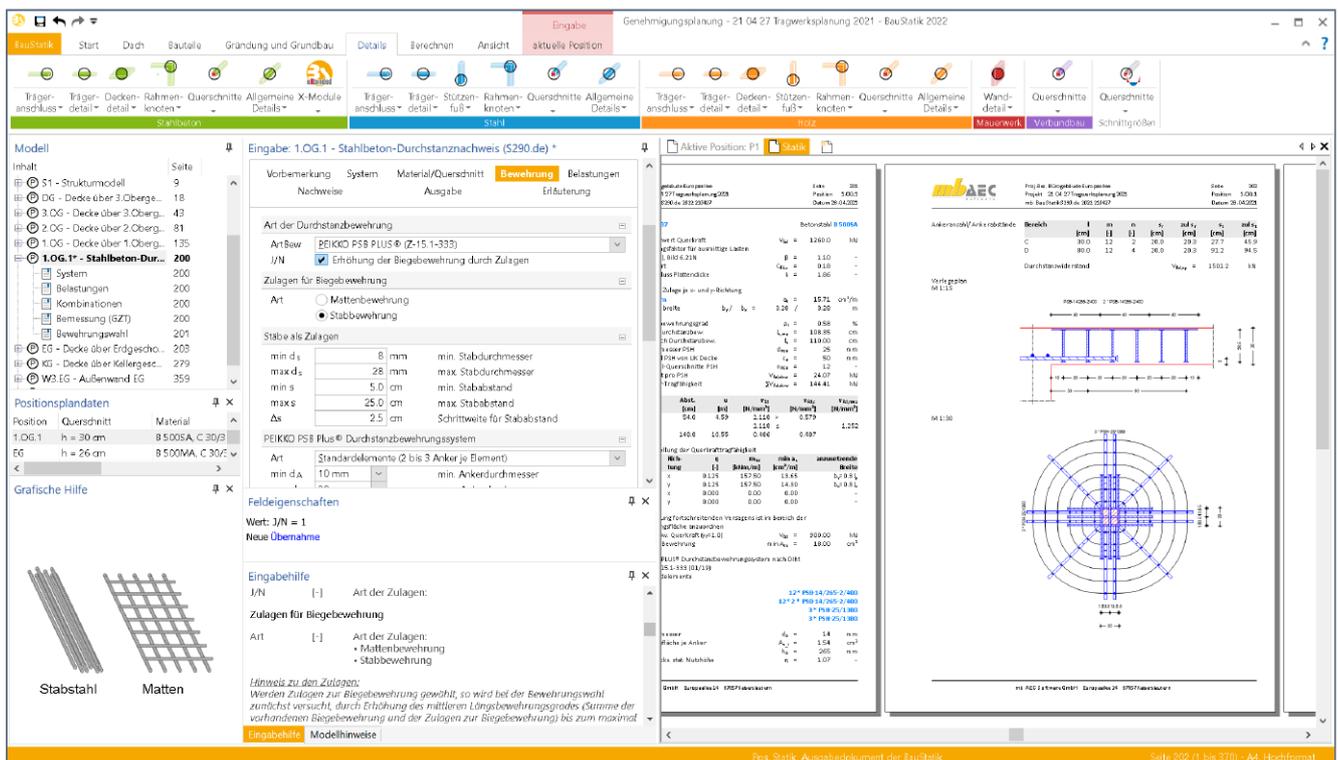


Dr. Thomas Sippel

PSB® und PSB PLUS® – Doppelkopfanker als Durchstanzbewehrung

Erweiterung des BauStatik-Moduls S290.de Stahlbeton-Durchstanznachweis

Die PSB® Durchstanzbewehrung wird insbesondere als vertikale Bewehrung eingesetzt, um die Tragfähigkeit im Stützenbereich hochbelasteter Flachdecken oder Fundamente aus Stahlbeton bzw. Spannbeton gegen Durchstanzversagen zu erhöhen. PSB PLUS® ist das Durchstanzbewehrungssystem der neuen Generation für noch höhere Anforderungen an die Durchstanztragfähigkeit. Mit der mb WorkSuite kann nun auch PSB® und PSB PLUS® Durchstanzbewehrung der Firma Peikko Deutschland GmbH bemessen und der Durchstanzwiderstand der bewehrten Betonelemente nachgewiesen werden.



Grundlagen der Durchstanzbemessung

Der Nachweis der aufnehmbaren Querkraft erfolgt längs festgelegter Rundschnitte. Für die Fläche in jedem Rundschnitt ist nachzuweisen, dass die einwirkende Spannung v_{Rd} den Widerstand v_{Rd} nicht überschreitet. Die maßgebende Einwirkung wird entlang des betrachteten Rundschnitts in eine Querkraft je Flächeneinheit (Schubspannung) umgerechnet. Wird bei hohen Beanspruchungen eine Durchstanzbewehrung erforderlich, muss zwischen drei Versagensarten (Bild 1) unterschieden werden:

- Die Maximaltragfähigkeit $v_{Rd,max}$ wird durch den mehraxialen Spannungszustand des Betons am Stützenanschnitt bestimmt.
- Innerhalb des durchstanzbewehrten Bereichs kann ein Versagen der Durchstanzbewehrung auftreten, der zugehörige Bemessungswiderstand ist $v_{Rd,s}$
- Die Querkrafttragfähigkeit $v_{Rd,c,out}$ ist außerhalb des durchstanzbewehrten Bereichs im äußeren Rundschnitt u_{out} nachzuweisen; dadurch wird der Bereich mit Durchstanzbewehrung begrenzt.

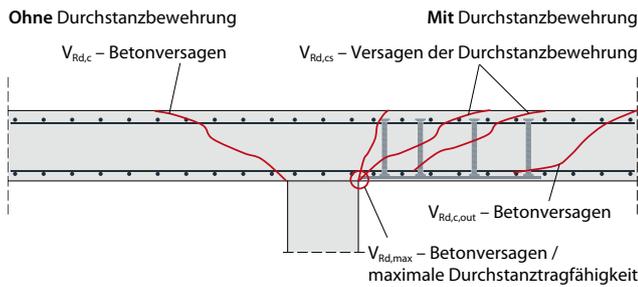


Bild 1. Versagensformen im Bereich ohne und mit Durchstanzbewehrung

Mit dem Ansatz nach EN 1992-1-1 lässt sich die günstige Wirkung der verformungsärmeren Verankerung von Doppelkopfankern gegenüber einer Bügelbewehrung nicht erfassen. Daher wird abweichend von EN 1992-1-1 die Maximaltragfähigkeit als Vielfaches der Tragfähigkeit ohne Durchstanzbewehrung $v_{Rd,c}$ in einem kritischen Rundschnitt im Abstand $2,0 d$ bestimmt. Der Vorfaktor in Gl. (1) ist produktabhängig und wird in entsprechenden Versuchen ermittelt. Er beträgt derzeit $k_{pu,sl} = 1,96$.

Zum Zeitpunkt der inhaltlichen Diskussion und der Erstellung des EOTA TR 060 lagen keine Durchstanzversuche an Einzel Fundamenten und Bodenplatten mit Doppelkopfankern vor. Daher wurde damals ein konservativer Wert $k_{pu,fo} = 1,5$ festgelegt. Ein höherer Wert kann durch entsprechende Versuche nachgewiesen werden. Mittlerweile wurde in der ETA [3] mit $k_{pu,fo} = 1,62$ ein höherer Wert als $k_{pu,fo} = 1,5$ ausgewiesen, dieser ist auf Plattendicken ≤ 1000 mm beschränkt.

Flachdecken	Fundamente
$V_{Rd,max} = k_{pu,sl} \cdot V_{Rd,c}$ (1)	$V_{Rd,max} = k_{pu,fo} \cdot V_{Rd,c}$ (2)
Peikko PSB®: $k_{pu,sl} = 1,96$	Peikko PSB®: $k_{pu,fo} = 1,62$

PSB® Durchstanzbewehrung

Doppelkopfanker sind Bewehrungselemente, die aus gerippten Betonstählen mit aufgestauchten Köpfen bestehen und zur Lagesicherung miteinander verbunden sind. Der Durchmesser der beiderseits aufgestauchten Köpfe entspricht mindestens dem 3fachen des Schaftdurchmessers. Die Standard-Elemente sind erhältlich als 2er- bzw. 3er-Systemelement oder als Komplett-Element mit mehreren Ankern, individuell an Ihre statischen Bedürfnisse angepasst. Sie werden bevorzugt für den Einbau von oben (d.h. nach Verlegen der Flächenbewehrung) verwendet.

Die Durchstanzbewehrung PSB PLUS® besteht aus vertikal angeordneten PSB® Ankern in Kombination mit horizontal angeordneten PSH Ankern. Beide Ankerarten werden aus Bewehrungsstäben B500B gefertigt und beidseitig mit einem aufgestauchtem Kopf versehen. Die PSB PLUS® Durchstanzbewehrung schließt die Lücke zwischen üblicher Durchstanzbewehrung mit Doppelkopfankern und deckengleichen Stützenkopfstärkungen bzw. Stahlpilzen. Die Kombination aus vertikal und horizontal angeordneten Doppelkopfankern erhöht einerseits signifikant die Tragfähigkeit, ist aber andererseits deutlich wirtschaftlicher und einfacher in der Montage als Stahlpilze.

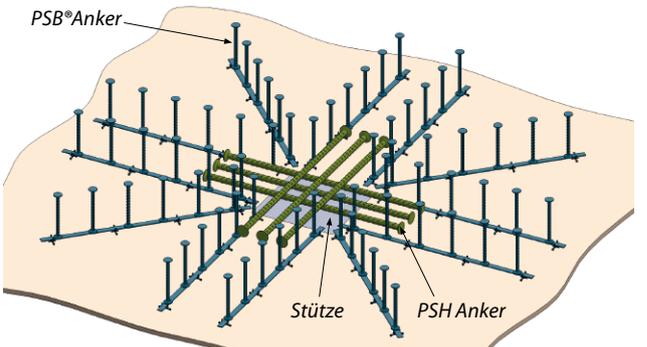


Bild 3. PSB PLUS® Durchstanzbewehrung

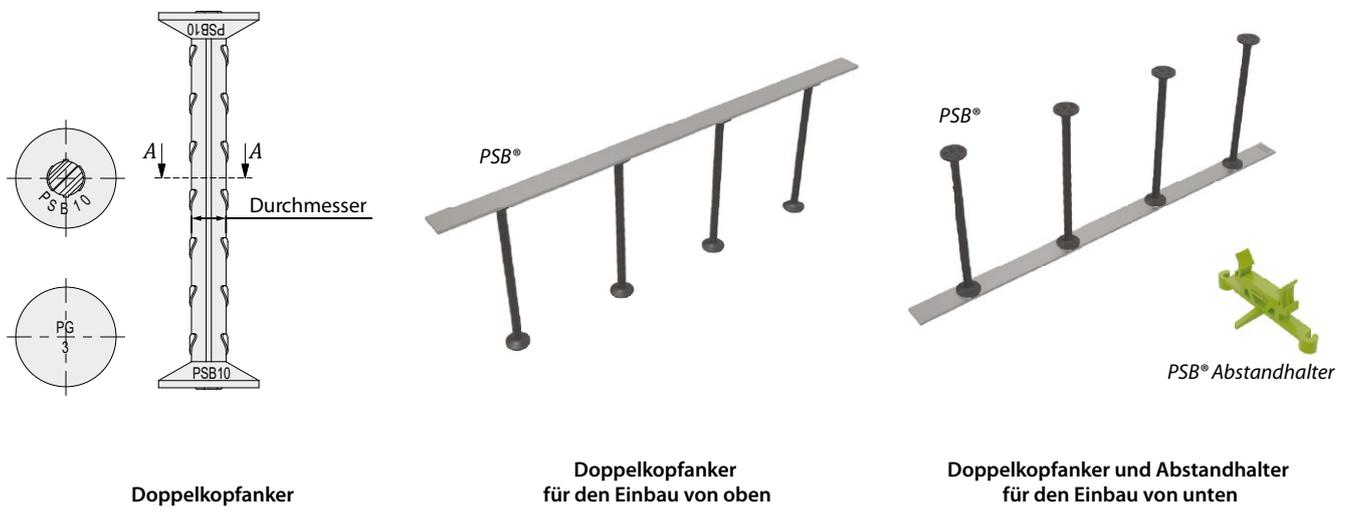


Bild 2. PSB PLUS® Durchstanzbewehrung

Die PSB PLUS® Durchstanzbewehrung kann in Flachdecken aus Normalbeton mit einer Festigkeitsklasse $\geq C30/37$ und mit einer statischen Nutzhöhe von $d = 200$ mm bis 500 mm eingesetzt werden [4]. PSH Anker sind in den Durchmessern $\varnothing_{PSH} = 25, 32$ bzw. 40 mm verfügbar. Sie werden in zwei Lagen oberhalb der Stütze angeordnet. Ihre Ausrichtung folgt der Richtung der Plattenbewehrung.

	Minimaler Abstand	Maximaler Abstand	Erläuterung
S_1	$0,5 \varnothing_{PSH}$	$0,2 d$	Achse PSH zur Außenkante Stütze
S_2	$4 \varnothing_{PSH}$	$0,5 d$	Achse PSH zu Achse PSH

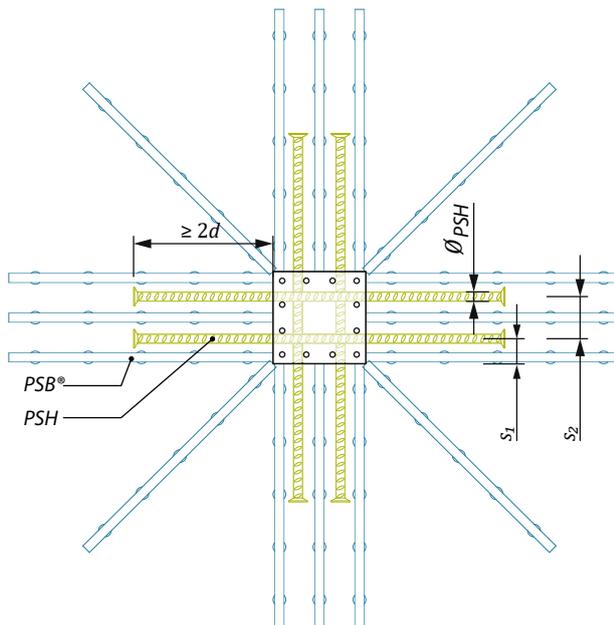


Bild 4. Anordnung der PSB PLUS®

Die maximale Tragfähigkeit einer Platte mit PSB PLUS® Durchstanzbewehrung ergibt sich aus der maximalen Tragfähigkeit der Platte mit normaler Durchstanzbewehrung PSB® zuzüglich des Querkraftwiderstandes der horizontalen PSH Anker.

$$V_{Rd,PLUS} = k_{pu,sl} \cdot V_{Rd,c} + \sum V_{Rd,dow} \quad (3)$$

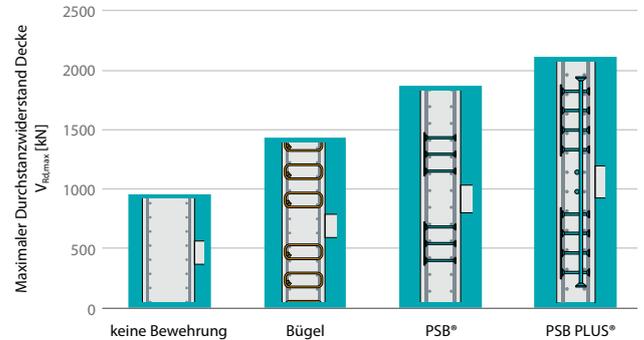
$$\sum V_{Rd,dow} = n_{PSH} \cdot \frac{V_{Rd,dow}}{2} \quad (4)$$

- $V_{Rd,PLUS}$ Maximale Durchstanztragfähigkeit der Platte mit PSB PLUS® Durchstanzbewehrung
- $V_{Rd,dow}$ Tragfähigkeit je Dübelquerschnitt nach Tabelle 2
- $k_{pu,sl}$ Beiwert entsprechend ETA-13/0151
- n_{PSH} Anzahl der Dübelquerschnitte PSH um die Stütze

Der Querkraftwiderstand einer mit Doppelkopfankern verstärkten Decke beträgt das etwa 2fache einer unbewehrten Decke unter sonst gleichen Bedingungen (Bild 5 a). Gegenüber üblichen Bügeln werden ca. $1,96/1,5 = 1,3$ Mal höhere Tragfähigkeiten erzielt. In manchen Fällen reicht der Durchstanzwiderstand einer Durchstanzbewehrung aus Doppelkopfankern nicht aus.

In Bild 5 b) ist die erforderliche Deckenstärke für verschiedene Systeme verglichen. Unter sonst gleichen Bedingungen kann die erforderliche Deckenstärke bei Verwendung des PSB PLUS®-Systems um ca. 25% gegenüber einer herkömmlichen Bewehrung mit Bügeln reduziert werden.

a) Maximaler Querkraftwiderstand einer Decke



b) Minimale Deckenstärke in mm (Belastung 1900 kN)

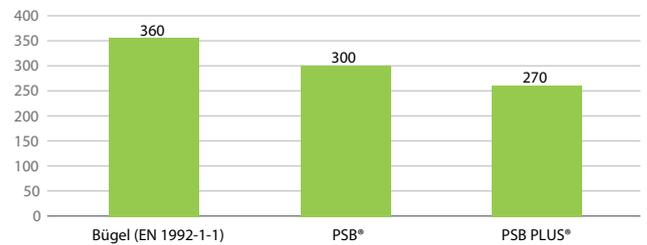


Bild 5. Vergleich unterschiedlicher Durchstanzbewehrungssysteme

Weitere Erläuterungen und Hinweise zur Durchstanzbewehrung PSB® und PSB PLUS® sowie ausführliche Bemessungsbeispiele sind in [5] enthalten.

Dr. Thomas Sippel
Peikko Deutschland GmbH
www.peikko.de

Literatur

- [1] European Organization for Technical Assessment (EOTA): Increase of punching shear resistance of flat slabs or footings and ground slabs – double headed studs – calculation methods. EOTA Technical Report TR 060, November 2017.
- [2] Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt): Bemessung von Flachdecken, Einzelfundamenten und Bodenplatten aus Stahlbeton mit Doppelkopfankern als Durchstanzbewehrung (Deutsches Anwendungsdokument zu EOTA TR 060 vom November 2017; Stand: August 2019).
- [3] ETA – 13/0151: European Technical Assessment for Peikko PSB punching reinforcement (March 12th, 2018).
- [4] Z-15.1-333: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung vom 15. Januar 2019 des DIBt für Peikko PSB PLUS® Durchstanzbewehrungssystem.
- [5] Doppelkopfanker als Durchstanzbewehrung. Publikation PG0321 der Peikko Group Corporation.

DIE NÄCHSTE GENERATION DER DURCHSTANZBEWEHRUNG

mit PSB® und PSB PLUS®



Schlanke Decken mit höherer Tragfähigkeit – die leichte, handliche und wirtschaftliche Alternative.



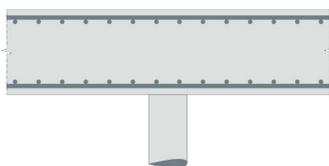
NEU! PEIKKO-BUCH:

"Doppelkopfanker als Durchstanzbewehrung"

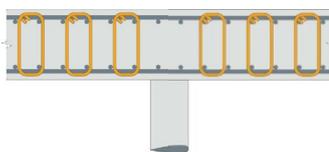
von Dr. Thomas Sippel



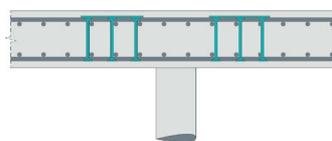
Sichern Sie sich Ihr kostenloses Exemplar!



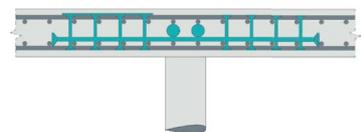
Ohne Durchstanzbewehrung



Bügelbewehrung



PSB®



PSB PLUS®