

PROF. FEIX INGENIEURE GMBH

Beratende Ingenieure für das Bauwesen
VBI, BYIK Bau
Beratung | Planung | Gutachten | Prüfung

Prof. Feix Ingenieure GmbH
Nymphenburger Str. 5
80 335 München
Tel: +49 89 55 89 22 - 600
Fax: +49 89 55 89 22 - 700
eMail: office@feix-ingenieure.de
Web: www.feix-ingenieure.de

Geschäftsführende Gesellschafter:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Feix
Dr.-Ing. Ralf Schneider
Prof. Cordula Cherubim
HRB 189 728 Amtsgericht München

GUTACHTEN

**zur Anwendung der DIBt-Zulassung Z-15.1-345
hinsichtlich Planung, Bemessung und Ausführung
einer nachträglichen Durchstanzverstärkung mit Betonschrauben
in Österreich**

1. Ausgangslage

Am 28. Oktober 2019 wurde die Zulassung Z-15.1-345 [7] für die Anwendung der Würth Verbundankerschrauben RELAST als nachträgliche Durchstanzverstärkung in Stahl- und Spannbetonbauteilen erteilt.

Wie die Arbeiten [1] – [5] zeigen ging dieser Zulassung eine intensive Forschung an der Universität Innsbruck voran. So wurde in umfangreichen Versuchsreihen der Nachweis der Eignung von Betonschrauben als nachträgliche Durchstanzverstärkung erbracht. In den Versuchen wurden verschiedenste Parameter wie etwa die geometrische Anordnung der Schrauben, der Schraubendurchmesser und die Installationstiefe untersucht. Anhand der durchgeführten Versuche war es anschließend möglich, ein Bemessungsmodell auf Basis der aktuellen Normung für Stahlbeton in Europa, des Eurocode 2 (vgl. [8]) abzuleiten. Da diese Normungsserie jedoch über die Nationalen Anwendungsdokumente in gewissen Grenzen nationale Festlegungen zulässt, können sich für jedes Land leichte Unterschiede in der Bemessung der Tragwerke ergeben.

Der Bemessungsansatz der Zulassung Z-15.1-345 für die nachträgliche Durchstanzverstärkung mit Würth Verbundankerschrauben RELAST berücksichtigt die in Deutschland gültigen Festlegungen zur Durchstanzbemessung gemäß [10]. Diese nationalen Festlegungen weichen in einigen Punkten von den österreichischen Regelungen zur Durchstanzbemessung gemäß [9] ab. Diese Unterschiede sind jedoch unabhängig von der Art der verwendeten Durchstanzbewehrung.

Im Folgenden soll auf Unterschiede hinsichtlich der Nachweisführung eines ausreichenden Durchstanzwiderstandes nach EC2 unter Berücksichtigung der nationalen Anwendungsdokumente für Österreich und Deutschland eingegangen werden, wobei zunächst das Nachweisverfahren nach EC2 erläutert wird.

2. Nachweisverfahren nach EC2

Prinzipiell basiert das Nachweisverfahren gegen Durchstanzversagen gemäß EC2 auf dem Vergleich des Bemessungswertes der einwirkenden Schubspannung V_{Ed} mit dem Bemessungswert der widerstehenden Schubspannung V_{Rd} am betrachteten Rundschnitt.

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

1

Die einwirkende Schubspannung und der Durchstanzwiderstand wird am kritischen Rundschnittes u_1 , im Abstand $2d$ vom Stützenrand, berechnet. Hier wird zunächst untersucht, ob der Durchstanzwiderstand ohne Durchstanzbewehrung $V_{Rd,c}$ ausreicht die einwirkende Schubspannung V_{Ed} aufzunehmen. Ist dies der Fall, kann auf eine Durchstanzbewehrung verzichtet werden. Im anderen Fall muss der Durchstanzwiderstand durch eine Durchstanzbewehrung angehoben werden ($V_{Ed} \leq V_{Rd,cs}$).

Die mögliche Steigerung des Durchstanzwiderstandes durch eine Durchstanzbewehrung ist jedoch nach oben hin begrenzt. Aus diesem Grund wird eine zum Durchstanzwiderstand ohne Durchstanzbewehrung ($V_{Rd,c}$)

proportionale obere Schranke für den maximal erreichbaren Durchstanzwiderstand ($k_{max} \cdot v_{Rd,c}$) definiert.

Um die erforderliche radiale Ausdehnung des durchstanzbewehrten Bereiches festzustellen, muss jener Rundschnitt u_{out} gefunden werden, an dem der Schubwiderstand ohne Durchstanzbewehrung ($v_{Rd,c}$) ausreicht die einwirkende Schubspannung aufzunehmen. Die Durchstanzbewehrung ist mindestens bis $1,5 d$ zu diesem Rundschnitt heranzuführen.

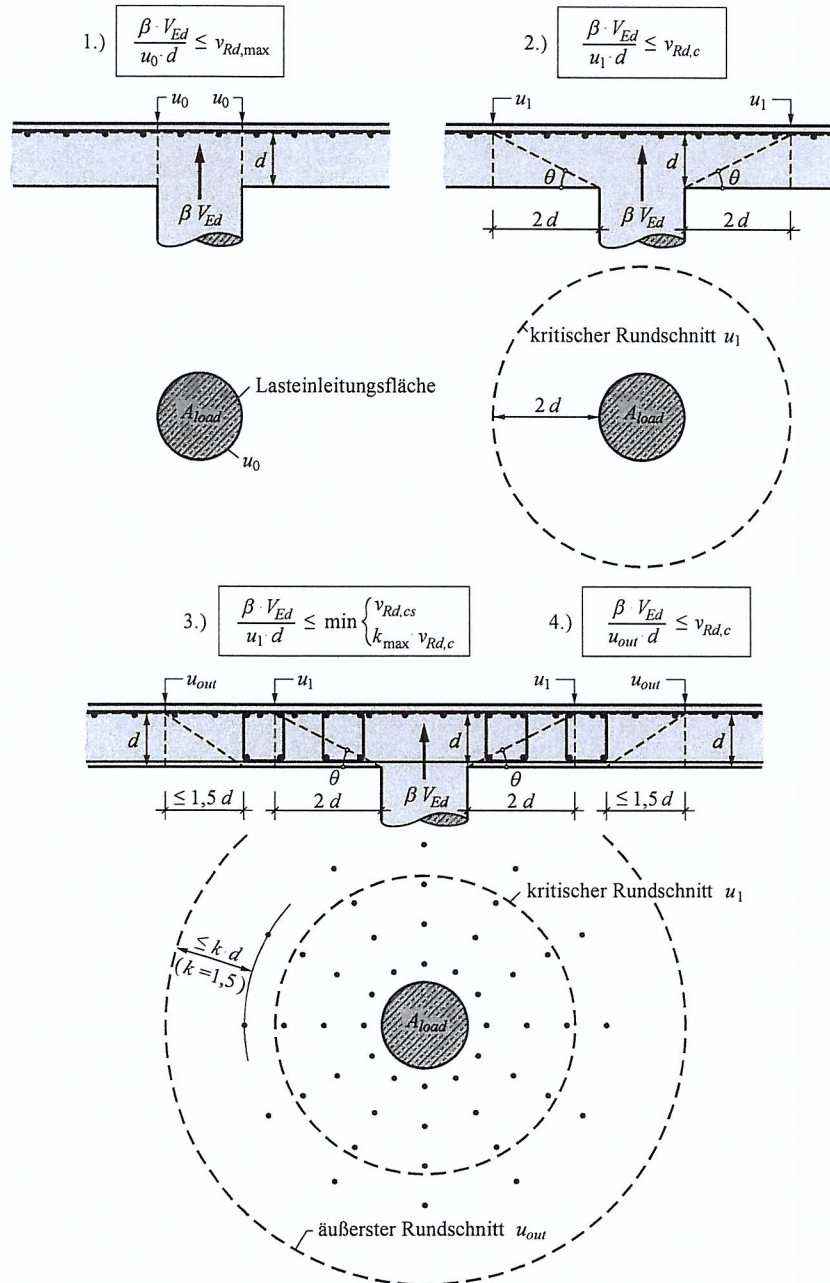


Abbildung 2.1: Durchführung des Durchstanznachweises nach EC2

Bei kleinen Verhältnissen von u_0/d kann es zu einer Überbeanspruchung der Betondruckstrebe am Stützenrand kommen. Daher ist ein zusätzlicher Nachweis am Rand der Lasteinleitungsfläche notwendig ($v_{Ed} \leq v_{Rd,max}$).

Für die Durchführung des gesamten Durchstanznachweises ist es günstig sich bei der Nachweisführung vom Rand der Lasteinleitungsfläche nach außen vorzuarbeiten. Der Bemessungsablauf lässt sich dann in maximal 4 erforderliche Bemessungsschritte unterteilen, wobei die ersten beiden Schritte immer und die letzten beiden Schritte nur bei benötigter Durchstanzbewehrung durchzuführen sind.

1.) Nachweis entlang des Rundschnittes u_0 am Rand der Lasteinleitungsfläche:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max} \quad \text{mit:} \quad v_{Ed} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_0 \cdot d} \quad 2$$

Darin bedeutet:

- β Lasterhöhungsfaktor zur Berücksichtigung einer exzentrischen Lasteinleitung (siehe Abschnitt 2.1);
- V_{Ed} Bemessungswert der einwirkenden Durchstanzkraft;
- $V_{Rd,max}$ Bemessungswert des maximalen Durchstanzwiderstandes je Flächeneinheit (siehe Gleichung 6).

2.) Nachweis entlang des kritischen Rundschnittes u_1 ohne Durchstanzbewehrung:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} \quad \text{mit:} \quad v_{Ed} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_1 \cdot d} \quad 3$$

Darin bedeutet:

- $V_{Rd,c}$ Bemessungswert des Durchstanzwiderstandes je Flächeneinheit ohne Durchstanzbewehrung nach Gleichung 7.

Lässt sich dieser Nachweis nicht erfüllen, ist eine Durchstanzbewehrung erforderlich und es sind zusätzlich die Bemessungsschritte 3.) und 4.) durchzuführen.

3.) Nachweis entlang des kritischen Rundschnittes u_1 mit Durchstanzbewehrung:

$$V_{Ed} \leq \min \left\{ \begin{array}{l} V_{Rd,cs} \\ k_{max} \cdot V_{Rd,c} \end{array} \right. \quad \text{mit:} \quad v_{Ed} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_1 \cdot d} \quad 4$$

Hier ist:

- $V_{Rd,cs}$ Bemessungswert des Durchstanzwiderstandes je Flächeneinheit mit Durchstanzbewehrung (siehe Abschnitt 2.4 sowie Gleichung (5) in der Zulassung Z-15.1-345);
- k_{max} Faktor zur Berechnung des maximalen Durchstanzwiderstandes in Abhängigkeit der verwendeten Durchstanzbewehrung (laut Zulassung Z-15.1-345 gilt für die Würth RELAST Durchstanzverstärkung $k_{max}=1,4$).

4.) Nachweis entlang des Rundschnittes u_{out} ab dem rechnerisch keine Durchstanzbewehrung mehr erforderlich ist:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} \quad \text{mit:} \quad v_{Ed} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_{out} \cdot d} \quad 5$$

Mit zunehmenden Abstand vom kritischen Rundschnitt u_1 nimmt die Schubbeanspruchung v_{Ed} ab. Der Rundschnitt u_{out} ist der erste Rundschnitt an dem die Schubbeanspruchung v_{Ed} gleich dem Durchstanzwiderstand ohne Durchstanzbewehrung $V_{Rd,c}$ ist. Die aus 3.) berechnete

Durchstanzbewehrung ist mindestens bis zum Abstand $1,5 d$ an u_{out} heranzuführen.

2.1. Lasterhöhungsbeiwert β

Nur wenn die Durchstanzkraft V_{Ed} zentrisch im Schwerpunkt des betrachteten Rundschnittes angreift, kommt es zu einer konstanten Verteilung der Schubspannungen entlang des Rundschnittes. Im Allgemeinen werden jedoch auch Momente zwischen Stütze und Platte übertragen, so dass sich die Schubspannungen ungleichmäßig verteilen. Die Erhöhung der Schubspannungen durch eine Momentenbeanspruchung wird durch den Lasterhöhungsbeiwert β berücksichtigt. Für die Ermittlung von β bietet EN 1992-1-1 drei verschiedene Verfahren an:

- konstante Lasterhöhungsbeiwerte bei ausgesteiften Systemen (1,15 bei Innenstützen, 1,4 bei Randstützen und 1,5 bei Eckstützen);
- Ausführliche Berechnung des Lasterhöhungsbeiwertes nach Gleichung (6.39) in EN 1992-1-1 [8];
- Vereinfachter Ansatz mit verkürzten Rundschnitten bei Rand- und Eckstützen.

2.2. Maximaler Durchstanzwiderstand am Stützenrand

Je kleiner sich der Umfang der Lasteinleitungsfläche u_0 zur statischen Nutzhöhe d verhält, desto größer sind die Schubspannungen direkt am Stützenrand im Vergleich zu den Schubspannungen entlang des kritischen Rundschnittes u_1 . So könnte es bei stark konzentrierten Lasteinleitungen und damit kleinen u_0/d -Verhältnissen, zu einem Durchstanzversagen kommen, auch wenn sich der Durchstanznachweis entlang des kritischen Rundschnittes erfüllen lässt.

Verantwortlich für ein Durchstanzversagen direkt am Stützenanschnitt wird in EN 1992-1-1 eine Überbeanspruchung der auflagernahen Betondruckstrebe gemacht. Daher wird der maximale Durchstanzwiderstand, analog zur maximal aufnehmbaren Querkraft von liniengelagerten Bauteilen ohne Querkraftbewehrung, mit folgender Beziehung bestimmt:

$$V_{Rd,max} = 0,4 \cdot \nu \cdot f_{cd} \quad \text{mit:} \quad \nu = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \quad 6$$

2.3. Durchstanzwiderstand ohne Durchstanzbewehrung

Der Durchstanzwiderstand einer Platte ohne Durchstanzbewehrung lässt sich für den kritischen Rundschnitt u_1 entsprechend EN 1992-1-1 mit folgender Gleichung berechnen:

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ \begin{array}{l} C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \\ V_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \end{array} \right. \quad 7$$

Hier ist:

f_{ck} charakteristischer Wert der Zylinderdruckfestigkeit in $[N/mm^2]$;
 k Beiwert für die Bauteilhöhe (Maßstabsfaktor)

	$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0$ mit d in [mm];	8
ρ_l	mittlere Längsbewehrungsgrad $\rho_l = \sqrt{\rho_{ly} \cdot \rho_{lz}} \leq 0,02$;	9
ρ_{ly}, ρ_{lz}	der im Bereich der Stützenbreite sowie zuzüglich einer Breite von $3d$ je Seite vorhandene mittlere Bewehrungsgrad der verankerten Biegezugbewehrung in y -Richtung bzw. in z -Richtung der Platte;	
σ_{cp}	Bemessungswert der mittleren Normalspannung im Beton innerhalb des kritischen Rundschnittes (als Druckspannung positiv definiert) $\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{cy} + \sigma_{cz}}{2}$ mit: $\sigma_{cy} = \frac{N_{Ed,y}}{A_{c,y}}$ und $\sigma_{cz} = \frac{N_{Ed,z}}{A_{c,z}}$	10
$C_{Rd,c}$	Kalibrierfaktor $C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_C}$;	11
k_1	Beiwert zur Anrechnung der Normalspannungen, $k_1 = 0,1$	12
V_{min}	Mindestwert der Querkrafttragfähigkeit, $V_{min} = 0,035 \cdot \sqrt{k^3 \cdot f_{ck}}$	13

PROF. FEIX INGENIEURE GMBH

Beratende Ingenieure für das Bauwesen
VBI, BYIK Bau
Beratung | Planung | Gutachten | Prüfung

2.4. Durchstanzwiderstand mit Durchstanzbewehrung

Durch die Anordnung einer Durchstanzbewehrung kann der Durchstanzwiderstand im Bezug zu $V_{Rd,c}$ weiter gesteigert werden, jedoch nicht über den maximalen Durchstanzwiderstand $k_{max} \cdot V_{Rd,c}$ hinaus.

Die zu erfüllende Ungleichung 4 wird in der Zulassung Z-15.1-345 [7] unverändert übernommen. Angepasst werden jedoch die Größe des ansetzbaren Durchstanzwiderstandes ohne Durchstanzbewehrung $V_{Rd,cs}$ und der Faktor zur Begrenzung der Maximaltragfähigkeit k_{max} . Beide Größen können unabhängig von den herangezogenen nationalen Anwendungsdokumenten der Zulassung Z-15.1-345 entnommen werden.

3. Unterschiede zwischen den nationalen Anwendungsregeln in Österreich und Deutschland

3.1. Abgrenzung Durchstanz- und Querkraftbeanspruchung

Gemäß EN 1992-1-1 [8] kann Durchstanzen infolge konzentrierter Lasten oder Auflagerreaktionen eintreten, die auf eine relativ kleine Fläche wirken. Ein Kriterium zur Abgrenzung zwischen Durchstanz- und Querkraftbeanspruchung wird nicht angegeben.

Laut ÖNORM B 1992-1-1 [9] liegt eine konzentrierte Last dann vor, wenn die Lasteinleitungsfläche folgenden Bedingungen genügt:

- Kreis: Durchmesser $\leq 3,5d$
- Rechteck: Umfang $\leq 11d$; Verhältnis Länge/Breite ≤ 2 .

Erfüllt die belastete Fläche diese Bedingung nicht, wird für den Durchstanznachweis nur ein Teil des kritischen Rundschnittes (maßgebender Umfang) berücksichtigt (z.B. bei rechteckiger Aufstandsfläche nur die ecknahen Bereiche, gemäß Abbildung 3.1). Für den Querkraftwiderstand der übrigen Teile gilt EN 1992-1-1, Abschnitt 6.2, wobei dann der Gesamtwiderstand größer als der Bemessungswert der aufzunehmenden Einwirkung sein muss.

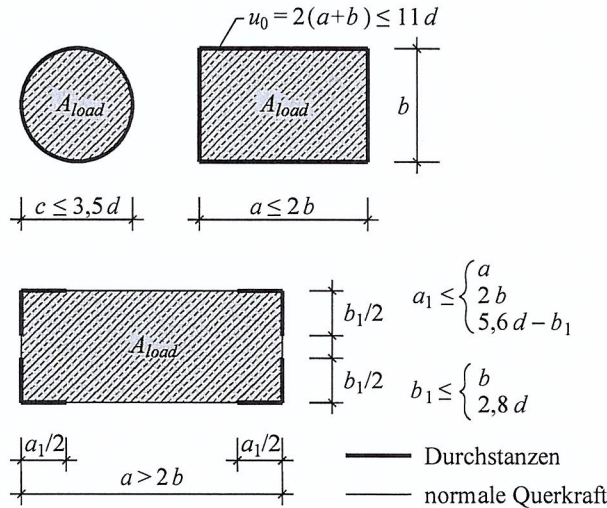


Abbildung 3.1: Abgrenzung Durchstanzversagen zu Querkraftversagen nach ÖNORM B 1992-1-1

Gemäß DIN EN 1992-1-1/NA [10] wird der Grenzwert für u_0/d von $11d$ auf $12d$ angehoben, um für die Teilrundschnitte ganzzahlige Vielfache der statischen Nutzhöhe d zu erhalten (siehe [6]).

Eine tiefere physikalische oder sicherheitstheoretische Begründung liegt diesem Unterschied nicht zu Grunde. Daher ist es möglich die Regelungen von ÖNORM B 1992-1-1 hinsichtlich der Abgrenzung zwischen Durchstanz- und Querkraftbeanspruchung bei Anwendung der Würth RELAST Durchstanzverstärkung in Österreich zu übernehmen.

3.2. Nachweis des Maximalen Durchstanzwiderstandes am Stützenrand

Gemäß EN 1992-1-1 ist im ersten Bemessungsschritt nachzuweisen, dass die einwirkende Schubspannung am Stützenrand den maximalen Durchstanzwiderstand $V_{Rd,max}$ nicht überschreitet (siehe Schritt 1. in Abbildung 2.1).

Da $V_{Rd,max}$ nach Gleichung 6 nur von der Betonfestigkeit abhängt, wird dieser Nachweis entweder bei niedrigen Betonfestigkeiten oder in Relation zur statischen Nutzhöhe kleinen Lasteinleitungsflächen maßgebend. So ist diese Beschränkung des ansetzbaren Durchstanzwiderstandes gemäß ÖNORM B 1992-1-1 nur für u_0/d Verhältnisse kleiner als 4 vorzunehmen.

Laut DIN EN 1992-1-1/NA und somit auch laut Zulassung Z-15.1-345 wird auf diesen ersten Nachweisschritt verzichtet. An dessen Stelle tritt eine Reduktion des Vorfaktors $C_{Rd,c}$ in Gleichung 7 bei Innenstützen von

Flachdecken mit einem u_0/d Verhältnis kleiner als 4. Die Gleichung 11 wird hier durch Gleichung 14 ersetzt:

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} \cdot \left(0,1 \cdot \frac{u_0}{d} + 0,6 \right) \geq \frac{0,15}{\gamma_c} \quad 14$$

Wie sich diese unterschiedlichen Regelungen auf den berechneten Durchstanzwiderstand auswirken, zeigt für ein ausgewähltes Beispiel Abbildung 3.2. Die Anwendung von Gleichung 14 führt zu einem weniger abrupten Abfall des ansetzbaren Durchstanzwiderstandes bei kleinen Lasteinleitungsflächen.

Da diese nationalen Unterschiede jedoch unabhängig von der gewählten Durchstanzbewehrung bzw. dem gewählten Durchstanzverstärkungssystem bestehen, wird empfohlen für die Anwendung der Würth RELAST Durchstanzverstärkung in Österreich die nationale Regelung laut ÖNORM B 1992-1-1 beizubehalten.

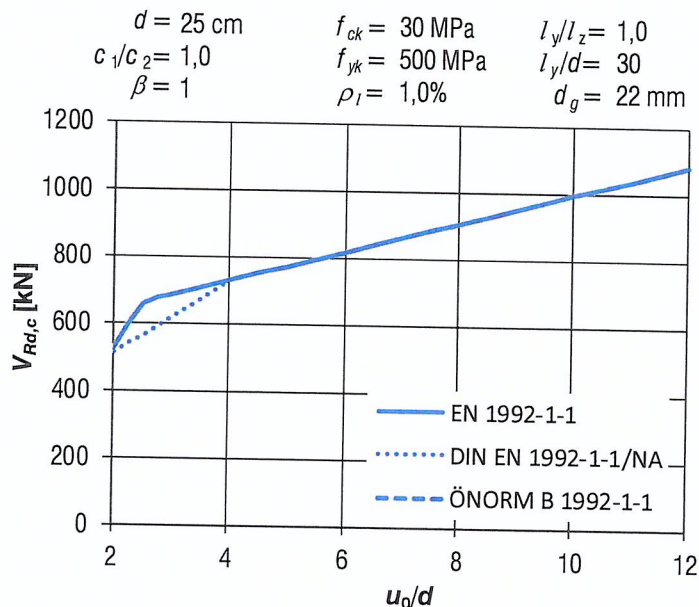


Abbildung 3.2: Auswirkung von Gleichung 14 auf $V_{Rd,c}$ für festgelegte Randbedingungen

3.3. Lasterhöhungsbeiwert β

Sowohl nach ÖNORM B 1992-1-1 als auch nach DIN EN 1992-1-1/NA darf β nicht mit dem vereinfachten Verfahren mit reduzierten Rundschnitten bestimmt werden.

Im Allgemeinen sollte β daher nach dem genauen Verfahren nach Gleichung (6.39) von EN 1992-1-1 berechnet werden.

Bei Tragwerken, deren Stabilität gegen seitliches Ausweichen von der Rahmenwirkung zwischen Platten und Stützen unabhängig ist und bei denen sich die Spannweiten der angrenzenden Felder um nicht mehr als 25 % unterscheiden, dürfen auch konstante Näherungswerte für β verwendet werden. Mit Ausnahme von Innenstützen werden diese Näherungswerte von ÖNORM B 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA gleich

definiert. Für Innenstützen wird in Österreich β mit 1,15 und in Deutschland mit 1,10 festgelegt.

Auch hier kann wiederum die Regelung laut ÖNORM B 1992-1-1 für die Anwendung der Würth RELAST Durchstanzverstärkung in Österreich beibehalten werden.

3.4. Zusätzliche Beschränkung des anrechenbaren Biegebewehrungsgrades

Für die Berechnung des Durchstanzwiderstandes $v_{Rd,c}$ wird der Biegebewehrungsgrad ρ_l laut EN 1992-1-1 mit 0,02 begrenzt.

Um zu starke Bewehrungskonzentrationen im Durchstanzbereich und ein sehr sprödes Durchstanzversagen zu vermeiden, wird gemäß ÖNORM B 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA eine zusätzliche Begrenzung des anrechenbaren Biegebewehrungsgrades eingeführt. Laut ÖNORM B 1992-1-1 beträgt dieser Grenzwert $0,4 f_{cd}/f_{yd}$ und laut DIN EN 1992-1-1/NA $0,5 f_{cd}/f_{yd}$. Die Regelungen sind damit sehr ähnlich, wobei die österreichische Regelung etwas restriktiver ist.

3.5. Mindestbiegebewehrung

Damit der berechnete Durchstanzwiderstand erreicht werden kann und es nicht vorher zu einem Biegeversagen der Platte kommt, muss die Platte einen Mindestbiegewiderstand aufweisen. Dieser Mindestbiegewiderstand wird mit Hilfe der Fließlinientheorie abgeschätzt und in ÖNORM B 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA definiert. Dabei gibt es hinsichtlich der genauen Regelung zur Erfüllung dieses Biegemindestwiderstandes zwischen den nationalen Anwendungsdokumenten leichte Unterschiede. So werden im NAD Deutschland nur die Biegemindestmomente angegeben, welche von der Platte in den Durchstanzbereichen aufgenommen werden müssen, während in Österreich über die Abschätzung des inneren Hebelarms mit $z=0,9 d$ direkt die erforderliche Mindestquerschnittsfläche der Biegebewehrung angegeben wird. Insofern werden beide Regelungen als gleichwertig eingestuft und für die Anwendung der Würth RELAST Durchstanzverstärkung in Österreich kann die Regelung gemäß ÖNORM B 1992-1-1 direkt übernommen werden.

3.6. Mindestwert des Durchstanzwiderstandes

Für den Durchstanzwiderstand ohne Durchstanzbewehrung wird in EN 1992-1-1 und ÖNORM B 1992-1-1 ein Mindestwert v_{min} nach Gleichung 13 definiert.

Dieser Ansatz wird in Deutschland für statische Nutzhöhen über 600 mm als nicht sicher genug eingestuft. Daher wird der in EN 1992-1-1 empfohlene Ansatz für die Mindestquerkrafttragfähigkeit von Bauteilen mit statischen Nutzhöhen bis 600 mm im nationalen Anwendungsdokument für Deutschland übernommen und für Bauteile mit statischen Nutzhöhen über 800 mm um ca. 30 % reduziert [6]. Für $600 \text{ mm} < d \leq 800 \text{ mm}$ darf linear interpoliert werden.

Auch diese Regelung ist unabhängig von der gewählten Durchstanzbewehrung bzw. dem gewählten Durchstanzverstärkungssystem. Insofern

wird für eine Anwendung der Würth RELAST Durchstanzverstärkung in Österreich wieder empfohlen die österreichische Regelung beizubehalten.

PROF. FEIX INGENIEURE GMBH

Beratende Ingenieure für das Bauwesen
VBI, BYIK Bau
Beratung | Planung | Gutachten | Prüfung

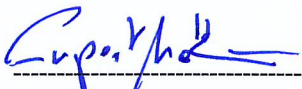
3.7. Durchstanzwiderstand außerhalb des durchstanzbewehrten Bereichs

Abweichend zu EN 1992-1-1 wird in der Zulassung Z-15.1-345 der Durchstanzwiderstand außerhalb des durchstanzbewehrten Bereichs (siehe Nachweisschritt 4 in Abbildung 2.1) mit $V_{Rd,c,out}$ bezeichnet. Dieser Wert entspricht dem Querkraftwiderstand liniengelagerter Bauteile ohne Querkraftbewehrung und darf laut Zulassung den nationalen Anhängen entnommen werden. Für die Berechnung des Querkraftwiderstandes ohne Querkraftbewehrung wird gemäß NAD Deutschland der Vorfaktor $C_{Rd,c}$ mit $0,15/\gamma_C$ und in Österreich mit $0,18/\gamma_C$ definiert, wodurch sich die erforderliche radiale Ausdehnung des durchstanzbewehrten Bereichs in Österreich gegenüber Deutschland reduziert.


4. Zusammenfassung

Für die DIBT-Zulassung Z-15.1-345 von Würth Verbundankerschrauben RELAST als nachträgliche Durchstanzbewehrung wird das aktuelle Bemessungskonzept des Eurocode 2 verwendet. Dieses Modell wird sowohl im österreichischen Anwendungsdokument, als auch im deutschen Anwendungsdokument verwendet. Im Detail ergeben sich jedoch geringfügige Unterschiede, die jedoch unabhängig von der Wahl der Durchstanzbewehrung bzw. dem gewählten Durchstanzverstärkungssystem bestehen. Für die Anwendung der Würth Verbundankerschrauben RELAST als Durchstanzverstärkung in Österreich wird daher empfohlen die Regelungen von ÖNORM B 1992-1-1 beizubehalten. Dies betrifft die Berechnung des Durchstanzwiderstandes ohne Durchstanzbewehrung $V_{Rd,c}$, welcher für die Berechnung des Durchstanzwiderstandes mit Verbundankerschrauben nach Gleichung (5) der Zulassung Z-15.1-345 benötigt wird, als auch die geringfügigen Abweichungen hinsichtlich der Definition eines Mindestbiegewiderstandes der Platte im durchstanzgefährdeten Bereich und des Lasterhöhungsbeiwertes β .

München, am 08.01.2020



Dr. techn. Rupert Walkner



Univ.-Prof. Dr.-Ing Jürgen Feix

Anlage:

- **Ergänzende und abweichende Regelungen für die Anwendung der DIBt-Zulassung Z-15.1-345 „Würth Verbundankerschraube RELAST in Durchmesser 16 mm und 22 mm zur Anwendung als nachträglich verankerte Durchstanzbewehrung“ in Österreich**

Literatur:

- [1] Feix, J.; Wörle, P.; Gerhard, A.: Ein neuer Ansatz zur Steigerung der Durchstanztragfähigkeit bestehender Stahlbetonbauteile. In: Bauingenieur 87 (2012), Heft 4, S. 149-155.
- [2] Walkner, R.; Spiegl, M.; Feix, J.: A New Method for Post Installed Punching Shear Reinforcement. In: Ospina, C. E.; Mitchell, D.; Muttoni, A. (Hrsg.): Shear of structural concrete slabs - Honoring Neil M. Hawkins: ACI-fib International Symposium held in Philadelphia on 25 October 2016, fib Bulletin 81, ACI SP-315, Fédération internationale du béton (fib) and American Concrete Institute (ACI), Lausanne, 2017, S. 337-351.
- [3] Walkner, R.; Spiegl, M.; Feix, J.: Innovative Durchstanzertüchtigung von Plattenbrücken mittels Betonschrauben. Ergebnisbericht zur Verkehrsinfrastrukturforschung (VIF 2014), Universität Innsbruck, Bundesministerium für Verkehr- Innovation und Technologie / ÖBB-Infrastruktur AG / ASFINAG, Wien, 2017.
- [4] Spiegl, M.; Walkner, R.; Axmann, H. et al.: Betonschrauben als Durchstanzertüchtigung für statisch und zyklisch belastete Platten. In: Bauingenieur 93 (2018), Heft 7/8, S. 274-285.
- [5] Feix, J.; Spiegl, M.; Walkner, R.: Technischer Bericht – Experimentelle Grundlagen und Entwicklung eines Bemessungsmodells für die Zulassung der nachträglichen Durchstanzverstärkung mit Betonschrauben, Jänner 2019. (unveröffentlicht)
- [6] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton: Erläuterungen zu DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2). In: Schriftenreihe des DAfStb, Heft 600, Beuth, Berlin, 2012.

Normen und Regelwerke:

- [7] Deutsches Institut für Bautechnik, Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung / Allgemeine Bauartgenehmigung Z-15.1-345; *Würth Verbundankerschraube RELAST in Durchmesser 16 mm und 22 mm zur Anwendung als nachträglich verankerte Durchstanzbewehrung*, Berlin, 28. Oktober 2019.
- [8] ÖNORM EN 1992-1-1, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau, 2015.
- [9] ÖNORM B 1992-1-1, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau, Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1992-1-1, 2018.
- [10] DIN EN 1992-1-1/NA, Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau, 2013.

PROF. FEIX INGENIEURE GMBH

Beratende Ingenieure für das Bauwesen
VBI, BYIK Bau
Beratung | Planung | Gutachten | Prüfung

Ergänzende und abweichende Regelungen für die Anwendung der DIBt-Zulassung Z-15.1-345 „Würth Verbundankerschraube RELAST in Durchmesser 16 mm und 22 mm als zur Anwendung als nachträglich verankerte Durchstanzbewehrung“ in Österreich

1. Änderung zu Abschnitt 3.2.2 der Zulassung

Anstelle der Mindestmomente gemäß DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.4.5 hat die Biegebewehrung die Mindestquerschnittswerte nach Gleichung (28) der ÖNORM B 1992-1-1:2018 zu erfüllen:

$$a_{s,\min} = \frac{V_{Ed}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} \cdot \frac{e}{b_{eff}} \quad 1$$

Mit e/b_{eff} aus Tabelle 14 der ÖNORM B 1992-1-1:2018.

Die Abgrenzung zwischen einer Durchstanz- und Querkraftbeanspruchung wird entsprechend ÖNORM B 1992-1-1:2018, Abschnitt 9.4.1, mit $u_0/d=11 d$ anstelle $12 d$ vorgenommen.

Der Näherungswert für den Lasterhöhungsbeiwert β hat bei Innenstützen ausgesteifter Systeme anstelle 1,10 mindestens 1,15 zu betragen.

Der Durchstanzwiderstand ohne Durchstanzbewehrung $V_{Rd,c}$ nach Gleichung (2) der Zulassung ist gemäß ÖNORM EN 1992-1-1:2015 und ÖNORM B 1992-1-1:2018 zu berechnen.

Für kleine Lasteinleitungsflächen mit $u_0/d < 4$ ist entsprechend ÖNORM B 1992-1-1:2018, Abschnitt 9.4.13, der maximale Durchstanzwiderstand angrenzend an die Stütze zu begrenzen auf:

$$\frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_0 \cdot d} \leq V_{Rd,\max} \quad \text{mit:} \quad V_{Rd,\max} = 0,4 \cdot \nu \cdot f_{cd} \quad \text{und} \quad \nu = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck} [\text{MPa}]}{250} \right) \quad 2$$