


Technische Mitteilung	05 / 018	Apr. 2009	 Bundesvereinigung der Prüingenieure für Bautechnik e.V.
Metallbau / Verbundbau		DIN 18 800	
Einzelfragen 1. Biegung und Zug bei Schrauben; 2. Bolzen; Bemessung auf Lochlaibung; 3. b/t-Werte bei vereinfachten Stabilitätsnachweisen; 4. Biegedrillknicken von Rechteckprofilen; 5. Stabilisierung durch Trapezbleche			

1.

Biegung und Zug bei Schrauben nach DIN 18 800-1: 1990-11, Abschnitt 8.2

In DIN 18 800 fehlt die Aussage über die Bemessung einer Schraube bei einer Interaktion für Biegung und Zug, vor allem, wenn die Biegung im Gewinde stattfindet. Dies kann z.B. bei Ankerschrauben zutreffen.

Im Element (810), Gleichung (58), findet man eine Formel für Zug und Abscheren.

- a) Im Stahlbauhandbuch, Band 1, Seite 163, ist im Zusammenhang mit dem Traglastverfahren eine einfache Interaktionsformel für Rundrohre angegeben, die im Sinne eines dickwandigen Rohres verwendet werden könnte. Im Gewindebereich müsste der Spannungsquerschnitt zugrunde gelegt werden.
- b) In einer Stellungnahme von Herrn Prof. Baehre wird auch eine Erweiterung der Gleichung (58) der DIN 18 800-1: 1990-11 für möglich gehalten mit $(N/N_R, d)^2 + (V/V_{R,d})^2 + M/M_{R,d} \leq 1$

2.

Bolzen; Bemessung auf Lochlaibung nach DIN 18 800-1: 1990-11, Abschnitt 8.3 Element (816)

Der Berechnungsansatz für die Grenzlochleibungskraft nach DIN 18 800 setzt u.a. voraus, dass das Lochspiel $D_d \leq 3 \text{ mm}$ und $\leq 0,1 \times d_L$ bleibt.

Wie kann außerhalb dieses Bereichs verfahren werden, z.B. bei Bolzendurchmessern $\leq 24 \text{ mm}$ und 3 mm Lochspiel?

In DIN 18 800 ist dies zwar nicht geregelt. Es dürfte sich aber um einen im praktischen Stahlbau unüblichen Fall handeln, weil

- ein Lochspiel von $\leq 3 \text{ mm}$ praktisch immer ausreicht, bzw.
- bei den angesprochenen geringen Durchmessern in aller Regel Schrauben und keine Bolzen verwendet werden.


3.

Sind bei vereinfachten Nachweisen (K- Verfahren bzw. Ersatzstabverfahren) in DIN 18 800-2: 1990-11 auch Grenzwerte (b/t) einzuhalten und wenn ja, welche?

Grenzwerte (b/t) sind in DIN 18 800-1: 1990-11, Elemente (745) bzw. (753) u. (758) generell festgelegt, unterschiedlich für Nachweise nach dem Verfahren Elastisch- Elastisch (E-E), Elastisch- Plastisch (E-P) oder Plastisch- Plastisch (P-P). Diese Grenzwerte sind immer einzuhalten - auch bei Nachweisen nach DIN 18 800-2, sofern nicht beim Verfahren E-E eine ausreichende Beulsicherheit nachgewiesen wird.

Es muss eindringlich darauf hingewiesen werden, dass die (b/t)- Grenzwerte auch dann gelten, wenn vereinfachte Nachweise nach dem K- Verfahren oder den "Ersatzstabverfahren" geführt werden, z.B. nach DIN 18800-2: 1990-11,

- 3.2.1 Mittiger Druck (K-Verfahren), Gleichung (3)
- 3.4 Einachsige Biegung mit Normalkraft, Gleichungen (22) bis (25)
- 3.5 Zweiachsige Biegung mit oder ohne Normalkraft, Gleichungen (28) und (29).

Technische Mitteilung	05 / 018	Apr. 2009	 <p>Bundesvereinigung der Prüferingenieure für Bautechnik e.V.</p>
Metallbau / Verbundbau		DIN 18 800	
Einzelfragen <ol style="list-style-type: none"> 1. Biegung und Zug bei Schrauben; 2. Bolzen; Bemessung auf Lochlaibung; 3. b/t-Werte bei vereinfachten Stabilitätsnachweisen; 4. Biegedrillknicken von Rechteckprofilen; 5. Stabilisierung durch Trapezbleche 			

Allerdings hat die Norm nicht im Einzelnen festgelegt, welche der (b/t)- Grenzwerte (E-P oder P-P) solchen Nachweisen zuzuordnen sind.

Solange keine amtliche Regelung vorliegt, kann nach Rückfrage bei Herrn Prof. U. Vogel die folgende Handhabung empfohlen werden:

Die (b/t)- Grenzwerte E-P können verwendet werden, wenn eine statisch bestimmte Wirkungsweise des Traggliedes bzw. des Tragwerks zweifelsfrei gewährleistet ist.

In allen anderen Fällen, z.B. bei statisch unbestimmten Tragsystemen, sind die Grenzwerte P-P einzuhalten. Die Begründung ist darin zu sehen, dass es sich bei dem Ersatzstabverfahren, nämlich um einen Ersatz für genauere Traglastuntersuchungen nach der Fließgelenktheorie II. Ordnung handelt, wobei bei statisch unbestimmten Konstruktionen auf die Rotationsfähigkeit von Fließgelenken zurückgegriffen werden muss.

Hinweis:

Sind die (b/t)-Grenzwerte nicht eingehalten, so kann ggf. ein Nachweis als "dünnwandiger Querschnitt" nach DIN 18 800-2: 1990-11, Abschnitt 7 oder DASt- Richtlinie 016 mit der "wirksamen Breite" durchgeführt werden.

4.

Biegedrillknicken von Rechteckprofilen nach DIN 18 800-2

Ein Nachweis ist für Rechteckquerschnitte nach DIN 18 800-2:1990-11 nicht durchführbar. Element (311) gilt für I-Träger sowie U- und C-Profile, wobei aber tatsächlich der Nachweis für U- und C-Profile nicht zu führen ist. Außerdem enthält Tabelle 9 keinen Trägerbeiwert für die oben erwähnten Rechteckquerschnitte. Hinweise über die Tendenzen des Beiwertes (z.B. von HEB auf IPE, also bei Verkleinerung der Flanschbreiten) fehlen, so dass auch eine Extrapolation nicht möglich ist. Derart nachweispflichtige Querschnitte treten vielfach auf bei architektonisch gestalteten Treppenkonstruktionen, bei auskragenden Schwertern zur Abfangung von Fassaden, Putz- und Fluchtbalkonen. Die Blechdicken werden dann meist auf Minimalwerte reduziert.

Der in DIN 18 800-2: 1990-11 Element (311) angeführte Trägerbeiwert oder Systemfaktor n deckt beim Biegedrillknickenachweis nur die Einflüsse aus Eigenspannungen und Vorverformungen ab. Rechteckquerschnitte, die i.d.R. aus gewalzten Blechen hergestellt werden, haben weder größere Eigenspannungen noch Vorverformungen als Walzträger. Strenggenommen gilt Element (311) nur für I-, U- und C-Profile. Ein Rechteckquerschnitt lässt sich jedoch als entarteter I-Querschnitt auffassen. Daher wird für Rechteckquerschnitte $n = 2,5$ wie bei Walzträgern empfohlen. Der Wert für das ideale Biegedrillknickmoment $M_{ki,y}$ ist unter Berücksichtigung von System, Lastbild und Lastangriffspunkt der Literatur (z.B. Roik/Carl/Lindner; Petersen) zu entnehmen. Damit ist der Tragsicherheitsnachweis zu führen.

5.

Behinderung der Verformung; Stabilisierung durch Trapezbleche nach DIN 18 800-2: 1990-11 Abschnitt 3.3.2 Elemente (308) und (309)

1. Die vorhandene Schubfeldsteifigkeit kann nach (1) ermittelt werden. Dieses nach der Faltnachweise entwickelte Verfahren wurde auch in DIN 18 807-1 bis -3 übernommen [2].

**Einzelfragen**

1. Biegung und Zug bei Schrauben;
2. Bolzen; Bemessung auf Lochlaibung;
3. b/t-Werte bei vereinfachten Stabilitätsnachweisen;
4. Biegedrillknicken von Rechteckprofilen;
5. Stabilisierung durch Trapezbleche

2. Seit Ende der Geltungsdauer der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für Stahltrapezbleche (31.12.90) muss die Bemessung der Stahltrapezprofile nach DIN 18 807 erfolgen. In der Zwischenzeit werden von den meisten Stahltrapezblechherstellern die Querschnittswerte für Biege- und Normalkraftbeanspruchung sowie die Schubfeldwerte für die Schubfeldbeanspruchung in typengeprüften Tabellen angegeben. Daraus lassen sich der ideelle Schubmodul und die vorhandene Schubfeldsteifigkeit ermitteln.

Grundlage für diese typengeprüften Tabellen ist die DIN 18 807.

3. Die erforderliche Schubfeldsteifigkeit nach DIN 18 800-2: 1990-11 Element (308) ist so groß, dass eine horizontale Verschiebung praktisch vollständig behindert wird (gebundene Drehachse).

Dies ist in den vorkommenden baupraktischen Konstruktionen jedoch oft nicht erfüllbar und auch nicht erforderlich.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass auch eine schon viel kleinere Schubfeldsteifigkeit bereits so stabilisierend wirkt, dass sie ein Versagen durch Biegedrillknicken verhindert und für den auszusteifenden I-Träger die Traglast des rein ebenen Problems (Theorie 1. Ordnung, falls $N = 0$) erreicht wird.

Dies geht u.a. auch daraus hervor, dass nach der DIN 18 807-3: 1987-06 Abschnitt 3.3.3.8 stählerne Träger mit I-förmigem Querschnitt bis 200 mm Höhe ohne Nachweis durch die Profiltafeln als hinreichend ausgesteift gelten, obwohl sich für die Grenzfälle nach der DIN 18 800-2: 1990-11, Element (308) eine erheblich größere erforderliche Schubfeldsteifigkeit ergeben würde.

4. In [3] wird dieses Thema eingehend über die abgeleiteten Differentialgleichungen erläutert. Die hierbei entwickelte Näherungsformel für die Ermittlung der erforderlichen Schubfeldsteifigkeit (Gleichung 10 und 11 in [3]) ist in der Handhabung einfach und mechanisch sinnvoll begründet.

Literatur:

- [1] Schardt, R. und Strehl, C.: Theoretische Grundlagen für die Bestimmung der Schubfeldsteifigkeit von Trapezblechscheiben, Stahlbau 45 (1976), Heft 4 Seite 97, mit Berichtigung Heft 8, Seite 256
- [2] Schwarze, K. und Kech, J.: Bemessung von Stahltrapezprofilen nach DIN 18 807 – Schubfeldbeanspruchung, Stahlbau 60 (1991), Heft 3, Seite 65
- [3] Heil, W.: Stabilisierung von biegedrillknickgefährdeten Trägern durch Trapezblechscheiben, Stahlbau 63 (1994), Heft 6, Seite 169