


Betriebsteil 1/1981 / A. Jenseits de Weimar
 5300 WEIMAR
 Paul-Schneider-Straße 508
 Verlag: Staatsverlag der DDR, 1080 Berlin - Bezug: Staatsverlag der DDR, Bereich Standardverlag, 7010 Leipzig, Postfach 1068
 (V-5-1) Lizenz-Nr. 751 - 0.07 81

Deutsche Demokratische Republik	Stahlbau STAHLTRAGWERKE IM HOCHBAU Berechnung von Dachpfetten und Wandriegeln	 13450/03
		Gruppe 135800

Стальное строительство Стальные несущие конструкции в надземном строительстве Расчет прогонов и ригелей стен	Structural Steel Engineering Steel Supporting Structures for Buildings Design of Purlins and Crossbars
---	---

Deskriptoren: Stahltragwerk; Dachpfette; Wandriegel;
 Berechnung; Stahlbauweise

Verbindlich ab 1. 7. 1979

Die Festlegungen dieses Standards sind zur Anwendung empfohlen.

Dieser Standard gilt für Dachpfetten und Wandriegel, im folgenden Träger genannt, in Lastspielgruppe C, bei denen durch das Zusammenwirken mit Hüllelementen die freie Verformbarkeit teilweise oder vollständig verhindert wird und bei denen die Belastung über Hüllelemente oder deren Verbindungen eingetragen wird und längs der Träger überwiegend konstant ist.

Dieser Standard gilt nicht für Haupttragglieder und Sonderkonstruktionen.

Vorbemerkung

Für die Umrechnung der Werte dieses Standards ist anzunehmen:
 $10 \text{ N} \hat{=} 1 \text{ kp}$

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Lastannahmen	2
2. Nachweise	2
2.1. Träger mit I-Querschnitt, warm gewalzt oder geschweißt	2
2.2. Träger mit U-Querschnitt, warm gewalzt	5
2.3. Träger mit U-Querschnitt, kalt geformt	8
3. Konstruktive Forderungen	10

Fortsetzung Seite 2 bis 24

Verantwortlich/bestätigt: 6.9.1978 , VEB Metalleichtbaukombinat,
 Leipzig

1. Lastannahmen

nach TGL 32274/01, /05, /07

2. Nachweise

Die Lastkomponente q_x nach Bild 1 ist den Hüllelementen zuzuweisen, wenn diese in ihrer Ebene an besonders ausgesteiften Konstruktionsgliedern, wie versteiften Firstpfetten, zug- oder drucksteif befestigt oder scheibenartig (schubsteif) ausgebildet sind, so daß Verschiebungen der Hüllelemente rechtwinklig zur Trägerachse vernachlässigbar klein bleiben. Beim Nachweis des Trägers darf dann $q_x = 0$ gesetzt und Unverschieblichkeit des Hüllelementes und des Trägers rechtwinklig zur Trägerlängsachse angenommen werden.

Die Ableitung von q_x durch das Hüllelement ist nachzuweisen.

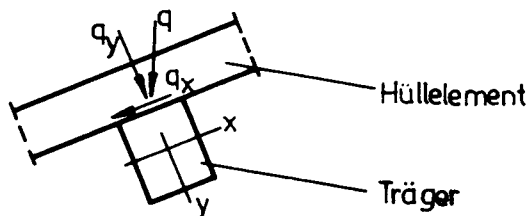


Bild 1

Im Lastfall Montage ist zu beachten, daß die stabilisierend wirkenden Verbindungen der Träger mit den Hüllelementen nicht oder nur teilweise vorhanden sein können.

2.1. Träger mit I-Querschnitt, warm gewalzt oder geschweißt

2.1.1. Nachweis für $q_y > 0$ mit oder ohne Längskraft, z. B. bei Eigen- und Schneelast, Winddruck

Nachweis als ein- oder zweiachsig beanspruchter Biegeträger nach TGL 13450/01 oder /02^{x1)} und bei zusätzlicher Längskraftbeanspruchung als planmäßig außermittig gedrückter Stab nach TGL 13503/01 ohne Berücksichtigung einer Verdrehung, wenn

- Unverschieblichkeit der Hüllelemente rechtwinklig zur Trägerlängsachse vorhanden ist oder

^{x1)} siehe Erläuterungen und Ergänzungen

- der Träger mit den Hüllelementen entsprechend den Bildern 2a, 2b oder 2d verbunden ist oder

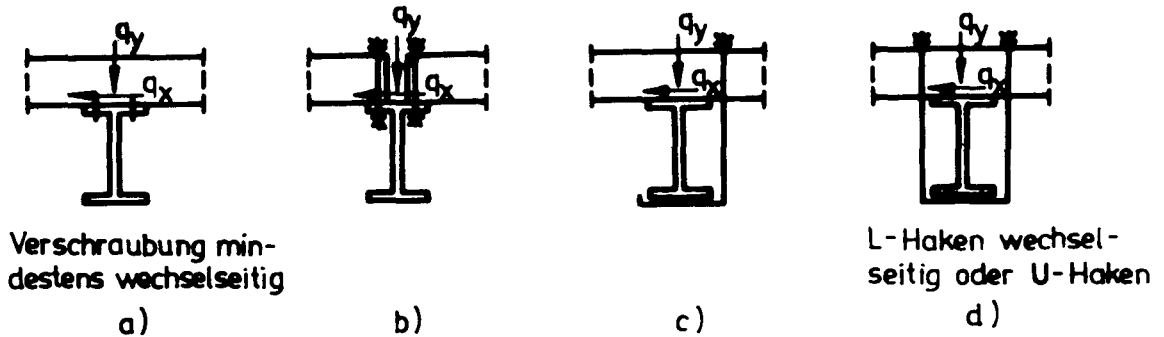


Bild 2

- mindestens in den Drittelpunkten der Trägerstützweite Zug- oder Druckstreben nach Bild 3 angeordnet werden oder

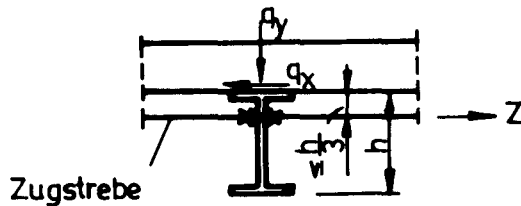


Bild 3

- für die Verschiebung u des Trägers nach Bild 4 folgende Grenzwerte eingehalten werden:

$$u \leq 0,6 \left(k_K \cdot b - \frac{q_x}{q_y} h \right) \quad (1)$$

oder

bei über dem Träger durchlaufenden Hüllelementen nach Bild 4a in dem Belastungsbereich

$$v_K \cdot q_y \leq 0,6 q_{yKi} \quad \text{für I-Profile nach TGL 0-1025 und TGL 10369}$$

$$v_K \cdot q_y \leq 0,4 q_{yKi} \quad \text{für IPE-Profile nach TGL 29658}$$

$$u \leq \frac{1}{100} l_x \quad (2)$$

Bei über dem Träger unterbrochenen Hüllelementen nach Bild 4b gilt Gleichung (2), wenn q_{yKi} zusätzlich mit dem Faktor 0,9 multipliziert wird.

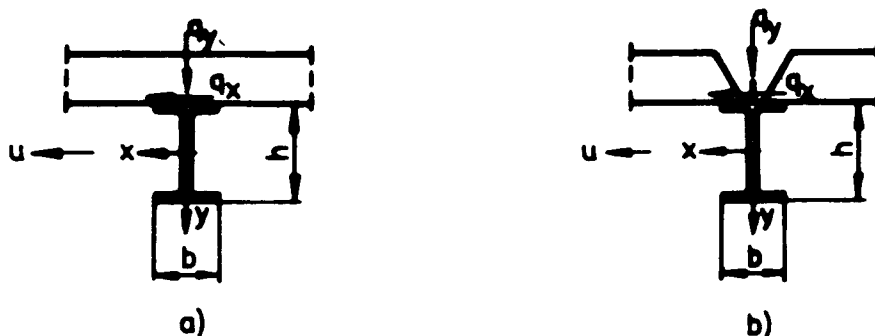


Bild 4

Hierbei bedeutet:

u = größte Verschiebung aus Biegung des Trägers in x -Richtung infolge der Lastkomponente $v_K q_x$. Sind Längskräfte vorhanden, ist die Verschiebung u mit der Vergrößerungsfunktion nach TGL 13503/01^{x1)} zu multiplizieren.

q_{yKi} = kritische Kipplast aus σ_{Ki} nach TGL 13503/02 bei Lasteintragung im Obergurt des Trägers ($v = + h/2$)

l_x = Stützweite des Trägers für die Belastung q_x unter Berücksichtigung der Zug- oder Druckstreben

v_K = Kippsicherheitszahl nach TGL 13503/02

k_K = Hilfwert, der die Art der Stoßausbildung des Hüllelementes über dem Träger berücksichtigt

$k_K = 1,0$ bei Stößen mit Überdeckung oder biegesteif durchlaufenden Hüllelementen nach Bild 4a, z. B. Asbestzement-Welltafeln

$k_K = 0,5$ bei Stößen ohne Überdeckung nach Bild 4b, z. B. bei über dem Träger gestoßenen Betonplatten

^{x1)} siehe Seite 2

2.1.2. Nachweis für $q_y < 0$ mit oder ohne Längskraft, z. B. bei Windsoglast

Nachweis als ein- oder zweiachsig beanspruchter Biegeträger nach TGL 13450/01 oder /02^{x1)}, nach TGL 13503/01 und /02

Dabei darf

- bei Unverschieblichkeit des Hüllelementes rechtwinklig zur Trägerlängsachse und bei Verbindung der Träger mit den Hüllelementen entsprechend den Bildern 2a, 2b oder 2d und fehlender Längskraft der Nachweis des Kippens nach TGL 13503/01 oder /02 entfallen und bei vorhandener Längskraft die elastische Torsionseinspannung des Trägers am Hüllelement^{x1)} beim Nachweis des Biegedrillknickens berücksichtigt werden
- bei einseitiger Anordnung der L-Haken nach Bild 2c und fehlender Längskraft die Lasteintragung für den Kippnachweis bei $v = + \frac{h}{2}$ angenommen werden.

2.1.3. Nachweis der Verbindungen mit den Hüllelementen

Ist der Träger mit dem Hüllelement nach den Bildern 2a, 2b und 2d verbunden, ist die Beanspruchung aus dem Versatz von q_x in den Trägerschwerpunkt beim Nachweis der Verbindungsmittel zu berücksichtigen.

2.1.4. Nachweis der Stabilisierungselemente

Die Stabilisierungselemente, z. B. Zugstreben nach Bild 3, sind für die anteiligen Kräfte zu bemessen.

2.2. Träger mit U-Querschnitt, warm gewalzt

2.2.1. Nachweis mit oder ohne Längskraft

Nachweis als ein- oder zweiachsig beanspruchter Biegeträger nach TGL 13450/01 oder /02 und bei zusätzlicher Längskraftbeanspruchung als planmäßig außermittig gedrückter Stab nach TGL 13503/01 ohne Berücksichtigung einer Verdrehung, wenn

- für $m > 0$ der Träger mit dem Hüllelement entsprechend Bild 6a, 6d oder 6e verbunden ist oder entsprechend Bild 6c zumindest in den Drittelpunkten der Stützweite des Trägers Zugstreben angeordnet werden, oder
- für $m < 0$ der Träger mit dem Hüllelement entsprechend Bild 6a, 6b, 6c oder 6d verbunden ist oder

^{x1)} siehe Seite 2

- für die Verschiebung u_G des Trägers, Bild 5, im Grenzlastfall H folgender Grenzwert eingehalten wird:

$$u_G = u_M + \frac{h}{2} \tan \varphi \leq \frac{1}{150} l \quad (3)$$

Hierbei bedeutet:

m = Moment der äußeren Lasten q_y und q_x um den Schubmittelpunkt M nach Bild 5 am unverformten Träger

u_G = Verschiebung des Druckgurtes

u_M = Verschiebung des Schubmittelpunktes aus der Biegung um die y-Achse infolge der Belastung .

$$q_x \cos \varphi + q_y \sin \varphi \approx q_x + q_y \tan \varphi .$$

Sind Normalkräfte vorhanden, ist die Verschiebung u_M mit der Vergrößerungsfunktion f_y nach TGL 13503/01 zu multiplizieren.

φ = Verdrehung des Querschnittes ^{x1)}

l = Stützweite des Trägers, gegebenenfalls unter Berücksichtigung von Zug- oder Druckstreben

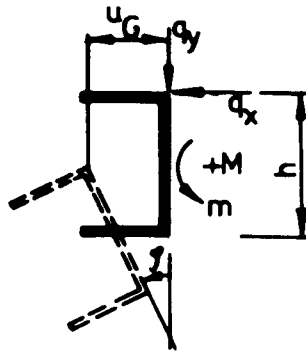


Bild 5

^{x1)} siehe Seite 2

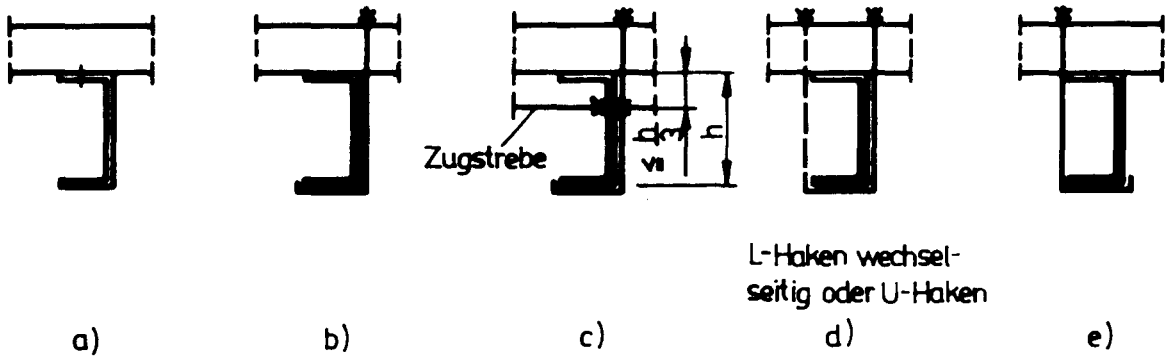


Bild 6

2.2.2. Nachweis der Verbindungen mit den Hüllelementen

Bei der Ermittlung der Zugkraft P_Z der Verbindungen und der örtlichen Druckkraft P_K der Hüllelemente im Kontaktbereich, siehe Bild 7, ist außer der Beanspruchung aus der Übertragung von q_y die Beanspruchung aus einer Drehbehinderung nach Gleichung (4) zu berücksichtigen.

$$P_Z = P_K = \frac{m_V}{d} \cdot e \quad (4)$$

Hierbei bedeutet:

m_V = der von den Verbindungen aufgenommene Anteil des Torsionsmomentes x_1)

Bei Vernachlässigung der Torsionssteifigkeit des Trägers ist

$$m_V = m = q_y \cdot a + q_x \frac{h}{2} \quad (5)$$

a, h nach Bild 7

d = Abstand der Wirkungslinie der Zugkraft P_Z vom Kontaktpunkt (KP) nach Bild 7 unter Berücksichtigung der Drehrichtung des Torsionsmomentes m_V

e = Abstand der Verbindungen längs des Trägers

x_1) siehe Seite 2

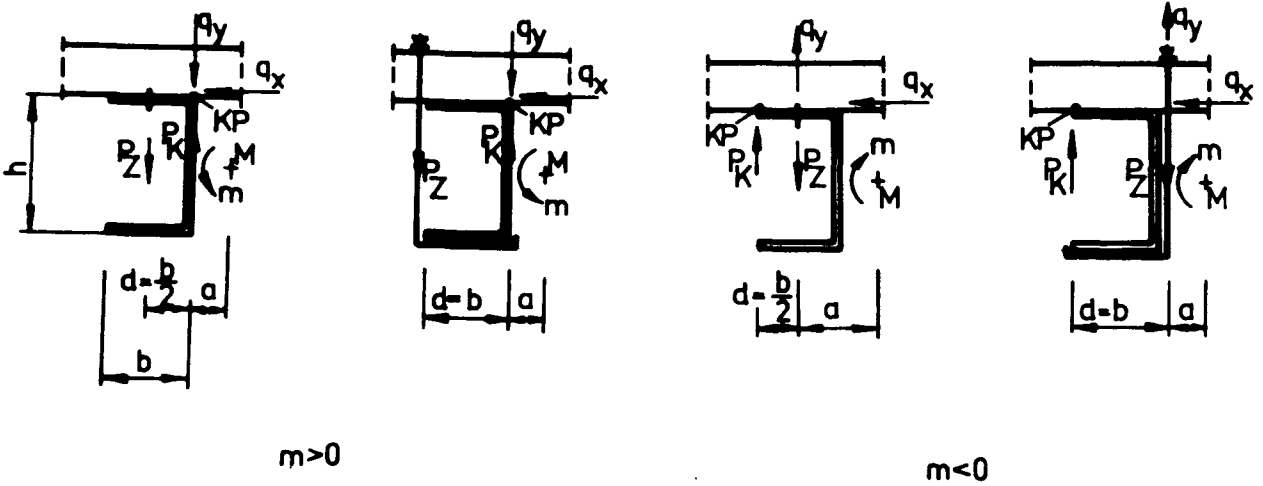


Bild 7

2.2.3. Nachweis der Stabilisierungselemente

Die Stabilisierungselemente, z. B. Zugstreben nach Bild 6c, sind für die anteiligen Kräfte zu bemessen.

2.3. Träger mit U-Querschnitt, kalt geformt

Nachweise nach Abschnitt 2.2. unter Berücksichtigung der Lage des Kontaktpunktes (KP) nach Bild 8.

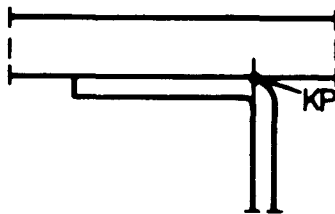


Bild 8

Zusätzlich ist nachzuweisen, daß

- die Verdrehung φ des Querschnittes $\varphi \leq 0,175$ rad ($\tan \varphi \leq 0,176$, $\varphi \leq 10^\circ$), Bild 5, und
- bei der Konstruktionsform nach Bild 6b für $m > 0$ und Unverschieblichkeit des Hüllelementes rechtwinklig zur Trägerlängsachse und Fehlen der Längskraftbeanspruchung entweder Gleichung (6) oder Gleichung (7) erfüllt ist oder Gleithalterungen nach Bild 9 angeordnet werden, wobei Gleithalterungen und L-Haken für die Kraft P_G nach Gleichung (8) zu bemessen sind.

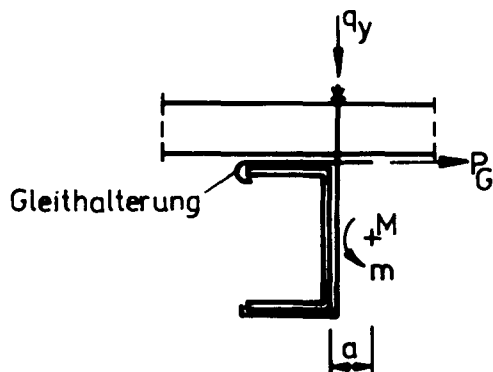


Bild 9

- bei der Konstruktionsform nach Bild 6a für $m > 0$ und $s < 4$ mm Gleichung (9) erfüllt ist.

$$v_K \cdot \frac{a}{h} \leq \mu \quad (6)$$

$$v_K \text{ vorh } \sigma \leq \sigma_{Ki} \quad (7)$$

$$P_G = \frac{q_y a}{h} \cdot e \quad (8)$$

$$P_Z \leq 0,6 \frac{\text{zul } \sigma}{\text{vorh } \sigma} \sigma_F s^2 \quad (9)$$

Hierbei bedeutet:

a, h = Maße nach Bild 7

v_K = Kippsicherheitszahl nach TGL 13503/02

μ = Gleitreibungszahl²⁾ zwischen Träger und Hüllelement

2) siehe Hilfswerte

- σ_{Ki} = kritische Kippspannung, näherungsweise nach TGL 13503/02 für doppelsymmetrischen I-Querschnitt mit $v = + h/2$
- vorh σ = vorhandene Biegespannung im Träger ohne Berücksichtigung einer Verdrehung
- P_G = Kraft in der Gleithalterung
- e = Abstand zwischen den Gleithalterungen
- zul σ , σ_F = Spannungswerte für den Trägerwerkstoff nach TGL 13500
- s = Blechdicke des Trägers
- P_Z = Zugkraft in der Verbindung

3. Konstruktive Forderungen

Bei Verwendung von Betonplatten als Hüllelement sind auf dem Flansch befestigte Bleche oder Bolzen nach Bild 4b nur als Montagesicherung erforderlich.

Die Befestigung der Hüllelemente nach Bild 2a hat mindestens abwechselnd auf der linken und rechten Gurthälfte des Trägers zu erfolgen.

Über dem U-Profilträger unterbrochene Hüllelemente ohne Überdeckung nach Bild 10 dürfen nur verwendet werden, wenn durch geeignete konstruktive Maßnahmen ein Verdrehen des Trägerquerschnittes verhindert wird oder vernachlässigbar klein bleibt.

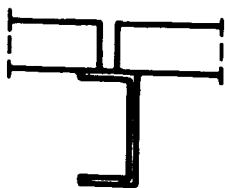


Bild 10

Hinweise

Im vorliegenden Standard ist auf folgende Standards Bezug genommen:

TGL 13450/01; TGL 13450/02; TGL 13500; TGL 13503/01;
 TGL 13503/02; TGL 32274/01; TGL 32274/05; TGL 32274/07
 TGL 10369; TGL 29658; TGL 0-1025

ERLÄUTERUNGEN UND ERGÄNZUNGEN

Allgemeines

Bei der Bemessung darf die aussteifende Wirkung der Hüllelemente hinsichtlich seitlicher Verschiebungen und Verdrehungen der Träger berücksichtigt werden. Voraussetzung dafür ist, daß zum Zeitpunkt der Bemessung der Träger die Art der Hüllelemente und ihrer Befestigung bekannt ist und die Hüllelemente und Verbindungen die damit auf sie wirkenden Kräfte übertragen können. Sind diese Voraussetzungen nicht erfüllt, ist der Träger als frei verformbarer Stab zu betrachten. Die Lage der Lasteinleitungsstelle wird dabei durch die Verdrehung des Querschnittes des Trägers beeinflußt.

Zur Erreichung wirtschaftlich günstiger Konstruktionen ist durch Verwendung geeigneter Verbindungsmittel zwischen Träger und Hüllelement und durch geeignete konstruktive Gestaltung zu versuchen, die Hüllelemente zur Stabilisierung der Träger heranzuziehen. Als ausreichend unverschieblich rechtwinklig zur Trägerlängsachse gelten z. B. an First- oder Traufverbänden befestigte profilierte Bleche aus Stahl oder Aluminium, Stützkernenelemente und scheibenartig ausgebildete Hüllelemente, z. B. Scheiben aus profilierten Blechen ³⁾, Betonplatten mit vergossenen Fugen.

Als nicht ausreichend unverschieblich gelten Hüllen aus Asbestzementwelltafeln, Betonplatten ohne vergossene Fugen u. ä. Bei diesen Elementen ergibt sich aber eine Drehstabilisierung des Trägers mit I-Querschnitt, weil die Elemente über dem Trägergurt teilweise oder vollständig biegesteif durchlaufen. Die im Standard getroffenen Festlegungen basieren teilweise auf Vereinfachungen, die nur für Nebentragglieder vertretbar sind.

Die Anwendung auf Haupttragglieder und Sonderkonstruktionen, z. B. unterspannte Pfetten, bedarf einer speziellen Überprüfung.

Zusätzlich angeordnete Stabilisierungselemente, wie Zug- oder Druckstreben, biegesteif an den Träger angeschlossene Streben zur Drehbehinderung des Trägers, sind im allgemeinen nur in der Mitte der Trägerstützweite erforderlich.

zu Abschnitt 2.1.

Es ist zu beachten, daß IPE-Querschnitte eine wesentlich geringere Torsionssteifigkeit als Normalprofile haben und dann ungünstiger als Normalprofile sind, wenn ein Nachweis nach Theorie II. Ordnung mit Berücksichtigung der Verdrehung oder ein Kipp- oder Biegedrillknicknachweis geführt werden muß.

³⁾ siehe Vorschrift 10/76 der Staatlichen Bauaufsicht des Ministeriums für Bauwesen vom 29. September 1976
- Einsatz von EKOTAL-Trapezprofilblechen als Dach- und Wandelemente -

zu Abschnitt 2.1.1.

Kann das Hüllelement nicht als unverschieblich rechtwinklig zur Trägerachse betrachtet werden, d. h. beide Lastkomponenten q_x und q_y müssen vom Träger aufgenommen werden, und erfolgt die Befestigung entsprechend Bild 2c, z. B. bei Verwendung von Asbestzementwelltafeln, so darf bei der vereinfachten Berechnung durchlaufender Träger nach TGL 13450/02 die Biegespannung aus der Gleichung (10) ermittelt werden.

$$\sigma_b = \frac{M}{W_i} \quad (10)$$

Hierbei bedeutet:

M = Biegemoment nach TGL 13450/02 für die resultierende Belastung q, Bild 1

W_i = ideelles "plastisches" Widerstandsmoment, Tabelle 1
- für Träger ohne Zugstreben ⁴⁾

$$W_i = \frac{1,5}{1,65} \sqrt{[\rho \alpha_x W_x]^2 + [(1 - \rho^2) \alpha_y W_y]^2} \quad (11)$$

$$\rho = \sqrt{1 + \left[\frac{(h - s) \tan \delta}{b} \right]^2} - \frac{(h - s) \tan \delta}{b} \quad (12)$$

$$\tan \delta = \frac{q_x}{q_y} \quad (13)$$

h, b = Höhe und Breite des Trägers nach Bild 4a

s = Dicke des Trägergurtes

α = Verhältnis des "plastischen" zum "elastischen" Widerstandsmoment

$$\alpha_x = 1,14, \alpha_y = 1,50$$

- für Träger mit Zugstreben in der Mitte der Trägerstützweite ⁴⁾

$$\text{für } \tan \delta \leq 4 \frac{\alpha_y W_y}{\alpha_x W_x} = 5,26 \frac{W_y}{W_x} \text{ gilt}$$

⁴⁾ nach Vogel: "Zur Berechnung von durchlaufenden Stahlpfetten in geneigten Dächern nach dem Traglastverfahren" Der Stahlbau 10/1966 S. 302 - 308

$$W_i = \frac{1,5}{1,65} \frac{\alpha_x W_x}{\cos \delta} = 1,04 \frac{W_x}{\cos \delta} \quad (14)$$

für $\tan \delta \geq 4 \frac{\alpha_y W_y}{\alpha_x W_x} = 5,26 \frac{W_y}{W_x}$ gilt

$$W_i = \frac{1,5}{1,65} \frac{\alpha_y W_y}{\sin \delta} = 1,36 \frac{W_y}{\sin \delta} \quad (15)$$

- für Träger mit Zugstreben in den Drittelpunkten der Trägerstützweite ⁴⁾

für $\tan \delta \leq 9 \frac{\alpha_y W_y}{\alpha_x W_x} = 11,84 \frac{W_y}{W_x}$ gilt

$$W_i = \frac{1,5}{1,65} \frac{\alpha_x W_x}{\cos \delta} = 1,04 \frac{W_x}{\cos \delta} \quad (16)$$

für $\tan \delta \geq 9 \frac{\alpha_y W_y}{\alpha_x W_x} = 11,84 \frac{W_y}{W_x}$ gilt

$$W_i = \frac{1,5}{1,65} \frac{\alpha_y W_y}{\sin \delta} = 1,36 \frac{W_y}{\sin \delta} \quad (17)$$

Sind Normalkräfte vorhanden, ist der Nachweis nach TGL 13503/01 für den planmäßig außermittig gedrückten Stab mit der Vergrößerungsfunktion nach Gleichung (18) zu führen.

$$f = \frac{f_x + \frac{W_x}{W_y} \tan \delta \cdot f_y}{1 + \frac{W_x}{W_y} \tan \delta} \quad (18)$$

Die Verschiebung u des Trägers in x-Richtung kann nach Gleichung (19) und (20) berechnet werden.

$$\text{Endfeld} \quad u = \frac{5 \nu_K q_x l_x^4}{384 E J_y} - k_u \frac{\sigma_F}{E} l_x^2 \quad (19)$$

⁴⁾ siehe Seite 12

$$\text{Mittelfeld } u = \frac{5 \nu_K q_x l_x^4}{384 E J_y} - 2 k_u \frac{\sigma_F}{E} l_x^2 \quad (20)$$

Hierbei bedeutet:

σ_F = Streckgrenze des Trägerwerkstoffes nach TGL 13500

l_x = Stützweite des Trägers für die Lastkomponente q_x

$$k_u = \frac{(1 - \eta^2) \kappa_y}{8b} \quad \text{für Träger ohne Zugstreben, Tabelle 1} \quad (21)$$

$k_u \approx 0$ für Träger mit Zugstreben

Die Beanspruchung der Zug- oder Druckstreben ist nach Gleichung (22) oder (23) zu ermitteln.

$$Z = 0,75 q_x l \quad \text{bei Anordnung in der Mitte der Trägerstützweite} \quad (22)$$

$$Z = 0,45 q_x l \quad \text{bei Anordnung in den Drittelpunkten der Trägerstützweite} \quad (23)$$

Hierbei bedeutet:

Z = Zugkraft der Strebe pro Träger

l = Stützweite des Trägers

Tabelle 1 Ideelle "plastische" Widerstandsmomente und k_u -Werte einiger I-Querschnitte für Träger ohne Zugstreben

Profil	$10^{-3} \cdot W_i$ mm ³				$10^3 \cdot k_u$ mm ⁻¹				
	tan γ				tan γ				
	0	0,1	0,3	0,5	0	0,1	0,3	0,5	
TGL 0-1025	I 100	34,2	29,5	21,2	16,3	0	1,16	2,46	3,04
	I 120	54,7	46,9	33,3	25,4	0	1,03	2,16	2,65
	I 140	81,9	69,9	49,2	37,2	0	0,928	1,92	2,35
	I 160	117	99,3	69,4	51,5	0	0,842	1,74	2,11
	I 180	161	136	95,3	71,7	0	0,770	1,58	1,91
	I 200	214	180	125	93,8	0	0,710	1,44	1,75
	I 220	278	234	161	121	0	0,657	1,34	1,61
	I 240	354	297	204	153	0	0,612	1,25	1,49
TGL 10369	IE 100	39,7	34,9	25,9	20,3	0	0,973	2,13	2,07
	IE 120	58,4	50,9	37,3	28,9	0	0,866	1,86	2,33
	IE 140	81,7	70,8	51,3	39,6	0	0,778	1,66	2,07
	IE 160	109	93,8	67,3	51,4	0	0,722	1,52	1,89
	IE 180	143	123	87,4	66,7	0	0,658	1,39	1,70
	IE 200	184	158	112	85,4	0	0,594	1,25	1,53
	IE 220	232	199	141	107	0	0,541	1,14	1,40
	IE 240	289	246	173	130	0	0,535	1,11	1,35
TGL 29658	IPE 120	53,0	46,2	33,8	26,4	0	0,872	1,87	2,34
	IPE 140	77,3	67,0	48,7	37,8	0	0,781	1,67	2,07
	IPE 160	109	94,2	68,0	52,5	0	0,707	1,50	1,85
	IPE 180	146	126	90,5	69,7	0	0,645	1,36	1,68
	IPE 200	194	167	119	91,6	0	0,594	1,25	1,53
	IPE 220	252	216	155	119	0	0,540	1,13	1,39
	IPE 240	324	278	199	153	0	0,495	1,04	1,28

zu Abschnitt 2.1.2.

Beim Nachweis des Biegedrillknickens nach TGL 13503/02 kann die Torsionseinspannung längs des Trägers, die sich durch die Verbindung mit dem Hüllelement ergibt, über den Drehradius (c) nach Gleichung (24) berücksichtigt werden.

$$c^2 = \frac{\left(\frac{\beta_s}{\beta_0 s_0}\right)^2 c_M + 0,039 (\beta_s)^2 J_D + 0,01 \frac{k_\varphi}{E} s^4}{J_y} \quad (24)$$

Hierbei bedeutet:

k_φ = Torsionsbettungsziffer*5)

s = Stützweite des Trägers

zu Abschnitt 2.2.

Das sich bei U-Profilen durch die Lage des Schubmittelpunktes außerhalb der Querschnittskonturen im allgemeinen ergebende Torsionsmoment muß bei der konstruktiven Gestaltung des Träger-Hüllelemente-Systems, bei der Berechnung des Trag- und Verformungsverhaltens des Trägers und bei der Bemessung der Verbindung zwischen Träger und Hüllelement berücksichtigt werden. Die unterschiedliche Torsionssteifigkeit dickwandiger, warmgewalzter Profile und dünnwandiger kaltgeformter Stahlleichtprofile führt dabei zu qualitativen Unterschieden.

Bei Verwendung warmgewalzter Profile als Träger ist zu beachten, daß die I-Profile statisch und im Materialverbrauch günstiger sind als entsprechende U-Profile.

zu Abschnitt 2.2.1.

Die Verdrehung des Querschnittes kann nach Gleichung (25) ermittelt werden.

$$\tan \varphi = \frac{m l^2}{8 G J_D + k_\varphi l^2} \quad (25)$$

Hierbei bedeutet:

m = Moment der Belastungskomponenten q_x und q_y bezogen auf den Schubmittelpunkt am unverformten System

k_φ = Torsionsbettungsziffer*5)

l = Stützweite des Trägers ohne Berücksichtigung von Zug- und Druckstreben

*5) siehe Hilfwerte

Kann eine Verformungsbehinderung des Trägers durch das Hüll-
element nicht angenommen werden, kann für $q_y < 0$ (Windsog) an
Stelle eines Tragfähigkeitsnachweises nach Theorie II. Ordnung
ein Kippnachweis nach TGL 13503/02 geführt werden, wobei die
kritische Kippspannung σ_{Ki} näherungsweise nach TGL 13503/02 für
doppelsymmetrische I-Querschnitte mit $v = + h/2$ berechnet werden
kann.

Für $q_y > 0$ und $q_x \leq 0,5 q_y$ kann die kritische Traglast q_{yKr}^*
näherungsweise nach Gleichung (26) ermittelt werden.

$$q_{yKr}^* = \left(1 - \sqrt{\frac{96000}{\sigma_F \cdot h} \frac{q_x}{q_y}} \right) q_{yKr} \quad (26)$$

Es ist dann nachzuweisen, daß

$$v \text{ vorh } q_y \cong q_{yKr}^* \quad (27)$$

ist.

Hierbei bedeutet:

q_{yKr}^* = Tragfähigkeit des Trägers bei gleichzeitiger Wirkung
von q_x und q_y

q_{yKr} = Tragfähigkeit des Trägers bei alleiniger Wirkung von
 q_y , z. B. nach Loos/Lommatzsch: "Praktische Berechnung
von Biegeträgern mit U-Querschnitt" Bauplanung - Bau-
technik, 21. Jahrgang, Heft 8

σ_F = Fließgrenze des Trägerwerkstoffes im N/mm^2

h = Trägerhöhe in mm, Bild 5

v = Sicherheitszahl nach TGL 13503/01

zu Abschnitt 2.2.2.

Der von den Verbindungen aufzunehmende Anteil des Torsions-
momentes nach Gleichung (5) kann entsprechend dem Verhältnis
der Steifigkeiten von Träger und Verbindung mit dem Hüllelement
abgemindert werden. Das anteilige Torsionsmoment für den Nach-
weis der Verbindung kann nach Gleichung (28) ermittelt werden.

$$m_v = k_\varphi \cdot \tan \varphi \quad (28)$$

Hierbei bedeutet:

k_φ = Torsionsbettungsziffer *5)

φ = Verdrehung des Querschnittes nach Gleichung (25), (29) oder (30)

*5) siehe Seite 16

zu Abschnitt 2.3.

Die Verdrehung des Querschnittes kann nach Gleichung (29) oder (30) ermittelt werden.

Für die Konstruktionsformen nach Bild 6a, 6b oder 6c und Unverschieblichkeit des Hüllelementes, q_x wird vom Hüllelement aufgenommen, ist

$$\tan \varphi = k_0 \frac{q_y a l^2}{8 \left[\frac{\pi^2}{l^2} EC^x + k_N G J_D + 0,056 h q_y l^2 + \frac{1}{8} k_\varphi l^2 \right]} \quad (29)$$

Für die Konstruktionsform nach Bild 6b oder 6c und verschieblichem Hüllelement, q_x wird vom Träger aufgenommen, ist

$$\tan \varphi = k_0 \frac{(q_y \cdot a + k_2 \frac{h}{2} q_x) l^2}{8 \left[\frac{\pi^2}{l^2} E C_M + k_N G J_D - 0,04 k_2 h q_y l^2 \right]} \quad (30)$$

Hierbei bedeutet:

k_φ, l = siehe Erläuterungen zu Gleichung (25)

k_0 = Hilfwert, der den Einspannungsgrad an den Auflagern des Trägers berücksichtigt

$k_0 = 1,0$ für den Einfeldträger

$k_0 = 0,8$ für das Endfeld des Durchlaufträgers

$k_0 = 0,6$ für das Mittelfeld des Durchlaufträgers

$C^x = C_M + J_y \left(\frac{h}{2} \right)^2$ Wölbwiderstand*5) bei der angenommenen Verformungsbehinderung

a = Hebelarm der Lastkomponente q_y bezogen auf den Schubmittelpunkt, Bild 7

k_2 = Hilfwert, der die Anordnung von Zugstreben berücksichtigt

$k_2 = 0,67$ bei Anordnung von Zugstreben nach Bild 6c

$k_2 = 1,00$ bei fehlenden Zugstreben

h = Trägerhöhe

*5) siehe Seite 16

$$k_N = 1 - k_3 \frac{N}{G} \quad (31)$$

$$k_3 = \frac{i_x^2 + i_y^2 + \frac{h^2}{4}}{J_D} \quad *5) \quad (32)$$

N = Längskraft im Träger

Sonderfall nach Bild 11

- Haben Träger über den Auflagern durch Überlappung doppelten Querschnitt und
- wird auf derartigen Trägern ein Hüllelement befestigt, bei dem Verschiebungen rechtwinklig zur Trägerachse vernachlässigbar klein sind und
- ist die Überlappungslänge $l_{ü,1} \geq 0,116 l_1$ und $l_{ü,2} \geq 0,092 l_2$ und
- ist $\min l / \max l \geq 0,8$ und
- erfolgt die Verbindung mit dem Hüllelement entsprechend Bild 6a im Abstand von $e \leq 1000$ mm und
- ist die Profildicke des Trägers $s \geq 3$ mm,

darf der Tragfähigkeitsnachweis mit den Biegespannungen nach Gleichung (33) und (34) geführt werden.

$$\text{Endfeld} \quad \sigma_b = \frac{q_y l^2}{14 W_R} \leq \text{zul } \sigma \quad (33)$$

$$\text{Mittelfeld} \quad \sigma_b = \frac{q_y l^2}{22 W_R} \leq \text{zul } \sigma \quad (34)$$

Hierbei bedeutet:

W_R = Widerstandsmoment unter Berücksichtigung der mittragenden Breite nach TGL 13506/01 für ν . $\sigma_R = \sigma_F$

zul σ = zulässige Spannung nach TGL 13500

*5) siehe Seite 16

Sind Normalkräfte vorhanden, ist der Nachweis nach TGL 13503/01 als planmäßig außermittig gedrückter Stab mit der Biegespannung nach Gleichung (33) oder (34) ohne Berücksichtigung einer Verdrehung zu führen.

Der Anschluß am Überlappungsende ist für das Moment $M_x = 1,5 W_R \cdot \sigma$ zu bemessen.

Wird der Träger des Feldes 2 bis zum Auflager A durchgeführt, das heißt, im Endfeld ist die doppelte Trägerlage, kann der Nachweis für das Endfeld entfallen.

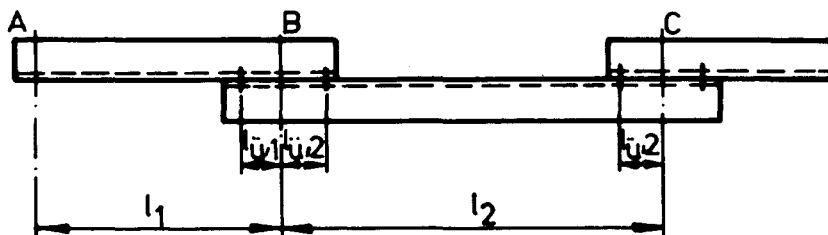


Bild 11

HILFSWERTE

1. Zulässige Zugkraft P_Z für Hakenschrauben mit einem Durchmesser von 8 mm im Grenzlastfall H
L-Hakenschrauben aus St 38, verzinkt zul $P_Z = 1000$ N
AlMg 3 zul $P_Z = 400$ N
2. Zulässige Zugkraft für Gewindeschneidschrauben, Dübelbolzen und Blechschrauben
nach Vorschrift Nr. 18/74 der Staatlichen Bauaufsicht des Ministeriums für Bauwesen vom 1. August 1974 - Anwendung von Gewindeschneidschrauben, Blechschrauben und Dübelbolzen im Metalleichtbau -
3. Zulässige Werte P_Z für die örtliche Beanspruchung von Hüll-elementen an der Verbindungsstelle im Grenzlastfall H nach Tabelle 2
4. Torsionsbettungsziffern k_y
nach Tabelle 3
5. Gleitreibungszahl μ
Zwischen Blechen aus Aluminium mit Korrosionsschutzband, plast- oder anstrichstoffbeschichteten Stahlblechen und verzinkten oder anstrichstoffbeschichteten Trägern ist $\mu = 0,04$

Tabelle 2 Zulässige Zugkräfte P_Z einiger Hüllelemente

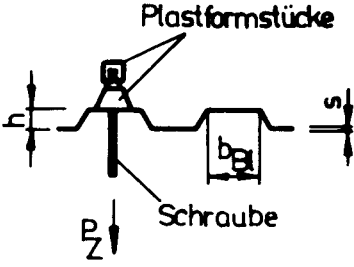
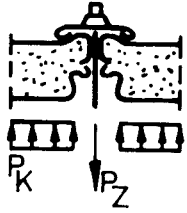
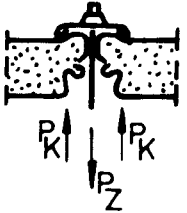
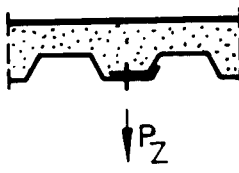
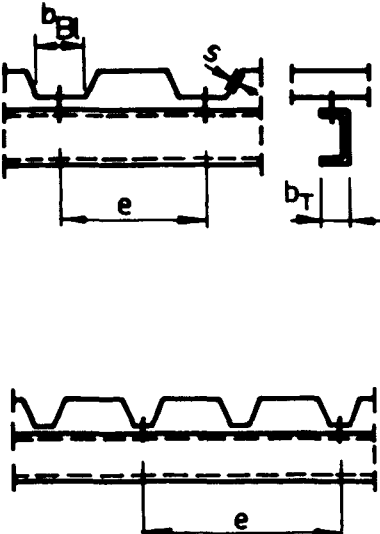
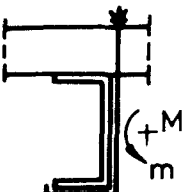
Konstruktive Gestaltung	Hüllelemente		
	Profilierte Bleche aus		
	Aluminium nach TGL 24290 $b_{B1} \leq 30 \text{ mm}$	Stahl nach TGL 28371 $b_{B1} \leq 73 \text{ mm}$	
	s	zul P_Z	zul P_Z
	mm	N	N
	0,8	600	500
	0,9	900	600
	1,0	1200	750
1,25	-	1200	
	Al-PUR-Al-Elemente, TGL 22972/13 zul P_Z und zul p_K , einschließlich Auflagerkraft, nach TGL 22972/13		
		Stahl-PUR-Stahl-Elemente, TGL 22972/17 zul P_Z und zul P_K nach Zulassung 131/77 der Staatlichen Bauaufsicht des Ministe- riums für Bauwesen vom 31.12.1976 - Stützkernelemente für Bauwerke, mit Deck- schichten aus Bandstahl, verzinkt mit organischen Schutzschichten und einer Kernschicht aus Polyurethanhartschaum- stoff-	
		Stahl-PUR-Bit-Elemente, TGL 22980/01 zul P_Z nach TGL 22980/01	

Tabelle 3 Torsionsbettungsziffern k_{φ} in $\frac{\text{Nm}}{\text{m}}$

Konstruktive Gestaltung	Hüllelement
	<p>Profilierte Bleche aus</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aluminium nach TGL 24290 für Langzeitbelastung, z. B. Schneelast $k_{\varphi} = \frac{75 \cdot 10^3}{e}$ <p>für Kurzzeitbelastung, z. B. Windsog</p> $k_{\varphi} = \frac{120 \cdot 10^3}{e}$ <p>e in mm</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stahl nach TGL 28371 $k_{\varphi} = 400 \cdot 10^3 \cdot \frac{s \cdot b_T^2}{e \cdot b_{Bl}^2}$
siehe profilierte Bleche	<p>Al-PUR-Al-Elemente, TGL 22972/13 und Stahl-PUR-Stahl-Elemente, TGL 22972/17</p> $k_{\varphi} = 400$
siehe profilierte Bleche	<p>Stahl-PUR-Bit-Elemente nach TGL 22980/01 mit Unterlegscheiben 30 x 30 mm</p> $k_{\varphi} = 3 \cdot 10^6 \cdot \frac{s \cdot b_T^2}{e \cdot b_{Bl}^2}$
	<p>Hüllelement mit L-Haken befestigt</p> <p>$m > 0 : k_{\varphi} \approx 0$</p> <p>$m < 0 : k_{\varphi} \rightarrow \infty$</p>

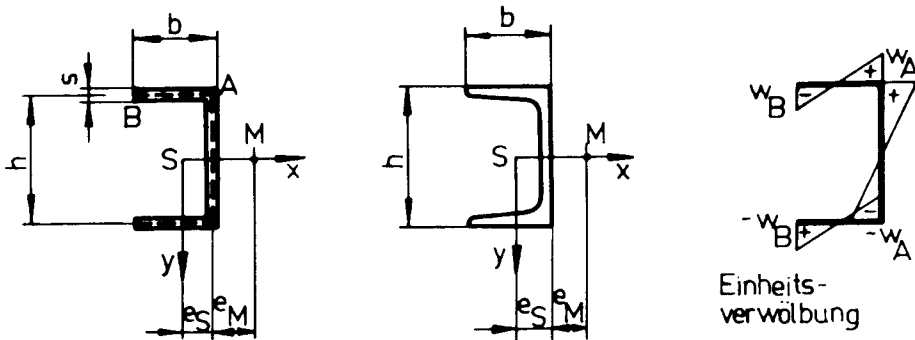
6. Einige Querschnittswerte von U-Profilen

$$C^x = C_M + J_y \cdot \left(\frac{h}{2}\right)^2$$

für Leichtprofile nach TGL 7969 ist

$$e_S \approx \frac{b^2}{2b + h} \quad e_M \approx \frac{3b^2}{6b + h}$$

$$w_A = \frac{1}{2} e_M h \quad w_B = -\frac{1}{2} h (b - e_M)$$



Zahlenwerte siehe Tabelle 4

Tabelle 4 Einige Querschnittswerte von U-Profilen

U-Profil	e_S mm	e_M mm	w_A mm ²	w_B mm ²	$10^{-6}C_M$ mm ⁶	$10^{-6}C^X$ mm ⁶	$10^{-3}J_D$ mm ⁴	k_3 mm ⁻²
80	14,5	12,2	535	- 918	168	478	21,6	0,13
100	15,5	13,8	754	- 1320	414	1147	28,1	0,15
120	16,0	14,3	971	- 1800	900	2455	41,5	0,14
140	17,5	16,2	1260	- 2310	1800	4872	56,8	0,14
160	18,4	17,2	1540	- 2910	3260	8719	73,9	0,14
180	19,2	18,3	1860	- 3580	5570	14804	95,5	0,14
200	20,1	19,3	2190	- 4320	9070	23870	119	0,14
220	21,4	20,6	2570	- 5080	14600	38437	160	0,12
80	13,1	12,1	523	- 850	124	329	13,8	0,20
100	14,4	14,0	753	- 1270	320	833	17,4	0,25
120	15,4	15,5	1000	- 1780	704	1827	27,3	0,29
140	16,7	17,2	1300	- 2370	1450	3675	27,9	0,30
160	18,0	19,0	1630	- 3030	2670	6721	34,5	0,32
180	19,4	20,9	2010	- 3770	4650	11616	41,9	0,33
200	20,7	22,7	2420	- 4590	7530	18830	50,1	0,34
220	22,1	24,5	2860	- 5480	12250	30521	63,3	0,33
80x50x3	13,8	20,1	774	- 1094	130	338	1,5	1,93
80x50x4	13,8	20,1	764	- 1060	158	425	3,6	0,79
100x50x3	12,4	19,0	922	- 1431	225	576	1,7	2,53
100x50x4	12,4	19,0	912	- 1392	278	705	4,0	1,06
100x63x3	17,5	15,4	747	- 2236	427	1120	1,9	2,40
100x63x4	17,5	15,4	739	- 2189	531	1391	4,5	1,00
125x50x3	10,9	17,9	1092	- 1867	388	978	1,9	3,40
125x50x4	10,9	17,9	1083	- 1821	477	1203	4,5	1,45
125x63x3	15,7	24,0	1464	- 2288	733	1854	2,2	3,08
125x63x4	15,7	24,0	1452	- 2239	920	2373	5,1	1,32
140x63x3	14,8	23,3	1596	- 2617	964	2419	2,3	3,61
140x63x4	14,7	23,4	1591	- 2557	1220	3111	5,4	1,53
140x80x4	21,2	31,5	2142	- 3162	2360	5823	6,1	1,43
140x80x5	21,2	31,5	2126	- 3105	2800	6964	11,8	0,73

*6) nach "Stahl im Hochbau" 13. Auflage, Verlag Stahleisen
MBH Düsseldorf

$$W_i = \frac{1,5}{1,65} \frac{\alpha_x W_x}{\cos \vartheta} = 1,04 \frac{W_x}{\cos \vartheta} \quad (14)$$

für $\tan \vartheta \geq 4 \quad \frac{\alpha_y W_y}{\alpha_x W_x} = 5,26 \frac{W_y}{W_x}$ gilt

$$W_i = 4 \cdot \frac{1,5}{1,65} \frac{\alpha_y W_y}{\sin \vartheta} = 5,45 \frac{W_y}{\sin \vartheta} \quad (15)$$

- für Träger mit Zugstreben in den Drittelpunkten der Trägerstützweite 4)

für $\tan \vartheta \leq 9 \quad \frac{\alpha_y W_y}{\alpha_x W_x} = 11,84 \frac{W_y}{W_x}$ gilt

$$W_i = \frac{1,5}{1,65} \frac{\alpha_x W_x}{\cos \vartheta} = 1,04 \frac{W_x}{\cos \vartheta} \quad (16)$$

für $\tan \vartheta \geq 9 \quad \frac{\alpha_y W_y}{\alpha_x W_x} = 11,84 \frac{W_y}{W_x}$ gilt

$$W_i = 9 \cdot \frac{1,5}{1,65} \frac{\alpha_y W_y}{\sin \vartheta} = 12,3 \frac{W_y}{\sin \vartheta} \quad (17)$$

Sind Normalkräfte vorhanden, ist der Nachweis nach TGL 13503/01 für den planmäßig außermittig gedrückten Stab mit der Vergrößerungsfunktion nach Gleichung (18) zu führen.

$$f = \frac{f_x + \frac{W_x}{W_y} \tan \vartheta \cdot f_y}{1 + \frac{W_x}{W_y} \tan \vartheta} \quad (18)$$

Die Verschiebung u des Trägers in x-Richtung kann nach Gleichung (19) und (20) berechnet werden.

$$\text{Endfeld} \quad u = \frac{5 \vartheta K q_x l_x^4}{384 E J_y} - k_u \frac{\sigma_F}{E} l_x^2 \quad (19)$$

4) siehe Seite 12

TGL 13450/03

Ausg. 09.78

1. Änderungsblatt

Verbindlich ab 1.1.1982

Bestätigt:

VEB Metalleichtbaukombinat,

Leipzig

Inhalt des 1. Änderungsblattes:

Seite 13: Formel (15) und

Formel (17) berichtigt

Verlag

Technische Zeichnungen
Fotomechanische Anfertigung

5300 WETTLAR

Paul-Schneider-Straße 50a

Informationsstelle