

**Allgemeine  
bauaufsichtliche  
Zulassung/  
Allgemeine  
Bauartgenehmigung**

Eine vom Bund und den Ländern gemeinsam  
getragene Anstalt des öffentlichen Rechts

**Zulassungs- und Genehmigungsstelle  
für Bauprodukte und Bauarten**

Datum: 28.03.2022      Geschäftszeichen: I 27-1.15.1-3/19

**Nummer:  
Z-15.1-360**

**Geltungsdauer**  
vom: **1. April 2022**  
bis: **1. April 2027**

**Antragsteller:**  
**ANCOTECH GmbH**  
**Spezialbewehrungen**  
Am Westhover Berg 30  
51149 Köln

**Gegenstand dieses Bescheides:**  
**ZEUS® - Stahlpilz als Durchstanzbewehrung in Flachdecken und schlanken Fundamenten**

Der oben genannte Regelungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich  
zugelassen/genehmigt.  
Dieser Bescheid umfasst elf Seiten und sechs Anlagen.

DIBt

## I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit diesem Bescheid ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Regelungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Dieser Bescheid ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 3 Dieser Bescheid wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- 4 Dem Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes sind, unbeschadet weiter gehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", Kopien dieses Bescheides zur Verfügung zu stellen. Zudem ist der Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes darauf hinzuweisen, dass dieser Bescheid an der Verwendungs- bzw. Anwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden ebenfalls Kopien zur Verfügung zu stellen.
- 5 Dieser Bescheid darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen diesem Bescheid nicht widersprechen, Übersetzungen müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.
- 6 Dieser Bescheid wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.
- 7 Dieser Bescheid bezieht sich auf die von dem Antragsteller gemachten Angaben und vorgelegten Dokumente. Eine Änderung dieser Grundlagen wird von diesem Bescheid nicht erfasst und ist dem Deutschen Institut für Bautechnik unverzüglich offenzulegen.

## II BESONDERE BESTIMMUNGEN

### 1 Regelungsgegenstand und Verwendungs- bzw. Anwendungsbereich

#### 1.1 Zulassungsgegenstand und Verwendungsbereich

Zulassungsgegenstand sind Stahlpilze System ZEUS®-Stahlpilz. Die Stahlpilze sind quadratische Trägerroste aus Baustählen, die über Innenstützen oder an schlanken Fundamenten eingesetzt werden sollen und durch eine interne Stützenkopfverbreiterung zu einer Erhöhung der Durchstanztragfähigkeit führen. Beim ZEUS®-Stahlpilz handelt es sich um einen liegenden Rost aus miteinander verschweißten Flach- und Profilstählen, welche nachfolgend als Haupt- und Nebenträger bezeichnet werden, siehe Anlage 1, Bild 1.

#### 1.2 Genehmigungsgegenstand und Anwendungsbereich

Genehmigungsgegenstand ist die Planung, Bemessung und Ausführung bei Anwendung der ZEUS®-Stahlpilze als Durchstanzbewehrung in Platten und schlanken Fundamenten. Die ZEUS®-Stahlpilze dürfen für Flachdeckensysteme und schlanke Fundamentplatten unter statischen und quasi-statischen Einwirkungen nach DIN EN 1990 und DIN EN 1990/NA Abschnitt 1.5.3.11 und 1.5.3.13 im Sinne von vorwiegend ruhenden Einwirkungen gemäß DIN EN 1992-1-1/NA, Abschnitt 1.5.2.6 sowie Gabelstaplerlasten nach DIN EN 1991-1-1 und DIN EN 1991-1-1/NA, Abschnitt 6.3.2.3 bis zur Klasse FL 5, Tabelle 6.5 und Hofkellerdecken nach DIN EN 1991-1-1 und DIN EN 1991-1-1/NA angewendet werden, bei denen keine planmäßigen Biegemomente von Stützen in die Deckenplatten bzw. Fundamente übertragen werden.

Die Anwendung ist ausschließlich auf Innenstützen aus Stahlbeton - ohne die Kombination mit anderen Bewehrungselementen und Konstruktionen zur Erhöhung des Durchstanzwiderstands - sowie auf Decken- oder Fundamentplattendicken mit  $h \leq 35$  cm beschränkt.

Hierbei sind folgende Randbedingungen einzuhalten:

- 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.
- Bei Deckenöffnungen deren Rand nicht weiter als  $6d$  von der Außenkante des ZEUS®-Stahlpilzes entfernt ist, ist der anrechenbare Rundschnitt gemäß DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA Abschnitt 6.4.2(3) und Bild 6.14 zu reduzieren.
- Bei Durchbrüchen innerhalb des Stahlpilzes ist mit Abmessungen von  $l_z/3$  oder größer sind die Stahlprofile als Trägerrost unter Vernachlässigung des Betons zu bemessen.
- Die minimale Höhe des Hauptträgers ist implizit durch die definierte Mindeststeifigkeit  $\delta_{min}$  vorgegeben. Die Berechnung der definierte Mindeststeifigkeit  $\delta_{min}$  ist beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt.
- Die maximale Hauptträgerhöhe ergibt sich aus der vorhandenen Deckenhöhe abzüglich der Betondeckung am Biegezugrand sowie des definierten minimalen Randabstandes des ZEUS®-Stahlpilzes zum gezogenen Plattenrand. Zur Sicherstellung der Ausbildung einer Druckstrebe über den Hauptträger hinweg (Betontraganteil) darf dieser Wert 7,5 cm nicht unterschreiten.

Für die Erstellung der Flachdecke bzw. der schlanken Fundamentplatte sind Normalbetone einer Festigkeitsklasse von C20/25 bis einschließlich C55/67, für die Erstellung der Stütze Normalbetone ab einer Festigkeitsklasse von C20/25 sowie hochfeste Betone nach DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 zu verwenden.

## **2 Bestimmungen für das Bauprodukt**

### **2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung**

Der ZEUS® Stahlpilz ist aus Baustählen der Güte S235JR, S235J0, S235J2, S355JR, S355J2 S355J0 und S450J0 nach DIN EN 10025-2 oder S460JR, S460J0 oder S460J2 nach DIN EN 10025-2 auszuführen. Die Regelungen zur Z-Güte nach DIN EN 1993-1-10 und DIN EN 1992-1-1/NA sind zu beachten.

Für die Hauptträger sind Flachstäbe nach DIN EN 10058, für die Nebenträger UPN-Profile nach DIN EN 10365 zu verwenden.

Für die verwendeten Erzeugnisse müssen Abnahmeprüfzeugnisse 3.1 nach DIN EN 10204 vorliegen.

### **2.2 Herstellung, Verpackung, Transport, Lagerung und Kennzeichnung**

#### **2.2.1 Herstellung**

Haupt- und Nebenträger werden an ihren Stößen verschweißt. Die Ausführung der Schweißnähte erfolgt nach DIN EN 1090-2.

Die Herstellung der Stahlpilze muss gemäß den Angaben der Typisierung der Profilstöße nach Anlage 1, Bild 2 erfolgen.

Die Schweißarbeiten erfolgen durch nach DIN EN 287-1 ausgebildete und geprüfte Schweißer. Der Hersteller der Stahlpilze ist mindestens für die Ausführungsklasse EXC2 nach DIN EN 1090-2 qualifiziert.

Der Schweißbetrieb ist verpflichtet, sich ggf. durch Arbeitsproben zu vergewissern, dass der Schweißer die an die Stahlpilze gestellten Qualitätsanforderungen erfüllen kann.

Die Verlängerung der Gültigkeit der Schweißprüfung gilt, wenn mindestens vier Prüfberichte (einer für jeweils sechs Monate) über durchgeführte zerstörende und zerstörungsfreie Prüfungen vorliegen oder ein neues Prüfstück geschweißt und bewertet wurde.

#### **2.2.2 Verpackung, Transport und Lagerung**

Verpackung, Transport und Lagerung müssen so erfolgen, die Stahlpilze nicht beschädigt werden.

#### **2.2.3 Kennzeichnung**

Jeder Lieferschein zu einem oder mehreren Stahlpilzen muss vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Bundesländer gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 2.3 erfüllt sind.

### **2.3 Übereinstimmungsbestätigung**

#### **2.3.1 Allgemeines**

Die Bestätigung der Übereinstimmung des Stahlpilzes mit den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jedes Herstellwerk mit einer Übereinstimmungserklärung des Herstellers auf der Grundlage einer Erstprüfung durch den Hersteller und einer werkseigenen Produktionskontrolle erfolgen.

Die Übereinstimmungserklärung hat der Hersteller durch Kennzeichnung des Bauprodukts mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) unter Hinweis auf den Verwendungszweck abzugeben. Die Kennzeichnung erfolgt gemäß Abschnitt 2.2.3.

#### **2.3.2 Werkseigene Produktionskontrolle**

In jedem Herstellwerk ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen.

Die werkseigene Produktionskontrolle soll mindestens die in DIN EN 1090-2 aufgeführten Maßnahmen einschließen.

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Ausgangsmaterials und der Bestandteile
- Art der Kontrolle oder Prüfung
- Datum der Herstellung und der Prüfung des Stahlpilzes und der Ausgangsmaterialien
- Ergebnis der Kontrollen oder Prüfungen und Vergleich mit den Anforderungen
- Unterschrift des Verantwortlichen für die werkseigene Produktionskontrolle.

Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Bauprodukte, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu handhaben, dass Verwechslungen mit übereinstimmenden ausgeschlossen werden. Nach Abstellung des Mangels ist -soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich- die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

### **3 Bestimmungen für Planung, Bemessung und Ausführung**

Für Planung und Bemessung der mit der Bauart hergestellten baulichen Anlage gilt DIN EN 1992-1-1, falls im Folgenden nicht anders bestimmt, stets zusammen mit DIN EN 1992-1-1/NA.

#### **3.1 Planung**

Der ZEUS®-Stahlpilz ist möglichst nahe am Biegedruckrand über der Stütze unter Einhaltung der erforderlichen Betondeckung  $c_{nom}$  der Stabstahlbewehrung am gedrückten Plattenrand nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA anzuordnen. Die Betondeckung des Stahlpilzes zum gezogenen Plattenrand muss mindestens der Summe aus der Betondeckung der Biegezugbewehrung, den Stabdurchmessern der eingelegten Biegebewehrung (beide Richtungen) sowie dem minimalen Stababstand von Betonstäben nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA Abschnitt 8.2 entsprechen.

Diese Betondeckung darf jedoch 7,5 cm nicht unterschreiten um die Ausbildung einer Betondruckstrebe sicherzustellen.

Ein minimaler Längsbewehrungsgrad der Flachdecke ist durch den Ansatz des Mindestmomentes nach Heft 631 DAfStb implizit im Bemessungskonzept enthalten.

Für den maximalen Biegebewehrungsgrad gelten die Regelungen nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA.

#### **3.2 Bemessung**

##### **3.2.1 Allgemeines**

Für die Bemessung, insbesondere der Platte, gelten DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA, sofern im Nachfolgenden nichts anderes bestimmt ist.

Für die Schnittgrößenermittlung gelten DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA, Abschnitt 5.4. Bei Anwendung von Verfahren auf der Grundlage der Elastizitätstheorie gelten die nachstehend genannten Bemessungsgrundsätze sinngemäß.

Wird im Inneren des Stahlpilzes ein Deckendurchbruch mit einer Seitenlänge von  $B_k/3$  oder größer angeordnet, so ist eine Trägerrostbemessung des Pilzes durchzuführen.

### 3.2.2 Bemessung der Stahlbetonplatte gegen Biegeversagen

Die Bemessung der Stahlbetonplatte gegen ein Biegeversagen darf mit dem Biegemoment im Stahlpilzanschnitt geführt werden, wobei der resultierende Biegebewehrungsquerschnitt über die gesamte Stahlpilzbreite durchgehend anzuordnen ist.

Zur Sicherstellung eines ausreichenden Biege widerstandes sollte zudem mindestens der Bemessungswert des einwirkenden Momentes  $m_{sg}$  nach dem Näherungsverfahren zur Ermittlung der Momente nach der Plattentheorie aus DAfStb Heft 631, Abschnitt 3.1.2.2 verwendet werden.

$$m_{sg} = 0,7 \cdot m_{ss}$$

$$m_{ss} = k_{ss}^g \cdot c \cdot g \cdot l_{m1}^2 + k_{ss}^q \cdot c \cdot q \cdot l_{m1}^2$$

mit:

$k_{ss}^g, k_{ss}^q$	Momentenbeiwerte gemäß DAfStb Heft 631 Tabelle 3.5
$c$	Korrekturfaktor zur Berücksichtigung der Stützendicke $d_s = a$ und des Stützweitenverhältnisses $\epsilon$ auf das Moment $m_{ss}$ gemäß DAfStb Heft 631 Tabelle 3.4
$g$	Eigenlast
$q$	Verkehrslast
$l_{m1}$	mittlere Stützweite benachbarter Felder der betrachteten Richtung
$l_{m2}$	mittlere Stützweite benachbarter Felder rechtwinklig zur betrachteten Richtung

Anlage 2 zeigt schematisch die Bemessungswerte des Biegemomentes gemäß DAfStb Heft 631 und die Momentenverläufe in den Schnitten A-A und B-B aus einer Plattenberechnung. Für den Bemessungswert des einwirkenden Biegemomentes gilt:

$$m_{l,d} \geq m_{sg,d}$$

### 3.2.3 Bemessung gegen Durchstanzen

#### 1) Flachdecken

Der Durchstanznachweis von Flachdecken erfolgt grundsätzlich gemäß DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA in einem Abstand von  $2,0 d$  von der Lasteinleitungsfläche,

Zur Berücksichtigung des steifigkeitsabhängigen Tragverhaltens des Stahlpilzes erfolgt die Bestimmung der Lasteinleitungsfläche durch Ansatz einer Ersatzstützenbreite  $a_{ers}$ , deren Festlegung in Abhängigkeit von der vorhanden bezogenen Steifigkeit  $\delta_{vorh}$  erfolgt.

Die Festlegung der Ersatzstützenbreite  $a_{ers}$ , in Abhängigkeit der vorhandenen bezogenen Steifigkeit  $\delta_{vorh}$  ist beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt.

Nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA ist der Nachweis ausreichender Durchstanztragfähigkeit bei Flachdecken im kritischen Rundschnitt  $u_1$  in einem Abstand von  $2,0 d$  vom Rand der Lasteinleitungsfläche zu führen, siehe Anlage 3. In dem vorliegenden Fall wird die Lasteinleitungsfläche durch die Ersatzstützenbreite  $a_{ers}$  definiert.

$$\beta \cdot V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = v_{Rd,c} \cdot u_1 \cdot d$$

mit:

$\beta$	Lasterhöhungsfaktor nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA, Abschnitt 6.4.3. zur Berücksichtigung der ungleichmäßigen Verteilung der Schubspannungen entlang des kritischen Rundschnitt
$V_{Ed}$	Bemessungswert der einwirkenden Querkraft
$V_{Rd,c}$	Durchstanzwiderstand ohne Durchstanzbewehrung

Der Bemessungswert des Durchstanzwiderstandes von Flachdecken ohne Durchstanzbewehrung außerhalb der Lasteinleitungsfläche bestimmt sich nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA zu:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \geq v_{min}$$

mit:

$C_{Rd,c}$	empirischer Vorfaktor berechnet zu: $u_0/d \geq 4$ $C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$ $u_0/d \leq 4$ $C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c \cdot (0,1 \cdot u_0/d + 0,6) \geq 0,15/\gamma_c$ mit: $u_0 = 4 \cdot a_{ers}$
$k$	Maßstabsfaktor mit $k = 1 + \sqrt{200/d} \leq 2,0$
$\rho_l$	Längsbewehrungsgrad mit $\rho_l = \sqrt{\rho_{l,y} \cdot \rho_{l,z}} \leq 0,02$ und $\leq 0,5 \cdot f_{cd}/f_{yd}$
$f_{ck}$	charakteristische Betondruckfestigkeit
$v_{min}$	Mindestwert nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA Abschnitt 6.2.2(1)

Der maximale Umfang der Lasteinleitungsfläche wird für die Ermittlung der Durchstanztragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA auf  $12,0 d$  begrenzt. Wird dieser Grenzwert überschritten, so darf nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA für den Bereich oberhalb des Grenzwerts nur noch die Querkrafttragfähigkeit liniengelagerter Flachdecken angesetzt werden. Für quadratische Stahlpilze ergibt sich aufgrund der unterschiedlichen Vorfaktoren der Durchstanz- und Querkrafttragfähigkeit von  $0,18/\gamma_c$  bzw.  $0,15/\gamma_c$  folgende Fallunterscheidung:

- a)  $4 \cdot a_{ers} \leq 12 \cdot d$ :  $u_1 = 4 \cdot a_{ers} + 4 \cdot \pi \cdot d$
- b)  $4 \cdot a_{ers} > 12 \cdot d$ :  $u_1 = 3,32 \cdot a_{ers} + 4,64 \cdot \pi \cdot d$

Bei Deckenöffnungen außerhalb des ZEUS®-Stahlpilzes deren Rand nicht weiter als  $6d$  von der Außenkante des ZEUS®-Stahlpilzes entfernt ist, ist der anrechenbare Rundschnitt gemäß DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA Abschnitt 6.4.2(3) und Bild 6.14 zu reduzieren, siehe Anlage 4.

## II) Schlanke Fundamente ( $a/d > 2,0$ )

Ist das Steifigkeitskriterium gemäß hinterlegtem Datenblatt erfüllt, so erfolgt der Durchstanznachweis nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA Abschnitt 6.4 entlang der Querschnittsfläche  $u_{crit}$  im Abstand  $a_{crit}$  von der Außenkante des ZEUS®-Stahlpilzes.

$$\beta \cdot V_{Ed,red} = \beta \cdot (V_{Ed} - \Delta V_{Ed}) \leq V_{Rd,c} = v_{Rd,c} \cdot u_{crit} \cdot d$$

mit:

$\beta$	Lasterhöhungsfaktor nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA, Abschnitt 6.4.3. zur Berücksichtigung der ungleichmäßigen Verteilung der Schubspannungen entlang des kritischen Rundschnitt
$V_{Ed}$	Bemessungswert der einwirkenden Querkraft
$V_{Rd,c}$	Durchstanzwiderstand ohne Durchstanzbewehrung

Der Bemessungswert des Durchstanzwiderstandes berechnet sich wie folgt:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \cdot 2 \cdot d / a_{crit} \geq v_{min} \cdot 2 \cdot d / a$$

mit:

$C_{Rd,c}$	0,15/ $\gamma_c$ für Fundamentplatten
$k$	Maßstabsfaktor mit $k = 1 + \sqrt{200/d} \leq 2,0$
$\rho_l$	Längsbewehrungsgrad mit $\rho_l = \sqrt{\rho_{l,y} \cdot \rho_{l,z}} \leq 0,02$ und $\leq 0,5 \cdot f_{cd}/f_{yd}$
$f_{ck}$	charakteristische Betondruckfestigkeit
$v_{min}$	Mindestwert nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA Abschnitt 6.2.2(1)
$a_{crit}$	Abstand vom ZEUS®-Stahlpilzrand zum maßgebenden Rundschnitt

Der maßgebende Abstand  $a_{crit}$  kann durch Iteration ermittelt werden. Anderenfalls ist der Abstand  $a_{crit}$  vereinfacht zu 1,0 d anzunehmen. In diesem Fall dürfen lediglich 50% der Bodenpressung innerhalb des Rundschnitts als entlastend angenommen werden (vgl. DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA Abschnitt 6.4.3).

### 3.2.4 Bemessung der Stahlpilze

Die Bemessung des ZEUS®-Stahlpilzes erfolgt nach DIN EN 1993-1-1 und DIN EN 1993-1-1/NA mit dem in Anlage 6 dargestellten Lastmodell. Die Einwirkende Stützenlast  $F_{Ed} = \beta \cdot \text{Stützenlast}$  wird gleichmäßig über die Nebenträger verteilt, wobei die Mitwirkung des Betons über den Stahltraganteil  $STA = 0,80$  berücksichtigt wird. Die Nebenträger sind auf die daraus resultierenden Schnittgrößen zu bemessen. Die Nebenträger lagern mittig auf den Hauptträgern auf, die über die Stützenkante mit der Länge  $l_k$  auskragen (Maße vgl. Abbildung 3).

Die Einflüsse aus Normalkraft sind gemäß der Publikation "Zur Zuverlässigkeit der Bemessung gegen Durchstanzen bei Einzelfundamenten" zu vernachlässigen.

Die Bemessung der Haupt- und Nebenträger erfolgt nach DIN EN 1993-1-1 und DIN EN 1993-1-1/NA Abschnitt 6.2.5.

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

mit:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot \frac{f_{y,red}}{\gamma_{M0}} \quad \text{für Querschnitte der Klasse 1 oder 2}$$

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = W_{el,min} \cdot \frac{f_{y,red}}{\gamma_{M0}} \quad \text{für Querschnitte der Klasse 3}$$

$$M_{c,Rd} = W_{el,min} \cdot \frac{f_{y,red}}{\gamma_{M0}} \quad \text{für Querschnitte der Klasse 4}$$

Hierbei ist die Interaktion zwischen Biegung und Querkraft durch die Abminderung der ansetzbaren Streckgrenze  $f_y$  gemäß DIN EN 1993-1-1 und DIN EN 1993-1-1/NA Abschnitt 6.2.6(2) zu berücksichtigen.

$$f_{y,red} = (1 - \rho) \cdot f_y \quad (1)$$

mit:

$$\rho = \left( 2 \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2 \quad (2)$$

Die Verbindungen der Profile des ZEUS®-Stahlpilzes erfolgt über Schweißnähte, welche auf die Beanspruchungen aus dem statischen Ersatzsystem nach DIN EN 1993-1-8 zu bemessen sind.

Es sind drei verschiedene Schweißverbindungen im Stahlpilz vorhanden, die in Anlage 1, Bild 2 dargestellt und den Typisierungen 1 bis 3 zugeordnet sind. Die Hauptträger-Hauptträger Verbindung (Typ 1) ist als Vollstoß durchzuschweißen. Am Hauptträger-Nebenträgerstoß (Typ 2) werden die über die Nebenträger gesammelten Querkräfte als konzentrierte Einzellast an den Hauptträger abgegeben.

Die Schweißverbindungen sind auf diese Beanspruchung zu bemessen.

Die Verbindung am Nebenträger-Nebenträger-Stoß (Typ 3) wird planmäßig nicht beansprucht. Aufgrund der nicht berücksichtigten Einspanneffekte können tatsächlich jedoch Biegemomente und korrespondierende Querkräfte auftreten. Um diesen Effekt zu berücksichtigen, muss der Nebenträger-Nebenträger-Stoß auf 25 % der maximalen Beanspruchung des Nebenträgers ( $M_y$  und  $V_z$ ) bemessen werden.

### 3.2.5 Auflagerung der Stahlpilze auf Stahlbetoninnenstützen

Am Stützenkopf bzw. -fuß ist eine Verbügelung der Stütze nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA, Abschnitt 9.5.3(4) vorzusehen. Somit ist kein Aufspalten der Stütze zu erwarten.

### 3.2.6 Feuerwiderstandsfähigkeit

Zur Sicherstellung des Tragwiderstandes dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/allgemeinen Bauartgenehmigung Anforderungen hinsichtlich der Feuerwiderstandsdauer gilt DIN EN 1992-1-2 und DIN EN 1992-1-2/NA, insbesondere Abschnitt 5.7.4.

## 3.3 Ausführung

Der Anwender der Bauart bzw. das bauausführende Unternehmen hat zur Bestätigung der Übereinstimmung der Bauart mit dieser allgemeinen Bauartgenehmigung eine Übereinstimmungserklärung gemäß § 16a Abs. 5, § 21 Abs. 2 MBO abzugeben.

### 3.3.1 Allgemeines

Für die Ausführung gilt DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3 mit folgenden Ergänzungen.

### 3.3.2 Einbau und Betonage

Es ist ein Beton der Festigkeitsklasse C20/25 bis C55/67 nach DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 einzubauen. Die Betonage der Bauteile ist fachgerecht unter Beachtung normgerechter Anforderungen auszuführen. Beim Einbau der Stahlpilze sind die geometrischen Randbedingungen der Ausführungsplanung zu beachten.

Beispiele der Ausführung in den Bereichen Betoninnenstütze, Betoninnenstütze mit Aussparungen und Fundamentpilz zeigen die Anlagen 3 bis 5.

Folgende Normen werden in dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/allgemeinen Bauartgenehmigung in Bezug genommen:

- DIN 1045-2:2008-08      Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegungen, Eigenschaften und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1
- DIN 1045-3:2012-03      Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung

- DIN EN 206:2001-07 Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsch Fassung EN 206-1:2000
- DIN EN 1990:2010-12 Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010
- DIN EN 1990/NA:2010-12 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung + A1:2012-08
- DIN EN 1991-1-1:2010-12 Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau; Deutsche Fassung EN 1991-1-1:2002 + AC:2009
- DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau + A1:2015-05
- DIN EN 1992-1-1:2011-01 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 + A1:2015-03 + Änderung A1:2015-03
- DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau + Änderung A1:2015-12
- DIN EN 1992-1-2:2010-12 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung EN 1992-1-2:2004+AC:2008
- DIN EN 1992-1-2/NA:2010-12 + A1 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall, DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
- DIN EN 1993-1-1: 2010-12 Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2005 + AC:2009 + A1:2014-07
- DIN EN 1993-1-1/NA: 2017-09 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- DIN EN 1993-1-8: 2010-12 Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen
- DIN EN 1993-1-8/NA: 2010-12 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen
- DIN EN 1090-2: 2011-10 Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken
- DIN EN 287-1:2011-11 Prüfung von Schweißern – Schmelzschweißen – Teil 1: Stähle; Deutsche Fassung EN 287-1: 2011
- DIN EN 10025-1:2005-02 Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 1: Allgemeine technische Lieferbedingungen; Deutsche Fassung EN 10025-1:2004

- DIN EN 10025-2:2019-10 Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle; Deutsche Fassung EN 10025-2:2019
- DIN EN 13670:2013-03 Ausführung von Tragwerken aus Beton; Deutsche Fassung EN 13670:2009
- DIN EN 10204:2005-01 Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen; Deutsche Fassung EN 10204:2004
- DIN EN ISO 17660-1:2006-12 Schweißen – Schweißen von Betonstahl – Teil 1: Tragende Schweißverbindungen (ISO 17660-1:2006), Deutsche Fassung EN ISO 17660-1:2006
- DAfStb-Heft 631:1991 Hilfsmittel zur Schnittgrößenermittlung und zu besonderen Detailnachweisen bei Stahlbetontragwerken
- Ricker, Marcus,  
Hegger, Josef.: 2009 Publikation "Zur Zuverlässigkeit der Bemessung gegen Durchstanzen bei Einzelfundamenten", Lehrstuhl und Institut für Massivbau, Aachen

Die Datenblätter sind beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt.

Beatrix Wittstock  
Referatsleiterin

Beglaubigt  
Schüler

Bild 1: Stahlpilz ZEUS®

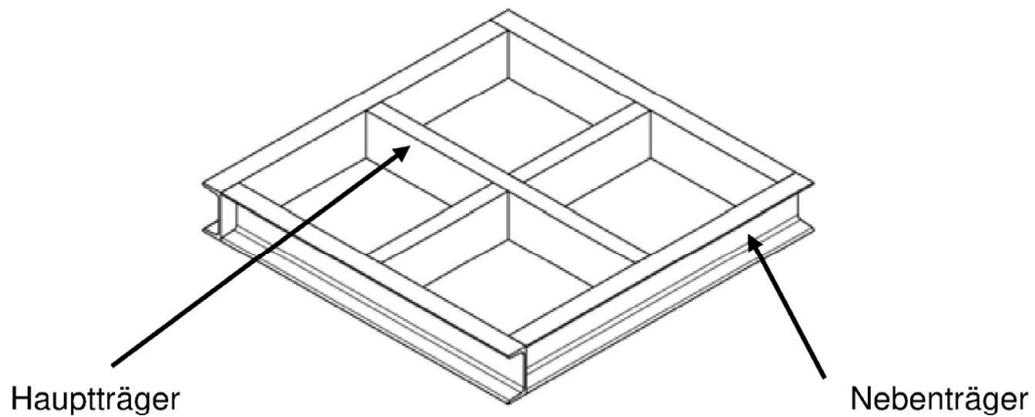
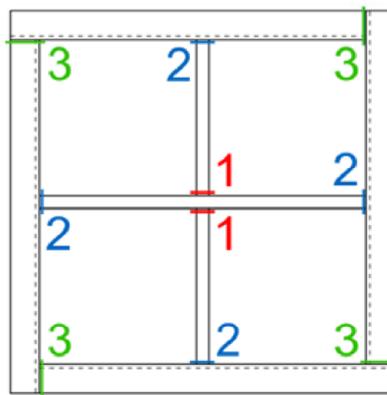


Bild 2: Typisierung der Profilstöße im Stahlpilz ZEUS®



- Typ 1: Hauptträger – Hauptträger
- Typ 2: Hauptträger – Nebenträger
- Typ 3: Nebenträger – Nebenträger

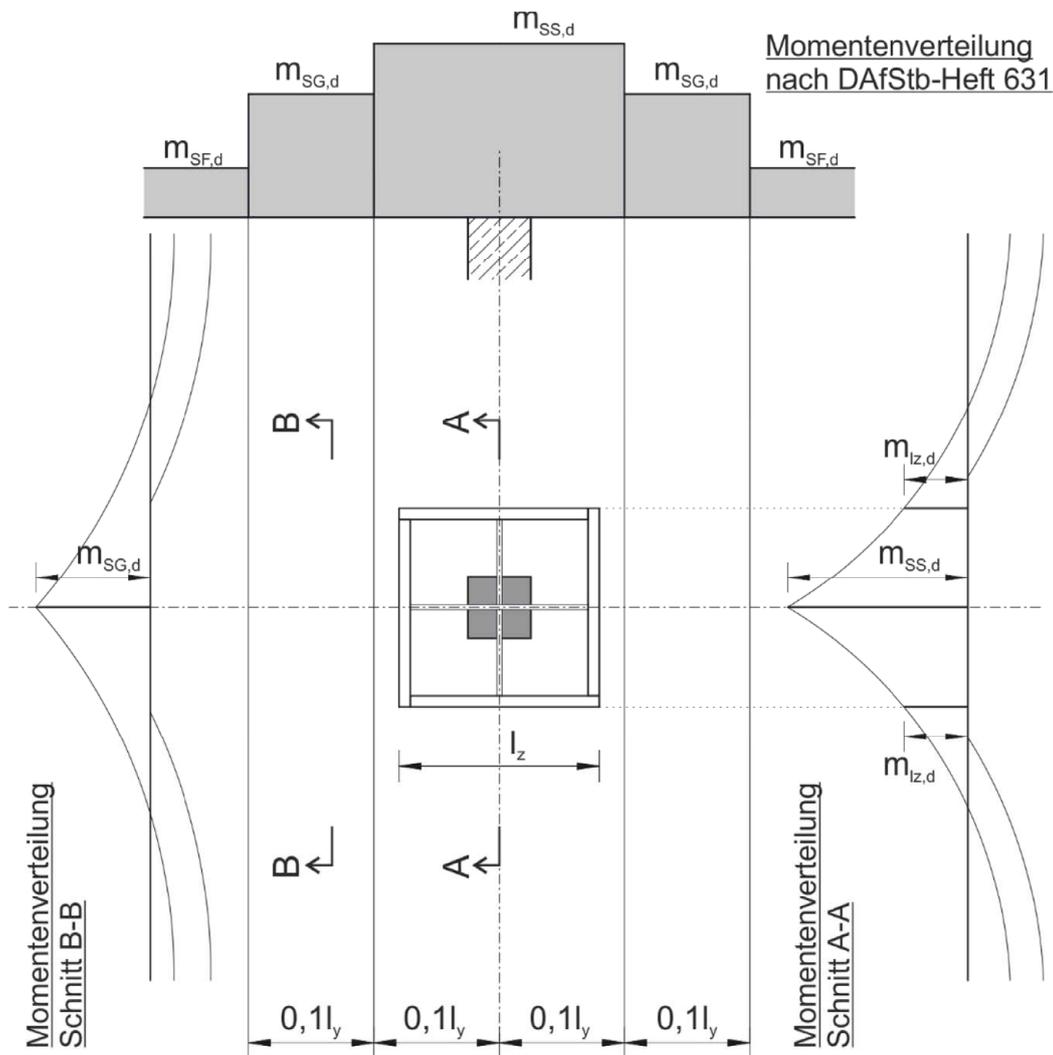
Die Ausführung der Schweißnähte muss den Angaben im Abschnitt 3.2.4 Bemessung der Stahlpilze, dieser allgemeinen bauaufsichtliche Zulassung/allgemeinen Bauartgenehmigung entsprechen.

**Stahlpilz ZEUS® als Durchstanzbewehrung in Flachdecken und schlanken Fundamenten**

Stahlpilz ZEUS® und Typisierung der Profilstöße im Stahlpilz ZEUS®

Anlage 1

**Bild 3: Bemessungsmoment nach DAfStb Heft 631 und Momentenverläufe**



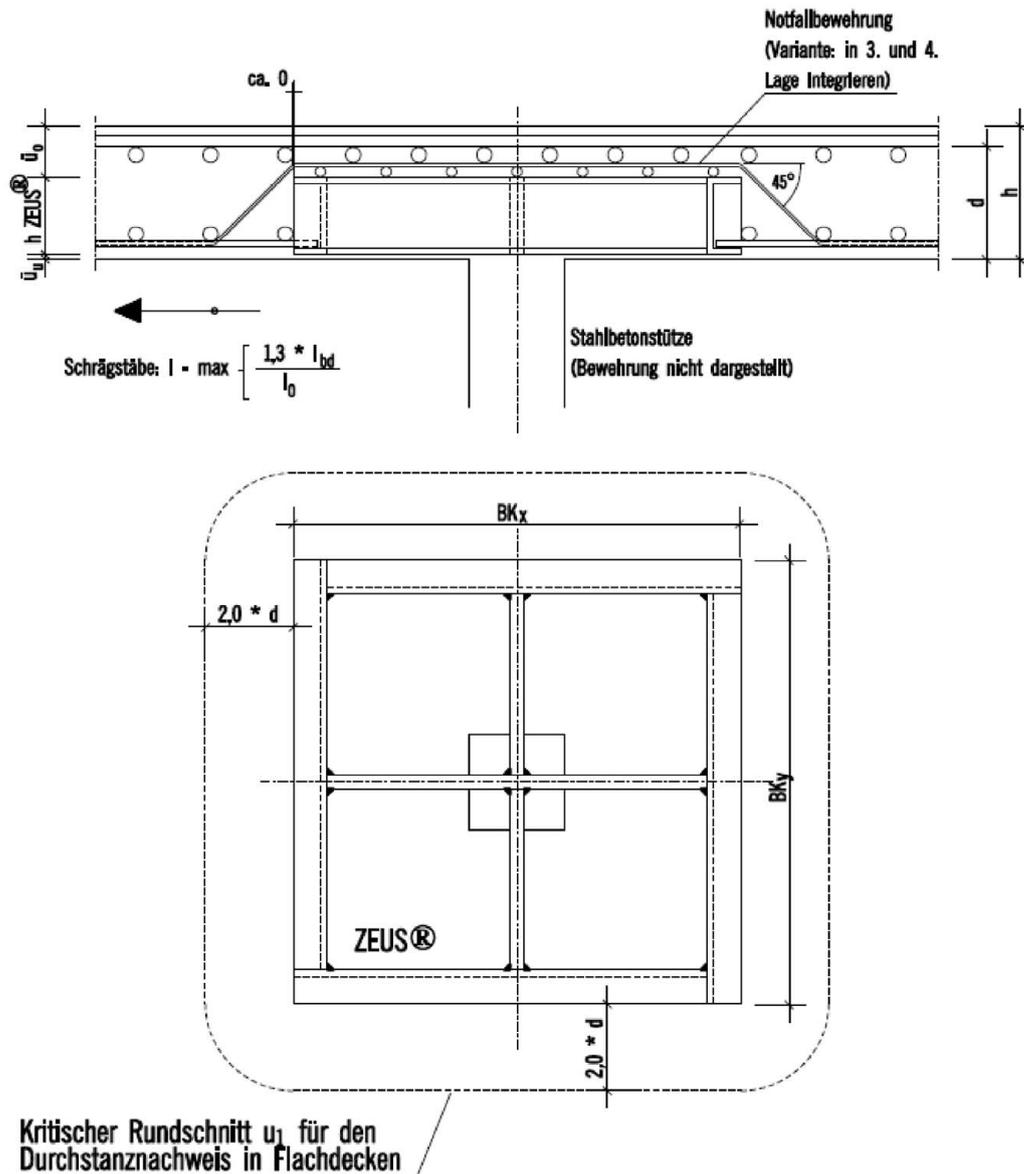
- $m_i$  Momente nach Elastizitätstheorie und DAfStB-Heft 631
- $l_y$  Stützweite benachbarter Felder der betrachteten Richtung
- $l_z$  Breite des Stahlpiles

**Stahlpils ZEUS® als Durchstanzbewehrung in Flachdecken und schlanken Fundamenten**

Bemessungsmoment nach DAfStb Heft 631 und  
 Momentenverläufe der Schnitte A-A und B-B

Anlage 2

Bild 4: Beispiel für die Ausbildung im Bereich der Betoninnenstütze



h: Plattendicke

d: mittlere statische Nutzhöhe

$l_{bd}$ : Verankerungslänge Durchstanztragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA

$l_0$ : Abstand der Momentennullpunkte

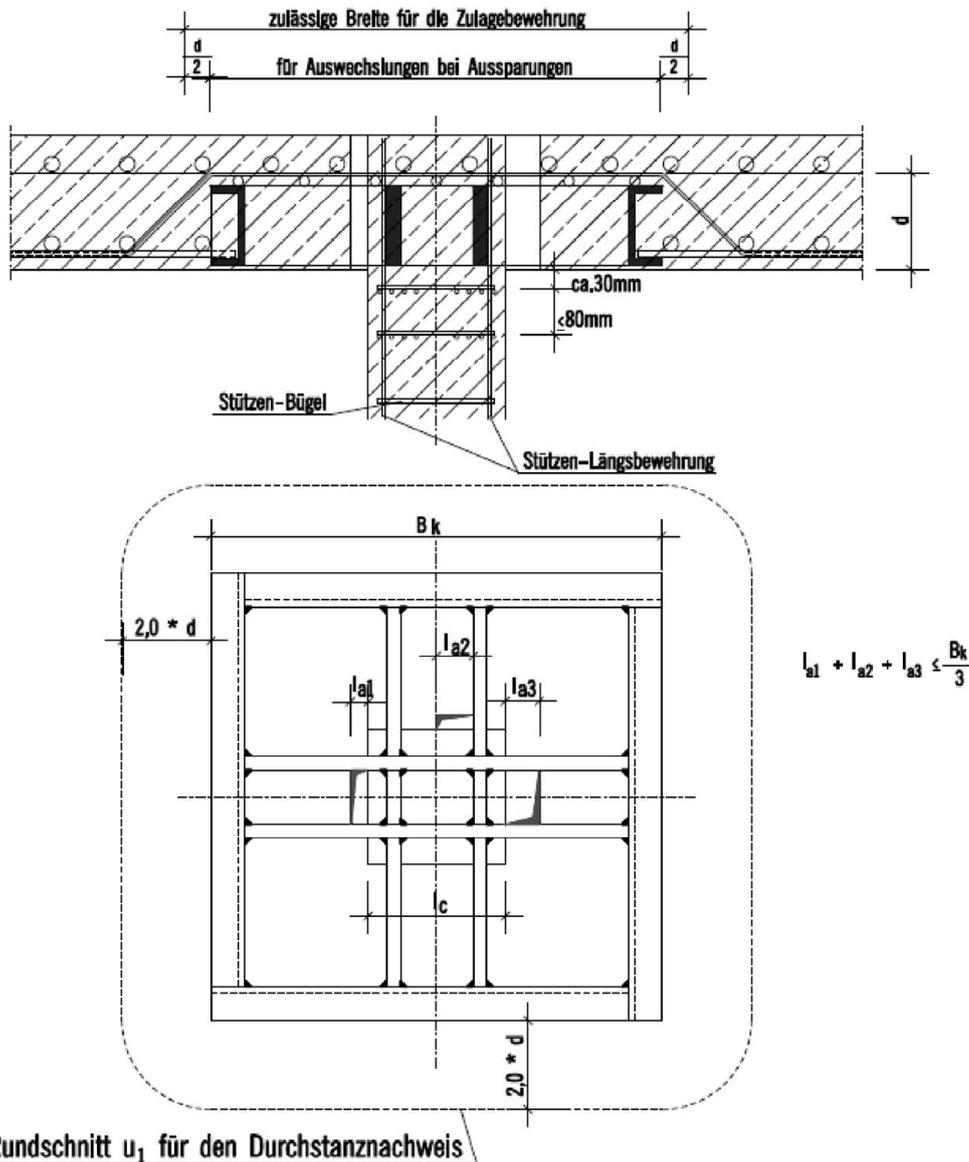
$B_K = l_z$ : Breite des Stahlpilzes

Stahlpilz ZEUS® als Durchstanzbewehrung in Flachdecken und schlanken Fundamenten

Beispiel für die Ausbildung im Bereich der Betoninnenstütze

Anlage 3

**Bild 5: Beispiel für die Ausbildung im Bereich der Betoninnenstütze mit Aussparungen**



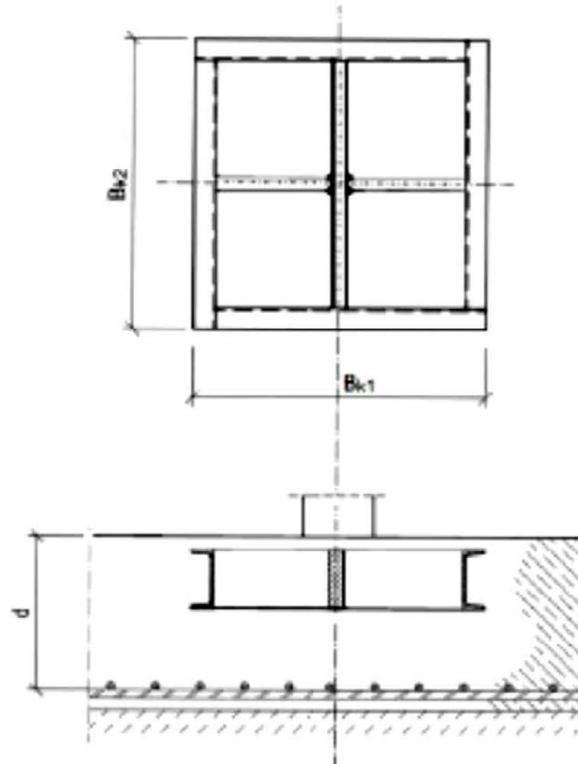
- d: mittlere statische Nutzhöhe
- $l_{a1}$ : Breite Aussparung 1
- $l_{a2}$ : Breite Aussparung 2
- $l_{a3}$ : Breite Aussparung 3
- $l_c$ : Stützenbreite
- $B_k = l_z$ : Breite des Stahlpilzes

**Stahlpilz ZEUS® als Durchstanzbewehrung in Flachdecken und schlanken Fundamenten**

Beispiel für die Ausbildung im Bereich der Betoninnenstütze mit Aussparungen

Anlage 4

Bild 6: Beispiel für die Ausbildung eines Fundamentpilzes



Einbauhilfen,  
Stützenbewehrung und  
obere Plattenbewehrung  
sind nicht dargestellt

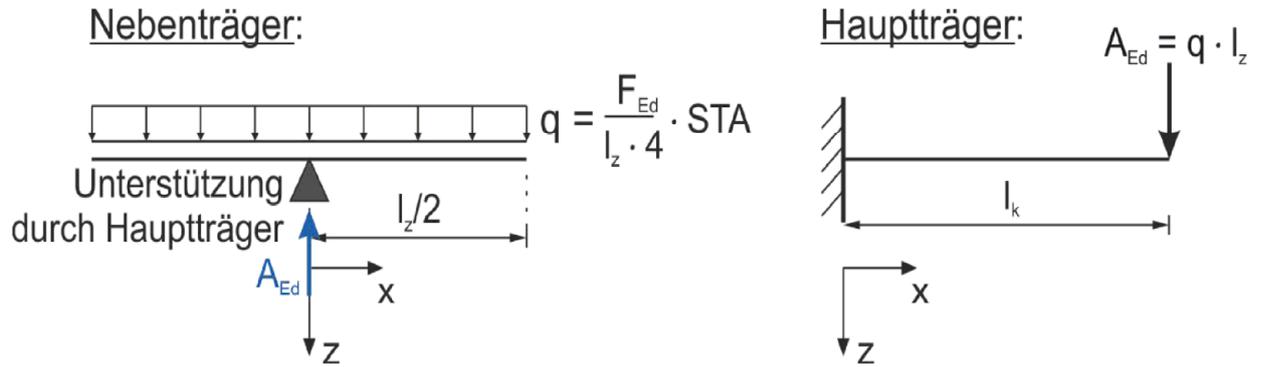
$d = h$ : Plattendicke  
 $B_{K1} = B_{K2} = l_z$ : Breite/Länge des Stahlpilzes

Stahlpilz ZEUS® als Durchstanzbewehrung in Flachdecken und schlanken Fundamenten

Anlage 5

Beispiel für die Ausbildung eines Fundamentpilzes

**Bild 7: Lastmodell für Haupt- und Nebenträger**



- $F_{Ed}$     Einwirkende Stützenlast
- $STA$     Stahltraganteil
- $l_z$     Breite des Stahlpilzes
- $l_k$     Auskragende Länge