

# WELLSTEGTRÄGER



## TECHNISCHE DOKUMENTATION

Zeman & Co Gesellschaft mbH  
A-1120 Wien, Schönbrunner Straße 213-215  
Telefon: 01 / 814 14-0, Fax: 01 / 812 27 13  
<http://www.zeman-stahl.com>, E-Mail: [info@zeco.at](mailto:info@zeco.at)

## Inhalt:

### A. ALLGEMEINER TEIL

1.	Allgemeine Beschreibung und Anwendung	3
2.	Grundlagen der Berechnung	4
3.	Lieferprogramm und Bezeichnung	6
4.	Material	7
5.	Korrosionsschutz	7
6.	Toleranzen	8
7.	Güteüberwachung	8

### B. TECHNISCHER TEIL

8.	Widerstandsgrößen (Traglasten) der Stege und Gurte	9
9.	Bemessung von Biegeträgern	12
10.	Bemessung von Stützen	13
11.	Nachweis örtlicher Lasteinleitung	13
12.	Querschnittswerte der Wellstegträger	14

### C. TABELLEN

Tab. 1:	Stegtragfähigkeit $V_{sRK}$
Tab. 2:	Gurttragfähigkeit $N_{gRK}$ in Abhängigkeit von der seitlichen Stützung
Tab. 3:	Traglast des Wellstegs $P_{RK}$ bei konzentrierter Lasteinleitung
Tab. 4:	Laschenstoß
Tab. 5:	Kopfplattenstoß

Belastungstabellen für Einfeldträger

### D. KONSTRUKTIVE DETAILS

**Anhang A:** Anwendungsbeispiele

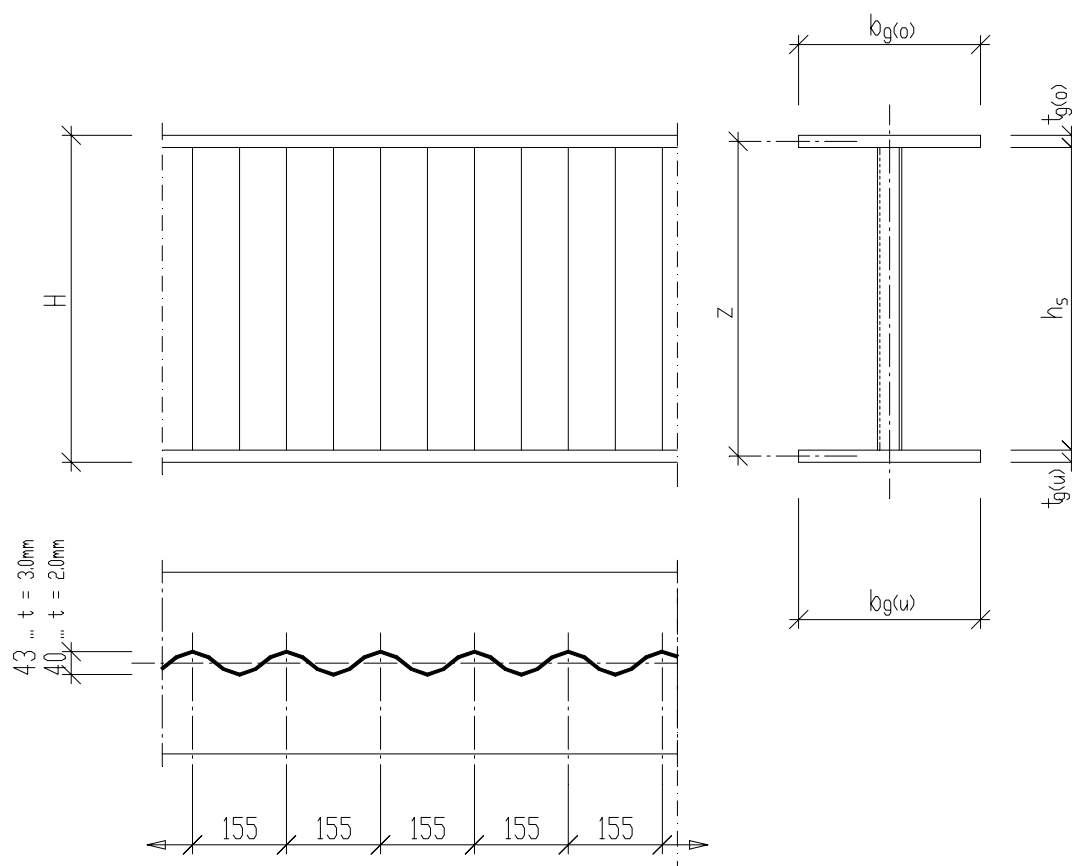
**Anhang B:** Gutachten

Stand: Mai 1999

## A. Allgemeiner Teil

### 1. Allgemeine Beschreibung und Anwendung

Wellstegträger sind geschweißte Blechträger, mit dünnwandigem, wellenförmig profiliertem Steg und Flachstahlgurten (Abb. 1).



**Abb. 1.** Wellstegträger - Abmessungen, Bezeichnungen

Durch die Profilierung des Steges wird im Allgemeinen verhindert, daß vor Erreichen der plastischen Grenzlast des Steges, Versagen durch Stabilitätsverlust auftritt. Die annähernd sinusförmige Profilierung hat, neben fertigungstechnischen Vorteilen, gegenüber einer trapezförmigen Profilierung den Vorteil, daß kein lokales Beulen ebener Teilflächen auftritt

Wellstegträger können als Biegeträger (Dach- oder Deckenträger, Rahmenriegel) oder als normalkraftbeanspruchte Bauteile (Stützen, Rahmenstützen) nahezu ohne konstruktive Einschränkungen verwendet werden. Das optimale Einsatzgebiet liegt im Stahlhochbau überall dort, wo bisher Walzprofile mit Bauhöhen größer 450 mm oder niedrige Fachwerke mit Bauhöhen unter ca. 1800 mm eingesetzt wurden.

Anwendungsbeispiele siehe Anhang A.

## 2. Grundlagen der Berechnung

Aufgrund der Profilierung entzieht sich der Steg weitestgehend der Mitwirkung an der Abtragung von Längsnormalspannungen aus Biegung. Das heißt,

**statisch gesehen entspricht der Wellstegträger einem Fachwerkträger,**

bei dem Biegemomente und Normalkräfte nur durch die Gurte, die Querkraft nur durch die Ausfachung - in diesem Fall den Wellsteg - abgetragen werden.

Basierend auf diesem statischen Modell, erfolgt die Bemessung und Nachweisführung nach **DIN 18 800** ([1]-[3]) bzw. **DAST-Ri. 015**, ([4], Abschnitte 4 und 6) nach dem Verfahren E-P (E-E). Dabei werden die Tragsicherheitsnachweise am zweckmäßigsten auf der Ebene der Schnittgrößen und der Querschnittswiderstände der einzelnen Querschnittsteile - Gurt und Steg - geführt.

Alternativ dazu ist selbstverständlich die Berechnung nach **EUROCODE 3** [5], bzw. jeder nationalen Norm, die Regelungen betreffend Fachwerkträger bzw. Gitterstützen und das Schubbeulen orthotroper Bleche enthält, möglich.

Die Ermittlung der Widerstandsgrößen des Wellstegträgers wird in Abschn. 7 im Detail beschrieben und beruht im wesentlichen auf den Gutachten [6] und [7]<sup>\*)</sup>. Zusätzlich ist das Verfahren durch Versuchsergebnisse ([8]...[10]) abgesichert.

### Normen und Gutachten:

- [1] DIN 18 800 Teil 1 (1990), Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion.
- [2] DIN 18 800 Teil 2 (1990), Stahlbauten; Stabilitätsfälle, Knicken von Stäben und Stabwerken.
- [3] DIN 18 800 Teil 3 (1990), Stahlbauten; Stabilitätsfälle, Plattenbeulen.
- [4] DAST - Richtlinie 015 (1990); Träger mit schlanken Stegen.
- [5] DIN V ENV 1993-1-1 (1993); EUROCODE 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten; Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln, Bemessungsregeln für den Hochbau.
- [6] O.Univ. Prof. D.I. Dr. Günter Ramberger, Gutachten über die Berechnung von geschweißten I-Trägern mit Stegen aus gewellten Blechen, Wien 20.12.1989.
- [7] O.Univ. Prof. D.I. Dr. Günter Ramberger, 2. Gutachten über die Berechnung von geschweißten I-Trägern mit Stegen aus gewellten Blechen, Wien 16.11.1990.
- [8] Prüfbericht über Versuche an I-Trägern mit gewelltem Stegblech, Technische Universität Wien, Inst. für Stahlbau, Abt. für angewandte Modellstatik im Stahlbau, August 1990.
- [9] Bericht Nr. 943040: Untersuchung zur Einleitung dynamischer Lasten in Wellstegträger WTB 750 - 300x12, Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine (Amtl. Materialprüfanstalt) Universität Karlsruhe, 1995.
- [10] Brandversuche an Wellstegträgern, Institut für Brandschutztechnik und Sicherheitsforschung (Staatl. autorisierte Prüf- und Versuchsanstalt), Linz 1995.

<sup>\*)</sup> Da diese Gutachten vor dem Erscheinen der DIN 18 800 und der DAST-Ri. 015 verfaßt wurden, stimmen die darin angegebenen Formeln für die Traglasten der Gurte (Abschnitt 4) nicht exakt mit jenen in den vorgenannten Normen überein. Vergleichsrechnungen haben aber gezeigt, daß die Ergebnisse in den in Frage kommenden Abmessungs- und Anwendungsbereichen gut übereinstimmen.

- [11] Abschlußbericht Tragverhalten von Wellstegträgern; Brandenburgische Technische Universität, Lehrstuhl für Stahlbau, Cottbus 1996.
- [12] Gutachterliche Stellungnahme zur Querkrafttragfähigkeit von Wellstegträgern; Univ. Prof. Dr.-Ing. habil. Hartmut Pasternak, Braunschweig/Cottbus 1996.

Literatur:

- [13] Easley: Buckling Formulas for Corrugated Metal Shear Diaphragms. Journal of the Structural Division, ASCE, No. ST 7, July 1975, pp. 1403-1417.
- [14] Kähönen, Zur Einleitung von Einzellasten in I-Träger mit trapezförmig profilierten Stegen. Stahlbau 57, 1988, Heft 8, S. 250.
- [15] Lindner, Aschinger: Grenzschertragfähigkeit von I-Trägern mit trapezförmig profilierten Stegen. Stahlbau 57, 1988, Heft 12, S. 377.
- [16] Lindner, Aschinger: Zur Torsionssteifigkeit von Trapezstegträgern. Stahlbau 59, 1990, Heft 4, S. 113.
- [17] Aschinger, Beljaev, Mikhailova: Zur Querkrafttragfähigkeit von I-Trägern mit verschiedenen Stegprofilierungen. Stahlbau 60, 1991, Heft 10, S. 314.
- [18] Lindner: Zur Bemessung von Trapezstegträgern. Stahlbau 61, 1992, Heft 10, S. 311.
- [19] Aumayr: Verformungs- und Beulverhalten von Wellblechen unter reiner Schubbelastung, Diplomarbeit, Inst. für Stahlbau, Technische Universität Wien, 1992

### 3. Lieferprogramm und Bezeichnung

**Standardträger** bestehen aus den gewählten Stegen und Flachstahlgurten mit gleichen Abmessungen für Ober- und Untergurt.

Stegabmessungen:

Steghöhen: 500, 625, 750, 1000, 1250, 1500 mm  
 Stegdicke: 2,00; 2,50; 3,00 mm.

Gurte:

min. b = 200 mm                      max. b = 430 mm  
 min. t = 10 mm                        max. t = 30 mm

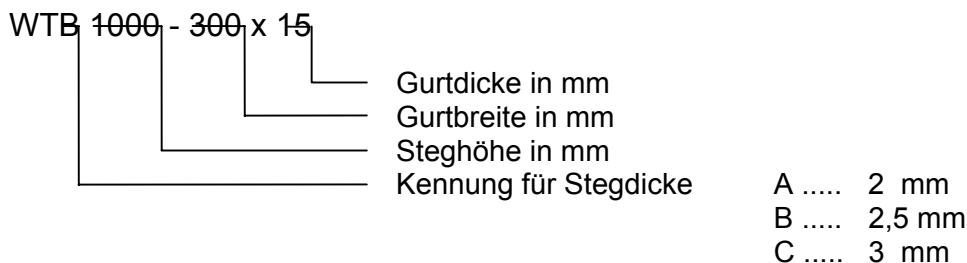
Lieferlängen:

min. 6 000 mm , Kurzlängen gegen Aufpreis.  
 max. 20 000 mm

Maximale Bauteilabmessungen:

siehe Konstruktionsdetails, Blatt 1.3 und 1.4 (Anhang C).

Bezeichnung der Träger:



**Sonderbauformen** mit beliebigen Zwischenhöhen und/oder unterschiedlichen Ober- und Untergurten auf Anfrage möglich. Dabei sollte aus produktionstechnischen Gründen die Breite der Gurte gleich sein.

$$b_{OG} = b_{UG} ; \quad t_{OG} \neq t_{UG}$$

In Ausnahmefällen ist jedoch auch  $b_{OG} = b_{UG} \pm 50$  mm bei gleichen Gurtstärken möglich.

Die Bezeichnung erfolgt als **WTS** - Träger.

z.B.: WTS 1250 - 300 x 15 / 300 x 12

## 4. Material

### Standard-Lieferprogramm:

Gurte:	Breitflachstahl bzw. Blechlamellen <b>S235JRG2 nach EN 10 025</b> (RSt 37.2 nach DIN 17 100)
Steg:	kaltgewalztes Band <b>St 37-2G</b> nach DIN 1623, Teil 2 mit einer garantierten Streckgrenze $R_{H,min} = 215 \text{ N/mm}^2$

### Sondergüten:

Alle anderen Stahlgüten gelten für die Materialbeschaffung als Sondergüten.

Die Verwendung höherfesten Materials (S355J2G3 = St52.3 N) für die Gurte ist möglich, statisch jedoch nur in Ausnahmefällen sinnvoll. Bei den Stegen kann ebenfalls Bandmaterial mit einer höheren Streckgrenze bis  $320 \text{ N/mm}^2$  (StE 320) verarbeitet werden. Dabei ist jedoch die, durch die Materialbeschaffung bedingte, längere Lieferzeit und eine entsprechende Mindestabnahmemenge zu beachten.

## 5. Korrosionsschutz

### Korrosionsschutz durch Beschichtungen:

Der fertige Träger erhält eine Werksbeschichtung mit ca.  $40 \mu\text{m}$ . Andere oder weitere Grundbeschichtungen und eventuell gewünschte Deckbeschichtungen sind bei der Bestellung gesondert zu vereinbaren. Die Standard-Farbtöne sind in der jeweils geltenden Preisliste angegeben.

In der Standardausführung wird das Stegblech mit den Gurten durch eine durchgehende einseitige Kehlnaht verbunden. Auf der nichtgeschweißten Seite des Steges wird im Halsbereich ein zusätzlicher Zink-Voranstrich aufgebracht. Mit dem vorgenannten Korrosionsschutz ist eine Einordnung in die Korrosionsschutzklasse I und II nach DIN 55 928 Teil 8 möglich.

Zur Erreichung der Korrosionsschutzklasse III sind auf der nicht geschweißten Seite der Steg - Gurt - Verbindung u.U. noch weitere Vorkehrungen zu treffen, die mit dem Werk gesondert zu vereinbaren sind.

### Korrosionsschutz durch Feuerverzinkung:

Das Feuerverzinken der Wellstegträger ist ohne Probleme möglich.

---

## 6. Toleranzen

### Für den Trägerrohling:

Gurte:	entsprechend Toleranzen für Bleche und Breitflachstahl	
Wellsteg:	Wellenteilung:	+ 2,0 mm
	Wellenhöhe:	± 2,0 mm
Trägerbauhöhe:	± 5,0 mm	
Flanschparallelität:	0,5 % von der Flanschbreite	
Längentoleranz:	- 0 mm; + 5 mm	
Trägergeradheit:	0,1 % von der Trägerlänge	

### Für die verbaute Konstruktion:

DIN 8570 Blatt 1, Genauigkeitsgrad B bzw. DIN 8570 Blatt 3, Genauigkeitsgrad F.  
Schweißnähte gemäß EN 25 817, Gruppe C (mittel).

## 7. Güteüberwachung

Die Fertigung unterliegt einer ständigen, dokumentierten Eigenüberwachung.

Die Qualität des Vormaterials wird durch Werkszeugnisse gemäß EN 10 204 Pkt. 2.2 belegt. Darüber hinausgehende Werkszeugnisse sind gleichzeitig mit der Materialreservierung zu vereinbaren.

Das Herstellerwerk verfügt über den Großen Eignungsnachweis nach DIN 18 800, Teil 7, Abs. 6.2 und DIN 4132, sowie DIN 8563 Teil 10 (Aussteller: SLV Berlin) für die Schweißverfahren (E) und (MAG). Weiters liegen Verfahrensprüfungen für das Schweißen der Gurte nach dem T.I.M.E.-Schutzgasschweißverfahren und für das Bolzenschweißen vor.

Alle Prüfungen gelten für Grundwerkstoffe der Güteklassen S235 (St 37) und S355 (St 52).

Die aktuellen Zeugnisse werden auf Verlangen vorgelegt.

## B. Technischer Teil

### 8. Widerstandsgrößen (Traglasten) der Stege und Gurte

#### Querkrafttragfähigkeit der Stege

Die Berechnung der Querkrafttragfähigkeit von Wellstegträgern nach der DASt-Ri.015 [4] ist, bei Ersatz der tatsächlichen Wellenform durch eine Ersatztrapezform, zwar möglich, führt jedoch zu unangemessen konservativen Ergebnissen. Grund dafür ist, daß die in [4] unterstellte Interaktion von globalem und lokalem Beulen beim Wellsteg nicht auftritt und die Abminderungsfaktoren (Beulwerte)  $\kappa_\tau$  zu gering angesetzt werden.

Gestützt auf Versuche [8; 11] und Finite-Elemente-Berechnungen wurde daher von Pasternak in [12] das folgende Bemessungsverfahren vorgeschlagen:

Der Wellsteg wird als orthotrope Platte mit den Steifigkeiten  $D_x$  und  $D_y$  betrachtet. Damit ergeben sich nach [13] für den Wellsteg

$$D_x = \frac{E \cdot t^3}{12} \cdot \frac{w}{s} \quad ; \quad D_y = \frac{E \cdot I_y}{w} \quad \text{für } D_x \ll D_y$$

w ... Wellenlänge = 155 mm  
s ... abgewinkelte Länge  
I<sub>y</sub> ... Trägheitsmoment einer Welle

s und I<sub>y</sub> werden durch numerische Integration der tatsächlichen Wellenform ermittelt.

Mit der Schubbeulspannung  $\tau_{pi,g} = \frac{32,4}{t \cdot h^2} \sqrt{D_x \cdot D_y^3}$  gemäß DASt-Ri.015 ([4], Gl. 415)

ergibt sich der bezogene Schlankheitsgrad  $\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \tau_{pi,g}}}$ .

Mit dem Aminderungsfaktor  $\kappa_\tau$  nach [12]

$$\kappa_\tau = \frac{1}{\bar{\lambda}_p^{1,5}}$$

ergibt sich die Querkrafttragfähigkeit für den Wellsteg schließlich zu

$$V_{Rk} = \kappa_\tau \cdot \frac{f_{yk}}{\sqrt{3}} \cdot h \cdot t = 0,58 \cdot \kappa_\tau \cdot f_{yk} \cdot h \cdot t \quad ; \quad V_{Rd} = V_{Rk} / \gamma_M$$

Die Auswertung für die aktuellen geometrischen Abmessungen und Festigkeitswerte des Wellsteges ist in Tabelle 1 zusammengefaßt.

## Normalkrafttragfähigkeit der Gurte

Bei der Ermittlung der Tragnormalkraft der Gurte ist nach Zug- und Druckbeanspruchung zu unterscheiden.

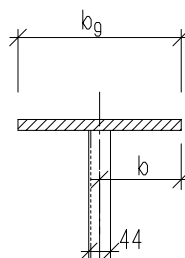
Im Falle einer **Zugbeanspruchung** ergibt sich die Traglast des Gurtes zu

$$N_{gRk} = f_{yk} \cdot b_g \cdot t_g \quad ; \quad N_{gRd} = N_{gRk} / \gamma_M$$

Bei **Druckbeanspruchung** ist die Stabilität des Gurtes zu berücksichtigen. Dabei ist zwischen dem lokalen Beulen der Gurte und der globalen Stabilität (Knicken quer zur Trägerachse = Biegedrillknicken) zu unterscheiden.

Das **lokale Beulen** wird über die Grenzwerte **grenz(b/t)** nach DIN 18 800 Teil 1, Tab.13, nachgewiesen. Für die Breite des Plattenstreifens  $b$  wird dabei, zur Berücksichtigung der elastischen Einspannung durch den Steg, die um die halbe Wellenhöhe reduzierte Gurtbreite eingesetzt.

$$b = \frac{b_g}{2} - 11 \text{ mm}$$



Durch Umformung des Ausdruckes für  $\psi =$  elastische Grenzspannung

$$\sigma_1 = \frac{4000}{(b/t_g)^2} \quad [\text{kN/cm}^2]$$

und damit die reduzierte Gurtnormalkraft

$$N_{gRk,l} = \sigma_1 \cdot b_g \cdot t_g$$

wenn  $b > 12,9 \cdot t_g$  für  $f_{yk} = 240 \text{ N/mm}^2$

$b > 10,5 \cdot t_g$  für  $f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$

1 (Tabelle 13, Zeile 4) ergibt sich die

Das **globale Stabilitätsversagen** - seitliches Ausweichen des Gurtes - ist gleichbedeutend mit dem **Biegedrillknicknachweis**. Unter Vernachlässigung der einspannenden Wirkung des Wellsteges, wird der Biegedrillknicknachweis als **Knicknachweis für den "isolierten" Gurt** nach DIN 18 800 Teil 2, Abschn. 3.3.3, EI (310) geführt.

Durch Umformung der Gl. (12) und (13) erhält man als Bedingung für den Abstand der seitlichen Festhaltungen

$$N_{gRk,g} = \frac{0,5 \cdot \pi}{\sqrt{12}} \sqrt{E \cdot f_{yk}} \frac{b_g^2 \cdot t_g}{k_c \cdot c}$$

$k_c$  ... Druckkraftbeiwert nach Tab. 8, DIN 18 800 Teil 2

$c$  ..... Abstand der seitlichen Festhaltung

bzw.

$$N_{gRk,g} = 65,7 \cdot \sqrt{f_{yk}} \frac{b_g^2 \cdot t_g}{k_c \cdot c}$$

mit  $f_{yk}$  in  $[\text{kN/cm}^2]$  und  $b_g$ ,  $t_g$  und  $c$  in  $[\text{cm}]$ .

Bei Druckbeanspruchung ergibt sich somit die Traglast des Gurtes zu

$$N_{gRk} = \min (N_{gRk} ; N_{gRk,l} ; N_{gRk,g}) \quad ; \quad N_{gRd} = N_{gRk} / \gamma_M$$

In Tabelle 2 sind die Traglasten der Gurte für die Stahlqualität S235 (St 37), abhängig vom Abstand der seitlichen Festhaltungen für konstante Normalkraft ( $\psi = 1$ ) angegeben.

Für die angeführten Gurtquerschnitte gilt  $v_{orh} (b/t) < c_{grenz} (b/t)$  nach DIN 18 800 Teil 1, Tab. 13. Weiters sind die Anwendungsgrenzen

- $c_{grenz}$  .... jener Abstand der seitlichen Festhaltungen, bis zu dem der Druckgurt ohne Abminderung mit der vollen elastischen Grenzlast  $N_{gRk}$  gerechnet werden kann, und
- $c_{max}$  ..... maximaler Abstand der seitlichen Festhaltungen, der durch die maximale Schlankheit (quer zur Trägerachse) von 250 gegeben ist,

eingearbeitet.

In Abweichung zur DAST-Ri. 015 braucht eine zusätzliche Querbiegebeanspruchung der Gurte zufolge der Veratzmomente der Schubkräfte wegen der "Kleinwelligkeit" des Stegprofils nicht berücksichtigt zu werden (vgl. [19]).

In den Querschnittstabellen im Abschnitt 12 sind die Tragmomente und Tragquerkräfte für sämtliche Gurt-/Stegkombinationen enthalten.

## 9. Bemessung von Biegeträgern

Als Rechenmodell wird vereinfachend angenommen, daß die Aufnahme von Normalkräften und Biegemomenten nur durch die Gurte erfolgt (wobei die Biegesteifigkeit der Gurte vernachlässigt wird) und Querkräfte nur dem Steg zugewiesen werden. Das entspricht der gleichen Vorgehensweise wie bei der Berechnung parallelgurtiger Fachwerkträger. In Analogie dazu ist auch bei der Bemessung bzw. beim Nachweis der Wellstegträger vorzugehen.

- **Wahl der Bauhöhe** über die Trägerschlankheit

$$h_s = L_{St}/15 \text{ bis } L_{St}/25 \quad (\text{Einfeldträger .... Durchlaufträger oder Rahmenriegel})$$

- **Wahl der Stegdicke bzw. Nachweis des Steges** über die Querkrafttragfähigkeit  $V_{Rd}$ .

$$V_d = \gamma_F \cdot V < V_{Rd} = V_{Rk} / \gamma_M \quad V_{Rk} \text{ nach Abschnitt 8 bzw. Tabelle 1}$$

- **Wahl bzw. Nachweis der Gurte** über die Normalkrafttragfähigkeit  $N_{Rd}$ .

$$N_g = N \frac{A_g}{A} \pm \frac{M}{z}$$

A ... Querschnittsfläche der beiden Gurte

z .... Schwerpunktsabstand der Gurte

$$N_{g,d} = \gamma_F \cdot N_g < N_{g,Rd} = N_{g,Rk} / \gamma_M$$

$N_{Rk}$  nach Abschnitt 8 bzw. Tabelle 2 für Zug und Druckbeanspruchung, unter Berücksichtigung der seitlichen Stabilität (Kippen)

Alternativ zum Nachweis der Gurte kann mit Hilfe der Querschnittstabellen im Abschnitt 12 auch das Tragmoment  $M_{Rd} = M_{Rk} / \gamma_M$  des Gesamtquerschnitts direkt nachgewiesen werden. Dabei ist jedoch Voraussetzung, daß die Stabilität des Druckgurtes durch entsprechende konstruktive Maßnahmen gewährleistet ist (z.B. direkt verlegtes Trapezblech oder Pfetten im Abstand  $e < c_{grenz}$ ).

- **Gebrauchstauglichkeitsnachweis**

Dieser ist durch Nachweis der Formänderungen zu führen. Dabei ist die Schubverformung zu berücksichtigen. Die Querschnittstabellen im Abschnitt 12 enthalten dazu Angaben über die "Querkraftfläche"  $A_Q$ , bzw. das Verhältnis von  $A/A_Q$ , wie sie für viele Stabwerksprogramme als Eingabe zur Berücksichtigung der Schubweichheit bei der Ermittlung der Verformungen und Schnittkräfte benötigt werden.

- **Kontrolle der Lasteinleitungspunkte**

Siehe Abschnitt 11 bzw. Tabelle 3.

## 10. Bemessung von Stützen

Bei der Bemessung von Stützen wird vom statischen Modell eines mehrteiligen Druckstabes in der Art von Gitter- oder Rahmenstützen ausgegangen. Wie bei Biegeträgern wird die Normalkraft allein auf die Gurte aufgeteilt, das gewellte Stegblech dient nur der Schubübertragung zwischen den Gurten. Die Schubweichheit des Steges ist daher beim Knicknachweis in Richtung der "starken" Achse (entspricht der stofffreien Achse bei mehrteiligen Druckstäben), z.B. durch Einführung der ideellen Schlankheit

$$\lambda_{id} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2} \quad \text{mit} \quad \lambda_y = \frac{S_{ky}}{i_y} \quad \text{und}$$

$$\lambda_1^2 = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot A}{G_s \cdot t_s \cdot h_s} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot A}{G_s \cdot A_Q} = 25,9 \cdot \frac{A}{A_Q}$$

zu berücksichtigen.

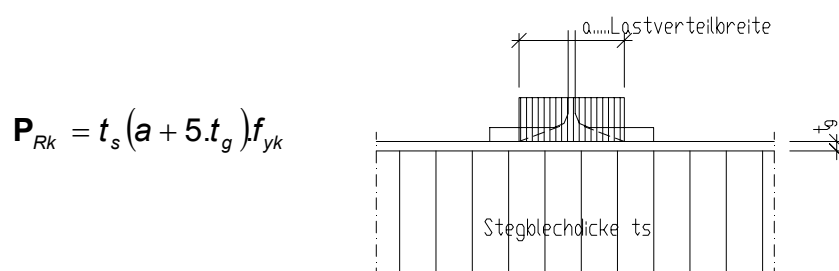
Der Knicknachweis um die "schwache" Achse bzw. der Biegedrillknicknachweis kann auf der sicheren Seite liegend für den isoliert gedachten Gurt unter Verwendung der Tabelle 2 geführt werden.

## 11. Nachweis örtlicher Lasteinleitung

Durch die Profilierung des Steges ergibt sich, daß bei Einleitung von Einzellasten - z.B. durch Pfetten oder Sekundärträger - weitgehend auf die Anordnung von Steifen verzichtet werden kann. Erfolgt die Ermittlung der Tragfähigkeit bei steifenloser Lasteinleitung nach den Grundsätzen der DIN ([1], Element 744) bzw. nach dem in [6] und [7] vorgeschlagenen Verfahren, so ist sichergestellt, daß

- kein örtliches Beulen (Stegkrüppeln) auftritt und
- die Verformungen im Gurt ausreichend klein bleiben.

Die Traglast bei steifenloser Lasteinleitung in den Steg ergibt sich nach [6].



**Abb. 2:** Steifenlose Lasteinleitung in den Wellsteg.

Bei direkter Auflagerung von Walzprofilen können die Lastverteilungsbreiten  $a$  z.B. den Bemessungshilfen für profilorientiertes Konstruieren entnommen werden.

Die Traglasten für die im Produktionsprogramm enthaltenen Stegdicken und verschiedene Lastverteilungsbreiten  $a$  sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

## 12. Querschnittswerte der Wellstegträger

### Bezeichnungen und Anmerkungen:

Stahlgüten Gurte:  $f_{yk} = 240 \text{ N/mm}^2$   
 Steg:  $f_{yk} = 215 \text{ N/mm}^2$

$b_g \times t_g \dots$  Gurtabmessungen

$H \dots\dots\dots$  Gesamt-Trägerhöhe

$U \dots\dots\dots$  Anstrichfläche je Laufmeter

$2A_g \dots\dots$  Querschnittsfläche (der beiden Gurte)

$$A_{go} = b_{go} \cdot t_{go} ; A_{gu} = b_{gu} \cdot t_{gu} ; 2A_g = A_{go} + A_{gu}$$

$A_Q \dots\dots\dots$  Querkraftfläche zur Berücksichtigung der Schubverformung

$$G^* = G \cdot \frac{w}{s} = 80\,000 \cdot \frac{155}{178} \approx 69\,700 \text{ N/mm}^2 ,$$

$$A_Q = h_s \cdot t_s \cdot \frac{G^*}{G} = h_s \cdot t_s \cdot \frac{w}{s}$$

$I_y, I_z \dots\dots$  Trägheitsmoment

$$I_y = \frac{A_{go} \cdot A_{gu}}{A_{go} + A_{gu}} \cdot z^2 ; I_z = \frac{1}{12} \cdot (t_{go} \cdot b_{go}^3 + t_{gu} \cdot b_{gu}^3)$$

$i_y, i_z \dots\dots$  Trägheitsradius

$I_t \dots\dots\dots$  St.Venant'scher Torsionswiderstand  
 (für Träger mit gleichen Ober- und Untergurten)

$$I_t = \frac{2}{3} \cdot b_g \cdot t_g^3 + \frac{1}{3} \cdot h_s \cdot t_s^3$$

$I_w \dots\dots\dots$  Wölbwiderstand (für Träger mit gleichen Ober- und Untergurten)

$$I_w = \frac{A_g}{24} \cdot b_g^2 \cdot z^2 \quad (A_g = b_g \cdot t_g \dots \text{Fläche eines Gurtes})$$

$c_{\text{grenz}} \dots\dots\dots$  maximaler Abstand der seitlichen Festhaltungen zur Verhinderung des seitlichen Ausknickens (Kippens) des Druckgurtes nach DIN 18 800 Teil 2, EI(310).

$$c_{\text{grenz}} = 0,5 \cdot \frac{i_{z,g} \cdot \lambda_a}{k_c}$$

Für die Ermittlung der Tragfähigkeitswerte  $N_{Rk}$  und  $M_{Rk}$  wurde  $c = 150 \text{ cm}$  und ein konstanter Normalkraftverlauf ( $k_c = 1,00$ ) angenommen.