



# Stahlaufleger

Bemessungshinweise

**PFEIFER**

# Stahlaufleger

zum Auflagern von Rippendecken und Unterzügen



**Zweiteilig:**  
Eindreihen des Verankerungsstabes in die Hülse

**Einteilig:**  
Verankerungsstab bereits angeschweißt

PFEIFER-Stahlaufleger übernehmen die Eigenlasten bei der Elementmontage. Zusammen mit der eingelegten Bewehrung und der Ortbetonschicht werden die Verkehrslasten sicher auf die Unterzüge geleitet. Das Gesamttragwerk kann ohne Konsolbandunterzüge einfacher geplant, bemessen, gefertigt und montiert werden. Geringere Bauhöhen und saubere Deckenunteransichten wirken sich positiv auf das gesamte Gebäude aus.

## π-Platten

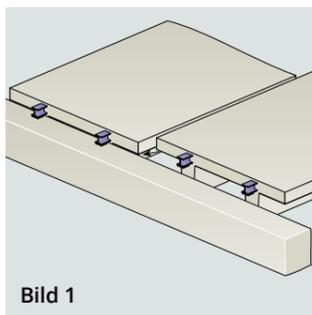


Bild 1

## Trogplatten

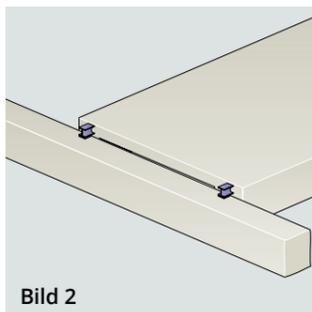


Bild 2

## Unterzüge/ Nebenträger

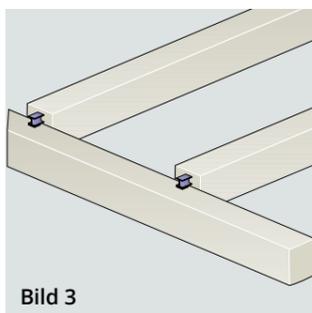


Bild 3

## Anwendungshinweise

PFEIFER-Stahlaufleger wurden zur kostengünstigen Auflagerung von π-Platten, Trogplatten und Unterzügen (Bild 1 -3) entwickelt. Üblicherweise auftretende große Ausmitten im Montage- und Endzustand durch eine herkömmliche Konstruktion mit Konsolbändern, können mit Stahlauflegern vermieden werden. Dadurch lassen sich Zeit und Kosten sparen. Ebenso kann auf kostenintensive Unterstützungen mit Gerüsttürmen oder ähnlichem verzichtet werden. Die PFEIFER-Stahlaufleger sind für die gesamte Montage-Auflagerkraft, resultierend aus dem Eigengewicht des Fertigteils, dem Aufbeton sowie der Nutzlast beim Betonieren ausgelegt. Im Endzustand wirken die Stahlaufleger gemeinsam mit dem ausgeklinkten Betonaufleger.



Hier finden Sie Zulassung, Bemessungssoftware, Vorbemessungstabellen und mehr:

[www.pfeifer.info/stahlaufleger](http://www.pfeifer.info/stahlaufleger)



## Bemessungswiderstände

Grundsätzlich wird bei der Bemessung der PFEIFER-Stahlaufleger PS-A zwischen dem Montage- und dem Endzustand unterschieden. Diese Zustände sind getrennt zu betrachten.

### Montagezustand

Der Montagezustand ist der Zeitraum, in dem der Aufbetonquerschnitt der Decke noch nicht wirksam ist. Bei Ermittlung der Einwirkungen müssen Eigengewicht der Fertigteilelemente, Aufbeton, eine Mannlast und eventuell zusätzlich auftretende Montageeinwirkungen berücksichtigt werden.

Die ansetzbaren Bemessungswiderstände für den Montagezustand können der Tabelle 1 entnommen werden. Diese sind insbesondere abhängig von der Höhe des Steges. Mindestbetongüte des Fertigteils ist C35/45.

### Endzustand

Im Endzustand wirken das Stahlaufleger PS-A und die Ortbetonkonsole kombiniert. Daher sind hier andere Bemessungswiderstände relevant, als während des Montagezustands. Relevante Einwirkungen sind Eigengewicht des Fertigteilelements, des Aufbetons, des Belags sowie Nutzlasten.

Der für den Endzustand maßgebende Bemessungswiderstand kann einfach, in Abhängigkeit von einigen wenigen Randbedingungen, aus Bemessungstabellen abgelesen werden. Diese sind der aktuellen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zu entnehmen. Zur grundsätzlichen Beschreibung des Bemessungsweges werden die 3 notwendigen Schritte im Folgenden kurz beschrieben:

#### Schritt 1:

Zur Abdeckung möglichst vieler Einbausituationen wurden in die Zulassung zwei Grundmodule (Bild 4 und 5) aufgenommen. Diese unterscheiden sich in der Geometrie des Steges. Diesen Grundmodulen werden in den Bemessungstabellen Widerstände zugeordnet. Grundsätzlich muss bei der Festlegung des verwendeten Moduls ermittelt werden, welches in die vorhandene Steggeometrie eingepasst werden kann. Hierbei ist die Art des Fertigteils, π-Platte, Trogplatte, Nebenträgern oder Unterzügen, nicht relevant (Bild 6 - 8).

#### Schritt 2:

Zunächst wird mit dem für den Montagezustand erforderlichen Auflager und dem passenden Grundmodul (siehe Schritt 1) die Bemessungstabelle ausgewählt. Danach kann entsprechend der Einwirkungen, in Abhängigkeit von Steghöhe, Plattenstärke und Aufbetongüte der erforderliche Bemessungswiderstand abgelesen werden.

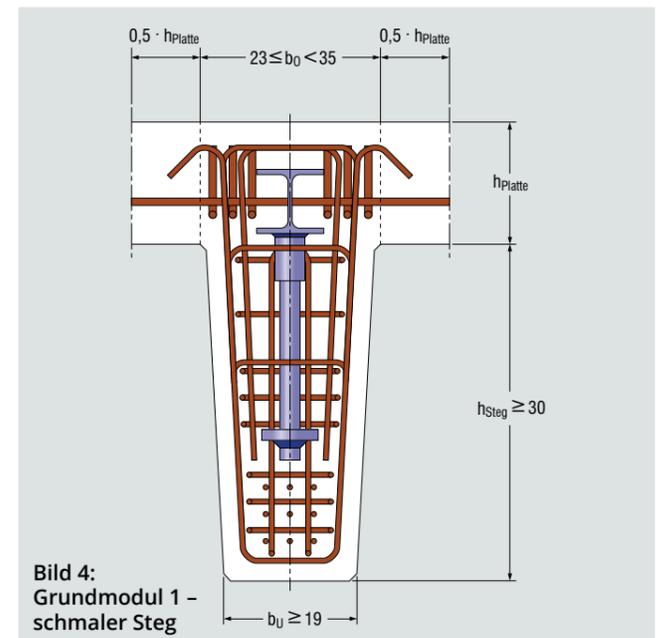


Bild 4: Grundmodul 1 - schmaler Steg

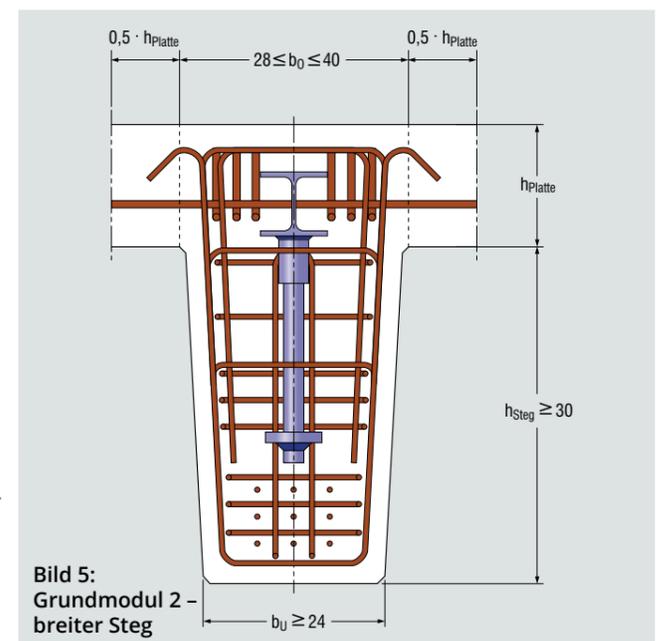


Bild 5: Grundmodul 2 - breiter Steg

Tabelle 1: Tragfähigkeiten des Stahlauflegers im Montagezustand, in Abhängigkeit der Steghöhe

Steghöhe h [cm]	Tragfähigkeiten $V_{Rd, Montage}$ im Montagezustand [kN]											
	PS-A 65			PS-A 80/100			PS-A 130			PS-A 160		
30 ≤ h < 40	65	65	65	80	80	80						
40 ≤ h < 50	65	65	65	100	100	100						
50 ≤ h < 60	65	65	65	100	100	100	130	130	130			
60 ≤ h < 70	65	65	65	100	100	100	130	130	130	160	160	160
h ≥ 70	65	65	65	100	100	100	130	130	130	160	160	160

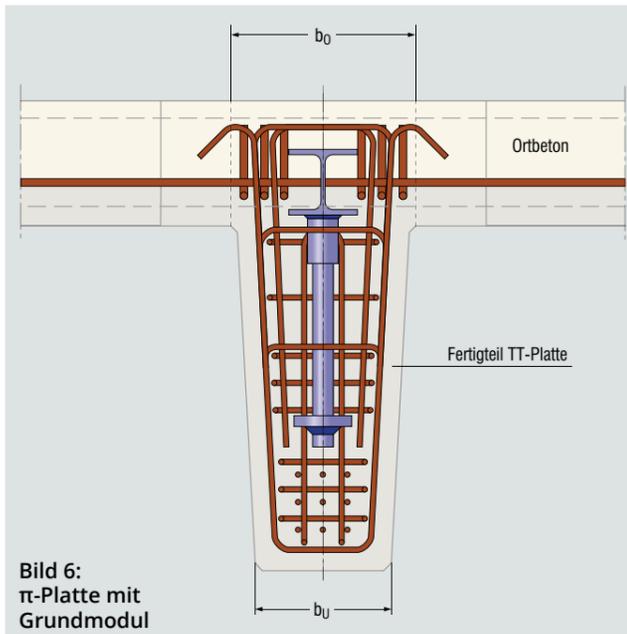
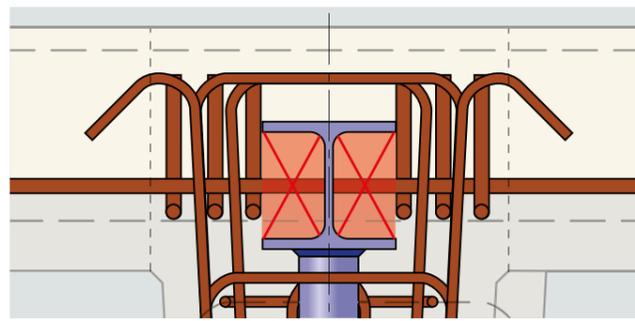


Bild 6:  
π-Platte mit  
Grundmodul



**Hinweis:** Die horizontalen Bügel müssen idealerweise immer außerhalb des Stahlauflegerquerschnitts liegen.

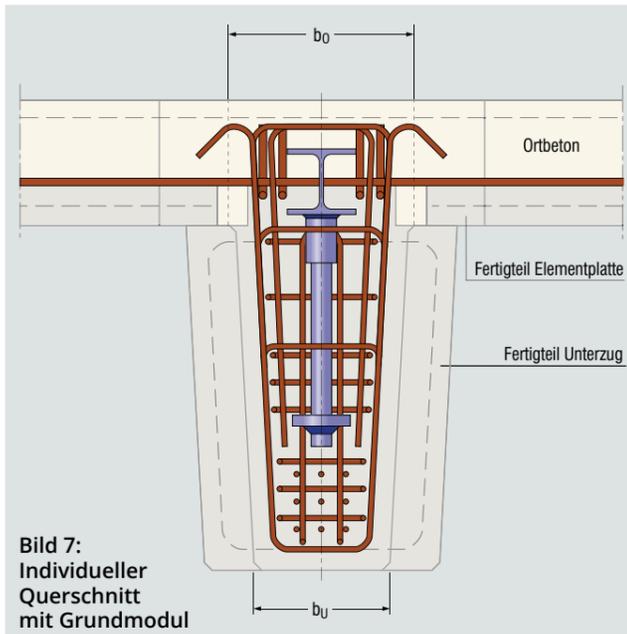


Bild 7:  
Individueller  
Querschnitt  
mit Grundmodul

### Schritt 3:

Mit dem nun zugeordneten Bemessungswiderstand kann die notwendige Bewehrung aus der Tabelle abgelesen werden und der Auflagerpunkt entsprechend der „technischen Anwendungskriterien“ der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung durchkonstruiert werden.

### Bemerkung Baustellenbetrieb:

Ab einer Mindestfestigkeit des Aufbetons von  $0,4 \cdot f_{ck}$  kann ohne detaillierten Nachweis eine maximale Verkehrslast von  $q_{ck} = 1 \text{ kN/m}^2$  angesetzt werden.

Bei höheren Lasten sind diese im Rahmen einer genauen Berechnung nachzuweisen.

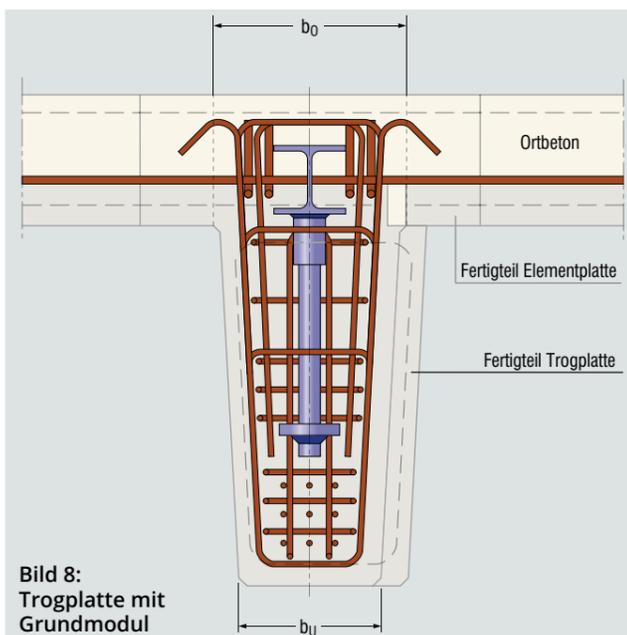


Bild 8:  
Trogplatte mit  
Grundmodul

## Grundlagen der Konstruktion

### Betongüten

Die Beton-Fertigteile müssen mindestens der Güte C35/45 und die lastabtragenden Bauteile (z.B. Unterzüge) mindestens C25/30 entsprechen. Die Aufbetongüte ist entsprechend der Bemessungstabellen zu wählen.

Einbindetiefe der Ankerplatte in den Steg

Zur Gewährleistung einer ausreichenden Verankerung im Fertigteil muss der Ankerstab des Stahlauflegers folgende Mindestlänge (Bild 9) aufweisen.

$$l \geq 0,55 \cdot h_{\text{Steg}} \geq 210 \text{ mm}$$

[Bestellmaß / Ankerstablänge:  $H \geq l + 15 \text{ mm}$ ]

### Mindestankerstablängen:

PS-A 65 :	$H \geq 225 \text{ mm}$ , $\ddot{U}_{\text{plt}} 35 \text{ mm}$
PS-A 80/100:	$H \geq 225 \text{ mm}$ , $\ddot{U}_{\text{plt}} 45 \text{ mm}$
PS-A 130 :	$H \geq 300 \text{ mm}$ , $\ddot{U}_{\text{plt}} 48 \text{ mm}$
PS-A 160 :	$H \geq 350 \text{ mm}$ , $\ddot{U}_{\text{plt}} 48 \text{ mm}$

### Bewehrung

Im Bild 10 ist qualitativ die erforderliche Bewehrung im Auflagerbereich dargestellt. Die erforderlichen rechnerischen Nachweise von beispielsweise Verankerungs- und Übergreifungslängen sowie aller sonstigen Bewehrungsermittlungen sind den Anlagen der Bauaufsichtlichen Zulassung zu entnehmen (Bild 10).

### Aussparungen

Aussparungen im Spiegel sind nur zulässig, wenn diese mindestens eine halbe Deckenstärke Abstand (Bild 10) zum Steg haben. Bewehrungen sind hier ggf. auszuwechseln.

### Expositionsklasse

Bei der Bemessung der Stahlaufleger PS-A wurde hinsichtlich der Bewehrungskorrosion die Expositionsklasse XC1-XC3 nach DIN EN 1992-1-1, Tabelle 3 zu Grunde gelegt. Weitergehende Anforderungen an die Expositionsklasse müssen gesondert

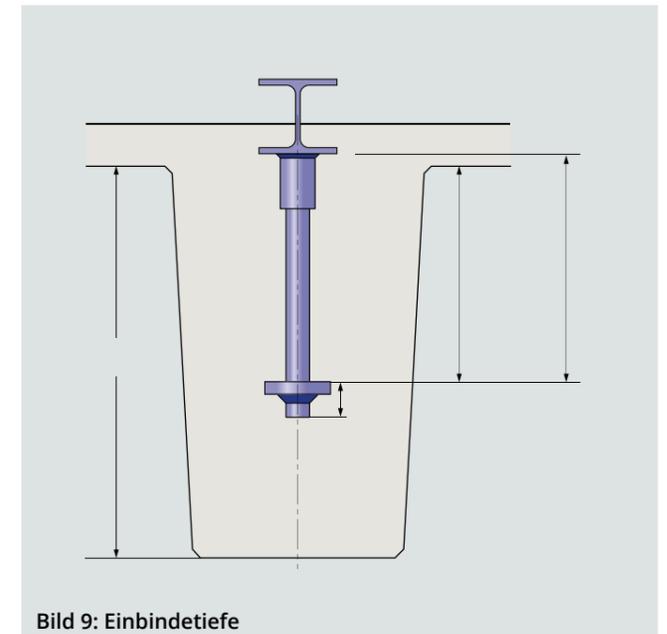


Bild 9: Einbindetiefe

betrachtet und nachgewiesen werden. Insbesondere die Unterseite der Stahlaufleger muss ggf. mit einer zusätzlichen Korrosionsschicht versehen werden. Hier sind planmäßig 15 mm Betondeckung vorhanden.

### Feuerwiderstandsfähigkeit

Bei Verwendung der PFEIFER-Stahlaufleger PS-A zur Auflagerung von Stahlbetonkonstruktionen, an welche Anforderungen an die Feuerwiderstandsfähigkeit gestellt werden, ist Abschnitt 3.2 gemäß bauaufsichtlicher Zulassung zu berücksichtigen. Generell ist eine Kategorisierung gemäß bauaufsichtlicher Anforderung in „feuerhemmend“, „feuerbeständig“ und „Feuerwiderstandsfähigkeit 120 min“ möglich.

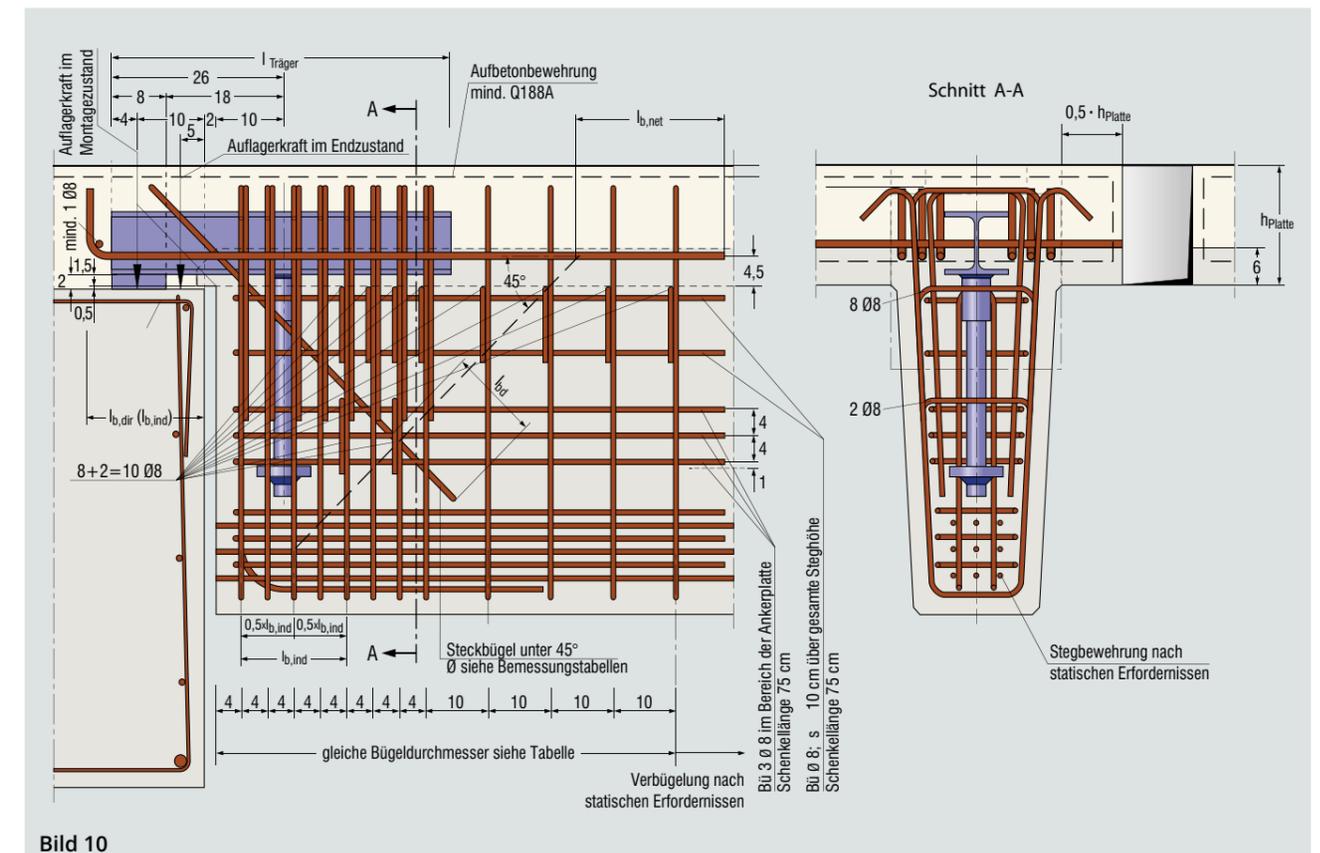


Bild 10

# Bemessungsbeispiel nach Eurocode 2

## Vorbemerkungen:

Das vorliegende Berechnungs- und Bemessungsbeispiel für das PFEIFER-Stahlaufleger PS-A zeigt den typischen Rechengang und die Nachweis Schritte, die der planende Ingenieur zu führen hat.

Es wird zurückgegriffen auf die Bemessungstabellen und Daten der aktuell gültigen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-15.6-287.

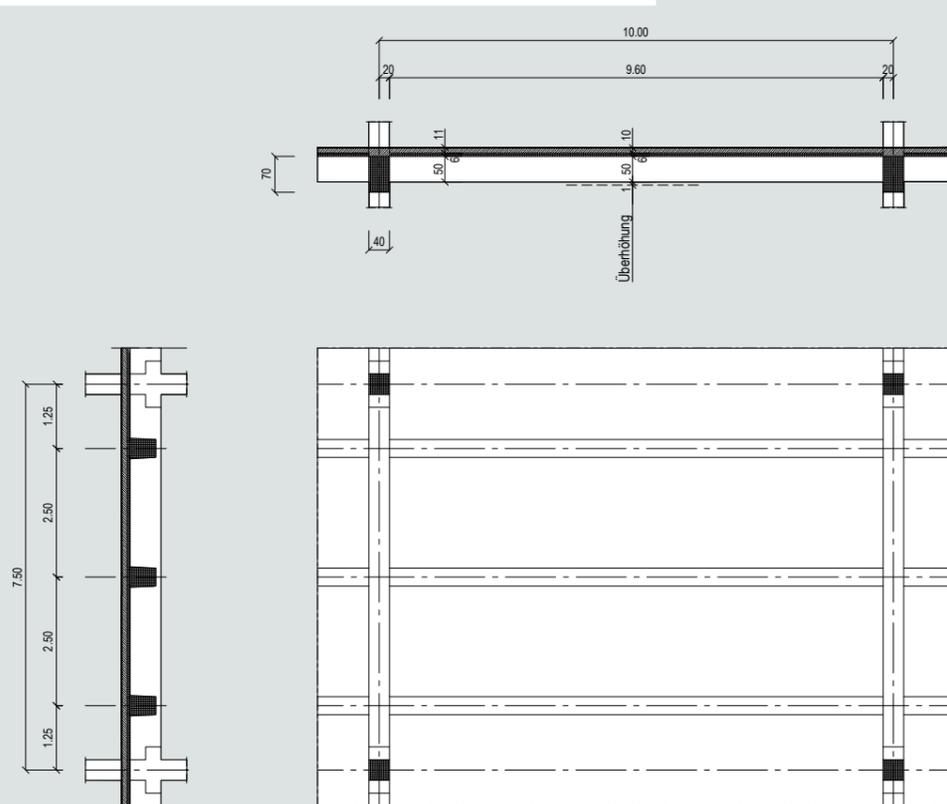
Zur Ableitung von Horizontalkräften sind weitergehende Maßnahmen erforderlich.

Außerdem sind speziell bei Neben- und Hauptunterzügen in Abhängigkeit des Montage- und Betonierablaufs zusätzliche Maßnahmen zur Sicherung der Fertigteile gegen Kippen bzw. Verdrehen im Montagezustand zu treffen, da von dem Stahlaufleger keine Torsionsmomente abgetragen werden können (Nachweise/Angaben durch Anwender).

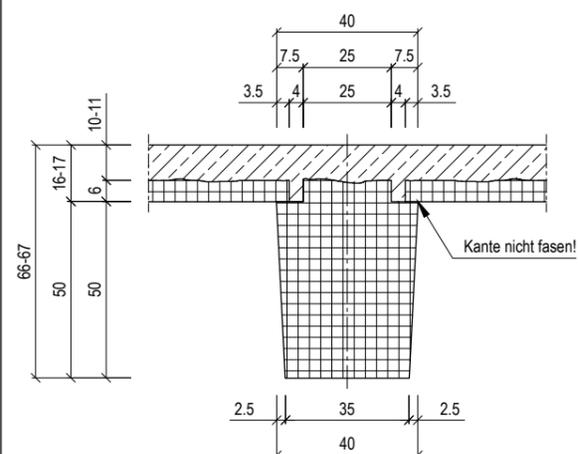
In der rechten Spalte der folgenden Seiten finden Sie zusätzliche Querverweise und Quellenangaben.

## 1. System, Bauteilmaße, Werkstoffe, Betondeckung:

### Tragwerk Deckenkonstruktion:

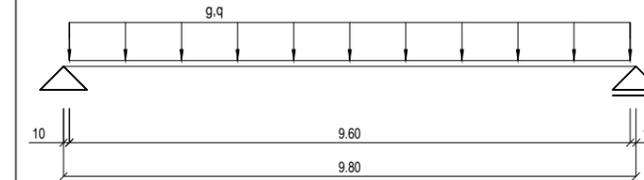


### Betrachteter Nebenunterzug im Querschnitt:



Berücksichtigung einer Überhöhung von 1 cm in Feldmitte

### Statisches System des Nebenunterzugs:



### Werkstoffe:

Betongüte Aufbeton: C25/30  
 Betongüte Fertigteil: C35/45  
 Betonstahl: B500B

### Expositionsklasse:

Bewehrungskorrosion ausgelöst durch Karbonatisierung: XC3 (Annahme)

Betonkorrosion infolge Alkali-Kieselsäurereaktion: W0

Mindestbetondeckung nach DIN EN 1992-1-1/NA, 4.4.1.2:

### Aufbeton:

$$c_{\min} = \max. \begin{cases} c_{\min, b} \\ c_{\min, \text{dur}} + \Delta c_{\text{dur}, \gamma} - \Delta c_{\text{dur}, \text{st}} - \Delta c_{\text{dur}, \text{add}} \\ 10 \text{ mm} \end{cases}$$

$$= \max. \begin{cases} 12 \text{ mm (max. Stabdurchmesser)} \\ 20 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{cases}$$

$$= 20 \text{ mm}$$

Vorhaltemaß nach DIN EN 1992-1-1/NA, 4.4.1.3:

$$\Delta c_{\text{dev}} = 15 \text{ mm}$$

$$\rightarrow c_{\text{nom}} = c_{\min} + \Delta c_{\text{dev}} = 20 + 15 = 35 \text{ mm}$$

### Fertigteil:

$$c_{\min} = \max. \begin{cases} 12 \text{ mm (angenommener max. Stabdurchmesser)} \\ 20 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{cases}$$

$$= 20 \text{ mm}$$

Vorhaltemaß nach DIN EN 1992-1-1/NA, 4.4.1.3:

$$\Delta c_{\text{dev}} = 15 \text{ mm}$$

Da in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung die Betonfestigkeitsklasse des Betons von mindestens C35/45 (> C30/37) vorausgesetzt wird, darf der Wert für die Mindestbetondeckung  $c_{\min, \text{dur}}$  nach DIN EN 1992-1-1/NA, Tabelle 4.3DE um 5 mm abgemindert werden.

Nach DIN EN 1992-1-1/NA, 4.4.1.3 (3) darf das Vorhaltemaß im Fertigteil um 5 mm reduziert werden.

$$\rightarrow c_{\text{nom}} = c_{\min} + \Delta c_{\text{dev}} = 20 - 5 + 15 - 5 = 25 \text{ mm}$$

## 2. Aussparungen:

Im Bereich des Auflagers befinden sich in diesem Beispiel keine Aussparungen.

## 3. Einwirkungen:

(charakteristische Werte)

### 3.1 Ständige Einwirkungen

Fertigteil:

$$g_{1k} = (0,50 \cdot \frac{0,35 + 0,40}{2} + 2,5 \cdot 0,06) \cdot 25 = 8,44 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Aufbeton:

$$g_{2k} = 2,5 \cdot \frac{0,10 + 0,11}{2} \cdot 25 = 6,56 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Mindestabstand von Aussparungen im Spiegel von Außenkante Steg: Z-15.6-287, Anlage 2, Pkt. 19

#### 4. Bemessungswert der Auflagerkraft je Stahlaufleger:

Ausbaulasten (Belag + Installation):

$$g_{3,k} = 1,20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\rightarrow g_{3,k} = 2,5 \cdot 1,20 = 3,00 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

**3.2 Veränderliche Einwirkungen:**

Nutzlast:  $q_k = 5,00 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

$$\rightarrow q_k = 2,5 \cdot 5,00 = 12,50 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Mannlast:  $Q_{M,k} = 1,00 \text{ kN}$

Z-15.6-287, Anlage 2, Pkt. 16

#### Teilsicherheitsbeiwerte in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit:

Ständige Einwirkungen:  $\gamma_G = 1,35$

Veränderliche Einwirkungen:  $\gamma_Q = 1,50$

Achtung: Die Abminderung von  $\gamma_G$  und  $\gamma_Q$  im Montagezustand ist *nicht* zulässig (Z-15.6-287, Abs. 3.3.3 bzw. Anlage 2, Pkt. 16).

#### 4.1 Montagezustand:

Fertigteil:  $G_{1,d} = \gamma_G \cdot \frac{1}{2} \cdot g_{1,k} \cdot l = 1,35 \cdot \frac{1}{2} \cdot 8,44 \cdot 9,60 = 54,69 \text{ kN}$

Aufbeton:  $G_{2,d} = \gamma_G \cdot \frac{1}{2} \cdot g_{2,k} \cdot l = 1,35 \cdot \frac{1}{2} \cdot 6,56 \cdot 9,60 = 42,51 \text{ kN}$

Mannlast:  $Q_{M,d} = \gamma_Q \cdot Q_{M,k} = 1,50 \cdot 1,00 = 1,50 \text{ kN}$

**Auflagerkraft im Montagezustand:**  $V_{Ed, Montage} = 98,70 \text{ kN}$

#### 4.2 Endzustand:

Fertigteil:  $G_{1,d} = 54,69 \text{ kN}$

Aufbeton:  $G_{2,d} = 42,51 \text{ kN}$

Ausbaulasten:  $G_{3,d} = \gamma_G \cdot \frac{1}{2} \cdot g_{3,k} \cdot l = 1,35 \cdot \frac{1}{2} \cdot 3,00 \cdot 9,60 = 19,44 \text{ kN}$

Nutzlast:  $Q_d = \gamma_Q \cdot \frac{1}{2} \cdot q_k \cdot l = 1,50 \cdot \frac{1}{2} \cdot 12,5 \cdot 9,60 = 90,00 \text{ kN}$

**Auflagerkraft im Endzustand:**  $V_{Ed, ges} = 206,64 \text{ kN}$

#### 5. Plattenstärke am Auflager:

#### Plattenstärke im Auflagerbereich im Endzustand mit Aufbeton:

$$h_{Platte} = 16 \text{ cm} + 1 \text{ cm (Überhöhung)} = 17 \text{ cm}$$

#### 6. Bemessung:

gewählt: Pfeifer-Stahlaufleger PS-A 80/100

Z-15.6-287, Anlage 1, Seite 2, Tabelle 1.4

#### Einbindetiefe der Ankerplatte in den Steg:

$$l \geq 0,55 \cdot h_{Steg} \geq 210 \text{ mm}$$

$$l \geq 0,55 \cdot 500 = 275 \text{ mm}$$

$$H \geq l + 15 \text{ mm} \geq 275 + 15 \text{ mm} = 290 \text{ mm}$$

Z-15.6-287, Anlage 2, Pkt. 1

Länge ab 225 mm mit 25-mm-Abstufung standardmäßig bevorratet

gewählt: H = 300 mm

#### 6.1 Montagezustand

##### Nachweis der Querkrafttragfähigkeit im Montagezustand

Nach Z-15.6-287, Anlage 1, Tabelle 1.4 für Steghöhe 50 cm:

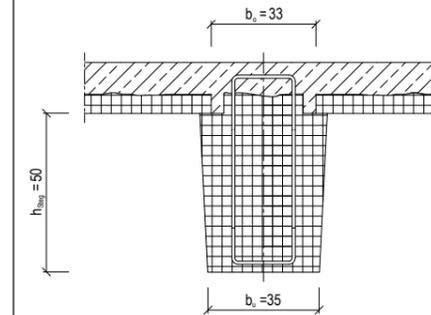
$$V_{Rd, Montage} = 100 \text{ kN}$$

##### Nachweis:

$$\frac{V_{Ed, Montage}}{V_{Rd, Montage}} = \frac{98,7}{100} = 0,99 < 1,0$$

#### 6.2 Endzustand

##### Zuordnung Grundmodul:



##### Geometrische Randbedingungen:

1. Steghöhe:  $h_{Steg} = 50 \text{ cm} > 30 \text{ cm}$
2. Stegbreite unten:  $b_u = 35 \text{ cm} > 24 \text{ cm}$
3. Stegbreite oben:  $b_o = 33 \text{ cm} \geq 28 \text{ cm}$

→ Alle 3 Mindestmaße für das Grundmodul 2 sind eingehalten.

→ Damit ist es gerechtfertigt, den Querschnitt dem Grundmodul 2 zuzuordnen.

##### Bemerkung zur Grundmodulzuordnung

Wenn die geometrischen Randbedingungen des Grundmoduls 2 eingehalten sind, wäre grundsätzlich auch die Zuordnung des Grundmoduls 1 zulässig. Dies würde aber ungünstigere Werte liefern, sodass die Zuordnung des Grundmoduls 2 anzustreben ist, wenn die vorhandenen Querschnittsabmessungen dies rechtfertigen.

##### Nachweis der Querkrafttragfähigkeit im Endzustand: gewählte Auflagerbewehrung

– Horizontale Betonstahlzulagen:  $4 \text{ } \varnothing 12 \text{ } \varnothing 4,52 \text{ cm}^2$

– Aufhängebewehrung (Verbügelung/je 2-schnittig):

Bügel und Bügelkappen:  $\varnothing 8$

Aufgebogene Schlaufe:  $\varnothing 10$

Steckbügel unter 45°:  $\varnothing 10$

– Aus der Bemessungstabelle entnommene Werte:

$$\text{Querkrafttragfähigkeit im Endzustand: } V_{Rd, ges} = 234,15 \text{ kN}$$

$$\text{Ausnutzung der Bügelkappen: } A_{s, erf} / A_{s, verh} = 1,00$$

$$\text{Verhältniswert (zu Z-15.6-287, Anlage 2.7, Pkt. 7): } \xi = 1,00$$

$$\text{vorhandene Verankerungslänge der unteren Stegbewehrung: } l_{b, ind, vorh} = 12,3 \text{ cm}$$

##### Nachweis:

$$\frac{V_{Ed, ges}}{V_{Rd, ges}} = \frac{206,64}{234,15} = 0,88 < 1,0$$

Z-15.6-287, Anlage 1, Tabelle 1.4

Beachte: Zur Sicherung gegen Kippen bzw. Verdrehen des Nebenunterzugs im Montagezustand sind entsprechende Zusatzmaßnahmen zu treffen (z. B. mittels an Ankerschienen angeschraubte Montagewinkel).

Z-15.6-287, Anlage 2, Seiten 1 u. 3

Bewehrungsposition 5

Bewehrungsposition 1/2

Bewehrungsposition 6

Bewehrungsposition 7

Z-15.6-287, Anlage 3 (Seite 12 von 22), Zeile 10

PS-A 80/100  
Grundmodul 2  
Steghöhe 50 cm  
Plattenstärke 17 cm  
Aufbeton C25/30  
horizontale Betonstahlzulagen:  $4 \text{ } \varnothing 12$

## 7. Belastung der Ortbetondecke im Baustellenbetrieb:

### 7.1 Zulässige veränderliche Einwirkung nach Aufbringen der Ortbetongergänzung ohne genaueren Nachweis:

$$\text{je Flächeneinheit: } q_{m,k} = 1,00 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{m,d} = \gamma_Q \cdot q_{m,k} = 1,50 \cdot 1,00 = 1,50 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

### 7.2 Zulässige veränderliche Einwirkung mit genauem Nachweis:

$$\text{je Auflager: } Q_{M,d,zul} = V_{Rd,Mon} - V_{Ed,Mon} + 0,4 \cdot (V_{Rd,ges} - V_{Rd,Mon})$$

$$Q_{M,d,zul} = 100,00 - 98,70 + 0,4 \cdot (234,15 - 100,00) = 54,96 \text{ kN}$$

$$Q_{M,k,zul} = \frac{Q_{M,d}}{\gamma_Q} = \frac{54,96}{1,50} = 36,64 \text{ kN}$$

$$\text{je Flächeneinheit: } q_{m,k,zul} = \frac{\text{Anzahl Stahlaufleger} \cdot Q_{M,k,zul}}{A} = \frac{2 \cdot 36,64}{2,5 \cdot 9,60} = 3,05 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Voraussetzung: Mindestfestigkeit des jungen Betons 40 % von  $f_{CK}$  des Aufbetons (Z-15.6-287, Abs. 4.3)

Resttragfähigkeit Stahlträger + Betonanteil bei einer Festigkeit des jungen Betons von 40 % von  $f_{CK}$  des Aufbetons

## 8. Bewehrungsführung:

### 8.1 Verankerung der Betonstahzlagen

#### 8.1.1 Verankerung über dem Unterzug

Endauflager, direkte Lagerung, Winkelhaken, guter Verbund, B500B, C25/30:

$$l_{b,dir,erf} = \frac{2}{3} \cdot \alpha_a \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} \cdot \frac{A_{s,erf}}{A_{s,vorh}} \left\{ \begin{array}{l} \geq 6 \cdot d_s \\ \geq 16 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$\alpha_a = 0,7$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{bd} = 2,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$l_{b,req} = \frac{\sigma_{sd}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{1,2 \cdot 434,78}{4 \cdot 2,7} = 48,31 \text{ cm}$$

#### Berechnung von $A_{s,erf}$ über lineare Interpolation (Werte aus der Bemessungstabelle):

$$A_{s,erf} = 2,26 + \frac{206,64 - 160,65}{234,15 - 160,65} \cdot (4,48 - 2,26) = 3,65 \text{ cm}^2$$

#### Verankerung

$$l_{b,dir,erf} = \frac{2}{3} \cdot 0,7 \cdot 48,31 \cdot \frac{3,65}{4,52} = 18,2 \text{ cm} \left\{ \begin{array}{l} \geq 6 \cdot 1,2 = 7,2 \text{ cm} \\ \geq 16 \text{ cm} \end{array} \right.$$

#### Querbewehrung im Verankerungsbereich:

gewählt: 1  $\varnothing$  8

Falls im Stegbereich des Stahlträgers, winkelrecht abbiegen.

Bewehrungsposition 5

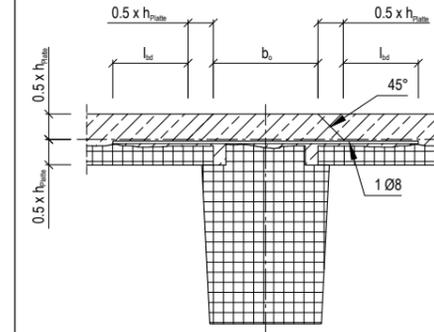
Z-15.6-287, Anlage 2, Pkt. 4

Z-15.6-287, Anlage 3, Seite 12, Zeilen 9 u. 10

Z-15.6-287, Anlage 2, Pkt. 8  
Bewehrungsposition 101

## Länge der Querbewehrung:

Die erforderliche Länge wird folgendermaßen festgelegt:



$$l_{erf} = b_o + 2 \cdot 0,5 \cdot h_{Platte} + 2 \cdot l_{bd} = b_o + h_{Platte} + 2 \cdot l_{bd}$$

$$\text{mit } l_{bd} = l_{b,eq} = \alpha_1 \cdot l_{b,req}$$

gerade Stabenden, guter Verbund, B500B, C25/30:

$$\alpha_1 = 1,0$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{bd} = 2,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$l_{b,req} = \frac{\sigma_{sd}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{0,8 \cdot 434,78}{4 \cdot 2,7} = 32,21 \text{ cm}$$

$$\text{angesetzt wird: } \frac{A_{s,erf}}{A_{s,vorh}} = 1,0$$

$$l_b = l_{b,eq} = 1,0 \cdot 32,21 \cdot 1,0 = 32,21 \text{ cm} > l_{b,min}$$

$$\rightarrow l_{erf} = 33,0 + 17,0 + 2 \cdot 32,21 = 114,4 \text{ cm}$$

gewählt: L = 115 cm

### 8.1.2 Verankerung im Fertigteil

mäßiger Verbund, B500B, C35/45

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \frac{\sigma_{sd}}{4 \cdot f_{bd}} \cdot \frac{A_{s,erf}}{A_{s,vorh}} \geq 10d_s$$

$$\alpha_1 = 1,0$$

$$f_{bd} = 3,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 0,7 = 2,38 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$l_{b,req} = \frac{\sigma_{sd}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{1,2 \cdot 434,78}{4 \cdot 2,38} = 54,80 \text{ cm}$$

#### Verankerung

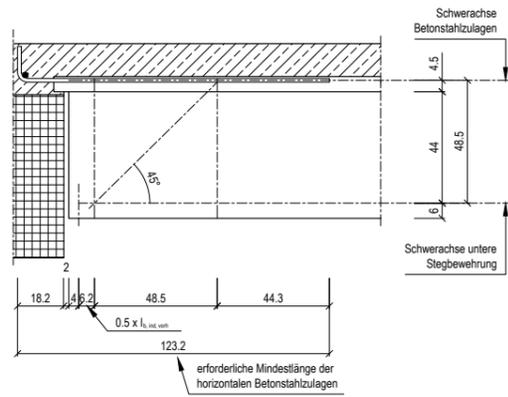
$$l_{bd} = 1,0 \cdot 54,80 \cdot \frac{3,65}{4,52} = 44,3 \text{ cm} > 10 \cdot 1,2 = 12 \text{ cm}$$

DIN EN 1992-1-1/NA, 8.4.4 (2)

mit  $\sigma_{sd} = f_{yd}$

Z-15.6-287, Anlage 2, Pkt. 5

mit  $\sigma_{sd} = f_{yd}$



## 8.2 Verankerung der unteren Stegbewehrung (Spannstahl oder schlaaffe Bewehrung)

Die untere Stegbewehrung wird mittels Steckbügel verankert.

$$\text{erforderlicher Steckbügelquerschnitt: } A_{s, \text{erf}} = \frac{V_{\text{Ed, ges}} \cdot \zeta}{f_{\text{yd}}} = \frac{206,64 \cdot 1,00}{43,48} = 4,75 \text{ cm}^2$$

Hinweis:

Gemäß Z-15.6-287, Anlage 2, Pkt. 7 darf der Querschnitt der aufgebogenen Schlaufe  $\varnothing 10$  (2-schnittig) für  $A_{s, \text{vorh}}$  angesetzt werden. Zusätzlich könnte die vorhandene untere Steglängsbewehrung (Spannstahl und schlaaffe Bewehrung) herangezogen werden, wenn die vorhandene Verankerungslänge mindestens  $10 \times d_s$  beträgt. Da dies hier nicht zur Anwendung kommt, liegt man damit grundsätzlich auf der sicheren Seite.

$$\text{Aufgebogene Schlaufe } \varnothing 10 \text{ (2-schnittig): } A_{s, \text{vorh}} = 1,57 \text{ cm}^2$$

$$\Delta A_{s, \text{erf}} = 4,75 - 1,57 = 3,18 \text{ cm}^2$$

gewählt: B500B 4 Steckbügel  $\varnothing 10$  (2-schnittig)

$$\Delta A_{s, \text{vorh}} = 4 \cdot 2 \cdot 0,785 = 6,28 \text{ cm}^2 > \Delta A_{s, \text{erf}} = 3,18 \text{ cm}^2$$

## Verankerungslänge $l_{b, \text{ind, erf}}$ der Steckbügel

Indirekte Lagerung, Schlaufen, guter Verbund, B500B, C35/45

$$l_{b, \text{ind, erf}} = \alpha_1 \cdot \frac{\varnothing}{4} \cdot \frac{f_{\text{yd}}}{f_{\text{bd}}} \cdot \frac{A_{s, \text{erf}}}{A_{s, \text{vorh}}} \left\{ \begin{array}{l} \geq 10 \cdot d_s \\ \geq 12 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$\alpha_1 = 0,7$$

$$f_{\text{bd}} = 3,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$l_{b, \text{reqd}} = \frac{\varnothing}{4} \cdot \frac{\sigma_{\text{sd}}}{f_{\text{bd}}} = \frac{1,0}{4} \cdot \frac{434,78}{3,4} = 31,97 \text{ cm}$$

## Verankerung

$$l_{b, \text{ind, erf}} = 0,7 \cdot 31,97 \cdot \frac{3,18}{6,28} = 11,3 \text{ cm} \left\{ \begin{array}{l} < l_{b, \text{ind, vorh}} = 12,3 \text{ cm} \\ > 12 \text{ cm} \\ > 10 \times d_s = 10 \text{ cm} \end{array} \right.$$

## Erforderliche Schenkellänge der Steckbügel

$l_{\text{ges}} = l_{b, \text{ind, vorh}} + l_0 \geq l_{\text{bd}}$  der unteren Stegbewehrung vom Punkt A aus (DIN EN 1992-1-1/NA ist zu beachten)

$l_{b, \text{ind, vorh}}$  siehe Z-15.6-287, Anlage 3

Z-15.6-287, Anlage 2, Pkt. 7

gem. Bemessungstabelle PS-A80/100

Bewehrungsposition 10/11

Z-15.6-287, Anlage 2, Pkt. 7

mit  $\sigma_{\text{sd}} = f_{\text{yd}}$

Skizze siehe nachfolgende Seite

guter Verbund, gerade Stabenden, Vollstoß:

$$l_{b, \text{reqd}} = 31,97 \text{ cm}$$

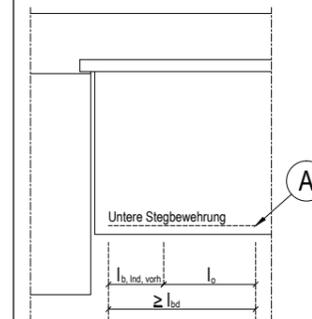
$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b, \text{reqd}} \left\{ \begin{array}{l} \geq 0,3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b, \text{reqd}} \\ \geq 15 \cdot \varnothing \\ \geq 20 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$l_0 = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,4 \cdot 31,97 \cdot \frac{3,18}{6,28} = 22,7 \text{ cm} \left\{ \begin{array}{l} \geq 0,3 \cdot 1,0 \cdot 1,4 \cdot 31,97 = 13,43 \text{ cm} \\ \geq 15 \cdot \varnothing = 15 \cdot 1,0 = 15 \text{ cm} \\ \geq 20 \text{ cm} \end{array} \right.$$

## Schenkellänge der Steckbügel

$$l_{\text{ges}} = 12,3 + 22,7 = 35 \text{ cm}$$

Konstruktiv wird dieselbe Schenkellänge ( $l = 75 \text{ cm}$ ) wie bei Bewehrungsposition 8 und 9 gewählt.



## 8.3 Querbewehrung und Spaltzugbewehrung

gewählt: 8  $\varnothing 8$   
2  $\varnothing 8$

Gemäß Zulassung Z-15.6-287, Anlage 2, Bild 17 („Allgemeine technische Anwendungskriterien“)

Anmerkung:

Aufgrund der Bewehrung der Ausklinkung für die Elementplatten werden von Pos. 4 und 12 tatsächlich  $8 + 2 = 10 \varnothing 8$  angeordnet (siehe Bewehrungszeichnung).

## 8.4 Übergreifungslänge der Bügelkappen mit den durchgehenden Hauptbügel

Guter Verbund, B500B, C25/30

$$l_0 = 1,40 \cdot \frac{A_{s, \text{erf}}}{A_{s, \text{vorh}}} \cdot \frac{\varnothing}{4} \cdot \frac{f_{\text{yd}}}{f_{\text{bd}}} \geq 20 \text{ cm}$$

$$f_{\text{bd}} = 2,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$l_0 = 1,4 \cdot 1,0 \cdot \frac{0,8}{4} \cdot \frac{434,78}{2,7} = 45,1 \text{ cm}$$

Bemerkung:

Diese erforderliche Übergreifungslänge ergibt sich gemäß Z-15.6-287, falls sich der Stoß der Bewehrungsstäbe im Fertigteil und im Aufbeton befindet, wobei auf der sicheren Seite liegend auf die gesamte Länge die geringeren aufnehmbaren Verbundspannungen des Aufbetons angesetzt werden.

Im vorliegenden Beispiel wird der Übergreifungsstoß aber vollständig innerhalb des Fertigteils angeordnet. Somit sind die aufnehmbaren Verbundspannungen des Fertigteil-Betons relevant.

Bewehrungsposition 4/12  
Bewehrungsposition 13

Z-15.6-287, Anlage 2, Bild 17

Bewehrungsposition 1/2

Z-15.6-287, Anlage 2, Pkt. 2

$\frac{A_{s, \text{erf}}}{A_{s, \text{vorh}}}$  gem. Bemessungstabelle PS · A 80/100

Bewehrungsposition 1/2

## 9. Lastenleitung Hauptunterzug, Ausmitten, Lagerung:

### Erforderliche Übergreifungslänge bei Stoßüberdeckung im Fertigteil:

$$l_{o, \text{Fertigteil}} = \frac{f_{bd, \text{Aufbeton}}}{f_{bd, \text{Fertigteil}}} \cdot l_o \geq 20 \text{ cm}$$

ermittelte Stoßüberdeckung gemäß Z-15.6-287

$$l_{o, \text{Fertigteil}} = \frac{2,7}{3,4} \cdot 45,1 = 35,8 \text{ cm}$$

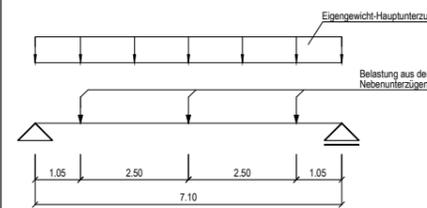
Damit ist es möglich, die Bügel Pos. 1 und 4 sowie 2 und 3 jeweils in einer Ebene einzubauen (siehe Bewehrungszeichnung), ohne dass sich diese überkreuzen. Im Hinblick auf den erforderlichen Platzbedarf ist dies vorteilhaft.

Die Ausführung anderer Formen, wie geschlossene Bügel, sind ebenfalls möglich. Die „Allgemeinen technischen Anwendungskriterien“ (Z-15.6-287) müssen erfüllt werden.

### 8.5 Verankerung des Steckbügels unter 45° Neigung im Fertigteilsteg

$$h_{\text{Steg}} = 50 \text{ cm} \rightarrow l_{o, \text{net}} \geq 20 \text{ cm}$$

### Statisches System Hauptunterzug



Auflagerung des Hauptunterzuges auf der Stützenkonsole mit Elastomerlagern.

Lagerabmessungen:  $b \times d \times t = 300 \times 150 \times 10 \text{ mm}$

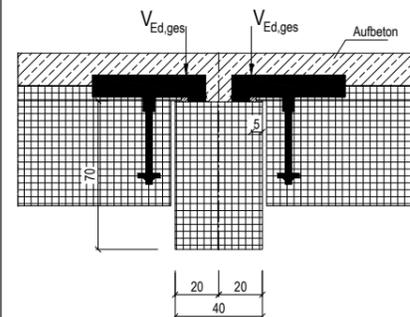
Annahme:  $\sigma_{zul} = 15 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$  ( $\rightarrow$  zulässige Druckspannung des Elastomerlagers)

### 9.1 Nachweis der Randzugkraft $F_{t,d}$ im Hauptunterzug

Es wird hier der Endzustand der Querkrafttragfähigkeit  $V_{Ed,ges}$  mit beidseitiger veränderlicher Einwirkung angesetzt, da dieser der maßgebende Fall für den Grenz-zustand der Tragfähigkeit ist.

$$F_{t,d} = V_{Ed,ges} \cdot \left( \frac{e}{d} - \frac{1}{6} \right) \geq 0$$

### Angriffspunkt der Auflagerkräfte:



$$V_{Ed,ges} = 206,64 \text{ kN}$$

$$e = 0,20 - 0,05 = 0,15 \text{ m}$$

$$d = 0,40 \text{ m}$$

$$F_{t,d} = 206,64 \cdot \left( \frac{0,15}{0,40} - \frac{1}{6} \right) = 43,05 \text{ kN}$$

Z-15.6-287

Konstruktive Hinweise siehe auch Abschnitt 11.

Bewehrungsposition 7

Z-15.6-287, Anlage 2, Pkt. 9

Grundlage: DIN 4141, Teil 3, Lager im Bauwesen

Z-15.6-287, Anlage 2, Pkt. 13

DAfStb. Heft 240, Abschnitt 5.3, Gl. (5.4)

Angriffspunkt der Lasten im Endzustand: Z-15.6-287, Anlage 2, Pkt. 15

### Erforderliche Randzugbewehrung im Hauptunterzug

$$A_{s, \text{erf}} = \frac{F_{t,d}}{f_{yd}} = \frac{43,05}{43,48} = 0,99 \text{ cm}^2$$

gewählt: B500A 4  $\varnothing$  6 (1-schnittig)

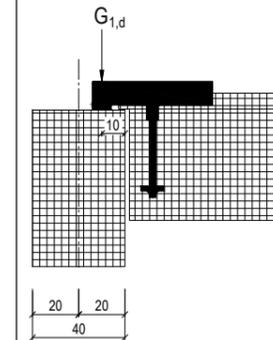
$$A_{s, \text{vorh}} = 1,13 \text{ cm}^2 > A_{s, \text{erf}} = 0,99 \text{ cm}^2$$

Hinweis:

Der Nachweis der Auflagerpressung des PFEIFER-Stahlaufagers ist Bestandteil der Typenstatik und ist vom Anwender nicht mehr explizit zu führen!

### 9.2 Ausmitte und Auflagerpressung des Hauptunterzuges im Montagezustand bei einseitiger Elementplattenlage ohne Aufbeton

Angriffspunkt der Montageauflagerkraft:



Beachte:

Nebenträger im Montagezustand gegen Verdrehen beziehungsweise Kippen sichern!

### Charakteristische Einwirkungen

Fertigteil-Nebenträger und Elementplatten ohne Aufbeton:

$$G_{1,k} = \frac{G_{1,d}}{\gamma_{G, \text{sup}}} = \frac{54,69}{1,35} = 40,51 \text{ kN}$$

Eigengewicht Hauptunterzug:

$$g_{HU,k} = 0,40 \cdot 0,70 \cdot 25 = 7,00 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

„Hauptunterzug“

### Charakteristische Auflagerreaktionen

Aus Nebenträgern und Elementplatten:

$$A_{D,k} = B_{D,k} = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 40,51 = 60,77 \text{ kN}$$

„Decke“

Aus Eigengewicht Hauptunterzug:

$$A_{HU,k} = B_{HU,k} = \frac{1}{2} \cdot 7,00 \cdot 7,10 = 24,85 \text{ kN}$$

### Maximale Ausmitte am Auflager

$$M_{A,d} = \left( \frac{b}{2} - 0,10 \right) \cdot A_{D,k} \cdot \gamma_{\text{sup}} = \left( \frac{0,40}{2} - 0,10 \right) \cdot 60,77 \cdot 1,05 = 6,38 \text{ kNm}$$

„Ausmitte“

$$A_{A,d} = A_{D,k} \cdot \gamma_{\text{sup}} + A_{HU,k} \cdot \gamma_{\text{inf}} = 60,77 \cdot 1,05 + 24,85 \cdot 0,95 = 87,42 \text{ kN}$$

$$e = \frac{M_{A,d}}{A_{A,d}} = \frac{6,38}{87,42} \cdot 100 = 7,3 \text{ cm} < \frac{30,0}{3} = 10,0 \text{ cm}$$

Dünne Stabdurchmesser verwenden. Bewehrungsposition 14

Angriffspunkt der Last im Montagezustand: Z-15.6-287, Anlage 2, Pkt. 14

siehe Absatz 4.1

Grundlage: DIN EN 1990 Nachweis der Lagesicherheit

klaffende Fuge am Unterzugaufleger

### Maximale Auflagerpressung

$$M_p = \left(\frac{b}{2} - 0,10\right) \cdot A_{D,k} = \left(\frac{0,40}{2} - 0,10\right) \cdot 60,77 = 6,08 \text{ kNm}$$

„Pressung“

$$A_p = A_{D,k} + A_{HU,k} = 60,77 + 24,85 = 85,62 \text{ kNm}$$

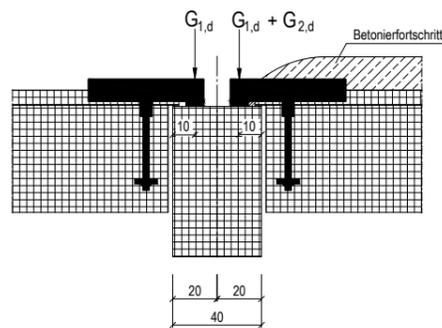
$$e = \frac{M_p}{A_p} = \frac{6,08}{85,62} \cdot 100 = 7,1 \text{ cm} \begin{cases} \geq \frac{30,0}{6} = 5,0 \text{ cm} \\ < \frac{30,0}{3} = 10,0 \text{ cm} \end{cases}$$

$$c = \frac{30,0}{2} - 7,1 = 7,9 \text{ cm}$$

$$\sigma_{\text{vorh}} = \frac{2 \cdot A_p}{3 \cdot b \cdot c} = \frac{2 \cdot 85,62}{3 \cdot 15,0 \cdot 7,9} \cdot 10 = 4,82 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{\text{zul}} = 15 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

### 9.3 Ausmitte und Auflagerpressung des Unterzuges im Montagezustand bei beidseitiger Elementplattenlage und einseitigem Aufbeton

Angriffspunkt der Montageauflagerkraft:



Beachte:

Nebenträger im Montagezustand gegen Verdrehen beziehungsweise Kippen sichern.

### Charakteristische Einwirkungen

Fertigteil-Nebenunterzug und Elementplatten ohne Aufbeton:

$$G_{1,k} = 40,51 \text{ kN}$$

Aufbeton:

$$G_{2,k} = \frac{G_{2,d}}{\gamma_{G,\text{sup}}} = \frac{42,51}{1,35} = 31,49 \text{ kN}$$

Eigengewicht Hauptunterzug:

$$g_{HU,k} = 7,00 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

### Charakteristische Auflagerreaktionen

Aus Nebenunterzug und Elementplatten:

$$A_{D,k} = B_{D,k} = 60,77 \text{ kN}$$

Aus Aufbeton:

$$A_{\text{Auf},k} = B_{\text{Auf},k} = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 31,49 = 47,24 \text{ kN}$$

Aus Eigengewicht Hauptunterzug:

$$A_{HU,k} = B_{HU,k} = 24,85 \text{ kN}$$

### Maximale Ausmitte am Auflager

$$M_{A,d} = \left(\frac{b}{2} - 0,10\right) \cdot (A_{\text{Auf},k} \cdot \gamma_{\text{sup}} + A_{D,k} \cdot (\gamma_{\text{sup}} - \gamma_{\text{inf}})) = \left(\frac{0,40}{2} - 0,10\right) \cdot (47,24 \cdot 1,05 + 60,77 \cdot (1,05 - 0,95)) = 5,57 \text{ kNm}$$

Grundlage DIN 4141, Teil 3, Lager im Bauwesen

Elastomer-Lagerpressung unter Unterzug

Angriffspunkt der Last im Montagezustand: Z-15.6-287, Anlage 2, Pkt. 14

siehe Absatz 9.2

siehe Absatz 4.1

siehe Absatz 9.2

siehe Absatz 9.2

Grundlage: DIN EN 1990 Nachweis der Lagesicherheit

$$A_{A,d} = A_{D,k} \cdot (\gamma_{\text{sup}} + \gamma_{\text{inf}}) + A_{\text{Auf},k} \cdot \gamma_{\text{sup}} + A_{HU,k} \cdot \gamma_{\text{inf}} = 60,77 \cdot (1,05 + 0,95) + 47,24 \cdot 1,05 + 24,85 \cdot 0,95 = 194,75 \text{ kN}$$

$$e = \frac{M_{A,d}}{A_{A,d}} = \frac{5,57}{194,75} \cdot 100 = 2,9 \text{ cm} < \frac{30,0}{6} = 5,0 \text{ cm}$$

### Maximale Auflagerpressung

$$M_p = \left(\frac{b}{2} - 0,10\right) \cdot A_{\text{Auf},k} = \left(\frac{0,40}{2} - 0,10\right) \cdot 47,24 = 4,72 \text{ kNm}$$

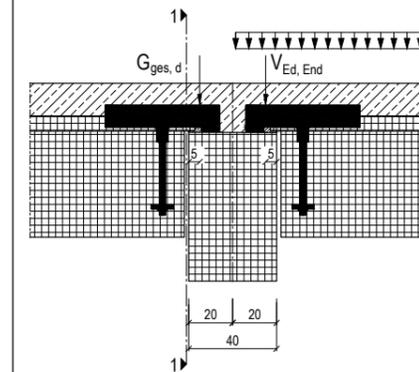
$$A_p = 2 \cdot A_{D,k} + A_{\text{Auf},k} + A_{HU,k} = 2 \cdot 60,77 + 47,24 + 24,85 = 193,63 \text{ kN}$$

$$e = \frac{M_p}{A_p} = \frac{4,72}{193,63} \cdot 100 = 2,4 \text{ cm} < \frac{30,0}{6} = 5,0 \text{ cm}$$

$$\sigma_{\text{vorh}} = \frac{A_p}{b \cdot d} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{d}\right) = \frac{193,63}{15,0 \cdot 30,0} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 2,4}{30,0}\right) \cdot 10 = 6,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{\text{zul}} = 15 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

### 9.4 Ausmitte und Auflagerpressung des Unterzuges im Endzustand bei einseitiger veränderlicher Einwirkung

Angriffspunkt der Auflagerkräfte:



### Charakteristische Einwirkungen

Fertigteil-Nebenunterzug und Elementplatten mit Aufbeton:

$$G_{1,k} + G_{2,k} = 40,51 + 31,49 = 72,00 \text{ kN}$$

Ausbaulasten:

$$G_{3,k} = \frac{G_{3,d}}{\gamma_{G,\text{sup}}} = \frac{19,44}{1,35} = 14,40 \text{ kN}$$

Nutzlast:

$$Q_k = \frac{1}{2} \cdot q_k \cdot A_{\text{ges}} = \frac{1}{2} \cdot 5,0 \cdot 2,5 \cdot 10,0 = 62,5 \text{ kN}$$

Eigengewicht Hauptunterzug:

$$g_{HU,k} = 0,40 \cdot 0,87 \cdot 25 = 8,70 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

### Charakteristische Auflagerreaktionen

Aus Nebenunterzügen und Elementplatten:

$$A_{D,k} = B_{D,k} = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot (2 \cdot (72,00 + 14,40) + 62,5) = 352,95 \text{ kN}$$

Aus Eigengewicht Hauptunterzug:

$$A_{HU,k} = B_{HU,k} = \frac{1}{2} \cdot 8,70 \cdot 7,10 = 30,89 \text{ kN}$$

$$A_{\text{ges},k} = B_{\text{ges},k} = 383,84 \text{ kN}$$

keine klaffende Fuge

Elastomer-Lagerpressung unter Unterzug

Angriffspunkt der Lasten im Endzustand: Z-15.6-287, Anlage 2, Pkt. 15

siehe Absatz 9.2/9.3

siehe Absatz 4.2

### Biegebemessung der Platte im Schnitt 1 – 1

$$M_{Ed} = 1,50 \cdot 62,5 \cdot (0,20 - 0,05) = 14,06 \text{ kNm}$$

$$h = 17 \text{ cm}$$

$$d = 13 \text{ cm}$$

$$b = 1,00 \text{ m}$$

$$f_{cd} = 14,2 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2}$$

$$\frac{f_{yd}}{f_{cd}} = 30,7$$

$$\mu = \frac{14,06}{1,0 \cdot 13^2 \cdot 1,42} = 0,059$$

$$\rightarrow \omega_1 = 0,0610$$

$$\rightarrow A_{st} = \omega_1 \cdot \frac{b \cdot d}{f_{yd}} = 0,0610 \cdot \frac{100 \cdot 13}{30,7} = 2,58 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

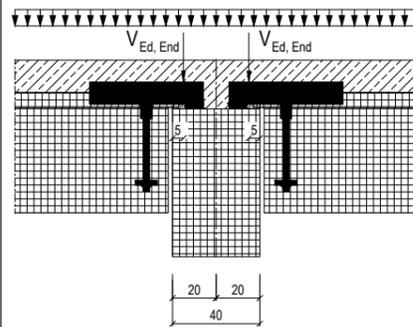
### Auflagerpressung

$$\sigma_{vorb} = \frac{A_{ges}}{b \cdot d} = \frac{383,84}{15,0 \cdot 30,0} \cdot 10 = 8,53 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{zul} = 15 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Im Endzustand tritt für das Lager keine Exzentrizität auf, da die Ausmitte der Verkehrslast als Biegemoment in der Platte abgetragen wird.

### 9.5 Auflagerpressung des Unterzuges im Endzustand bei beidseitiger veränderlicher Einwirkung

Angriffspunkt der Auflagerkräfte:



### Charakteristische Einwirkungen

Fertigteil-Nebenunterzüge und Elementplatten mit Aufbeton:

$$G_{1,k} + G_{2,k} = 72,00 \text{ kN}$$

Ausbaukosten:

$$G_{3,k} = 14,40 \text{ kN}$$

Nutzlast:

$$Q_k = 62,50 \text{ kN}$$

Eigengewicht Hauptunterzug:

$$g_{HU,k} = 8,70 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

### Charakteristische Auflagerreaktionen

Aus Nebenunterzügen und Elementplatten:

$$A_{D,k} = B_{D,k} = \frac{6}{2} \cdot (72,00 + 14,40 + 62,5) = 446,7 \text{ kN}$$

Aus Eigengewicht Hauptunterzug:

$$A_{HU,k} = B_{HU,k} = \frac{1}{2} \cdot 8,70 \cdot 7,10 = 30,89 \text{ kN}$$

$$A_{ges,k} = B_{ges,k} = 477,59 \text{ kN}$$

### Auflagerpressung

$$\sigma_{vorb} = \frac{A_{ges}}{b \cdot d} = \frac{477,59}{30 \cdot 15} \cdot 10 = 10,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{zul} = 15 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Es wird im Querschnitt 1 – 1 bemessen. Vereinfachend und auf der sicheren Seite liegend, wird aber das Biegemoment über der Unterzugsmitte dazu herangezogen.

Anordnung und Ausführung der Bewehrung siehe auch DAfStb. Heft 220, Abschnitt 2.5 und F. Leonhardt „Vorlesungen über Massivbau“, 3. Teil (Ausz. März 1977), Abschnitt 9.4

Grundlage: DIN 4141, Teil 3, Lager im Bauwesen

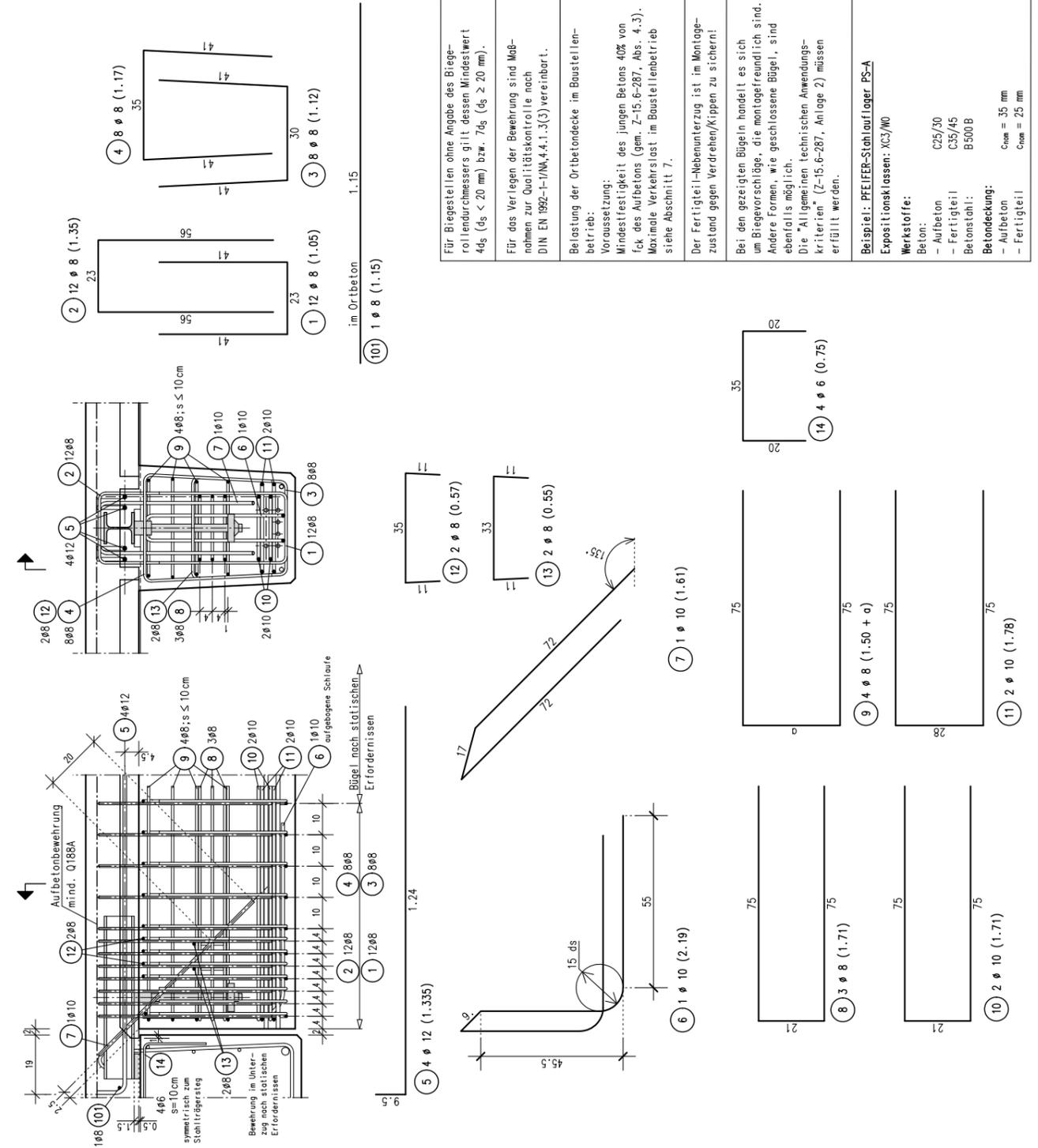
Elastomer-Lagerpressung unter Unterzug

Angriffspunkt der Lasten im Endzustand: Z-15.6-287, Anlage 2, Pkt. 15

siehe Absatz 9.4

Grundlage: DIN 4141, Teil 3, Lager im Bauwesen

### 10 Bewehrungszeichnung:



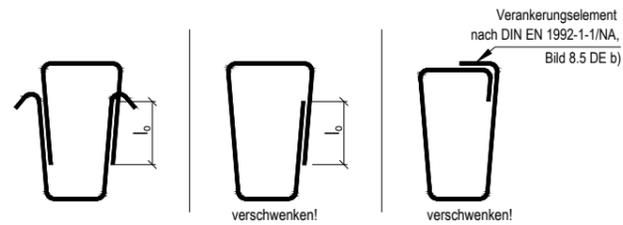
## 11. Konstruktive Hinweise:

Als Ergänzung zu den Regelungen und Angaben der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-15.6-287 (Anlage 2) enthält dieser Abschnitt weitere Hinweise zur konstruktiven Durchbildung der PFEIFER-Stahlaufleger PS-A.

### 11.1 TT-Platten

Siehe nachfolgend Bewehrungsskizze zu 1, 2, ...

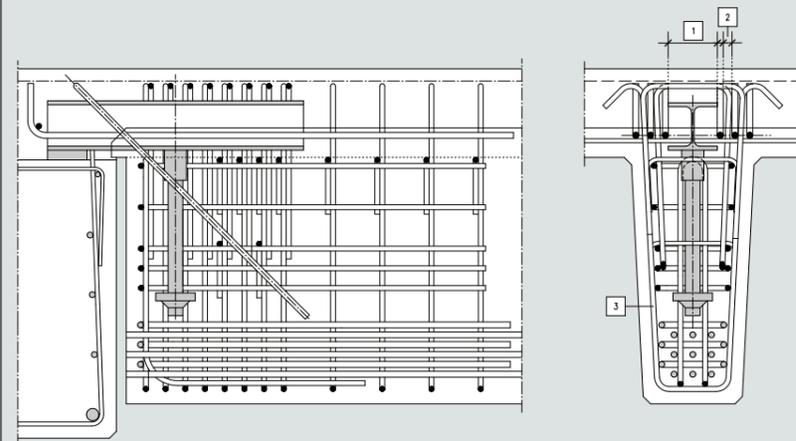
- 1 Im Bereich des Stahlprofils keine horizontalen Betonstahlzulagen (Bewehrungszeichnung, Pos. 5) anordnen.
- 2 Erforderliche Stababstände der Betonstähle nach DIN EN 1992-1-1/NA, 8.2 beachten.
- 3 Mögliche Bügelformen der vertikalen Aufhängebewehrung:



Die Bügel sind so auszuführen, dass sich im Bereich der Bügelschlösser eine möglichst geringe Bewehrungskonzentration ergibt und dass die erforderlichen Stababstände der Betonstähle nach DIN EN 1992-1-1/NA, 8.2 eingehalten sind.

DIN EN 1992-1-1/NA, 8.2

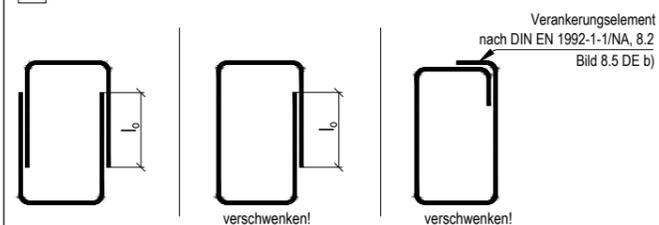
DIN-EN 1992-1-1/NA, 8.2



### 11.2 Fertigteil-Unterzüge (mit beidseitigen Ausklinkungen für Elementplatten)

Siehe nachfolgend Bewehrungsskizze zu 1, 2, ...

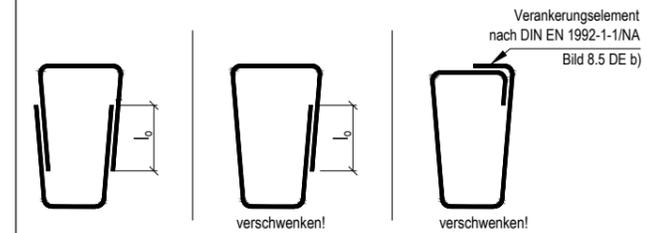
- 1 Im Bereich des Stahlprofils keine horizontalen Betonstahlzulagen (Bewehrungszeichnung, Pos. 5) anordnen.
- 2 Erforderliche Stababstände der Betonstähle nach DIN EN 1992-1-1/NA, 8.2 beachten.
- 3 Mögliche Bügelformen der vertikalen Aufhängebewehrung:



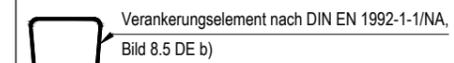
DIN EN 1992-1-1/NA, 8.2

Die Bügel sind so auszuführen, dass sich im Bereich der Bügelschlösser eine möglichst geringe Bewehrungskonzentration ergibt und dass die erforderlichen Stababstände der Betonstähle nach DIN EN 1992-1-1/NA, 8.2 eingehalten sind (siehe Abschnitt 8.4 Bemerkung zur Ausführung der Bewehrungspositionen 1 – 4).

- 4 Mögliche Bügelformen der Zusatzbügel zur Bewehrung der Ausklinkung für die Elementplatten (Querschnitt und Anzahl nach Hauptstatik mindestens 8 Ø8).



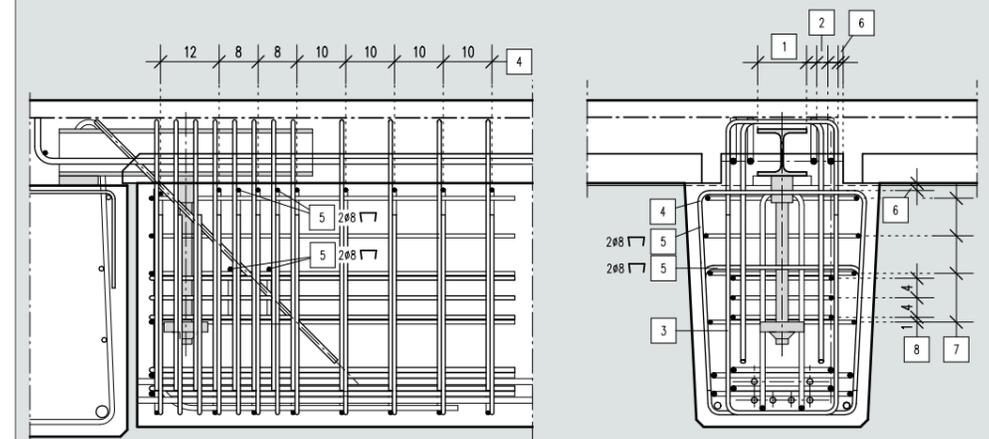
- 5 Spangen Ø 8 über gesamte Querschnittsbreite führen.



- 6 Mindestbetondeckung im Bereich der Ausklinkung  $c_{nom} = c_{min} \geq d_s \geq 10 \text{ mm}$ .
- 7 Horizontale Steckbügel (Ø 8;  $s \leq 10 \text{ cm}$ ; Schenkellänge 75 cm) über die gesamte Querschnittsbreite führen und auf die gesamte Steghöhe (von OK Ankerplatte bis UK Decke) einlegen.
- 8 Konzentrierte horizontale Steckbügel (3 Ø 8;  $s = 4 \text{ cm}$ ; Schenkellänge 75 cm) innerhalb der vertikalen Aufhängebewehrung anordnen (siehe Bewehrungszeichnung, Pos. 8).
- 9 Der Fertigteil-Nebenunterzug ist im Montagezustand gegen Verdrehen beziehungsweise Kippen zu sichern (Nachweis/Angaben durch Anwender in Abhängigkeit des Montage- und Betonierablaufs). Beispielsweise kann die Kippsicherung gegebenenfalls mit in Neben- und Hauptunterzug einbetonierten Ankerschienen und daran angeschraubten Montagewinkeln erfolgen.

DIN EN 1992-1-1/NA, 8.2

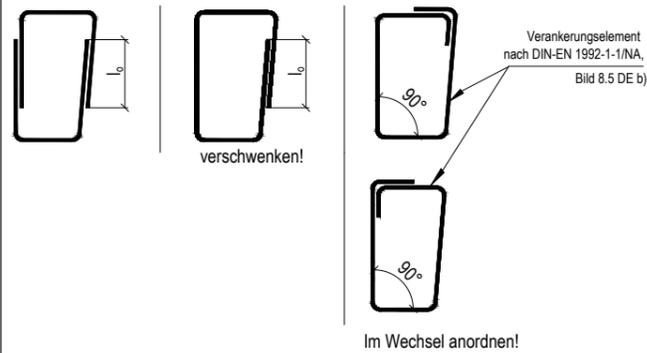
Z-15.6-287, Anlage 2, Bild 13



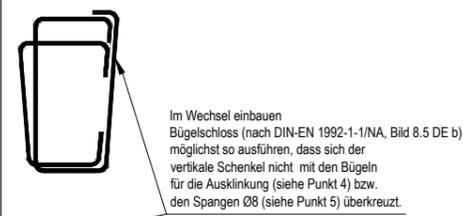
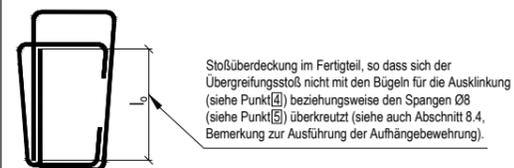
### 11.3 Trogplatten (mit einseitiger Ausklinkung für Elementplatten)

Siehe nachfolgend Bewehrungsskizze zu **1**, **2** ...

- 1** Im Bereich des Stahlprofils keine horizontalen Betonstahlzulagen (Bewehrungszeichnung, Pos. 5) anordnen (siehe auch Punkt **9**).
- 2** Erforderliche Stababstände der Betonstähle nach DIN-EN 1992-1-1/NA, 8.2 beachten (siehe auch Punkt **9**).
- 3** Mögliche Bügelformen der vertikalen Aufhängebewehrung:



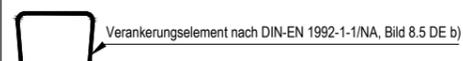
Die Bügel sind so auszuführen, dass sich im Bereich der Bügelschlösser eine möglichst geringe Bewehrungskonzentration ergibt und dass die erforderlichen Stababstände der Betonstähle nach DIN-EN 1992-1-1/NA, 8.23 eingehalten sind. Vorteilhaft im Hinblick auf den Platzbedarf sind z. B. die folgenden Ausführungen:



- 4** Empfohlene Biegeform der Zusatzbügel zur Bewehrung der Ausklinkung für die Elementplatten (Querschnitt und Stückzahl nach Hauptstatik mindestens 8 Ø 8).

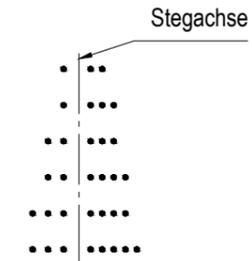


- 5** Spangen Ø 8 über gesamte Querschnittsbreite führen



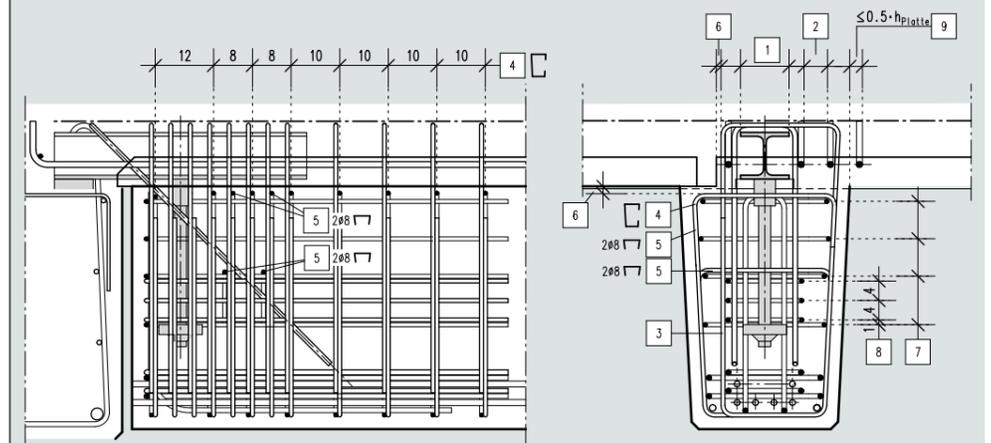
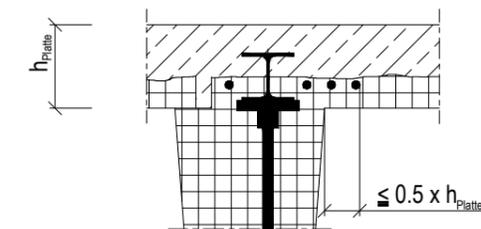
DIN-EN 1992-1-1/NA, 8.2

- 6** Mindestbetondeckung im Bereich der Ausklinkung  $c_{nom} = c_{min} \geq d_s \geq 10 \text{ mm}$
- 7** Horizontale Steckbügel ( $\varnothing 8$ ;  $s \leq 10 \text{ cm}$ ; Schenkellänge 75 cm) über die gesamte Querschnittsbreite führen und auf die gesamte Steghöhe (von OK Ankerplatte bis UK Decke) einlegen.
- 8** Konzentrierte horizontale Steckbügel ( $3 \varnothing 8$ ;  $s = 4 \text{ cm}$ ; Schenkellänge 75 cm) innerhalb der vertikalen Aufhängebewehrung anordnen.
- 9** Falls erforderlich, können die horizontalen Betonstahlzulagen auch unsymmetrisch zur Stegachse angeordnet werden, wobei die folgenden Bedingungen einzuhalten sind:
  - 1.) Die Anzahl der horizontalen Betonstahlzulagen (Bewehrungszeichnung Pos. 5) beider Seiten unterscheidet sich maximal um 2 Stück, das heißt die folgenden (unsymmetrischen) Anordnungen sind möglich:



und:

- 2.) Der zulässige Maximalabstand von Außenkante Steg beträgt  $0,5 \times h_{Platte}$



Z-15.6, 287, Anlage 2, Bild 13

DEUTSCHLAND

87700 Memmingen  
+49 (0) 83 31937345  
bautechnik@pfeifer.de

ÖSTERREICH

+43 (0) 72 24 66 224-70  
austria-bt@pfeifer.de

SCHWEIZ

8934 Knonau  
+41 (0) 447 68 5555  
info@pfeifer-isofer.ch

[www.pfeifer.info/bautechnik](http://www.pfeifer.info/bautechnik)

**PFEIFER**