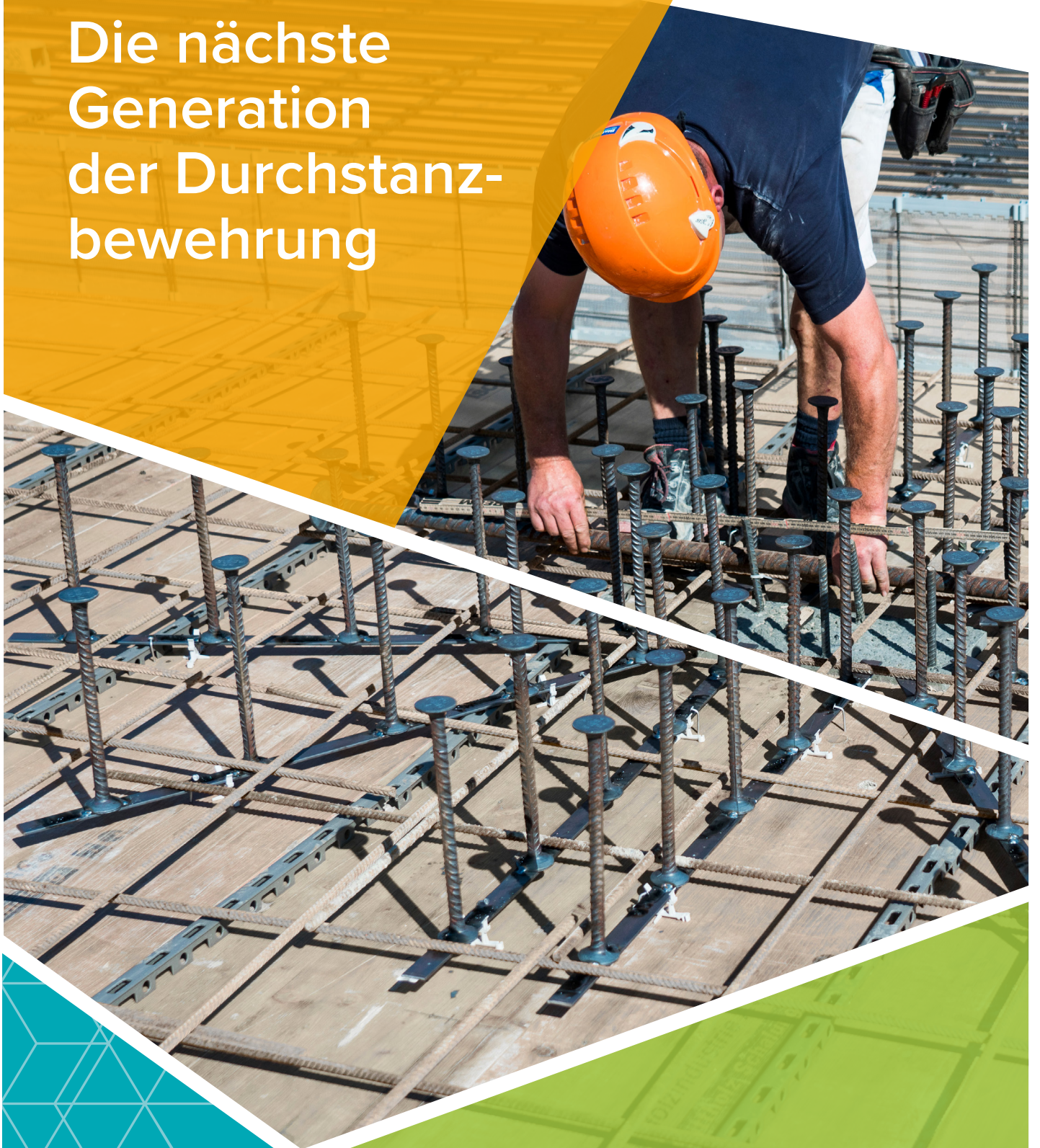


# Die nächste Generation der Durchstanz- bewehrung

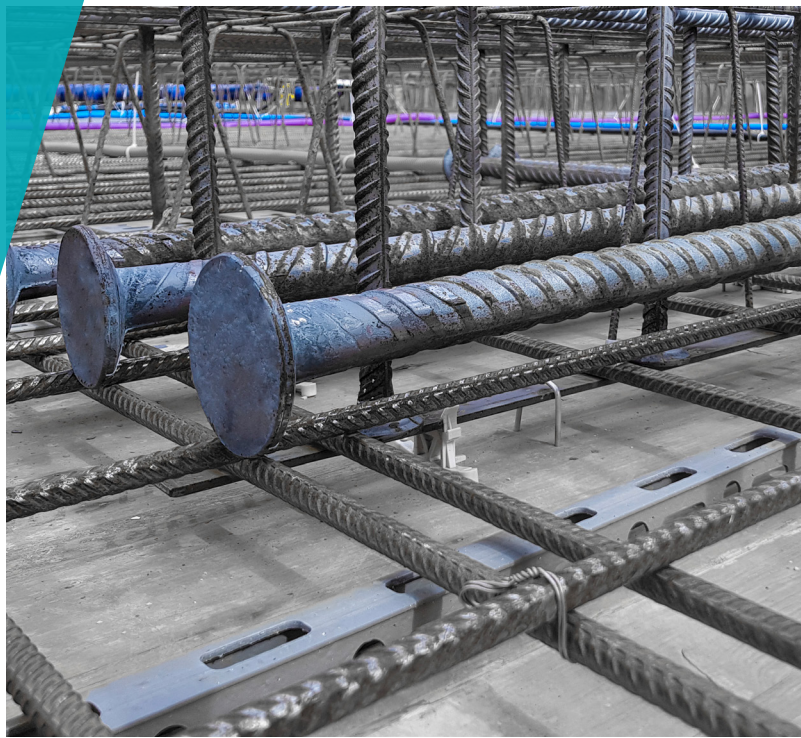


**PSB PLUS<sup>®</sup>**  
Durchstanzbewehrungssystem

# HÖHERE KAPAZITÄTEN UND EINFACHE INSTALLATION

Da die Nachfrage nach höheren Tragfähigkeiten bei gleichzeitig schlankeren Decken steigt, bedarf es einer Weiterentwicklung der Lösungen zur Vermeidung von Durchstanzversagen in Betonflächdecken.

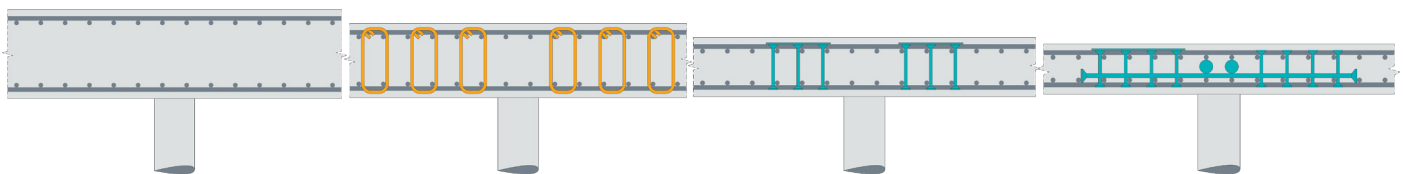
Das PSB PLUS® Durchstanzbewehrungssystem ist eine Kombination aus vertikalen PSB® Ankern mit speziellen horizontalen PSH Ankern, die in der Decke über einer Stütze verlegt werden. Mit PSB PLUS® ist es möglich, einen höheren Widerstand gegen Durchstanzungen zu erreichen, als bei einer ausschließlich vertikalen Durchstanzbewehrung. Die einfach zu montierenden horizontalen Elemente machen das System PSB PLUS® zu einer wirtschaftlichen und praktischen Lösung für Flachdecken mit extremen Lastanforderungen.



Durch die erhöhte Tragfähigkeit kann PSB PLUS® auch in Fällen angewendet werden, in denen eine Übertragung höherer Lasten erforderlich ist. Außerdem ist PSB PLUS® ein System, welches zur Reduzierung der Plattenhöhe und dadurch zur Einsparung von Material beitragen kann.

**Schlankere Decken sorgen für eine bessere Raumausnutzung – mehr Raumhöhe, weniger Gebäudehöhe und Gesamtgewicht oder mehr Geschosse für eine vorgegebene Gebäudehöhe.**

Verwenden Sie PSB PLUS®, um die Stärke von Stahlbetondecken zu verringern und Material zu sparen. Dies trägt dazu bei, die gesamte Tragkonstruktion zu optimieren – einschließlich der Stützen und Fundamente.

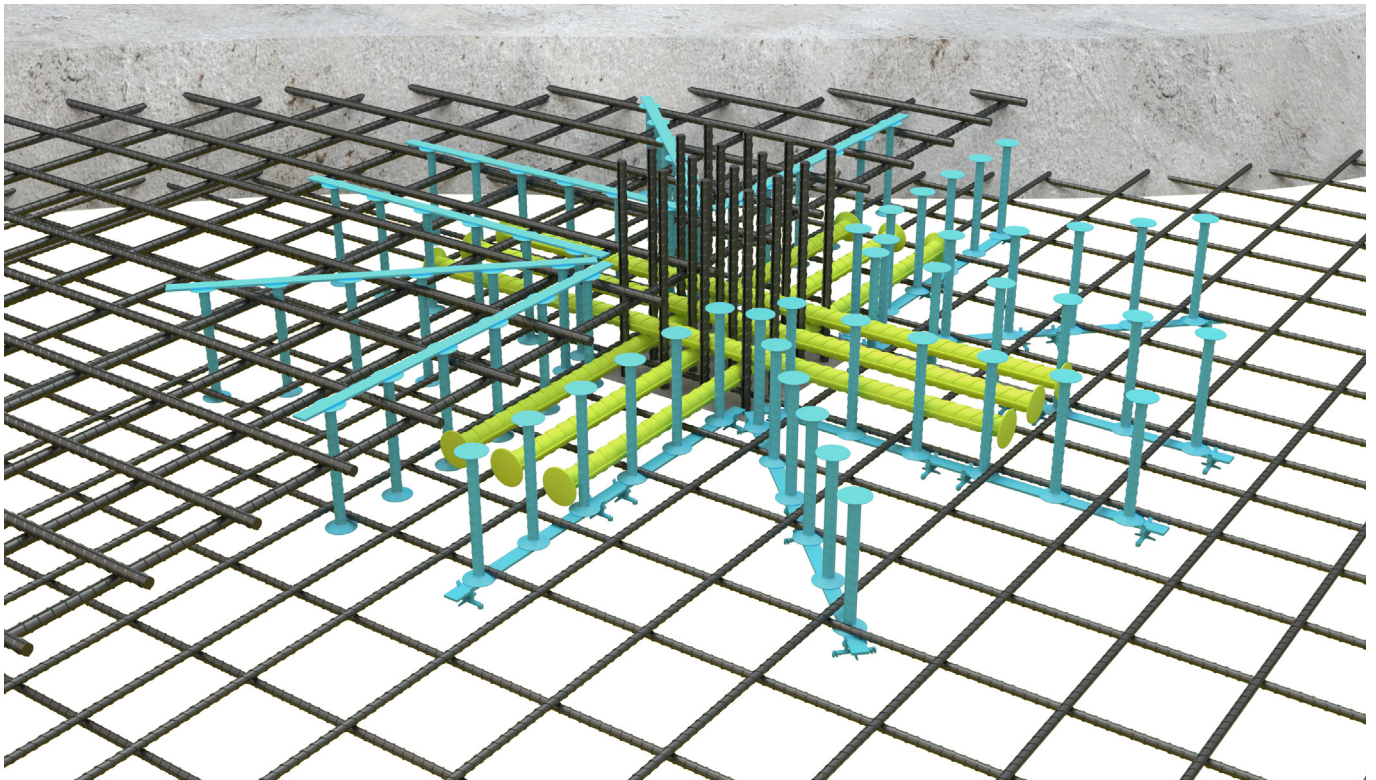


Ohne Durchstanzbewehrung

Bügelbewehrung

PSB®

PSB PLUS®



Ausführenden Bauunter-  
nehmen bietet PSB PLUS®  
zusätzliche Möglichkeiten,  
straffe Bauzeitenpläne  
bei gleichbleibend hoher  
Arbeitsqualität einzuhalten.  
Für den Planer ist es eine  
Alternative, die Sicherheit und  
wirtschaftliche Anforderungen  
in Einklang bringt – zwei  
wesentliche Aspekte bei der  
Planung eines Gebäudes.



## VORTEILE VON PSB PLUS®

- Einfache Handhabung und Installation vor Ort
- Höhere Tragfähigkeit gegenüber klassischer Durchstanzbewehrung allein
- Umfassend geprüfte, zugelassene Konstruktion
- Einfache Tragwerksplanung
- Optimierte Gesamtkonstruktion
- Hervorragender Technischer Support

# PSB PLUS®

## – DIE EFFIZIENTE LÖSUNG ZUR VERMEIDUNG VON DURCHSTANZVERSAGEN IN ORTBETONDECKEN

AUTOREN:



→ STEFAN GAVURA  
M.SC. (ENG.)  
PRODUCT MANAGER  
PEIKKO GROUP  
CORPORATION



→ JAKUB MECAR  
M.SC. (ENG.)  
R&D ENGINEER  
PEIKKO GROUP  
CORPORATION



→ JAN BUJNAK  
PHD (ENG.)  
VICE PRESIDENT,  
PRODUCT DEVELOPMENT  
PEIKKO GROUP CORPORATION

Peikko blickt auf eine lange Tradition der Entwicklung und Industrialisierung von Lösungen zurück, welche die Bemessung und die Ausführung von Slim-Floor Konstruktionen effizient und sicher gestalten. Einer der aktuellsten Neuzugänge im Produktportfolio von Peikko ist PSB PLUS®, eine hochleistungsfähige Bewehrungslösung für punktförmig auf Stützen gelagerte Ortbetondecken. Das System ist die optimale Weiterentwicklung des Produktsegments von Peikko im Bereich der Durchstanzbewehrung, da es eine einfache und wirtschaftliche Lösung für die Verstärkung von Decken unter extremen Lasten bietet.

### SLIM-FLOOR KONSTRUKTIONEN

Punktförmig unterstützte Flachdecken, sind ein statisches System, das für die verschiedenen Akteure in der Lieferkette im Bauwesen zahlreiche praktische Vorteile bietet (z. B. optimierte Raumgestaltung, leichte Montage). Die Tragfähigkeit einer Flachdecke hängt normalerweise von ihrer Fähigkeit ab, vertikale Lasten auf die Stützen zu übertragen. Bei einer freitragenden Decke ohne Stützen

hängt die Übertragung der vertikalen Kräfte von der Verbundwirkung aus Beton und Bewehrungsstahl ab. Daher wird Zulagebewehrung im Bereich um die Stütze platziert, welche darauf ausgelegt ist die Entstehung von Durchstanzrissen im Beton zu reduzieren bzw. zu verhindern. (siehe Abbildung).

Laut Eurocode EN 1992-1-1 wird der Querkraftwiderstand von Flachdecken wie folgt bestimmt:

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d \cdot u_1 \quad (1)$$

wobei  $C_{Rd,c}$  und  $k$  empirische Faktoren sind,  $\rho_l$  der Anteil der Biegebewehrung ist,  $f_{ck}$  die charakteristische Druckfestigkeit von Beton ist,  $d$  die statische Höhe der Decke ist und  $u_1$  der kritische Rundschnitt ist. Die Formel impliziert, dass die maximale Menge der Biegebewehrung (angegeben als  $\rho_{max}=2\%$  in der EN 1992-1-1) auch die Durchstanzkapazität der Decke reguliert. Sofern erforderlich, kann der Durchstanzwiderstand der Decke erhöht werden, indem eine vertikale Querkraftbewehrung durch den potenziellen Durchstanzriss platziert wird. Da die Decken normalerweise relativ dünn sind, sind die Bewehrungselemente mit mechanischen Verankerungen (z. B. Kopfbolzen) effizienter als konventionelle gebogene Bügel.

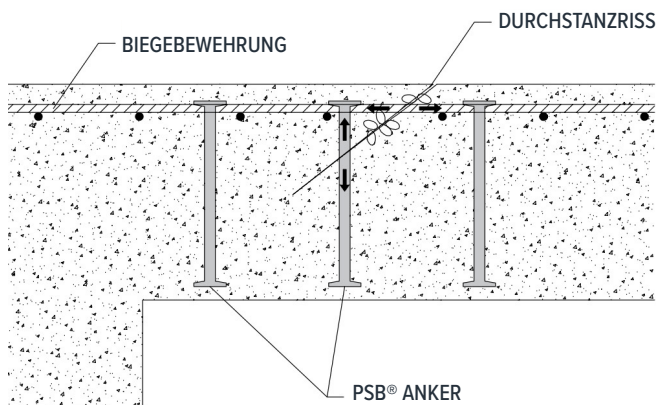


Abbildung 1. Abbildung eines geeigneten Risses mit Biegung und vertikaler Bewehrung

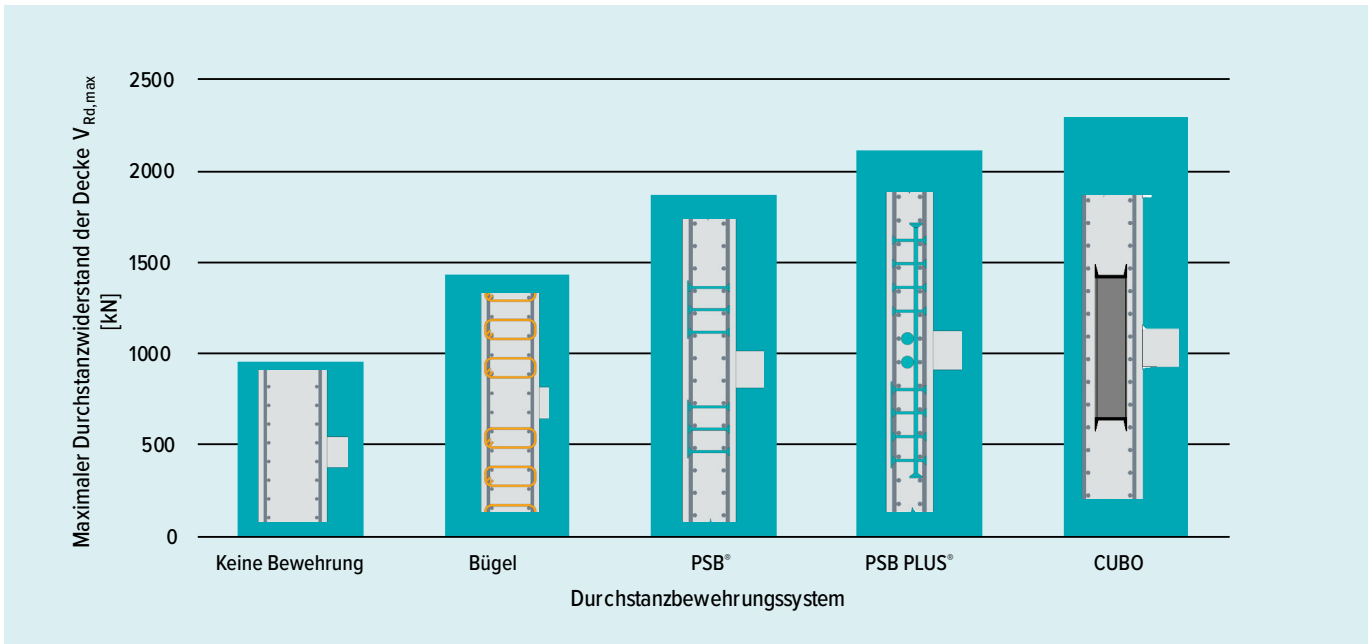


Abbildung 2. Maximaler Querkraftwiderstand einer Decke mit unterschiedlichen Durchstanzbewehrungssystemen

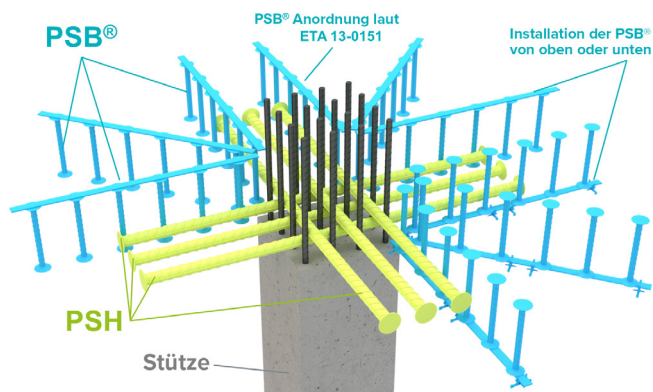
Dies wurde durch Forschungsarbeiten nachgewiesen (z. B. Prüfungen von PSB® Bolzen) und wird von den aktuellen Bemessungs-Normen bereits interpretiert, in denen der Durchstanzwiderstand der Decken, die von mit Bügeln und Bolzen bewehrt werden, entsprechend wie folgt formuliert sind:

$$V_{Rd,max} = 1,5 \cdot V_{rd,c} \text{ für Bügel gemäß EN 1992-1-1 (2015)}$$

$$V_{Rd,max} = 1,96 \cdot V_{rd,c} \text{ für PSB® Bolzen gemäß ETA 13/0151}$$

Eine mit Doppelkopfbolzen bewehrte Decke die besitzt daher einen etwa 2 Mal so hohen Querkraftwiderstand wie eine Decke ohne vertikale Bewehrung. Ein Durchstanzwiderstand diesen Ausmaßes reicht normalerweise aus, um die Lasten aufzunehmen, die in den meisten Fällen in Gebäuden vorkommen.

In Extremfällen kann jedoch selbst der Durchstanzwiderstand einer Bewehrung mit Doppelkopfbolzen nicht ausreichen. Eine Lösung zur Unterstützung von schlanken Decken ist in solchen Fällen der Einbau von massiven deckengleichen Stützenkopfstärkungen (z. B. Stahlpilze). Diese Einbauteile nehmen die gesamte Reaktion der Decke auf, wobei die Tragfähigkeit des Betons vernachlässigt wird. Geschweißte Stahlpilze (z. B. CUBO) ermöglichen daher die Aufnahme extrem hoher Lasten, sind jedoch auch erheblich schwerer, teurer und schwieriger zu installieren als eine Durchstanzbewehrung mit Doppelkopfbolzen.



### PSB PLUS® DURCHSTANZBEWEHRUNG

In Zusammenarbeit mit unseren Kunden haben die Vertriebs- und Produktentwicklungsteams von Peikko den Bedarf nach der Entwicklung einer Lösung ermittelt, welche die Lücke zwischen bestehenden Durchstanzbewehrungssystemen und deckengleichen Stützenkopfstärkungen schließt. Das Hauptziel war die Entwicklung einer Lösung, welche die Kapazität im Vergleich zu herkömmlicher Durchstanzbewehrung mit Dübelleisten erhöht, die jedoch praktischer und wirtschaftlicher ist als beispielsweise der Stahlpilz. Nachdem die praktischen Bedürfnisse definiert waren, prüfte das Produktentwicklungsteam von Peikko mehrere technische Lösungen und entwickelte Prototypen.

Als Ergebnis dieser Entwicklungsarbeit kombiniert PSB PLUS® die vertikale PSB® Durchstanzbewehrung mit horizontalen PSHKopfbolzen, die im unteren Teil der Decken den Bereich der Stützen durchkreuzen (Abbildung 3).

Die ersten Prototypen des Systems wurden an der Universität von Zilina in der Slowakei geprüft. Diese Versuche belegen, dass eine Decke mit diesem System erheblich höhere Durchstanzwiderstände erreicht als jene, die von ausschließlich vertikaler Durchstanzbewehrung geboten wird. Anschließend wurde



Abbildung 4. Prüfungen des PSB PLUS Durchstanzbewehrungssystems am EPFL Lausanne in der Schweiz



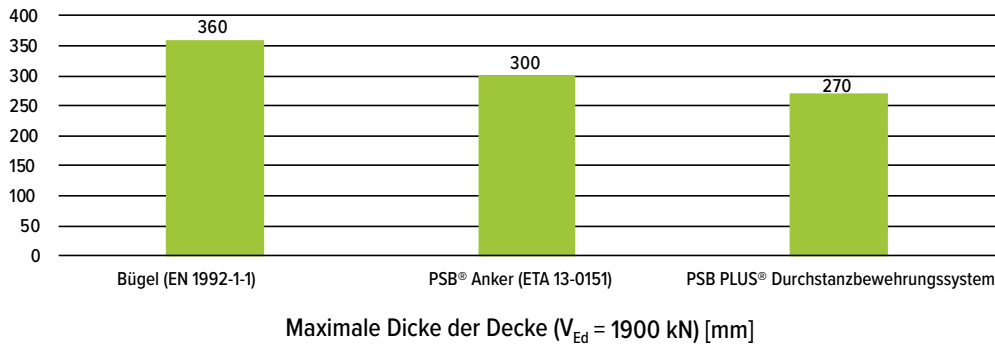


Abbildung 5. Vergleich der Leistung des Durchstanzbewehrungssystems

am EPFL Lausanne in der Schweiz eine umfassende Versuchsreihe durchgeführt (Abbildung 4), mit dem Ziel, die grundlegenden Verhaltensmuster des Systems zu identifizieren und eine zuverlässige Bemessungsmethode zu entwickeln.

Technische Details zum Forschungsprogramm wurden im Journal des American Concrete Institute (ACI) im Herbst 2019 veröffentlicht. Durch die Versuche konnte festgestellt werden, dass die horizontalen PSH Kopfbolzen zur Tragfähigkeit der Fuge beitragen, indem sie einen Dübelmechanismus aktivieren; der Bemessungswert der Tragfähigkeit der Decke kann demzufolge wie folgt formuliert werden:

$$V_{Rd,max,PLUS} = V_{Rd,max} + \frac{\sum V_{Rd,dow}}{2} \quad (2)$$

wobei  $V_{Rd,max}$  der Widerstand einer Decke ist, die nur mit PSB® Bolzen verstärkt wurde, und  $V_{Rd,dow}$  die Steigerung des Widerstands durch PSH Anker ist. Das Bemessungsverfahren von PSB PLUS® wurde von DIBt in der technischen Genehmigung Z-15.1-333, ausgegeben 2019, bewertet.

### PRAKTISCHE VORTEILE

Ein Beispiel für die praktischen Vorteile von PSB PLUS® wird in Abbil-

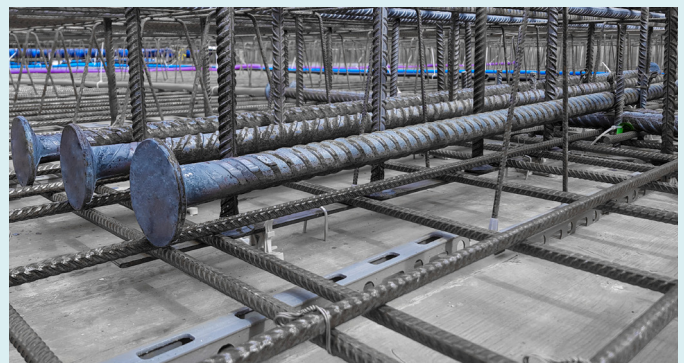
dung 5 dargestellt. Das Diagramm stellt eine minimale Deckenstärke dar, die erforderlich ist, um einer Last von 1900 kN zu widerstehen, anhand von unterschiedlichen Arten an Bewehrungssystemen. Durch Steigerung des lokalen Widerstands der Decke um die Stütze herum ermöglicht PSB PLUS® eine erhebliche Optimierung der Wirtschaftlichkeit und der Dauerhaftigkeit der gesamten Struktur.

Eines der ersten Projekte, welches mit PSB PLUS® realisiert wurde, ist die Erweiterung der Schule in Winkel, Schweiz, im Sommer 2018. In diesem Projekt wurde PSB PLUS® als Alternative zu einem geschweißten Stahlpilz entworfen. Während die Installation eines solchen geschweißten Profils per Kran hätte erfolgen müssen, wurde PSB PLUS® von einer einzelnen Person innerhalb von weniger als 10 Minuten installiert, wobei die praktischen Vorteile von PSB PLUS® vor Ort nachgewiesen wurden.

### SCHLUSSFOLGERUNGEN

Peikko erklärt stolz und offen seine Ambition, den Bauprozess schnell, effizient und sicher zu gestalten. Gleichzeitig sind wir uns bewusst, dass diese Ambition nur realisiert werden kann, wenn unser Angebot den Bedürfnissen unserer Kunden entspricht. PSB PLUS® ist eine Lösung, die bekannte praktische Herausforderungen mithilfe der neuesten technischen Erkenntnisse meistert. ●

Abbildung 6. Erweiterung der Grundschule in Winkel, Schweiz



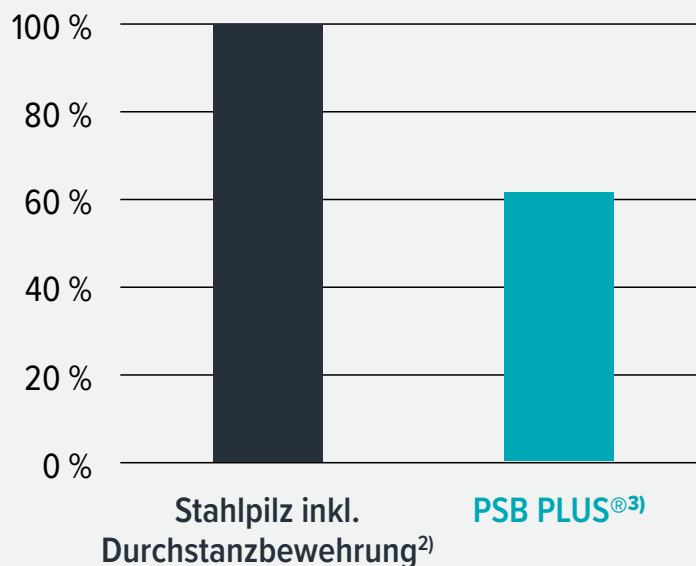
# VERGLEICH PSB PLUS® MIT STAHPILZ

ANHAND EINES ANWENDUNGSBEISPIELS

## EINGANGSPARAMETER

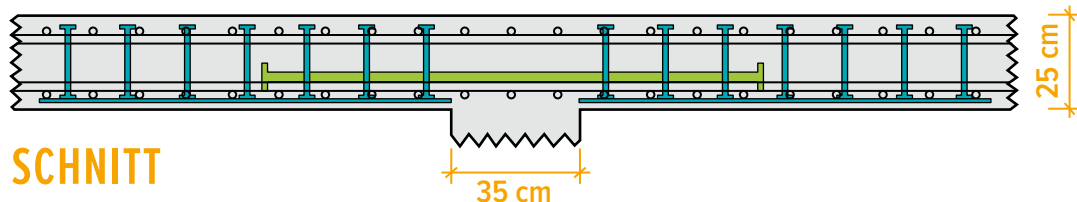
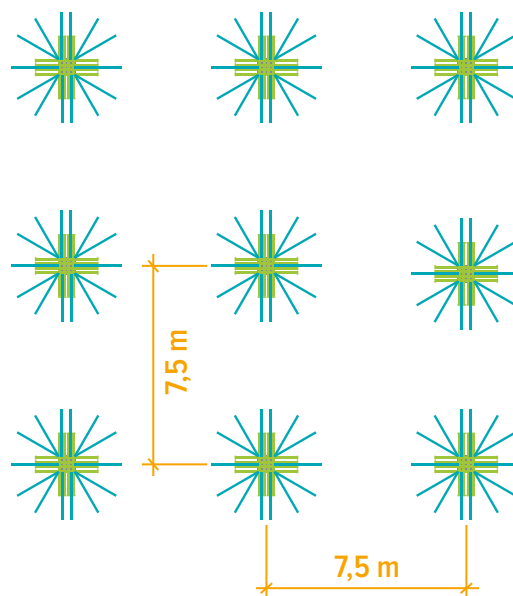
Stützenabmessungen	b = 35 cm x 35 cm
Spannweite (Abstand zwischen Stützen)	$l_x = 7,5$ m $l_y = 7,5$ m
Betonfestigkeitsklasse	C30/37
Plattendicke	h = 25 cm
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} = 1307$ kN
Lage der Stütze	Innenstütze

## KOSTENVERGLEICH<sup>1)</sup>



- <sup>1)</sup> Dieser Vergleich bezieht sich auf diverse Internetrecherchen. Für die Richtigkeit übernimmt die Peikko Deutschland GmbH keine Gewähr.  
<sup>2)</sup> Die Kosten beinhalten Stahlpilz und Durchstanzbewehrung.  
<sup>3)</sup> Die Kosten beinhalten PSB-Dübelleisten sowie PSH-Kopfbolzen.

## STÜTZENRASTER



Knapp **40 % Kosteneinsparung**,  
kein Kran notwendig und weniger  
Einschränkung bei der Bewehrungsführung.  
Das ist Peikko **PSB PLUS®**.

## 📍 LASSEN SIE SICH VON UNS BERATEN

Nehmen Sie in der Planung oder bei der Ausführung den Technischen Support von Peikko in Anspruch. Unsere Experten unterstützen Sie bei Ihrer Konstruktion mit PSB PLUS®.

[www.peikko.de](http://www.peikko.de)



## Schnell, effizient und sicher planen und bauen

Peikko ist Hersteller von Verbindungstechnik und Verbundkonstruktionen für den Stahlbeton-, Betonfertigteile- und Verbundbau. Die innovativen Produktlösungen von Peikko gestalten Ihren Bauablauf effizienter.