

PHiTT Stahlaufleger



Bemessungsbeispiel

Unsere Produkte aus dem Bereich BAUTECHNIK

Dienstleistungen

- » Vor-Ort-Versuche -> Wir stellen sicher, dass Ihre Anforderungen in unserer Planung genau erfasst werden.
- » Prüfberichte -> Zu Ihrer Sicherheit und zur Dokumentation.
- » Schulungen -> Das Wissen Ihrer Mitarbeiter aus Planung und Produktion wird von unseren Experten vor Ort, online oder über Webinar erweitert.
- » Planungshilfen -> Aktuelle Bemessungssoftware, Planungsunterlagen, CAD-Daten uvm. jederzeit abrufbar unter www.philipp-group.com.

Hoher Anspruch an Produktsicherheit und Praxistauglichkeit

- » Enge Zusammenarbeit mit anerkannten Prüfinstituten und - sofern erforderlich - Zulassung unserer Lösungen.

Technische Fachabteilung

- » Unser Experten-Team unterstützt Sie jederzeit in Ihrer Planungsphase mit detaillierten Planungsvorschlägen.



INHALTSVERZEICHNIS

BEMESSUNGS SOFTWARE	4
1 VORBEMERKUNGEN	5
2 SYSTEM UND BAUTEILMASSE	5
2.1 Auszug Grundriss einer TT-Plattenkonstruktion	5
2.2 Querschnitt der betrachteten TT-Platte	6
3 BAUSTOFFE	6
4 BETONDECKUNG	6
4.1 Betondeckung Aufbeton	6
4.2 Betondeckung Fertigteil	7
5 AUSSPARUNGEN	7
6 STATISCHES SYSTEM	8
7 EINWIRKUNGEN	8
7.1 Ständige Einwirkungen	8
7.2 Veränderliche Einwirkungen	8
7.3 Auflagerlast im Montagezustand	8
7.4 Auflagerlast im Endzustand	9
8 BEMESSUNG IM MONTAGEZUSTAND	9
9 BEMESSUNG IM ENZZUSTAND	10
10 ERFORDERLICHE BEWEHRUNG	11
10.1 Auflagerbewehrung $A_{s,1}$	11
10.2 Auflagerbewehrung Schrägschlaufe $A_{s,2}$	13
10.3 Verankerungslänge Steckbügel $A_{s,6}$	15
10.4 Verankerungslänge Schlaufe $A_{s,7}$	16
10.5 Verankerung des unteren Feldbewehrung $A_{s,5}$	17
10.6 Bügel $A_{s,3}$ und $A_{s,4}$	19
10.7 Innere Bügel $A_{s,3,2}$	19
10.8 Bügelkappe $A_{s,3,k}$ und $A_{s,4,k}$	20
11 BEWEHRUNGSSKIZZE	21
12 WEITERE NACHWEISE (INFORMATIV)	22
12.1 Lastweiterleitung Unterzug	22
12.2 Statisches System Hauptunterzug	22
12.3 Nachweis der Ausmitte und Auflagerpressung des Hauptunterzuges bei einseitig montierter Platte ohne Aufbeton	22
12.4 Nachweis der Ausmitte und Auflagerpressung des Hauptunterzuges bei beidseitig montierter Platte und einseitigem Aufbeton	23
12.5 Nachweis der Ausmitte und Auflagerpressung des Hauptunterzuges im Endzustand bei einseitiger veränderlicher Einwirkung	25
12.6 Nachweis der Ausmitte und Auflagerpressung des Hauptunterzuges im Endzustand bei beidseitiger veränderlicher Einwirkung	26
13 ZULÄSSIGE BELASTUNG IM BAUSTELLENBETRIEB, INFORMATIV	28
13.1 Ohne genauen Nachweis	28
13.2 Mit genauen Nachweis	28
14 KONSTRUKTIVE HINWEISE	29

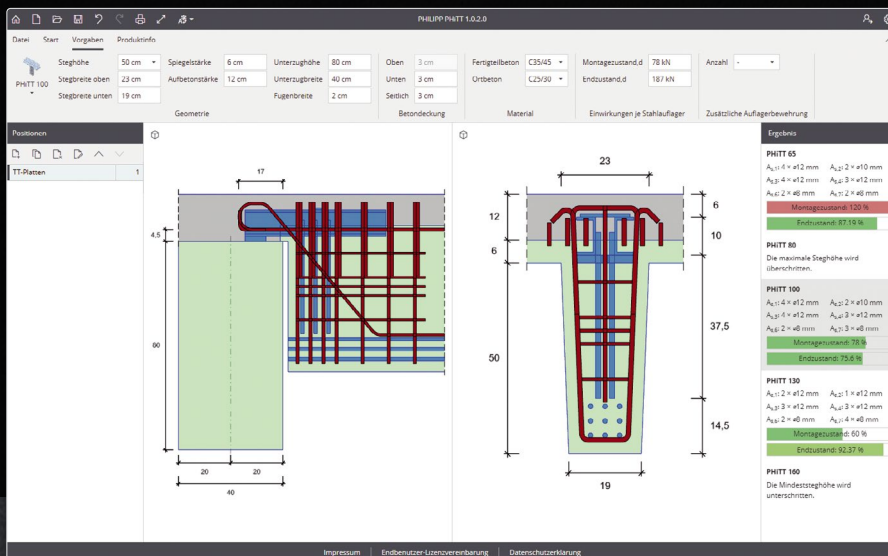


PHiTT

Digitale Bemessung für das Stahlauflager PHiTT

Mit der browserbasierten Bemessungssoftware für das Stahlauflager PHiTT planen Sie schnell, sicher und effizient. Die Anwendung steht Ihnen direkt im PHILIPP Lab zur Verfügung – ohne Installation, jederzeit einsatzbereit.

Dank der intuitiven Benutzeroberfläche sind nur wenige Eingaben erforderlich, um genaue Ergebnisse zu erhalten. Die Software führt eine Mehrfachbemessung durch und liefert Ihnen auf Knopfdruck alle relevanten Ausgaben – vom statischen Nachweis bis hin zur Bewehrungszeichnung und zum Biegeplan. So wird die Bemessung Ihres PHiTT Stahlaufagers einfacher denn je – digital, effizient und praxisnah.



⊕ Ihre Vorteile

- » **Webbasiert im PHILIPP Lab**
 - keine Installation erforderlich
- » **Benutzerfreundliche Bedienung**
 - schnell verständlich
 - einfach anzuwenden
- » **Effiziente Planung**
 - spart Zeit
 - reduziert Fehlerquellen
- » **Praxisgerechte Ergebnisse**
 - für Planung und Dokumentation

VON DER PLANUNG ZUM NACHWEIS



Eingaben

- » **Wenige Eingaben** – zügig zum Ergebnis



Berechnung

- » **Mehrfachbemessung** – ideal für Variantenvergleiche



Ausdruck

- » **Übersichtlicher Ausdruck** beinhaltet
 - › statischen Nachweis
 - › Bewehrungszeichnung
 - › Biegeplan der Bewehrung



CAD Bibliothek

Modelldaten (2-D/3-D) in verschiedenen Exportformaten zum Download für zahlreiche CAD-Systeme. Verfügbar über PARTcommunity (Cadenas) oder direkt auf unserer [Website](#).

Die PHiTT-Bemessungssoftware unterstützt Sie von der ersten Eingabe bis zur vollständigen Dokumentation – zuverlässig und effizient.

1 VORBEMERKUNGEN

Auf den nachfolgenden Seiten werden für das Stahlaulager PHiTT anhand einer Beispielrechnung die erforderlichen Nachweisschritte aufgezeigt und erläutert.

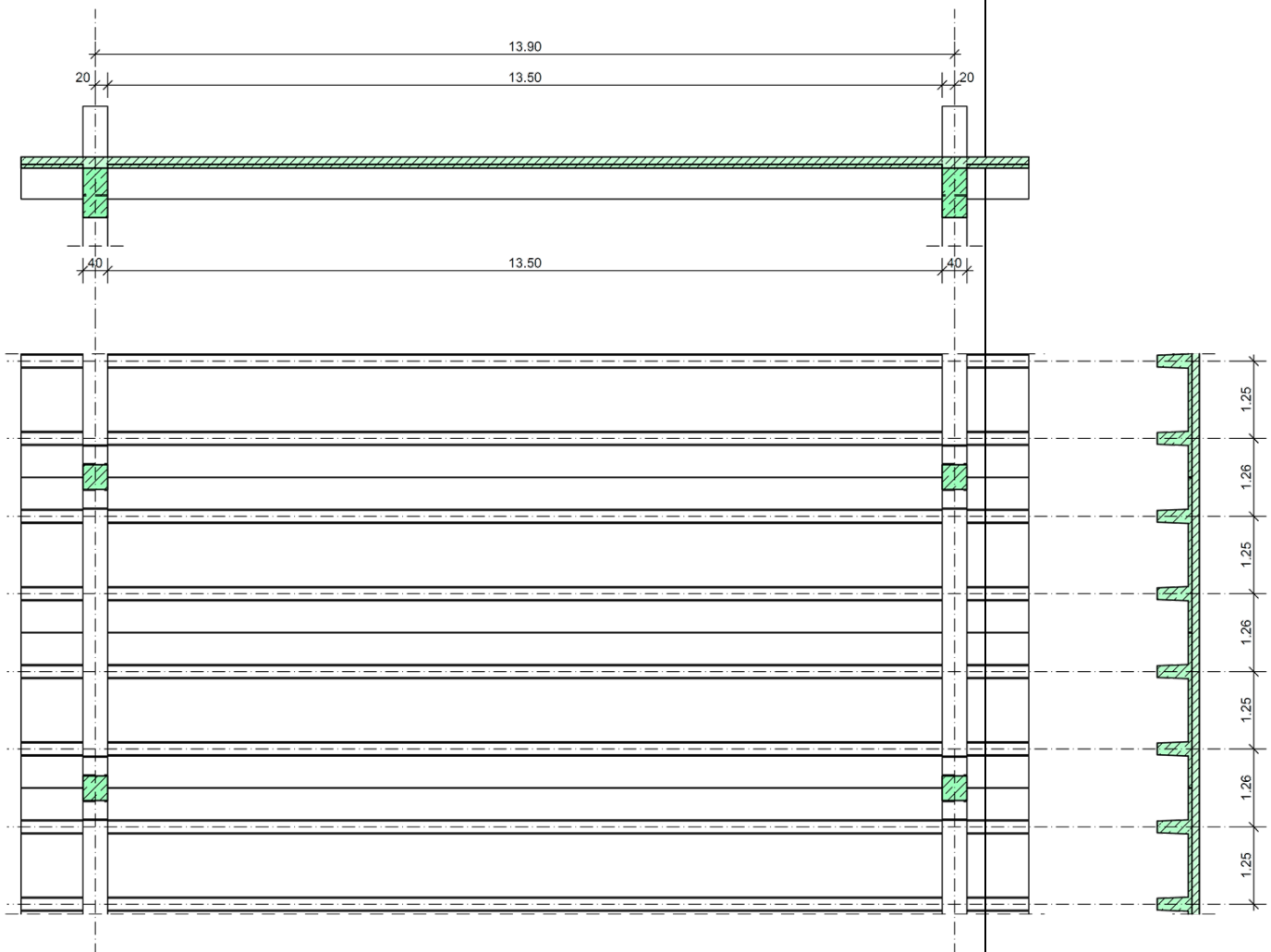
Für dieses Beispiel wird auf die Bemessungstabellen und Daten der aktuell gültigen Typenstatik S-M/250077 vom 19.12.25 Bezug genommen.

Ergänzend zu den typenstatistischen Nachweisen des Stahlaulager PHiTT werden noch Hinweise für die zusätzlich erforderlichen Nachweise (Kippen, Verdrehen usw.) der Neben- und Hauptunterzüge gegeben.

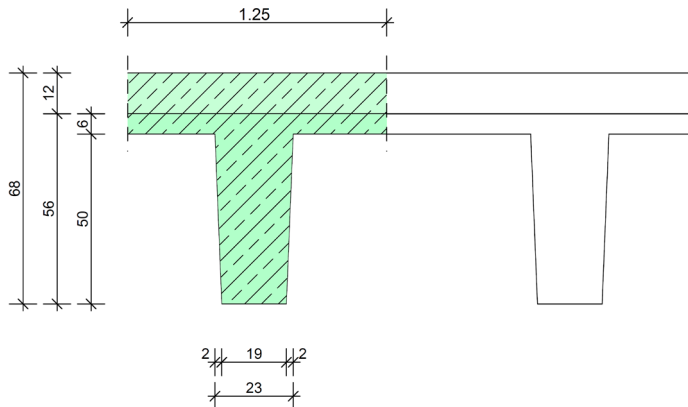
In der rechten Spalte werden zusätzliche Hinweise, Querverweise und Quellenangaben aufgeführt.

2 SYSTEM UND BAUTEILMASSE

2.1 Auszug Grundriss einer TT-Plattenkonstruktion



2.2 Querschnitt der betrachteten TT-Platte



Für die nachfolgende Bemessung wird ein einzelner TT-Plattensteg verwendet.

Eine mögliche Überhöhung bei vorgespannten Bauteilen kann bei der Aufbetondicke am Auflager und in der Eigenlast berücksichtigt werden. Zur Vereinfachung wird in diesem Beispiel keine Überhöhung der Bauteile angenommen.

3 BAUSTOFFE

Im Beispiel werden für die Bemessung die Mindestbetonfestigkeitsklassen aus der Typenstatik herangezogen:

Betonfestigkeitsklasse Ortbetonerfüllung: C25/30
 Betonfestigkeitsklasse Fertigteil: C35/45
 Betonstahl: B500 A+B

Zusätzlich werden folgende Annahmen getroffen:
 Innenliegendes Bauteil, nicht direkt bewittert

Oben:
 Expositionsklasse XC1 (z. B. Innenraum, Büro usw.)
 Betonkorrosion WO

Unten:
 Expositionsklasse XC3 (z. B. offene Halle, Nassbereich usw.)
 Betonkorrosion WF

4 BETONDECKUNG

4.1 Betondeckung Aufbeton

$$c_{min} = \max \left\{ \begin{array}{l} c_{min,b} \\ c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} + \Delta c_{dur,st} + \Delta c_{dur,add} \\ 10 \text{ mm} \end{array} \right.$$

$$c_{min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 12 \text{ mm} \\ 20 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{array} \right.$$

$$c_{min} = 10 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$c_v = c_{min} + \Delta c_{dev} = 10 \text{ mm} + 10 \text{ mm} = 20 \text{ mm}$$

Typenstatik Tab. 1+2

DIN EN 1992-1-1/NA Tab.4.1

DIN EN 1992-1-1/NA Tab.4.1

DIN EN 1992-1-1/NA. 4.4.1.2

Ø12 max. Stabdurchmesser

DIN EN 1992-1-1 Tab. 4.4DE

DIN EN 1992-1-1/NA. 4.4.1.3

4.2 Betondeckung Fertigteil

$$c_{min} = \max \begin{cases} 12 \text{ mm} \\ 20 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{cases}$$

$$c_{min} = 20 \text{ mm} \\ \Delta c_{dev} = 15 \text{ mm}$$

Da in der Typenstatik für die Betonfestigkeitsklasse des Betons mindestens C35/45 vorausgesetzt wird, darf die Mindestbetondeckung (C35/45 > C20/25) abgemindert werden:

$$c_{min,dur} = 5 \text{ mm}$$

Für den Fertigteilsteg darf das Vorhaltemaß um 5 mm reduziert werden

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

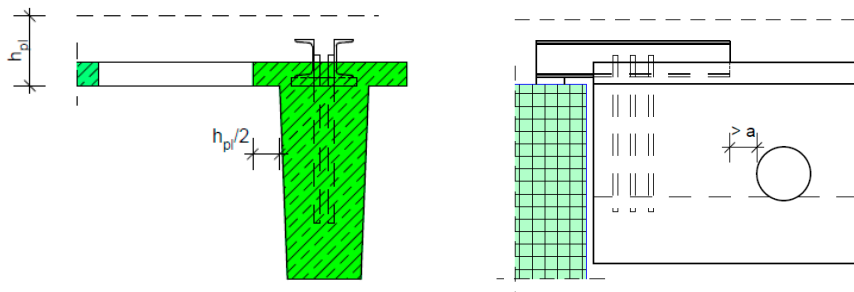
Anmerkung:

In den tabellierten Tragfähigkeiten wurde eine allseitige Betondeckung von $c_{nom} = 30 \text{ mm}$ berücksichtigt. Werden höhere Anforderungen an die Betondeckung des Bauteils gestellt, muss der Wert c_v entsprechend erhöht werden.

Bei $c_v > 30 \text{ mm}$ muss entweder die Bauteilhöhe vergrößert werden, damit die statische Nutzhöhe gleich bleibt, oder es ist mit einer verringerten Nutzhöhe und somit einer geringeren Deckenstärke zu rechnen!

5 AUSSPARUNGEN

Im Bereich des Auflagers befinden sich keine Aussparungen.



Aussparungen im Spiegel müssen mindestens einen Abstand von einer halben Plattendicke h_{pl} zum Steg des Trägers haben. Die Bewehrung der Platte ist entsprechend auszuwechseln.

Ohne genauen Nachweis können Aussparungen im Steg hinter dem Stahlaufleger mit einem Abstand von $a = h_{Steg} + h_{Platte}$ angeordnet werden. Dadurch befinden sich die Aussparungen außerhalb des Diskontinuitätsbereichs und beeinflussen die Bemessung nicht.

DIN EN 1992-1-1 Tab. 4.4DE

DIN EN 1992-1-1/NA. 4.4.1.3

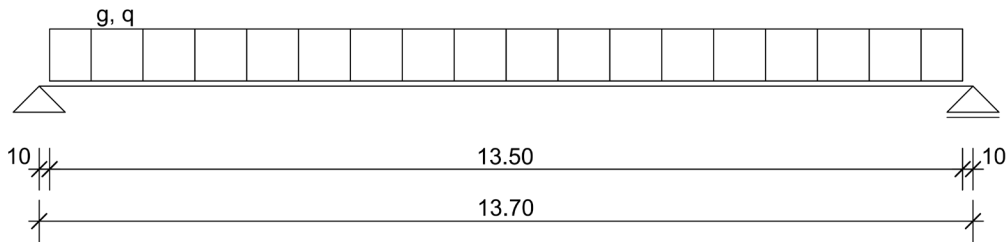
DIN EN 1992.1.1 Tab. 4.4DE

DIN EN 1992-1-1/NA.
Tabelle 4.3DE

DIN EN 1992-1-1/NA.
4.4.1.3(3)

Mindestabstand von
Aussparungen siehe
Typenstatik, Kapitel 4.1(7)

6 STATISCHES SYSTEM



7 EINWIRKUNGEN

7.1 Ständige Einwirkungen

Fertigteil:

$$g_{1,k} = \left(0,50 \text{ m} \cdot \frac{(0,23 \text{ m} + 0,19 \text{ m})}{2} + \frac{2,50 \text{ m}}{2} \cdot 0,06 \text{ m} \right) \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 4,50 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Aufbeton:

$$g_{2,k} = \frac{2,50 \text{ m}}{2} \cdot 0,12 \text{ m} \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 3,75 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Ausbaulast (z. B. Belag + Installation)

Annahme $g_{3,k} = 1,00 \text{ kN/m}^2$

$$g_{3,k} = \frac{2,50 \text{ m}}{2} \cdot 1,00 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 1,25 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

7.2 Veränderliche Einwirkungen

Nutzlast (z. B. Lagerräume E2.1)

$q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$

$$q_{1,k} = \frac{2,5 \text{ m}}{2} \cdot 5,00 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 6,25 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

7.3 Auflagerlast im Montagezustand

Je nach Anwendungsfall muss eine zusätzliche Last aus Montage berücksichtigt werden. Dabei kann es sich um eine Mannlast, eine zusätzliche Last aus dem Betoniervorgang oder weitere Lasten handeln.

In diesem Beispiel wird eine Mannlast zusätzlich am Auflager mit $Q_{M,k} = 1,00 \text{ kN}$ berücksichtigt.

Für den Nachweis der Auflagerkräfte im Montage- und Endzustand sind die Teilsicherheitsbeiwerte für den Grenzzustand der Tragfähigkeit

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,50$$

zu wählen. Eine Abminderung des Teilsicherheitsbeiwertes γ_G ist nicht zulässig!

Einwirkungen auf einen Steg der TT-Platte

DIN EN 1991-1/NA Tab.6.1DE

DIN EN 1990 Kap. 6

$$\text{Fertigteil } G_{1,d} = \gamma_G \cdot \frac{g_{1,k}}{2} \cdot l = 1,35 \cdot 4,50 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \frac{13,70 \text{ m}}{2} = 41,61 \text{ kN}$$

$$\text{Aufbeton } G_{2,d} = \gamma_G \cdot \frac{g_{2,k}}{2} \cdot l = 1,35 \cdot 3,75 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \frac{13,70 \text{ m}}{2} = 34,68 \text{ kN}$$

$$\text{Mannlast } Q_{M,d} = \gamma_Q \cdot Q_{M,k} = 1,50 \cdot 1,00 \text{ kN} = 1,5 \text{ kN}$$

Auflagerlast im Montagezustand

$$V_{Ed, \text{Montage}} = G_{1,d} + G_{2,d} + Q_{M,d}$$

$$V_{Ed, \text{Montage}} = 41,61 \text{ kN} + 34,68 \text{ kN} + 1,5 \text{ kN} = 77,79 \text{ kN}$$

7.4 Auflagerlast im Endzustand

$$\text{Fertigteil } G_{1,d} = 41,61 \text{ kN}$$

$$\text{Aufbeton } G_{2,d} = 34,68 \text{ kN}$$

$$\text{Ausbaulast } G_{3,d} = \gamma_G \cdot \frac{g_{3,k} \cdot l}{2} = 1,35 \cdot 1,25 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \frac{13,70 \text{ m}}{2} = 11,56 \text{ kN}$$

$$\text{Nutzlast } Q_d = \gamma_Q \cdot \frac{q_k}{2} \cdot l = 1,5 \cdot 6,25 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \frac{13,70 \text{ m}}{2} = 64,22 \text{ kN}$$

Auflagerlast im Endzustand

$$V_{Ed, \text{Gesamt}} = G_{1,d} + G_{2,d} + G_{3,d} + Q_d$$

$$V_{Ed, \text{Gesamt}} = 41,61 \text{ kN} + 34,68 \text{ kN} + 11,56 \text{ kN} + 64,22 \text{ kN} = 152,07 \text{ kN}$$

8 BEMESSUNG IM MONTAGEZUSTAND

Die zulässigen Widerstände der Stahlaufleger PHiTT können in der Typenstatik für den Montagezustand abgelesen werden:

Tabelle 7: Tragfähigkeit des PHILIPP Stahlaufleger PHiTT im Montagezustand

	PHiTT 65	PHiTT 80/100	PHiTT 130	PHiTT 160
$V_{Rd,1}$ [kN]	65	80/100	130	160

Gewählt: PHiTT 80/100

$$V_{Rd,1} = 80 \text{ kN}$$

Nachweis:

$$\frac{V_{Ed, \text{Montage}}}{V_{Rd,1}} = \frac{77,79 \text{ kN}}{80 \text{ kN}} = 0,97 \leq 1,0 \text{ in Ordnung}$$

Beachte:

Ein einzelner Nebenträger kann Torsion im Montagezustand erhalten! Zusätzliche Sicherungsmaßnahmen können erforderlich werden (siehe hierzu Nachweis, Kap. 14).

Typenstatik Tabelle 7

9 BEMESSUNG IM ENDZUSTAND

Für den Nachweis im Endzustand sind die zulässigen Widerstände der Stahlaufleger PHiTT aus den Bewehrungstabellen abzulesen.

Dazu sind folgende Eingangsdaten erforderlich:

Auflagerkraft $V_{Ed,gesamt} = 152,07\text{ kN}$

Betongüte Aufbeton C25/30

Plattenhöhe am Auflager $h_{pl} = 18\text{ cm}$

TABELLE 11: BEWEHRUNGSTABELLE PHITT 80 - STEGHÖHE: 30 CM																														Ortbetongergänzung C25/30	Halbfertigteil: C35/45			
Platte	1							2				3 3.1				4				5 3		6				7								
	Zugbewehrung aus Auflager							Schrägaufbiegung				Aufhängebewehrung (vorne)				Aufhängebewehrung (hinten)				Nachweis Verankerung indirektes Auflager		Querbewehrung Übergreifungsstoß mit PHITT				Sicherung bei Steghöhe ≥ 500 mm								
h_v	$V_{Ed,ges}$	ϕ_{s1}	n_{s1}	$A_{s1,verf}$	$A_{s1,verh}$	η_{s1}	ϕ_{s2}	n_{s2}	$A_{s2,verf}$	$A_{s2,verh}$	η_{s2}	ϕ_{s3}	n_{s3}	$A_{s3,verf}$	$A_{s3,verh}$	η_{s3}	ϕ_{s4}	n_{s4}	$A_{s4,verf}$	$A_{s4,verh}$	Kappe	η_{s4}	$A_{s,verf}$	$h_{min,verh}$	ϕ_{s6}	n_{s6}	$A_{s6,verf}$	$A_{s6,verh}$	η_{s6}	ϕ_{s7}	n_{s7}	$A_{s7,verf}$	$A_{s7,verh}$	η_{s7}
[mm]	[kN]	[mm]	[Stk.]	[cm²]	[cm²]	[%]	[mm]	[Stk.]	[cm²]	[cm²]	[%]	[mm]	[Stk.]	[cm²]	[cm²]	[%]	[mm]	[Stk.]	[cm²]	[cm²]	[x / -]	[%]	[cm²]	[cm]	[mm]	[Stk.]	[cm²]	[cm²]	[%]	[mm]	[Stk.]	[cm²]	[cm²]	[%]
7	180	148,40	12	2	2,26	2,26	100	12	1	1,13	1,13	100	12	4	7,24	9,05	73	12	2	4,10	4,52	-	91	6,90	16,20	8	2	1,54	2,01	77	-	-	-	-
8	177,58	177,58	12	4	2,64	4,52	58	10	2	1,22	1,57	78	12	4	7,68	9,05	80	12	3	4,48	6,79	-	66	7,29	16,20	8	2	1,54	2,01	77	-	-	-	-

$V_{Rd,ges} = 177,58\text{ kN}$

Nachweis:

$$\frac{V_{Ed,ges}}{V_{Rd,ges}} = \frac{152,07\text{ kN}}{177,58\text{ kN}} = 0,86 \leq 1,0 \text{ in Ordnung}$$

Typenstatik
Tabelle 11, Zeile 8, Spalte 3

$$l_{b,dir,erf} = \frac{2}{3} \cdot 0,7 \cdot 485 \text{ mm} \cdot \frac{2,54 \text{ cm}^2}{4,52 \text{ cm}^2 + 1,57 \text{ cm}^2} = 94 \text{ mm} \left\{ \begin{array}{l} \geq 6,7 \cdot 12 = 80 \text{ mm} \\ \geq 160 \text{ mm} \end{array} \right.$$

Gewählt $l_{b,dir,erf} = 160 \text{ mm}$

Bei beidseitigem Auflager auf dem Unterzug muss gelten

$$l_{b,dir,erf} \leq \frac{l_{unterzug}}{2} - 10 \text{ mm}$$

$$160 \text{ mm} \leq \frac{400 \text{ mm}}{2} - 10 \text{ mm} = 190 \text{ mm}$$

Damit wird eine Kollision der Auflagerbewehrung auf dem Unterzug untereinander ausgeschlossen. Bei Kollision kann die Bewehrung $A_{s,1}$ erhöht werden, um kürzere Auflagerlängen zu erreichen. Die Auflagerlänge darf $l_{b,dir,erf} = 160 \text{ mm}$ nicht unterschreiten.

10.1.2 Verankerung im Fertigteil

mäßiger Verbund, B500B, C35/35

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

$$\alpha_1 = 1,0$$

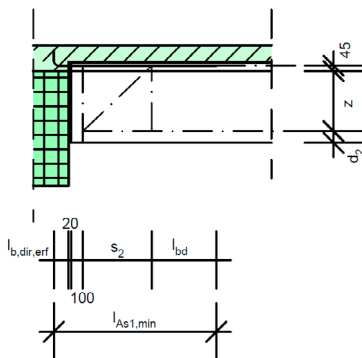
$$f_{bd} = 2,36 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$l_{b,rqd} = \frac{\sigma}{4} \cdot \frac{f_{sd}}{f_{bd}} = \frac{12 \text{ mm}}{4} \cdot \frac{434,78 \frac{N}{\text{mm}^2}}{2,36 \frac{N}{\text{mm}^2}} = 553 \text{ mm}$$

Verankerung

$$l_{bd,As1} = 1,0 \cdot 553 \text{ mm} \cdot \frac{2,54 \text{ cm}^2}{4,52 \text{ cm}^2 + 1,57 \text{ cm}^2} = 231 \text{ mm} \geq 10 \cdot 12 = 120 \text{ mm}$$

Die erforderliche Mindestlänge von A_{s1} ergibt sich zu:



$$l_{As1,min} = l_{b,dir,erf} + 20 \text{ mm} + 100 \text{ mm} + s_2 + l_{bd}$$

Vereinfacht wird hier der Winkel θ zu 45° gewählt. Damit ergibt sich der Abstand s_2 zu:

$$s_2 = h_{FT} - 45 \text{ mm} - d_2$$

h_{FT} Höhe Fertigteilsteg inkl. Platte

d_2 Schwerachse der unteren Stegbewehrung

Annahme $d_2 = 80 \text{ mm}$

$$s_2 = 560 \text{ mm} - 45 \text{ mm} - 80 \text{ mm} = 435 \text{ mm}$$

$$l_{As1,min} = 160 \text{ mm} + 20 \text{ mm} + 100 \text{ mm} + 435 \text{ mm} + 231 \text{ mm} = 946 \text{ mm}$$

Gewählt $l_{As1} = 950 \text{ mm}$

DIN EN 1992-1-1 8.4.4 und Element (8.6)

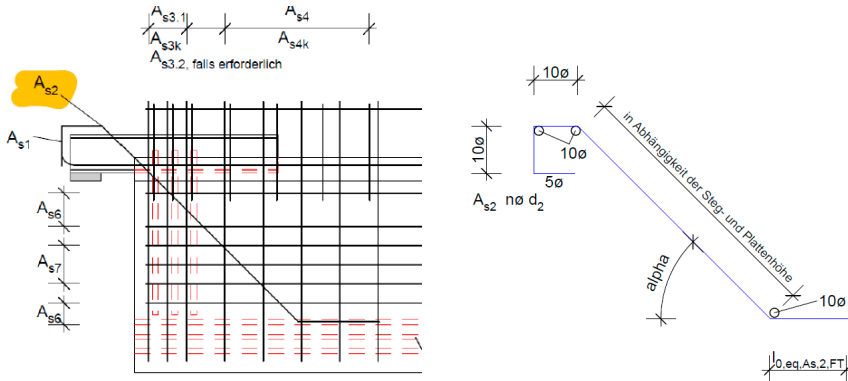
Gerades Stabende
mäßiger Verbund

45 mm = Schwerachse A_{s1}
nach Typenstatik

10.2 Auflagerbewehrung Schrägsschleife $A_{s,2}$

10.2.1 Verankerung A_{s2} im Ortbeton

Die Verankerung der Schrägsschleife im Ortbetonbereich erfolgt ab dem Auflager. Aufgrund der Deckenhöhe und Stablage kann von guten Verbundbedingungen ausgegangen werden.



Für die Verankerung im Ortbeton ergibt sich die Verankerungslänge $l_{b,As2,vorh}$ aus den einzelnen Abschnitten der Biegeform über dem Auflager.

Analog zu A_{s1} darf bei der Berechnung von A_{s2} der erforderliche Bewehrungsgehalt durch ingenieurmäßige lineare Interpolation der Tabellenwerte ermittelt werden.

		Orbetonergänzung C25/30										Halbfertig: C35/45																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Platte	1					2					3 3.1					4					5 3.3					6					7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	Zugbewehrung aus Auflager					Schrägaufbiegung					Aufhängewehrung (vorne)					Aufhängewehrung (hinten)					Nachweis Verankerung indirektes Auflager					Querbewehrung Übergreifungsstoß mit PHITT					Sicherung bei Steghöhe > 500 mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
h_t	$V_{Rd,serf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$	$A_{s,erf}$

$V_{Rd,1} = 177,58 \text{ kN}$ mit $A_{s2,erf} = 1,57 \text{ cm}^2$

$V_{Rd,2} = 148,40 \text{ kN}$ mit $A_{s2,erf} = 1,13 \text{ cm}^2$

$$A_{s,erf} = 1,13 \text{ cm}^2 + \frac{152,07 \text{ kN} - 148,40 \text{ kN}}{177,58 \text{ kN} - 148,40 \text{ kN}} \cdot (1,57 \text{ cm}^2 - 1,13 \text{ cm}^2) = 1,19 \text{ cm}^2$$

$$f_{bd} = 2,69 \text{ N/mm}^2$$

$$\alpha_1 = 1,0$$

Gewählt: 2x Schrägaufbiegungen $\phi 10$

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi_{As2}}{4} \cdot \frac{f_{sd}}{f_{bd}} = \frac{10 \text{ mm}}{4} \cdot \frac{434,38 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{2,69 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 404 \text{ mm}$$

$$l_{bd,As2,erf} = 0,7 \cdot l_{b,rqd} \cdot \frac{A_{s,erf}}{A_{s,vorh}} \geq \begin{cases} 0,3 \cdot \alpha_1 \cdot l_{b,rqd} \\ 10 \cdot \phi_{As2} \end{cases}$$

$$l_{bd,As2,erf} = 0,7 \cdot 404 \text{ mm} \cdot \frac{1,19 \text{ cm}^2}{2,0785 \text{ cm}^2} = 214 \text{ mm} \geq \begin{cases} 0,3 \cdot 0,7 \cdot 404 \text{ mm} = 85 \text{ mm} \\ 10 \cdot 10 \text{ mm} = 100 \text{ mm} \end{cases}$$

Die Länge von $l_{bd,As2,vorh}$ errechnet sich zu:

$$\Sigma L_{1,Abwicklung} = L_{1,1} + L_{1,2} + L_{1,3} = 80 \text{ mm} + 78 \text{ mm} + 31 \text{ mm} = 189 \text{ mm}$$

$$\Sigma L_{2,Schräge} = L_{2,1} + L_{2,2} = 44 \text{ mm} + 102 \text{ mm} = 146 \text{ mm}$$

Tabelle 11, Zeile 8 Spalte 12
Tabelle 11, Zeile 7 Spalte 12

DIN EN 1992-1-1 Abs. 8.9.1(4)

Die Verankerungslänge ergibt sich nun zu

$$l_{b,As2,vorh} = \frac{\Sigma L_{1,i}}{0,7} + \frac{\Sigma L_{2,i}}{\frac{2}{3} \cdot 0,7} = \frac{189mm}{0,7} + \frac{146mm}{\frac{2}{3} \cdot 0,7} = 583 \text{ mm}$$

$$l_{b,As2,vorh} = 883 \text{ mm} \geq l_{b,As2,erf} = 214 \text{ mm}$$

Die Verankerungslänge am Auflager ist ausreichend.

Zusätzlich muss für die gewählte Schrägaufbiegung nachfolgende Bedingung eingehalten sein

$$12 \cdot \phi_{As,1} \leq h_{pl} - c_{nom} - 5 \text{ mm}$$

$$12 \cdot 10 = 120 \text{ mm} \leq 180 \text{ mm} - 30 \text{ mm} - 20 \text{ mm} = 130 \text{ mm}$$

Damit wird sichergestellt, dass die Schrägaufbiegung in der Ortbetonergänzung eingebaut werden kann.

10.2.2 Übergreifung A_{s2} im Halbfertigteilträger

Auf der sicheren Seite liegend wird hier von mäßigen Verbundbedingungen im Fertigteilträger ausgegangen. Für die Übergreifung muss nur der horizontale Anteil berücksichtigt werden. Dazu kann vereinfacht angenommen werden:

$$A_{s2,H} = A_{s2} \cdot \cos \alpha = 1,19 \text{ cm}^2 \cdot \cos 50^\circ = 0,76 \text{ cm}^2$$

$$f_{bd} = 2,36 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\alpha_6 = 1,2$$

$$l_{brqd,FT} = \frac{\phi_{As2}}{4} \cdot \frac{f_{sd}}{f_{bd}} = \frac{10 \text{ mm}}{4} \cdot \frac{434,38 \frac{N}{\text{mm}^2}}{2,36 \frac{N}{\text{mm}^2}} = 460 \text{ mm}$$

$$l_{0,As2,FT} = \alpha_6 \cdot l_{brqd,FT} \cdot \frac{A_{s2,H}}{A_{s2,vorh}} \begin{cases} \geq 0,3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{brqd,FT} \\ \geq 15 \cdot \phi_{As2} \\ \geq 200 \text{ mm} \end{cases}$$

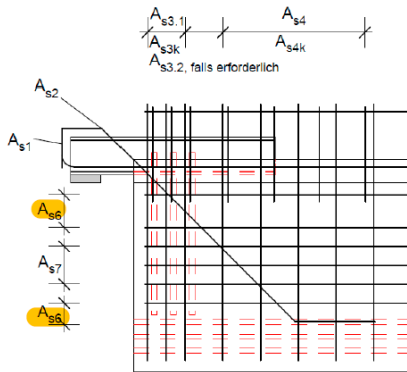
$$l_{0,As2,FT} = 1,2 \cdot 460 \text{ mm} \cdot \frac{0,76 \text{ cm}^2}{2 \cdot 0,785 \text{ cm}^2} = 267 \text{ mm} \begin{cases} \geq 0,3 \cdot 1,2 \cdot 552 = 199 \text{ mm} \\ \geq 15 \cdot 12 = 180 \text{ mm} \\ \geq 200 \text{ mm} \end{cases}$$

Gewählt: $l_{0,As2} = 300 \text{ mm}$

Lage oberhalb der Trägerlängsbewehrung auf der sicheren Seite

Mäßiger Verbund

10.3 Verankerungslänge Steckbügel $A_{s,6}$



$$\max(l_{A_{s,6}}; l_{A_{s,7}})$$

$$A_{s6K} \text{ } n \varnothing d_6$$

$$A_{s7K} \text{ } n \varnothing d_7$$

mäßiger Verbund, Schlaufe, B500B, C35/45

Platte	1					2					3 31					4					5 (3)					6					7				
	Zugbewehrung aus Auflager					Schrägaufbiegung					Aufhängbewehrung (vorne)					Aufhängbewehrung (hinten)					Nachweis Verankerung indirektes Auflager					Überbewehrung Übergreifungsstoß mit PHITT					Sicherung bei Steghöhe > 500 mm				
h_c	$V_{s,max}$	σ_{s1}	σ_{s2}	$A_{s,erf}$	$A_{s,vorh}$	σ_{s1}	σ_{s2}	$A_{s,erf}$	$A_{s,vorh}$	σ_{s1}	σ_{s2}	$A_{s,erf}$	$A_{s,vorh}$	σ_{s1}	σ_{s2}	$A_{s,erf}$	$A_{s,vorh}$	σ_{s1}	σ_{s2}	$A_{s,erf}$	$A_{s,vorh}$	σ_{s1}	σ_{s2}	$A_{s,erf}$	$A_{s,vorh}$	σ_{s1}	σ_{s2}	$A_{s,erf}$	$A_{s,vorh}$	σ_{s1}	σ_{s2}	$A_{s,erf}$	$A_{s,vorh}$		
7	180	148,40	12	2	2,26	2,26	100	12	1	113	113	100	12	4	7,24	9,05	73	12	2	410	4,52	-	91	6,90	16,20	8	2	1,54	2,01	77	-	-	-	-	
8	180	177,58	12	4	2,64	4,52	58	10	2	1,22	1,57	78	12	4	7,68	9,05	80	12	3	4,48	6,79	-	66	7,29	16,20	8	2	1,54	2,01	77	-	-	-	-	

$$A_{s6,erf} = 1,54 \text{ cm}^2$$

$$A_{s6,vorh} = 2,01 \text{ cm}^2$$

Gewählt: 2 Schlaufen B500B $\varnothing 8$

$$f_{bd} = 2,36 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\alpha_1 = 0,7$$

$$l_{b,rqd} = \frac{\sigma}{4} \cdot \frac{f_{sd}}{f_{bd}} = \frac{8 \text{ mm}}{4} \cdot \frac{434,78 \frac{N}{\text{mm}^2}}{2,36 \frac{N}{\text{mm}^2}} = 368 \text{ mm}$$

$$l_{b6,erf} = \alpha_1 \cdot l_{b,rqd} \cdot \frac{A_{s,erf}}{A_{s,vorh}} \left\{ \begin{array}{l} \geq 0,3 \cdot \alpha_1 \cdot l_{b,rqd} \\ \geq 10 \cdot A_{s6} \end{array} \right.$$

$$l_{b,erf} = 0,7 \cdot 368 \text{ mm} \cdot \frac{1,54 \text{ cm}^2}{2,01 \text{ cm}^2} = 197 \text{ mm} \left\{ \begin{array}{l} \geq 0,3 \cdot 0,7 \cdot 368 = 77 \text{ mm} \\ \geq 10 \cdot 10 = 100 \text{ mm} \end{array} \right.$$

$$l_{b,As6,min} \geq 100 \text{ mm} + l_{b,erf} = 100 \text{ mm} + 197 \text{ mm} = 297 \text{ mm}$$

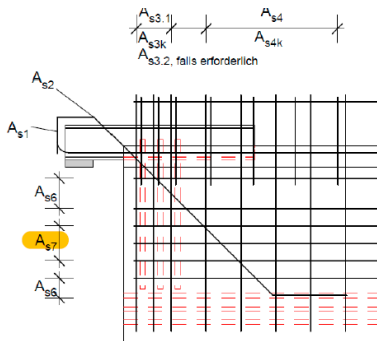
Gewählt $l_{b,As6} = 400 \text{ mm}$

Bei Steghöhen $\geq 500 \text{ mm}$ ist zusätzlich die Bewehrung A_{s7} einzulegen. Dann ist die Bewehrung A_{s6} jeweils zur Hälfte ober- und unterhalb von A_{s7} anzuordnen.

Tabelle 11, Zeile 8, Spalte 30
Tabelle 11, Zeile 8, Spalte 31

mäßiger Verbund
gebogener Stab

10.4 Verankerungslänge Schlaufe $A_{s,7}$



$$\max(l_{A_{s,6}}; l_{A_{s,7}})$$

$A_{s6K} \text{ } \varnothing d_6$
 $A_{s7K} \text{ } \varnothing d_7$

mäßiger Verbund, Schlaufe, B500B, C35/45

Bei Steghöhen $h_s \geq 500 \text{ mm}$ muss zusätzlich die Bewehrung A_{s7} in Stegmitte angeordnet werden. Für das PHiTT 80 muss bei Steghöhen $h_s \geq 500 \text{ mm}$ $A_{s7, \text{err}}$, auf der sicheren Seite liegend, von PHiTT 100 übernommen werden. Da die erforderliche Bewehrung nur vom Montagelastfall abhängig ist, sind die erforderlichen Bewehrungspositionen für alle Deckenstärken und Laststufen $V_{\text{Ed, Endzustand}}$ gleich. Damit ergibt sich:

TABELLE 18: BEWEHRUNGSTABELLE PHiTT 100 - STEGHÖHE: 50 CM

Platte	h_s (mm)	$M_{Ed,max}$ (kNm)	1 Zugbewehrung aus Auflager					2 Schrägaufbiegung					3 3.1 Aufhängebewehrung (vorne)					4 Aufhängebewehrung (hinten)					5 (3) Nachweis Verankerung indirektes Auflager		6 Querbewehrung Übergreifungsstoß mit PHITT					7 Sicherung bei Steghöhe ≥ 500 mm					
			(1)															(4) (2)																	
			σ_{s1} (mm)	σ_{s2} (Stk.)	$A_{s1,erf}$ (cm ²)	$A_{s1,vorh}$ (cm ²)	σ_{s1} (%)	σ_{s2} (mm)	σ_{s2} (Stk.)	$A_{s2,erf}$ (cm ²)	$A_{s2,vorh}$ (cm ²)	σ_{s2} (%)	σ_{s3} (mm)	σ_{s3} (Stk.)	$A_{s3,erf}$ (cm ²)	$A_{s3,vorh}$ (cm ²)	σ_{s3} (%)	σ_{s4} (mm)	σ_{s4} (Stk.)	$A_{s4,erf}$ (cm ²)	$A_{s4,vorh}$ (cm ²)	Kappe (x / -)	σ_{s4} (%)	$A_{s5,erf}$ (cm ²)	$A_{s5,vorh}$ (cm)	σ_{s6} (mm)	σ_{s6} (Stk.)	$A_{s6,erf}$ (cm ²)	$A_{s6,vorh}$ (cm ²)	σ_{s6} (%)	σ_{s7} (mm)	σ_{s7} (Stk.)	$A_{s7,erf}$ (cm ²)	$A_{s7,vorh}$ (cm ²)	σ_{s7} (%)
10		181,17	12	2	2,22	2,26	98	12	1	1,13	1,13	100	12	3	5,90	6,79	87	12	2	4,52	4,52	-	100	4,18	11,20	8	2	1,54	2,01	77	8	3	2,12	3,02	70
11	180	247,34	12	4	4,46	4,52	99	10	2	1,57	1,57	100	12	4	9,05	9,05	100	12	3	6,76	6,79	-	100	6,42	16,20	8	2	1,54	2,01	77	8	3	2,12	3,02	70
12		297,75	12	6	5,37	6,79	79	10	2	1,48	1,57	94	12	4	8,01	9,05	89	12	4	7,67	9,05	-	85	7,33	16,20	8	2	1,54	2,01	77	8	3	2,12	3,02	70

$$A_{s7, \text{err}} = 2,12 \text{ cm}^2$$

$$A_{s7, \text{err}} = 3,02 \text{ cm}^2$$

Gewählt: 3 Schlaufen B500B $\varnothing 8$

$$f_{bd} = 2,36 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\alpha_1 = 0,7$$

$$l_{b7, rqd} = \frac{\sigma}{4} \cdot \frac{f_{sd}}{f_{bd}} = \frac{8 \text{ mm}}{4} \cdot \frac{434,78 \frac{N}{\text{mm}^2}}{2,36 \frac{N}{\text{mm}^2}} = 368 \text{ mm}$$

$$l_{b7, erf} = \alpha_1 \cdot l_{b7, rqd} \cdot \frac{A_{s, erf}}{A_{s, vorh}} \left\{ \begin{array}{l} \geq 0,3 \cdot \alpha_1 \cdot l_{b7, rqd} \\ \geq 10 \cdot A_{s6} \end{array} \right.$$

$$l_{b7, erf} = 0,7 \cdot 368 \text{ mm} \cdot \frac{2,12 \text{ cm}^2}{3,02 \text{ cm}^2} = 181 \text{ mm} \left\{ \begin{array}{l} \geq 0,3 \cdot 0,7 \cdot 368 = 77 \text{ mm} \\ \geq 10 \cdot 8 = 80 \text{ mm} \end{array} \right.$$

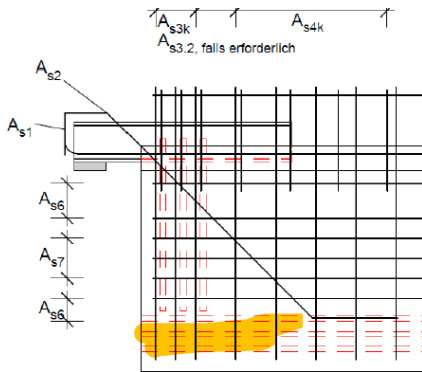
$$l_{b, As7, min} \geq 140 \text{ mm} + \varnothing_{As7} + l_{b, erf} = 140 \text{ mm} + 8 \text{ mm} + 181 \text{ mm} = 329 \text{ mm}$$

Gewählt $l_{b, As7} = 400 \text{ mm}$

Tabelle 17, Zeile 10, Spalte 35
Tabelle 17, Zeile 10, Spalte 36

mäßiger Verbund
gebogener Stab

10.5 Verankerung der unteren Feldbewehrung A_{s5}



Die untere Feldbewehrung ist mittels Steckbügel zu verankern. Für den Nachweis kann die vorhandenen Stegbewehrung angesetzt werden, wenn die vorhandene Verankerungslänge mindestens $10 \times d_s$ beträgt.

Auf der sicheren Seite wird die erforderliche Verankerungsbewehrung mit der vollen Auflagerkraft $V_{Ed,gesamt}$ interpoliert.

		Ortbetonergänzung C25/30										Halbfertigteil: C35/45																			
Platte	Zugbewehrung aus Auflager	1				2				3 3.1				4				5 3.1				6				7					
		Schrägaufbiegung				Aufhängebewehrung (vorne)				Aufhängebewehrung (hinten)				Nachweis Verankerung indirektes Auflager				Querbewehrung Übergreifungsstoß mit PHITT				Sicherung bei Steghöhe > 500 mm									
h _b	V _{Ed,ges}	A _{s1,erf}	A _{s1,erf}	A _{s1,erf}	A _{s1,erf}	A _{s2,erf}	A _{s2,erf}	A _{s2,erf}	A _{s2,erf}	A _{s3,erf}	A _{s3,erf}	A _{s3,erf}	A _{s3,erf}	A _{s4,erf}	A _{s4,erf}	A _{s4,erf}	A _{s4,erf}	A _{s5,erf}	A _{s5,erf}	A _{s5,erf}	A _{s5,erf}	A _{s6,erf}	A _{s6,erf}	A _{s6,erf}	A _{s6,erf}	A _{s7,erf}	A _{s7,erf}	A _{s7,erf}	A _{s7,erf}		
7	180	148,40	12	2	2,26	2,26	100	100	100	12	1	1,13	1,13	100	12	4	7,24	9,05	73	12	2	4,10	4,52	9	6,90	10,20	8	2	1,54	2,01	77
8	180	177,58	12	4	2,64	4,52	58	100	100	10	2	1,22	1,57	78	12	4	7,68	9,05	80	12	3	4,48	6,79	6	7,29	10,20	8	2	1,54	2,01	77

$$V_{Rd,1} = 148,80 \text{ kN mit } A_{s2,erf} = 6,90 \text{ cm}^2$$

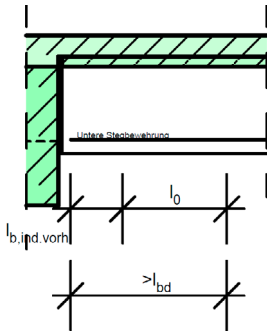
$$V_{Rd,2} = 177,58 \text{ kN mit } A_{s2,erf} = 7,29 \text{ cm}^2$$

$$A_{s5,erf} = 6,90 \text{ cm}^2 + \frac{152,07 \text{ kN} - 148,40 \text{ kN}}{177,58 \text{ kN} - 148,40 \text{ kN}} \cdot (7,29 \text{ cm}^2 - 6,90 \text{ cm}^2) = 6,95 \text{ cm}^2$$

Tabelle 11, Zeile 11, Spalte 25
Tabelle 11, Zeile 10, Spalte 25

10.5.1 Verankerungslänge Steckbügel A_{s5}

Die erforderliche Schenkellänge ergibt sich Bild zu $l_{ges,5} = l_{b,ind,vorh} + l_0 \geq l_{bd}$



Verankerungslänge $l_{b,ind,erf}$

indirekte Lagerung, Steckbügel, guter Verbund, C35/45

Annahme örtliche Bewehrung: 2 x 3Ø16

$$l_{b\emptyset 16,rqd} = \frac{\sigma}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}}$$

$$f_{bd} = 3,37 \frac{N}{mm^2}$$

$$l_{b\emptyset 16,rqd} = \frac{16 \text{ mm}}{4} \cdot \frac{434,78 \frac{N}{mm^2}}{3,37 \frac{N}{mm^2}} = 516 \text{ mm}$$

$$\Delta A_{s5,erf} = A_{s5,erf} - 2 \cdot n_{Längsbewehrung} \cdot \frac{l_{b,ind,vorh}}{l_{b\emptyset 16,rqd}} \cdot A_{\emptyset,Längsbewehrung}$$

$$\Delta A_{s5,erf} = 6,95 \text{ cm}^2 - 2 \cdot 3 \cdot \frac{162 \text{ mm}}{516 \text{ mm}} \cdot 2,01 \text{ cm}^2 = 3,16 \text{ cm}^2$$

Gewählt: 3 Steckbügel Ø12

$$A_{s5,vorh} = 3 \cdot 2 \cdot 1,13 \text{ cm}^2 = 6,78 \text{ cm}^2 \geq \Delta A_{s5,erf} = 3,16 \text{ cm}^2$$

$$l_{b5,ind,erf} = \alpha_1 \cdot \frac{\sigma}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}} \cdot \frac{\Delta A_{s5,erf}}{A_{s5,vorh}} \left\{ \begin{array}{l} \geq l_{b,ind,vorh} \\ \geq 10 \cdot d_s \end{array} \right.$$

$$\alpha_1 = 0,7$$

$$f_{bd} = 3,37 \frac{N}{mm^2}$$

$$l_{b5,rqd} = \frac{\sigma}{4} \cdot \frac{f_{sd}}{f_{bd}} = \frac{12 \text{ mm}}{4} \cdot \frac{434,78 \frac{N}{mm^2}}{3,37 \frac{N}{mm^2}} = 387 \text{ mm}$$

$$l_{b5,ind,erf} = 0,7 \cdot 387 \text{ mm} \cdot \frac{3,16 \text{ cm}^2}{6,78 \text{ cm}^2} = 126 \text{ mm} \left\{ \begin{array}{l} l_{b,ind,erf} \leq 162 \text{ mm} \\ > 10 \cdot d_s = 120 \text{ mm} \end{array} \right.$$

$$l_{05} = \alpha_1 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b5,rqd} \left\{ \begin{array}{l} \geq 0,3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \\ \geq 15 \cdot \emptyset \\ \geq 200 \text{ mm} \end{array} \right.$$

$$l_{05} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,4 \cdot 387 \text{ mm} \cdot \frac{6,95 \text{ cm}^2}{11,3 \text{ cm}^2} = 333 \text{ mm} \left\{ \begin{array}{l} \geq 0,3 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 387 = 163 \text{ mm} \\ \geq 15 \cdot 10 = 150 \text{ mm} \\ \geq 200 \text{ mm} \end{array} \right.$$

Schenkellänge l_0 der Steckbügel

$$l_{ges5} = l_{b5,ind,erf} + l_{05} = 126 \text{ mm} + 333 \text{ mm} = 459 \text{ mm}$$

Gewählt: $l_{b,A55} = 600 \text{ mm}$

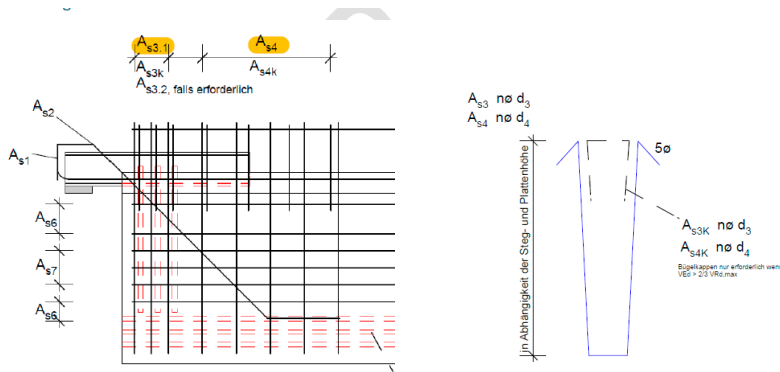
Stegbewehrung unten

guter Verbund

Steckbügel
guter Verbund

Tabelle 11, Zeile 11, Spalte 27

10.6 Bügel A_{s3} und A_{s4}



Die Bewehrungen A_{s3} und A_{s4} können als offene Bügel ausgeführt werden, wenn

$$V_{Ed,gesamt} \leq \frac{2}{3} \cdot V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot \frac{1}{\cot\theta + \tan\theta}$$

$$b_w = \frac{b_o + b_u}{2} = \frac{230 \text{ mm} + 190 \text{ mm}}{2} = 210 \text{ mm} \quad (\text{Ansatz gemittelte Stegbreite})$$

$$z \sim h - c_{nom} - \phi_{As3} - d_2 = 680 \text{ mm} - 30 \text{ mm} - 12 \text{ mm} - 80 \text{ mm} = 558 \text{ mm}$$

$$v_1 = 0,75$$

$$f_{cd} = 0,85 \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,85 \cdot \frac{25}{1,5} = 14,16 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\cot\theta = 3 \quad (\text{auf sicherer Seite liegend})$$

$$V_{Rd,max} = 210 \text{ mm} \cdot 558 \text{ mm} \cdot 0,75 \cdot 14,16 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot \frac{1}{3 + \frac{1}{3}} \cdot 10^{-3} = 373,51 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,gesamt} = 152,54 \text{ kN} \leq \frac{2}{3} \cdot V_{Rd,max} = \frac{2}{3} \cdot 373,33 \text{ kN} = 249,01 \text{ kN}$$

Die Bügel können offenbleiben und müssen mit der oberen Bewehrungslage geschlossen werden.

PHILIPP empfiehlt jedoch grundsätzlich, die Bügel Position A_{s3} konstruktiv mit Kappen zu schließen. Die Bügel A_{s4} dürfen auch mit Quereisen geschlossen werden.

10.7 Innere Bügel $A_{s3.2}$

Die Tabellenwerte wurden für die Mindeststegbreiten erstellt und kommen ohne die inneren Bügel $A_{s3.2}$ aus. Bei davon abweichenden Stegbreiten, z. B. bei Unterzügen oder TT-Platten mit breiteren Stegen, kann ein innerer Bügel erforderlich werden!

DIN EN 1992-1-1 8.5(NA.4)

DIN EN 1992-1-1 6.2.3

Typenstatik

DAfStb Heft 600
zu Abs. 6.2.3(2)

Auf sicherer Seite wird die
Festigkeit des Ortbetons
verwendet.

10.8 Bügelkappe $A_{s3,k}$ und $A_{s4,k}$

Sollte $V_{Ed,gesamt} > \frac{2}{3} \cdot V_{Rd,max}$ sein, müssen die Bügel mit einer Kappe geschlossen werden.
Nachfolgend wird der erforderliche Übergreifungsstoß vollständig im Fertigteilbereich ausgebildet:

Guter Verbund, B500B, C35/45

$$\alpha_6 = 1,4$$

$$f_{bd} = 3,37 \frac{N}{mm^2}$$

TABELLE 11: BEWEHRUNGSTABELLE PHITT 80 - STEGHÖHE: 30 CM																																	
Ortbetonergänzung C25/30 Halbfertigteil: C35/45																																	
Platte	1										2				3 3.1				4				5 3		6				7				
	Zugbewehrung aus Auflager										Schrägaufbiegung				Aufhängebewehrung (vorne)				Aufhängebewehrung (hinten)				Nachweis Verankerung indirektes Auflager		Querbewehrung Übergreifungsstoß mit PHITT				Sicherung bei Steghöhe > 500 mm				
h_f	$V_{Ed,ano}$	ϕ_{As1}	ρ_{As1}	$A_{s1,anf}$	$A_{s1,enh}$	ρ_{As2}	ϕ_{As2}	$A_{s2,anf}$	$A_{s2,enh}$	ρ_{As3}	ϕ_{As3}	$A_{s3,anf}$	$A_{s3,enh}$	ρ_{As4}	ϕ_{As4}	$A_{s4,anf}$	$A_{s4,enh}$	ρ_{Kappe}	ρ_{Kappe}	$A_{s,anf}$	$h_{Veranker}$	ϕ_{As6}	ρ_{As6}	$A_{s6,anf}$	$A_{s6,enh}$	ρ_{As7}	ϕ_{As7}	$A_{s7,anf}$	$A_{s7,enh}$	ρ_{As7}			
(mm)	(kN)	(mm)	(Stk.)	(cm²)	(cm²)	(mm)	(mm)	(Stk.)	(cm²)	(cm²)	(%)	(mm)	(Stk.)	(mm)	(Stk.)	(cm²)	(cm²)	(Stk./l.)	(%)	(cm²)	(cm)	(mm)	(Stk.)	(cm²)	(cm²)	(mm)	(Stk.)	(cm²)	(cm²)	(%)			
180	148,40	12	2	2,26	2,26	100	12	1	1,13	1,13	100	12	4	7,24	9,05	73	12	2	4,10	4,52	-	91	6,90	16,20	8	2	1,54	2,01	77	-	-	-	-
180	177,58	12	4	2,64	4,52	58	10	2	1,22	1,57	78	12	4	7,68	9,05	80	12	3	4,48	6,79	-	66	7,29	16,20	8	2	1,54	2,01	77	-	-	-	-

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi_{As3}}{4} \cdot \frac{f_{sd}}{f_{bd}} = \frac{12 \text{ mm}}{4} \cdot \frac{434,38 \frac{N}{mm^2}}{3,37 \frac{N}{mm^2}} = 386 \text{ mm}$$

$$n_{As,3} = 0,73 + \frac{152,07 \text{ kN} - 148,40 \text{ kN}}{177,58 \text{ kN} - 148,40 \text{ kN}} \cdot (0,80 - 0,73) = 0,74$$

$$l_{0,As3} = \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \cdot n_{As,3} = 1,4 \cdot 386 \text{ mm} \cdot 0,74 = 399 \text{ mm}$$

Damit ergibt sich die Schenkellänge der Kappen zu

$$l_{K,As3} = l_{0,As3} + h_p - c_{nom} = 399 \text{ mm} + 180 \text{ mm} - 30 \text{ mm} = 550 \text{ mm}$$

Gewählt: $l_{K,As3} = 550 \text{ mm}$

Analog ist für die Bügelkappe $A_{s4,k}$ der Nachweis zu führen.

Weitere Bügelformen nach DIN EN 1992-1-1 Bild 8.5DE, wie z. B. geschlossene Bügel, sind ebenfalls möglich. Die Anwendung bzw. der Einbau des Stahlaufagers muss gewährleistet bleiben.

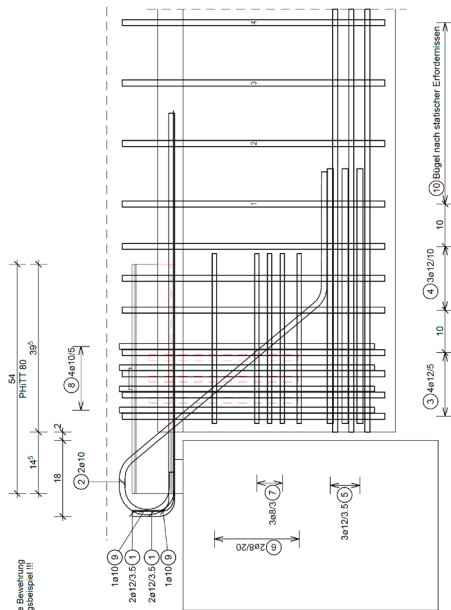
DIN EN 1992-1-1 8.5(NA.4)

Tabelle 11, Zeile 8, Spalte 19
Tabelle 11, Zeile 7, Spalte 19

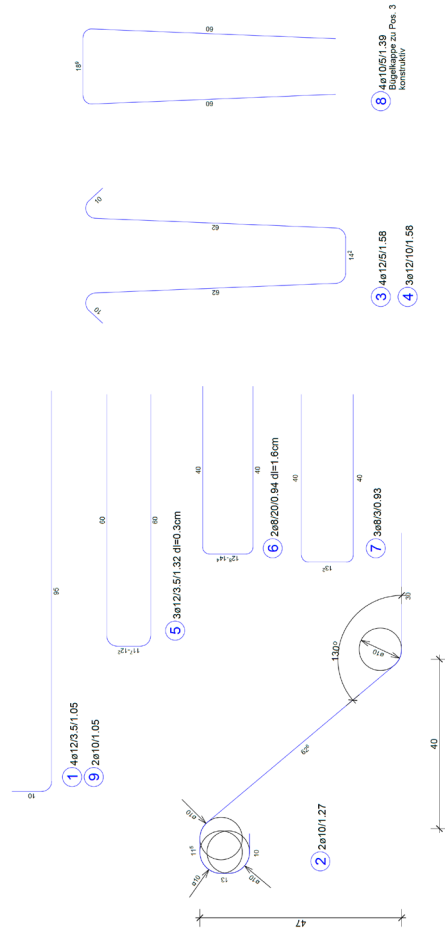
11 BEWEHRUNGSSKIZZE

Bewehrungsskizze

Dargestellt ist nur die Bewehrung aus dem Bemessungsbereich III



Eisenauszug für ein Stahlaufleger



Für das Verlegen der Bewehrung sind Maßnahmen zu Qualitätskontrolle nach DIN EN 1992-1-1/NA.4.4.1.3(3) vereinbart.
Bei den gezeigten Biegeln handelt es sich um Biegeverschlüsse. Die Biegeverschlüsse sind so zu wählen, dass sie sich in der Lage befinden, die Biegeverschlüsse zu übernehmen. Die Einbaubarkeit des Stahlauflegers muss gewährleistet bleiben.

Expositionsklassen	XC1/XC2 Ortbeton
Expositionsklassen	XC3/WF Fertigteil
Aufbeton	C25/30
Fertigteil	C35/45
Betonstahl	B500 B
Profilstahl	S355
Betondeckung	20 mm
Aufbeton	25 mm
Fertigteil	25 mm

PHILIPPGRUPPE
info@philipp-gruppe.de
Lilienthalstraße 7-9 63741 Aichelschlag
+49 0021 740 27-0
Zertifikate, Angebots, Berechnungen und Zeichnungen sind unser geistiges Eigentum. Die Weitergabe oder die Nutzung der Zeichnungen oder der Berechnungen an Dritte ist ohne schriftliche Genehmigung der Philipp Gruppe. Bei Änderungen der Zeichnungen sind die Änderungen zu dokumentieren.

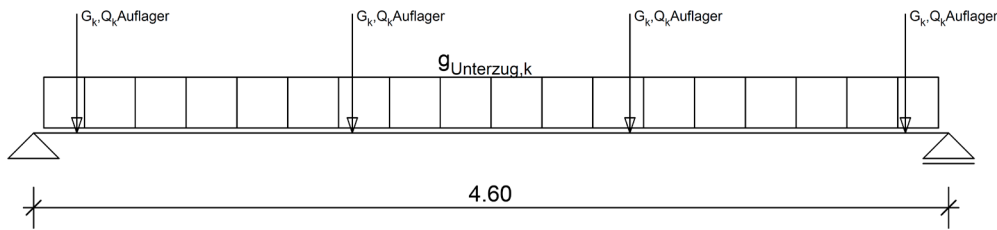
12 WEITERE NACHWEISE (INFORMATIV)

Nachfolgend werden noch weitere informative Hinweise und erforderliche Nachweise für die Auflagerung der Stahlaufleger auf den Hauptunterzügen gegeben.

Diese Bemessungen sind erforderlich, aber nicht Bestandteil der Typenstatik bzw. der Bemessungssoftware und somit durch den Tragwerksplaner durchzuführen.

12.1 Lastweiterleitung Unterzug

12.2 Statisches System Hauptunterzug



Für die Auflagerung des Hauptunterzuges auf den Stützenkonsolen werden folgende Annahmen getroffen:

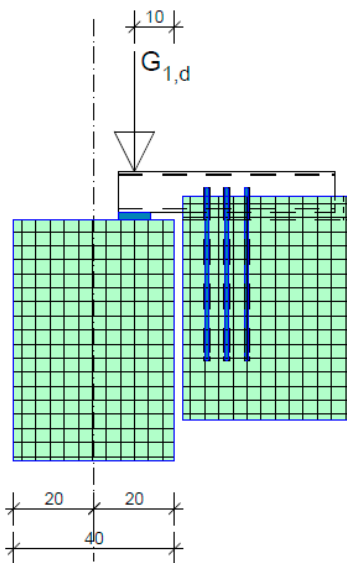
Unterzugsbreite = 400 mm

Elastomerlager $b \times d \times t = 300 \times 150 \times 10$ mm

Zulässige Pressung $\sigma_{Rd,Lager} = 15 \frac{N}{mm^2}$

12.3 Nachweis der Ausmitte und Auflagerpressung des Hauptunterzuges bei einseitig montierter Platte ohne Aufbeton

12.3.1 Angriffspunkt der Montagelast $V_{Ed,1}$



Anmerkung:
Lastangriff bei 10,5 cm,
auf der sicheren Seite gewählt
zu 10 cm

Beachte:

In diesem Beispiel wird eine TT-Plattendecke nachgewiesen. Bei Anwendung des Stahlauflegers PHiT in Unterzügen sind diese im Montagezustand im Auflagerbereich gegen Verdrehen und Kippen zu sichern.

12.3.2 Einwirkungen

$$G_{1,k} = \frac{G_{1,d}}{\gamma_{G,sup}} = \frac{41,61 \text{ kN}}{1,35} = 30,82 \text{ kN}$$

$$g_{HU,k} = 0,40 \text{ m} \cdot 0,80 \text{ m} \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 8,00 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

12.3.3 Charakteristische Auflagerreaktionen

$$A_{Pi,k} = B_{Pi,k} = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 30,82 \text{ kN} = 61,64 \text{ kN}$$

$$A_{HU,k} = B_{HU,k} = \frac{1}{2} \cdot 8,00 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 4,60 \text{ m} = 18,40 \text{ kN}$$

12.3.4 Ausmitte am Auflager

$$M_{A,d} = \left(\frac{b}{2} - 0,10 \text{ m}\right) \cdot A_{Pi,k} \cdot \gamma_{sup} = \left(\frac{0,40 \text{ m}}{2} - 0,10 \text{ m}\right) \cdot 61,64 \text{ kN} \cdot 1,05 = 6,47 \text{ kNm}$$

$$A_{A,d} = A_{Pi,k} \cdot \gamma_{sup} + A_{HU,k} \cdot \gamma_{inf} = 61,64 \text{ kN} \cdot 1,05 + 18,40 \text{ kN} \cdot 0,95 = 82,20 \text{ kN}$$

$$e = \frac{M_{A,d}}{A_{A,d}} = \frac{6,47 \text{ kNm}}{82,20 \text{ kN}} \cdot 100 = 7,87 \text{ cm} < \frac{30 \text{ cm}}{3} = 10 \text{ cm}$$

12.3.5 Maximale Auflagerpressung

$$M_P = \left(\frac{b}{2} - 0,10 \text{ m}\right) \cdot A_{Pi,k} = \left(\frac{0,4}{2} - 0,10 \text{ m}\right) \cdot 61,64 \text{ kN} = 6,16 \text{ kNm}$$

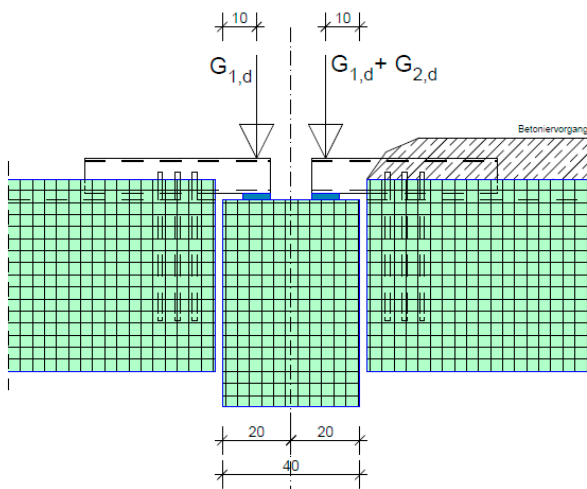
$$A_P = A_{Pi,k} + A_{HU,k} = 61,64 \text{ kN} + 18,40 \text{ kN} = 80,04 \text{ kN}$$

$$e = \frac{M_P}{A_P} = \frac{6,16 \text{ kNm}}{80,04 \text{ kN}} \cdot 100 = 7,70 \text{ cm} \begin{cases} \geq \frac{30,0 \text{ cm}}{6} = 5,0 \text{ cm} \\ < \frac{30,0 \text{ cm}}{3} = 10,0 \text{ cm} \end{cases}$$

$$c = \frac{30,0 \text{ cm}}{2} - 7,70 \text{ cm} = 7,30 \text{ cm}$$

$$\sigma_{d,Lager} = \frac{2 \cdot A_P}{3 \cdot b \cdot c} = \frac{2 \cdot 80,04 \text{ kN}}{3 \cdot 15 \text{ cm} \cdot 7,3 \text{ cm}} \cdot 10 = 4,87 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \sigma_{Rd,Lager} = 15 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

12.4 Nachweis der Ausmitte und Auflagerpressung des Hauptunterzuges bei beidseitig montierter Platte und einseitigem Aufbeton



Siehe Kap. 8.3

Anteil Hauptunterzug

DIN EN 1990
Teilsicherheitsbeiwerte

DIN 4141 Teil 3 Lager im
Bauwesen

Lagerpressung unter Unterzug

12.4.1 Einwirkungen

$$G_{1k} = 30,82 \text{ kN}$$

$$G_{2k} = \frac{G_{2d}}{\gamma_G} = \frac{34,68 \text{ kN}}{1,35} = 25,68 \text{ kN}$$

$$g_{HU,k} = 0,40 \text{ m} \cdot 0,80 \text{ m} \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 8,00 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Siehe Kap. 8.4
Siehe Kap. 8.4
Anteil Unterzug

12.4.2 Charakteristische Auflagerreaktionen

$$A_{1,k} = B_{1,k} = \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 30,82 \text{ kN} = 123,28 \text{ kN}$$

$$A_{2,k} = B_{2,k} = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 25,68 \text{ kN} = 51,36 \text{ kN}$$

$$A_{HU,k} = 18,40 \text{ kN}$$

12.4.3 Maximale Ausmitte am Auflager

$$M_{A,d} = \left(\frac{b}{2} - 0,10 \text{ m} \right) \cdot (A_{2,k} \cdot \gamma_{sup} + (A_{1,k} + A_{HU,k}) \cdot (\gamma_{sup} - \gamma_{inf}))$$

$$M_{A,d} = \left(\frac{0,40 \text{ m}}{2} - 0,10 \text{ m} \right) \cdot (51,36 \text{ kN} \cdot 1,05 + (123,28 \text{ kN} + 18,40 \text{ kN}) \cdot (1,05 - 0,95))$$

$$M_{A,d} = 6,81 \text{ kNm}$$

$$A_{A,d} = A_{1,k} \cdot (\gamma_{sup} + \gamma_{inf}) + A_{2,k} \cdot \gamma_{sup} + A_{HU,k} \cdot \gamma_{inf}$$

$$A_{A,d} = 123,28 \text{ kN} \cdot (1,05 + 0,95) + 51,36 \text{ kN} \cdot 1,05 + 18,40 \text{ kN} \cdot 0,95 = 317,97 \text{ kN}$$

$$e = \frac{M_{A,d}}{A_{A,d}} = \frac{6,81 \text{ kNm}}{317,97 \text{ kN}} \cdot 100 = 2,14 \text{ cm} \leq \frac{30 \text{ cm}}{6} = 5 \text{ cm}$$

12.4.4 Maximale Auflagerpressung

$$M_P = \left(\frac{b}{2} - 0,10 \text{ m} \right) \cdot A_{2,k} = \left(\frac{0,40 \text{ m}}{2} - 0,10 \text{ m} \right) \cdot 51,36 \text{ kN} = 5,14 \text{ kNm}$$

$$A_P = A_{1,k} + A_{2,k} + A_{HU,k} = 123,28 \text{ kN} + 51,36 \text{ kN} + 18,40 \text{ kN} = 193,04 \text{ kN}$$

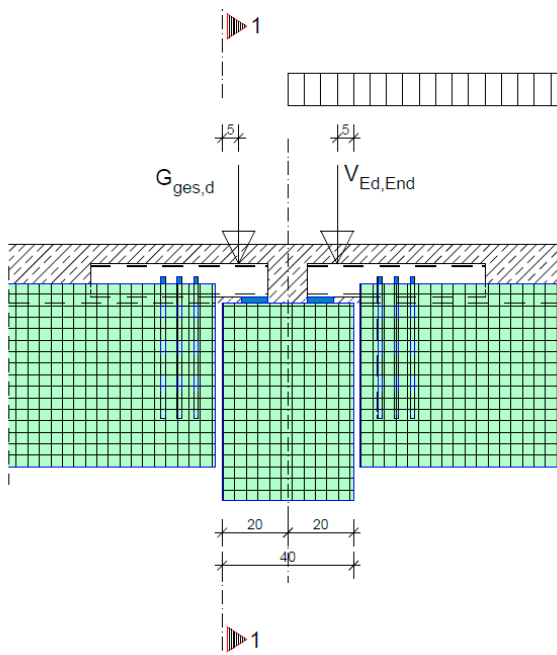
$$e = \frac{M_P}{A_P} = \frac{5,14 \text{ kNm}}{193,04 \text{ kN}} \cdot 100 = 2,66 \text{ cm} \leq \frac{30 \text{ cm}}{6} = 5 \text{ cm}$$

$$\sigma_{d,Lager} = \frac{A_P}{b \cdot d} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{d} \right)$$

$$\sigma_{d,Lager} = \frac{193,04 \text{ kN}}{15,0 \text{ cm} \cdot 30,0 \text{ cm}} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 2,66 \text{ cm}}{30 \text{ cm}} \right) \cdot 10 = 6,57 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \sigma_{Rd,Lager} = 15 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Lagerpressung unter Unterzug

12.5 Nachweis der Ausmitte und Auflagerpressung des Hauptunterzuges im Endzustand bei einseitiger veränderlicher Einwirkung



Anmerkung:
Gemittelter Lastangriff der
Gesamtlast im Endzustand zu
5 cm angenommen.

12.5.1 Einwirkungen

$$G_{1k} = 30,82 \text{ kN}$$

$$G_{2k} = 25,68 \text{ kN}$$

$$G_{3k} = \frac{G_{3d}}{\gamma_G} = \frac{11,56 \text{ kN}}{1,35} = 8,56 \text{ kN}$$

$$g_{HU,k} = 0,40 \text{ m} \cdot 0,96 \text{ m} \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 9,60 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Q_{1k} = \frac{Q_{1d}}{\gamma_Q} = \frac{96,38 \text{ kN}}{1,50} = 64,25 \text{ kN}$$

Siehe Kap. 8.4

Siehe Kap. 8.4

Siehe Kap. 8.4

mit Aufbeton auf Unterzug

Siehe Kap. 8.4

12.5.2 Charakteristische Auflagerreaktionen

Nebenunterzug (TT-Plattensteg)

$$A_{NU,k} = B_{NU,k} = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot (2 \cdot (G_{1k} + G_{2k} + G_{3k}) + Q_{1k})$$

$$A_{NU,k} = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot (2 \cdot (30,82 \text{ kN} + 25,68 \text{ kN} + 8,56 \text{ kN}) + 64,25 \text{ kN}) = 388,74 \text{ kN}$$

Hauptunterzug

$$A_{HU,k} = B_{HU,k} = \frac{1}{2} \cdot 9,60 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 4,60 \text{ m} = 22,08 \text{ kN}$$

Gesamt

$$A_{ges,k} = B_{ges,k} = A_{NU,k} + A_{HU,k} = 388,74 \text{ kN} + 22,08 \text{ kN} = 410,82 \text{ kN}$$

12.5.3 Biegebemessung der Platte im Schnitt 1-1

$$M_{Ed} = \gamma_Q \cdot n_{Seite} \cdot Q_{1,k} \cdot \left(\frac{b}{2} - 0,05 \text{ m} \right)$$

$$M_{Ed} = 1,50 \cdot 4 \cdot 64,25 \text{ kN} \cdot \left(\frac{0,40 \text{ m}}{2} - 0,05 \text{ m} \right) = 57,83 \text{ kNm}$$

$$h = 18 \text{ cm}$$

$$d = 18 - 3 \cdot 1,2 = 13,8 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$f_{cd} = 14,16 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{yd} = 434,28 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{57,83 \cdot 10^{-3} \text{ kNm}}{1,0 \cdot 0,138^2 \text{ m}^2 \cdot 14,16 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 0,214$$

$$\omega_1 = 0,252$$

$$A_{s,erf} = \frac{1}{f_{sd}} \cdot \omega_1 \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}$$

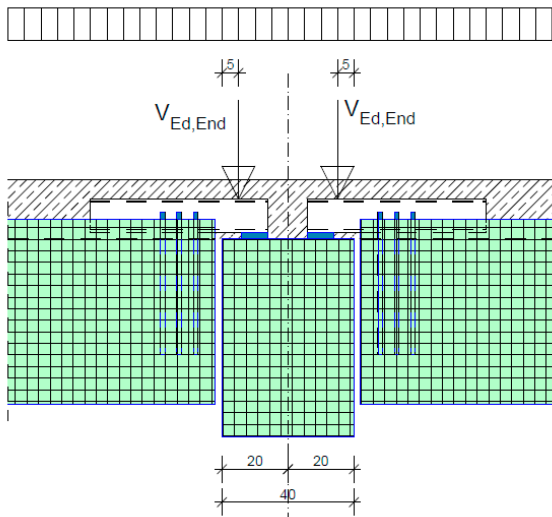
$$A_{s,erf} = \frac{1}{434,38} \cdot 0,252 \cdot 1 \text{ m} \cdot 0,138 \text{ m} \cdot 14,16 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 10^4 = 11,33 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Gewählt: z. B. $\emptyset 12-10 = 11,31 \text{ cm}^2/\text{m}$ in der oberen Lage über dem Unterzug. Eine vorhandene Bewehrung darf angerechnet werden.

12.5.4 Auflagerpressung

$$\sigma_{d,Lager} = \frac{A_{ges,k}}{b \cdot d} = \frac{410,82 \text{ kN}}{15 \text{ cm} \cdot 30 \text{ cm}} \cdot 10 = 9,13 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \sigma_{Rd,Lager} = 15 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

12.6 Nachweis der Ausmitte und Auflagerpressung des Hauptunterzuges im Endzustand bei beidseitiger veränderlicher Einwirkung



12.6.1 Einwirkungen

$$G_{1k} = 30,82 \text{ kN}$$

$$G_{2k} = 25,68 \text{ kN}$$

$$G_{3k} = 8,56 \text{ kN}$$

$$g_{HU,k} = 0,40 \text{ m} \cdot 0,96 \text{ m} \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 9,60 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Q_{1k} = 64,25 \text{ kN}$$

$$d = h_{pl} - c_{nom} - \emptyset_{As3}$$

Siehe Kap. 8.4
 Siehe Kap. 8.4
 Siehe Kap. 8.4
 mit Aufbeton auf Unterzug
 Siehe Kap. 8.4

12.6.2 Charakteristische Auflagereaktionen

$$A_{NU,k} = B_{NU,k} = \frac{n_{Auflager}}{2} \cdot (G_{1k} + G_{2k} + G_{3k} + Q_{1k})$$

$$A_{NU,k} = B_{NU,k} = \frac{8}{2} \cdot (30,82 \text{ kN} + 25,68 \text{ kN} + 8,56 \text{ kN} + 64,25 \text{ kN}) = 517,24 \text{ kN}$$

$$A_{HU,k} = B_{HU,k} = \frac{1}{2} \cdot 9,60 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 4,60 \text{ m} = 22,08 \text{ kN}$$

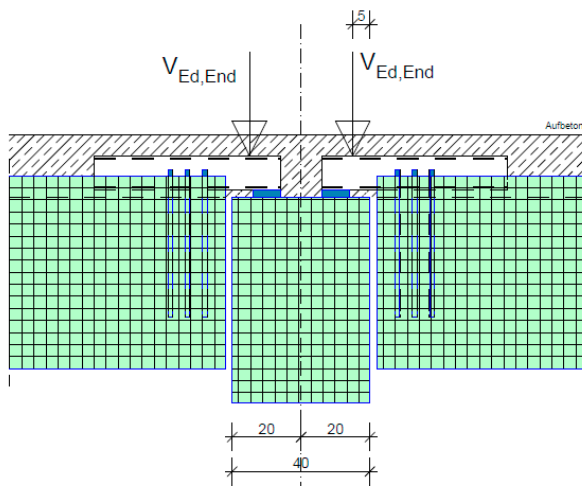
$$A_{ges,k} = A_{NU,k} + A_{HU,k} = 517,24 \text{ kN} + 22,08 \text{ kN} = 539,32 \text{ kN}$$

Auflagerpressung

$$\sigma_{d,Lager} = \frac{A_{ges,k}}{b \cdot d} = \frac{539,32 \text{ kN}}{30 \text{ cm} \cdot 15 \text{ cm}} \cdot 10 = 11,98 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \sigma_{Rd,Lager} = 15 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

12.6.3 Nachweis Randzugkraft $F_{t,d}$ im Hauptunterzug

Es wird hier der Endzustand mit beidseitiger veränderlicher Einwirkung angesetzt, da dieser der maßgebende Fall für den Grenzzustand der Tragfähigkeit ist.



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

$$V_{Ed,ges} = 152,07 \text{ kN}$$

$$e = \frac{d}{2} - 0,05 \text{ m} = \frac{0,40 \text{ m}}{2} - 0,05 \text{ m} = 0,15 \text{ m}$$

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

$$F_{t,d} = 152,07 \text{ kN} \cdot \left(\frac{0,15 \text{ m}}{0,40 \text{ m}} - \frac{1}{6} \right) = 331,68 \text{ kN} \geq 0$$

$$A_{s,erf} = \frac{F_{t,d}}{f_{yd}} = \frac{31,68 \text{ kN}}{43,5 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}} = 0,73 \text{ cm}^2$$

Gewählt: B500B, 2ø8, einschnittig

Anordnung im Bereich der Stahlaulager, eine vorhandene Bügelbewehrung darf angerechnet werden.

13 ZULÄSSIGE BELASTUNG IM BAUSTELLENBETRIEB (INFORMATIV)

An die Decke werden manchmal Anforderungen an Belastbarkeit / Befahrbarkeit im Baustellenbetrieb gestellt. Dazu ist für die Ortbetonergänzung eine Nachbehandlung nach DIN EN 13670 für die Nachbehandlungsklasse 2 nach Tab. 4 und Tab. F.2 erforderlich.

Nachbehandlungsklasse 2 entspricht 35 % von $f_{ck,Ortbeton}$

13.1 Ohne genauen Nachweis

Ohne Bemessung kann für den Baustellenbetrieb als zulässige Nutzlast $q_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$ angerechnet werden.

13.2 Mit genauem Nachweis

Hier wird die Tragfähigkeit des Systems aus Stahlträger und Betontraganteil mit der Festigkeit des jungen Betons $0,35 \times f_{ck}$ wie folgt berücksichtigt.

$$Q_{Ed,Baustelle} \leq V_{Rd1} - V_{Ed1} + 0,35 \cdot (V_{Rd,ges} - V_{Rd1})$$

$$V_{Rd1} = 80 \text{ kN}$$

$$V_{Ed1} = 77,79 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,ges} = 177,58 \text{ kN}$$

$$Q_{Ed,Baustelle} \leq 80 \text{ kN} - 77,79 \text{ kN} + 0,35 \cdot (177,58 \text{ kN} - 80 \text{ kN}) = 36,36 \text{ kN}$$

$$Q_{Ek,Baustelle} \leq \frac{Q_{d,Baustelle}}{\gamma_Q} = \frac{36,36 \text{ kN}}{1,5} = 24,24 \text{ kN}$$

Mit der vorhandenen Anzahl der Stahlaufleger und den Abmessungen der Platte kann die zulässige Flächenlast ermittelt werden:

$$q_{Ek,Baustelle} \leq \frac{n_{\text{Stahlaufleger}} \cdot Q_{k,Baustelle}}{A_{\text{Platte}}} = \frac{4 \cdot 24,24 \text{ kN}}{2,5 \text{ m} \cdot 13,70 \text{ m}} = 2,83 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

14 KONSTRUKTIVE HINWEISE

- 1 Die verbundenen Bauteile werden gemäß DIN EN 1990:2010-12, Abs. 1.5.3.11 und Abs. 1.5.3.13, nur mit statischen und quasi-statischen Einwirkungen belastet.
- 2 Die Rissbreite w im Grenzzustand der Tragfähigkeit parallel zu den Stäben ist mit $w \leq 0,20$ mm eingehalten.
- 3 Erst nach dem Aushärten des Betons und dem Erreichen der angegebenen Mindestfestigkeiten werden die tabellierten Kräfte abgetragen.
- 4 Die lastabtragende Konstruktion (z. B. Unterzug) ist mindestens in der Betonfestigkeitsklasse des auflagernden Halbfertigteilelements auszuführen. Es ist eine direkte Auflagerung herzustellen.
- 5 In den tabellierten Tragfähigkeiten wurde eine allseitige Betondeckung von $c_{nom} = 30$ mm berücksichtigt.
Werden an das Bauteil höhere Anforderungen an die Betondeckung gestellt (z. B. Expositionsklasse XD1 mit $c_{nom} = 55$ mm), muss c_v entsprechend erhöht werden. Bei $c_v > 30$ mm ist entweder die Bauteilhöhe zu vergrößern, sodass die statische Nutzhöhe gleichbleibt oder es ist mit verminderter Nutzhöhe ein Nachweis zu führen.
Nach DIN EN 1994-1-1 Abschnitt 4 bzw. DIN EN 1993-1-1 Abschnitt 4 gilt, dass die Stahlprofile nicht mit einem Korrosionsschutz versehen werden müssen, wenn sie innerhalb einer Gebäudehülle liegen und eine relative Luftfeuchtigkeit von 80 % nicht überschritten wird. Für darüberhinausgehende Anwendungen ist das Aufbringen eines Korrosionsschutzes nach DIN EN 1090, vgl. DIN EN 1993-1-1, erforderlich.
- 6 Die Stahlbeton-Ausklüftung ist mit der erforderlichen Zulagebewehrung nach Abschnitt 6 unter Beachtung von DIN EN 1992-1-1 zu bewehren. Das Größtkorn ($d_g \leq 16$ mm) ist entsprechend der Bewehrungsführung zu wählen. Es ist auf eine sorgfältige Verdichtung des Betons zu achten.
- 7 Aussparungen im Spiegel müssen mindestens einen Abstand von einer halben Plattendicke h_{pl} zum Steg des Trägers haben. Die Bewehrung der Platte ist entsprechend auszuwechseln.
- 8 Die Fuge zwischen Halbfertigteilelement und Ortbetonergänzung ist mindestens rau nach DIN EN 1992-1-1 Abs. 6.2.5 (2) auszuführen.
- 9 Das Kippen des Stahlaufagers ist durch konstruktive Maßnahmen (z. B. als TT-Platte) zu verhindern.
- 10 Für die Verankerung der Bewehrung in der Ortbetonergänzung darf von „guten“ Verbundbedingungen nach DIN EN 1992-1-1/NA ausgegangen werden.
- 11 Das Stahlaufleger PHITT wird mit einer Auflagertiefe von 145 mm auf dem lastabtragenden Bauteil aufgelegt.
- 12 Die auf dem indirekten Auflager erforderliche Bewehrung und die vorhandene Auflagerlänge kann mit $A_{s5,erf}$ und $l_{b,ind,vorh}$ den Tabellen entnommen werden.
- 13 Bei der Bemessung wurde am Auflager eine Horizontalkraft von 20 % der Vertikalkraft infolge Zwang berücksichtigt.
- 14 Das Stahlaufleger PHITT erfüllt die Feuerwiderstandsklasse F90 mit folgenden Randbedingungen:
 - Die Fugenbreite $l_{Lücke} \leq 30$ mm, DIN 4102-4 Bild 5.5
 - Die Betondeckung der Stahlprofile unten muss im Bereich der Fuge

- mindestens 15 mm betragen, DIN 4102-4 Bild 5.5
- Die Betonstahlzulagen $A_{s,1}$ müssen nach DIN 4102-4 Abs. 5.2.3(3) die vorgeschriebenen Betondeckungen nach DIN 1992-1-1 einhalten.

HAUPTSITZ

Lilienthalstraße 7-9
63741 Aschaffenburg
☎ +49 6021 40 27-0
✉ info@philipp-gruppe.de

PRODUKTION UND LOGISTIK

Hauptstraße 204
63814 Mainaschaff
☎ +49 6021 40 27-0
✉ info@philipp-gruppe.de

NIEDERLASSUNG COSWIG

Roßlauer Straße 70
06869 Coswig / Anhalt
☎ +49 34903 6 94-0
✉ info@philipp-gruppe.de

NIEDERLASSUNG NEUSS

Sperberweg 37
41468 Neuss
☎ +49 2131 3 59 18-0
✉ info@philipp-gruppe.de

NIEDERLASSUNG TANNHEIM

Robert-Bosch-Weg 12
88459 Tannheim / Allgäu
☎ +49 8395 8 13 35-0
✉ info@philipp-gruppe.de

PHILIPP VERTRIEBS GMBH

Pfaffing 36
5760 Saalfelden / Salzburg
☎ +43 6582 7 04 01
✉ info@philipp-gruppe.at

PHILIPP POLSKA SPÓŁKA Z O.O.

ul. Wojska Polskiego 1
47-220 Kędzierzyn-Koźle / Opole
☎ +48 503 353 816
✉ polska@philipp-gruppe.de



HAUPTSITZ Aschaffenburg



Besuchen Sie uns!

www.philipp-group.com