

Stahlauflager

Wirtschaftliche Deckenkonstruktion für Rippendecken und Unterzüge

PFEIFER BAUTECHNIK



Produktinformationen
Anwendungen
Bemessungshinweise
Montage- und Einbauanleitung



Produktvorteile 3

Anwendungsbereiche 4

Produktdaten 6

Bemessungshinweise 8–29

Montage- und Einbauanleitung 30–34

Ausführliche Informationen,
Zulassung/Zertifikate,
Bemessungssoftware:
www.pfeifer.info/stahlauflager

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

Wirtschaftliche Deckenkonstruktion mit Stahlauflagern



Verkürzen Sie Ihre Bauzeit mit schneller Planung und Montage

Die PFEIFER-Stahlauflager ermöglichen seit vielen Jahren eine einfache, sichere und extrem schnelle Planung, Fertigung und Montage von Beton-Rippendecken und -Unterzügen. Über 2 Mio. m² verbaute Deckenfläche sprechen für sich!

Das optimierte Produkt, unsere kostenlose und überarbeitete Bemessungs-software sowie unser umfangreicher technischer Support garantiert Ihnen ein kostengünstiges, schnelles und sicheres Bauvorhaben.



Allgemein bauaufsichtlich zugelassen DIBT
PFEIFER Zulassungs-Nr. Z-15.6-287 MPA BAU TU MÜNCHEN

TÜV SÜD ISO 9001

Zertifizierter Schweißfachbetrieb GSI SLV

DVS VERBAND

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

Anwendungsbereiche



Stahlauflager
zum Auflagern von Rippendecken und Unterzügen

π-Platten

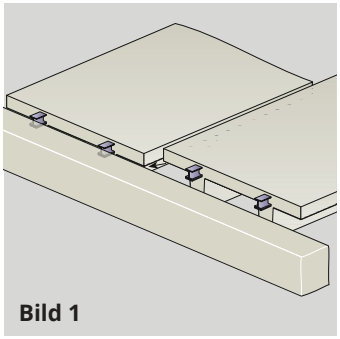


Bild 1

Trogplatten

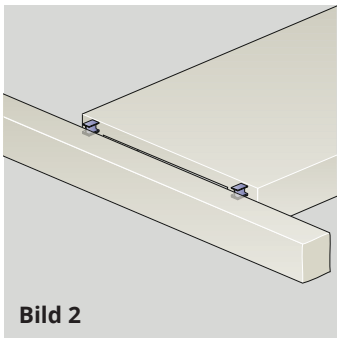


Bild 2

Unterzüge/ Nebenträger

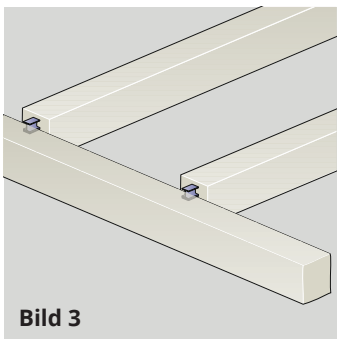


Bild 3

PFEIFER-Stahlauflager wurden für die wirtschaftliche Auflagerung von π-Platten, Trogplatten und Unterzügen (Bild 1–3) entwickelt. Sie vermeiden die bei herkömmlichen Konstruktionen mit Konsolbändern häufig auftretenden großen Ausmitten im Montage- und Endzustand. Dadurch lassen sich Zeit und Kosten sparen. Auf aufwendige und kostenintensive Unterstützungen, beispielsweise mit Gerüsttürmen, kann verzichtet werden.

Die PFEIFER-Stahlauflager sind für die gesamte Montage-Auflagerkraft aus dem Eigengewicht des Fertigteils, dem Aufbeton sowie den beim Betonieren auftretenden Nutzlasten ausgelegt. Im Endzustand wirken die Stahlauflager gemeinsam mit dem ausgeklinkten Betonauflager und gewährleisten eine sichere Lastübertragung.

Der Verzicht auf Konsolbandunterzüge vereinfacht die Planung, Bemessung, Fertigung und Montage des Gesamttragwerks. In Verbindung mit der eingelegten Bewehrung und der Ortbetonschicht werden die Verkehrslasten sicher auf die Unterzüge übertragen. Geringere Bauhöhen und saubere Deckenunteransichten bieten zusätzliche konstruktive und gestalterische Vorteile.

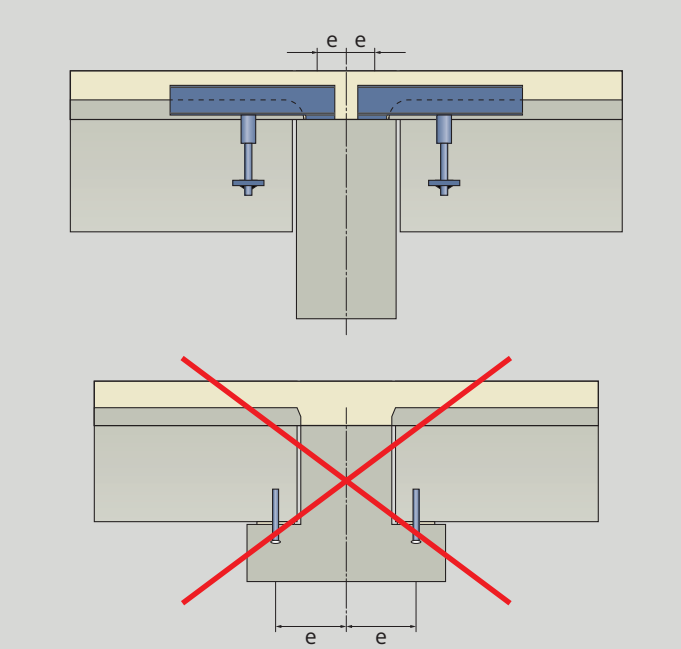


© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

Ihre Vorteile...

Vereinfachte Tragwerksplanung

- Keine Konsolbänder und Dollen bei Unterzügen erforderlich – einfache Rechteckbalken reichen vollkommen aus
- Kostenfreie Bemessungssoftware und Vorbemessungstabellen
- Geringe Exzentrizität ermöglicht schmalere Unterzüge weil geringere Torsion
- Klare Untersicht ohne Ablagefläche von Staub



Einfache Vorfertigung – durch optimiertes Produkt noch schneller

- Einfache Schalung, hoher Vorfertigungsgrad
- Einfache und leichte Bewehrung

Verkürzte Bauzeit – reduzierte Kosten

- Einfache und schnelle Verschalung
- Beliebige Verlegereihenfolge – keine Vorplanung notwendig
- Kein plangenauer Einbau von Montagelager notwendig
- Keine Montageunterstützung erforderlich
- Kein Vermörteln von Dollenlöchern, keine nachträgliche Betonkosmetik an Konsolbändern

Sicher und vielfach erprobt

- Mit bauaufsichtlicher Zulassung
- Über 2 Mio. m^2 Deckenfläche erfolgreich verbaut

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

- **Sichere Auflagerung auf einfachen Rechteckunterzügen**
- **Direkte Auflagerung mit geringer Lastexzentrizität**
- **Konsolbänder und Dollen zur Lagesicherung entfallen**
- **Baukosten- und Zeitersparnis**
- **Vorfertigung der Fertigelemente unter kontrollierten Bedingungen**
- **Deutlich frühere Gebäudenutzung durch kürzeste Planungszeit**
- **Estricharbeiten nach dem Betonieren der Aufbetondecke nicht zwingend erforderlich**
- **Vormontierter Verankerungsstab im Auflager erspart Montageaufwand**

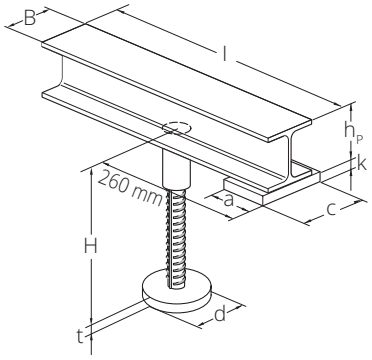
Bauteilempfehlung

- TT-Decken
- Neben- und Hauptunterzüge
- Trogplatten und Elementdecken

Stahlauflager PS-A

- Montage von TT-Decken, Unterzügen oder Trogplatten
- Einbau stirnseitig in die Deckenkonstruktion
- Temporärer Auflagerpunkt im Montagezustand und permanent während der Gebäudenutzung
- Verkehrslasten werden mit der eingelegten Bewehrung und der Ortbetonschicht sicher auf die Unterzüge geleitet





Typenbezeichnung			PS-A-65/225	PS-A-65/250	PS-A-65/275	PS-A-65/300	PS-A-65/325	PS-A-65/350	PS-A-65/375	PS-A-65/400	PS-A-80-100/225
Verankerung Länge	H	mm	225	250	275	300	325	350	375	400	225
Plattendurchmesser	d	mm	70	70	70	70	70	70	70	70	90
Plattendicke	t	mm	15	15	15	15	15	15	15	15	20
Auflagerbreite	a	mm	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Auflagerlänge	c	mm	150	150	150	150	150	150	150	150	120
Auflagerdicke	k	mm	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Profilhöhe	h_p	mm	91	91	91	91	91	91	91	91	96
Profilbreite	B	mm	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Profillänge	l	mm	520	520	520	520	520	520	520	520	520
Verpackungseinheit		St	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bestell-Nummer			**468357**	**468358**	**468359**	**468360**	**468361**	**468362**	**468363**	**468364**	**468339**

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

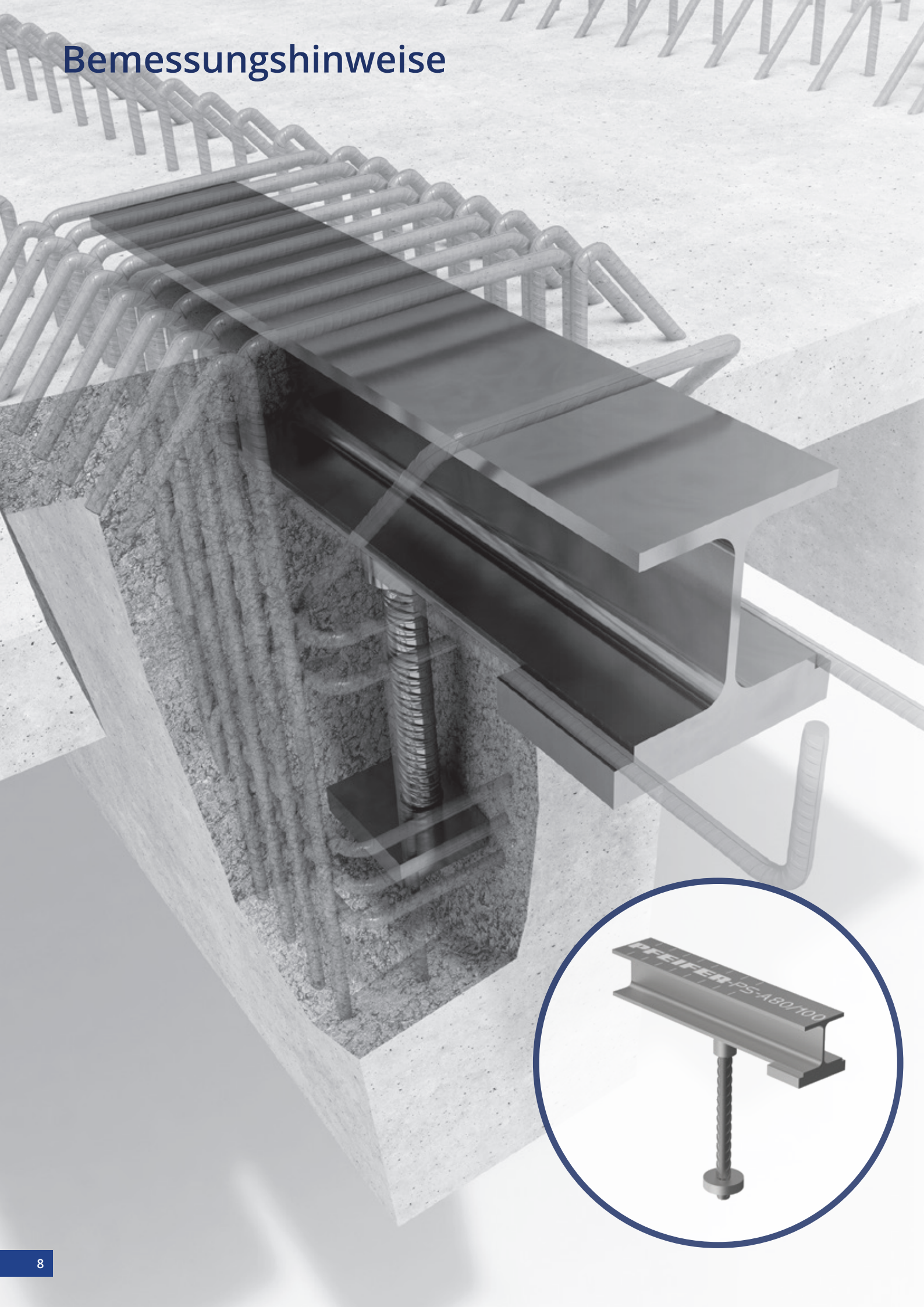
Typenbezeichnung			PS-A-80-100/250	PS-A-80-100/275	PS-A-80-100/300	PS-A-80-100/325	PS-A-80-100/350	PS-A-80-100/375	PS-A-80-100/400	PS-A-130/300	PS-A-130/325
Verankerung Länge	H	mm	250	275	300	325	350	375	400	300	325
Plattendurchmesser	d	mm	90	90	90	90	90	90	90	100	100
Plattendicke	t	mm	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Auflagerbreite	a	mm	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Auflagerlänge	c	mm	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Auflagerdicke	k	mm	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Profilhöhe	h_P	mm	96	96	96	96	96	96	96	100	100
Profilbreite	B	mm	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Profillänge	l	mm	520	520	520	520	520	520	520	520	520
Verpackungseinheit		St	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bestell-Nummer			**468338**	**468337**	**468336**	**468335**	**468334**	**468333**	**468332**	**468340**	**468341**

Typenbezeichnung			PS-A-130/350	PS-A-130/375	PS-A-130/400	PS-A-130/425	PS-A-130/450	PS-A-130/475	PS-A-130/500	PS-A-160/350	PS-A-160/375
Verankerung Länge	H	mm	350	375	400	425	450	475	500	350	375
Plattendurchmesser	d	mm	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Plattendicke	t	mm	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Auflagerbreite	a	mm	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Auflagerlänge	c	mm	120	120	120	120	120	120	120	150	150
Auflagerdicke	k	mm	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Profilhöhe	h_P	mm	100	100	100	100	100	100	100	120	120
Profilbreite	B	mm	100	100	100	100	100	100	100	120	120
Profillänge	l	mm	520	520	520	520	520	520	520	720	720
Verpackungseinheit		St	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bestell-Nummer			**468342**	**468343**	**468344**	**468345**	**468346**	**468347**	**468348**	**468349**	**468350**

Typenbezeichnung			PS-A-160/400	PS-A-160/425	PS-A-160/450	PS-A-160/475	PS-A-160/500	PS-A-160/550
Verankerung Länge	H	mm	400	425	450	475	500	550
Plattendurchmesser	d	mm	100	100	100	100	100	100
Plattendicke	t	mm	20	20	20	20	20	20
Auflagerbreite	a	mm	80	80	80	80	80	80
Auflagerlänge	c	mm	150	150	150	150	150	150
Auflagerdicke	k	mm	20	20	20	20	20	20
Profilhöhe	h_P	mm	120	120	120	120	120	120
Profilbreite	B	mm	120	120	120	120	120	120
Profillänge	l	mm	720	720	720	720	720	720
Verpackungseinheit		St	1	1	1	1	1	1
Bestell-Nummer			**468351**	**468352**	**468353**	**468354**	**468355**	**468356**

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

Bemessungshinweise



Bemessungswiderstände

Grundsätzlich wird bei der Bemessung der PFEIFER-Stahlauflager 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 Stahlauflager 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 1 und 2) 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, Nebenträger oder Unterzug, nicht relevant (Bild 3–5).

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.

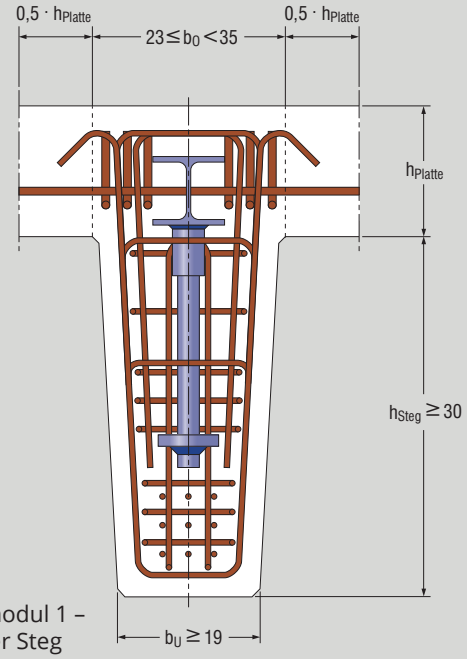


Bild 1:
Grundmodul 1 – schmaler Steg

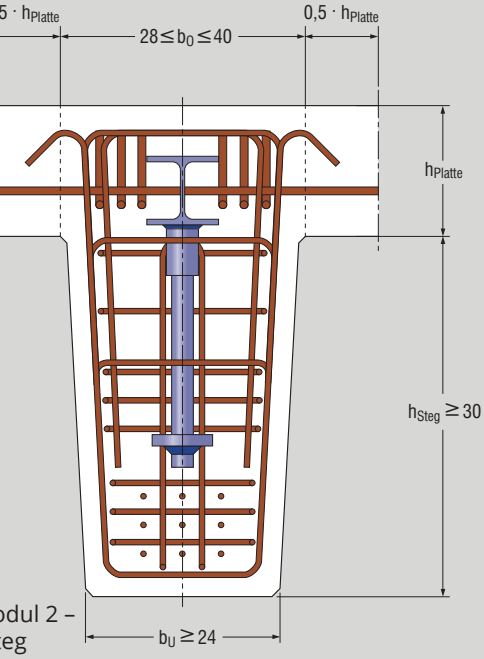


Bild 2:
Grundmodul 2 – breiter Steg

Nicht ruhende Beanspruchung

Für Sonderkonstruktionen oder für nicht ruhende Beanspruchung benutzen Sie bitte unsere Machbarkeitsanfrage auf www.pfeifer.info oder kontaktieren uns unter: support-bt@pfeifer.de oder Tel. 08331 937 345

Tabelle 1: Tragfähigkeiten des Stahlauflagers 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

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

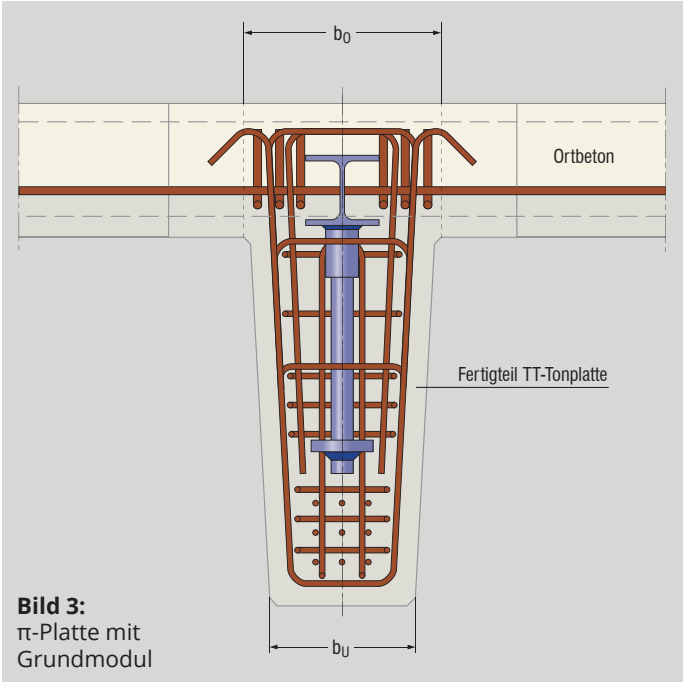
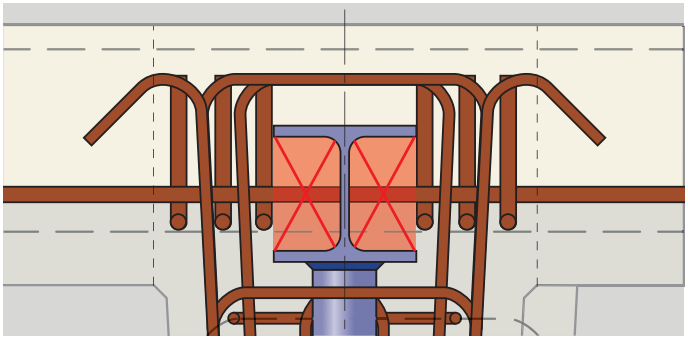


Bild 3:
π-Platte mit Grundmodul



Hinweis: Die horizontalen Betonstahlzulagen müssen idealerweise immer außerhalb des Stahlauflagerquerschnitts liegen.

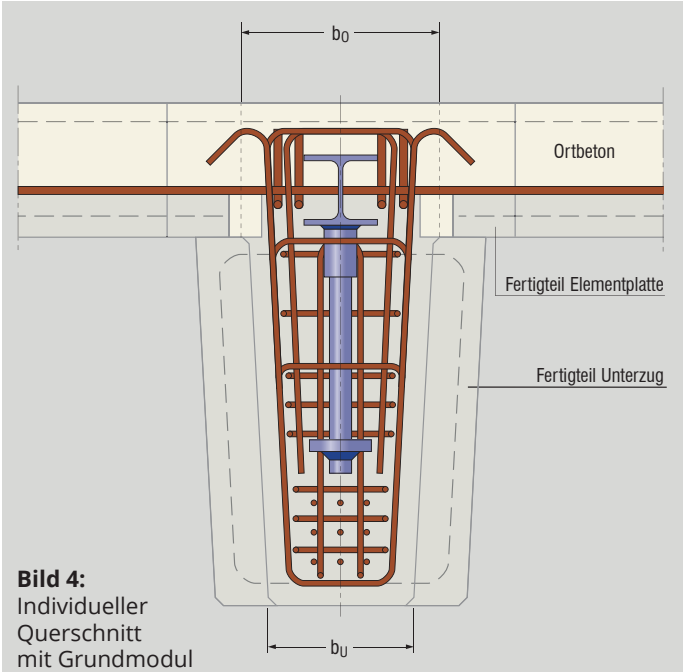


Bild 4:
Individueller Querschnitt mit Grundmodul

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 $q_{ck} = 1$ kN/m² angesetzt werden.

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

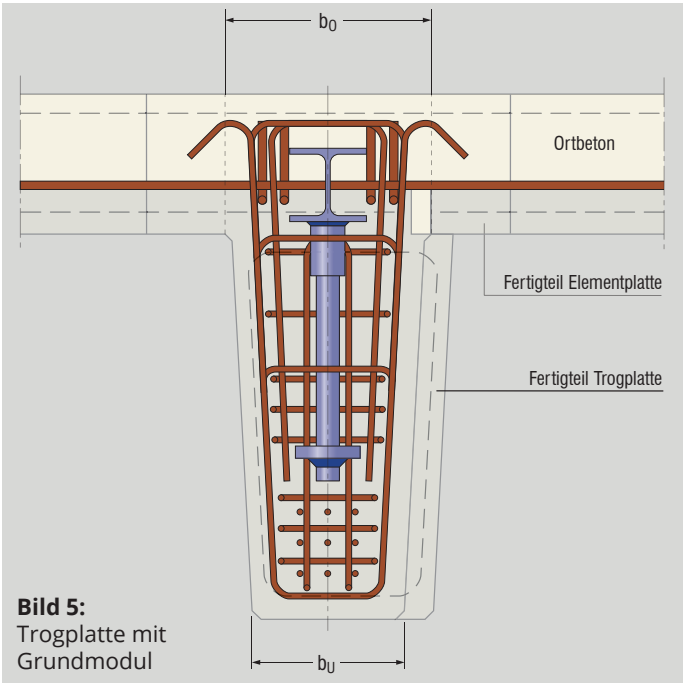


Bild 5:
Trogplatte mit Grundmodul

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

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 Stahlauflagers folgende Mindestlänge (Bild 6) aufweisen.

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

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

Mindestankerstablängen:

PS-A 65:	H ≥ 225 mm, $Ü_{plt}$ 35 mm
PS-A 80/100:	H ≥ 225 mm, $Ü_{plt}$ 45 mm
PS-A 130:	H ≥ 300 mm, $Ü_{plt}$ 48 mm
PS-A 160:	H ≥ 350 mm, $Ü_{plt}$ 48 mm

Bewehrung

Im Bild 7 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 7).

Aussparungen

Aussparungen im Spiegel sind nur zulässig, wenn diese mindestens eine halbe Deckenstärke Abstand (Bild 7) zum Steg haben. Bewehrungen sind hier ggf. auszuwechseln.

Expositionsklasse

Bei der Bemessung der Stahlauflager PS-A wurde hinsichtlich der Bewehrungskorrosion die Expositionsklasse XC1-XC3 nach DIN EN 1992-1-1, Tabelle 4.1 zu Grunde gelegt. Weitergehende Anforderungen an die Expositionsklasse müssen gesondert betrachtet und nachgewiesen werden. Insbesondere die Unterseite der Stahlauflager muss ggf. mit einer zusätzlichen Korrosionsschicht versehen werden. Hier sind planmäßig 15 mm Betondeckung vorhanden.

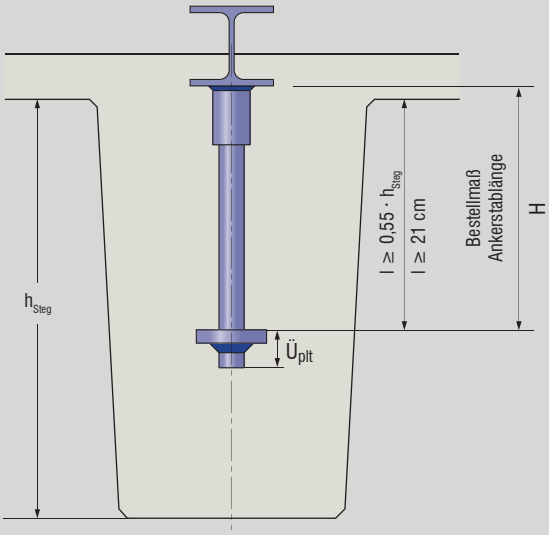


Bild 6: Einbindetiefe

Feuerwiderstandsfähigkeit

Bei Verwendung der PFEIFER-Stahlauflager 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.

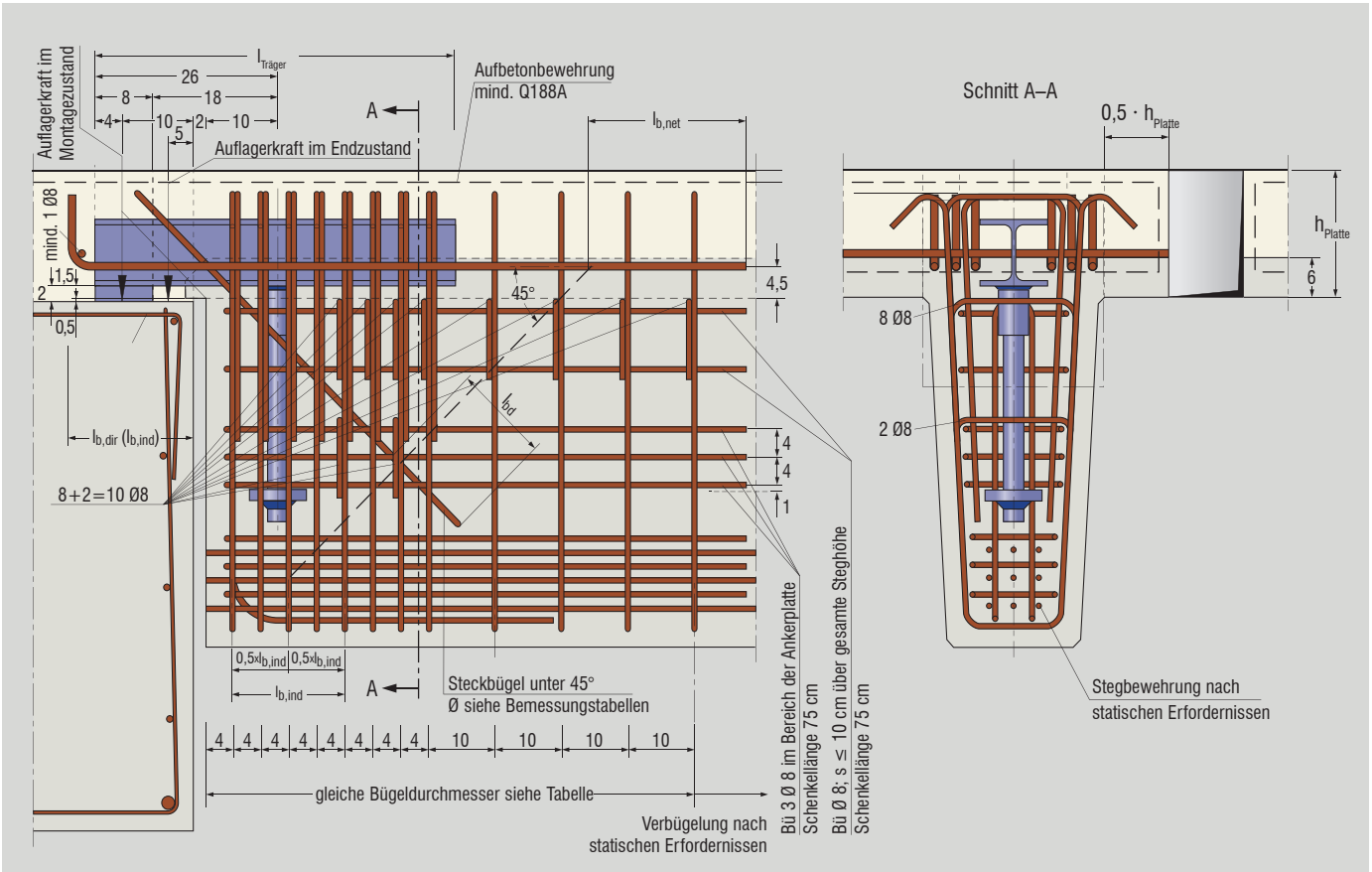


Bild 7

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

Bemessungsbeispiel nach Eurocode 2

Vorbemerkungen:

Das vorliegende Berechnungs- und Bemessungsbeispiel für das PFEIFER-Stahlauflager PS-A zeigt den typischen Rechengang und die Nachweisschritte, 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.

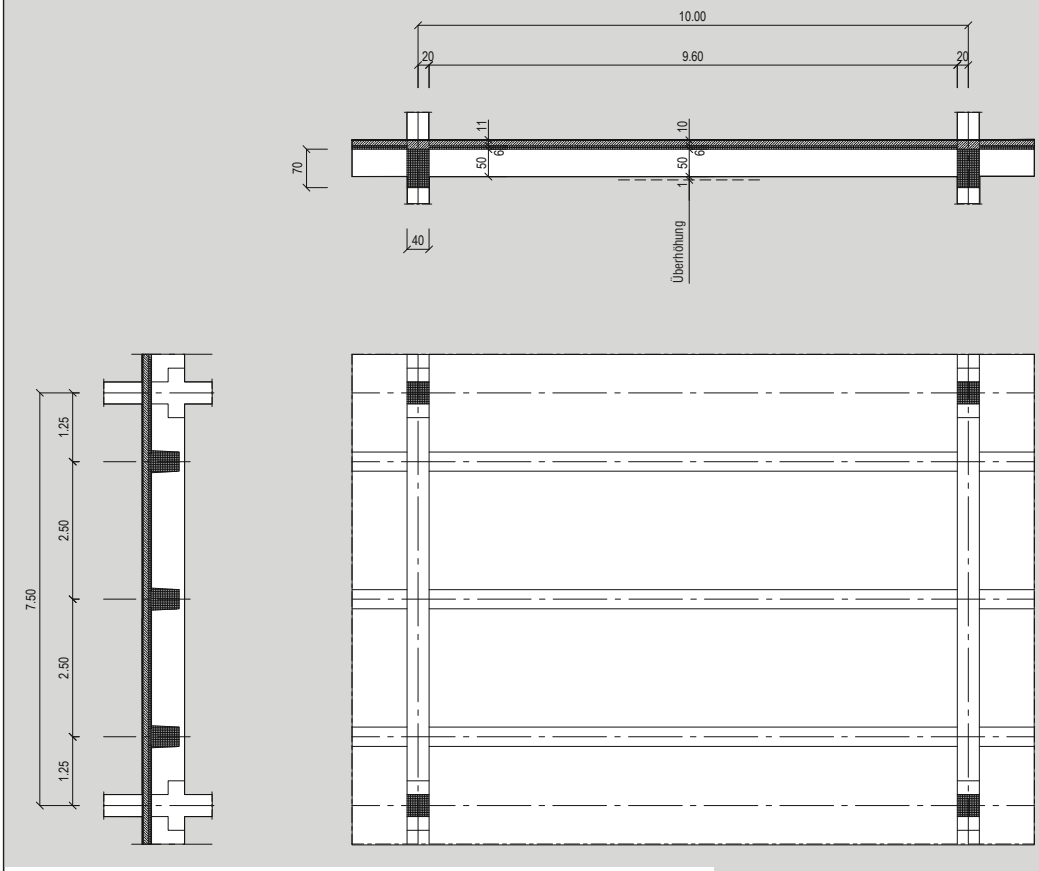
Zur Ableitung von Horizontalkräften sind weitergehende Maßnahmen erforderlich.

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 Stahlauflager keine Torsionsmomente abgetragen werden können (Nachweise/Angaben durch Anwender).

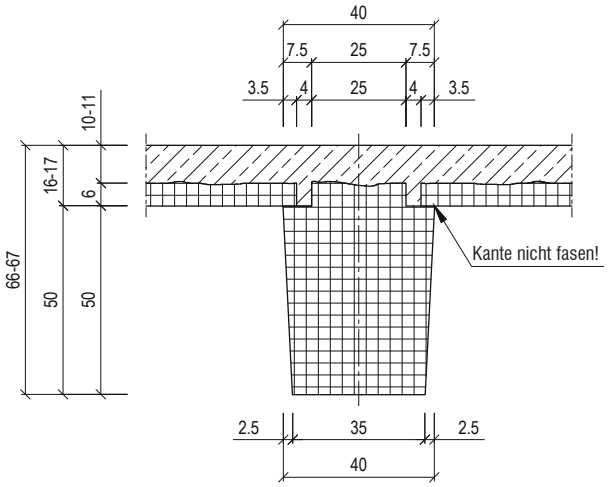
In der rechten Spalte der folgenden Seiten finden Sie zusätzliche Querverweise und Quellenangaben.

1. System, Bauteilmaße, Werkstoffe, Betondeckung:

Tragwerk Deckenkonstruktion:



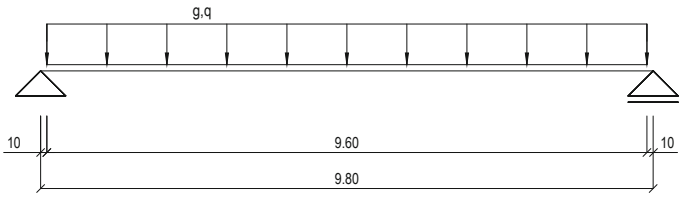
Betrachteter Nebenunterzug im Querschnitt:



Berücksichtigung einer Überhöhung von 1 cm in Feldmitte

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

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:

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

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

$$= 20\ mm$$

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

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

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

Fertigteil:

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

$$= 20\ mm$$

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

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

Da in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung die Betonfestigkeitsklasse des Betons von mindestens C35/45 (> C30/37) vorausgesetzt wird, darf der Wert für die Mindestbetondeckung $c_{min,dur}$ 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.

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

2. Aussparungen:

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

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

3. Einwirkungen:

(charakteristische Werte)

3.1 Ständige Einwirkungen

Fertigteil:

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

Aufbeton:

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

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

Ausbaulasten (Belag + Installation):

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

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

3.2 Veränderliche Einwirkungen:

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

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

Mannlast: $Q_{M,k} \quad = \quad 1{,}00$ kN — Z-15.6-287, Anlage 2, Pkt. 16

4. Bemessungswert der Auflagerkraft je Stahlauflager:

Teilsicherheitsbeiwerte in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit:

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

Ständige Einwirkungen: $\gamma_G = 1{,}35$

Veränderliche Einwirkungen: $\gamma_Q = 1{,}50$

4.1 Montagezustand:

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

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

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

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

4.2 Endzustand:

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

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

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

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

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

5. Plattenstärke am Auflager:

Plattensträke im Auflagerbereich im Endzustand mit Aufbeton:

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

6. Bemessung:

gewählt:
Pfeifer-Stahlauflager PS-A 80/100 — Z-15.6-287, Anlage 1, Seite 2, Tabelle 1.4

Einbindetiefe der Ankerplatte in den Steg:

$l \geq 0{,}55 \cdot h_{Steg} \quad \geq 210$ mm — Z-15.6-287, Anlage 2, Pkt. 1

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

$H \geq l + 15$ mm $\quad \geq 275 + 15$ mm $= 290$ mm — Länge ab 225 mm mit 25-mm-Abstufung standardmäßig bevorratet

gewählt: H = 300 mm

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

6.1 Montagezustand

Nachweis der Querkrafttragfähigkeit im Montagezustand

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

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

Z-15.6-287, Anlage 1, Tabelle 1.4

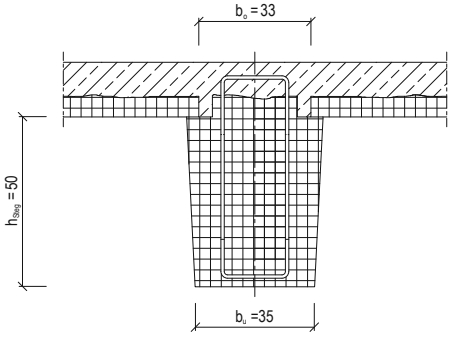
Nachweis:

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

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

6.2 Endzustand

Zuordnung Grundmodul:



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

Geometrische Randbedingungen:

1. Steghöhe:	h_{Steg}	$= 50$ cm	> 30 cm
2. Stegbreite unten:	b_u	$= 35$ cm	> 24 cm
3. Stegbreite oben:	b_o	$= 33$ cm	≥ 28 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 ∅ 12 ∅ 4, 52 cm² — Bewehrungsposition 5

– Aufhängebewehrung (Verbügelung/je 2-schnittig):

Bügel und Bügelkappen:	∅ 8	Bewehrungsposition 1/2
Aufgebogene Schlaufe:	∅10	Bewehrungsposition 6
Steckbügel unter 45°:	∅10	Bewehrungsposition 7

– Aus der Bemessungstabelle entnommene Werte: — Z-15.6-287, Anlage 3 (Seite 12 von 22), Zeile 10

Querkrafttragfähigkeit im Endzustand:	$V_{Rd,ges}$	=	234,15 kN
Ausnutzung der Bügelkappen:	$A_{s,erf}/A_{s,verh}$	=	1,00
Verhältniswert (zu Z-15.6-287, Anlage 2.7, Pkt. 7):	ζ	=	1,00
vorhandene Verankerungslänge der unteren Stegbewehrung:	$l_{b,ind,vorh}$	=	12,3 cm

PS-A 80/100
Grundmodul 2
Steghöhe 50 cm
Plattenstärke 17 cm
Aufbeton C25/30
horizontale Betonstahlzulagen: 4 ∅ 12

Nachweis:

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

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

7. Belastung der Ortbetondecke im Baustellenbetrieb:

7.1 Zulässige veränderliche Einwirkung nach Aufbringen der Ortbetonergänzung ohne genaueren Nachweis:

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

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

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

7.2 Zulässige veränderliche Einwirkung mit genauerem Nachweis:

je Auflager:

$$Q_{M,d,zul} = V_{Rd,Mon} - V_{Ed,Mon} + 0,4 \cdot \left(V_{Rd,ges} - V_{Rd,Mon}\right)$$

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

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

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

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

8. Bewehrungsführung:

8.1 Verankerung der Betonstahlzulagen

Bewehrungsposition 5

8.1.1 Verankerung über dem Unterzug

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

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

$$l_{b,dir,erf} = \frac{2}{3} \cdot \alpha_a \cdot \frac{\varnothing}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}} \cdot \frac{A_{s,erf}}{A_{s,vorh}} \begin{cases} \geq 6 \cdot d_s \\ \geq 16\,cm \end{cases}$$

$\alpha_a = 0,7$

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

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

$l_{b,rqd} = \frac{\varnothing}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}} = \frac{1,2}{4} \cdot \frac{434,78}{2,7} = 48,31\ cm$

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

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

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

Verankerung

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

Querbewehrung im Verankerungsbereich:

gewählt: 1 ∅ 8

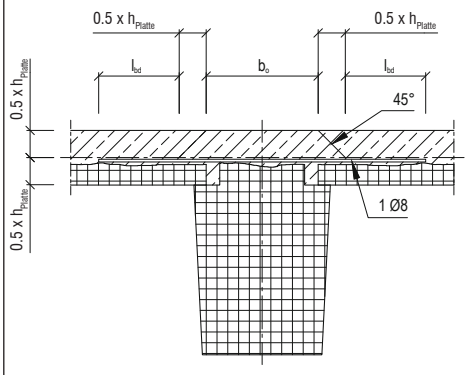
Z-15.6-287, Anlage 2, Pkt. 8
Bewehrungsposition 101

Falls im Stegbereich des Stahlträgers, winkelrecht abbiegen.

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

Länge der Querbewehrung:

Die erforderliche Länge wird folgendermaßen festgelegt:



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

mit $l_{bd} = l_{b,eq} = \alpha_1 \cdot l_{b,rqd}$ — DIN EN 1992-1-1/NA, 8.4.4 (2)

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

$$\alpha_1 = 1{,}0$$

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

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

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

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

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

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

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

$$\alpha_1 = 1{,}0$$

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

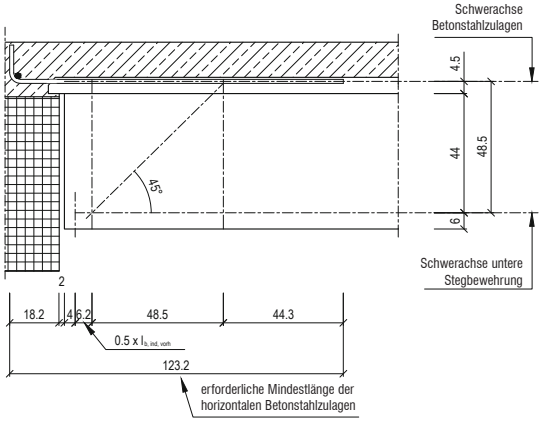
$$l_{b,rqd} = \frac{\varnothing}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{1{,}2}{4} \cdot \frac{434{,}78}{2{,}38} = 54{,}80 \text{ cm}$$

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

Verankerung

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

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026



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

8.2 Verankerung der unteren Stegbewehrung (Spannstahl oder schlaffe Bewehrung)

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

Die untere Stegbewehrung wird mittels Steckbügeln verankert.

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

gem. Bemessungstabelle PS-A80/100

Hinweis:
Gemäß Z-15.6-287, Anlage 2, Pkt. 7 darf der Querschnitt der aufgebogenen Schlaufe ∅ 10 (2-schnittig) für $A_{s,vorh}$ angesetzt werden. Zusätzlich könnte die vorhandene untere Steglängsbewehrung (Spannstahl und schlaffe 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.

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

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

gewählt: B500B 4 Steckbügel ∅ 10 (2-schnittig)

Bewehrungsposition 10/11

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

Verankerungslänge $l_{b,ind,erf}$ der Steckbügel

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

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

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

$$\alpha_1 = 0,7$$

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

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

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

Verankerung

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

Erforderliche Schenkellänge der Steckbügel

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

Skizze siehe nachfolgende Seite

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

guter Verbund, gerade Stabenden, Vollstoß:

$l_{b,rqd} = 31{,}97$ cm

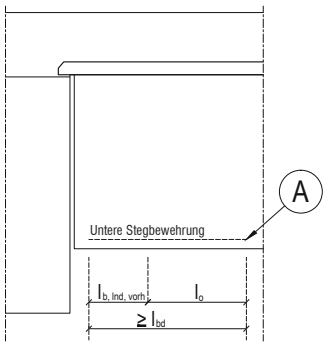
$$l_o = \alpha_1 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \begin{cases} \geq 0{,}3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \\ \geq 15 \cdot \varnothing \\ \geq 20\,\text{cm} \end{cases}$$

$$l_s = 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}4 \cdot 31{,}97 \cdot \frac{3{,}18}{6{,}28} = 22{,}7\ \text{cm} \begin{cases} \geq 0{,}3 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}4 \cdot 31{,}97 = 13{,}43\ \text{cm} \\ \geq 15 \cdot \varnothing = 15 \cdot 1{,}0 = 15\,\text{cm} \\ \geq 20\,\text{cm} \end{cases}$$

Schenkellänge der Steckbügel

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

Konstruktiv wird dieselbe Schenkellänge (l = 75 cm) wie bei Bewehrungsposition 8 und 9 gewählt.



8.3 Querzugbewehrung und Spaltzugbewehrung

gewählt: 8 ∅ 8 — Bewehrungsposition 4/12
2 ∅ 8 — Bewehrungsposition 13

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

Anmerkung:

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

8.4 Übergreifungslänge der Bügelkappen mit den durchgehenden Hauptbügeln

Bewehrungsposition 1/2

Guter Verbund, B500B, C25/30

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

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

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

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

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.

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

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

Bewehrungsposition 1/2

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

Erforderliche Übergreifungslänge bei Stoßüberdeckung im Fertigteil:

$$l_{0,Fertigteil} = \frac{f_{bd\ Aufbeton}}{f_{bd\ Fertigteil}} \cdot l_o \geq 20\,cm$$

l_o = ermittelte Stoßüberdeckung gemäß Z-15.6-287

Z-15.6-287

$$l_{0,Fertigteil} = \frac{2,7}{3,4} \cdot 45,1 = 35,8\,cm$$

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.

Konstruktive Hinweise siehe auch Abschnitt 11.

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

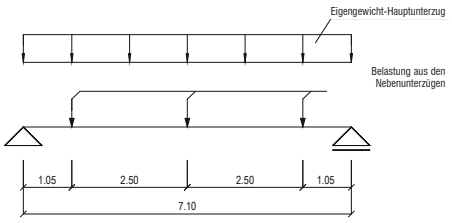
Bewehrungsposition 7

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

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

9. Lasteinleitung Hauptunterzug, Ausmitten, Lagerung:

Statisches System Hauptunterzug



Auflagerung des Hauptunterzuges auf der Stützenkonsole mit Elastomerlagern,

Lagerabmessungen: b × d × t = 300 × 150 × 10 mm

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

Grundlage: DIN 4141, Teil 3, Lager im Bauwesen

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

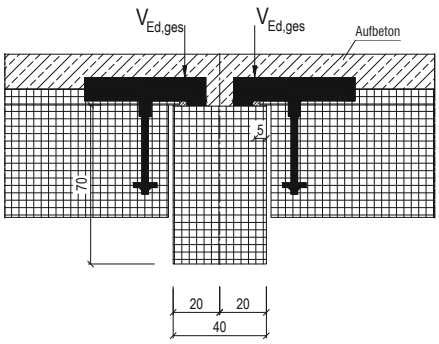
Es wird hier der Endzustand der Querkrafttragfähigkeit $V_{Ed,ges}$ mit beidseitiger veränderlicher Einwirkung angesetzt, da dieser der maßgebende Fall für den Grenzzustand der Tragfähigkeit ist.

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

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

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

Angriffspunkt der Auflagerkräfte:



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

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

$e = 0,20 - 0,05 = 0,15\,m$

$d = 0,40\,m$

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

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

Erforderliche Randzugbewehrung im Hauptunterzug

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

gewählt: B500A 4 ∅ 6 (1-schnittig)

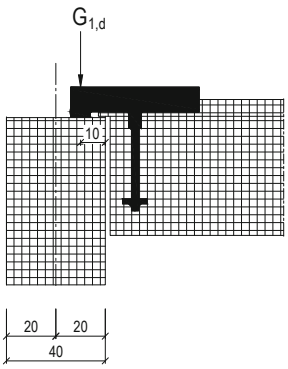
Dünne Stabdurchmesser verwenden.
Bewehrungsposition 14

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

Hinweis:
Der Nachweis der Auflagerpressung des PFEIFER-Stahlauflagers 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:



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

Beachte:
Nebenträger im Montagezustand gegen Verdrehen beziehungsweise Kippen sichern!

Charakteristische Einwirkungen

Fertigteil-Nebenunterzug und Elementplatten ohne Aufbeton:

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

siehe Absatz 4.1

Eigengewicht Hauptunterzug:

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

„Hauptunterzug“

Charakteristische Auflagerreaktionen

Aus Nebenunterzügen 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

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

„Ausmitte“

Grundlage: DIN EN 1990
Nachweis der Lagesicherheit

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

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

klaffende Fuge am Unterzugsauflager

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

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“

Grundlage DIN 4141, Teil 3, Lager im Bauwesen

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

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

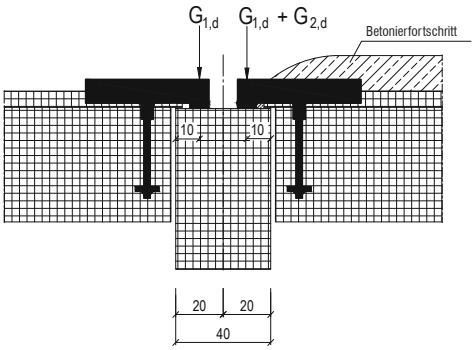
$$c = \frac{30{,}0}{2} - 7{,}1 = 7{,}9\,\text{cm}$$

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

Elastomer-Lagerpressung unter Unterzug

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

Angriffspunkt der Montageauflagerkraft:



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

Beachte:
Nebenträger im Montagezustand gegen Verdrehen beziehungsweise Kippen sichern.

Charakteristische Einwirkungen

Fertigteil-Nebenunterzug und Elementplatten ohne Aufbeton:

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

siehe Absatz 9.2

Aufbeton:

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

siehe Absatz 4.1

Eigengewicht Hauptunterzug:

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

Charakteristische Auflagerreaktionen

Aus Nebenunterzug und Elementplatten:

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

siehe Absatz 9.2

Aus Aufbeton:

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

Aus Eigengewicht Hauptunterzug:

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

siehe Absatz 9.2

Maximale Ausmitte am Auflager

$$M_{A,d} = \left(\frac{b}{2} - 0{,}10\right) \cdot \left(A_{Auf,k} \cdot \gamma_{sup} + A_{D,k} \cdot \left(\gamma_{sup} - \gamma_{inf}\right)\right)$$

$$= \left(\frac{0{,}40}{2} - 0{,}10\right) \cdot \left(47{,}24 \cdot 1{,}05 + 60{,}77 \cdot \left(1{,}05 - 0{,}95\right)\right) = 5{,}57\,\text{kNm}$$

Grundlage: DIN EN 1990 Nachweis der Lagesicherheit

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

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

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

keine klaffende Fuge

Maximale Auflagerpressung

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

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

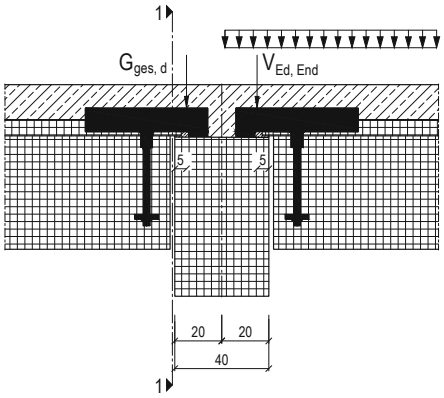
$$e = \frac{M_P}{A_P} = \frac{4,72}{193,63} \cdot 100 = 2,4\,\text{cm} < \frac{30,0}{6} = 5,0\,\text{cm}$$

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

Elastomer-Lagerpressung unter Unterzug

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

Angriffspunkt der Auflagerkräfte:



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

Charakteristische Einwirkungen

Fertigteil-Nebenunterzug und Elementplatten mit Aufbeton:

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

siehe Absatz 9.2/9.3

Ausbaulasten:

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

siehe Absatz 4.2

Nutzlast:

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

Eigengewicht Hauptunterzug:

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

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:

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

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

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

Biegebemessung der Platte im Schnitt 1 – 1

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

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

$h = 17$ cm

$d = 13$ cm

$b = 1{,}00$ m

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

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

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

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

$\rightarrow A_{s_1} = \omega_1 \cdot \frac{b \cdot d}{\frac{f_{yd}}{f_{cd}}} = 0{,}0610 \cdot \frac{100 \cdot 13}{30{,}7} = 2{,}58 \frac{cm^2}{m}$

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

Auflagerpressung

Grundlage: DIN 4141, Teil 3, Lager im Bauwesen

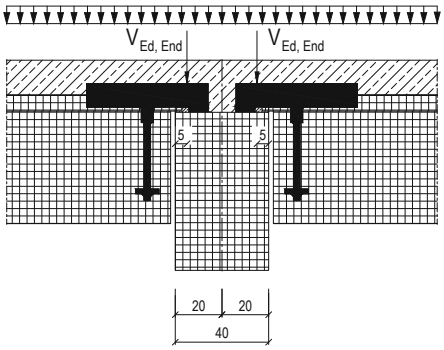
$\sigma_{vorh} = \frac{A_{ges}}{b \cdot d} = \frac{383{,}84}{15{,}0 \cdot 30{,}0} \cdot 10 = 8{,}53 \frac{N}{mm^2} < \sigma_{Zul} = 15 \frac{N}{mm^2}$

Elastomer-Lagerpressung unter Unterzug

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:



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

Charakteristische Einwirkungen

Fertigteil-Nebenunterzüge und Elementplatten mit Aufbeton:

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

siehe Absatz 9.4

Ausbaulasten:

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

Nutzlast:

$Q_k = 62{,}50$ kN

Eigengewicht Hauptunterzug:

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

Charakteristische Auflagerreaktionen

Aus Nebenunterzügen und Elementplatten:

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

Aus Eigengewicht Hauptunterzug:

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

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

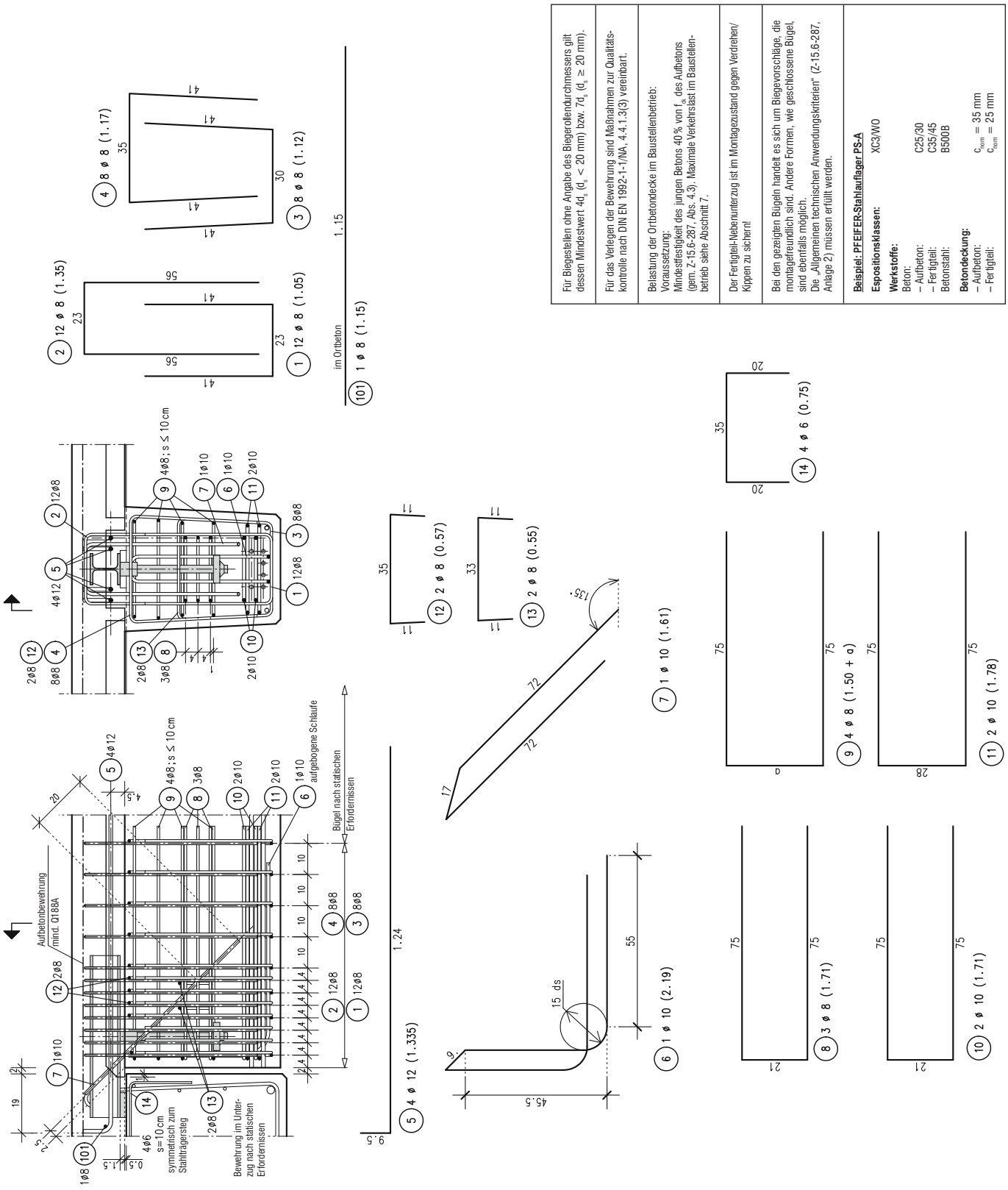
Auflagerpressung

Grundlage: DIN 4141, Teil 3, Lager im Bauwesen

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

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

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-Stahlauflager PS-A.

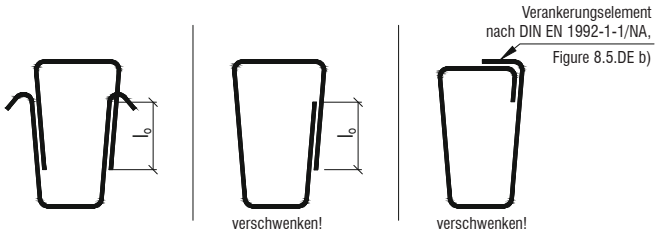
11.1 TT-Platten

Siehe nachfolgend Bewehrungsskizze zu 1, 2,…

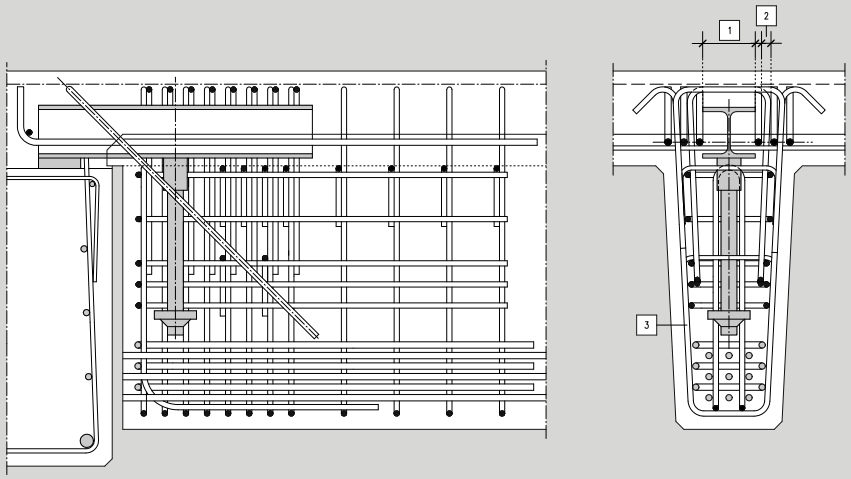
1 Im Bereich des Stahlprofils keine horizontalen Betonstahlzulagen (Bewehrungszeichnung, Pos. 5) anordnen.

2 Erforderliche Stababstände der Betonstähle nach DIN EN 1992-1-1/NA, 8.2 beachten. DIN EN 1992-1-1/NA, 8.2

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



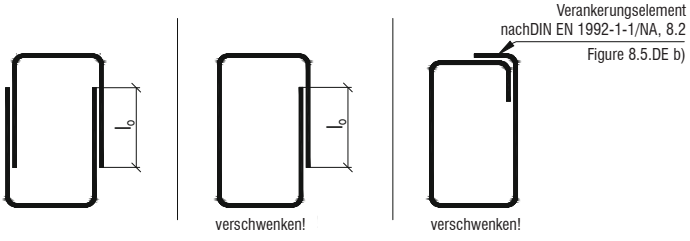
11.2 Fertigteil-Unterzüge (mit beidseitigen Ausklinkungen für Elementplatten)

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

3 Mögliche Bügelformen der vertikalen Aufhängebewehrung:

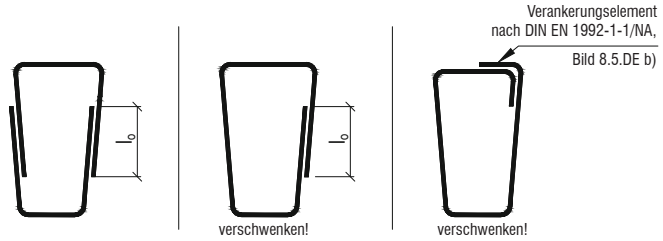


© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

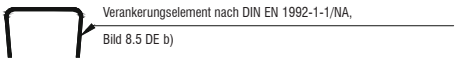
Die Bügel sind so auszuführen, dass sich im Bereich der Bügelschlösser eine möglichst geringe Bewehrungskonzentration ergibt und dass die erforderlichen Stababstände der Betonstähle nach DIN EN 1992-1-1/NA, 8.2 eingehalten sind (siehe Abschnitt 8.4 Bemerkung zur Ausführung der Bewehrungspositionen 1–4).

DIN EN 1992-1-1/NA, 8.2

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



5 Spangen ∅ 8 über gesamte Querschnittsbreite führen.



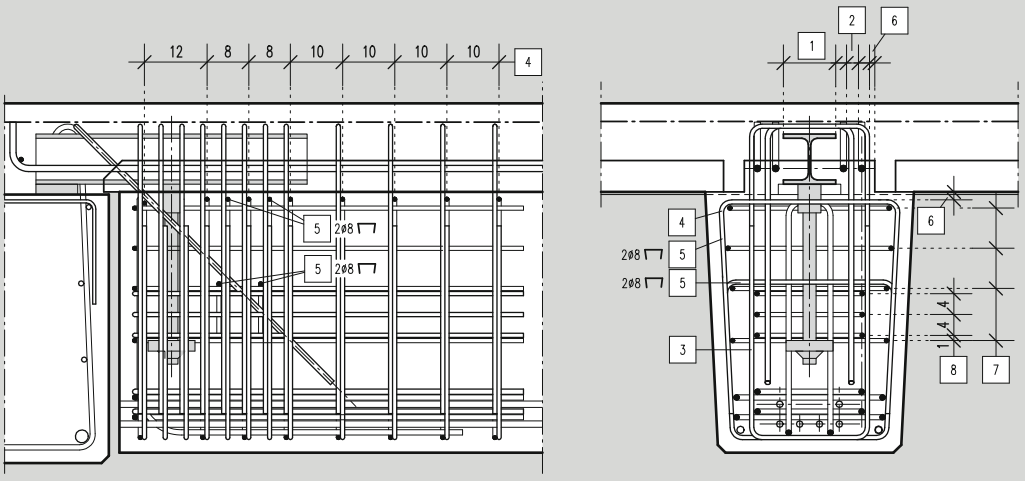
6 Mindestbetondeckung im Bereich der Ausklinkung $c_{nom} = c_{min} \geq d_s \geq 10$ mm.

Z-15.6-287, Anlage 2, Bild 13

7 Horizontale Steckbügel (∅ 8; s ≤ 10 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 ∅ 8; s = 4 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.



© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

11.3 Trogplatten (mit einseitiger Ausklinkung für Elementplatten)

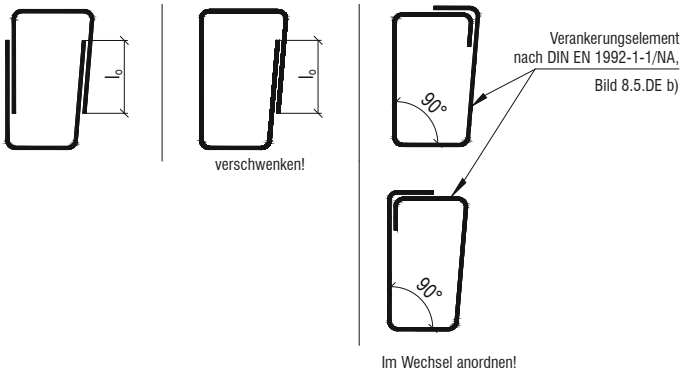
Siehe nachfolgend Bewehrungsskizze zu 1, 2 ...

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

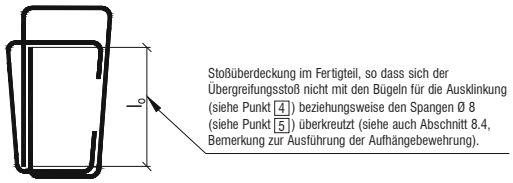
1 Im Bereich des Stahlprofils keine horizontalen Betonstahlzulagen (Bewehrungszeichnung, Pos. 5) anordnen (siehe auch Punkt 9).

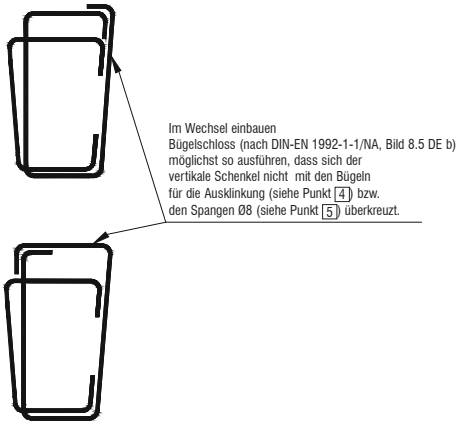
2 Erforderliche Stababstände der Betonstähle nach DIN-EN 1992-1-1/NA, 8.2 beachten (siehe auch Punkt 9).

3 Mögliche Bügelformen der vertikalen Aufhängebewehrung:

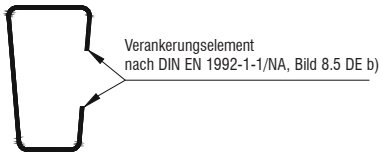


Die Bügel sind so auszuführen, dass sich im Bereich der Bügelschlösser eine möglichst geringe Bewehrungskonzentration ergibt und dass die erforderlichen Stababstände der Betonstähle nach DIN-EN 1992-1-1/NA, 8.23 eingehalten sind.
Vorteilhaft im Hinblick auf den Platzbedarf sind z. B. die folgenden Ausführungen:





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



5 Spangen ∅ 8 über gesamte Querschnittsbreite führen



© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

Z-15.6, 287, Anlage 2, Bild 13

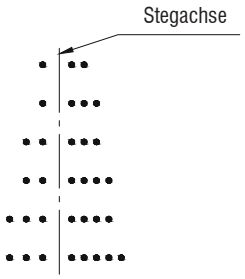
6 Mindestbetondeckung im Bereich der Ausklinkung $c_{nom} = c_{min} \geq d_s \geq 10$ mm

7 Horizontale Steckbügel (∅ 8; s ≤ 10 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 ∅ 8; s = 4 cm; Schenkellänge 75 cm) innerhalb der vertikalen Aufhängebewehrung anordnen.

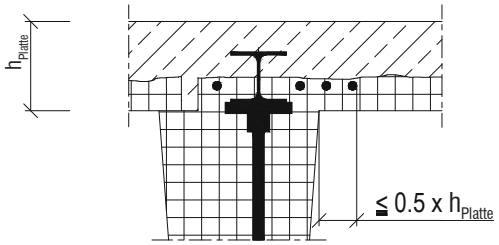
9 Falls erforderlich, können die horizontalen Betonstahlzulagen auch unsymmetrisch zur Stegachse angeordnet werden, wobei die folgenden Bedingungen einzuhalten sind:

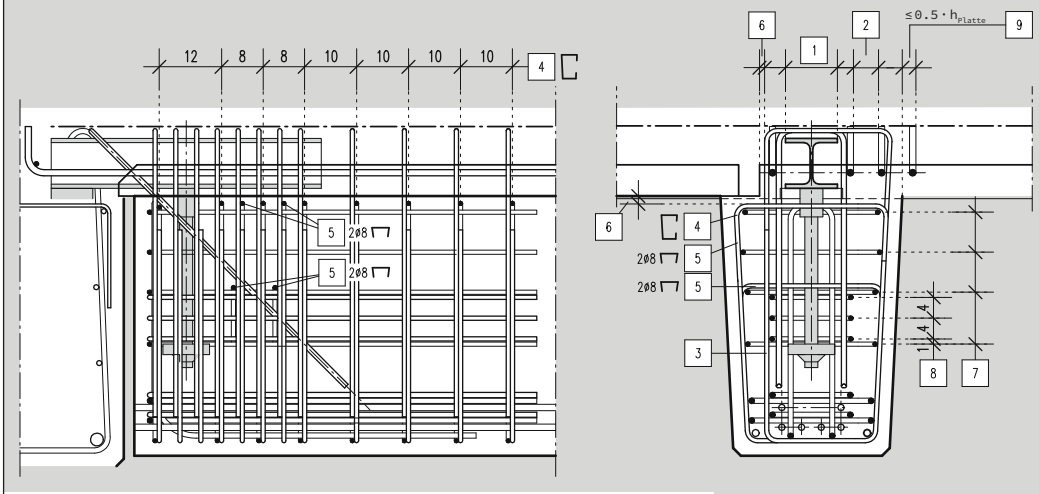
1.) Die Anzahl der horizontalen Betonstahlzulagen (Bewehrungszeichnung Pos. 5) beider Seiten unterscheidet sich maximal um 2 Stück, das heißt die folgenden (unsymmetrischen) Anordnungen sind möglich:



und:

2.) Der zulässige Maximalabstand von Außenkante Steg beträgt 0,5 × h_{Platte}





Einbau- und Montageanleitung

Stahlauflager PS-A

- Diese Einbau- und Montageanleitung zeigt die Vorgehensweise bei Einbau und Montage von Stahlauflagern.
- Sämtliche Bewehrungen, die zur Lastabtragung des Stahlauflagers in das Bauteil benötigt werden, sind durch den zuständigen Planer gemäß geltender Zulassung Z-15.6-287 festzulegen. Die im Folgenden dargestellten Bilder der Bewehrung zeigen nur exemplarisch die richtige Anzahl an Stäben/Bügeln. Details sind abhängig der spezifischen Einbausituation aus der Zulassung zu entnehmen.
- Die Bewehrung des Gesamtbauteils ist nach statischen Erfordernissen ebenfalls durch den Planer zu definieren und durch geschultes Personal fachgerecht einzubauen.

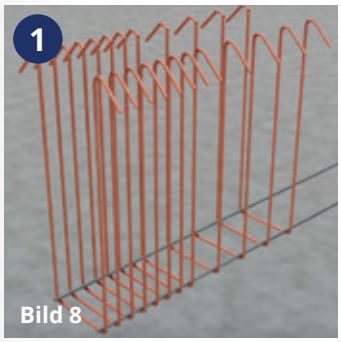


Zulassung Z-15.6-287
jetzt downloaden unter:
www.pfeifer.info/stahlauflager

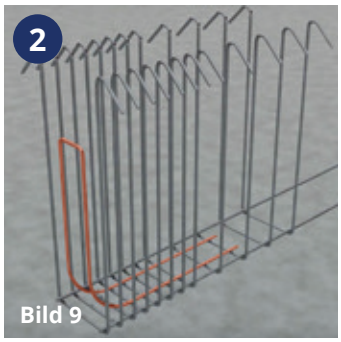
Einbau im Fertigteilwerk

Bewehrungskorb binden

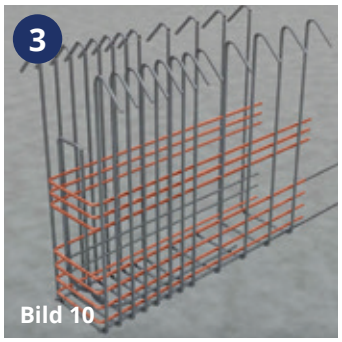
Aufhängebewehrung



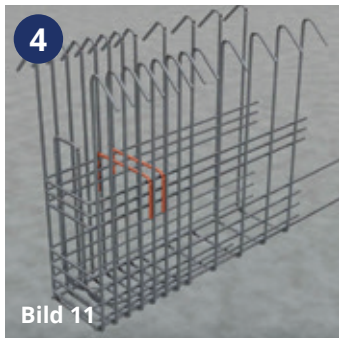
Aufgebogene Schlaufe

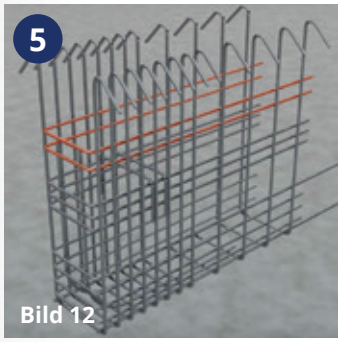


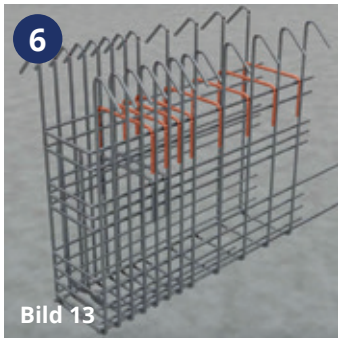
Vordere Steckbügel unten + mittig



Stecker unten



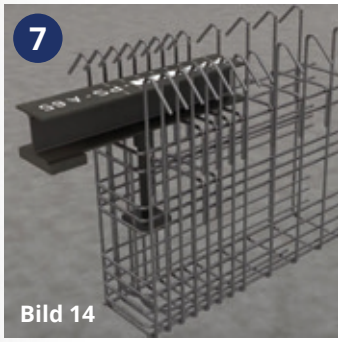




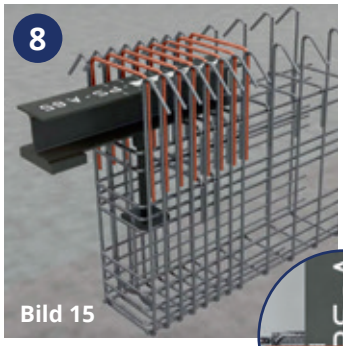
5: Vordere Steckbügel oben
6: Stecker oben

Stahlauflager und ergänzende Bewehrung in Schalung einbauen

Stahlauflager



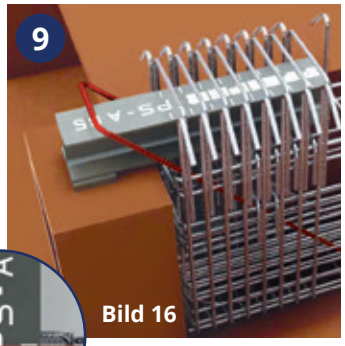
Obere Bügelkappen





Bügel auf Linie positionieren! Abstand zu Stahlauflager: min. 1 cm

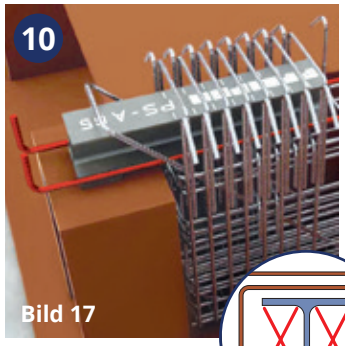
Schräger Steckbügel

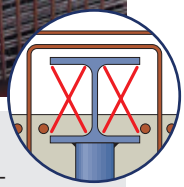


Abstand zu Stahlauflager: min. 1 cm

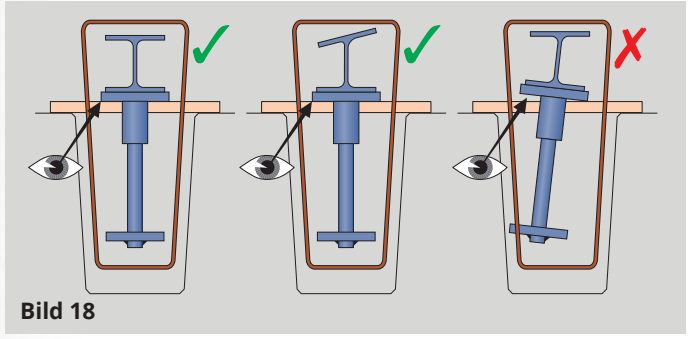
Winkel: 45°

Betonstahlzulagen





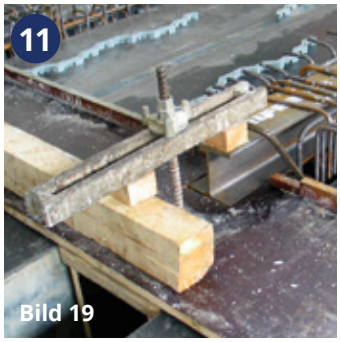
Nicht im Trägerquerschnitt platzieren!



7 Das PFEIFER-Stahlauflager (bei zweiteiliger Variante mit eingeschraubtem Verankerungsstab) kann in den zu fertigenden Bewehrungskorb mit Draht eingebunden
8 werden. Das Stahlauflager sollte jedoch nicht zu fest am Bewehrungskorb befestigt werden, um ein späteres Justieren zu ermöglichen.

9 Die im Bewehrungskorb noch beweglich angerödelten Stahlauflager werden nun in Längs- und Querrichtung waagerecht ausgerichtet (Bild 18). Aufgrund von üblichen Toleranzen der Flansche zueinander, ist das Stahlauflager bei Montage an die Schalung an der Auflagerplatte (unterer Flansch) auszurichten.

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026


Bild 19

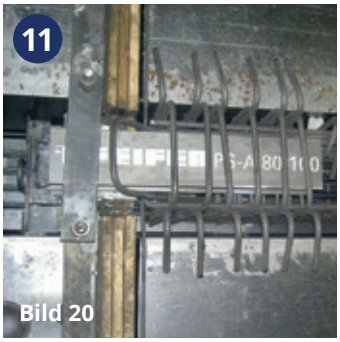
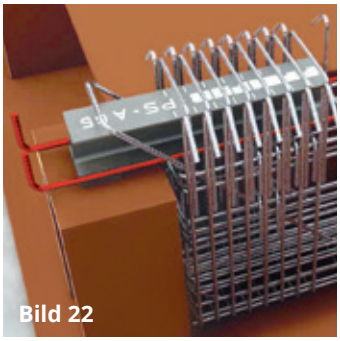

Bild 20


Bild 21

11 Die Fixierung des PFEIFER-Stahlauflagers auf der Schalung kann exemplarisch auf folgende Art und Weise erfolgen:

- Holzkonstruktion zum Spannen (Bild 19)
- Auflagerblech mit Metall-Spannvorrichtung (Bild 20)
- Schraubzwinge (Bild 21)


Bild 22

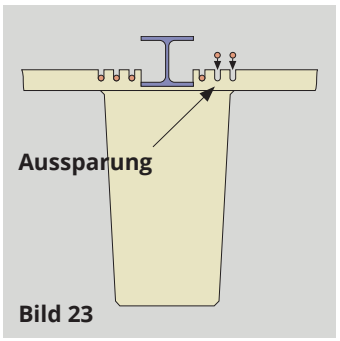
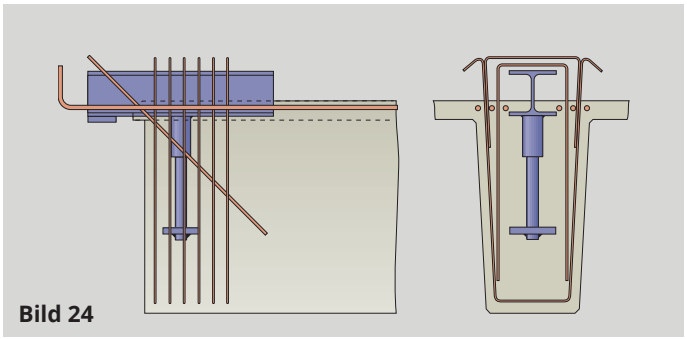


Bild 23

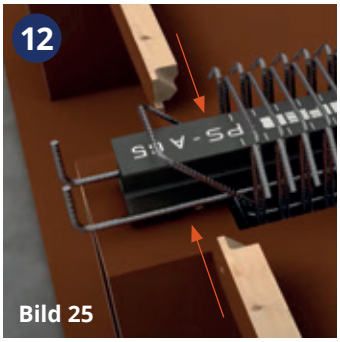
Um die horizontalen Betonstahlzulagen, die rechts und links des PFEIFER-Stahlauflagers liegen (Bild 22), richtig zu platzieren, werden in der Schalung entsprechende Aussparungen vorgesehen (Bild 23). Die Zwischenräume oberhalb der Aussparung können an den Stirnseiten mit Polystyrol (Styropor) verschlossen und abgedichtet werden.

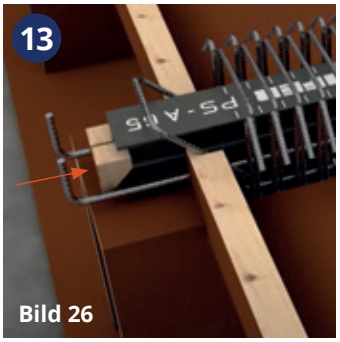

Bild 24

Nach dem Betonieren muss die horizontale Betonstahlzulage außerhalb des Fertigelementes und die vertikale Verbügelung oberhalb des Stahlträgers zur Gewährleistung des Verbundes mit dem späteren Ortbeton deutlich, ohne Betonreste dazwischen, freiliegen (Bild 24).

Stahlauflager und ergänzende Bewehrung in Schalung einbauen

Ergänzende Schalungselemente für die Stirnseiten des Elementes


Bild 25


Bild 26

Empfehlung:
Den Spiegel der Platte mit einer Fase ausbilden, um die empfindliche Betonkante zu schützen (Bild 27).

Platte mit Fase im ausgehärteten Zustand

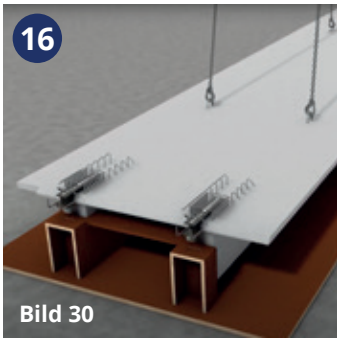

Bild 27


Bild 28

Oberflächenbewehrung der Platte einbringen


Bild 29

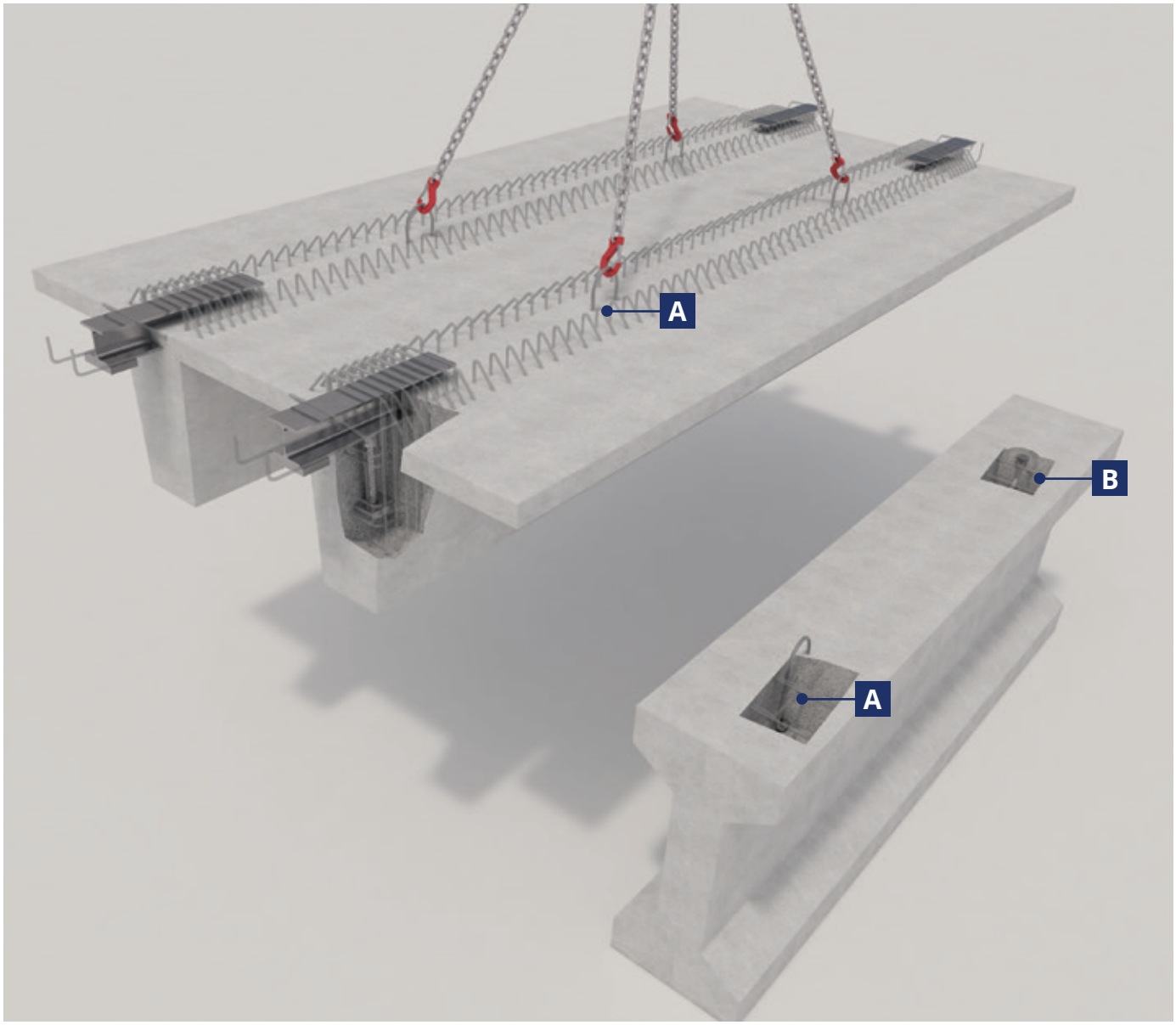
Beton einfüllen und anschließend Verdichten


Bild 30

Nach dem Aushärten des Betons Ausschalen

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

Lösungen zum Heben





Seilschlaufenankersystem

- Transportankersystem mit überstehenden Seilschlaufen
- Extrem hohe Tragfähigkeiten
- Direktes Anschlagen ohne Abheber möglich
- Ideal für hochbewehrte Bauteile



Kugelkopfankersystem

- Transportankersystem mit Anschlag über Kugelkopf und Schlitznut im Abheber
- Hohe Geschwindigkeit beim Anschlagen des Bauteils
- Ideal für hochbewehrte Bauteile

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

Montage auf der Baustelle

π-Platte/Trogplatte/Neben-unterzug direkt auf den Hauptunterzug auflagern

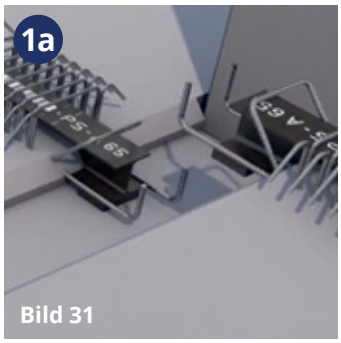


Bild 31



Bild 32

Einlegen der Längsbewehrung

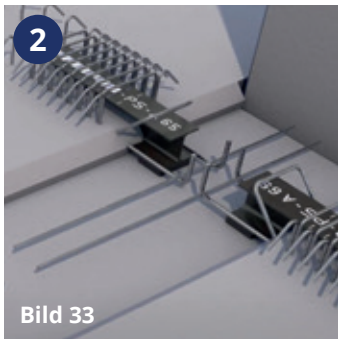


Bild 33

Aufbetonbewehrung einlegen min. Q188A

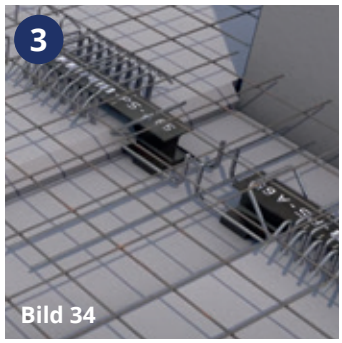


Bild 34

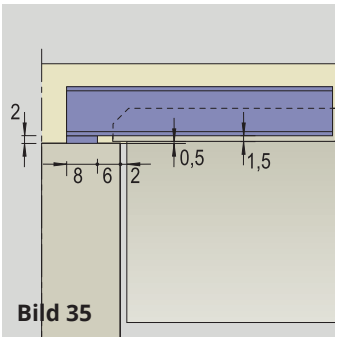


Bild 35

Beton einfüllen und verdichten

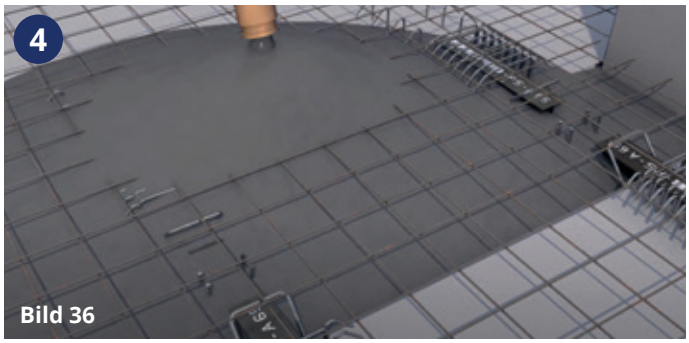


Bild 36

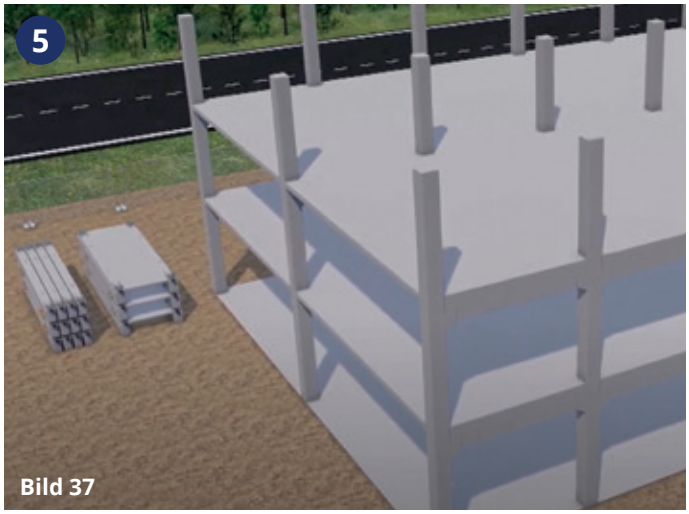


Bild 37

Aushärten – fertig!

1 Die Lastverteilungsplatte an der Unterseite des Stahlauflagers muss einen möglichst vollflächigen Kontakt zum Unterzug aufweisen. Die Bügel in den Unterzügen (falls vorhanden) müssen dort wo die Stahlauflager zu liegen kommen, entsprechend angeordnet sein um ein Auflegen der π-Platten mit den vorstehenden Stahlauflagern und den horizontalen Betonstahlzulagen zu ermöglichen.

Bei der Montage der vorgefertigten Elemente auf der Baustelle ist darauf zu achten, dass der Spalt zwischen dem Spiegel der π-Platte und dem Unterzug beispielsweise mit einem vorkomprimierten Band geschlossen ist, um ein Austreten des Zementleims beim Betonieren der Ortbetonschicht zu verhindern.
Bei Verwendung des Stahl auflagers ergeben sich die in Bild 35 gezeigten Maße und Abstände zwischen den Bauteilen.

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026

© 2004 Copyright PFEIFER, 87700 Memmingen/Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 08/2026



Verbinden Sie sich mit uns:

DEUTSCHLAND

PFEIFER Bautechnik GmbH

Woringer Straße 11

87700 Memmingen

Vertrieb:

+49 8331 937-290

bautechnik@pfeifer.de

Technischer Support:

+49 8331 937-345

support-bt@pfeifer.de

pfeifer.info/bautechnik

08.26 | 167573

PFEIFER, VS®, MoFi®, Hybridbeam® sind eingetragene Marken der PFEIFER Holding GmbH & Co. KG in der Europäischen Union.