

Verbundkonstruktionen
Verbundstützen**DIN**
18 806
Teil 1Composite structures; composite columns
Constructions composites; appuis composites

Diese Norm wurde im Fachbereich „Stahlbau“ des NABau ausgearbeitet. Sie ist den obersten Bauaufsichtsbehörden vom Institut für Bautechnik, Berlin, zur bauaufsichtlichen Einführung empfohlen worden.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	1	6.2.1 Allgemeines	5
2 Formelzeichen	1	6.2.2 Querkraftanteil des Stahlprofils	6
3 Baustoffe	2	6.2.3 Querkraftanteil des Stahlbetonteils	6
4 Grenzzustand der Tragfähigkeit	2	6.2.4 Nachweis der Verbundspannung	6
4.1 Allgemeines	2	6.2.5 Verbundspannungen	6
4.2 Berechnungsgrundlagen	2	6.3 Krafteinleitungsbereiche	6
4.3 Grenztragfähigkeit des Querschnittes	3	6.3.1 Allgemeines	6
4.3.1 Allgemeines	3	6.3.2 Schubnachweis in den Krafteinleitungsbereichen	6
4.3.2 Nachweis der Beulsicherheit	3	6.3.3 Besonderheiten bei betongefüllten Hohlprofilen	6
4.3.3 Erhöhung der Tragfähigkeit infolge Umschnürung	3	6.4 Verbundmittel	6
4.4 Berechnung der Schnittgrößen	3	6.4.1 Allgemeines	6
5 Vereinfachtes Bemessungsverfahren	4	6.4.2 Kopfbolzen	7
5.1 Gültigkeitsbereich	4	6.4.3 Kopfbolzen an den Stegen	7
5.2 Nachweis der Tragfähigkeit	4	von einbetonierten I-Profilen	7
5.2.1 Allgemeines	4	7 Herstellung, Betondeckung und	
5.2.2 Planmäßig mittiger Druck	4	Bewehrungsrichtlinien	7
5.2.3 Druck und einachsige Biegung	5	7.1 Herstellung und Betondeckung	7
5.2.4 Druck und zweiachsige Biegung	5	7.2 Bewehrungsrichtlinien	7
6 Verbundsisicherung	5	7.3 Besonderheiten bei betongefüllten Hohlprofilen	8
6.1 Allgemeines	5	7.4 Konstruktive Ausbildung für den Anprall von Fahr- zeugen	8
6.2 Querkraftschub	5	Anhang A	9

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Bemessung und Ausführung von Verbundstützen aus einbetonierten Stahlprofilen, Stahlprofilen mit ausbetonierten Seitenteilen und betongefüllten Hohlprofilen aus Stahl. Die Profile können gewalzt oder aus Teilen zusammengeschweißt sein; dabei muß der Querschnittsparameter δ nach Gleichung (6) im Bereich von

$$0,2 \leq \delta \leq 0,9 \quad (1)$$

liegen.

2 Formelzeichen

A_a	Querschnittsfläche des Profilstahls
A_b	Querschnittsfläche des Betons (netto)
A_s	Querschnittsfläche des Betonstahls in Stützenlängsrichtung
I_a	Trägheitsmoment des Profilstahls um die betrachtete Achse
I_b	Trägheitsmoment der Betonnettofläche um die betrachtete Achse (Zustand I: voll mitwirkender Betonquerschnitt)

I_s	Trägheitsmoment des Betonstahls um die betrachtete Achse
$\beta_{S,a}$	Rechenwert der Streckgrenze des Profilstahls nach DIN 18 800 Teil 2 ¹⁾
β_{WN}	Nennfestigkeit des Betons nach DIN 1045
β_R	Rechenwert der Betondruckfestigkeit nach Abschnitt 4.2
$\beta_{S,s}$	Streckgrenze des Betonstahls nach DIN 1045
M_{pl}	Vollplastisches Moment des Verbundquerschnittes
$M_{pl,b}$	Vollplastisches Moment des Stahlbetonteiles
$M_{pl,N}$	Vollplastisches Moment des Verbundquerschnittes unter Berücksichtigung von Normalkraft
$M_{pl,Q}$	Vollplastisches Moment des Verbundquerschnittes unter Berücksichtigung von Querkraft
N_{pl}	Vollplastische Normalkraft des Verbundquerschnittes (Quetschlast)

¹⁾ Z. Z. Entwurf. Bis zum Erscheinen der endgültigen Fassung von DIN 18 800 Teil 2 gelten die Werte im Anhang A, Tabelle A.2.

Fortsetzung Seite 2 bis 10

Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

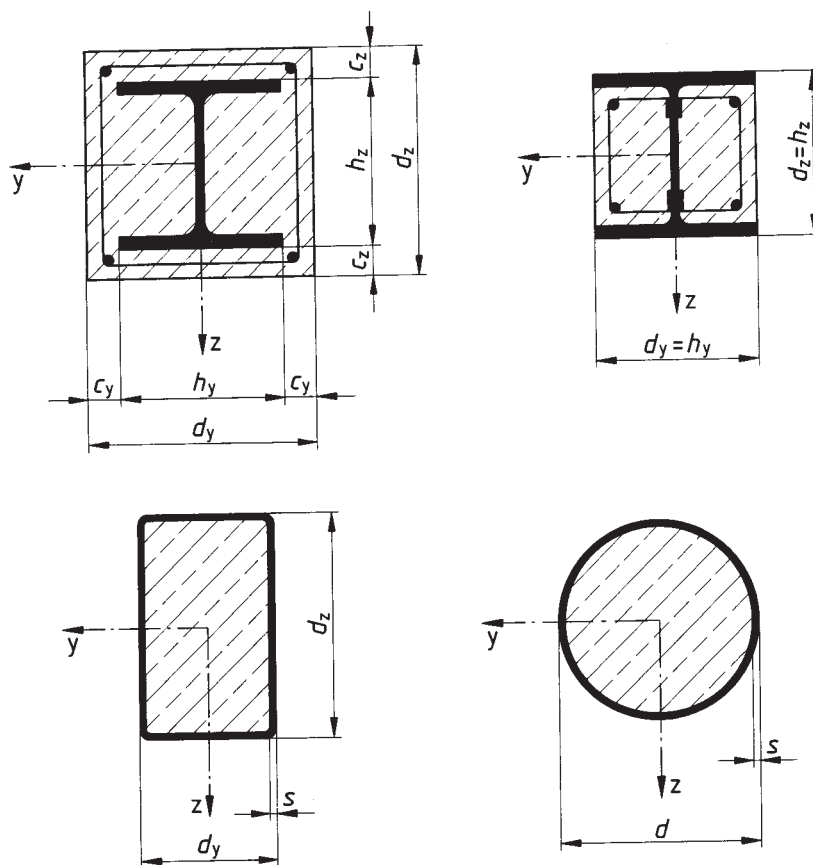


Bild 1. Formelzeichen am Querschnitt

Anteilige Normalkräfte:

$$N_{pl} = N_{pl,a} + N_{pl,b} + N_{pl,s} \quad (2)$$

$$N_{pl,a} = A_a \cdot \beta_{S,a} \quad (3)$$

$$N_{pl,b} = A_b \cdot \beta_R \quad (4)$$

$$N_{pl,s} = A_s \cdot \beta_{S,s} \quad (5)$$

$$\delta = \frac{N_{pl,a}}{N_{pl}} \quad (6)$$

Weitere Formelzeichen sind in den entsprechenden Abschnitten erläutert.

3 Baustoffe

Für Profilstahl dürfen im allgemeinen Stahlsorten nach DIN 17 100 und für Rohre nach DIN 17 119*), DIN 17 120*) und DIN 17 121*) verwendet werden. Hinsichtlich der Verwendung anderer Stähle gilt DIN 18 800 Teil 1.

Es darf nur Normalbeton nach DIN 1045 mit mindestens der Festigkeitsklasse B25 verwendet werden.

Für Betonstahl gilt DIN 1045 sowie DIN 488 Teil 1 bis Teil 5.

Für Verbundmittel gilt Abschnitt 6.4.

4 Grenzzustand der Tragfähigkeit

4.1 Allgemeines

Eine ausreichende Tragfähigkeit gilt als nachgewiesen, wenn die in ungünstigster Kombination der Einwirkungen auftretenden Schnittgrößen unter Berücksichtigung der Auswirkungen der Verformungen auf das Gleichgewicht (Theorie 2. Ordnung) an jeder Stelle des Tragwerkes nicht größer sind als die Grenztragfähigkeit des Querschnittes und am Gesamtsystem stabiles Gleichgewicht herrscht.

Der Nachweis der ausreichenden Tragfähigkeit kann mit Verfahren geführt werden, die auf der Grundlage der Abschnitte 4.3 und 4.4 abgeleitet worden sind.

Das im Abschnitt 5 angegebene Bemessungsverfahren darf angewendet werden, wenn die dort genannten Voraussetzungen eingehalten sind.

Weiterhin sind folgende Nachweise zu führen:

- Nachweis der Aufnahme von Querkraften nach Abschnitt 6.2 für den Grenzzustand der Tragfähigkeit.
- Nachweis der Kraftübertragung in den Kräfteinleitungsbereichen nach Abschnitt 6.3 für den Grenzzustand der Gebrauchsfähigkeit und den Grenzzustand der Tragfähigkeit unter Berücksichtigung des Langzeitverhaltens von Beton nach den „Richtlinien für Stahlverbundträger“²⁾.
- Nachweis der gegebenenfalls erforderlichen Verbundmittel nach Abschnitt 6.4.

4.2 Berechnungsgrundlagen

Für den Grenzzustand der Tragfähigkeit sind die Nachweise mit den um den Sicherheitsbeiwert γ gesteigerten Lasten zu führen:

$$\text{– LFH: } \gamma_H = 1,7 \quad (7)$$

$$\text{– LFHZ: } \gamma_{HZ} = 1,5 \quad (8)$$

*) Z.Z. Entwurf

2) Richtlinien für die Bemessung und Ausführung von Stahlverbundträgern Ausgabe März 1981. Kurztitel: „Richtlinien für Stahlverbundträger“.

Lasten, die einen tragfähigkeitserhöhenden Einfluß haben, sind beim Nachweis mit einem reduzierten Sicherheitsbeiwert γ zu steigern.

– LFH: $\text{red } \gamma_H = 1,3$ (9)

– LFHZ: $\text{red } \gamma_{HZ} = 1,15$ (10)

Die Regelung der Lastfälle (LF) H und HZ erfolgt in den entsprechenden Fachnormen, z. B. DIN 1073 und DIN 18801.

Sicherheitsbeiwerte für Einwirkungen aus Zwang sind DIN 4227 Teil 2*) zu entnehmen.

Die Schlankheit $\bar{\lambda}$ nach Gleichung (25) ist bei einbetonierten Profilen mit $\delta < 0,5$ im allgemeinen auf

$$\bar{\lambda} = 2,0 \quad (11)$$

zu begrenzen.

Für die verwendeten Materialien gelten folgende Einschränkungen bzw. Festlegungen:

- Die Streckgrenzen für Profilstahl $\beta_{S,a}$ sind in Übereinstimmung mit DIN 18800 Teil 2¹⁾ anzunehmen. Werden hochfeste Stähle³⁾ verwendet, so darf als Streckgrenze höchstens der Wert $\beta_{S,a} = 420 \text{ N/mm}^2$ in Rechnung gestellt werden.

- Der Rechenwert der Betondruckfestigkeit β_R beträgt bei betongefüllten Hohlprofilen aus Stahl, bei denen das Abmessungsverhältnis nach Tabelle 1 nicht überschritten ist:

$$\beta_R = 0,7 \cdot \beta_{WN} \quad (12)$$

- in den übrigen Fällen:

$$\beta_R = 0,6 \cdot \beta_{WN} \quad (13)$$

4.3 Grenztragfähigkeit des Querschnittes

4.3.1 Allgemeines

Für die Ermittlung der Grenztragfähigkeit gelten folgende Bedingungen:

- es darf ein Zusammenwirken von Betonteil und Stahlprofil in Rechnung gestellt werden.
- eine Mitwirkung des Betons auf Zug darf nicht berücksichtigt werden.
- für das Stahlprofil gilt die bilineare Spannungs-Dehnungslinie.
- für den Beton und den Betonstahl gelten die in DIN 1045 angegebenen Spannungs-Dehnungslinien.

4.3.2 Nachweis der Beulsicherheit

Falls kein genauerer Nachweis gegen Beulen geführt wird, sind bei betongefüllten Hohlprofilen aus Stahl die Grenzwerte d/s und bei Stahlprofilen mit ausbetonierten Seitenteilen die Grenzwerte b/t nach Tabelle 1 einzuhalten.

Bei vollständig einbetonierten Stahlprofilen braucht unter Beachtung von Abschnitt 7 ein Nachweis der Beulsicherheit nicht geführt und eine Mindestdickenbegrenzung nicht eingehalten zu werden.

4.3.3 Erhöhung der Tragfähigkeit infolge Umschnürung

Bei kreisrunden betongefüllten Hohlprofilen aus Stahl, die die Bedingungen nach Tabelle 1 erfüllen und deren Schlankheitsgrad $\bar{\lambda}$ nach Gleichung (25) den Wert 0,5 nicht überschreitet, darf bei planmäßig zentrischer Druckbelastung die erhöhte Betonfestigkeit infolge der Umschnürung durch das kreisrunde Hohlprofil wie folgt in Rechnung gestellt werden:

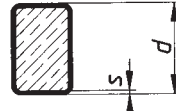
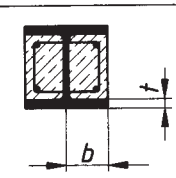
$$N_{pl} = A_b \cdot \beta_{RL} + A_a \cdot \beta_{SL} \quad (14)$$

$$\beta_{RL} = \beta_R \left(1 + \eta_1 \cdot \frac{s}{d} \cdot \frac{\beta_{S,a}}{\beta_R} \right) \quad (15)$$

$$\beta_{SL} = \eta_2 \cdot \beta_{S,a} \quad (16)$$

Die Werte η_1 und η_2 sind Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 1. Grenzwerte d/s für betongefüllte Hohlprofile aus Stahl und b/t für Stahlprofile mit ausbetonierten Seitenteilen

Profile	St 37	St 52
	84	68
	51	42
	22	18

d Außendurchmesser bzw. Außenabmessung der größten Querschnittsseite

s Wanddicke des Hohlprofils

b halbe Flanschbreite des Stahlprofils

t Flanschdicke des Stahlprofils

Tabelle 2. Werte η_1 und η_2 für mittig belastete kreisrunde betongefüllte Hohlprofile mit $\bar{\lambda}$ nach Gleichung (25)

$\bar{\lambda}$	η_1	η_2
0,1	3,20	0,80
0,2	1,91	0,85
0,3	0,90	0,90
0,4	0,24	0,95
0,5	0,00	1,00

Bei einer Lastausmitte (Theorie 1. Ordnung) von $e > d/8$ ist $\eta_1 = 0$ und $\eta_2 = 1$ zu setzen. Im Bereich

$$0 \leq e \leq d/8 \quad (17)$$

darf geradlinig interpoliert werden. Hierbei ist die entsprechende Krafteinleitung in das Stahlprofil und in den Betonteil sicherzustellen.

4.4 Berechnung der Schnittgrößen

Bei der Berechnung der Schnittgrößen am verformten System nach Theorie 2. Ordnung sind zur Berücksichtigung der geometrischen und strukturellen Imperfektionen wirklichkeitsnahe Annahmen zu treffen. Vereinfachend dürfen geometrische Ersatzimperfektionen nach DIN 18800 Teil 2⁴⁾ allein verwendet werden.

Der Einfluß des Langzeitverhaltens von Beton auf die Tragfähigkeit ist nur für Lastausmitten $e/d < 2$ und bei Überschreitung der Grenzschnankheiten nach Tabelle 3 nachzuweisen.

*) Z. Z. Entwurf

1) Siehe Seite 2

3) Hierfür ist nach bauaufsichtlichen Vorschriften eine Zulassung erforderlich.

4) Z. Z. Entwurf. Bis zum Erscheinen der endgültigen Fassung von DIN 18800 Teil 2 gelten die Werte im Anhang A, Tabelle A.3 und Bild A.2.