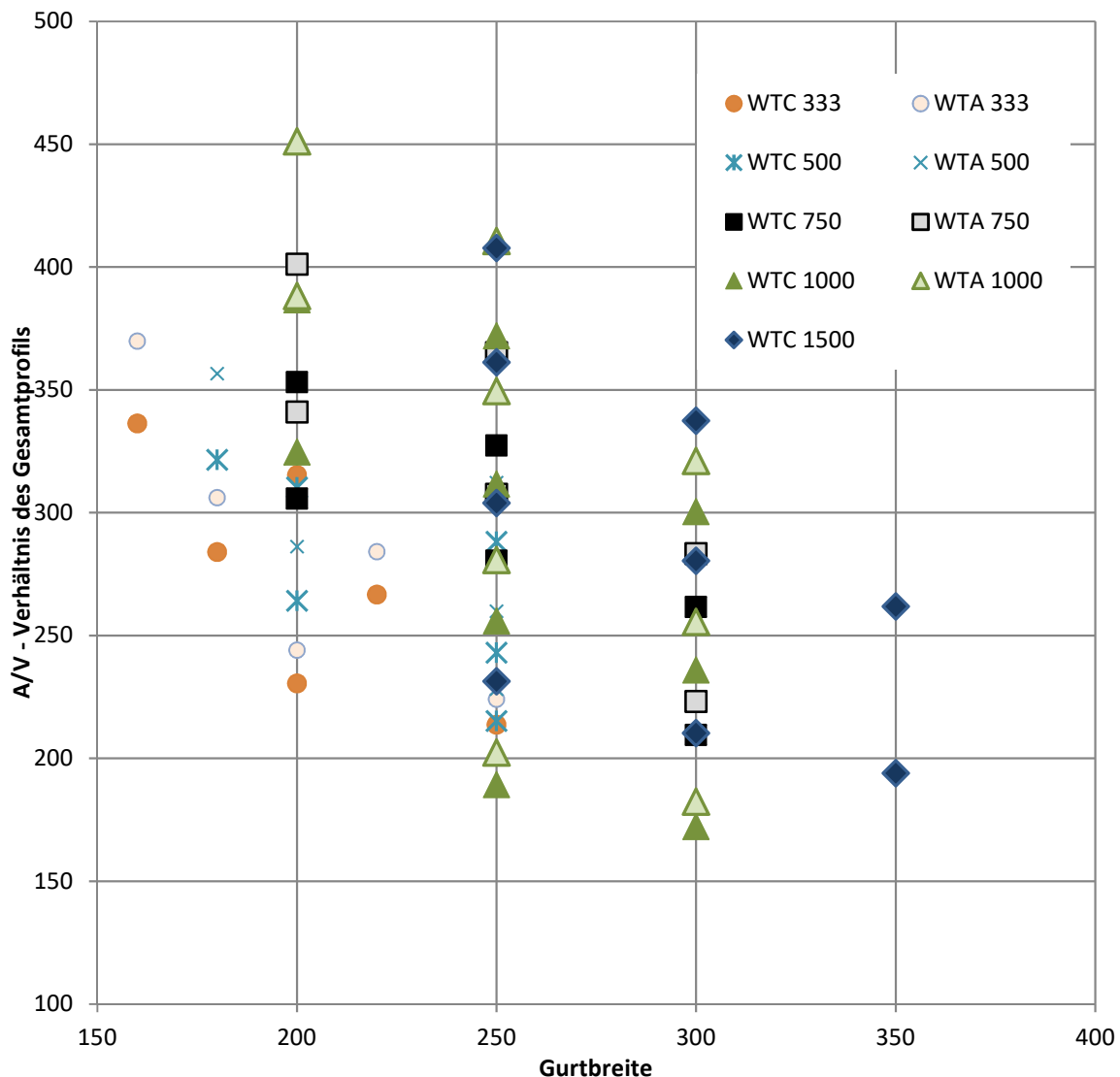


Abbildung 3.1: Oberfläche zu Volumen Verhältnis A/V ausgewählter SIN-Querschnitte

4 BERECHNUNGSGRUNDLAGEN

Aus statischer Sicht funktioniert der SIN-Träger wie ein Fachwerk. Die Biegemomente und die Normalkräfte werden durch die Flansche übertragen. Die Schubkräfte hingegen werden vollständig durch den Steg aufgenommen.

Durch Anwendung dieses mechanischen Modells, können SIN-Träger und Stützen nicht nur mit dem EUROCODE, sondern auch mit jeder anderen Stahlbaunormen weltweit in Einklang gebracht werden (z.B.: russische oder chinesische Norm).

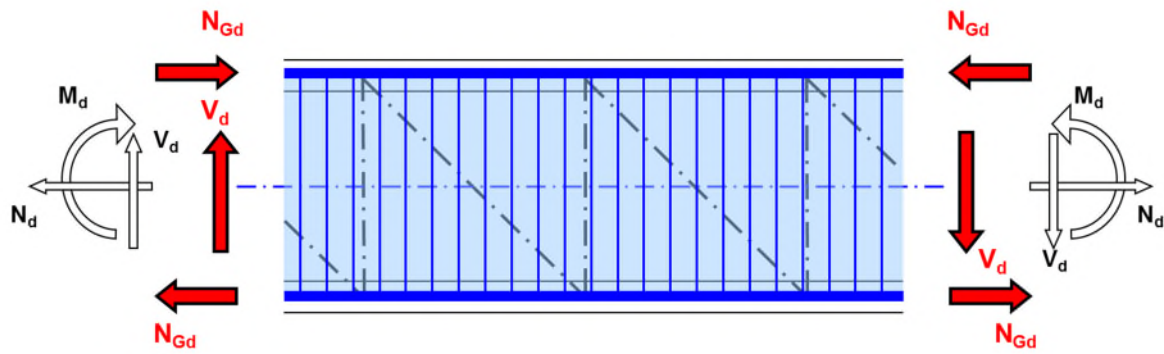


Abbildung 4.1: Fachwerksmodell des SIN-Trägers (Wellstegträgers)

Durch konsequentes Anwenden der Fachwerksanalyse können alle Bemessungssituationen mit Bezug auf den SIN-Träger gelöst werden. Dadurch kann der beiliegende Katalog von typischen Konstruktionsdetails bei Bedarf adaptiert und erweitert werden.

a. Bestimmung der Flanschkkräfte für Träger mit gleichen Flanschabmessungen

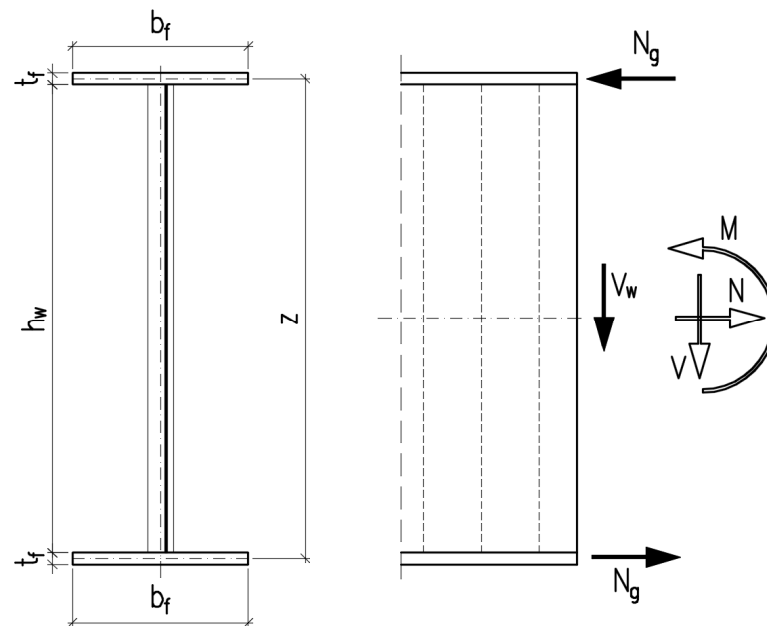


Abbildung 4.2: SIN-Träger mit gleichen Flanschabmessungen

$$N_g = \frac{M}{z} \mp \frac{N}{2} \quad (10)$$

$$V_w = V \quad (11)$$

b. Bestimmung der Flanschkräfte für Träger mit unterschiedlichen Flanschabmessungen

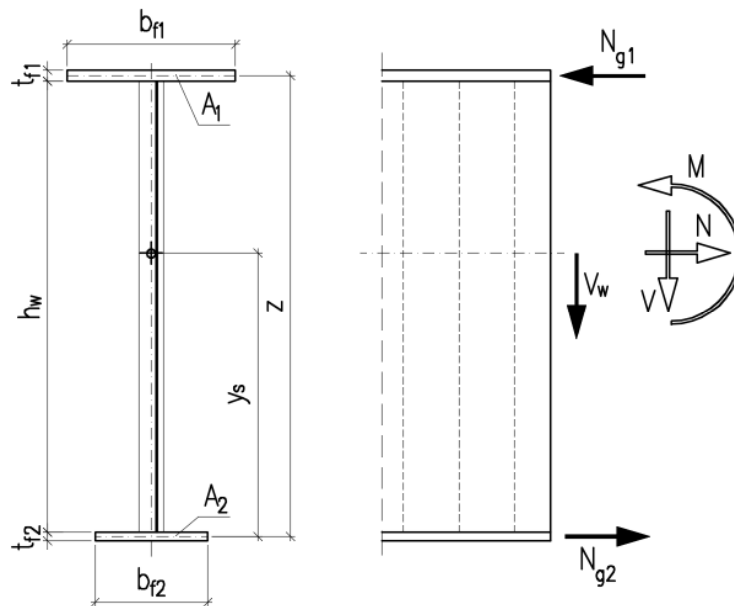


Abbildung 4.3: SIN-Träger mit unterschiedlichen Flanschabmessungen

$$A_{f1} = b_{f1} \cdot t_{f1} \quad (12)$$

$$A_{f2} = b_{f2} \cdot t_{f2} \quad (13)$$

$$N_{g1} = \frac{M}{z} \pm N \cdot \frac{A_{f1}}{A_{f1} + A_{f2}} \quad (14)$$

$$N_{g2} = \frac{M}{z} \pm N \cdot \frac{A_{f2}}{A_{f1} + A_{f2}} \quad (15)$$

$$V_w = V \quad (16)$$

c. Bestimmung der Flanschkräfte für konische Träger

Im Falle eines konischen Trägers, ist keiner der Flansche parallel zur Trägerachse. Die Verteilung der Stabkräfte (M und N) auf die Flansche führt zu Kräften (N,og und N,ug), die nicht in Richtung der Flanschachsen wirken.

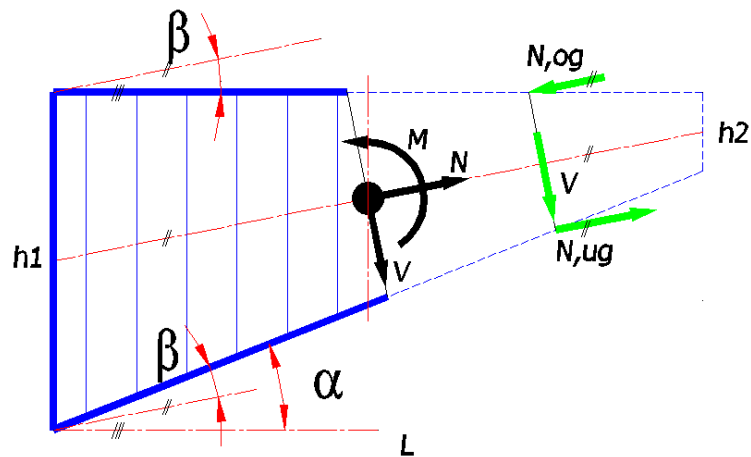


Abbildung 4.4: Aufteilung der Stabschnittgrößen auf Gurt und Steg bei konischen Trägern

Die Komponenten dieser Kräfte wirken nicht nur auf die Flansche, sondern auch auf den Steg. Dadurch erhöhen oder verringern sich die Schubkräfte. Es sollte in Erinnerung behalten werden, dass die Erzeugende der Stegwellen immer rechtwinklig auf einer der beiden Flansche ist. Das bedeutet, dass sich auch die Schubkraft auf Komponenten aufteilt, die in den Flanschen und im Steg übertragen werden.

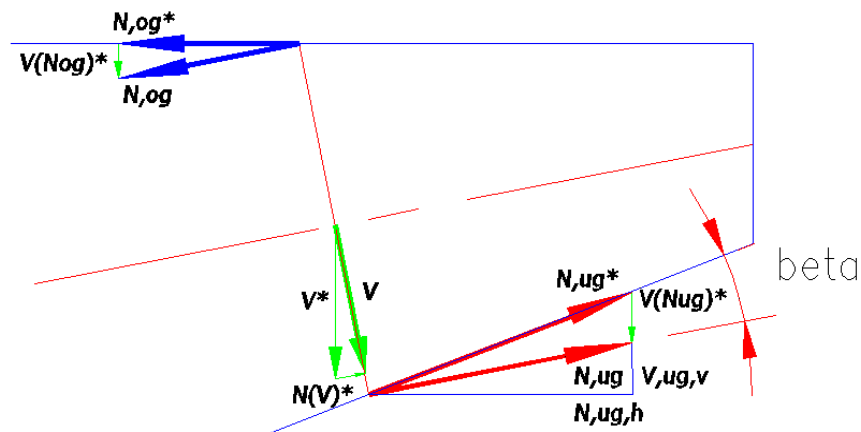


Abbildung 4.5: Bestimmung der Schub und Normalkraftkomponenten in den Gurten und dem Steg bei konischen Trägern

$$V^* = \frac{V}{\cos(\beta)} \tag{17}$$

$$N_{g1} = N_{og}^* = \cos(\beta) \cdot N_{og} \tag{18}$$

$$V(N_{og})^* = \sin(\beta) \cdot N_{og} \tag{19}$$

$$N_{ug, h} = N_{ug} \cdot \cos(\beta) \quad (20)$$

$$V_{ug, v} = N_{ug} \cdot \sin(\beta) \quad (21)$$

$$N_{g2} = N_{ug}^* = \frac{N_{ug, h}}{\cos(\alpha)} \quad (22)$$

$$V(N_{ug})^* = N_{ug, h} \cdot \sin(\alpha) - V_{ug, v} \quad (23)$$

$$N(V)^* = V \cdot \tan(\beta) \quad (24)$$

$$N, og = [N + N(V)^*] \frac{A_{f1}}{A_{f1} + A_{f2}} - \frac{M}{\left(h_w + \frac{t_{f1} + t_{f2}}{2}\right)} \quad (25)$$

$$N, ug = [N + N(V)^*] \frac{A_{f1}}{A_{f1} + A_{f2}} + \frac{M}{\left(h_w + \frac{t_{f1} + t_{f2}}{2}\right)} \quad (26)$$

$$V_w = V^* + V(N_{ug})^* + V(N_{og})^* \quad (27)$$

Die gewellte Form des Steges wirkt sich dabei positiv auf die Stegblechstabilität aus. Dadurch ist es möglich dünnere Stegblechdicken zu verwenden, ohne die für flache Stege meist benötigten Längs- bzw. Quersteifen.

Zusätzlich zu den produktionstechnischen Vorteilen besitzt ein sinusförmigen Stegbleches die Vorteile eines trapezförmigen Steges, bei gleichzeitiger Eliminierung der lokalen Instabilitäten der geraden Abschnitte der Trapezform.

Das mechanische Modell des Fachwerkträgers bzw. der Fachwerkstütze wurde anhand vieler Tests und wissenschaftlicher Untersuchungen seit 1990 überprüft. Die Entwurfsformeln aus dem EUROCODE (EN 1993-1-5, Anhang D) können mit einigen Ergänzungen bezüglich des Sinusverlaufs und unter Berücksichtigung der Konstruktionsregeln dieses Handbuchs, verwendet werden.

4.1 Beanspruchbarkeit der Flansche

Die Flansche werden durch Druck- und Zugkräfte aus dem Biegemoment und der Normalkraft beansprucht.

4.1.1 Zugflansch - Querschnittswiderstand:

Gemäß EN-1993-1-1 6.2.3

- Bruttoquerschnitt

$$N_{t,Rd} = N_{pl,Rd} = \frac{A_{f,t} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad (28)$$

- Querschnitt mit Löchern

$$N_{t,Rd} = N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{f,t,net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \quad (29)$$

4.1.2 Druckflansch - Querschnittswiderstand:

Gemäß EN-1993-1-1 6.2.4

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{f,c} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad (30)$$

4.1.3 Druckflansch – lokales Beulen

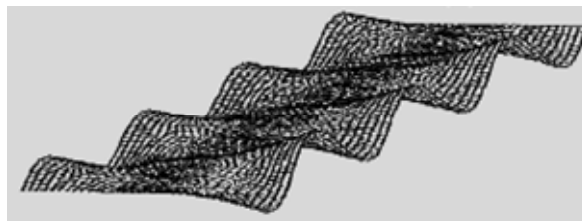


Abbildung 4.6: Beulender Druckflansch

Die Nachweisführung erfolgt gemäß EN 1993-1-5, Abschnitt 4.4. Zur Bestimmung der wirksamen Flanschfläche wird der Flansch als einseitig gestützter Querschnittsteil angesehen, siehe Abbildung 4.7.

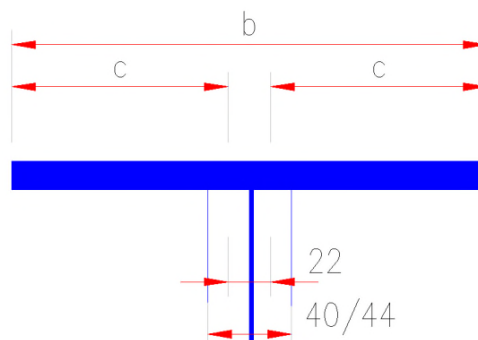


Abbildung 4.7: Entwurfsmodell Flansch

$$\bar{b} = c \quad (31)$$

Es werden Flanschabmessungen angestrebt, für welche eine Reduktion des Flansches zur Berücksichtigung von lokalem Beulen entfallen kann.

$$\rho = 1,0 \quad (32)$$

Die maximale Schlankheit, welche diese Anforderung erfüllt, beträgt:

$$\bar{\lambda}_p \leq 0,748 \quad (33)$$

Unter der Annahme einer gleichförmigen Druckspannungsverteilung über den gesamten Querschnitt, ergibt sich:

$$k_\sigma = 0,43 \quad (\text{EN 1993-1-5, Tabelle 4.2}) \quad (34)$$

Durch einsetzen dieser Werte in die Formel

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr}}} = \frac{\bar{b}/t}{28,4 \varepsilon \sqrt{k_\sigma}} \quad (35)$$

erhalten wir eine Gleichung, welche die volle Ausnutzung des Flanschwiderstands erlaubt:

$$\begin{aligned} \bar{b} &\leq t \cdot 28,4 \varepsilon \sqrt{k_\sigma} \cdot \bar{\lambda}_p \\ \bar{b} &\leq t \cdot 28,4 \varepsilon \sqrt{0,43} \cdot 0,748 \end{aligned} \quad (36)$$

$$\bar{b} \leq t \cdot \varepsilon \cdot 13,9$$

wobei:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y [N/mm^2]}} \quad (37)$$

Die Flanschbreite muss für eine gewählte Dicke folgender Bedingung entsprechen:

$$b \leq \bar{b} \cdot 2 + 22mm \quad (38)$$

Wenn Bedingung (38) nicht eingehalten wird, muss eine Querschnittsreduktion zur Berücksichtigung von Plattenbeulen nach EN-1993-1-5, Abschnitt 4.4 ermittelt werden. Für die weitere Berechnung ist dieser reduzierte Flanschquerschnitt zu verwendet werden.

4.1.4 Druckflansch – Knicken (globale Stabilität)

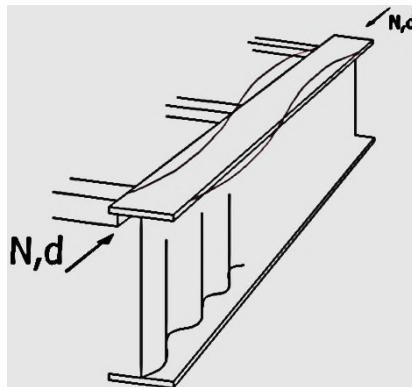


Abbildung 4.8: Knicken des Druckflansches

Wir betrachten eine im Abstand L durch Seitenverstreben lokal stabilisierten Flansch. Dabei wird ein Gelenkstabmodell angenommen.

Die Berechnungen werden nach EN-1993-1-1, Abschnitt 6.3 durchgeführt. Dabei wird der Bemessungswiderstand eines Druckgurtes auf Biegeknicken folgendermaßen ermittelt:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A_{f,c} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \quad (39)$$

Die bezogene Schlankheit des Flansches in der Ebene (in der Knickebene) ist zu bestimmen. Diese Schlankheit ist durch folgende Formel definiert:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{f,c} \cdot f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1} \quad (40)$$

dabei ist:

i – Trägheitsradius des Bruttoquerschnitts

$A_{f,c}$ – Fläche des Druckflansches

L_{cr} – Knicklänge in Flanschebene.

Die Knicklänge L_{cr} des Flansches hängt vom Normalkraftverlauf im Flansch ab und wird durch den Korrekturfaktor k_c definiert. Eine Methode um den Faktor k_c zu ermitteln ist durch EN 1993-1-1, Tabelle 6.6 gegeben (siehe Tabelle 4.1).

Der gekrümmte Normalkraftverlauf zwischen den Punkten der seitlichen Abstützung kann durch einen linearen Verlauf angenähert werden. Durch verwenden der zweiten Zeile in Tabelle 4.1 kann der k_c Werte für jeden Teilabschnitt (zwischen den einzelnen seitlichen Stützpunkten) getrennt berechnet werden.



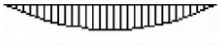





Momentenverteilung	k_c
 $\psi = 1$	1,0
 $-1 \leq \psi \leq 1$	$\frac{1}{1,33 - 0,33\psi}$
	0,94
	0,90
	0,91
	0,86
	0,77
	0,82

Tabelle 4.1: Empfohlene Korrekturbeiwerte k_c (gemäß EN 1993-1-1, Tabelle 6.6)

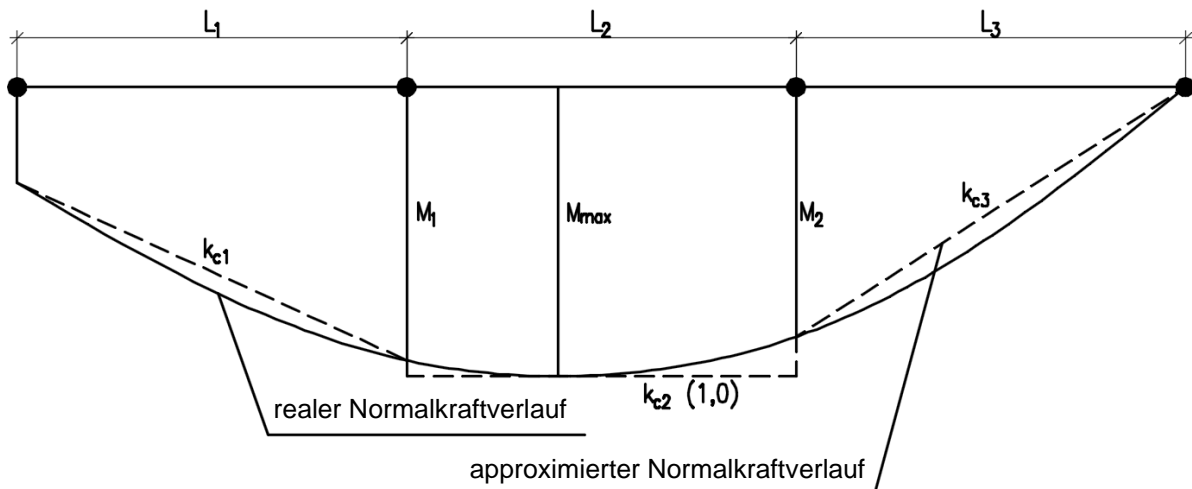


Abbildung 4.9: Näherungsweise Ermittlung der k_c Werte für Teilabschnitte

$$L_{cr,i} = k_{c,i} \cdot L_i \quad (41)$$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \varepsilon \quad (42)$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y [N/mm^2]}} \quad (43)$$

Der Wert des Abminderungsbeiwerts χ für die jeweilige bezogene Schlankheit kann EN 1993-1-1, Bild 6.4 entnommen werden. Dabei sollte die Knicklinie c (Vollquerschnitte) verwendet werden. Der Abminderungsfaktor kann aber auch mit folgender Formel berechnet werden:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \quad \text{aber } \chi \leq 1,0 \quad (44)$$

Dabei ist

$$\Phi = 0,5 [1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] \quad (45)$$

Der Imperfektionsbeiwert ist mit $\alpha = 0,49$ (Knicklinie c) anzusetzen.

In Anhang 2 sind die Flanschbeanspruchbarkeiten für ausgewählte Flanschabmessungen und Aussteifungsabstände angegeben. Dabei wird ein konstanter Normalkraftverlauf im Flansch ($k_c = 1,0$) unterstellt.

4.2 Beanspruchbarkeit des Steges

Die Verifizierung der Beanspruchbarkeit des Steges erfolgt für eine Schubbeanspruchung. Dazu wird eine Stegwelle mit einer Länge von $2w$ betrachtet.

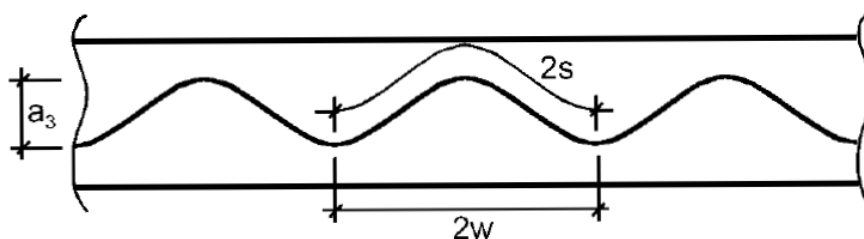


Abbildung 4.10: Wellenabmessung eines sinusförmig profilierten Stegbleches gemäß EN 1993-1-5, Anhang D (EN 1993-1-5, Bild D.1)

$$2w = 155 \text{ mm}$$

$$2s = 178 \text{ mm}$$

$$a_3 = 40 \text{ mm} \quad \text{für } t_w = 2,0 \text{ mm}, 2,50 \text{ mm}$$

$$a_3 = 43 \text{ mm} \quad \text{für } t_w = 3,0 \text{ mm}$$

Die Stegbeanspruchbarkeit auf Schub wird wie folgt ermittelt:

$$V_{Rd} = \chi_c \frac{f_{yw}}{\gamma_{M1} \sqrt{3}} h_w t_w \quad (46)$$

Dabei gilt:

χ_c – der kleinste Wert der Abminderungsfaktoren aus lokalem Plattenbeulen $\chi_{c,l}$ und (globalem) Knicken $\chi_{c,g}$

4.2.1 Knicken (global) $\chi_{c,g}$

$$\chi_{c,g} = \frac{1,5}{0,5 + \bar{\lambda}_{c,g}^2} \leq 1,0 \quad (47)$$

mit

$$\bar{\lambda}_{c,g} = \sqrt{\frac{f_y}{\tau_{cr,g} \sqrt{3}}} \quad (48)$$

$$\tau_{cr,g} = \frac{32,4}{t_w h_w^2} \sqrt[4]{D_x D_z^3} \quad (49)$$

$$D_x = \frac{E t_w^3}{12(1 - \nu^2)} \frac{w}{s} \quad (50)$$

$$D_z = \frac{E I_z}{w} \quad (51)$$

I_z – Trägheitsmoment einer Einzelwelle bezogen auf die Wellenquerschnittsachse

ANMERKUNG: Tabelle 1.1 gibt die Trägheitsmomente für eine volle Sinuswelle an. Im Eurocode ist w als halbe Wellenlänge definiert. Für diese wird der Knickfaktor ermittelt, daher ist zur Berechnung von D_z der Wert aus Tabelle 1 zu halbieren.

4.2.2 Lokales Plattenbeulen $\chi_{c,l}$

$$\chi_{c,l} = \frac{1,15}{0,9 + \bar{\lambda}_{c,l}^2} \leq 1,0 \quad (52)$$

mit

$$\bar{\lambda}_{c,l} = \sqrt{\frac{f_y}{\tau_{cr,l} \sqrt{3}}} \quad (53)$$

$$\tau_{cr,l} = \left(5,34 + \frac{a_3 s}{h_w t_w} \right) \frac{\pi^2 E}{12(1 - \nu^2)} \left[\frac{t_w}{s} \right]^2 \quad (54)$$

Es gilt:

$$a_3 = 2 \cdot f \quad (55)$$

Der Abminderungsfaktor für lokales Plattenbeulen nach Gleichung (52) ist in EN 1993-1-5, Anhang D angeführt und darf sowohl für trapezförmig als auch für sinusförmig profilierte Stegbleche angewendet werden. Dieser Faktor berücksichtigt die Tatsache, dass trapezförmige Stege aus flachen Flächen bestehen, welche eher zum Plattenbeulen neigen. Für sinusförmige Stege kann die Anwendung dieser Formel daher zur Überdimensionierung des Stegbleches führen. An der Universität Cottbus wurden Untersuchungen und Berechnungen zum lokalen Plattenbeulen bei Wellstegträgern durchgeführt. Auf Basis dieser Untersuchungen wurde Gleichung (56) (D. Hannebauer) vorgestellt, welche das Verhalten des Wellsteges unter Schubbeanspruchung besser beschreibt. Es zeigt sich, dass bei WTB (2,5 mm) und WTC (3,0 mm) Profile kein lokales Beulen auftritt. Die nachstehende Formel zeigt, dass lokales Plattenbeulen nur bei sehr dünnen und schlanken Stegen vorkommt. In den meisten anderen Fällen, ist dies kein entscheidendes Kriterium für die Beanspruchbarkeit des Steges. Um dieses Kriterium auszuschließen wird empfohlen die Höhe von WTA (2,0 mm) Profilen auf 1000 mm zu begrenzen.

$$\chi_{c,l} = \frac{1,0}{0,62 + \bar{\lambda}_{c,l}} \leq 1,0 \quad (56)$$

In Anhang 3 sind die Stegbeanspruchbarkeiten gemäß den Annahmen der Studien von D. Hannebauer angegeben.

4.3 Querkrafteinleitung in den Steg

Einer der Vorteile der Stegform ist, dass auf Steifen verzichtet werden kann. Daraus ergibt sich ein Problem bei Lasteinleitungsstellen. Die gesamte Kraft wird über die Verbindung zwischen Steg und Flansch eingeleitet.

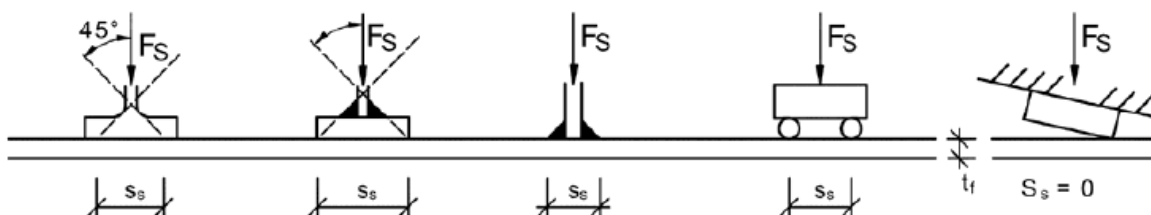


Abbildung 4.11: Lasteinleitungsweite s_s

Die effektive Steglänge kann über folgende Formel bestimmt werden:

$$c = s_s + 5 t_f \quad (57)$$

Der Bemessungswiderstand des Steges gegen Querkräfte ergibt sich wie folgt:

$$F_{Rd} = t_w \cdot 1,2 \cdot c \cdot f_y / \gamma_{M0} \quad (58)$$

In Anhang 4 sind die Bemessungswiderstände des Steges gegen Querkräfte für ausgewählte Parameter gegeben. Für andere s_s Werte muss eine entsprechende Berechnung durchgeführt werden.

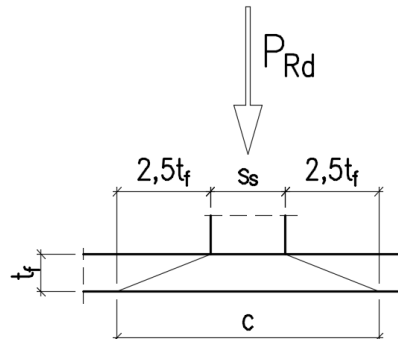


Abbildung 4.12: Lastausbreitung durch den Flansch

4.4 Lasteinleitung durch eine Steife

In der Praxis sind oft Bauteile mit dem SIN-Träger verbunden, welche nicht über den Obergurt angeschlossen werden können. Dies tritt in der Regel ein, wenn die verfügbare Bauhöhe optimal genutzt werden soll. In diesem Fall muss der Bauteil seitlich an den SIN-Träger angeschlossen werden. Beim Anschluss von Wandriegeln an eine Stütze kann dies ebenfalls auftreten. Solche Anschlüsse werden meist über Steifen bewerkstelligt. Die gewellte Form des Steges macht es schwierig, die Anschlussgeometrie genau zu ermitteln. Die einfachste Lösung besteht darin, die Steife nicht an den Steg anzuschließen. Die Vertikalkraft wird über die Steife durch die Flansche in den Steg geleitet.

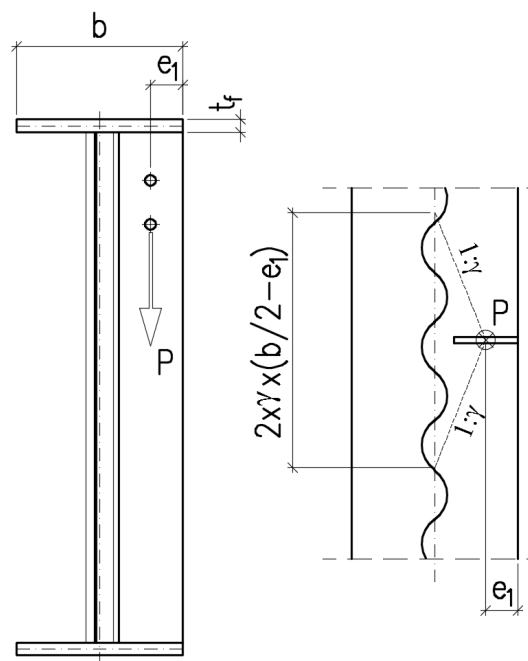


Abbildung 4.13: Steife zum Anschluss von Bauteilen quer zur Trägerachse

Unter der Annahme, dass sich die Spannungen im Stahl mit einem Verhältnis von $1:\gamma$ ausbreiten, kann die effektive Flanschlänge bestimmt werden. Durch heranziehen der Vergleichsspannungsformel

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + 3\tau_z^2} \leq f_y, \quad (59)$$

kann die maximale Kraft P , die durch die Steife - ohne direkte Verbindung zum Steg - übertragen werden kann, bestimmt werden. Dies entspricht der Schubkraft die durch die Flansche in den Steg eingeleitet werden kann.

Die Werte für σ_y und τ_z werden aus der Kraft P , die auf die effektive Flanschlänge wirkt ermittelt. σ_x ist die Zugspannung im Flansch die sich aus der Gesamttragwirkung des Bauteils ergibt. Für die Ermittlung der maximalen Kraft P , wird ein Ausnutzungskraft α der Gurtnormalspannungen angesetzt.

$$\sigma_x = \alpha \cdot f_y \quad (60)$$

$$\sigma_y = \frac{6 \cdot \eta \cdot P}{2 \cdot \gamma \cdot t_f^2} \quad (61)$$

$$\tau_z = \frac{\eta \cdot P}{2 \cdot \gamma \cdot \left(\frac{b}{2} - e_1\right) \cdot t} \quad (62)$$

Dabei ist:

- α – Ausnutzungsgrad der Gurtnormalspannungen
- γ – Verhältnis der Lastausbreitung im Gurt (siehe Abbildung 4.13); meist mit 2,5 angenommen
- $\eta = 1$ für eine Steife die nur an einen Gurt angeschlossen ist (Ober- oder Untergurt)
- $\eta = 0,5$ für eine Steife die an beide Gurte angeschlossen ist (gleiche Gurtstärke)

Für den Fall von unterschiedlichen Gurtstärken ist die Verteilung der Kraft P auf die beiden Flansche nach folgender Formel zu ermitteln:

$$P_i = P \cdot \eta_i = P \cdot \frac{t_i^3}{t_1^3 + t_2^3} \quad (63)$$

$i = 1,2$ Flanschnummer

Nach Einsetzen der Gleichungen (60) bis (62) in (59) ergibt sich für P die quadratische Gleichung (64). Durch Auflösen dieser Gleichung erhält man die maximale Einleitkraft P, die ohne direkte Verbindung der Steife mit dem Steg in den Steg eingeleitet werden kann.

$$\left[\left(\frac{6 \cdot \eta}{2 \cdot \gamma \cdot t^2} \right)^2 + 3 \left(\frac{\eta}{2 \cdot \gamma \cdot \left(\frac{b}{2} - e_1 \right) \cdot t} \right)^2 \right] P^2 - \frac{\alpha \cdot f_y \cdot 6 \cdot \eta}{2 \cdot \gamma \cdot t^2} P - f_y^2 \cdot (1 - \alpha^2) = 0 \quad (64)$$

Für unterschiedliche Flanschabmessungen und unterschiedliche Ausnutzungsgrade der Gurtnormalspannungen, muss der Umstand das $\sigma_{x1} \neq \sigma_{x2}$ und $\eta \neq 0.5$ ist berücksichtigt werden.

Im Anhang 5 sind die maximalen Querkräfte angegeben, für welche die Steifen nicht an den Steg angeschlossen werden müssen.

4.5 Öffnungen im Steg

Bei Stegöffnungen, ist die Schubbeanspruchbarkeit an der Schwachstelle zu überprüfen. Schon kleine Stegöffnungen ohne Verstärkung können zu einer erheblichen Reduktion der Querkrafttragfähigkeit führen. Daher ist in der Regel für Öffnungen $> 30 \text{ mm}$ ein Rohr einzuschweißen. Die Mindestdicke des Rohrflansches beträgt dabei $t_r = 6 \text{ mm}$. Zur Dimensionierung des Rohres geben *Robra* und *Krasolina*¹ folgende Kriterien an:

$$\frac{D_a}{t_r} = 1 + 1,86 \sqrt{\frac{b_r \cdot f_{yr}}{\chi_c \cdot t_w \cdot f_{yw}}} \quad (65)$$

$$\frac{D_a}{t_r} \geq 6 \quad (66)$$

Dabei ist:

- D_a – Der Öffnungsdurchmesser ($= d + 2 \cdot t_r$)
- t_r – Dicke des Rohrflansches
- b_r – Breite des Rohrflansches
- f_{yr} – Fließgrenze des Rohrmaterials

Für Öffnungsdurchmesser größer als $h_w/3$ ist eine herkömmliche stahlbautechnische Stegtauswechslung (Steg gegen Glattblech auszutauschen) vorzunehmen. Eine

¹ Robra J., Krasolina L.: Querkrafttragfähigkeit von sinusförmig profilierten Stahlträgerstegen mit runden und quadratischen Öffnungen, Bauingenieur - Ausgabe 7/8-2019, S. 285-291

stahlbautechnische Auswechslung wird in der Regel als ein Vierendeel-Träger modelliert.

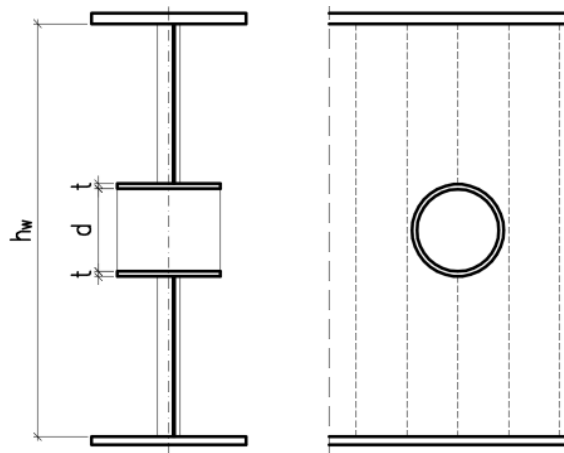


Abbildung 4.14: In Steg eingeschweißtes Rohr

4.6 Verformungen

Zur Berechnung der Systemverformungen sind die charakteristischen Lasen zu verwenden.

Mit herkömmlichen Berechnungsverfahren kann der Einfluss der Schubkräfte durch die Verwendung folgender Maxwell-Mohr Formel berücksichtigt werden:

$$f_{MV} = \sum_1^u \left(\int_0^S \frac{M \cdot M_1}{E \cdot I_y} \cdot dS + \int_0^S k \cdot \frac{V \cdot V_1}{G \cdot A} \cdot dS \right) \quad (67)$$

dabei gilt:

M_1, Q_1 - Biegemoment und Querkraft zufolge einer Einheitskraft an der Stelle an der die Verformung ermittelt werden soll

$f_{MV,k}$ - Querschnittskoeffizient nach der klassischen Elastizitätstheorie mit Korrektur für die Schubnachgiebigkeit es Steges

$$k = \frac{A}{A_w \frac{m}{s}} \quad (68)$$

mit:

A - Gesamtquerschnittsfläche (Gurte + Steg)

A_w - Stegfläche

m, s - Wellenprojektionslänge und Wellenausdehnungslänge
($m/s = 155/178 = 0,87$)

Tabelle 5 gibt die Durchbiegungsformeln für schubnachgiebige Träger (Momenten- und Querkrafteinfluss) unter einfacher Belastung an

Die Verwendung eines erhöhten Schubfaktors k schließt das gleichzeitige Ansetzen eines reduzierten Schubmoduls G_{red} aus. Es muss auch beachtet werden wie der Schubfaktor in der Software definiert ist (einige Programme benötigen einen Schubfaktor von $1/k$).

Wird zur Berechnung der Verformungen eines Wellstegträgers ein gängiges Computerprogramm verwendet, so sollte unbedingt darauf geachtet werden, ein Material mit modifiziertem Schubmodul G_{red} zu verwenden. Des Weiteren muss die Schubnachgiebigkeit für diesen Bauteil berücksichtigt werden.

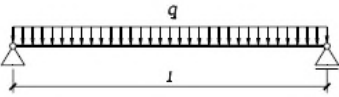
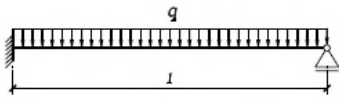
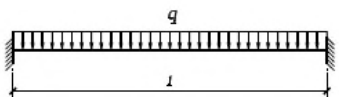
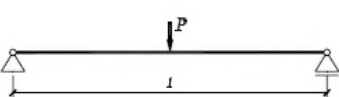
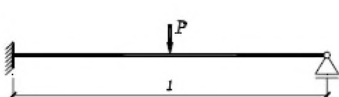
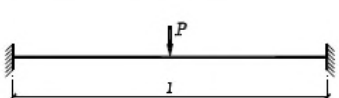
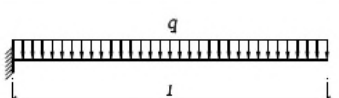

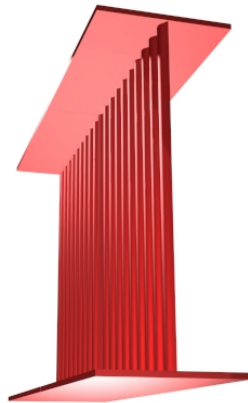
	$f_{MV} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I_y} \cdot \left(1 + 9,6 \cdot k \cdot \frac{E \cdot I_y}{G \cdot A \cdot l^2} \right)$
	$f_{MV} = \frac{1}{18} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I_y} \cdot \left(1 + 22,6 \cdot k \cdot \frac{E \cdot I_y}{G \cdot A \cdot l^2} \right)$
	$f_{MV} = \frac{1}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I_y} \cdot \left(1 + 48 \cdot k \cdot \frac{E \cdot I_y}{G \cdot A \cdot l^2} \right)$
	$f_{MV} = \frac{1}{48} \cdot \frac{P \cdot l^3}{E \cdot I_y} \cdot \left(1 + 12 \cdot k \cdot \frac{E \cdot I_y}{G \cdot A \cdot l^2} \right)$
	$f_{MV} = \frac{2}{215} \cdot \frac{P \cdot l^3}{E \cdot I_y} \cdot \left(1 + 27,7 \cdot k \cdot \frac{E \cdot I_y}{G \cdot A \cdot l^2} \right)$
	$f_{MV} = \frac{1}{192} \cdot \frac{P \cdot l^3}{E \cdot I_y} \cdot \left(1 + 48 \cdot k \cdot \frac{E \cdot I_y}{G \cdot A \cdot l^2} \right)$
	$f_{MV} = \frac{1}{8} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I_y} \cdot \left(1 + 4 \cdot k \cdot \frac{E \cdot I_y}{G \cdot A \cdot l^2} \right)$
	$f_{MV} = \frac{1}{3} \cdot \frac{P \cdot l^3}{E \cdot I_y} \cdot \left(1 + 3 \cdot k \cdot \frac{E \cdot I_y}{G \cdot A \cdot l^2} \right)$

Tabelle 4.2: Durchbiegungen von schubnachgiebigen Trägern

SIN-TRÄGER

(WELLSTEGTRÄGER)

Rechenbeispiel



Oktober 2018

1 BEISPIEL

- Spannweite $L = 7,5 \text{ m}$
- Ständige Last (charakteristisch inkl. Eigengewicht) $g_k = 10,0 \text{ kN/m}$
- Nutzlast (charakteristisch) $q_k = 16,0 \text{ kN/m}$
- Stahlgüte Gurte $f_{yf} = 355 \text{ MPa}$
- Stahlgüte Steg $f_{yw} = 235 \text{ MPa}$
- E-Modul $E = 205 \text{ GPa}$
- Schubmodul $G_{red} = 69 \text{ GPa}$

gewählter Träger: WTB 500 – 200x12

Bemessungslasten

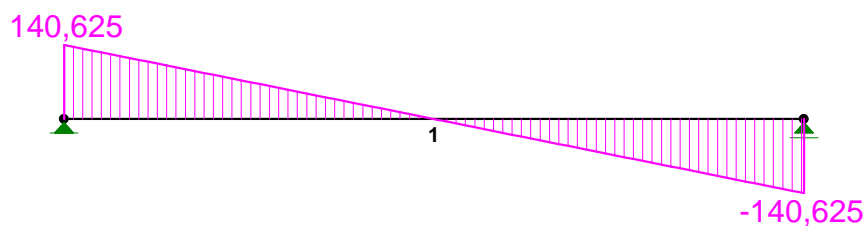
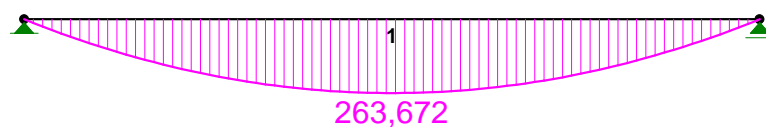
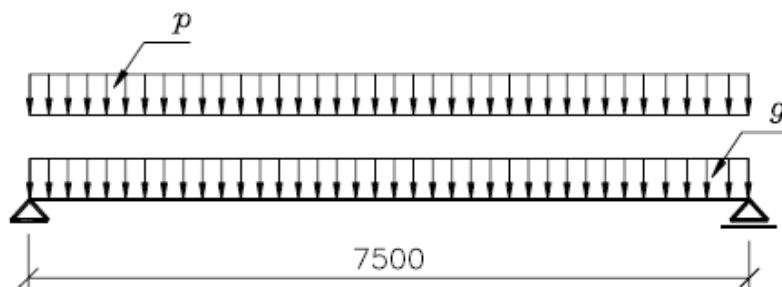
$$g_d = 1,35 \cdot 10 = 13,5 \text{ kN/m}$$

$$q_d = 1,50 \cdot 16 = 24,0 \text{ kN/m}$$

Bemessungsschnittgrößen

$$M_d = \frac{(g_d + q_d) \cdot L^2}{8} = \frac{(13,5 + 24,0) \cdot 7,5^2}{8} = 263,7 \text{ kNm}$$

$$V_d = \frac{(g_d + q_d) \cdot L}{2} = \frac{(13,5 + 24,0) \cdot 7,5}{2} = 140,6 \text{ kN}$$



Bemessungsschnittgrößen in den Gurten (Flanschen)

- Obergurt

$$N_{og} = \frac{M_d}{\frac{t_{og}}{2} + h_w + \frac{t_{ug}}{2}} + \frac{N_d}{2} = \frac{263,7 \cdot 10^3}{\frac{12}{2} + 500 + \frac{12}{2}} + \frac{0}{2} = 515,0 \text{ kN (Druck)}$$

- Untergurt

$$N_{ug} = \frac{-M_d}{\frac{t_{og}}{2} + h_w + \frac{t_{ug}}{2}} + \frac{N_d}{2} = \frac{-263,7 \cdot 10^3}{\frac{12}{2} + 500 + \frac{12}{2}} + \frac{0}{2} = -515,0 \text{ kN (Zug)}$$

Beanspruchbarkeit Zuggurt

$$N_{t.Rd} = \frac{A \cdot f_{yf}}{\gamma_{M0}} = \frac{12 \cdot 200 \cdot 355 \cdot 10^{-3}}{1,0} = 852,0 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{ug}}{N_{t.Rd}} = \frac{515}{852} = 0,61 \leq 1,0$$

Beanspruchbarkeit Druckgurt

- Überprüfung von lokalem Beulen des Druckgurts

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y \text{ [N/mm}^2]}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

$$t = 12 \text{ mm}$$

$$b = 200 \text{ mm} \leq 2 \cdot t \cdot \varepsilon \cdot 13,9 + 22 = 2 \cdot 12 \cdot 0,814 \cdot 13,9 + 22 = 293 \text{ mm}$$

Kriterien erfüllt – kein lokales Beulen des Druckgurts. Für die weitere Berechnung kann der gesamte Gurtquerschnitt herangezogen werden.

- Querschnittsbeanspruchbarkeit

$$N_{c.Rd} = \frac{A \cdot f_{yf}}{\gamma_{M0}} = \frac{12 \cdot 200 \cdot 355}{1,0} = 852,0 \text{ kN}$$

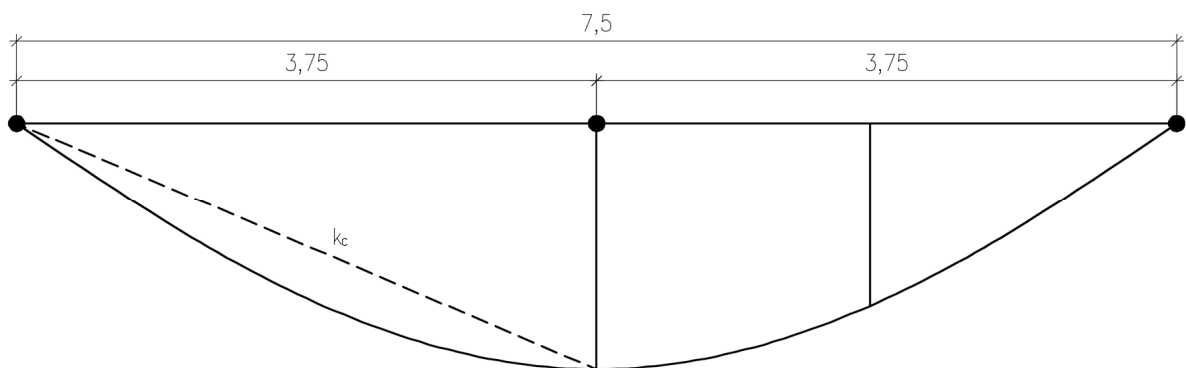
- Knicken in der Gurtebene

Der Abstand der seitlichen Gurtabstützung wurde mit $L_c = 3.75 \text{ m}$ (in Trägermitte) angenommen. Der Obergurt wird in zwei Abschnitte unterteilt. In diesem Beispiel sind die beiden Abschnitte gleich und besitzen den gleichen Kräfteverlauf. Es ist daher ausreichend die Beanspruchbarkeit des Flansches in einem Abschnitt zu betrachten.

Für so einen Normalkraftverlauf beträgt der k_c -Wert 0,75 ($\psi = 0$)

Die Knicklänge L_{cr} wird für die Berechnung wie folgt angenommen:

$$L_{cr} = 0,75 \cdot 3,75 = 2,81 \text{ m}$$



$$\varepsilon = 0,814$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot 0,814 = 76,4$$

$$I_z = \frac{t_f \cdot b^3}{12} = \frac{1,2 \cdot 20,0^3}{12} = 800 \text{ cm}^4$$

$$A = t_f \cdot b = 1,2 \cdot 20,0 = 24,0 \text{ cm}^2$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{800}{24}} = 5,77 \text{ cm}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{L_{cr}}{i_z} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = \frac{2,81 \cdot 10^2}{5,77} \cdot \frac{1}{76,4} = 0,637$$

$$\alpha = 0,49 \text{ – für Knicklinie c}$$

$$\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,637 - 0,2) + 0,637^2] = 0,81$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{0,81 + \sqrt{0,81^2 - 0,637^2}} = 0,763$$

Knickbeanspruchbarkeit Druckgurt

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_{yf}}{\gamma_{M1}} = \frac{0,763 \cdot 12 \cdot 200 \cdot 355 \cdot 10^{-3}}{1,0} = 650,1 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{og}}{N_{b,Rd}} = \frac{515}{650,1} = 0,79 \leq 1,0 \text{ – Bedingung erfüllt!}$$

Beanspruchbarkeit Steg

- Lokales Plattenbeulen $\chi_{c,l}$

$$\begin{aligned} \tau_{cr,l} &= \left(5,34 + \frac{a_3 \cdot s}{h_w \cdot t_w} \right) \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \left[\frac{t_w}{s} \right]^2 \\ &= \left(5,34 + \frac{40 \cdot \frac{178}{2}}{2,5 \cdot 500} \right) \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^3}{12 \cdot (1 - 0,3^2)} \cdot \left[\frac{2,5}{\frac{178}{2}} \right]^2 = 1226,2 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\bar{\lambda}_{c,l} = \sqrt{\frac{f_{yw}}{\tau_{cr,l} \cdot \sqrt{3}}} = \sqrt{\frac{235}{1226,3 \cdot \sqrt{3}}} = 0,333$$

$$\chi_{c,l} = \frac{1,00}{0,62 + \bar{\lambda}_{c,l}} = \frac{1,00}{0,62 + 0,333} = 1,04 > 1,0$$

Ansatz: $\chi_{c,l} = 1,0$

- Knicken global $\chi_{c,g}$

$$D_x = \frac{E \cdot t_w^3}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \frac{w}{s} = \frac{210 \cdot 10^9 \cdot 2,5^3 \cdot 10^{-9}}{12 \cdot (1 - 0,3^2)} \cdot \frac{155}{\frac{178}{2}} = 261,7 \text{ Nm}$$

$$D_z = \frac{E \cdot I_z}{w} = \frac{210 \cdot 10^9 \cdot 3,885 \cdot 10^{-8}}{\frac{155}{2} \cdot 10^{-3}} = 105271 \text{ Nm}$$

$$\tau_{cr,g} = \frac{32,4}{t_w \cdot h_w^2} \cdot \sqrt[4]{D_x \cdot D_z^3} = \frac{32,4}{2,5 \cdot 10^{-3} \cdot 500^2 \cdot 10^{-6}} \cdot \sqrt[4]{261,7 \cdot 105271^3} = 1218,6 \text{ MPa}$$

$$\bar{\lambda}_{c,g} = \sqrt{\frac{f_{yw}}{\tau_{cr,g} \cdot \sqrt{3}}} = \sqrt{\frac{235}{1218,6 \cdot \sqrt{3}}} = 0,337$$

$$\chi_{c,g} = \frac{1,5}{0,5 + \bar{\lambda}_{c,g}^2} = \frac{1,5}{0,5 + 0,337^2} = 2,445 > 1,0$$

Ansatz: $\chi_{c,g} = 1,0$

- Der kleinste Abminderungsfaktor für die Stegstabilität wird für die Berechnung verwendet.

$$\chi_c = \min(\chi_{c,g}, \chi_{c,l}) = 1,0$$

- Beanspruchbarkeit Steg

$$V_{Rd} = \chi_c \cdot \frac{f_{yw}}{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{3}} \cdot h_w \cdot t_w = 1,0 \cdot \frac{235 \cdot 10^{-3}}{1,0 \cdot \sqrt{3}} \cdot 2,5 \cdot 500 = 169,6 \text{ kN}$$

$$\frac{V_d}{V_{Rd}} = \frac{140,6}{169,6} = 0,83 \leq 1,0 \text{ – Bedingung erfüllt!}$$

Überprüfung des Durchbiegungskriterium

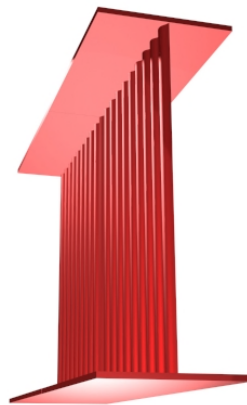
$$\begin{aligned} w_{max} = w_M + w_V &= \frac{5}{384} \cdot \frac{(g+p) \cdot l^4}{E \cdot I_y} + \frac{(g+p) \cdot l^2}{8 \cdot G_{red} \cdot A_w} \\ &= \frac{5}{384} \cdot \frac{(10+16) \cdot 7,5^4}{205 \cdot 31457 \cdot 10^{-2}} + \frac{(10+16) \cdot 7,5^2}{8 \cdot 69,7 \cdot 500 \cdot 2,5} = 0,0166 + 0,0021 \\ &= 0,0187 \text{ m} \end{aligned}$$

$$0,0187 \text{ m} \leq \frac{1}{350} = \frac{7,5}{350} = 0,0214 \text{ m} \text{ – Bedingung erfüllt!}$$

SIN-TRÄGER

(WELLSTEGTRÄGER)

Anhang



Oktober 2018

Anhang 1. Querschnittswerte

* - nur für S235 möglich

WT_ 333						h _w = 333 mm	WTA	t _w = 2,0 mm	h _w x t _w = 6,66 cm ²			
							WTB	t _w = 2,5 mm	h _w x t _w = 8,33 cm ²			
WTC	t _w = 3,0 mm	h _w x t _w = 9,99 cm ²										
b _f x t _f	H	Masse			Oberfläche	Querschnittswerte						
		WTA	WTB	WTC		2 x A _f	I _y	i _y	I _z	i _z	I _t	I _w
mm	mm	[kg/m]			m ² /m	cm ²	cm ⁴	cm	cm ⁴	cm	cm ⁴	cm ⁶
160 x 8	349	26,4	27,9	29,5	1,47	25,6	7 443	17,05	546	4,62	5,6	158 762
170 x 8	349	27,6	29,2	30,8	1,51	27,2	7 909	17,05	655	4,91	6,0	190 430
180 x 8	349	28,9	30,5	32,0	1,55	28,8	8 374	17,05	778	5,20	6,3	226 050
190 x 8	349	30,1	31,7	33,3	1,59	30,4	8 839	17,05	915	5,48	6,7	265 857
200 x 8	349	31,4	33,0	34,5	1,63	32,0	9 304	17,05	1 067	5,77	7,0	310 083
* 210 x 8	349	32,6	34,2	35,8	1,67	33,6	9 769	17,05	1 235	6,06	7,3	358 959
* 220 x 8	349	33,9	35,5	37,0	1,71	35,2	10 235	17,05	1 420	6,35	7,7	412 720
160 x 10	353	31,4	33,0	34,5	1,48	32,0	9 415	17,15	683	4,62	10,8	200 788
170 x 10	353	33,0	34,5	36,1	1,52	34,0	10 003	17,15	819	4,91	11,5	240 837
180 x 10	353	34,5	36,1	37,7	1,56	36,0	10 591	17,15	972	5,20	12,2	285 887
190 x 10	353	36,1	37,7	39,2	1,60	38,0	11 180	17,15	1 143	5,48	12,8	336 231
200 x 10	353	37,7	39,2	40,8	1,64	40,0	11 768	17,15	1 333	5,77	13,5	392 163
210 x 10	353	39,2	40,8	42,4	1,68	42,0	12 357	17,15	1 544	6,06	14,2	453 978
220 x 10	353	40,8	42,4	44,0	1,72	44,0	12 945	17,15	1 775	6,35	14,8	521 969
160 x 12	357	36,4	38,0	39,6	1,49	38,4	11 431	17,25	819	4,62	18,6	243 763
170 x 12	357	38,3	39,9	41,4	1,53	40,8	12 145	17,25	983	4,91	19,8	292 385
180 x 12	357	40,2	41,8	43,3	1,57	43,2	12 860	17,25	1 166	5,20	20,9	347 077
190 x 12	357	42,1	43,6	45,2	1,61	45,6	13 574	17,25	1 372	5,48	22,1	408 196
200 x 12	357	44,0	45,5	47,1	1,65	48,0	14 289	17,25	1 600	5,77	23,2	476 100
210 x 12	357	45,8	47,4	49,0	1,69	50,4	15 003	17,25	1 852	6,06	24,4	551 145
220 x 12	357	47,7	49,3	50,9	1,73	52,8	15 718	17,25	2 130	6,35	25,5	633 689
200 x 15	363	53,4	54,9	56,5	1,66	60,0	18 177	17,41	2 000	5,77	45,2	605 520
210 x 15	363	55,7	57,3	58,9	1,70	63,0	19 086	17,41	2 315	6,06	47,4	700 965
220 x 15	363	58,1	59,7	61,2	1,74	66,0	19 995	17,41	2 662	6,35	49,7	805 947

Anhang 1. Querschnittswerte

* - nur für S235 möglich

WT_ 500						h _w = 500 mm	WTA	t _w = 2,0 mm	h _w x t _w = 10,00 cm ²					
							WTB	t _w = 2,5 mm	h _w x t _w = 12,50 cm ²					
						WTC							t _w = 3,0 mm	h _w x t _w = 15,00 cm ²
b _f x t _f	H	Masse			Oberfläche	Querschnittswerte								
		WTA	WTB	WTC		2 x A _f	I _y	I _y	I _z	I _z	I _t	I _w		
mm	mm	[kg/m]			m ² /m	cm ²	cm ⁴	cm	cm ⁴	cm	cm ⁴	cm ⁶		
160 x 8	516	29,5	31,9	34,2	1,87	25,6	16 517	25,40	546	4,62	5,7	352 343		
170 x 8	516	30,8	33,1	35,5	1,91	27,2	17 550	25,40	655	4,91	6,1	422 623		
180 x 8	516	32,0	34,4	36,7	1,95	28,8	18 582	25,40	778	5,20	6,4	501 676		
190 x 8	516	33,3	35,6	38,0	1,99	30,4	19 614	25,40	915	5,48	6,7	590 020		
200 x 8	516	34,5	36,9	39,3	2,03	32,0	20 647	25,40	1 067	5,77	7,1	688 171		
* 210 x 8	516	35,8	38,2	40,5	2,07	33,6	21 679	25,40	1 235	6,06	7,4	796 644		
* 220 x 8	516	37,1	39,4	41,8	2,11	35,2	22 712	25,40	1 420	6,35	7,8	915 955		
160 x 10	520	34,5	36,9	39,3	1,88	32,0	20 811	25,50	683	4,62	10,9	443 904		
170 x 10	520	36,1	38,5	40,8	1,92	34,0	22 111	25,50	819	4,91	11,6	532 446		
180 x 10	520	37,7	40,0	42,4	1,96	36,0	23 412	25,50	972	5,20	12,3	632 043		
190 x 10	520	39,3	41,6	44,0	2,00	38,0	24 713	25,50	1 143	5,48	12,9	743 344		
200 x 10	520	40,8	43,2	45,5	2,04	40,0	26 013	25,50	1 333	5,77	13,6	867 000		
210 x 10	520	42,4	44,7	47,1	2,08	42,0	27 314	25,50	1 544	6,06	14,3	1 003 661		
220 x 10	520	44,0	46,3	48,7	2,12	44,0	28 615	25,50	1 775	6,35	14,9	1 153 977		
230 x 10	520	45,5	47,9	50,2	2,16	46,0	29 915	25,50	2 028	6,64	15,6	1 318 599		
240 x 10	520	47,1	49,5	51,8	2,20	48,0	31 216	25,50	2 304	6,93	16,3	1 498 176		
* 250 x 10	520	48,7	51,0	53,4	2,24	50,0	32 517	25,50	2 604	7,22	16,9	1 693 359		
160 x 12	524	39,6	41,9	44,3	1,89	38,4	25 170	25,60	819	4,62	18,7	536 871		
170 x 12	524	41,4	43,8	46,2	1,93	40,8	26 744	25,60	983	4,91	19,8	643 957		
180 x 12	524	43,3	45,7	48,0	1,97	43,2	28 317	25,60	1 166	5,20	21,0	764 412		
190 x 12	524	45,2	47,6	49,9	2,01	45,6	29 890	25,60	1 372	5,48	22,1	899 023		
200 x 12	524	47,1	49,5	51,8	2,05	48,0	31 463	25,60	1 600	5,77	23,3	1 048 576		
210 x 12	524	49,0	51,3	53,7	2,09	50,4	33 036	25,60	1 852	6,06	24,5	1 213 858		
220 x 12	524	50,9	53,2	55,6	2,13	52,8	34 609	25,60	2 130	6,35	25,6	1 395 655		
230 x 12	524	52,8	55,1	57,5	2,17	55,2	36 182	25,60	2 433	6,64	26,8	1 594 753		
240 x 12	524	54,6	57,0	59,3	2,21	57,6	37 756	25,60	2 765	6,93	27,9	1 811 939		
250 x 12	524	56,5	58,9	61,2	2,25	60,0	39 329	25,60	3 125	7,22	29,1	2 048 000		
260 x 12	524	58,4	60,8	63,1	2,29	62,4	40 902	25,60	3 515	7,51	30,2	2 303 721		
280 x 12	524	62,2	64,5	66,9	2,37	67,2	44 048	25,60	4 390	8,08	32,5	2 877 293		
* 300 x 12	524	65,9	68,3	70,7	2,45	72,0	47 195	25,60	5 400	8,66	34,8	3 538 944		
200 x 15	530	56,5	58,9	61,2	2,06	60,0	39 795	25,75	2 000	5,77	45,3	1 326 125		
210 x 15	530	58,9	61,2	63,6	2,10	63,0	41 785	25,75	2 315	6,06	47,5	1 535 155		
220 x 15	530	61,2	63,6	65,9	2,14	66,0	43 775	25,75	2 662	6,35	49,8	1 765 072		
230 x 15	530	63,6	65,9	68,3	2,18	69,0	45 764	25,75	3 042	6,64	52,0	2 016 870		
240 x 15	530	65,9	68,3	70,7	2,22	72,0	47 754	25,75	3 456	6,93	54,3	2 291 544		
250 x 15	530	68,3	70,7	73,0	2,26	75,0	49 744	25,75	3 906	7,22	56,5	2 590 088		
260 x 15	530	70,7	73,0	75,4	2,30	78,0	51 734	25,75	4 394	7,51	58,8	2 913 497		
280 x 15	530	75,4	77,7	80,1	2,38	84,0	55 713	25,75	5 488	8,08	63,3	3 638 887		
300 x 15	530	80,1	82,4	84,8	2,46	90,0	59 693	25,75	6 750	8,66	67,8	4 475 672		
220 x 20	540	78,5	80,9	83,2	2,16	88,0	59 517	26,01	3 549	6,35	117,6	2 399 349		
230 x 20	540	81,6	84,0	86,4	2,20	92,0	62 223	26,01	4 056	6,64	122,9	2 741 631		
240 x 20	540	84,8	87,1	89,5	2,24	96,0	64 928	26,01	4 608	6,93	128,3	3 115 008		
250 x 20	540	87,9	90,3	92,6	2,28	100,0	67 633	26,01	5 208	7,22	133,6	3 520 833		
260 x 20	540	91,1	93,4	95,8	2,32	104,0	70 339	26,01	5 859	7,51	138,9	3 960 459		
280 x 20	540	97,3	99,7	102,1	2,40	112,0	75 749	26,01	7 317	8,08	149,6	4 946 517		
300 x 20	540	103,6	106,0	108,3	2,48	120,0	81 160	26,01	9 000	8,66	160,3	6 084 000		
250 x 25	550	107,5	109,9	112,3	2,30	125,0	86 198	26,26	6 510	7,22	260,7	4 486 084		

Anhang 1. Querschnittswerte

* - nur für S235 möglich

WT_ 500						$h_w = 500 \text{ mm}$	WTA	$t_w = 2,0 \text{ mm}$	$h_w \times t_w = 10,00 \text{ cm}^2$			
							WTB	$t_w = 2,5 \text{ mm}$	$h_w \times t_w = 12,50 \text{ cm}^2$			
WTC	$t_w = 3,0 \text{ mm}$	$h_w \times t_w = 15,00 \text{ cm}^2$										
$b_f \times t_f$	H	Masse			Ober- fläche	Querschnittswerte						
		WTA	WTB	WTC		2 x A_f	I_y	i_y	I_z	i_z	I_t	I_w
mm	mm	[kg/m]			m^2/m	cm^2	cm^4	cm	cm^4	cm	cm^4	cm^6
260 x 25	550	111,5	113,8	116,2	2,34	130,0	89 646	26,26	7 323	7,51	271,1	5 046 234
280 x 25	550	119,3	121,7	124,0	2,42	140,0	96 542	26,26	9 147	8,08	291,9	6 302 625
300 x 25	550	127,2	129,5	131,9	2,50	150,0	103 438	26,26	11 250	8,66	312,8	7 751 953
300 x 30	560	150,7	153,1	155,4	2,52	180,0	126 540	26,51	13 500	8,66	540,3	9 480 375

Anhang 1. Querschnittswerte

* - nur für S235 möglich

WT_ 625						h _w = 625 mm		WTA	t _w = 2,0 mm	h _w x t _w = 12,50 cm ²			
								WTB	t _w = 2,5 mm	h _w x t _w = 15,63 cm ²			
								WTC	t _w = 3,0 mm	h _w x t _w = 18,75 cm ²			
b _f x t _f	H	Masse			Oberfläche	Querschnittswerte							
		WTA	WTB	WTC		2 x A _f	I _y	I _y	I _z	I _z	I _t	I _w	
mm	mm	[kg/m]			m ² /m	cm ²	cm ⁴	cm	cm ⁴	cm	cm ⁴	cm ⁶	
160 x 8	641	31,9	34,8	37,8	2,17	25,6	25 645	31,65	546	4,62	5,8	547 074	
170 x 8	641	33,1	36,1	39,0	2,21	27,2	27 248	31,65	655	4,91	6,1	656 195	
180 x 8	641	34,4	37,3	40,3	2,25	28,8	28 851	31,65	778	5,20	6,5	778 939	
190 x 8	641	35,6	38,6	41,5	2,29	30,4	30 454	31,65	915	5,48	6,8	916 109	
200 x 8	641	36,9	39,8	42,8	2,33	32,0	32 057	31,65	1 067	5,77	7,2	1 068 504	
* 210 x 8	641	38,2	41,1	44,0	2,37	33,6	33 660	31,65	1 235	6,06	7,5	1 236 927	
* 220 x 8	641	39,4	42,4	45,3	2,41	35,2	35 263	31,65	1 420	6,35	7,8	1 422 179	
160 x 10	645	36,9	39,8	42,8	2,18	32,0	32 261	31,75	683	4,62	11,0	688 171	
170 x 10	645	38,5	41,4	44,4	2,22	34,0	34 277	31,75	819	4,91	11,7	825 435	
180 x 10	645	40,0	43,0	45,9	2,26	36,0	36 293	31,75	972	5,20	12,3	979 837	
190 x 10	645	41,6	44,5	47,5	2,30	38,0	38 310	31,75	1 143	5,48	13,0	1 152 383	
200 x 10	645	43,2	46,1	49,1	2,34	40,0	40 326	31,75	1 333	5,77	13,7	1 344 083	
210 x 10	645	44,7	47,7	50,6	2,38	42,0	42 342	31,75	1 544	6,06	14,3	1 555 944	
220 x 10	645	46,3	49,3	52,2	2,42	44,0	44 358	31,75	1 775	6,35	15,0	1 788 975	
240 x 10	645	49,5	52,4	55,3	2,50	48,0	48 391	31,75	2 304	6,93	16,3	2 322 576	
* 250 x 10	645	51,0	54,0	56,9	2,54	50,0	50 407	31,75	2 604	7,22	17,0	2 625 163	
160 x 12	649	41,9	44,9	47,8	2,19	38,4	38 958	31,85	819	4,62	18,8	831 015	
170 x 12	649	43,8	46,7	49,7	2,23	40,8	41 393	31,85	983	4,91	19,9	996 772	
180 x 12	649	45,7	48,6	51,6	2,27	43,2	43 828	31,85	1 166	5,20	21,1	1 183 222	
190 x 12	649	47,6	50,5	53,5	2,31	45,6	46 263	31,85	1 372	5,48	22,2	1 391 585	
200 x 12	649	49,5	52,4	55,3	2,35	48,0	48 698	31,85	1 600	5,77	23,4	1 623 076	
210 x 12	649	51,3	54,3	57,2	2,39	50,4	51 133	31,85	1 852	6,06	24,5	1 878 913	
220 x 12	649	53,2	56,2	59,1	2,43	52,8	53 568	31,85	2 130	6,35	25,7	2 160 314	
240 x 12	649	57,0	59,9	62,9	2,51	57,6	58 438	31,85	2 765	6,93	28,0	2 804 675	
250 x 12	649	58,9	61,8	64,8	2,55	60,0	60 873	31,85	3 125	7,22	29,1	3 170 070	
260 x 12	649	60,8	63,7	66,6	2,59	62,4	63 307	31,85	3 515	7,51	30,3	3 565 898	
280 x 12	649	64,5	67,5	70,4	2,67	67,2	68 177	31,85	4 390	8,08	32,6	4 453 721	
* 300 x 12	649	68,3	71,2	74,2	2,75	72,0	73 047	31,85	5 400	8,66	34,9	5 477 882	
200 x 15	655	58,9	61,8	64,8	2,36	60,0	61 451	32,00	2 000	5,77	45,3	2 048 000	
210 x 15	655	61,2	64,2	67,1	2,40	63,0	64 524	32,00	2 315	6,06	47,6	2 370 816	
220 x 15	655	63,6	66,5	69,5	2,44	66,0	67 596	32,00	2 662	6,35	49,8	2 725 888	
240 x 15	655	68,3	71,2	74,2	2,52	72,0	73 742	32,00	3 456	6,93	54,3	3 538 944	
250 x 15	655	70,7	73,6	76,5	2,56	75,0	76 814	32,00	3 906	7,22	56,6	4 000 000	
260 x 15	655	73,0	75,9	78,9	2,60	78,0	79 887	32,00	4 394	7,51	58,8	4 499 456	
280 x 15	655	77,7	80,7	83,6	2,68	84,0	86 032	32,00	5 488	8,08	63,3	5 619 712	
300 x 15	655	82,4	85,4	88,3	2,76	90,0	92 177	32,00	6 750	8,66	67,8	6 912 000	
325 x 15	655	88,3	91,3	94,2	2,86	97,5	99 858	32,00	8 582	9,38	73,5	8 788 000	
220 x 20	665	80,9	83,8	86,7	2,46	88,0	91 555	32,26	3 549	6,35	117,7	3 691 529	
240 x 20	665	87,1	90,1	93,0	2,54	96,0	99 878	32,26	4 608	6,93	128,3	4 792 608	
250 x 20	665	90,3	93,2	96,2	2,58	100,0	104 040	32,26	5 208	7,22	133,7	5 416 992	
260 x 20	665	93,4	96,4	99,3	2,62	104,0	108 201	32,26	5 859	7,51	139,0	6 093 380	
280 x 20	665	99,7	102,6	105,6	2,70	112,0	116 524	32,26	7 317	8,08	149,7	7 610 484	
300 x 20	665	106,0	108,9	111,9	2,78	120,0	124 848	32,26	9 000	8,66	160,3	9 360 563	
325 x 20	665	113,8	116,8	119,7	2,88	130,0	135 251	32,26	11 443	9,38	173,7	11 901 132	
250 x 25	675	109,9	112,8	115,8	2,60	125,0	132 096	32,51	6 510	7,22	260,7	6 876 628	
260 x 25	675	113,8	116,8	119,7	2,64	130,0	137 380	32,51	7 323	7,51	271,2	7 735 271	
280 x 25	675	121,7	124,6	127,6	2,72	140,0	147 948	32,51	9 147	8,08	292,0	9 661 167	

Anhang 1. Querschnittswerte

* - nur für S235 möglich

WT_ 625						$h_w = 625 \text{ mm}$		WTA	$t_w = 2,0 \text{ mm}$	$h_w \times t_w = 12,50 \text{ cm}^2$		
								WTB	$t_w = 2,5 \text{ mm}$	$h_w \times t_w = 15,63 \text{ cm}^2$		
WTC	$t_w = 3,0 \text{ mm}$	$h_w \times t_w = 18,75 \text{ cm}^2$										
$b_f \times t_f$	H	Masse			Ober- fläche	Querschnittswerte						
		WTA	WTB	WTC		2 x A_f	I_y	i_y	I_z	i_z	I_t	I_w
mm	mm	[kg/m]			m^2/m	cm^2	cm^4	cm	cm^4	cm	cm^4	cm^6
300 x 25	675	129,5	132,5	135,4	2,80	150,0	158 516	32,51	11 250	8,66	312,8	11 882 813
325 x 25	675	139,3	142,3	145,2	2,90	162,5	171 725	32,51	14 303	9,38	338,9	15 107 951
300 x 30	685	153,1	156,0	159,0	2,82	180,0	193 196	32,76	13 500	8,66	540,3	14 479 594
325 x 30	685	164,9	167,8	170,7	2,92	195,0	209 296	32,76	17 164	9,38	585,3	18 409 530

Anhang 1. Querschnittswerte

* - nur für S235 möglich

WT_ 750						h _w = 750 mm	WTA	t _w = 2,0 mm	h _w x t _w = 15,00 cm ²			
							WTB	t _w = 2,5 mm	h _w x t _w = 18,75 cm ²			
WTC	t _w = 3,0 mm	h _w x t _w = 22,50 cm ²										
b _f x t _f	H	Masse			Oberfläche	Querschnittswerte						
		WTA	WTB	WTC		2 x A _f	I _y	I _y	I _z	I _z	I _t	I _w
mm	mm	[kg/m]			m ² /m	cm ²	cm ⁴	cm	cm ⁴	cm	cm ⁴	cm ⁶
160 x 8	766	34,2	37,8	41,3	2,47	25,6	36 773	37,90	546	4,62	5,9	784 471
180 x 8	766	36,7	40,3	43,8	2,55	28,8	41 370	37,90	778	5,20	6,5	1 116 952
200 x 8	766	39,3	42,8	46,3	2,63	32,0	45 967	37,90	1 067	5,77	7,2	1 532 171
* 220 x 8	766	41,8	45,3	48,8	2,71	35,2	50 564	37,90	1 420	6,35	7,9	2 039 319
160 x 10	770	39,3	42,8	46,3	2,48	32,0	46 211	38,00	683	4,62	11,1	985 771
180 x 10	770	42,4	45,9	49,5	2,56	36,0	51 987	38,00	972	5,20	12,4	1 403 568
200 x 10	770	45,5	49,1	52,6	2,64	40,0	57 763	38,00	1 333	5,77	13,7	1 925 333
220 x 10	770	48,7	52,2	55,7	2,72	44,0	63 540	38,00	1 775	6,35	15,1	2 562 619
240 x 10	770	51,8	55,3	58,9	2,80	48,0	69 316	38,00	2 304	6,93	16,4	3 326 976
* 250 x 10	770	53,4	56,9	60,4	2,84	50,0	72 204	38,00	2 604	7,22	17,1	3 760 417
160 x 12	774	44,3	47,8	51,3	2,49	38,4	55 746	38,10	819	4,62	18,8	1 189 159
180 x 12	774	48,0	51,6	55,1	2,57	43,2	62 715	38,10	1 166	5,20	21,1	1 693 158
200 x 12	774	51,8	55,3	58,9	2,65	48,0	69 683	38,10	1 600	5,77	23,4	2 322 576
220 x 12	774	55,6	59,1	62,6	2,73	52,8	76 651	38,10	2 130	6,35	25,7	3 091 349
240 x 12	774	59,3	62,9	66,4	2,81	57,6	83 620	38,10	2 765	6,93	28,0	4 013 411
250 x 12	774	61,2	64,8	68,3	2,85	60,0	87 104	38,10	3 125	7,22	29,2	4 536 281
260 x 12	774	63,1	66,6	70,2	2,89	62,4	90 588	38,10	3 515	7,51	30,3	5 102 699
280 x 12	774	66,9	70,4	73,9	2,97	67,2	97 556	38,10	4 390	8,08	32,6	6 373 149
* 300 x 12	774	70,7	74,2	77,7	3,05	72,0	104 525	38,10	5 400	8,66	35,0	7 838 694
200 x 15	780	61,2	64,8	68,3	2,66	60,0	87 795	38,25	2 000	5,77	45,4	2 926 125
220 x 15	780	65,9	69,5	73,0	2,74	66,0	96 575	38,25	2 662	6,35	49,9	3 894 672
240 x 15	780	70,7	74,2	77,7	2,82	72,0	105 354	38,25	3 456	6,93	54,4	5 056 344
250 x 15	780	73,0	76,5	80,1	2,86	75,0	109 744	38,25	3 906	7,22	56,6	5 715 088
260 x 15	780	75,4	78,9	82,4	2,90	78,0	114 134	38,25	4 394	7,51	58,9	6 428 697
280 x 15	780	80,1	83,6	87,1	2,98	84,0	122 913	38,25	5 488	8,08	63,4	8 029 287
300 x 15	780	84,8	88,3	91,8	3,06	90,0	131 693	38,25	6 750	8,66	67,9	9 875 672
325 x 15	780	90,7	94,2	97,7	3,16	97,5	142 667	38,25	8 582	9,38	73,5	12 556 048
350 x 15	780	96,6	100,1	103,6	3,26	105,0	153 641	38,25	10 719	10,10	79,1	15 682 201
220 x 20	790	83,2	86,7	90,3	2,76	88,0	130 467	38,50	3 549	6,35	117,7	5 260 999
240 x 20	790	89,5	93,0	96,6	2,84	96,0	142 328	38,50	4 608	6,93	128,4	6 830 208
250 x 20	790	92,6	96,2	99,7	2,88	100,0	148 258	38,50	5 208	7,22	133,7	7 720 052
260 x 20	790	95,8	99,3	102,8	2,92	104,0	154 189	38,50	5 859	7,51	139,1	8 684 009
280 x 20	790	102,1	105,6	109,1	3,00	112,0	166 049	38,50	7 317	8,08	149,7	10 846 117
300 x 20	790	108,3	111,9	115,4	3,08	120,0	177 910	38,50	9 000	8,66	160,4	13 340 250
325 x 20	790	116,2	119,7	123,2	3,18	130,0	192 736	38,50	11 443	9,38	173,7	16 960 954
350 x 20	790	124,0	127,6	131,1	3,28	140,0	207 562	38,50	14 292	10,10	187,1	21 183 823
375 x 20	790	131,9	135,4	138,9	3,38	150,0	222 388	38,50	17 578	10,83	200,4	26 055 176
400 x 20	790	139,7	143,3	146,8	3,48	160,0	237 213	38,50	21 333	11,55	213,7	31 621 333
250 x 25	800	112,3	115,8	119,3	2,90	125,0	187 760	38,76	6 510	7,22	260,8	9 775 798
260 x 25	800	116,2	119,7	123,2	2,94	130,0	195 271	38,76	7 323	7,51	271,2	10 996 443
280 x 25	800	124,0	127,6	131,1	3,02	140,0	210 292	38,76	9 147	8,08	292,1	13 734 292
300 x 25	800	131,9	135,4	138,9	3,10	150,0	225 313	38,76	11 250	8,66	312,9	16 892 578
325 x 25	800	141,7	145,2	148,8	3,20	162,5	244 089	38,76	14 303	9,38	338,9	21 477 427
350 x 25	800	151,5	155,0	158,6	3,30	175,0	262 865	38,76	17 865	10,10	365,0	26 824 788
375 x 25	800	161,3	164,9	168,4	3,40	187,5	281 641	38,76	21 973	10,83	391,0	32 993 317
400 x 25	800	171,1	174,7	178,2	3,50	200,0	300 417	38,76	26 667	11,55	417,1	40 041 667
300 x 30	810	155,4	159,0	162,5	3,12	180,0	273 915	39,01	13 500	8,66	540,4	20 533 500

Anhang 1. Querschnittswerte

* - nur für S235 möglich

WT_ 750						$h_w = 750 \text{ mm}$		WTA	$t_w = 2,0 \text{ mm}$	$h_w \times t_w = 15,00 \text{ cm}^2$		
								WTB	$t_w = 2,5 \text{ mm}$	$h_w \times t_w = 18,75 \text{ cm}^2$		
								WTC	$t_w = 3,0 \text{ mm}$	$h_w \times t_w = 22,50 \text{ cm}^2$		
$b_f \times t_f$	H	Masse			Ober- fläche	Querschnittswerte						
		WTA	WTB	WTC		2 x A_f	I_y	i_y	I_z	i_z	I_t	I_w
mm	mm	[kg/m]			m^2/m	cm^2	cm^4	cm	cm^4	cm	cm^4	cm^6
325 x 30	810	167,2	170,7	174,3	3,22	195,0	296 741	39,01	17 164	9,38	585,4	26 106 539
350 x 30	810	179,0	182,5	186,0	3,32	210,0	319 568	39,01	21 438	10,10	630,4	32 606 438
400 x 30	810	202,5	206,1	209,6	3,52	240,0	365 220	39,01	32 000	11,55	720,4	48 672 000

Anhang 1. Querschnittswerte

* - nur für S235 möglich

WT_ 1000						h _w = 1000 mm	WTA	t _w = 2,0 mm	h _w x t _w = 20,00 cm ²					
							WTB	t _w = 2,5 mm	h _w x t _w = 25,00 cm ²					
						WTC							t _w = 3,0 mm	h _w x t _w = 30,00 cm ²
b _f x t _f	H	Masse			Oberfläche	Querschnittswerte								
		WTA	WTB	WTC		2 x A _f	I _y	I _y	I _z	I _z	I _t	I _w		
mm	mm	[kg/m]			m ² /m	cm ²	cm ⁴	cm	cm ⁴	cm	cm ⁴	cm ⁶		
180 x 8	1016	41,4	46,2	50,9	3,15	28,8	73 158	50,40	778	5,20	6,7	1 975 228		
200 x 8	1016	44,0	48,7	53,4	3,23	32,0	81 287	50,40	1 067	5,77	7,3	2 709 504		
220 x 8	1016	46,5	51,2	55,9	3,31	35,2	89 416	50,40	1 420	6,35	8,0	3 606 350		
180 x 10	1020	47,1	51,8	56,5	3,16	36,0	91 812	50,50	972	5,20	12,5	2 478 843		
200 x 10	1020	50,2	55,0	59,7	3,24	40,0	102 013	50,50	1 333	5,77	13,9	3 400 333		
220 x 10	1020	53,4	58,1	62,8	3,32	44,0	112 215	50,50	1 775	6,35	15,2	4 525 844		
240 x 10	1020	56,5	61,2	65,9	3,40	48,0	122 416	50,50	2 304	6,93	16,5	5 875 776		
250 x 10	1020	58,1	62,8	67,5	3,44	50,0	127 517	50,50	2 604	7,22	17,2	6 641 276		
180 x 12	1024	52,8	57,5	62,2	3,17	43,2	110 613	50,60	1 166	5,20	21,3	2 986 404		
200 x 12	1024	56,5	61,2	65,9	3,25	48,0	122 903	50,60	1 600	5,77	23,6	4 096 576		
220 x 12	1024	60,3	65,0	69,7	3,33	52,8	135 193	50,60	2 130	6,35	25,9	5 452 543		
240 x 12	1024	64,1	68,8	73,5	3,41	57,6	147 484	50,60	2 765	6,93	28,2	7 078 883		
250 x 12	1024	65,9	70,7	75,4	3,45	60,0	153 629	50,60	3 125	7,22	29,3	8 001 125		
260 x 12	1024	67,8	72,5	77,2	3,49	62,4	159 774	50,60	3 515	7,51	30,5	9 000 177		
280 x 12	1024	71,6	76,3	81,0	3,57	67,2	172 064	50,60	4 390	8,08	32,8	11 241 005		
300 x 12	1024	75,4	80,1	84,8	3,65	72,0	184 355	50,60	5 400	8,66	35,1	13 825 944		
200 x 15	1030	65,9	70,7	75,4	3,26	60,0	154 545	50,75	2 000	5,77	45,5	5 151 125		
220 x 15	1030	70,7	75,4	80,1	3,34	66,0	170 000	50,75	2 662	6,35	50,0	6 856 147		
240 x 15	1030	75,4	80,1	84,8	3,42	72,0	185 454	50,75	3 456	6,93	54,5	8 901 144		
250 x 15	1030	77,7	82,4	87,1	3,46	75,0	193 181	50,75	3 906	7,22	56,8	10 060 791		
260 x 15	1030	80,1	84,8	89,5	3,50	78,0	200 909	50,75	4 394	7,51	59,0	11 317 022		
280 x 15	1030	84,8	89,5	94,2	3,58	84,0	216 363	50,75	5 488	8,08	63,5	14 134 687		
300 x 15	1030	89,5	94,2	98,9	3,66	90,0	231 818	50,75	6 750	8,66	68,0	17 385 047		
325 x 15	1030	95,4	100,1	104,8	3,76	97,5	251 136	50,75	8 582	9,38	73,6	22 103 558		
350 x 15	1030	101,3	106,0	110,7	3,86	105,0	270 454	50,75	10 719	10,10	79,3	27 606 811		
220 x 20	1040	87,9	92,6	97,3	3,36	88,0	228 917	51,00	3 549	6,35	117,9	9 231 816		
240 x 20	1040	94,2	98,9	103,6	3,44	96,0	249 728	51,00	4 608	6,93	128,5	11 985 408		
250 x 20	1040	97,3	102,1	106,8	3,48	100,0	260 133	51,00	5 208	7,22	133,9	13 546 875		
260 x 20	1040	100,5	105,2	109,9	3,52	104,0	270 539	51,00	5 859	7,51	139,2	15 238 392		
280 x 20	1040	106,8	111,5	116,2	3,60	112,0	291 349	51,00	7 317	8,08	149,9	19 032 384		
300 x 20	1040	113,0	117,8	122,5	3,68	120,0	312 160	51,00	9 000	8,66	160,5	23 409 000		
325 x 20	1040	120,9	125,6	130,3	3,78	130,0	338 173	51,00	11 443	9,38	173,9	29 762 484		
350 x 20	1040	128,7	133,5	138,2	3,88	140,0	364 187	51,00	14 292	10,10	187,2	37 172 625		
375 x 20	1040	136,6	141,3	146,0	3,98	150,0	390 200	51,00	17 578	10,83	200,5	45 720 703		
400 x 20	1040	144,4	149,2	153,9	4,08	160,0	416 213	51,00	21 333	11,55	213,9	55 488 000		
250 x 25	1050	117,0	121,7	126,4	3,50	125,0	328 385	51,26	6 510	7,22	260,9	17 100 016		
260 x 25	1050	120,9	125,6	130,3	3,54	130,0	341 521	51,26	7 323	7,51	271,4	19 235 193		
280 x 25	1050	128,7	133,5	138,2	3,62	140,0	367 792	51,26	9 147	8,08	292,2	24 024 292		
300 x 25	1050	136,6	141,3	146,0	3,70	150,0	394 063	51,26	11 250	8,66	313,0	29 548 828		
325 x 25	1050	146,4	151,1	155,8	3,80	162,5	426 901	51,26	14 303	9,38	339,1	37 568 736		
350 x 25	1050	156,2	160,9	165,6	3,90	175,0	459 740	51,26	17 865	10,10	365,1	46 922 445		
375 x 25	1050	166,0	170,7	175,4	4,00	187,5	492 578	51,26	21 973	10,83	391,1	57 712 555		
400 x 25	1050	175,8	180,6	185,3	4,10	200,0	525 417	51,26	26 667	11,55	417,2	70 041 667		
425 x 25	1050	185,7	190,4	195,1	4,20	212,5	558 255	51,26	31 986	12,27	443,2	84 012 380		
450 x 25	1050	195,5	200,2	204,9	4,30	225,0	591 094	51,26	37 969	12,99	469,3	99 727 295		
300 x 30	1060	160,1	164,9	169,6	3,72	180,0	477 540	51,51	13 500	8,66	540,5	35 805 375		
325 x 30	1060	171,9	176,6	181,3	3,82	195,0	517 335	51,51	17 164	9,38	585,5	45 523 385		

Anhang 1. Querschnittswerte

* - nur für S235 möglich

WT_ 1000						h _w = 1000 mm		WTA	t _w = 2,0 mm	h _w x t _w = 20,00 cm ²			
								WTB	t _w = 2,5 mm	h _w x t _w = 25,00 cm ²			
								WTC	t _w = 3,0 mm	h _w x t _w = 30,00 cm ²			
b _f x t _f	H	Masse			Ober- fläche	Querschnittswerte							
		WTA	WTB	WTC		2 x A _f	I _y	i _y	I _z	i _z	I _t	I _w	
mm	mm	[kg/m]			m ² /m	cm ²	cm ⁴	cm	cm ⁴	cm	cm ⁴	cm ⁶	
350 x 30	1060	183,7	188,4	193,1	3,92	210,0	557 130	51,51	21 438	10,10	630,5	56 857 609	
375 x 30	1060	195,5	200,2	204,9	4,02	225,0	596 925	51,51	26 367	10,83	675,5	69 932 373	
400 x 30	1060	207,2	212,0	216,7	4,12	240,0	636 720	51,51	32 000	11,55	720,5	84 872 000	
425 x 30	1060	219,0	223,7	228,4	4,22	255,0	676 515	51,51	38 383	12,27	765,5	101 800 814	
450 x 30	1060	230,8	235,5	240,2	4,32	270,0	716 310	51,51	45 563	12,99	810,5	120 843 141	

Anhang 1. Querschnittswerte

* - nur für S235 möglich

WT_ 1250						h _w = 1250 mm						
								WTB	t _w = 2,5 mm	h _w x t _w = 31,25 cm ²		
								WTC	t _w = 3,0 mm	h _w x t _w = 37,50 cm ²		
b _f x t _f	H	Masse			Oberfläche	Querschnittswerte						
		WTA	WTB	WTC		2 x A _f	I _y	i _y	I _z	i _z	I _t	I _w
mm	mm	[kg/m]			m ² /m	cm ²	cm ⁴	cm	cm ⁴	cm	cm ⁴	cm ⁶
200 x 10	1270		60,8	66,7	3,84	40,0	158 763	63,00	1 333	5,77	14,0	5 292 000
220 x 10	1270		64,0	69,9	3,92	44,0	174 640	63,00	1 775	6,35	15,3	7 043 652
240 x 10	1270		67,1	73,0	4,00	48,0	190 516	63,00	2 304	6,93	16,7	9 144 576
* 250 x 10	1270		68,7	74,6	4,04	50,0	198 454	63,00	2 604	7,22	17,3	10 335 938
200 x 12	1274		67,1	73,0	3,85	48,0	191 123	63,10	1 600	5,77	23,7	6 370 576
220 x 12	1274		70,9	76,8	3,93	52,8	210 235	63,10	2 130	6,35	26,0	8 479 237
240 x 12	1274		74,7	80,5	4,01	57,6	229 348	63,10	2 765	6,93	28,3	11 008 355
250 x 12	1274		76,5	82,4	4,05	60,0	238 904	63,10	3 125	7,22	29,5	12 442 531
260 x 12	1274		78,4	84,3	4,09	62,4	248 460	63,10	3 515	7,51	30,6	13 996 155
280 x 12	1274		82,2	88,1	4,17	67,2	267 572	63,10	4 390	8,08	32,9	17 480 861
* 300 x 12	1274		86,0	91,8	4,25	72,0	286 685	63,10	5 400	8,66	35,2	21 500 694
200 x 15	1280		76,5	82,4	3,86	60,0	240 045	63,25	2 000	5,77	45,7	8 001 125
220 x 15	1280		81,2	87,1	3,94	66,0	264 050	63,25	2 662	6,35	50,2	10 649 497
240 x 15	1280		86,0	91,8	4,02	72,0	288 054	63,25	3 456	6,93	54,7	13 825 944
250 x 15	1280		88,3	94,2	4,06	75,0	300 056	63,25	3 906	7,22	56,9	15 627 197
260 x 15	1280		90,7	96,6	4,10	78,0	312 059	63,25	4 394	7,51	59,2	17 578 472
280 x 15	1280		95,4	101,3	4,18	84,0	336 063	63,25	5 488	8,08	63,7	21 955 087
300 x 15	1280		100,1	106,0	4,26	90,0	360 068	63,25	6 750	8,66	68,2	27 003 797
325 x 15	1280		106,0	111,9	4,36	97,5	390 073	63,25	8 582	9,38	73,8	34 332 952
350 x 15	1280		111,9	117,8	4,46	105,0	420 079	63,25	10 719	10,10	79,4	42 881 029
220 x 20	1290		98,5	104,4	3,96	88,0	354 867	63,50	3 549	6,35	118,0	14 311 799
240 x 20	1290		104,8	110,7	4,04	96,0	387 128	63,50	4 608	6,93	128,7	18 580 608
250 x 20	1290		107,9	113,8	4,08	100,0	403 258	63,50	5 208	7,22	134,0	21 001 302
260 x 20	1290		111,1	117,0	4,12	104,0	419 389	63,50	5 859	7,51	139,3	23 623 609
280 x 20	1290		117,4	123,2	4,20	112,0	451 649	63,50	7 317	8,08	150,0	29 505 317
300 x 20	1290		123,6	129,5	4,28	120,0	483 910	63,50	9 000	8,66	160,7	36 290 250
325 x 20	1290		131,5	137,4	4,38	130,0	524 236	63,50	11 443	9,38	174,0	46 139 861
350 x 20	1290		139,3	145,2	4,48	140,0	564 562	63,50	14 292	10,10	187,3	57 627 573
375 x 20	1290		147,2	153,1	4,58	150,0	604 888	63,50	17 578	10,83	200,7	70 879 395
400 x 20	1290		155,0	160,9	4,68	160,0	645 213	63,50	21 333	11,55	214,0	86 021 333
250 x 25	1300		127,6	133,5	4,10	125,0	508 073	63,75	6 510	7,22	261,1	26 458 740
260 x 25	1300		131,5	137,4	4,14	130,0	528 396	63,75	7 323	7,51	271,5	29 762 484
280 x 25	1300		139,3	145,2	4,22	140,0	569 042	63,75	9 147	8,08	292,3	37 172 625
300 x 25	1300		147,2	153,1	4,30	150,0	609 688	63,75	11 250	8,66	313,2	45 720 703
325 x 25	1300		157,0	162,9	4,40	162,5	660 495	63,75	14 303	9,38	339,2	58 129 852
350 x 25	1300		166,8	172,7	4,50	175,0	711 302	63,75	17 865	10,10	365,2	72 602 783
375 x 25	1300		176,6	182,5	4,60	187,5	762 109	63,75	21 973	10,83	391,3	89 298 248
400 x 25	1300		186,4	192,3	4,70	200,0	812 917	63,75	26 667	11,55	417,3	108 375 000
425 x 25	1300		196,3	202,1	4,80	212,5	863 724	63,75	31 986	12,27	443,4	129 991 791
450 x 25	1300		206,1	212,0	4,90	225,0	914 531	63,75	37 969	12,99	469,4	154 307 373
300 x 30	1310		170,7	176,6	4,32	180,0	737 415	64,01	13 500	8,66	540,7	55 296 000
325 x 30	1310		182,5	188,4	4,42	195,0	798 866	64,01	17 164	9,38	585,7	70 304 000
350 x 30	1310		194,3	200,2	4,52	210,0	860 318	64,01	21 438	10,10	630,7	87 808 000
375 x 30	1310		206,1	212,0	4,62	225,0	921 769	64,01	26 367	10,83	675,7	108 000 000
400 x 30	1310		217,8	223,7	4,72	240,0	983 220	64,01	32 000	11,55	720,7	131 072 000
425 x 30	1310		229,6	235,5	4,82	255,0	1 044 671	64,01	38 383	12,27	765,7	157 216 000
450 x 30	1310		241,4	247,3	4,92	270,0	1 106 123	64,01	45 563	12,99	810,7	186 624 000

Anhang 1. Querschnittswerte

* - nur für S235 möglich

WT_ 1500						h _w = 1500 mm						
								WTB	t _w = 2,5 mm	h _w x t _w = 37,50 cm ²		
								WTC	t _w = 3,0 mm	h _w x t _w = 45,00 cm ²		
b _f x t _f	H	Masse			Oberfläche	Querschnittswerte						
		WTA	WTB	WTC		2 x A _f	I _y	i _y	I _z	i _z	I _t	I _w
mm	mm	[kg/m]			m ² /m	cm ²	cm ⁴	cm	cm ⁴	cm	cm ⁴	cm ⁶
200 x 10	1520		66,7	73,8	4,44	40,0	228 013	75,50	1 333	5,77	14,1	7 600 333
220 x 10	1520		69,9	76,9	4,52	44,0	250 815	75,50	1 775	6,35	15,4	10 116 044
240 x 10	1520		73,0	80,1	4,60	48,0	273 616	75,50	2 304	6,93	16,8	13 133 376
* 250 x 10	1520		74,6	81,6	4,64	50,0	285 017	75,50	2 604	7,22	17,4	14 844 401
200 x 12	1524		73,0	80,1	4,45	48,0	274 343	75,60	1 600	5,77	23,8	9 144 576
220 x 12	1524		76,8	83,8	4,53	52,8	301 777	75,60	2 130	6,35	26,1	12 171 431
240 x 12	1524		80,5	87,6	4,61	57,6	329 212	75,60	2 765	6,93	28,4	15 801 827
250 x 12	1524		82,4	89,5	4,65	60,0	342 929	75,60	3 125	7,22	29,6	17 860 500
260 x 12	1524		84,3	91,4	4,69	62,4	356 646	75,60	3 515	7,51	30,7	20 090 633
280 x 12	1524		88,1	95,1	4,77	67,2	384 080	75,60	4 390	8,08	33,0	25 092 717
* 300 x 12	1524		91,8	98,9	4,85	72,0	411 515	75,60	5 400	8,66	35,3	30 862 944
200 x 15	1530		82,4	89,5	4,46	60,0	344 295	75,75	2 000	5,77	45,8	11 476 125
220 x 15	1530		87,1	94,2	4,54	66,0	378 725	75,75	2 662	6,35	50,3	15 274 722
240 x 15	1530		91,8	98,9	4,62	72,0	413 154	75,75	3 456	6,93	54,8	19 830 744
250 x 15	1530		94,2	101,3	4,66	75,0	430 369	75,75	3 906	7,22	57,0	22 414 307
260 x 15	1530		96,6	103,6	4,70	78,0	447 584	75,75	4 394	7,51	59,3	25 213 047
280 x 15	1530		101,3	108,3	4,78	84,0	482 013	75,75	5 488	8,08	63,8	31 490 487
300 x 15	1530		106,0	113,0	4,86	90,0	516 443	75,75	6 750	8,66	68,3	38 731 922
325 x 15	1530		111,9	118,9	4,96	97,5	559 479	75,75	8 582	9,38	73,9	49 244 232
350 x 15	1530		117,8	124,8	5,06	105,0	602 516	75,75	10 719	10,10	79,5	61 504 857
220 x 20	1540		104,4	111,5	4,56	88,0	508 317	76,00	3 549	6,35	118,1	20 500 949
240 x 20	1540		110,7	117,8	4,64	96,0	554 528	76,00	4 608	6,93	128,8	26 615 808
250 x 20	1540		113,8	120,9	4,68	100,0	577 633	76,00	5 208	7,22	134,1	30 083 333
260 x 20	1540		117,0	124,0	4,72	104,0	600 739	76,00	5 859	7,51	139,4	33 839 659
280 x 20	1540		123,2	130,3	4,80	112,0	646 949	76,00	7 317	8,08	150,1	42 264 917
300 x 20	1540		129,5	136,6	4,88	120,0	693 160	76,00	9 000	8,66	160,8	51 984 000
325 x 20	1540		137,4	144,4	4,98	130,0	750 923	76,00	11 443	9,38	174,1	66 093 083
350 x 20	1540		145,2	152,3	5,08	140,0	808 687	76,00	14 292	10,10	187,4	82 548 667
375 x 20	1540		153,1	160,1	5,18	150,0	866 450	76,00	17 578	10,83	200,8	101 531 250
400 x 20	1540		160,9	168,0	5,28	160,0	924 213	76,00	21 333	11,55	214,1	123 221 333
250 x 25	1550		133,5	140,5	4,70	125,0	726 823	76,25	6 510	7,22	261,2	37 851 969
260 x 25	1550		137,4	144,4	4,74	130,0	755 896	76,25	7 323	7,51	271,6	42 578 318
280 x 25	1550		145,2	152,3	4,82	140,0	814 042	76,25	9 147	8,08	292,4	53 179 292
300 x 25	1550		153,1	160,1	4,90	150,0	872 188	76,25	11 250	8,66	313,3	65 408 203
325 x 25	1550		162,9	170,0	5,00	162,5	944 870	76,25	14 303	9,38	339,3	83 160 777
350 x 25	1550		172,7	179,8	5,10	175,0	1 017 552	76,25	17 865	10,10	365,4	103 865 804
375 x 25	1550		182,5	189,6	5,20	187,5	1 090 234	76,25	21 973	10,83	391,4	127 750 397
400 x 25	1550		192,3	199,4	5,30	200,0	1 162 917	76,25	26 667	11,55	417,4	155 041 667
425 x 25	1550		202,1	209,2	5,40	212,5	1 235 599	76,25	31 986	12,27	443,5	185 966 726
450 x 25	1550		212,0	219,0	5,50	225,0	1 308 281	76,25	37 969	12,99	469,5	220 752 686
300 x 30	1560		176,6	183,7	4,92	180,0	1 053 540	76,50	13 500	8,66	540,8	79 005 375
325 x 30	1560		188,4	195,5	5,02	195,0	1 141 335	76,50	17 164	9,38	585,8	100 448 385
350 x 30	1560		200,2	207,2	5,12	210,0	1 229 130	76,50	21 438	10,10	630,8	125 457 609
375 x 30	1560		212,0	219,0	5,22	225,0	1 316 925	76,50	26 367	10,83	675,8	154 307 373
400 x 30	1560		223,7	230,8	5,32	240,0	1 404 720	76,50	32 000	11,55	720,8	187 272 000
425 x 30	1560		235,5	242,6	5,42	255,0	1 492 515	76,50	38 383	12,27	765,8	224 625 814
450 x 30	1560		247,3	254,3	5,52	270,0	1 580 310	76,50	45 563	12,99	810,8	266 643 141

Anhang 2. Beanspruchbarkeit - Flansch

$f_y = 235$ Mpa

$k_c = 1,0$ - konstanter Normalkraftverlauf zwischen den seitlichen Halterungen

b _f x t _f mm	A cm ²	i cm	Zug N _{t,Rd} kN	Druck N _{c,Rd} [kN]											
				c _{gr} cm	c [m] - Abstand der seitlichen Halterungen										c _{max} cm
					3,00	4,00	5,00	6,00	8,00	10,00	12,00	15,00			
160 x 8	12,8	4,62	301	87,4	220	176	137	107	68	46	33	22	11,5		
170 x 8	13,6	4,91	320	92,9	241	198	157	124	80	54	39	26	12,3		
180 x 8	14,4	5,20	338	98,4	263	220	178	142	92	64	46	31	13,0		
190 x 8	15,2	5,48	357	103,8	284	242	199	161	106	74	54	36	13,7		
200 x 8	16,0	5,77	376	109,3	306	264	220	181	121	85	62	41	14,4		
210 x 8	16,8	6,06	395	114,8	327	285	242	201	137	96	71	48	15,2		
220 x 8	17,6	6,35	414	120,2	348	307	264	222	154	109	80	54	15,9		
160 x 10	16,0	4,62	376	87,4	274	220	172	134	85	58	41	27	11,5		
170 x 10	17,0	4,91	400	92,9	302	248	197	155	99	68	49	33	12,3		
180 x 10	18,0	5,20	423	98,4	328	275	222	178	116	80	58	38	13,0		
190 x 10	19,0	5,48	447	103,8	355	302	249	201	133	92	67	45	13,7		
200 x 10	20,0	5,77	470	109,3	382	330	276	226	152	106	77	52	14,4		
210 x 10	21,0	6,06	494	114,8	408	357	303	251	171	121	88	59	15,2		
220 x 10	22,0	6,35	517	120,2	435	384	330	277	192	136	100	68	15,9		
230 x 10	23,0	6,64	541	125,7	461	411	357	304	214	153	113	77	16,6		
240 x 10	24,0	6,93	564	131,2	488	438	385	331	237	171	127	86	17,3		
250 x 10	25,0	7,22	588	136,6	514	465	412	358	260	190	142	97	18,0		
160 x 12	19,2	4,62	451	87,4	329	264	206	160	102	69	50	33	11,5		
170 x 12	20,4	4,91	479	92,9	362	297	236	186	119	82	59	39	12,3		
180 x 12	21,6	5,20	508	98,4	394	330	267	213	139	95	69	46	13,0		
190 x 12	22,8	5,48	536	103,8	426	363	298	242	160	111	80	54	13,7		
200 x 12	24,0	5,77	564	109,3	458	395	331	271	182	127	93	62	14,4		
210 x 12	25,2	6,06	592	114,8	490	428	363	302	206	145	106	71	15,2		
220 x 12	26,4	6,35	620	120,2	522	461	396	333	231	163	120	81	15,9		
230 x 12	27,6	6,64	649	125,7	554	493	429	365	257	184	136	92	16,6		
240 x 12	28,8	6,93	677	131,2	585	526	462	397	284	205	152	104	17,3		
250 x 12	30,0	7,22	705	136,6	617	558	494	429	312	227	170	116	18,0		
260 x 12	31,2	7,51	733	142,1	648	590	527	462	342	251	188	129	18,8		
270 x 12	32,4	7,79	761	147,6	679	622	560	495	372	276	208	143	19,5		
280 x 12	33,6	8,08	790	153,0	710	654	592	528	402	301	229	158	20,2		
290 x 12	34,8	8,37	818	158,5	742	685	625	560	433	328	250	174	20,9		
300 x 12	36,0	8,66	846	164,0	773	717	657	593	465	355	273	190	21,7		
200 x 15	30,0	5,77	705	109,3	573	494	413	339	227	159	116	78	14,4		
210 x 15	31,5	6,06	740	114,8	613	535	454	377	257	181	133	89	15,2		
220 x 15	33,0	6,35	776	120,2	652	576	495	416	288	204	151	102	15,9		
230 x 15	34,5	6,64	811	125,7	692	617	536	456	321	230	170	115	16,6		
240 x 15	36,0	6,93	846	131,2	731	657	577	496	355	256	190	129	17,3		
250 x 15	37,5	7,22	881	136,6	771	697	618	537	391	284	212	145	18,0		
260 x 15	39,0	7,51	917	142,1	810	737	659	577	427	314	236	161	18,8		
270 x 15	40,5	7,79	952	147,6	849	777	700	618	464	345	260	179	19,5		
280 x 15	42,0	8,08	987	153,0	888	817	740	659	503	377	286	198	20,2		
290 x 15	43,5	8,37	1022	158,5	927	857	781	700	542	410	313	217	20,9		
300 x 15	45,0	8,66	1058	164,0	966	896	821	741	581	444	341	238	21,7		
310 x 15	46,5	8,95	1093	169,4	1005	936	861	782	621	479	370	260	22,4		
320 x 15	48,0	9,24	1128	174,9	1044	975	902	823	661	515	401	283	23,1		
325 x 15	48,8	9,38	1146	177,6	1064	995	922	844	681	534	417	294	23,5		
330 x 15	49,5	9,53	1163	180,4	1083	1014	942	864	702	552	432	307	23,8		
340 x 15	51,0	9,81	1199	185,8	1122	1054	981	905	743	590	465	331	24,5		
350 x 15	52,5	10,10	1234	191,3	1161	1093	1021	945	783	628	498	357	25,3		

Anhang 2. Beanspruchbarkeit - Flansch

$f_y = 235$ Mpa

$k_c = 1,0$ - konstanter Normalkraftverlauf zwischen den seitlichen Halterungen

b _f x t _f mm	A cm ²	i cm	Zug N _{t,Rd} kN	Druck N _{c,Rd} [kN]									
				c _{gr} cm	c [m] - Abstand der seitlichen Halterungen								c _{max} cm
					3,00	4,00	5,00	6,00	8,00	10,00	12,00	15,00	
220 x 20	44,0	6,35	1034	120,2	870	768	660	555	384	272	201	135	15,9
230 x 20	46,0	6,64	1081	125,7	923	822	714	608	428	306	226	153	16,6
240 x 20	48,0	6,93	1128	131,2	975	876	769	661	474	342	254	173	17,3
250 x 20	50,0	7,22	1175	136,6	1028	930	824	715	521	379	283	193	18,0
260 x 20	52,0	7,51	1222	142,1	1080	983	878	770	569	418	314	215	18,8
270 x 20	54,0	7,79	1269	147,6	1132	1036	933	824	619	459	347	239	19,5
280 x 20	56,0	8,08	1316	153,0	1184	1089	987	879	670	502	381	264	20,2
290 x 20	58,0	8,37	1363	158,5	1236	1142	1041	934	722	546	417	290	20,9
300 x 20	60,0	8,66	1410	164,0	1288	1195	1095	989	775	592	455	317	21,7
310 x 20	62,0	8,95	1457	169,4	1340	1248	1149	1043	828	639	494	346	22,4
320 x 20	64,0	9,24	1504	174,9	1392	1300	1202	1098	882	687	535	377	23,1
325 x 20	65,0	9,38	1528	177,6	1418	1326	1229	1125	909	712	555	393	23,5
330 x 20	66,0	9,53	1551	180,4	1444	1353	1255	1152	936	736	577	409	23,8
340 x 20	68,0	9,81	1598	185,8	1496	1405	1309	1206	990	787	620	442	24,5
350 x 20	70,0	10,10	1645	191,3	1548	1457	1362	1260	1045	838	665	476	25,3
360 x 20	72,0	10,39	1692	196,7	1600	1509	1415	1314	1099	889	710	512	26,0
370 x 20	74,0	10,68	1739	202,2	1651	1562	1467	1368	1154	942	757	549	26,7
375 x 20	75,0	10,83	1763	204,9	1677	1588	1494	1394	1181	968	781	569	27,1
380 x 20	76,0	10,97	1786	207,7	1703	1614	1520	1421	1209	995	805	588	27,4
390 x 20	78,0	11,26	1833	213,1	1755	1666	1573	1475	1264	1048	854	627	28,1
400 x 20	80,0	11,55	1880	218,6	1807	1718	1625	1528	1318	1102	904	668	28,9
250 x 25	62,5	7,22	1469	136,6	1284	1162	1030	894	651	474	354	242	18,0
260 x 25	65,0	7,51	1528	142,1	1350	1229	1098	962	712	523	393	269	18,8
270 x 25	67,5	7,79	1586	147,6	1415	1295	1166	1031	774	574	434	298	19,5
280 x 25	70,0	8,08	1645	153,0	1480	1362	1234	1099	838	628	476	329	20,2
290 x 25	72,5	8,37	1704	158,5	1545	1428	1301	1167	903	683	521	362	20,9
300 x 25	75,0	8,66	1763	164,0	1610	1494	1369	1236	968	740	569	397	21,7
310 x 25	77,5	8,95	1821	169,4	1675	1560	1436	1304	1035	799	617	433	22,4
320 x 25	80,0	9,24	1880	174,9	1740	1625	1503	1372	1102	859	668	471	23,1
325 x 25	81,3	9,38	1909	177,6	1773	1658	1536	1406	1136	890	694	491	23,5
330 x 25	82,5	9,53	1939	180,4	1805	1691	1569	1440	1170	921	721	511	23,8
340 x 25	85,0	9,81	1998	185,8	1870	1756	1636	1508	1238	983	775	552	24,5
350 x 25	87,5	10,10	2056	191,3	1935	1821	1702	1575	1306	1047	831	596	25,3
360 x 25	90,0	10,39	2115	196,7	1999	1887	1768	1642	1374	1112	888	640	26,0
370 x 25	92,5	10,68	2174	202,2	2064	1952	1834	1709	1443	1177	947	687	26,7
375 x 25	93,8	10,83	2203	204,9	2097	1984	1867	1743	1477	1210	976	711	27,1
380 x 25	95,0	10,97	2233	207,7	2129	2017	1900	1776	1511	1244	1006	735	27,4
390 x 25	97,5	11,26	2291	213,1	2194	2082	1966	1843	1579	1310	1067	784	28,1
400 x 25	100,0	11,55	2350	218,6	2258	2147	2031	1910	1648	1378	1130	835	28,9
410 x 25	102,5	11,84	2409	224,1	2323	2212	2097	1976	1716	1445	1193	888	29,6
420 x 25	105,0	12,12	2468	229,5	2388	2277	2162	2042	1784	1513	1257	941	30,3
425 x 25	106,3	12,27	2497	232,3	2420	2309	2195	2076	1818	1547	1289	969	30,7
430 x 25	107,5	12,41	2526	235,0	2453	2342	2228	2109	1852	1581	1321	996	31,0
440 x 25	110,0	12,70	2585	240,5	2517	2407	2293	2175	1920	1649	1387	1053	31,8
450 x 25	112,5	12,99	2644	245,9	2582	2472	2358	2241	1988	1718	1453	1110	32,5
300 x 30	90,0	8,66	2115	164,0	1932	1792	1642	1483	1162	888	682	476	21,7
310 x 30	93,0	8,95	2186	169,4	2010	1871	1723	1565	1242	958	741	520	22,4
320 x 30	96,0	9,24	2256	174,9	2088	1950	1803	1646	1322	1031	802	565	23,1
325 x 30	97,5	9,38	2291	177,6	2127	1990	1843	1687	1363	1067	833	589	23,5

Anhang 2. Beanspruchbarkeit - Flansch

$f_y = 235$ Mpa

$k_c = 1,0$ - konstanter Normalkraftverlauf zwischen den seitlichen Halterungen

b _f x t _f	A	i	Zug N _{t,Rd}	Druck N _{c,Rd} [kN]										
				c _{gr}	c [m] - Abstand der seitlichen Halterungen									c _{max}
					cm	3,00	4,00	5,00	6,00	8,00	10,00	12,00	15,00	
330 x 30	99,0	9,53	2327	180,4	2166	2029	1883	1728	1404	1105	865	613	23,8	
340 x 30	102,0	9,81	2397	185,8	2244	2107	1963	1809	1485	1180	930	663	24,5	
350 x 30	105,0	10,10	2468	191,3	2322	2186	2042	1890	1567	1257	997	715	25,3	
360 x 30	108,0	10,39	2538	196,7	2399	2264	2122	1971	1649	1334	1066	768	26,0	
370 x 30	111,0	10,68	2609	202,2	2477	2342	2201	2051	1731	1413	1136	824	26,7	
375 x 30	112,5	10,83	2644	204,9	2516	2381	2241	2092	1772	1453	1172	853	27,1	
380 x 30	114,0	10,97	2679	207,7	2555	2420	2280	2132	1813	1492	1208	882	27,4	
390 x 30	117,0	11,26	2750	213,1	2632	2498	2359	2212	1895	1572	1281	941	28,1	
400 x 30	120,0	11,55	2820	218,6	2710	2576	2438	2292	1977	1653	1355	1002	28,9	
410 x 30	123,0	11,84	2891	224,1	2788	2654	2516	2371	2059	1734	1431	1065	29,6	
420 x 30	126,0	12,12	2961	229,5	2865	2732	2595	2451	2141	1816	1508	1130	30,3	
425 x 30	127,5	12,27	2996	232,3	2904	2771	2634	2491	2182	1856	1547	1162	30,7	
430 x 30	129,0	12,41	3032	235,0	2943	2810	2673	2530	2222	1897	1585	1196	31,0	
440 x 30	132,0	12,70	3102	240,5	3021	2888	2752	2610	2304	1979	1664	1263	31,8	
450 x 30	135,0	12,99	3173	245,9	3098	2966	2830	2689	2385	2061	1743	1332	32,5	

Die Beanspruchbarkeiten von hier nicht angeführten Flanschabmessungen sind gemäß Abschnitt 4.1 zu bestimmen

Anhang 2. Beanspruchbarkeit - Flansch

$f_y = 355$ Mpa

$k_c = 1,0$ - konstanter Normalkraftverlauf zwischen den seitlichen Halterungen

b _f x t _f mm	A cm ²	i cm	Zug N _{t,Rd} kN	Druck N _{c,Rd} [kN]											
				c _{gr} cm	c [m] - Abstand der seitlichen Halterungen										c _{max} cm
					3,00	4,00	5,00	6,00	8,00	10,00	12,00	15,00			
160 x 8	12,8	4,62	454	71,1	287	212	156	117	72	48	34	23	11,5		
170 x 8	13,6	4,91	483	75,6	320	242	181	137	85	57	41	27	12,3		
180 x 8	14,4	5,20	511	80,0	353	274	208	159	99	67	48	32	13,0		
190 x 8	15,2	5,48	540	84,5	386	306	236	182	115	78	56	37	13,7		
200 x 8	16,0	5,77	568	88,9	419	338	265	207	132	90	65	43	14,4		
160 x 10	16,0	4,62	568	71,1	358	265	195	146	90	60	43	28	11,5		
170 x 10	17,0	4,91	604	75,6	400	303	226	171	106	71	51	34	12,3		
180 x 10	18,0	5,20	639	80,0	441	342	260	199	124	84	60	40	13,0		
190 x 10	19,0	5,48	675	84,5	482	382	295	228	143	97	70	46	13,7		
200 x 10	20,0	5,77	710	88,9	523	423	331	259	164	112	81	54	14,4		
210 x 10	21,0	6,06	746	93,4	564	464	369	291	187	128	93	62	15,2		
220 x 10	22,0	6,35	781	97,8	605	505	408	325	212	145	105	70	15,9		
230 x 10	23,0	6,64	817	102,3	645	547	448	361	237	164	119	80	16,6		
240 x 10	24,0	6,93	852	106,7	686	588	488	398	265	184	134	90	17,3		
160 x 12	19,2	4,62	682	71,1	430	318	234	176	107	72	51	34	11,5		
170 x 12	20,4	4,91	724	75,6	479	364	272	206	127	85	61	40	12,3		
180 x 12	21,6	5,20	767	80,0	529	411	312	238	148	100	72	47	13,0		
190 x 12	22,8	5,48	809	84,5	579	459	354	273	172	117	84	55	13,7		
200 x 12	24,0	5,77	852	88,9	628	507	398	310	197	134	97	64	14,4		
210 x 12	25,2	6,06	895	93,4	677	557	443	350	225	154	111	74	15,2		
220 x 12	26,4	6,35	937	97,8	726	606	490	391	254	175	127	84	15,9		
230 x 12	27,6	6,64	980	102,3	774	656	537	433	285	197	143	96	16,6		
240 x 12	28,8	6,93	1022	106,7	823	705	586	477	318	221	161	108	17,3		
250 x 12	30,0	7,22	1065	111,2	871	755	634	522	352	247	180	121	18,0		
260 x 12	31,2	7,51	1108	115,6	919	804	684	569	389	274	201	135	18,8		
270 x 12	32,4	7,79	1150	120,1	967	854	733	616	427	302	223	150	19,5		
280 x 12	33,6	8,08	1193	124,5	1015	903	783	664	466	333	246	166	20,2		
290 x 12	34,8	8,37	1235	129,0	1063	952	832	712	507	364	270	183	20,9		
200 x 15	30,0	5,77	1065	88,9	785	634	497	388	247	168	121	80	14,4		
210 x 15	31,5	6,06	1118	93,4	846	696	554	437	281	192	139	92	15,2		
220 x 15	33,0	6,35	1172	97,8	907	758	612	488	317	218	158	105	15,9		
230 x 15	34,5	6,64	1225	102,3	968	820	672	541	356	246	179	120	16,6		
240 x 15	36,0	6,93	1278	106,7	1029	882	732	596	397	276	202	135	17,3		
250 x 15	37,5	7,22	1331	111,2	1089	944	793	653	441	308	226	151	18,0		
260 x 15	39,0	7,51	1385	115,6	1149	1005	854	711	486	342	251	169	18,8		
270 x 15	40,5	7,79	1438	120,1	1209	1067	916	770	533	378	278	188	19,5		
280 x 15	42,0	8,08	1491	124,5	1269	1128	978	830	583	416	307	208	20,2		
290 x 15	43,5	8,37	1544	129,0	1328	1189	1040	890	634	455	338	229	20,9		
300 x 15	45,0	8,66	1598	133,4	1388	1250	1102	952	686	497	370	252	21,7		
310 x 15	46,5	8,95	1651	137,8	1447	1311	1164	1013	740	540	404	276	22,4		
320 x 15	48,0	9,24	1704	142,3	1506	1372	1226	1075	795	584	439	301	23,1		
325 x 15	48,8	9,38	1731	144,5	1536	1402	1257	1106	823	607	457	314	23,5		
330 x 15	49,5	9,53	1757	146,7	1565	1432	1288	1137	852	631	476	327	23,8		
340 x 15	51,0	9,81	1811	151,2	1625	1492	1349	1199	909	679	514	355	24,5		
350 x 15	52,5	10,10	1864	155,6	1684	1552	1410	1261	967	728	554	384	25,3		
220 x 20	44,0	6,35	1562	97,8	1210	1010	816	651	423	291	211	141	15,9		
230 x 20	46,0	6,64	1633	102,3	1291	1093	895	722	475	328	239	159	16,6		
240 x 20	48,0	6,93	1704	106,7	1372	1176	976	795	530	368	269	180	17,3		
250 x 20	50,0	7,22	1775	111,2	1452	1258	1057	871	587	411	301	202	18,0		

Anhang 2. Beanspruchbarkeit - Flansch

$f_y = 355$ Mpa

$k_c = 1,0$ - konstanter Normalkraftverlauf zwischen den seitlichen Halterungen

b _f x t _f	A	i	Zug N _{t,Rd}	Druck N _{c,Rd} [kN]											
				c _{gr}	c [m] - Abstand der seitlichen Halterungen										c _{max}
					cm	3,00	4,00	5,00	6,00	8,00	10,00	12,00	15,00	cm	
260 x 20	52,0	7,51	1846	115,6	1532	1341	1139	948	648	456	335	225	18,8		
270 x 20	54,0	7,79	1917	120,1	1612	1423	1222	1027	711	504	371	251	19,5		
280 x 20	56,0	8,08	1988	124,5	1692	1504	1304	1106	777	554	410	277	20,2		
290 x 20	58,0	8,37	2059	129,0	1771	1586	1387	1187	845	607	450	306	20,9		
300 x 20	60,0	8,66	2130	133,4	1850	1667	1470	1269	915	662	493	336	21,7		
310 x 20	62,0	8,95	2201	137,8	1929	1748	1552	1351	987	720	538	368	22,4		
320 x 20	64,0	9,24	2272	142,3	2008	1829	1635	1433	1060	779	585	401	23,1		
325 x 20	65,0	9,38	2308	144,5	2048	1869	1676	1474	1098	810	610	419	23,5		
330 x 20	66,0	9,53	2343	146,7	2087	1909	1717	1516	1136	841	635	436	23,8		
340 x 20	68,0	9,81	2414	151,2	2166	1989	1799	1598	1212	905	686	473	24,5		
350 x 20	70,0	10,10	2485	155,6	2245	2069	1880	1681	1290	971	739	512	25,3		
360 x 20	72,0	10,39	2556	160,1	2323	2149	1962	1764	1369	1039	795	553	26,0		
370 x 20	74,0	10,68	2627	164,5	2402	2229	2043	1846	1449	1108	852	595	26,7		
375 x 20	75,0	10,83	2663	166,7	2441	2269	2084	1887	1489	1143	881	617	27,1		
380 x 20	76,0	10,97	2698	169,0	2480	2308	2124	1929	1529	1179	911	639	27,4		
390 x 20	78,0	11,26	2769	173,4	2559	2388	2205	2011	1610	1252	972	684	28,1		
400 x 20	80,0	11,55	2840	177,9	2637	2467	2286	2093	1692	1325	1035	732	28,9		
250 x 25	62,5	7,22	2219	111,2	1815	1573	1322	1088	734	514	376	252	18,0		
260 x 25	65,0	7,51	2308	115,6	1915	1676	1424	1185	810	570	419	282	18,8		
270 x 25	67,5	7,79	2396	120,1	2015	1778	1527	1283	889	630	464	313	19,5		
280 x 25	70,0	8,08	2485	124,5	2114	1880	1630	1383	971	693	512	347	20,2		
290 x 25	72,5	8,37	2574	129,0	2214	1982	1734	1484	1056	759	563	382	20,9		
300 x 25	75,0	8,66	2663	133,4	2313	2084	1837	1586	1143	828	617	420	21,7		
310 x 25	77,5	8,95	2751	137,8	2412	2185	1940	1688	1233	900	673	460	22,4		
320 x 25	80,0	9,24	2840	142,3	2510	2286	2043	1791	1325	974	732	501	23,1		
325 x 25	81,3	9,38	2884	144,5	2560	2336	2095	1843	1372	1012	762	523	23,5		
330 x 25	82,5	9,53	2929	146,7	2609	2386	2146	1894	1419	1051	793	546	23,8		
340 x 25	85,0	9,81	3018	151,2	2708	2487	2248	1998	1515	1131	857	592	24,5		
350 x 25	87,5	10,10	3106	155,6	2806	2587	2351	2101	1612	1214	924	640	25,3		
360 x 25	90,0	10,39	3195	160,1	2904	2687	2453	2204	1711	1298	993	691	26,0		
370 x 25	92,5	10,68	3284	164,5	3002	2786	2554	2308	1811	1385	1065	743	26,7		
375 x 25	93,8	10,83	3328	166,7	3051	2836	2605	2359	1861	1429	1101	771	27,1		
380 x 25	95,0	10,97	3373	169,0	3100	2886	2655	2411	1911	1474	1139	798	27,4		
390 x 25	97,5	11,26	3461	173,4	3199	2985	2757	2514	2013	1564	1215	855	28,1		
400 x 25	100,0	11,55	3550	177,9	3297	3084	2857	2616	2114	1657	1293	915	28,9		
410 x 25	102,5	11,84	3639	182,3	3394	3183	2958	2719	2217	1751	1374	976	29,6		
420 x 25	105,0	12,12	3728	186,8	3492	3282	3058	2821	2320	1846	1456	1039	30,3		
425 x 25	106,3	12,27	3772	189,0	3541	3331	3108	2872	2371	1894	1498	1072	30,7		
430 x 25	107,5	12,41	3816	191,2	3590	3380	3158	2923	2423	1942	1541	1105	31,0		
440 x 25	110,0	12,70	3905	195,7	3688	3479	3258	3024	2526	2040	1627	1172	31,8		
450 x 25	112,5	12,99	3994	200,1	3786	3577	3358	3126	2629	2139	1715	1242	32,5		
300 x 30	90,0	8,66	3195	133,4	2775	2501	2204	1903	1372	993	740	504	21,7		
310 x 30	93,0	8,95	3302	137,8	2894	2622	2328	2026	1480	1079	807	551	22,4		
320 x 30	96,0	9,24	3408	142,3	3013	2743	2452	2149	1591	1169	878	602	23,1		
325 x 30	97,5	9,38	3461	144,5	3072	2803	2514	2211	1647	1215	915	628	23,5		
330 x 30	99,0	9,53	3515	146,7	3131	2864	2575	2273	1703	1262	952	655	23,8		
340 x 30	102,0	9,81	3621	151,2	3249	2984	2698	2397	1818	1358	1029	710	24,5		
350 x 30	105,0	10,10	3728	155,6	3367	3104	2821	2521	1935	1456	1109	768	25,3		
360 x 30	108,0	10,39	3834	160,1	3485	3224	2943	2645	2053	1558	1192	829	26,0		

Anhang 2. Beanspruchbarkeit - Flansch

$$f_y = 355 \text{ Mpa}$$

$k_c = 1,0$ - konstanter Normalkraftverlauf zwischen den seitlichen Halterungen

b _f x t _f	A	i	Zug N _{t,Rd}	Druck N _{c,Rd} [kN]											
				c _{gr}	c [m] - Abstand der seitlichen Halterungen										c _{max}
					cm	3,00	4,00	5,00	6,00	8,00	10,00	12,00	15,00	cm	
370 x 30	111,0	10,68	3941	164,5	3603	3343	3065	2769	2173	1662	1278	892	26,7		
375 x 30	112,5	10,83	3994	166,7	3662	3403	3126	2831	2233	1715	1322	925	27,1		
380 x 30	114,0	10,97	4047	169,0	3721	3463	3187	2893	2293	1769	1367	958	27,4		
390 x 30	117,0	11,26	4154	173,4	3838	3582	3308	3016	2415	1877	1458	1027	28,1		
400 x 30	120,0	11,55	4260	177,9	3956	3701	3429	3139	2537	1988	1552	1098	28,9		
410 x 30	123,0	11,84	4367	182,3	4073	3819	3550	3262	2660	2101	1649	1171	29,6		
420 x 30	126,0	12,12	4473	186,8	4191	3938	3670	3385	2784	2215	1748	1247	30,3		
425 x 30	127,5	12,27	4526	189,0	4250	3997	3730	3446	2845	2273	1798	1286	30,7		
430 x 30	129,0	12,41	4580	191,2	4308	4056	3790	3507	2907	2331	1849	1326	31,0		
440 x 30	132,0	12,70	4686	195,7	4426	4175	3910	3629	3031	2448	1953	1407	31,8		
450 x 30	135,0	12,99	4793	200,1	4543	4293	4030	3751	3155	2567	2058	1490	32,5		

Die Beanspruchbarkeiten von hier nicht angeführten Flanschabmessungen sind gemäß Abschnitt 4.1 zu bestimmen

Anhang 3. Beanspruchbarkeit des Steges

Stegbeanspruchbarkeit gemäß D. Hannebauer (Abschnitt 4.2.)

a) Standard Stegdicken und Materialgüte

$f_{yw} = 235\text{MPa}$ h_w [mm]	WTA		WTB		WTC	
	χ_c	V_{Rd} [kN]	χ_c	V_{Rd} [kN]	χ_c	V_{Rd} [kN]
333	1,0	90	1,0	113	1,0	136
500	1,0	133	1,0	170	1,0	204
625	1,0	164	1,0	212	1,0	254
750	1,0	194	1,0	254	1,0	305
1000	0,94	255	1,0	339	1,0	407
1250			1,0	424	1,0	509
1500			1,0	508	1,0	611

b) NICHT-Standard Stegdicken und Materialgüten

(nur auf Sonderwunsch; längere Lieferzeiten)

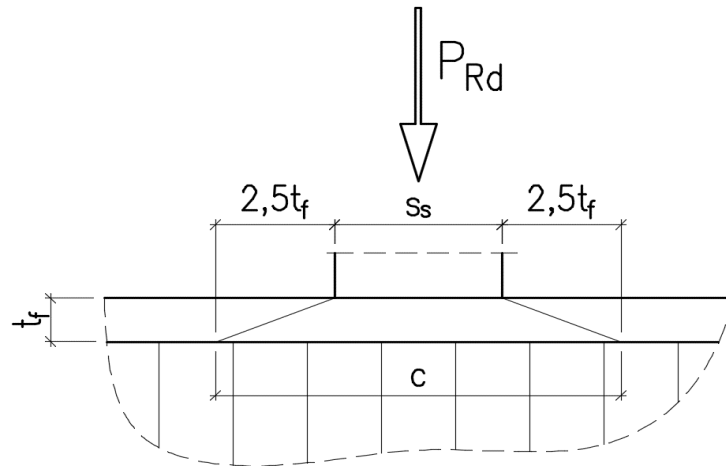
$f_{yw} = 235\text{MPa}$ h_w [mm]	WTD		WTE		WTF	
	χ_c	V_{Rd} [kN]	χ_c	V_{Rd} [kN]	χ_c	V_{Rd} [kN]
333	1,0	181	1,0	226	1,0	271
500	1,0	271	1,0	339	1,0	407
625	1,0	339	1,0	424	1,0	509
750	1,0	407	1,0	509	1,0	611
1000	1,0	543	1,0	678	1,0	814
1250	1,0	678	1,0	848	1,0	1018
1500	1,0	814	1,0	1018	1,0	1221

$f_{yw} = 355\text{MPa}$ h_w [mm]	WTC		WTD	
	χ_c	V_{Rd} [kN]	χ_c	V_{Rd} [kN]
333	1,0	205	1,0	273
500	1,0	307	1,0	410
625	1,0	384	1,0	512
750	1,0	461	1,0	615
1000	1,0	615	1,0	820
1250	1,0	764	1,0	1025
1500	0,9	858	1,0	1202

$f_{yw} = 355\text{MPa}$ h_w [mm]	WTE		WTF	
	χ_c	V_{Rd} [kN]	χ_c	V_{Rd} [kN]
333	1,0	341	1,0	410
500	1,0	512	1,0	615
625	1,0	641	1,0	769
750	1,0	769	1,0	922
1000	1,0	1025	1,0	1230
1250	1,0	1281	1,0	1537
1500	1,0	1537	1,0	1845

Anhang 4. konzentrierte Lasteinleitung

(gemäß Abschnitt 4.3)



a) Standard Stegdicken und Materialgüten

$f_{yw} = 235\text{MPa}$

		WTA					WTB					WTC				
		$t_s = 2,0 \text{ mm}$					$t_s = 2,5 \text{ mm}$					$t_s = 3,0 \text{ mm}$				
		P_{Rd} [kN] mit Lasteinleitungslänge s_s in [mm]														
		0	50	100	150	200	0	50	100	150	200	0	50	100	150	200
t_f [mm]	10	28,2	56,4	84,6	112,8	141	35,3	70,5	105,8	141	176	42,3	84,6	127	169	212
	12	33,8	62,0	90,2	118	147	42,3	77,6	113	148	183	50,8	93,1	135	178	220
	15	42,3	70,5	98,7	127	155	52,9	88,1	123	159	194	63,5	105,8	148	190	233
	20	56,4	84,6	113	141	169	70,5	106	141	176	212	84,6	127	169	212	254
	25	70,5	98,7	127	155	183	88,1	123	159	194	229	106	148	190	233	275
	30	84,6	113	141	169	197	106	141	176	212	247	127	169	212	254	296

b) NICHT-Standard Stegdicken und Materialgüten
(nur auf Sonderwunsch; längere Lieferzeiten)

$f_{yw} = 235\text{MPa}$

		WTD					WTE					WTF				
		$t_s = 4,0 \text{ mm}$					$t_s = 5,0 \text{ mm}$					$t_s = 6,0 \text{ mm}$				
		$P_{Rd} \text{ [kN] mit Lasteinleitungslänge } s_s \text{ in [mm]}$														
		0	50	100	150	200	0	50	100	150	200	0	50	100	150	200
t_f [mm]	10	56,4	113	169	226	282	70,5	141	212	282	353	84,6	169	254	338	423
	12	67,7	124	180	237	293	84,6	155	226	296	367	102	186	271	355	440
	15	84,6	141	197	254	310	106	176	247	317	388	127	212	296	381	465
	20	113	169	226	282	338	141	212	282	353	423	169	254	338	423	508
	25	141	197	254	310	367	176	247	317	388	458	212	296	381	465	550
	30	169	226	282	338	395	212	282	353	423	494	254	338	423	508	592

$f_{yw} = 355\text{MPa}$

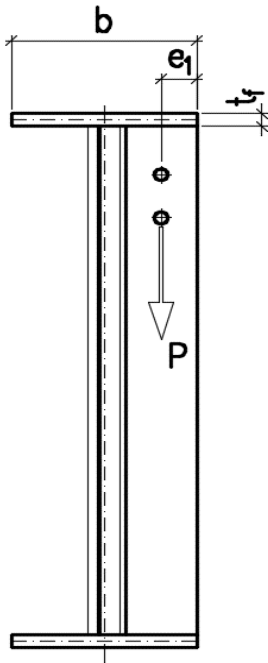
		WTC					WTD				
		$t_s = 3,0 \text{ mm}$					$t_s = 4,0 \text{ mm}$				
		$P_{Rd} \text{ [kN] mit Lasteinleitungslänge } s_s \text{ in [mm]}$									
		0	50	100	150	200	0	50	100	150	200
t_f [mm]	10	63,9	128	192	256	320	85	170	256	341	426
	12	76,7	141	204	268	332	102	187	273	358	443
	15	95,9	160	224	288	351	128	213	298	383	469
	20	128	192	256	320	383	170	256	341	426	511
	25	160	224	288	351	415	213	298	383	469	554
	30	192	256	320	383	447	256	341	426	511	596

$f_{yw} = 355\text{MPa}$

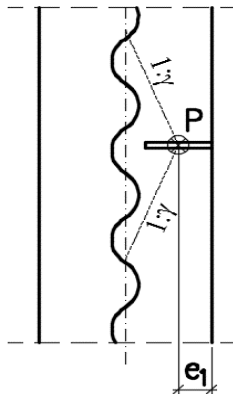
		WTE					WTF				
		$t_s = 5,0 \text{ mm}$					$t_s = 6,0 \text{ mm}$				
		$P_{Rd} \text{ [kN] mit Lasteinleitungslänge } s_s \text{ in [mm]}$									
		0	50	100	150	200	0	50	100	150	200
t_f [mm]	10	107	213	320	426	533	128	256	383	511	639
	12	128	234	341	447	554	153	281	409	537	665
	15	160	266	373	479	586	192	320	447	575	703
	20	213	320	426	533	639	256	383	511	639	767
	25	266	373	479	586	692	320	447	575	703	831
	30	320	426	533	639	746	383	511	639	767	895

Anhang 5. Lasteinleitung durch eine Steife

(gemäß Abschnitt 4.4)



- gleiche Flanschabmessungen
- $e_1 = 40\text{mm}$
- $\gamma = 2,5$
- $\eta = 0,5$ (Steife an beide Flansche angeschlossen)



$f_y = 235\text{MPa}$		P [kN] mit Flanschausnutzungsgrad α							
		30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	99%
flange thickness t_f [mm]	10	31,9	28,9	25,5	21,7	17,4	12,6	6,91	0,77
	12	45,9	41,6	36,7	31,2	25,1	18,1	9,95	1,11
	15	71,7	64,9	57,3	48,8	39,2	28,3	15,5	1,74
	20	127	115	102	86,6	69,6	50,2	27,6	3,09
	25	198	180	159	135	109	78,4	43,1	4,82
	30	285	258	228	194	156	113	62,0	6,94

$f_y = 355\text{MPa}$		P [kN] mit Flanschausnutzungsgrad α							
		30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	99%
flange thickness t_f [mm]	10	48,2	43,7	38,5	32,8	26,3	19,0	10,4	1,17
	12	69,4	62,8	55,5	47,2	37,9	27,3	15,0	1,68
	15	108	98,2	86,6	73,7	59,2	42,7	23,5	2,62
	20	193	174	154	131	105	75,9	41,7	4,66
	25	301	272	240	204	164	118	65,2	7,29
	30	432	391	346	294	236	170	93,8	10,5