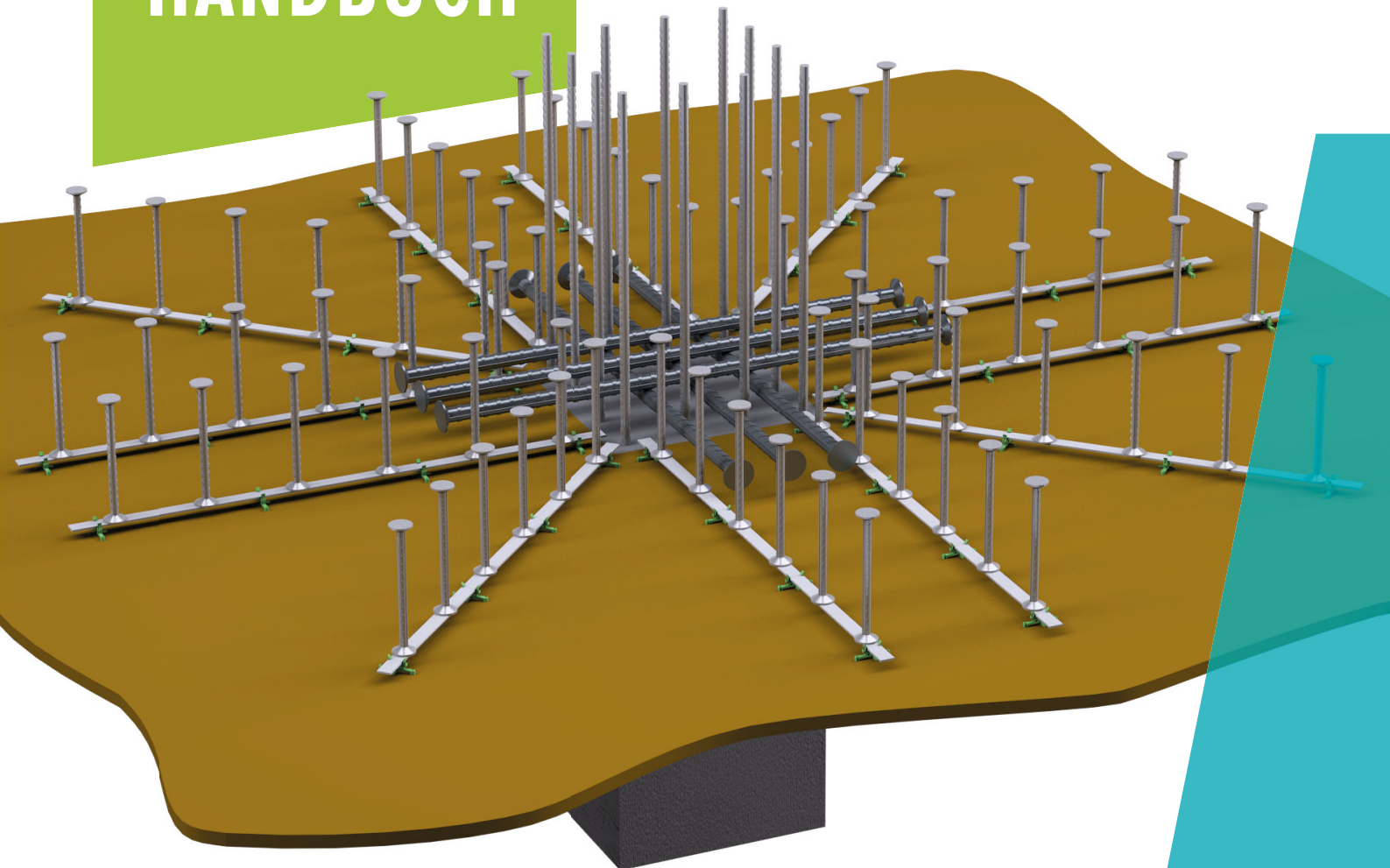


TECHNISCHES HANDBUCH



PSB PLUS®

Durchstanzbewehrung

Version DE 04/2019
Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung DIBt Z-15.1-333



PSB PLUS®

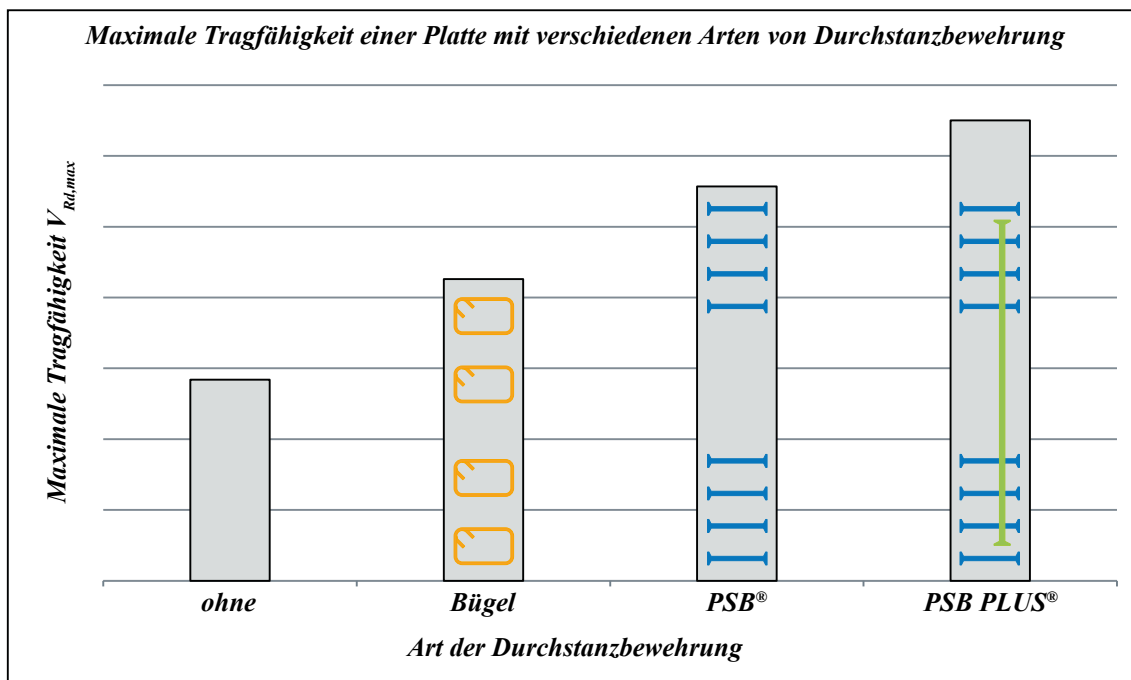
Durchstanzbewehrung

- Hohe Tragfähigkeit
- Zuverlässige Funktionsweise
- Einfache und wirtschaftliche Montage
- Standardisierte Bauprodukte.

PSB PLUS® Durchstanzbewehrung ist eine neue und innovative Lösung zur Erhöhung der Durchstanztragfähigkeit von Betonflachdecken. PSB PLUS® ist eine Kombination aus vertikal angeordneten PSB® Ankern mit horizontal ausgerichteten PSH Ankern. Diese Kombination ermöglicht deutlich höhere Tragfähigkeiten in Flachdecken, als bei Verwendung von PSB® Durchstanzbewehrung allein.

Während die Tragfähigkeit der vertikalen PSB® Anker für eine kostengünstige Bemessung von flachen Deckenkonstruktionen in den meisten Fällen ausreicht, können in einigen Bemessungssituationen (z.B. Verbundstützen mit kleinen Abmessungen) höhere Durchstanztragfähigkeiten erforderlich sein.

Die herkömmliche Lösung besteht in der Kombination von PSB® Ankern zusammen mit so genannten Stahlpilzen. PSB PLUS® Durchstanzbewehrung ermöglicht dank der einzigartigen Konstruktionsart vergleichbare Tragfähigkeiten bei deutlich weniger Stahleinsatz und ist somit eine kostengünstige und einfach ausführbare Lösung für Flachdecken mit sehr hoher Durchstanzbelastung.



INHALT

PSB PLUS® Durchstanzbewehrung.....	4
1. Produkteigenschaften.....	4
1.1 Anwendungsbedingungen	5
1.1.1 Belastung und Umweltbedingungen	5
1.1.2 Anordnung der PSB PLUS® Durchstanzbewehrung	6
1.1.3 Plattenränder und Öffnungen	7
1.2 Sonstige Eigenschaften.....	8
2. Tragfähigkeit	9
Auswahl von PSB PLUS® Durchstanzbewehrung	11
Anhang A – Bemessungsformblatt.....	14
Einbau der PSB PLUS® Durchstanzbewehrung	16

PSB PLUS® Durchstanzbewehrung

1. Produkteigenschaften

PSB PLUS® ist eine von Peikko entwickelte Durchstanzbewehrung der neuesten Generation. PSB PLUS® besteht aus vertikal angeordneten PSB® Anker in Kombination mit horizontal angeordneten PSH Anker. Beide werden aus Bewehrungsstäben B500B gefertigt und beidseitig mit einem aufgestauchten Kopf versehen.

Abbildung 1. PSB PLUS® Durchstanzbewehrung

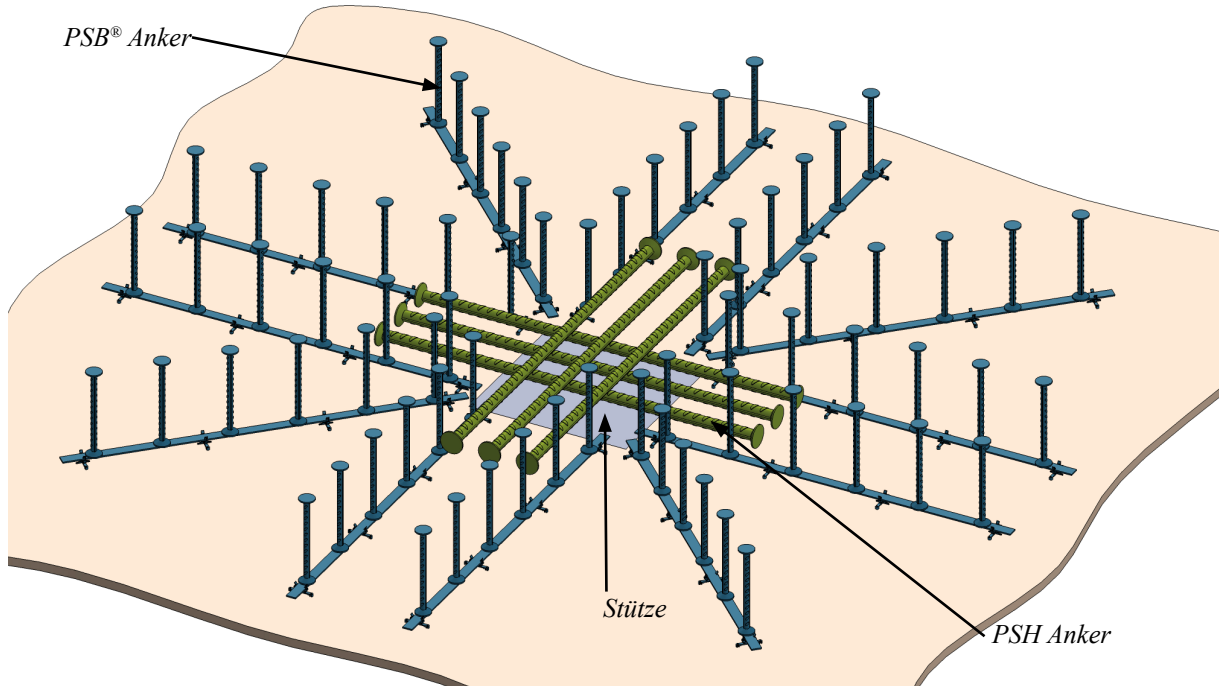
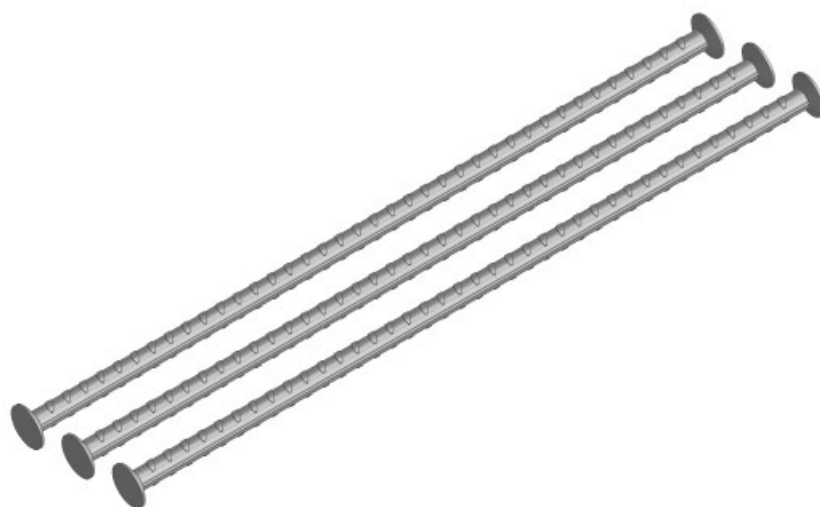


Abbildung 2. PSB® Durchstanzbewehrung



Abbildung 3. PSH Anker

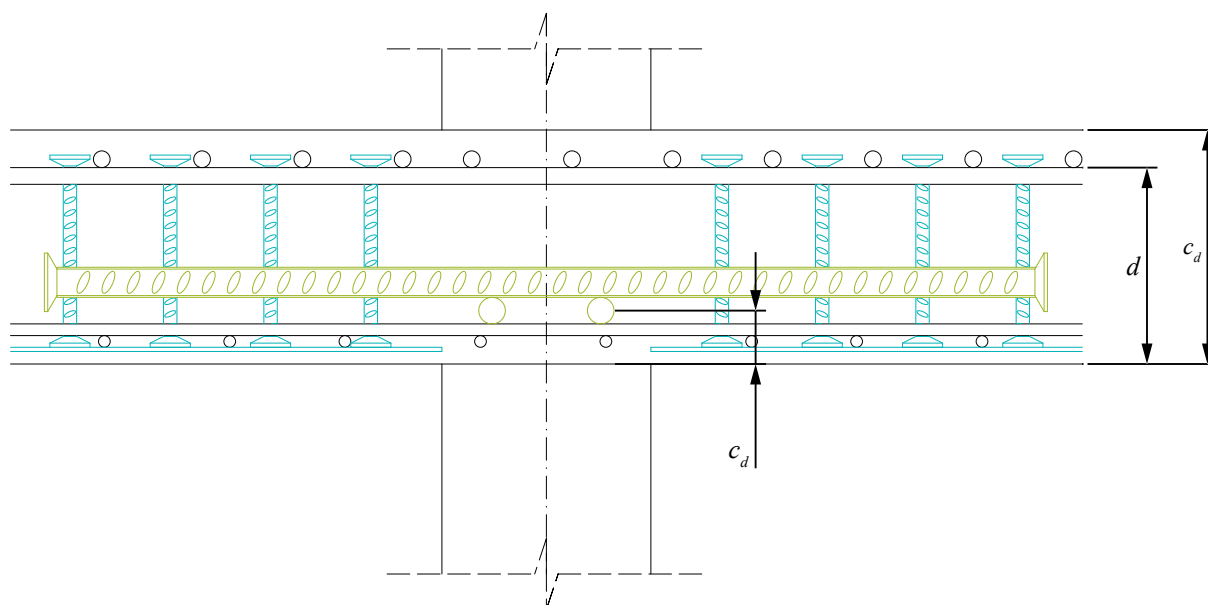


1.1 Anwendungsbedingungen

PSB PLUS® Durchstanzbewehrung kann in Flachdecken aus Normalbeton mit einer Festigkeitsklasse C30/37 oder höher und mit einer statischen Nutzhöhe von $d = 200$ mm bis 500 mm eingesetzt werden.

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. Dabei haben alle PSH Anker eines Durchstanzbereiches den gleichen Stabdurchmesser.

Abbildung 4. Definition von d , h_d und c_d



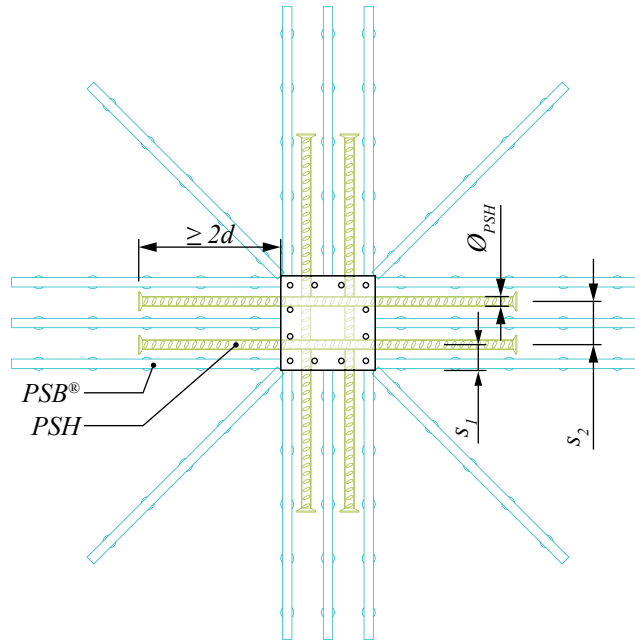
1.1.1 Belastung und Umweltbedingungen

PSB PLUS® ist zur Aufnahme statischer und quasi statischer Belastungen geeignet. Die Betondeckung aller Teile der PSB PLUS® Durchstanzbewehrung muss die Anforderungen der DIN EN 1992-1-1 erfüllen.

1.1.2 Anordnung der PSB PLUS® Durchstanzbewehrung

PSB® Elemente werden entsprechend den Angaben im Technischen Handbuch PSB® Durchstanzbewehrung bzw. der ETA-13/0151 um die Stütze herum angeordnet. Die PSH Anker werden gemäß den nachfolgend aufgeführten Regeln über der Stütze verlegt.

Abbildung 5. PSB PLUS® über einer Stütze mit großen Querschnittsabmessungen, $n_{PSH} = 8$



	Min. - Abstand	Max. - Abstand	Erläuterung
s_1	$0,5\varnothing$ PSH	$0,2d$	Achse PSH zu Außenkante Stütze
s_2	$4\varnothing$ PSH	$0,5d$	Achse PSH zu Achse PSH

Abbildung 6. PSB PLUS® über einer Stütze mit kleinen Querschnittsabmessungen, $n_{PSH} = 12$

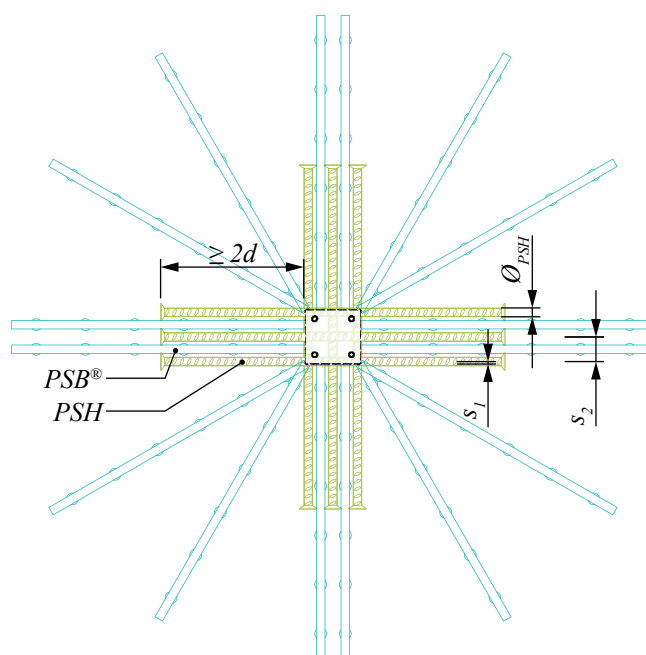
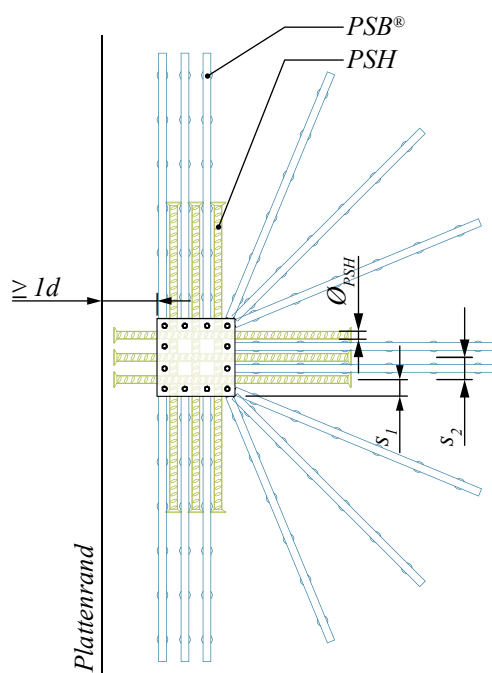


Abbildung 7. PSB PLUS® am Rand einer Platte, $n_{PSH} = 9$



1.1.3 Plattenränder und Öffnungen

Plattenränder und Öffnungen in der Platte, die weniger als $6d$ von Rand der Stütze entfernt sind, haben einen Einfluss auf das Tragverhalten und müssen bei der Bemessung berücksichtigt werden. Details dazu sind in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-15.1-333 angegeben.

1.2 Sonstige Eigenschaften

PSH Anker sind in verschiedenen Durchmessern und Längen erhältlich.

Tabelle 1. PSH Anker – Bezeichnung und Durchmesser

PSH Anker	\varnothing_{PSH} [mm]
PSH - A	Ø 25
PSH - B	
PSH - D	Ø 32
PSH - E	
PSH - F	
PSH - G	Ø 40
PSH - H	
PSH - I	
PSH - ...X	Kundenspezifische Länge entsprechend der Bemessung

PSB® und PSH Anker werden aus den folgenden Materialien gefertigt:

Montageleiste	S235JR	DIN EN 10025-2
PSB®, PSH Anker	B500B	DIN 488

Die Produktionsstätten der Peikko Group werden fremdüberwacht und in regelmäßigen Abständen auf der Grundlage der Produktionszertifikate und Produktgenehmigungen von verschiedenen unabhängigen Einrichtungen überprüft.

2. Tragfähigkeit

Die strukturelle Leistungsfähigkeit von PSB PLUS® wurde durch umfangreiche Untersuchungen von Prof. Aurelio Muttoni an der Eidgenössischen Technischen Hochschule (EPFL) in Lausanne nachgewiesen. Die Forschung ermöglichte die Entwicklung von Konstruktionsempfehlungen, die zur Bestimmung des Einzelwiderstands eines horizontalen PSH Ankers verwendet wurden.

Die maximale Durchstanstragfähigkeit einer mit dem PSB PLUS® Durchstanzbewehrungssystem bewehrten Platte wird nach Gleichung (1) definiert. Die finale Dimensionierung der PSB PLUS® Durchstanzbewehrung erfolgt durch das Technische Büro von Peikko nach den Vorgaben des Anwenders.

Die Ergebnisse einer Fallstudie über den potenziellen Nutzen von PSB PLUS® sind in *Abbildung 8.* und *Abbildung 9.* dargestellt.

Abbildung 8. Maximale Tragfähigkeit einer Platte mit PSB PLUS®, PSB® bzw. ohne Durchstanzbewehrung

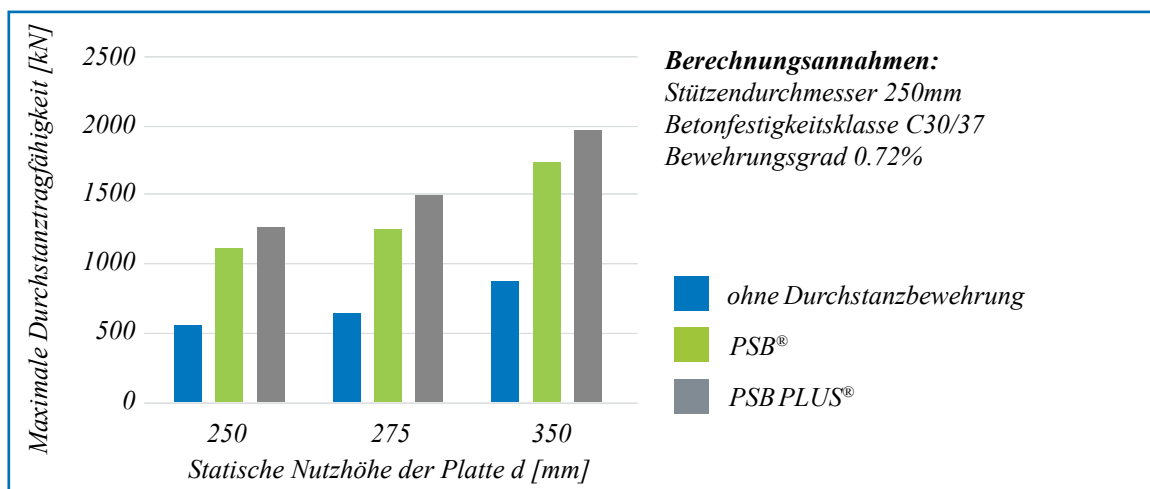


Abbildung 9. Minimale statische Nutzhöhe einer Platte mit PSB PLUS®, PSB® bzw. ohne Durchstanzbewehrung

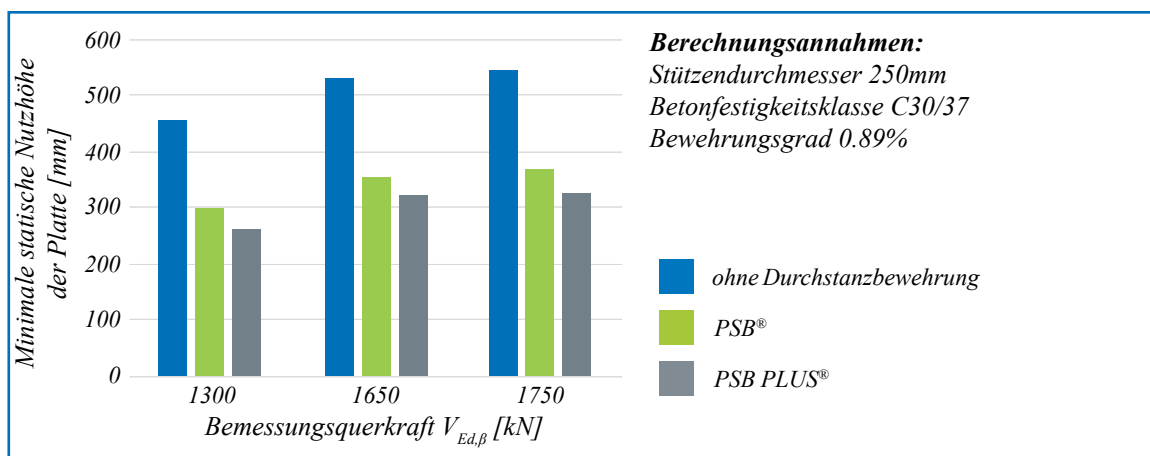
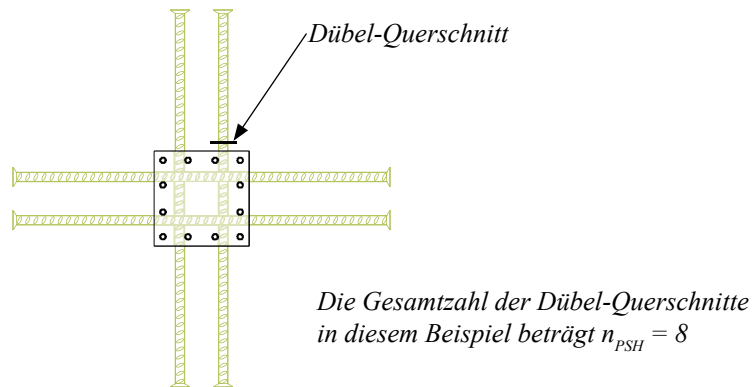


Tabelle 2. Querkrafttragfähigkeit je Dübel-Querschnitt eines PSH Ankers für verschiedene c_d -Werte und Betonfestigkeitsklassen

Statische Nutzhöhe der Platte	Durchmesser PSH Anker	Abstand Achse PSH zur Plattenunterseite	Tragfähigkeit je Dübel-Querschnitt				
			C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
d [mm]	\varnothing_{PSH} [mm]	c_d^* [mm]	$V_{Rd,dow}$ [kN]	$V_{Rd,dow}$ [kN]	$V_{Rd,dow}$ [kN]	$V_{Rd,dow}$ [kN]	$V_{Rd,dow}$ [kN]
200-260	$\varnothing 25$	46,5	24,6	25,2	25,7	26,2	26,6
		70	21,0	21,4	21,8	22,1	22,4
		90	18,5	18,8	19,1	19,3	19,5
< 260-320	$\varnothing 32$	50	40,0	41,1	42,0	42,9	43,6
		70	36,2	37,1	37,8	38,5	39,1
		90	32,9	33,6	34,2	34,7	35,1
>320	$\varnothing 40$	54	56,8	59,5	61,9	64,2	66,2
		70	54,1	56,6	58,8	60,8	62,7
		90	50,8	53,0	55,0	56,8	57,9
			46,1	47,8	49,4	50,8	51,4

*) Der Wert c_d beschreibt den Abstand von der Plattenunterseite zur Achse der PSH Anker in der 1. Lage. (Abbildung 4). Der Wert gilt für alle Lagen der PSH Anker!
Zwischenwerte von $V_{Rd,dow}$ dürfen linear interpoliert werden.

Abbildung 10. Anzahl der Dübel-Querschnitte der PSH Anker um eine Stütze



Auswahl von PSB PLUS® Durchstanzbewehrung

Die Durchstanztragfähigkeit einer mit PSB PLUS® bewehrten Platte ist wie folgt zu bestimmen:

$$V_{Rd,PLUS} = k_{pu,sl} \cdot V_{Rd,c} + \sum V_{Rd,dow} \quad (1)$$

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

- $V_{Rd,PLUS}$ = Maximale Durchstanztragfähigkeit einer PSB PLUS® bewehrten Platte [kN]
- $V_{Rd,dow}$ = Tragfähigkeit je Dübel-Querschnitt nach *Tabelle 2* [kN]
- $k_{pu,sl}$ = Beiwert entsprechend ETA-13/0151 Abschnitt 3.1
- n_{PSH} = Anzahl der Dübel-Querschnitte PSH um eine Stütze, *Abbildung 10* [-]

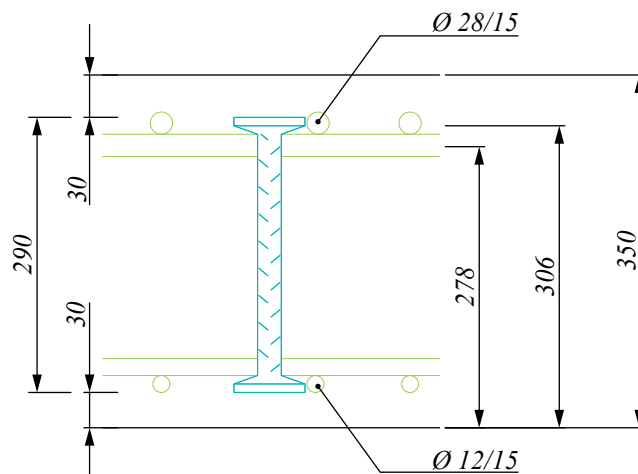
Gleichung (1) definiert die maximale Tragfähigkeit einer Platte mit PSB PLUS® Durchstanzbewehrung. Diese ergibt sich aus der maximalen Tragfähigkeit einer PSB® bewehrten Platte zuzüglich des Querkraftwiderstandes der horizontalen PSH Anker.

Wenn Gleichung (1) zeigt, dass mit PSB PLUS® eine ausreichende Tragfähigkeit erreicht werden kann, wenden Sie sich bitte an den Technischen Support von Peikko, um eine detaillierte statische Berechnung sowie Montagezeichnungen für die PSB PLUS® Durchstanzbewehrung zu erhalten.

Anwendungsbeispiel - Bemessung einer Platte mit PSB PLUS® Durchstanzbewehrung

Eingangsparameter

Stützenabmessungen	$d_c = 450 \times 450 \text{ mm}$
Betonfestigkeitsklasse	C30/37
Plattendicke	$h = 350 \text{ mm}$
Statische Höhe der Platte	$d_x = 306 \text{ mm}$
	$d_y = 278 \text{ mm}$
Betondeckung unten	$c_u = 30 \text{ mm}$
Betondeckung oben	$c_o = 30 \text{ mm}$
Bewehrungsgrad	$\rho_x = 1,34\%$
	$\rho_y = 1,48\%$
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} = 2400 \text{ kN}$
Lage der Stütze	Innenstütze



Kritischer Rundschnitt (u_1) und Umfang der Stütze (u_0) (DIN EN 1992-1-1 6.4.2)

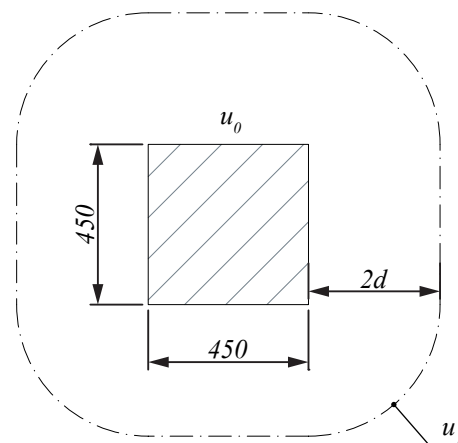
$$u_0 = 2 \cdot (a + b) = 1800 \text{ mm}$$

$$u_1 = 2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot d + u_0 = 5469 \text{ mm}$$

Lasterhöhungsfaktor β (ETA-13/0151)

Empfohlener Wert für Innenstützen $\beta = 1,1$

$$\beta \cdot V_{Ed} = 2640 \text{ kN}$$



**Durchstanztragfähigkeit ohne
Durchstanzbewehrung (ETA-13/0151)**

$$V_{Rd,c} = \begin{cases} \left[C_{Rd,c} \cdot k_d \cdot (\rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} \right] \\ \frac{0,0525}{\gamma_c} \cdot k_d^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} \end{cases} \cdot u_l \cdot d = 1219,7 \text{ kN}$$

if: $u_0 / d < 4$

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

$$k_d = \min \left\{ \begin{matrix} 2,0 \\ 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \end{matrix} \right\} = 1,83$$

$\gamma_c = 1,5$

(DIN EN 1992-1-1 2.4.2.4)

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = 0,12$$

**Maximale Tragfähigkeit mit PSB®
Durchstanzbewehrung (ETA-13/0151)**

$$V_{Rd,max} = k_{pu,sl} \cdot V_{Rd,c}$$

$$V_{Rd,max} = 1,96 \cdot 1219,7 \text{ kN} = 2390,5 \text{ kN}$$

Keine PSB® Bewehrung erforderlich, wenn:

$$V_{Rd,c} \geq \beta \cdot V_{Ed}$$

PSB® Bewehrung kann eingesetzt werden, wenn:

$$V_{Rd,c} < \beta \cdot V_{Ed} < V_{Rd,max}$$

Tragfähigkeit der Platte

$$V_{Rd,c} < \beta \cdot V_{Ed} < V_{Rd,max}$$

$$1219,7 \text{ kN} < 2640,0 \text{ kN} > 2390,5 \text{ kN}$$

PSB PLUS® Bewehrung kann verwendet werden, wenn:

$$\beta \cdot V_{Ed} > V_{Rd,max}$$

Wenn die maximale Tragfähigkeit der mit PSB® Durchstanzbewehrung bewehrten Platte nicht ausreicht, empfiehlt sich folgendes Vorgehen:

1. **Einsatz von PSB PLUS® Durchstanzbewehrung prüfen**
2. **Erforderliche Durchmesser und Anzahl von PSH Anker bestimmen**

$$c_d = c_u + 2 \cdot d_{Asu} + 0,5 \cdot d_{PSH}$$

$$c_d = 30 + 2 \cdot 12 + 0,5 \cdot 32 = 70 \text{ mm}$$

Es werden 4 PSH Anker Ø 32 mm je Plattenrichtung gewählt. Die Anzahl der Dübel-Querschnitte beträgt $n_{PSH} = 16$. Siehe Darstellung auf der nachfolgenden Seite.

3. **Tragfähigkeit der gewählten PSH Anker**

$$\sum V_{Rd,dow} = 0,5 \cdot n_{PSH} \cdot V_{Rd,dow}$$

$$\sum V_{Rd,dow} = 0,5 \cdot 16 \cdot 36,2 = 289,5 \text{ kN}$$

(2)

4. **Tragfähigkeit der Platte mit PSB PLUS®**

$$V_{Rd,max,PLUS} = k_{pu,sl} \cdot V_{Rd,c} + \sum V_{Rd,dow}$$

$$V_{Rd,max,PLUS} = 1,96 \cdot 1219,7 \text{ kN} + 289,5 \text{ kN} = 2680 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max,PLUS} > \beta \cdot V_{Ed}$$

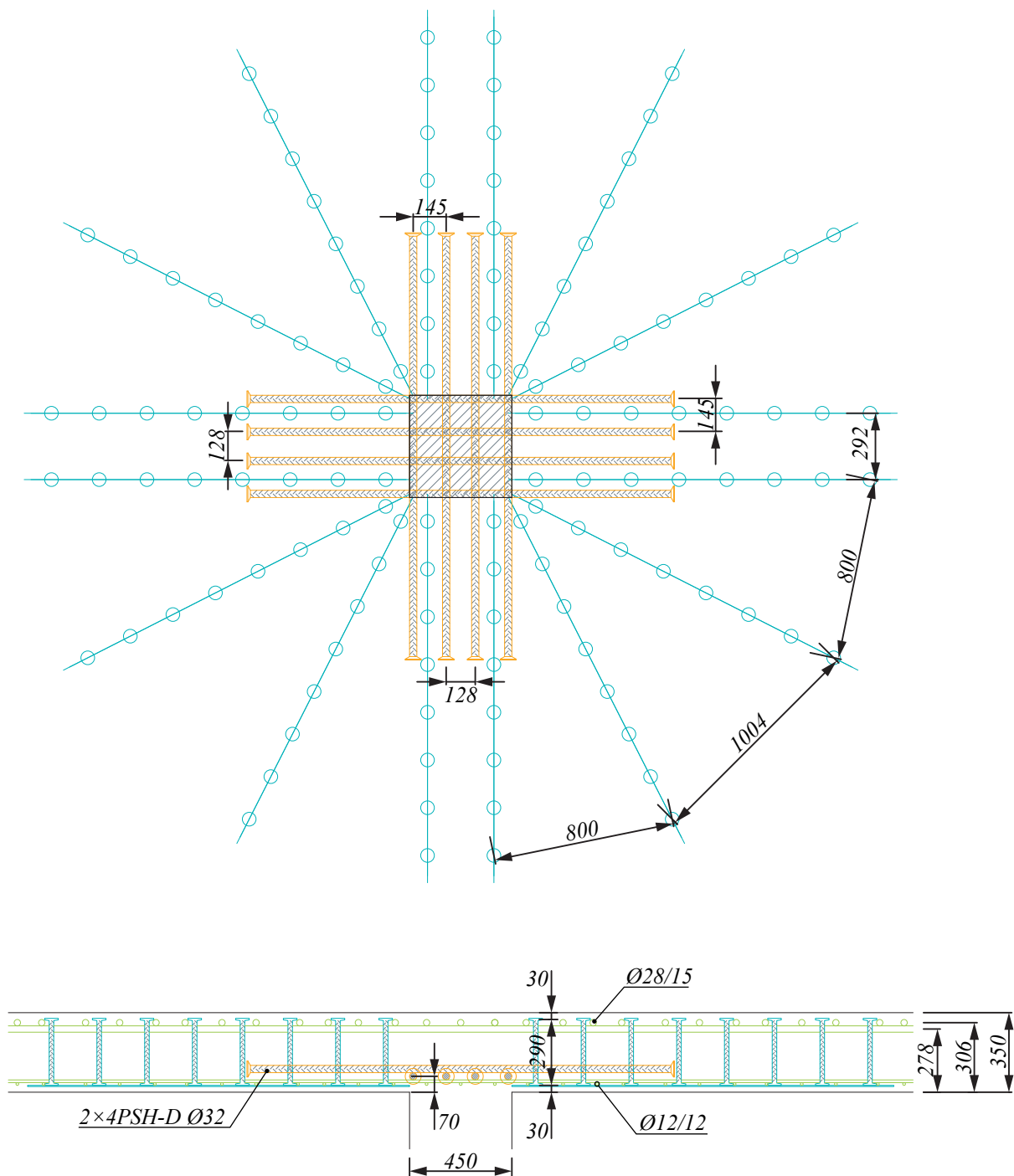
$$2680 \text{ kN} > 2640 \text{ kN}$$

(1)

Bei Verwendung von PSB PLUS® Durchstanzbewehrung ist eine ausreichende Tragfähigkeit gegeben.

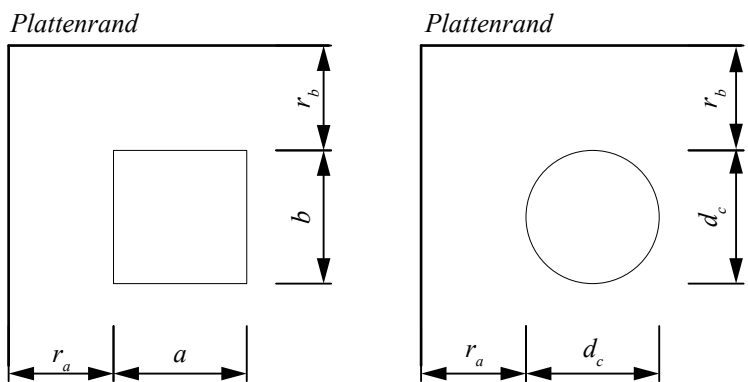
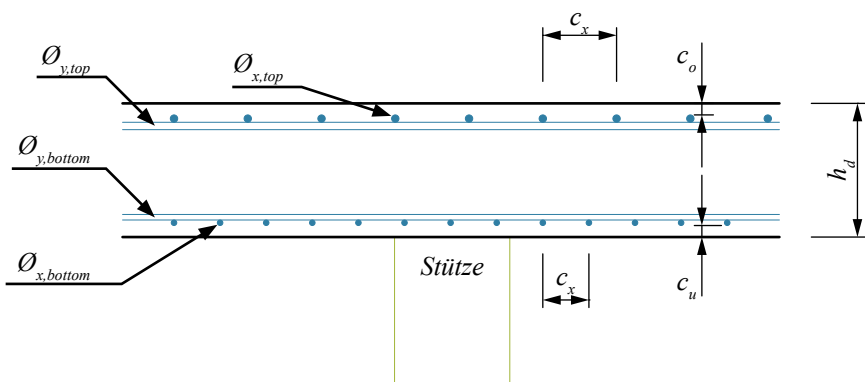
5. Abschluss der Bemessung

Um eine Bestätigung der Machbarkeit sowie eine prüffähige statische Bemessung und Einbauzeichnungen für PSB PLUS® zu erhalten, füllen Sie bitte das Bemessungsformblatt in Anhang A aus und senden es an den Technischen Support von Peikko.



Anhang A – Bemessungsformblatt

Um eine Bemessung mit PSB PLUS® zu erhalten, füllen Sie bitte das Formblatt aus und senden es per Mail bzw. über unsere Webseite an den Technischen Support von Peikko.

Lage der Stütze		Geometrie	
		Stütze	
Mittelstütze	<input type="checkbox"/>	Rechteckig	$a = \underline{\hspace{2cm}}$ mm $b = \underline{\hspace{2cm}}$ mm
Randstütze	<input type="checkbox"/>	Rund	$d_c = \underline{\hspace{2cm}}$ mm
Eckstütze	<input type="checkbox"/>		
Randabstände	$r_a = \underline{\hspace{2cm}}$ mm $r_b = \underline{\hspace{2cm}}$ mm		
			
Betonplatte		Plattendicke	$h_d = \underline{\hspace{2cm}}$ mm
		Betondeckung	$c_o = \underline{\hspace{2cm}}$ mm $c_u = \underline{\hspace{2cm}}$ mm
Biegebewehrung		Oben	$\frac{\varnothing_{x,top}}{c_x} = \underline{\hspace{2cm}}$ mm/mm $\frac{\varnothing_{y,top}}{c_y} = \underline{\hspace{2cm}}$ mm/mm
		Unten	$\frac{\varnothing_{x,bottom}}{c_x} = \underline{\hspace{2cm}}$ mm/mm $\frac{\varnothing_{y,bottom}}{c_y} = \underline{\hspace{2cm}}$ mm/mm
Material		Betonfestigkeitsklasse der Platte	$C \underline{\hspace{2cm}}$
		Betonstahl	$B \underline{\hspace{2cm}}$
Belastung		Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} = \underline{\hspace{2cm}}$ kN
Bitte β Faktor angeben, wenn abweichend von Näherungswerten nach DIN EN 1992-1 6.4.3 (6) und Bild 6.21DE			$\beta = \underline{\hspace{2cm}}$

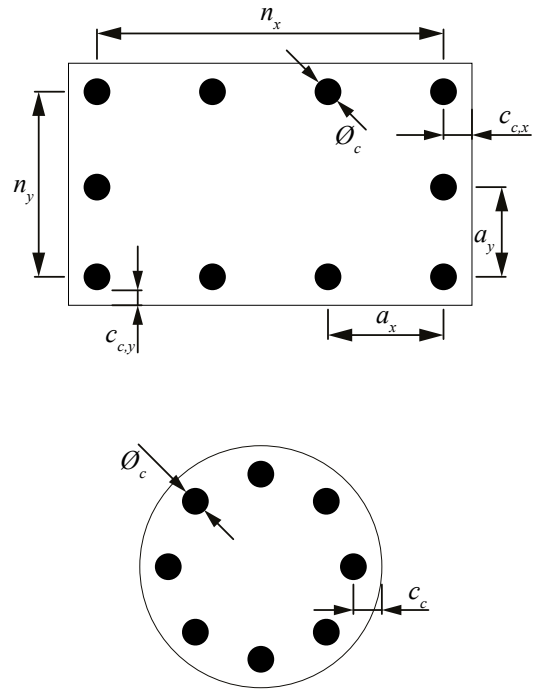
Nachfolgende Angaben sind erforderlich, um Einbauzeichnungen für die PSB PLUS® Durchstanzbewehrung zu erstellen.

Zusätzlich dazu können sie uns die Eingangswerte auch in Form einer Peikko Designer® Datei übermitteln. Das ist insbesondere dann notwendig, wenn relevante Öffnungen in der Platte bei der Bemessung zu berücksichtigen sind.

Anordnung der Stützenbewehrung:

Stabdurchmesser $\varnothing_c =$ _____ mm
 Betondeckung $c_{c,x} =$ _____ mm
 $c_{c,y} =$ _____ mm
 Stababstand, axial $a_x =$ _____ mm
 $a_y =$ _____ mm
 Stabanzahl in x -Richtung $n_x =$ _____ mm
 Stabanzahl in y -Richtung $n_y =$ _____ mm

Stabdurchmesser $\varnothing_c =$ _____ mm
 Betondeckung $c_c =$ _____ mm
 Stabanzahl $n =$ _____ mm



Einbau der PSB PLUS® Durchstanzbewehrung

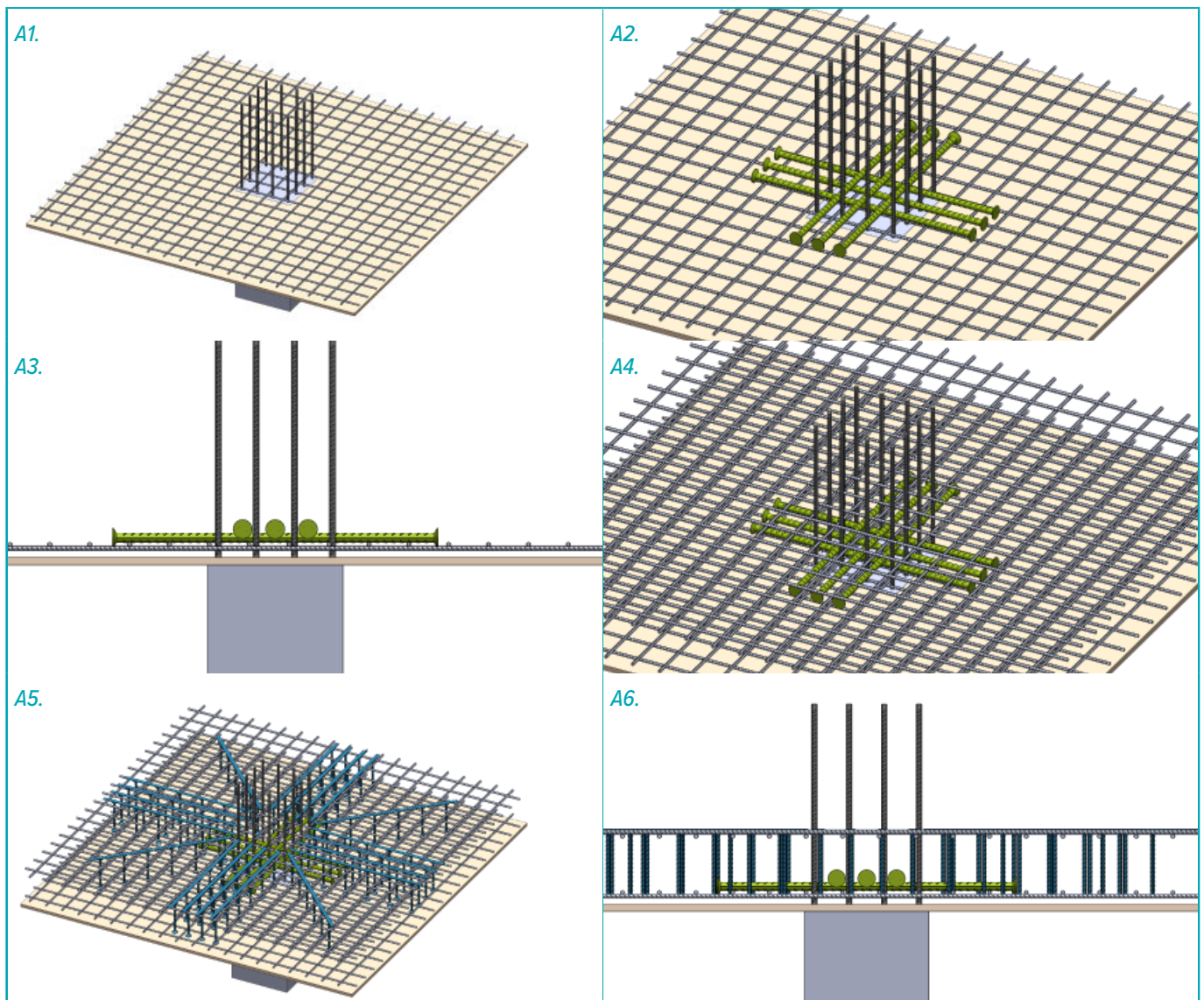
PSB PLUS® Durchstanzbewehrung wird gemäß den Ausführungsunterlagen auf der Baustelle eingebaut. Zusätzlich ist die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-15.1-333 zu beachten. Jedes PSB® oder PSH Element ist anhand eines aufgeklebten Produktcodes eindeutig erkennbar.

Abweichungen in Lage und Abstand sind nur bis zu maximal einem Zehntel der Plattendicke zulässig. Die Position der Elemente wird durch Stahlschienen gesichert, die punktuell mit den Bolzenköpfen verschweißt werden. Die Art des Einbaus von PSB PLUS® Durchstanzbewehrung hängt von der Art des Einbaus der PSB® Anker ab. PSB® kann auf zwei verschiedene Arten eingebaut werden:

- A) Einbau von oben
- B) Einbau von unten

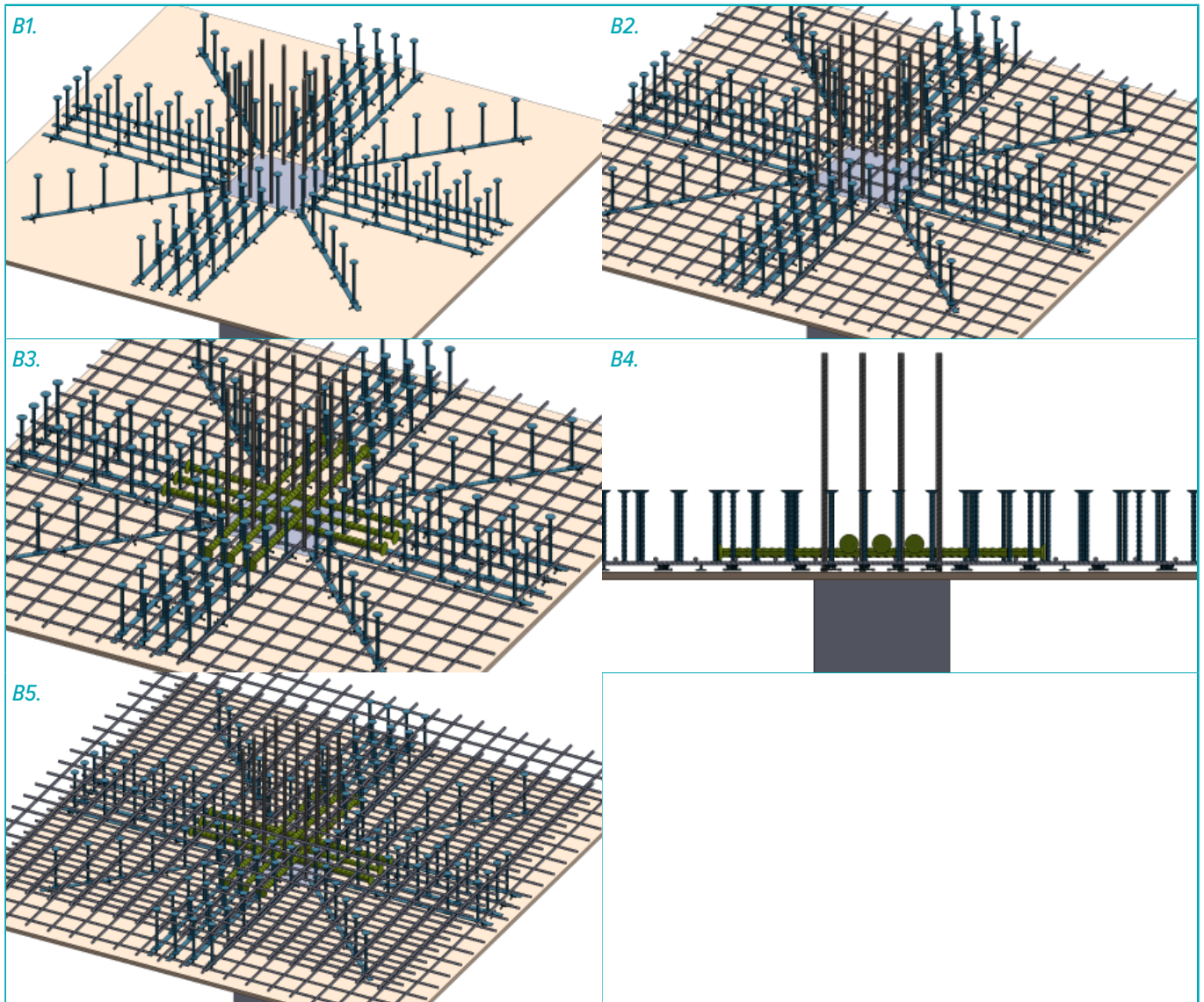
Einbau von oben

Auf dem vorbereiteten Schalboden wird die untere Biegebewehrung verlegt (A1.). Abstandhalter sorgen für eine ausreichende Betondeckung der Biegebewehrung. Die PSH Anker werden über der Stütze eingebaut und in ihrer Lage gesichert (A2.). Die untere Lage der PSH Anker wird parallel zur Haupttragrichtung der Platte eingebaut. Die zweite Lage wird quer dazu verlegt (A3.). Danach wird die obere Biegebewehrung eingebaut (A4.), bevor die PSB® Elemente von oben gemäß den Ausführungsunterlagen eingelegt und ebenfalls in ihrer Lage gesichert werden (A5.-A6.).



Einbau von unten

Die PSB® Elemente werden mit Abstandhaltern gemäß den Ausführungsunterlagen auf dem vorbereiteten Schalboden platziert (B1). Die untere Biegebewehrung der Platte wird verlegt (B2.). Die PSH Anker werden über der Stütze eingebaut und in ihrer Lage gesichert (B3.). Die untere Lage der PSH Anker wird parallel zur Haupttragrichtung der Platte eingebaut. Die zweite Lage wird quer dazu verlegt (B4.). Danach wird die obere Biegebewehrung eingebaut (B5.) Es ist wichtig, die Biegebewehrung so über den PSH Ankern auszurichten, das ausreichend große Abstände für das Einbringen und Verdichten des Betons verbleiben.



Technisches Handbuch - Revisionsindex

Version: DE 04/2019. Revision: 001

- 1. Auflage.

Ergänzende Informationen

PLANUNGSHILFEN

Gestalten Sie Ihre Planung schneller, effizienter und zuverlässiger mit unseren leistungsfähigen Bemessungstools. Zu den Planungshilfen von Peikko gehören Bemessungssoftware, CAD-Komponenten für Zeichenprogramme, Montageanleitungen, Technische Handbücher, und Produktzulassungen.

peikko.de/planungshilfen

peikko.at/planungshilfen

peikko.ch/planungshilfen

TECHNISCHER SUPPORT

Unser Technischer Support unterstützt Sie gerne bei Fragen zur Planung, Bemessung, Montage, etc.

peikko.de/technischer-support

peikko.at/technischer-support

peikko.ch/technischer-support

ZULASSUNGEN UND ZERTIFIKATE

Zulassungen, Zertifikate und Dokumentation zur CE-Kennzeichnung (Konformitätserklärung, DoP, DoC) finden Sie im Internet auf der jeweiligen Produktseite.

peikko.de/produkte

peikko.at/produkte

peikko.ch/produkte

UMWELTDEKLARATIONEN UND ZERTIFIZIERUNGEN

Umweltproduktdeklarationen (EPDs) und Managementsystem-Zertifikate finden Sie im Internet unter „Qualität, Umwelt und Sicherheit“.

peikko.de/qehs

peikko.at/qehs

peikko.ch/qehs

