

Dipl.-Ing. David Hübel

Verbindung von Stahlbetonbauteilen mit Rückbiegeanschlüssen

Leistungsbeschreibung des BauStatik-Moduls

S717.de Stahlbeton-Rückbiegeanschluss – EC 2, DIN EN 1992-1-1

Zur Vereinfachung von Schararbeiten an Betonierabschnitten, die von Bewehrungsstäben gekreuzt werden oder Bauablauf bedingt in unterschiedlichen Bauphasen hergestellt werden müssen, können Rückbiegeanschlüsse angeordnet werden. Mit dem Modul S717.de können Rückbiegeanschlüsse mit Verwahrkästen eines Herstellers oder herstellerübergreifend bemessen werden.

The screenshot shows the BauStatik software interface for the design of a steel-concrete return bend connection. The main window is titled "S717 - S717 - BauStatik 2019". The interface is divided into several sections:

- Menu Bar:** Includes options like "Eingabe" (Input) and "Ausgabe" (Output).
- Toolbar:** Contains icons for navigation, search, and document management.
- Modell (Model) Panel:** Shows the current position and system settings. It includes a tree view on the left and a main area for defining the connection type (e.g., "Wand - Decke").
- Positionen (Positions) Panel:** Displays a 3D model of the connection and a table of reinforcement data.
- Technical Drawing:** Shows a detailed cross-section of the connection with dimensions and reinforcement details.
- Material Properties Panel:** Displays a table of material properties for the concrete and steel reinforcement.

Stange	h ₁ [mm]	h ₂ [mm]	h ₃ [mm]	h ₄ [mm]	h ₅ [mm]
1	0,00	12,30	0,00	0,00	0,00

Allgemeines

Verbindungen von Stahlbetonbauteilen mit durchgehender Anschlussbewehrung sind häufige Konstruktionen im Bauwesen, welche mit Rückbiegeanschlüssen realisiert werden können.

Der Vorteil in der Verwendung von Rückbiegeanschlüssen liegt an der exakt ausgerichteten Arbeitsfuge, welche direkt mit der Schalung erstellt wird. Rückbiegeanschlüsse ermöglichen somit eine einfache kraftschlüssige Verbindung von Stahlbetonbauteilen.

System

Das System wird durch die Wahl des Betonbauteils und des Anschlussbauteils definiert. Zur Auswahl stehen folgende sich kreuzende sowie durchgehende Bauteilanschlüsse (Positionstypen):

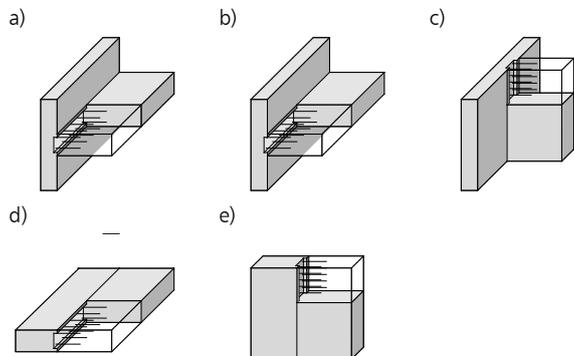


Bild 1. Positionstypen

Kreuzende Bauteile:

- a) Wand – Decke
- b) Wand – Podest
- c) Wand – Wand (T-Stoß)

Durchgehende Bauteile:

- d) Decke – Decke
- e) Wand – Wand (Stoß)

Je nach Positionstyp kann die Anordnung der Bauteile zueinander vorgegeben werden. Bei sich kreuzenden Bauteilen kann ein Höhenversatz festgelegt werden. Bei durchgehenden Bauteilen kann die „Ausrichtung“ an den Kanten bzw. der Mittelachse oder wahlweise ein Versatz bezogen zur Mittelachse vorgegeben werden.

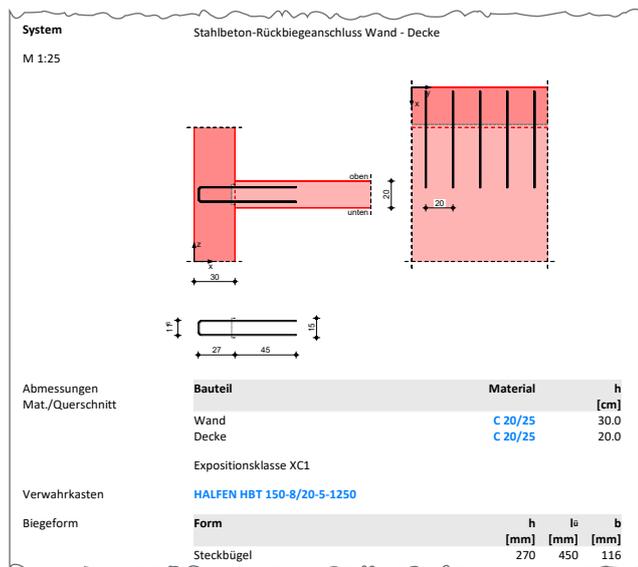


Bild 2. Ausgabe „System“

Belastungen

Die Belastungen können in Form von Auflagerlasten in der Anschlussfuge vorgegeben werden. Es können Normalkräfte, Querkräfte und Biegemomente in der Anschlussfuge berücksichtigt werden.

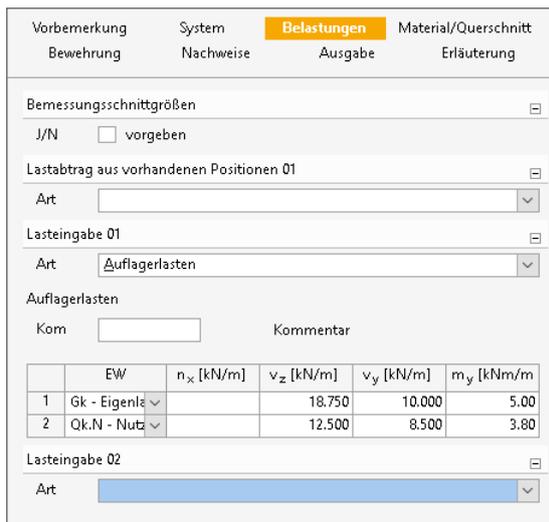


Bild 3. Eingabe „Belastungen“

Material/Querschnitt

Alle Festigkeitsklassen von Normal- und Leichtbeton stehen als Material zur Verfügung und können getrennt für die zu verbindenden Bauteile festgelegt werden. Der Querschnitt der Stahlbetonbauteile wird mit der Vorgabe der Höhe definiert.

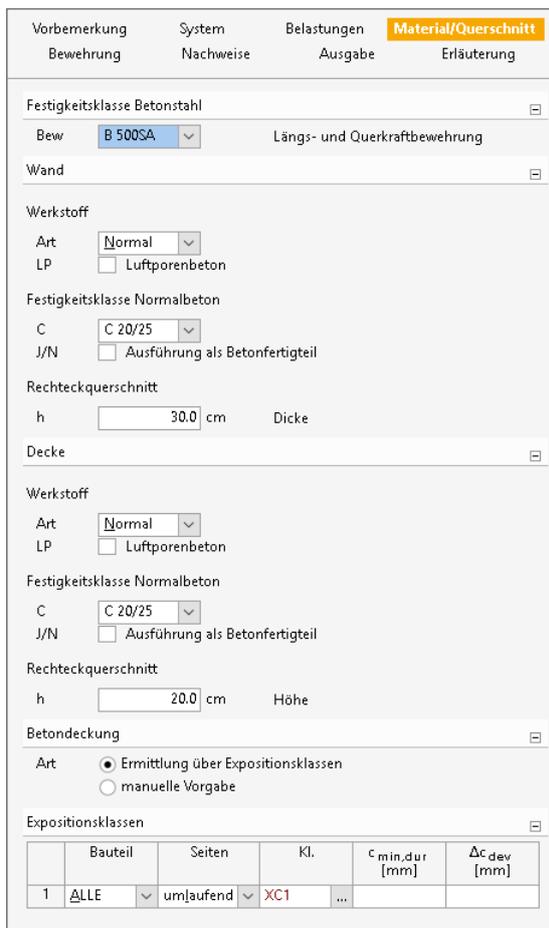


Bild 4. Eingabe „Material/Querschnitt“

Die Betondeckung kann wie gewohnt durch die modulinterne Ermittlung über Expositionsklassen sowie durch die manuelle Vorgabe definiert werden. Hierbei können unterschiedliche Vorgaben für beide Betonbauteile definiert werden.

Bewehrung

Der Anschluss des anzuschließenden Bauteils an das Betonbauteil erfolgt mit Stabstahlbiegeformen. Die Biegeformen werden während des Betonierens des ersten Betonbauteils im Verwahrkasten aufbewahrt und werden nach dem Ausschalen in die vorgesehene Anschlusslage zurückgebogen. Der Anschluss kann wahlweise mit einlagigen oder zweilagigen Verwahrkästen erfolgen.

Bild 5. Eingabe „Bewehrung“

Beim einlagigen Anschluss wird eine Stabstahl-Biegeform im Verwahrkasten angeordnet. Bei einem Anschluss mit einem zweilagigen Verwahrkasten werden die oberen und unteren Biegeformen in einem Verwahrkasten angeordnet.

Verwahrkästen

Verwahrkästen bestehen aus verzinktem Stahlblech, dessen Beschaffenheit maßgeblich durch die Oberflächenbeschaffenheit (Profilierung) beschrieben wird.

Zur Auswahl stehen Verwahrkästen der Hersteller Halfen, Betomax und H-Bau. Die Verwahrkästen sind entsprechend den Zulassungen mit ihren Abmessungen, den zulässigen Biegeformen und Bewehrungsabständen sowie Ihren Profilierungen im Modul hinterlegt.

Bild 6. Auswahldialog „Verwahrkasten“

Die Anordnung der Verwahrkästen in der Arbeitsfuge kann automatisch erfolgen, oder vom Anwender manuell vorgegeben werden. Bei der Wahl von einlagigen Verwahrkästen erfolgt die Anordnung durch die Vorgabe der Randabstände für beide Verwahrkästen.

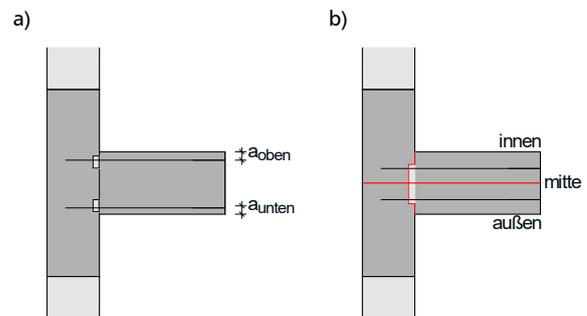


Bild 7. Anordnung Verwahrkästen
a) Vorgabe Randabstand Einlagige Verwahrkästen
b) Vorgabe Kante für Ausrichtung zweilagige Verwahrkästen

Bei zweilagigen Verwahrkästen erfolgt die Wahl der Anordnung bei automatischer Anordnung bezogen auf eine zu wählende Kante. Bei der manuellen Vorgabe erfolgt die Anordnung durch Wahl einer Kante und Vorgabe eines Randabstandes. Abhängig von der Wahl des Verwahrkastens stehen bestimmte Biegeformen zur Auswahl. Weiterhin ergeben sich je nach Wahl des Herstellers bzw. des Verwahrkastentyps bestimmte Mindestabmessungen, welche zu beachten sind. Die zulässigen Biegeformen sowie die zulässigen Mindestabmessungen sind modulintern hinterlegt und werden bei der Bemessung berücksichtigt.

Biegeformen

Bei einlagigen Verwahrkästen kann je eine Biegeform für den oberen und unteren Verwahrkasten unabhängig voneinander gewählt werden. Die im Modul hinterlegten Biegeformen für einlagige Verwahrkästen sind in Bild 8 dargestellt.

Biegeformen für zweilagige Verwahrkästen können aus einer Stabstahlposition oder aus zwei getrennten Stabstahlpositionen bestehen. Die möglichen Biegeformen für zweilagige Verwahrkästen sind in Bild 9 dargestellt.

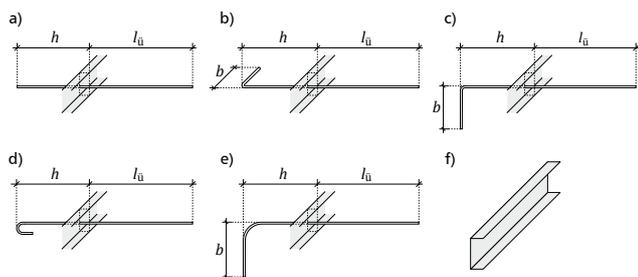


Bild 8. Biegeformen für einlagige Verwahrkästen
 a) gerader Stab
 b) Winkel mit Haken in Blechrichtung
 c) Winkel mit seitlichem Haken
 d) gerader Stab mit Haken
 e) biegesteifer Anschluss (dbr = 10 Durchm.)
 f) keine Biegeform

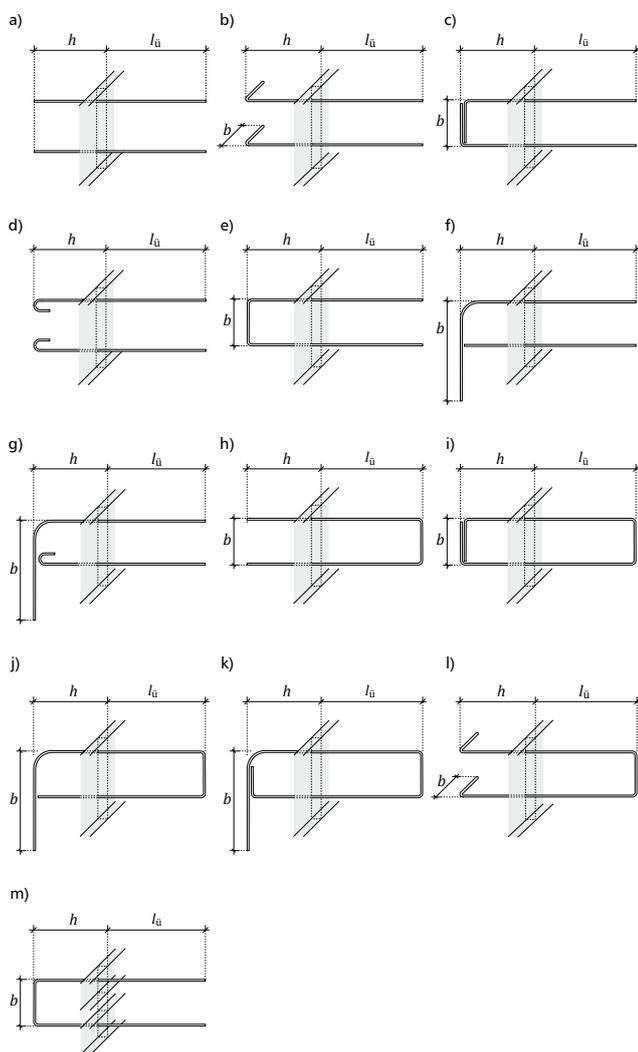


Bild 9. Biegeformen für zweilagige Verwahrkästen
 a) gerader Stab
 b) gerader Stab mit Winkelhaken in Blechrichtung
 c) gerader Stab mit seitlichen Winkelhaken
 d) gerader Stab mit Haken
 e) Steckbügel
 f) biegesteifer Anschluss mit Druckstab
 g) biegesteifer Anschluss mit Druckstab und Haken
 h) Konsole, Bügel offen
 i) Konsole, Bügel geschlossen
 j) Konsole, Bügel halboffen
 k) Konsole biegesteif, Bügel geschlossen
 l) Konsole, mit Winkelhaken in Blechrichtung
 m) breiter Anschluss Steckbügel

Wenn für einen Anschluss mit einlagigen Verwahrkästen für den oberen bzw. den unteren Anschluss „keine Biegeform“ gewählt wird, wird dort kein Verwahrkasten angesetzt.

Für jede Biegeform können die Abmessungen manuell gewählt werden oder vom Modul automatisch festgelegt werden. Bei der automatischen Wahl werden die Verankerungslängen unter Beachtung der definierten Belastung zulassungskonform vom Modul gewählt.

Nachweise

Die Bemessung der Rückbiegeanschlüsse erfolgt nach DIN EN 1992-1-1 unter Beachtung des DBV-Merkblatt „Rückbiegen von Betonstahl und Anforderungen an Verwahrkästen und den jeweiligen Zulassungen der Verwahrkästen“.

Vorbemerkung	System	Belastungen	Material/Querschnitt
Bewehrung	Nachweise	Ausgabe	Erläuterung
Kombinatorik			
Art			
<input checked="" type="radio"/> automatische Kombination der Einwirkungen <input type="radio"/> manuelle Kombination der Einwirkungen			
Grenzzustand der Tragfähigkeit			
J/N <input checked="" type="checkbox"/> Nachweise führen			
Nachweis der Schubkraftübertragung			
J/N <input checked="" type="checkbox"/> Zwischenbereich berücksichtigen			
J/N <input checked="" type="checkbox"/> Randbereiche berücksichtigen			
Fuge		rau	Beschaffenheit der Fuge
Reduktion/Steigerung der Verbundspannung			
J/N <input type="checkbox"/> Querzug rechtwinklig zur Bewehrungsebene			
Verbundbedingungen			
	Lage	Verbund	
1	oben + unten	gut	
Beton-Gesteinskörnung			
dg	16	Durchmesser des Größtkorns	

Bild 10. Eingabe „Nachweise“

Folgende Nachweise sind demnach bei der Bemessung eines Rückbiegeanschlusses zu führen:

- Querkraftnachweis des anzuschließenden Bauteils mit bzw. ohne Querkraftbewehrung
- Schubkraftübertragung in der Anschlussfuge
- Nachweis der Verankerung

Querkraftnachweis

Der Rückbiegeanschluss ist grundsätzlich nach Abschnitt 6.2 der DIN EN 1992-1-1 wie bei Ortbetonkonstruktionen nachzuweisen. Zu beachten ist jedoch, dass der Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft gemäß DBV-Merkblatt im Bereich der Rückbiegestelle zu begrenzen ist.

$$V_{Ed} \leq 0,3 \cdot V_{Rd,max}$$

Schubkraftübertragung in der Anschlussfuge

Wird eine Schubkraft in der Fuge übertragen, so ist dieser Bereich nach DIN EN 1992-1-1, Abs. 6.2.5 (Schubkraftübertragung in Fugen) zu bemessen. Die Rückbiegebewehrung bildet die Verbundbewehrung der Fuge.

Die Traganteile der Verbundfuge werden aus den Betontraganteilen infolge Reibung und Adhäsion sowie den Tragmechanismen der Verbundbewehrung gebildet.

Die entsprechenden Rauigkeitsbeiwerte zur Berücksichtigung der Verwahrkästen sind im Modul hinterlegt.

Neben der Schubkraftübertragung im Bereich des Verwahrkastens kann zusätzlich der Fugenbereich berücksichtigt werden, wenn dieser eine Rauigkeit von „rau“ oder „verzahnt“ aufweist.

Nachweis der Verankerung

Die Bewehrung des Rückbiegeanschlusses ist im Betonbauteil zu verankern und im Anschlussbauteil mit der vorhandenen Bewehrung zu übergreifen.

Die Ermittlung der erforderlichen Verankerungslängen bzw. Übergreifungslängen erfolgt gemäß DIN EN 1992-1-1, Abs. 8.4. Zu beachten ist, dass gemäß DIN EN 1992-1-1 und DBV-Merkblatt die Bewehrung bei Rückbiegeanschlüssen nur zu 80% ausgenutzt werden darf.

Grundwert der Verankerungslänge

$$l_{b,rqd} = (\phi/4) * (\sigma_{sd}/f_{bd})$$

mit Stahlspannung

$$\sigma_{sd} = f_{yd} = \frac{f_{yk} * 0,8}{\gamma_s}$$

Nachweise (GZT) im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1

Querkraft	Ek	ved,z [kN/m]	z [cm]	θ [°]	0.3 vRd,max [kN/m]	vRd,c [kN/m]	η
	2	44.06	13.9	45.0	176.72	68.18	0.65

Querkraftbewehrung ist nicht erforderlich.

Verbundfuge	Fuge	Fugenrauigkeit	c [-]	μ [-]	v [-]
	quer zur Fuge	verzahnt	0.5	0.9	0.7
	längs zur Fuge	rau	0.4	0.7	0.5

Breite Verbundfuge b = 20.0 cm
Breite Profile b = 15.0 cm
Breite Fugenbereich b = 0.0 cm

	Ek	vEdi [kN/m]	vRd,i,ad [kN/m]	vRd,i,r [kN/m]	vRd,i,a [kN/m]	vRd,i,m [kN/m]	vRd,i [kN/m]	η
z-Richtung	2	44.06	63.75	-	183.92	595.00	247.67	0.18
y-Richtung		26.25	51.00	-	170.30	425.00	221.30	0.12

Verankerung

Verankerung der Rückbiegebewehrung in Wand

Lage	Art	Verbund	α1	α2	l _{b,rqd} [cm]	l _{bd} [cm]	l _{bd,vorh} [cm]	η
-	Schlaufe	gut	0.7	1.0	15.1	7.1	27.0	0.26

Übergreifung

Übergreifung der Rückbiegebewehrung in Decke

Lage	Art	Verbund	α1	α2	l _{b,reqd} [cm]	l _{o,erf} [cm]	l _o [cm]	η
oben	gerade	gut	1.0	1.0	30.3	30.3	45.0	0.67
unten	gerade	gut	1.0	1.0	30.3	30.3	45.0	0.67

Bild 11. Ausgabe „Nachweise“

Ausgabe

Es wird eine vollständige, übersichtliche und prüffähige Ausgabe der Bemessung zur Verfügung gestellt. Der Ausgabeumfang kann in gewohnter Weise gesteuert werden.

Der Anwender erhält eine vollständige und übersichtliche Dokumentation aller, für den Nachweis eines Rückbiegeanschlusses, erforderlichen Nachweise.

Eine wirtschaftliche Wahl eines für den Anwendungsfall passenden Verwahrkastens kann somit herstellerübergreifend erfolgen.

Dipl.-Ing. David Hübel
mb AEC Software GmbH
mb-news@mbaec.de

Literatur

- [1] DIN EN 1991-1: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010.
- [2] DBV-Merkblatt: „Rückbiegen von Betonstahl und Anforderungen an Verwahrkästen nach Eurocode 2“; Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Berlin 2011.

Preise und Angebote

S717.de Stahlbeton-Rückbiegeanschluss – EC 2, DIN EN 1992-1-1 **390,- EUR**
Leistungsbeschreibung siehe nebenstehenden Fachartikel

BauStatik 5er-Paket **990,- EUR**
bestehend aus 5 BauStatik-Modulen deutscher Norm nach Wahl*

BauStatik 10er-Paket **1.690,- EUR**
bestehend aus 10 BauStatik-Modulen deutscher Norm nach Wahl*

* ausgenommen S012, S018, S030, S928, S141.de, S261.de, S410.de, S411.de, S414.de, S630.de, S853.de

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten und MwSt. – Hardlock für Einzelplatzlizenz je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgelizenz-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. – Stand: März 2019

Unterstützte Betriebssysteme: Windows 7 (64) / Windows 8 (64) / Windows 10 (64)