

DIN 18800-3

ICS 91.010.30; 91.080.10

Ersatz für
DIN 18800-3:1990-11 und
DIN 18800-3/A1:1996-02**Stahlbauten –
Teil 3: Stabilitätsfälle –
Plattenbeulen**Steel structures –
Part 3: Stability –
Buckling of platesConstructions métalliques –
Partie 3: Stabilité –
Voilements des plaques

Gesamtumfang 36 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Allgemeine Angaben	3
1.1 Anwendungsbereich	4
1.2 Normative Verweisungen	4
1.3 Begriffe	5
1.4 Randbedingungen	8
1.5 Formelzeichen	8
2 Bauteile ohne oder mit vereinfachtem Nachweis	11
3 Beulsteifen	13
4 Spannungen infolge Einwirkungen	16
5 Nachweise	17
6 Abminderungsfaktoren	19
7 Nachweis der Quersteifen	22
8 Einzelregelungen	26
9 Höchstwerte f für unvermeidbare Herstellungsungenauigkeiten	28
10 Konstruktive Forderungen und Hinweise	29
Anhang A (informativ) Liste der zurückgezogenen oder ersetzten Normen und technischen Regelwerke soweit sie in Bezug genommen werden	34
Literaturhinweise	36

Vorwort

Diese Norm wurde vom Normenausschuss Bauwesen (NABau), NA 005-08-16 AA „Tragwerksbemessung“ erarbeitet. Sie enthält die vom Arbeitsausschuss verabschiedeten Änderungen aus dem Entwurf der DIN 18800-3/A2:2007-06. Die Änderungen zu DIN 18800-3:1990-11 sind mit einem senkrechten Strich am linken Seitenrand gekennzeichnet.

In DIN 18800-3:1990-11 wurde neben der üblichen, allgemein bekannten Gliederung in Abschnitte und Unterabschnitte der gesamte Text in überschaubare, (abschnittsweise) durchgehend benummerte, so genannte „Elemente“ gegliedert, deren jedes eine in sich geschlossene Aussage enthält und damit auch bei Übernahme in eine andere Norm verständlich bleibt. Durch die Anpassung der Norm an die derzeit gültigen Gestaltungsregeln nach DIN 820-2 musste die Reihenfolge einiger Abschnitte verändert werden. Zum Beispiel befinden sich die Normativen Verweisungen jetzt in Abschnitt 2 und nicht mehr am Ende der Norm. Dadurch passen die Elementnummerierungen nicht mehr zu den Abschnittsnummern. Da sich die Fachwelt an die Elementnummern gewöhnt hat, wurden diese beibehalten und nicht an die neue Abschnittsnummerierung angepasst.

Änderungen

Gegenüber DIN 18800-3:1990-11 und DIN 18800-3/A1:1996-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anpassung an Nachfolgenormen von zurückgezogenen Normen und Aktualisierung der in der Norm zitierten normativen Verweisungen;
- b) Übernahme der Regelungen der 3. Auflage der Anpassungsrichtlinie Stahlbau (Oktober 1998) und der Änderungen und Ergänzungen der Anpassungsrichtlinie Stahlbau (Dezember 2001);
- c) Aktualisierung der Stahlsorten.

Frühere Ausgaben

DIN 4114-1: 1952xx-07
 DIN 4114-2: 1952-07, 1953x-02
 DIN 18800-3: 1990-11
 DIN 18800-3/A1: 1996-02

1 Allgemeine Angaben

1.1 Anwendungsbereich

(101) Tragsicherheitsnachweis

Diese Norm regelt den Tragsicherheitsnachweis von stabilitätsgefährdeten, plattenartigen Bauteilen aus Stahl. Dabei sind die Beanspruchungen (Schnittgrößen und Spannungen) aus den Bemessungswerten der Einwirkungen nach der Elastizitätstheorie zu ermitteln.

Diese Norm gilt stets in Verbindung mit DIN 18800-1.

Die Regeln dieser Norm gelten für versteifte und unversteifte Rechteckplatten, die in ihrer Ebene durch Normal- und Schubspannungen beansprucht werden.

Platten, deren Form vom Rechteck abweicht, dürfen entsprechend nachgewiesen werden.

Wenn sich eine plastische Umlagerung beim Beulen einstellen kann (Zugfeldwirkung), darf ein Nachweis nach DAST-Richtlinie 015 geführt werden. Dabei ist zu beachten, dass die Durchlaufwirkung von Durchlaufträgern bei $L/h \leq 10$ und $h/t \geq 200$ (L = Feldlänge, h = Feldhöhe, t = Stegdicke) teilweise oder vollständig verloren gehen kann [6].

ANMERKUNG 1 entfällt.

ANMERKUNG 2 Die Erfassung des Einflusses des Beulens auf das Knicken von Stäben mit unversteiften Querschnittsteilen ist in DIN 18800-2:2008-11, Abschnitt 7, und von Stäben mit versteiften Querschnittsteilen in DIN 18800-3:2008-11, Abschnitt 5, geregelt.

(102) Gebrauchstauglichkeitsnachweis

Gebrauchstauglichkeitsnachweise sind nur dann zu führen, wenn sie in Fachnormen gefordert werden.

ANMERKUNG Siehe dazu DIN 18800-1:2008-11, 7.2.3 und 7.3.1, Element 723.

1.2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 1025-1, *Warmgewalzte I-Träger — Teil 1: Schmale I-Träger, I-Reihe — Maße, Masse, statische Werte*

DIN 1025-2, *Warmgewalzte I-Träger — Teil 2: I-Träger, IPB-Reihe — Maße, Masse, statische Werte*

DIN 1025-3, *Warmgewalzte I-Träger — Teil 3: Breite I-Träger, leichte Ausführung, IPB-Reihe — Maße, Masse, statische Werte*

DIN 1025-4, *Warmgewalzte I-Träger — Teil 4: Breite I-Träger, verstärkte Ausführung, IPBv-Reihe — Maße, Masse, statische Werte*

DIN 1025-5, *Warmgewalzte I-Träger — Teil 5: Mittelbreite I-Träger, IPE-Reihe — Maße, Masse, statische Werte*

DIN 1026-1, *Warmgewalzter U-Profilstahl — Teil 1: Warmgewalzter U-Profilstahl mit geneigten Flanschflächen — Maße, Masse und statische Werte*

DIN 18800-1:2008-11, *Stahlbauten — Teil 1: Bemessung und Konstruktion*

DIN 18800-2:2008-11, Stahlbauten — Teil 2: Stabilitätsfälle — Knicken von Stäben und Stabwerken

DIN EN 10024, *I-Profile mit geneigten inneren Flanschflächen — Grenzabmaße und Formtoleranzen*

DIN EN 10034, *I- und H-Profile aus Baustahl — Grenzabmaße und Formtoleranzen*

DIN EN 10279, *Warmgewalzter U-Profilstahl — Grenzabmaße, Formtoleranzen und Grenzabweichungen der Masse*

DAST-Richtlinie 015:1990-07, Träger mit schlanken Stegen¹⁾

1.3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

1.3.1

(103) Beulen

Beim Versagen einer Platte infolge Beulen treten Verschiebungen rechtwinklig zu ihrer Ebene auf.

1.3.2

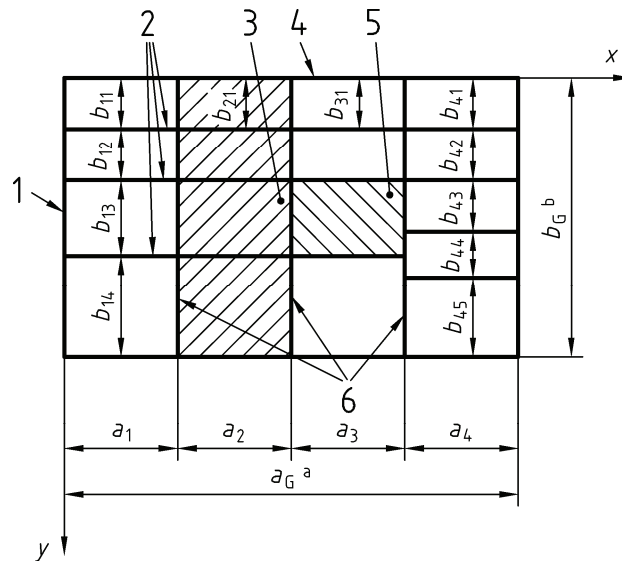
(104) Beulfelder

Beulgefährdete Rechteckplatten in Bauteilen werden Beulfelder genannt. Ihre Längsränder sind in Richtung der Längsachse des Bauteils orientiert.

Beulfelder können durch Steifen versteift werden. Steifen in Richtung der Längsränder werden Längssteifen, solche in Richtung der Querränder Quersteifen genannt.

Es werden Gesamtfelder, Teilfelder und Einzelfelder unterschieden (Bild 1).

1) Zu beziehen durch: Stahlbau Verlags- und Service GmbH, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf



Legende

^a Gesamtfeldlänge

^b Gesamtfeldbreite = Teilfeldbreite

1 Querrand

2 Längssteifen

3 Teilfeld

4 Längsrand

5 Einzelfeld

6 Quersteifen

Gesamtfeld = Feld $a_G \cdot b_G$

Teilfelder = Felder $a_i \cdot b_G$

Einzelfelder = Felder $a_i \cdot b_{ik}$

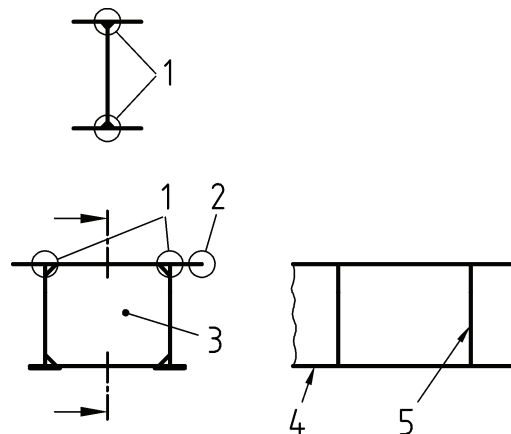
Bild 1 — Beulfelder

1.3.3

(105) Gesamtfelder

Gesamtfelder sind versteifte oder unversteifte Platten, die in der Regel an ihren Längs- und Querrändern unverschieblich gelagert sind (Bild 2).

Ränder können auch elastisch gestützt, Längsränder können auch frei sein.



Legende

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 Längsränder für Stege und Gurteile | 4 Gurt, Längsrand für den Steg |
| 2 freier Längsrand des Gurtes | 5 Querschott, Querrand für den Steg |
| 3 Querschott | |

Bild 2 — Beispiele für Plattenränder von Stegen und Gurteilen

1.3.4

(106) Teilfelder

Teilfelder sind längsversteifte oder unversteifte Platten, die zwischen benachbarten Quersteifen oder zwischen einem Querrand und einer benachbarten Quersteife und den Längsrändern des Gesamtfeldes liegen.

1.3.5

(107) Einzelfelder

Einzelfelder sind unversteifte Platten, die zwischen Steifen oder zwischen Steifen und Rändern längsversteifter Teilfelder liegen. Querschnittsteile von Steifen sind ebenfalls Einzelfelder.

1.3.6

(108) Maßgebende Beulfeldbreite

Die maßgebenden Beulfeldbreiten b_G für Gesamt- und Teilfelder und b_{ik} für Einzelfelder sind in Bild 3 festgelegt.

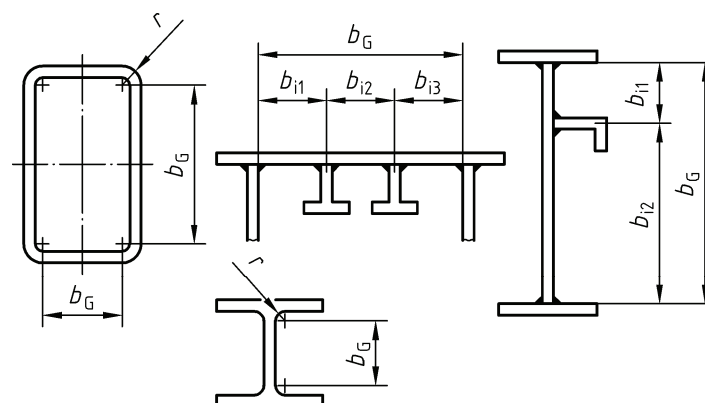


Bild 3 — Maßgebende Beulfeldbreite b_G oder b_{ik}

Die Beulfeldbreiten b_G und b_{ik} dürfen in Übereinstimmung mit DIN 18800-1:2008-11, Tabellen 12 und 13, als Abstände der Schweißnähte festgelegt werden

1.4 Randbedingungen

(109) Für rechtwinklig zur Platte unverschieblich gelagerte Plattenränder ist in der Regel eine gelenkige Lagerung anzunehmen.

ANMERKUNG Beim Nachweis der Quersteifen ist Abschnitt 7 zu beachten.

Für Ränder von Einzelfeldern, die durch Steifen gebildet werden, darf beim Nachweis der Einzelfelder unverschiebliche, gelenkige Lagerung angenommen werden. Für die Querränder von Teilfeldern, die durch Quersteifen gebildet werden, darf beim Nachweis der Teilfelder unverschiebliche Lagerung angenommen werden.

An Randsteifen, die einen Längsrand elastisch unterstützen, darf unverschiebliche Lagerung angenommen werden, wenn für die Steife ein Stabilitätsnachweis nach DIN 18800-2 geführt wird.

Stützende und einspannende Wirkungen benachbarter Bauteile dürfen berücksichtigt werden, wenn die Gesamtstabilität der zusammenwirkenden Teile berücksichtigt wird.

ANMERKUNG Die Randsteife muss den Anteil der Normalkraft des angrenzenden Teil- oder Gesamtfeldes (einschließlich der gegebenenfalls vorhandenen Längssteifen) übertragen, der nicht vom Teil- oder Gesamtfeld unter der Annahme eines freien Längsrandes übertragen werden kann. Hierbei ist das Randspannungsverhältnis ψ zu beachten. Ist für die Längssteifen des Teilfeldes ein Knicknachweis erbringbar, so braucht allein der Normalkraftanteil des angrenzenden Einzelfeldes berücksichtigt zu werden.

Die wirksame Gurtbreite der Randsteife folgt aus Abschnitt 3, Element 302. Sie liegt dann auf der sicheren Seite, wenn der Normalkraftanteil aus dem Teilfeld, der der Randsteife zugewiesen wurde, größer als der aus dem angrenzenden Einzelfeld ist.

1.5 Formelzeichen

(110) Koordinaten, Spannungen (Bild 4)

- x Achse in Plattenlängsrichtung;
- y Achse in Plattenquerrichtung;
- σ_x, σ_y Normalspannung in Richtung der Achsen x und y (Druck positiv);
- τ Schubspannung;
- ψ Randspannungsverhältnis im untersuchten Beulfeld, bezogen auf die größte Druckspannung.

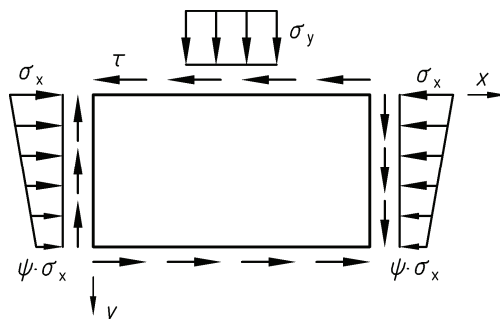


Bild 4 — Spannungen

(111) Physikalische Kenngrößen, Festigkeiten

E Elastizitätsmodul;

f_y Streckgrenze.

ANMERKUNG Für die Zahlenwerte von E und $f_{y,k}$ siehe DIN 18800-1:2008-11, Tabelle 1.

(112) Nebenzeichen

Index k charakteristischer Wert einer Größe;

Index d Bemessungswert einer Größe.

(113) Systemgrößen

a Länge des untersuchten Beulfeldes;

b Breite des untersuchten Beulfeldes;

$\alpha = a/b$ Seitenverhältnis;

t Plattendicke;

$\sigma_e = \frac{\pi^2 \cdot E}{12(1-\mu^2)} \left(\frac{t}{b}\right)^2$ Bezugsspannung;

$k_{\sigma x}, k_{\sigma y}, k_{\tau}$ Beulwerte des untersuchten Beulfeldes bei alleiniger Wirkung von Randspannungen σ_x , σ_y oder τ ;

$\sigma_{xPi} = k_{\sigma x} \cdot \sigma_e$ ideale Beulspannung bei alleiniger Wirkung von Randspannungen σ_x ;

$\sigma_{yPi} = k_{\sigma y} \cdot \sigma_e$ ideale Beulspannung bei alleiniger Wirkung von Randspannungen σ_y ;

$\tau_{Pi} = k_{\tau} \cdot \sigma_e$ ideale Beulspannung bei alleiniger Wirkung von Randspannungen τ ;

$\lambda_a = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,k}}}$ Bezugsschlankheitsgrad;

$\lambda_P = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{\sigma_{Pi}}}$ bzw. $\lambda_P = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{\tau_{Pi} \cdot \sqrt{3}}}$ Plattenschlankheitsgrad;

$\bar{\lambda}_P = \lambda_P / \lambda_a$ bezogener Plattenschlankheitsgrad nach Tabelle 1, Spalte 4;

$\kappa_x, \kappa_y, \kappa_{\tau}$ Abminderungsfaktoren für das Plattenbeulen (bezogene Tragbeulspannungen);

κ_K Abminderungsfaktor κ für das Stabknicken nach DIN 18800-2:2008-11, 3.2.1, Element 304;

$\sigma_{xP,R,d}, \sigma_{yP,R,d}$ Grenzbeulspannungen;

$\sigma_{PK,R,d}$ Grenzbeulspannung bei knickstabähnlichem Verhalten.

ANMERKUNG 1 Die Indizes x und y können bei σ_{xPi} , σ_{yPi} , $k_{\sigma x}$, $k_{\sigma y}$, κ_x und κ_y entfallen, wenn keine Verwechslungen in Bezug auf die Achsrichtungen x und y möglich sind.

ANMERKUNG 2 Die Bezugsspannung σ_e ist gleich der Eulerschen Knickspannung eines an beiden Enden einspannungsfrei gelagerten Plattenstreifens der Länge b und der Dicke t , dessen Biegesteifigkeit durch die Plattensteifigkeit ersetzt wird. Mit den Zahlenwerten $E = 210\,000\text{ N/mm}^2$ und $\mu = 0,3$ ist

$$\sigma_e = 189\,800 \left(\frac{t}{b} \right)^2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

ANMERKUNG 3 Bei der Berechnung der idealen Beulspannungen gelten die Voraussetzungen:

- unbeschränkte Gültigkeit des Hookeschen Gesetzes,
- ideal isotroper Werkstoff,
- ideal ebenes Blech,
- ideal mittige Lasteinleitung,
- keine Eigenspannungen,
- in den Gleichgewichtsbedingungen werden nur lineare Glieder der Verschiebungen berücksichtigt.

Die lineare Beultheorie wird lediglich herangezogen, um einen bezogenen Plattenschlankheitsgrad $\bar{\lambda}_P$ zu bestimmen, von dem die für den Beulsicherheitsnachweis erforderlichen Abminderungsfaktoren κ abhängig sind.

Der Index P kennzeichnet das Plattenbeulen.

ANMERKUNG 4 entfällt.

(114) Querschnitts- und Systemgrößen für Steifen

I Flächenmoment 2. Grades (früher Trägheitsmoment), berechnet mit den wirksamen Gurtbreiten b' ;

A Querschnittsfläche ohne wirksame Plattenanteile;

$\gamma = 12(1 - \mu^2) \frac{I}{b_G \cdot t^3}$ bezogenes Flächenmoment 2. Grades (Steifigkeit);

$\delta = \frac{A}{b_G \cdot t}$ bezogene Querschnittsfläche.

ANMERKUNG Mit dem Zahlenwert $\mu = 0,3$ ist $\gamma = 10,92 \frac{I}{b_G \cdot t^3}$.

Nach allgemeinem Sprachgebrauch wird die Benennung Steifigkeit anstelle bezogener Steifigkeit benutzt.

(115) Teilsicherheitsbeiwerte

γ_F Teilsicherheitsbeiwert für die Einwirkungen;

γ_M Teilsicherheitsbeiwert für den Widerstand.

ANMERKUNG Die Zahlenwerte für γ_F und γ_M sind DIN 18800-1:2008-11, Abschnitt 7, zu entnehmen.

2 Bauteile ohne oder mit vereinfachtem Nachweis

(201) Beulsicherung durch angrenzende Bauteile

Beulsicherheitsnachweise nach dieser Norm sind nicht erforderlich für Platten, deren Ausbeulen durch angrenzende Bauteile verhindert wird.

ANMERKUNG Dies kann z. B. für Gurtplatten von Verbundträgern zutreffen. Tragsicherheitsnachweise nach DIN 18800-1 sind jedoch zu führen.

(202) Walzprofile (I, U, HE-A, HE-B, HE-M und IPE)

Beulsicherheitsnachweise nach dieser Norm sind nicht erforderlich für Stege, die nur durch Spannungen σ_x und τ und keine oder vernachlässigbare Spannungen σ_y beansprucht werden,

- von Walzprofilen nach den Normen DIN 1025-1 und DIN EN 10024 (I) und DIN 1026-1 und DIN EN 10279 (U) mit der Streckgrenze $f_{y,k} = 240 \text{ N/mm}^2$ oder 360 N/mm^2 und beliebigem Randspannungsverhältnis ψ ,
- von Walzprofilen nach den Normen DIN 1025-2 bis DIN 1025-5 und DIN EN 10034 (HE-A, HE-B, HE-M, IPE) mit der Streckgrenze $f_{y,k} = 240 \text{ N/mm}^2$ und dem Randspannungsverhältnis $\psi \leq 0,7$,
- von Walzprofilen nach den Normen DIN 1025-2 bis DIN 1025-5 und DIN EN 10034 (HE-A, HE-B, HE-M, IPE) mit der Streckgrenze $f_{y,k} = 360 \text{ N/mm}^2$ und dem Randspannungsverhältnis $\psi \leq 0,4$.

ANMERKUNG 1 Bei Ermittlung der Nachweisgrenzen wurde die Randeinspannung der Stege in die Gurte berücksichtigt.

ANMERKUNG 2 Tragsicherheitsnachweise nach DIN 18800-1 sind jedoch zu führen.

(203) Platten mit gedrungenen Querschnitten

Beulsicherheitsnachweise nach dieser Norm sind nicht erforderlich für unversteifte Teil- und Gesamtfelder mit unverschieblich gelagerten Längsrändern, die durch Spannungen σ_x und τ beansprucht werden, wenn das Breiten-Dicken-Verhältnis

$$b/t \leq 0,64 \sqrt{k_{\alpha} \cdot E / f_{y,k}} \quad (1)$$

ist.

(204) Nachweis durch Einhalten von b/t -Werten

Anstelle eines Nachweises nach Abschnitt 5 kann für unversteifte Querschnittsteile auch ein Nachweis nach Bedingung (2) geführt werden.

$$b/t \leq \text{grenz}(b/t) \quad (2)$$

ANMERKUNG Für unversteifte allseitig gelagerte Teil- und Gesamtfelder bei gleichzeitiger Wirkung von konstanten Randspannungen σ_x und τ können die Werte $\text{grenz}(b/t)$ für S235 Bild 5 und für S355 Bild 6 entnommen werden. Für Einzelfelder und bei kleinen Seitenverhältnissen α können die Werte $\text{grenz}(b/t)$ größer sein. Weitere Auswertungen für $\psi < 1$ können [1] entnommen werden. Bei den Werten (b/t) in Bild 6 wird die ψ -abhängige Erhöhung der Abminderungsfaktoren κ nach Tabelle 1, Zeile 1, genauso wie in DIN 18800-2:2008-11, Abschnitt 7, nicht berücksichtigt, um zu einfachen Regeln sowie zu einer Übereinstimmung mit anderen nationalen und internationalen Regelwerken zu kommen. In die Grenzwerte $\text{grenz}(b/t)$ in DIN 18800-1:2008-11, Tabelle 12, geht diese Erhöhung ein.