

# Toolbox

## TB-BVT: Verbundfuge Träger

FRILO Software GmbH  
www.friilo.eu  
info@friilo.eu  
Stand: 10.12.2018

TB - Verbundfuge Träger 01/2019 - (Unbenannt) (Projekt: SB)

Grundparameter	
Norm-Stahlbeton	DIN EN 1992:2013
Betonierabschnitt1	C 25/30
Betonierabschnitt2	C 25/30
Betonstahl	B500A
System	
Querschnittstyp	Platte oben, Fertigteil
Gesamthöhe	h0 Rechteck
Plattendicke oben	hpo Platte oben, Ortbeton
Plattenbreite oben	bpo Platte oben, Fertigteil
	bpo Platte unten, Ortbeton
Stegbreite	b0 [cm] 46.0
Auflagerbreite links	ali [cm] 4.0
Auflagerbreite rechts	are [cm] 4.0
Fugenausbildung	rauh
Bewehrungslage oben	d1 [cm] 4.0
Bewehrungslage unten	d2 [cm] 4.0
Längsbewehrung - Druckzone	14
Cv, I immer rechnen	<input type="checkbox"/>
Betondeckung oben	cv, I [cm] 0.0
Querkraft	VEd [kN] 150.0

Aufnehmbare Schubkraft VRd,i,c = 0,41 N/mm<sup>2</sup>  
 Druckstrebe VRd,i,max = 3,54 N/mm<sup>2</sup> > VEd,i = 1,07 N/mm<sup>2</sup>  
 Verbundbewehrung as = 6,90 cm<sup>2</sup>/m

## Anwendungsmöglichkeiten

Mit diesem Programm kann der Nachweis für eine Verbundfuge bei Stahlbetonträgern gem. EC2 geführt werden. Es können Systeme mit Schubkraft längs zur Verbundfuge nachgewiesen werden.

Das Programm führt folgende Einzelberechnungen durch:

- maximale Fugentragfähigkeit
- erforderliche Verbundbewehrung

Folgende Systeme können nachgewiesen werden: siehe Bild 1.

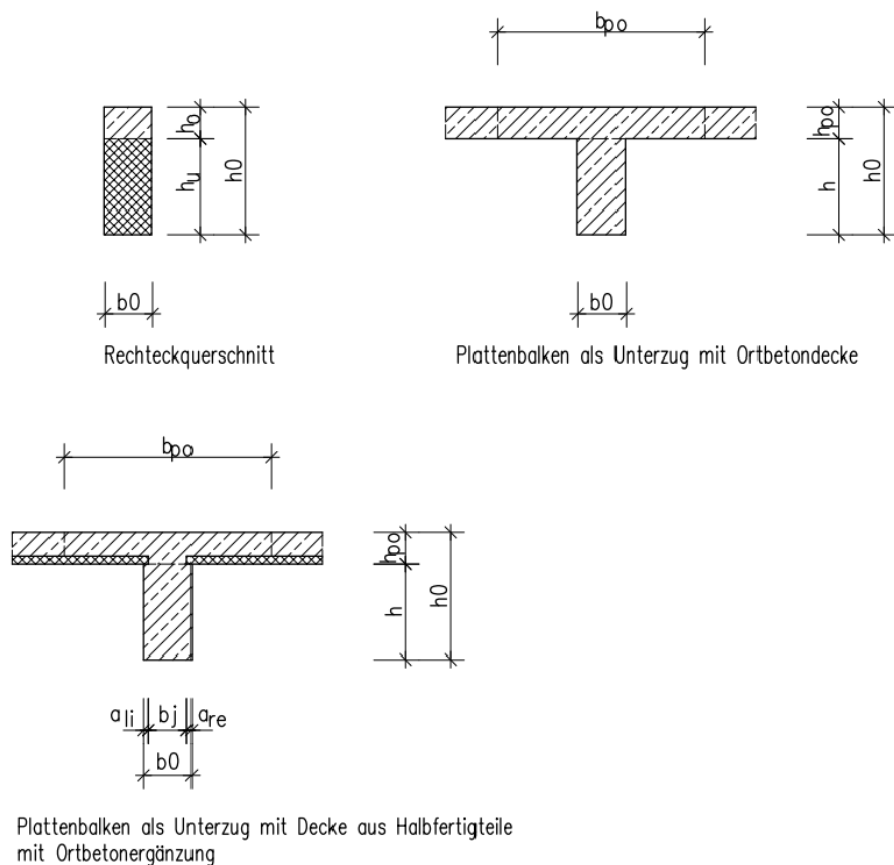


Bild 1: mögliche Systeme

## Bemessungsgrundlagen

Grundlage für die Berechnung ist die DIN EN 1992-1-1 mit deutschem NA bzw. ÖNORM B 1992-1-1.

## Belastung

Die Lasteingabe erfolgt mit Bemessungslasten.

## Bemessung

Die Tragfähigkeit der Verbundfuge setzt sich aus drei Anteilen zusammen:  
Adhäsion, Reibung und Verbundbewehrung.

Die Schubkraft ist nachzuweisen mit:

$$V_{Edi} \leq V_{Rdi}$$

$V_{Edi}$  Bemessungswert der Schubkraft in der Fuge

$$V_{Edi} = \beta \cdot V_{Ed} / (z \cdot b_i)$$

mit

$\beta$  Verhältnis der Normalkraft in der Betonergänzung und der Gesamtnormalkraft in der Druck- bzw. Zugzone s.a Bild 3 ff.

in der Zugzone:  $\beta = 1,0$

in der Druckzone:  $\beta = F_{cdi} / F_{cd} \leq 1,0$

wobei im Programm auf der sicheren Seite liegend immer mit  $\beta = 1,0$  gerechnet wird.

$V_{Ed}$  Bemessungswert der einwirkenden Querkraft

$z$  Hebelarm des zusammengesetzten Querschnitts

Wird die Verbundbewehrung gleichzeitig als Querkraftbewehrung angesetzt ist NCI zu 6.2.3 wie folgt zu beachten

$$z = 0,9 \cdot d \leq z = \max\{d - c_{v,i} - 30\text{mm}; d - 2c_{v,i}\}$$

$b_i$  Breite der Verbundfuge

$V_{Rdi}$  Bemessungswert der Schubtragfähigkeit in der Fuge

$$V_{Rdi} = c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_n + \rho \cdot f_{yd} (1,2\mu \cdot \sin\alpha + \cos\alpha) \leq 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} (v_{Rdi,max}) \quad 6.25 \text{ aus /1/ bzw. /2/}$$

$c, \mu$  Beiwerte, die von der Rauigkeit der Fuge abhängen – siehe Tabellen 1 und 2

$f_{ctd}$  Bemessungswert der Betonzugfestigkeit nach 3.1.6 (2)P aus /1/

$\sigma_n$  Spannung infolge der minimalen Normalkraft rechtwinklig zur Fuge, die gleichzeitig mit der Querkraft wirken kann (positiv für Druck mit  $\sigma_n < 0,6f_{cd}$  und negativ bei Zug).  
Ist  $\sigma_n$  eine Zugspannung, ist in i.d.R.  $c \cdot f_{ctd}$  mit 0 anzusetzen.

$$\rho = A_s / A_i$$

$A_s$  die Querschnittsfläche der die Fuge kreuzenden Verbundbewehrung mit ausreichender Verankerung auf beiden Seiten der Fuge einschließlich der vorhandenen Querkraftbewehrung.

$A_i$  die Fläche der Fuge, über die Schub übertragen wird. Die Schubfläche ist mit der wirksamen Schubfugenbreite  $b_i$  zu ermitteln gem. Bild 3

$\alpha$  der Neigungswinkel der Verbundbewehrung gem. Bild 2

$v$  Abminderungsbeiwert für die Rauigkeit der Fuge gem. Tabelle 1a bzw. 1b

Tabelle 1a: Beiwerte in Abhängigkeit der Art der Fugenoberfläche gem. /1/

Fugenoberfläche	c	$\mu$	v
verzahnt	0,5	0,9	0,7
rau	0,4 <sup>1)</sup>	0,7	0,5
glatt	0,2 <sup>1)</sup>	0,6	0,2
sehr glatt <sup>2) 3)</sup>	0	0,5	0

1) bei Zug rechtwinklig zur Fuge wird  $c = 0$ .

2) für sehr glatte Fugen muß  $v_{Rdi} \leq 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,1 f_{cd}$  für glatte Fugen sein.

3) bei sehr glatten Fugen ohne äußere Drucknormalkraft senkrecht zur Fuge darf der Reibungsanteil in Gleichung 6.25 bis zu der Grenze  $\mu \cdot \sigma_n \leq 0,1 \cdot f_{cd}$  angesetzt werden.

Tabelle 1b: Beiwerte in Abhängigkeit der Art der Fugenoberfläche gem. /2/

Fugenoberfläche	c	$\mu$
verzahnt	0,5	0,9
rau	0,4	0,7
glatt	0,2	0,6
sehr glatt	0,025 ≤ 0,10	0,5

für v gilt gem ÖNORM:

$$v = 0,6(1 - f_{ck} / 250) \quad (6.6N)$$

Tabelle 2: Fugenausbildungen

Sehr glatt	der 1. Betonierabschnitt wurde mit fließfähigem Beton hergestellt, die Oberfläche wurde gegen Stahl, Kunststoff oder geglätteter Holzschalung hergestellt.
Glatt	der 1. Betonierabschnitt verbleibt nach dem Verdichten unbehandelt, die Oberfläche wurde abgezogen oder geglättet, glatt < 3mm
Rau	Die Oberfläche des 1. Betonierabschnitt wurde mit einer Rauigkeit $\geq 3\text{mm}$ hergestellt. Hergestellt mit Rechen ( $\approx 40\text{ mm}$ Zinkenabstand) quer zur Schubkraft in der Fuge, freigelegte Gesteinskörnung.
Verzahnt	Die Oberfläche des 1. Betonierabschnitt wurde verzahnt gem. Bild 2 hergestellt.

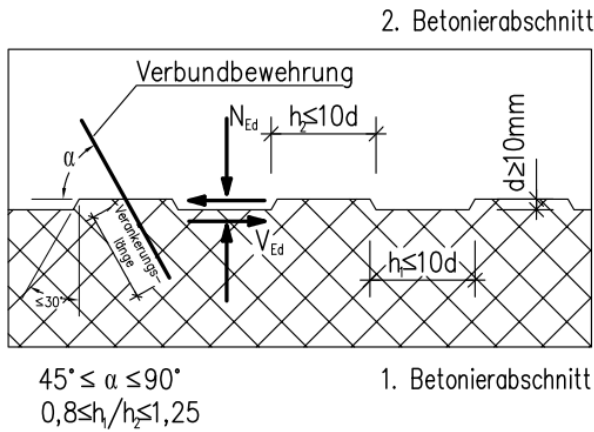


Bild 2: verzahnte Fugenausbildung mit geneigter Verbundbewehrung gem Bild 6.9 aus /1/, /2/

Verzahnte Fugenausbildung:

gem. Ergänzung zu ÖNORM EN 1992-1-1:2011, Abschnitt 6.2.5(1)

Bei verzahnten Fugen gemäß ÖNORM EN 1992-1-1:2011, Bild 6.9 ist ergänzend darauf zu achten, dass die Basislänge  $h_1$  der Zähne mindestens das dreifache der Zahnhöhe (also  $h_1 \geq 3 \cdot d$ ) beträgt.

### Nachweis der Schubfuge bei Unter- und Überzügen

Unterzug:

Bei einem Unterzug kann die Verbundfuge im Bereich der Druckzone liegen. Hier kann über das Verhältnis  $F_{cdi} / F_{cd}$  die Schubkraft, die über Fuge übertragen werden muss, abgemindert werden. Durch die angehängte Decke ergibt sich planmäßig senkrecht zur Fuge eine Zugspannung. Die Verbundbewehrung wird senkrecht zur Fuge berücksichtigt.

Der Bemessungswert der Querkraft ist bei direkter Lagerung und einer Gleichlast im Abstand  $d$  vom Auflagerrand zu ermitteln. Die Lage der Verbundfuge ist zu berücksichtigen. Der Abstand ergibt sich aus dem Schnittpunkt einer Geraden unter  $45^\circ$  mit der Verbundfuge. Die Verbundbewehrung wird planmäßig senkrecht zur Fuge berücksichtigt.

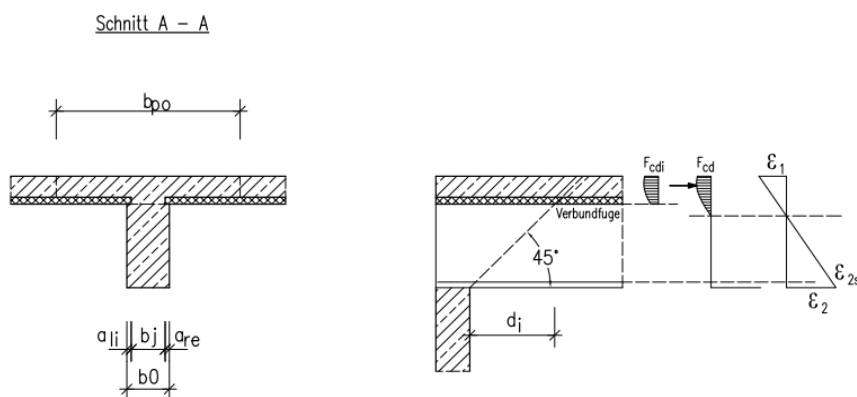


Bild 3: Unterzug mit Darstellung der Schubfuge und Spannungen.

Es ist zu beachten, dass bei glatten und rauen Fugen die rechtwinklig zur Fuge eine Zugspannung aufweisen mit  $c = 0$  zu bemessen ist.

Die aufnehmbare Schubkraft ohne Verbundbewehrung ermittelt sich zu

$$V_{Rdic} = c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_n ; V_{Edi} \text{ und } V_{Rdi} \text{ siehe oben}$$

bei  $f_{ctd}$  ist der kleinere Wert aus dem 1. bzw. 2. Betonierabschnitt zu verwenden.

Die erforderliche Verbundbewehrung ergibt sich dann wie folgt:

$$a_{s,erf} = \left( (V_{Edi} - V_{Rdic}) \cdot b_i \right) / \left( f_{yd} \cdot (1,2\mu \cdot \sin\alpha) \right)$$

Die Neigung der Bügel wird mit 90° angenommen.

Die Bemessung von Rechteckquerschnitten und Plattenbalken als Unterzug mit Ortbetondecke erfolgt sinngemäß zu dem oben gesagten.

### **Fugenmindestbewehrung gem. Ergänzung zu ÖNORM EN 1992-1-1:2011, Abschnitt 6.2.5(1)**

Wird rechnerisch eine Fugenbewehrung erforderlich, sind folgende Mindestbewehrungsgrade

$\rho_{min} = A_{s,min} / A_i$  (für rechtwinklig auf die Fuge stehende Bewehrung und vorwiegend ruhender Belastung) vorzusehen:

bei plattenartigen Bauteilen:

$$\rho_{min} = 0,12 \cdot f_{ctm} / f_{yk} \geq 0,0005$$

bei balkenartigen Bauteilen:

$$\rho_{min} = 0,20 \cdot f_{ctm} / f_{yk} \geq 0,001$$

Für den Nachweis der Verbundfuge gilt:

Die Verbundbewehrung darf als Querkraftbewehrung angerechnet werden, wenn die entsprechenden Verlegeregeln für die Querkraftbewehrung eingehalten werden. Insbesondere ist dann auch auf eine ausreichende Verankerung zu achten.

Die Verbundbewehrung darf bei Biegebeanspruchung entsprechend des Querkraftverlaufes abgestuft werden.

Wenn die hochzuhängende Last nicht mit der Querkraftbewehrung erfasst wird, ist sie bei der Verbundbewehrung mit zu berücksichtigen.

## **Literaturverzeichnis**

- /1/ DIN EN 1992-1-1/NA Ber.1:2012-06
- /2/ ÖNORM B 1992-1-1 Ausgabe:2011-12-01
- /3/ Heft 600 des DAfStb