

Stahlbetontheorie - Schubkraftübertragung in Fugen

Seite aktualisiert Mai 2010

zur Auswahl der Hintergrundinformationen ➔

Infos auf dieser Seite als pdf 

Die Eurocode-nahen Normen DIN 1045-1, DIN-Fb 102, ÖN B 4700 und EC 2 sind bis auf wenige Unterschiede identisch. Im Folgenden wird sich auf DIN 1045-1 bezogen, Unterschiede zum DIN-Fachbericht, zur ÖN B 4700 und zum EC 2 sind **besonders** gekennzeichnet.

Eine Zusammenstellung der korrespondierenden Kapitel, Gleichungen und Tabellen ist hier zu finden. ➔

Anmerkungen zur DIN 1045-1 Die neueste Ausgabe der Norm (August 2008) kann in den *pcae*-Programmen zur Bemessung herangezogen werden.

Unterschiede gegenüber der Ausgabe Juli 2001 sind **besonders** gekennzeichnet.

Anmerkungen zum Eurocode Die Eurocode-Normen sind nur in Verbindung mit ihren **nationalen Anhängen** gültig, welche für eine Auswahl an Parametern nationale Festlegungen treffen.

Im Folgenden wird sich nur auf den Original-Code bezogen.

Einachsige gespannte Bauteile (Querschnitte unter einachsiger Biegung und Querkraft, nicht Kreis(ring)) und Platten (Elementdecken) können als Verbundbauteile von Fertigteil mit Ortbetonergänzung oder als zwei nacheinander betonierte Ortbetonabschnitte ausgeführt werden.

➔ SCHUBKRAFTÜBERTRAGUNG IN FUGEN ✕

Standardeinstellung

Bemessungswert des über die Fuge zu übertragenden Längskraftanteils $F_{cdj} = 0.80 * F_{cd}$

unterer Bemessungswert der Normalkraft senkrecht zur Fuge (Druckkraft negativ) $n_{Ed} = 0.00 \text{ kN/m}$

Kontaktfläche Balkenbreite $b_j = 100.00 \text{ cm}$

Oberflächenbeschaffenheit der Fuge glatt

dynamische Beanspruchung der Fuge

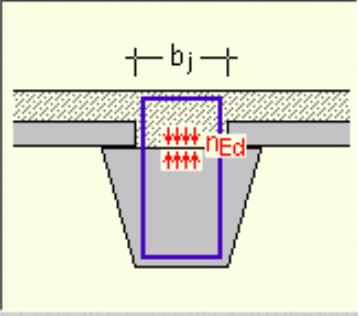


Abb. Eigenschaftsblatt aus 4H-BETON nach DIN 1045-1 (8.08)

• DIN 1045-1 (7.01), 10.3.6

Der Bemessungswert der in der Kontaktfläche zwischen Ortbeton und Fertigteil oder in nachträglich ergänzten Querschnitten zu übertragenden Schubkraft je Längeneinheit wird ermittelt zu

$$v_{Edj} = \beta_1 \cdot \frac{V_{Ed}}{z_j} \quad \text{mit} \quad \beta_1 = \frac{F_{cdj}}{F_{cd}} \quad \text{und} \quad \dots$$

F_{cdj} Bemessungswert des über die Fuge zu übertragenden Längskraftanteils
(Fuge in der Zugzone: $F_{cdj} = F_{cd}$)

$F_{cd} = M_{Ed}/z$ Bemessungswert der Gurtlängskraft infolge Biegung

z_j innerer Hebelarm in der Fuge.
Bei reiner Verbundbewehrung kann nach 10.3.4(2) $z_j = 0.9 \cdot d$ angenommen werden.

Ohne Anordnung einer Verbundbewehrung darf v_{Edj} den folgenden Bemessungswert der aufnehmbaren Schubkraft in Fugen von Verbundbauteilen nicht überschreiten:

$$v_{Rd,ct} = (0.042 \cdot \eta_1 \cdot \beta_{ct} \cdot f_{ck}^{1/3} - \mu \cdot \sigma_{Nd}) \cdot b_j \quad \text{mit} \quad \dots$$

β_{ct}, μ s. Tab. 13 und Absatz (4), DIN 1045-1, 10.3.6

$\sigma_{Nd} = n_{Ed}/b_j \geq -0.6 \cdot f_{cd}$ Normalspannung senkrecht zur Fuge

b_j Breite der Kontaktfläche, i.A. $b_j =$ Steg-, bzw. Querschnittsbreite

In bewehrten Fugen von Verbundbauteilen beträgt der Bemessungswert der aufnehmbaren Schubkraft

$$v_{Rd,sy} = a_{sj} \cdot f_{yd} \cdot (\cot \theta_j + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha - \mu \cdot \sigma_{Nd} \cdot b_j \quad \text{mit} \quad \dots$$

a_{sj} Querschnitt der die Fuge kreuzenden Bewehrung je Längeneinheit

θ_j Druckstrebenwinkel mit $1.0 \leq \cot \theta_j \leq \frac{1.2 \cdot \mu - 1.4 \cdot \sigma_{cd}/f_{cd}}{1 - v_{Rd,c}/v_{Edj}} \begin{cases} \leq 3.0 & \dots \text{für Normalbeton} \\ \geq 2.0 & \dots \text{für Leichtbeton} \end{cases}$

$v_{Rd,c} = 0.042 \cdot \eta_1 \cdot \beta_{ct} \cdot f_{ck}^{1/3} \cdot b_j$ ($v_{Rd,ct}$ ohne Reibungsanteil)

σ_{cd} Normalspannung parallel zur Fuge: $\sigma_{cd,Fuge} = 0$

α Winkel der Verbundbewehrung, i.A. $\alpha = 90^\circ$



Wenn $\max \cot \theta_{j,zul} < \min \cot \theta_{j,zul}$ (d.h. der Bruch < 1.0) ist, wird ein Fehler ausgewiesen, da der Nachweis der Verbundfuge nicht zulässig ist.

Bei Zugfugen (z.B. in Überzügen) gilt i.A. $\sigma_{Nd} = \sigma_{cd} = 0$ und $\beta_1 = 1$, so dass der Bruch nur bei verzahnt ausgebildeten Fugen größer als der Grenzwert 1.0 wird!

• DIN 1045-1 (8.08), 10.3.6

Der Bemessungswert der in der Kontaktfläche zwischen Ortbeton und Fertigteil oder in nachträglich ergänzten Querschnitten zu übertragenden Schubkraft je Längeneinheit wird ermittelt zu

$$v_{Edj} = \beta_1 \cdot \frac{V_{Ed}}{z_j} \quad \text{mit} \quad \beta_1 = \frac{F_{cdj}}{F_{cd}} \quad \text{und} \quad \dots$$

F_{cdj} Bemessungswert des über die Fuge zu übertragenden Längskraftanteils
(Fuge in der Zugzone: $F_{cdj} = F_{cd}$)

$F_{cd} = M_{Ed}/z$ Bemessungswert der Gurtlängskraft infolge Biegung

z_j innerer Hebelarm in der Fuge.
Bei reiner Verbundbewehrung kann nach 10.3.4(2) $z_j = 0.9 \cdot d$ angenommen werden.

Der Bemessungswert der aufnehmbaren Schubkraft in Fugen wird ermittelt zu

$$v_{Rdj} = (\eta_1 \cdot c_j \cdot f_{ctd} - \mu \cdot \sigma_{Nd}) \cdot b_j + v_{Rdj,sy} \leq v_{Rdj,max} \quad \text{mit} \quad \dots \quad v_{Rdj,sy} = a_{sj} \cdot f_{yd} \cdot (1.2 \cdot \mu \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha)$$

Dabei sind

- a_{sj} Querschnitt der die Fuge kreuzenden Bewehrung je Längeneinheit
 c_j, μ s. Tab. 13, DIN 1045-1, 10.3.6
 f_{ctd} Bemessungswert der Betonzugfestigkeit
 $\sigma_{Nd} = n_{Ed}/b_j \geq 0.6 \cdot f_{cd}$ Normalspannung senkrecht zur Fuge
 α Winkel der Verbundbewehrung mit $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$, i.A. $\alpha = 90^\circ$

Wenn σ_{Nd} eine Zugspannung ist, ist bei glatten und rauen Fugen $c_j = 0$ zu setzen.

Wenn die Fuge unter dynamischer Belastung steht, ist $c_j = 0$ zu setzen.

Die maximal aufnehmbare Schubkraft beträgt

$$v_{Rdj,max} = 0.5 \cdot \eta_1 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_j \quad \text{mit} \quad v \quad \text{Abminderungsbeiwert für die Betondruckfestigkeit n. 10.3.6(4)}$$

• EC 2, 6.2.5

Der Bemessungswert der in der Kontaktfläche zwischen Ortbeton und Fertigteil oder in nachträglich ergänzten Querschnitten zu übertragenden Schubkraft je Längeneinheit wird ermittelt zu

$$v_{Edj} = \beta_1 \cdot \frac{V_{Ed}}{z_j} \quad \text{mit} \quad \beta_1 = \frac{F_{cdj}}{F_{cd}} \quad \text{und} \quad \dots$$

F_{cdj} Bemessungswert des über die Fuge zu übertragenden Längskraftanteils
 (Fuge in der Zugzone: $F_{cdj} = F_{cd}$)

$F_{cd} = M_{Ed}/z$ Bemessungswert der Gurtlängskraft infolge Biegung

z_j innerer Hebelarm in der Fuge.

Bei reiner Verbundbewehrung kann nach 6.2.3 (1) $z_j = 0.9 \cdot d$ angenommen werden.

Der Bemessungswert des Schubkraftwiderstands in der Fuge ist gegeben durch (Druckstrebenwinkel $\theta = 45^\circ$)

$$v_{Rdj} = (c \cdot f_{ctd} - \mu \cdot \sigma_n + \rho \cdot f_{yd} \cdot (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha)) \cdot b_j \leq v_{Rdj,max} \quad \text{mit} \quad \dots$$

c, μ s. Absatz (2)

$\sigma_n = n_{Ed}/b_j \geq -0.6 \cdot f_{cd}$ Normalspannung senkrecht zur Fuge

$\rho = a_{sj}/a_i$ mit a_i Fläche der Fuge

b_j Breite der Kontaktfläche, i.A. $b_j =$ Steg-, bzw. Querschnittsbreite

α Winkel der Verbundbewehrung, i.A. $\alpha = 90^\circ$

$$v_{Rdj,max} = 0.5 \cdot \mu \cdot f_{cd}$$

Wenn σ_{Nd} eine Zugspannung ist, ist $c = 0$ zu setzen.

Wenn die Fuge unter dynamischer Belastung steht, ist c zu halbieren.

• ÖN B 4700, 3.4.4.5

Der Bemessungswert der in der Kontaktfläche zwischen Ortbeton und Fertigteil oder in nachträglich ergänzten Querschnitten zu übertragenden Schubspannung wird ermittelt zu

$$\tau_{Edj} = \beta_1 \cdot \frac{V_{Ed}}{b_j \cdot z_j} \quad \text{mit} \quad \beta_1 = \frac{F_{cdj}}{F_{cd}} \quad \text{und} \quad \dots$$

F_{cdj} Bemessungswert des über die Fuge zu übertragenden Längskraft
(Fuge in der Zugzone: $F_{cdj} = F_{cd}$)

$F_{cd} = M_{Ed}/z$ Bemessungswert der Gurtlängskraft infolge Biegung

z_j innerer Hebelarm in der Fuge.

b_j Breite der Kontaktfläche, i.A. $b_j \equiv$ Steg-, bzw. Querschnittsbreite

Bei HDW-gestrahnten oder verzahnten Oberflächen darf nach 3.4.4.5(7) auf eine die Fuge kreuzende Bewehrung verzichtet werden, wenn gilt

$$\tau_{Ed} \leq \tau_{Rd,ct} \quad \text{mit} \quad \tau_{Rd,ct} = 2,0 \cdot \tau_d + \mu \cdot \sigma_n \quad \text{und} \quad \dots$$

τ_d Rechenwert der Schubspannung (Tab. 4, Abschn. 3.4.1.1(3))

μ Reibungsbeiwert (Tab. 6, Abschn. 3.4.4.5(3))

σ_n Normalspannung in der Fuge

Der Bemessungswert der widerstehenden Schubspannung wird berechnet zu

$$\tau_{Rd,sy} = \kappa_1 \cdot \tau_d + \rho \cdot \kappa_2 \cdot f_{yd} \cdot (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha) + \mu \cdot \sigma_n + \rho \cdot \kappa_3 \cdot \sqrt{f_{yd} \cdot f_{cd}} \cdot \sin \alpha \leq \beta \cdot v \cdot f_{cd} \quad \text{mit} \quad \dots$$

$\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3, \beta$ aus Tab. 6, Abschn. 3.4.4.5(3)

ρ Bewehrungsgrad: $\rho = A_s/A_{Fuge}$

α Winkel zwischen Fuge und Bewehrung (hier: immer 90°)

• Gitterträger

Soll die Schub- und Verbundbewehrung mit „Gitterträgern“ (einzugeben als **Materialgüte der Schubbewehrung**, nur plattenartige Querschnitte) ausgeführt werden, wird programmintern eine Zugfestigkeit der Bewehrung von $f_{yk} = 420 \text{ N/mm}^2$ (glatte Gitterträgerdiagonalen werden bemessen wie eine aufgebogene **Längsbewehrung**) angesetzt.

Weitere Einschränkungen sind gegeben mit

$$\beta_1 = 1 \quad \text{und} \quad \sigma_{Nd} = 0$$

Die zulässige Größe des Druckstrebenwinkels ist in den jeweiligen Zulassungen geregelt; daher wird bei Gitterträgern $\max \cot \theta_{j,zul}$ nicht überprüft:

$$1,0 \leq \cot \theta_{j,Gitterträger} \begin{cases} \leq 3,0 & \dots \text{für Normalbeton} \\ \geq 2,0 & \dots \text{für Leichtbeton} \end{cases}$$

Weiterhin ergibt sich die Grenze des Ausnutzungsbereichs 1 in Tab. 31 (d.h. bis zu welcher Belastung die Querkraftbewehrung als reine Gitterträgerkonstruktion ohne Bügel ausgeführt werden darf) zu

$$V_{Ed} \leq \begin{cases} 0,25 & \dots \text{für } \alpha < 55^\circ \\ 0,30 \cdot (1 + \sin(55^\circ - \alpha)) & \dots \text{für } \alpha \geq 55^\circ \end{cases} \cdot V_{Rd,max}$$

• Literatur



