

41S - Ausgeklinktes Auflager DIN 1045-1

(Stand: 12.05.2009)

Bemessung eines abgesetzten bzw. ausgeklinkten Auflagers gemäß DIN 1045-1:2001-07 bzw. 2008-08.

Leistungsumfang

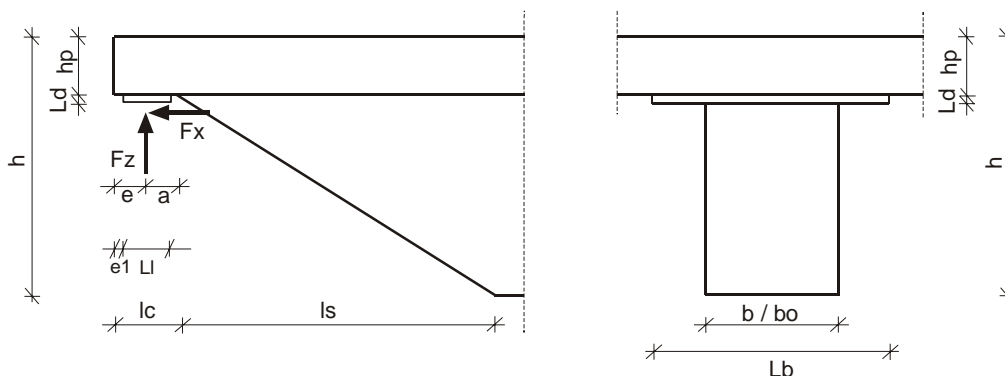
➡ System: Abgesetztes / Ausgeklinktes Auflager DIN 1045-1

➡ Nachweis der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit:

- Das Programm ermittelt aus der vom Anwender einzugebenden Auflagergeometrie eines Balkens oder Plattenbalkens, die Lage der Einwirkungen
- Anhand der vorhandenen Bewehrungslage im Balkenquerschnitt wird ein passendes Stabwerkmodell gemäß DIN 1045-1 Abs. 10.6 ermittelt.
- Die Bildung der erforderlichen Lastkombinationen nach DIN 1055-100 erfolgt automatisch.
- Für die aus der Stabwerkberechnung resultierenden Zugstreben wird die erforderliche Bewehrung mit den dazugehörigen Verankerungslängen ermittelt.
- Die Druckstreben werden als konzentrierte Knotenpunkte gemäß DIN 1045-1 Abs. 10.6.3 über die Betondruckspannung wahlweise für Leicht- oder Normalbeton nachgewiesen.
- Zusätzlich kann für Auflager mit gerader Abrisskante ein Nachweis für die Verankerungslänge der Gurtbewehrung im unteren Eckbereich gemäß [3] S. 414-415 geführt werden.
- Durch die zusätzliche Anordnung von Steckbügeln wird eine Vergrößerung der Verankerungslänge der unteren Gurtbewehrung erreicht.

System

Das statische System wird mit der Auflagerart, den Geometriedaten des Auflagers, dem Abstand der Einwirkungen von der Abrisskante sowie dem Abstand der vorhandenen Bewehrungslagen bestimmt. Die geometrischen Abmessungen sind im Bild 1 definiert.



(Bild 1)

Wählbare Auflagerarten sind:

- Balken mit gerader Abrisskante
- Balken mit schräger Abrisskante
- Plattenbalken mit gerader Abrisskante
- Plattenbalken mit schräger Abrisskante

Folgende Auflagerbedingungen sind einzuhalten:

- bei Plattenbalken:
 $0.277 \cdot h$ (Gesamthöhe) $\leq h_p$ (Plattenhöhe) $\leq h_c$ (Trägerkonsolenhöhe)
- Trägerkonsolenhöhe $h_c < \text{Balkenhöhe } h$ oder Plattenbalkenhöhe h
- bei Auflager mit schräger Abrisskante muss der Winkel der Abrisskante minimal 30 Grad betragen
- der Einwirkungsabstand „a“ von der inneren Nasenkante muss innerhalb des Bereiches „a“ $\leq 0.8 \cdot h_c$ liegen
- Beim kombinierten Lastabtragungsmodell (Fall a und Fall b) müssen der vertikalen Lastabhängung mindestens 30 % zugewiesen werden
- bei Plattenbalken für den Sonderfall $h_p = h_c$ darf die Lagerplattenbreite „Lb“ nach [3] nicht größer als $l_b \leq b_o + h_p$ sein.
- für das horizontale Zugband im Trägerkonsolenbereich müssen bei Balken oder ggf. bei Plattenbalken im Falle von Schlaufen- oder Bügelbewehrung folgende Abstände eingehalten werden (siehe Bild 1):
 $e_1 \geq \text{gew.c} + \max(\text{gew.c}, 2 \cdot d_s) + d_s$ [3] S. 441
 $e \geq d_{br}/2 + 3 \cdot d_s$ [3] S. 441
 Die Lagerplatte muss dabei von der Schlaufenbewehrung vollständig umschlossen sein [3] S. 441

Einwirkung / Belastung

Folgende Lastarten können angesetzt werden, wobei die Lastübernahme aus anderen Positionen wie üblich möglich ist:

- Vertikale Einzellasten F_z [kN] im Abstand „a“ von der Abrisskante
- Horizontale Einzellast F_x [kN]

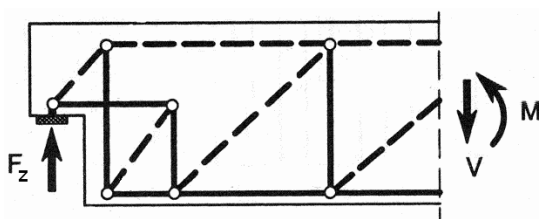
Anmerkung: Bild 1 zeigt die Einwirkung F_z und F_x in positiver Richtung.

Um eventuell auftretende Zwängungskräfte in horizontaler Richtung (F_x -Last) zu berücksichtigen wird empfohlen, im Programm die Option „Für x-Einwirkungen werden mindestens 20% der z-Einwirkungen angesetzt“ zu wählen. Bei Auflagersystemen mit schräger Abrisskante erfolgt der Lastabtrag zu 100 % über Schrägstäbe (Fall b). Bei Systemen mit gerader Abrisskante kann der Lastanteil für die Vertikal- (Fall a) bzw. Schrägabhängung (Fall b) frei gewählt werden.

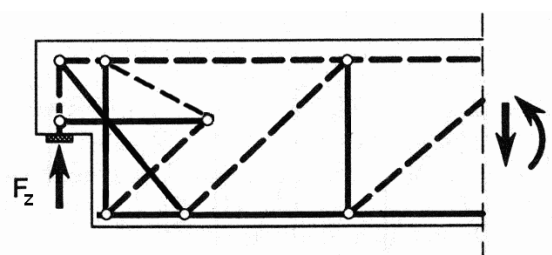
Beim kombinierten Lastabtragungsmodell (Kombination aus Fall a und b) sollten für die Vertikalabhängung nach [3] mindestens 30 % gewählt werden.

Das verwendete Stabwerksmodell wird im Programm „41S“ ausgegeben. Dabei kommen folgende Modelle zur Anwendung:

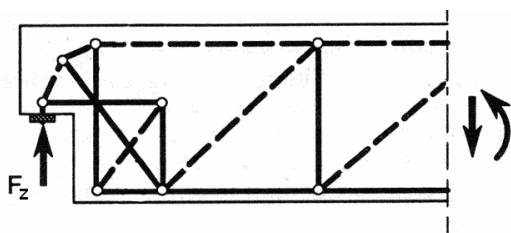
- Vertikalabhängung zu 100 % (Fall a nur bei gerader Abrisskante) Bild 2
- Schrägabhängung zu 100 % (Fall b schräge/gerade Abrisskante) Bild 3
- Vertikalabhängung wählbar (30%-100%); der restliche Lastanteil wird automatisch der Schrägabhängung zugewiesen (0%-70%) (Kombination aus Fall a und Fall b) Bild 4
- Schrägabhängung zu 100 % für Balken oder Plattenbalken mit einer schrägen Abrisskante deren Druckstreben mindestens 30 Grad betragen (Fall b verfeinertes Modell [3] S. 415) Bild 5



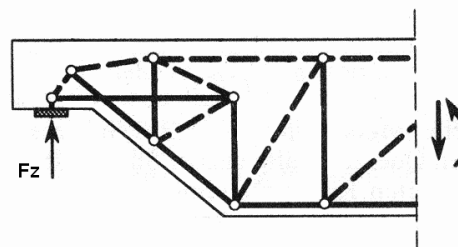
(Bild 2: Fall a)



(Bild 3: Fall b)



(Bild 4: Fall a und b)



(Bild 5: verfeinertes Modell)

Bemessungsangaben

Bei der Wahl der Betongüte kann zwischen Normal- und Leichtbeton gewählt werden. Beim Betonstahl gibt es die Wahlmöglichkeit Stahlgüte BSt500S(A) oder Stahlgüte BSt500S(B). Nach der Expositionsklassenauswahl wird vom Programm eine Betondeckung „gew. c“ vorgeschlagen die vom Anwender korrigierbar ist.

Für den Fall das der Anwender Schlaufen oder Bügel für das obere Zugband wählt, ist die Betondeckung „vorh cs“ vom Zugband zur Unterkante Trägerkonsole einzugeben. Eine größere Betondeckung „vorh cs“ hat einen geringeren erf. Biegerollendurchmesser „dbr“ und somit eine geringere Balkenbreite „bc“ zur Folge (siehe [1] Tabelle 23).

Die Bewehrungslage des Zugbandes im Bereich des unteren Balkens (Gurt) ist vom Anwender einzugeben. Für die Berechnung der erforderlichen Verankerungslängen ist anschließend die Güte der Verbundbedingung nach [1] Abs. 12.4 anzugeben. Durch die Kenntnis der Lage der Bewehrung, der Konsolengeometrie und der Lage der Einwirkungen ist es möglich ein Stabwerkmodell durch das Programm zu generieren.

Nachweise

Das Programm berechnet automatisch alle erforderlichen Lastkombinationen nach [2]. Es werden alle Stabnormalkräfte getrennt für jede Lastkombination ermittelt. Dabei werden jeweils die ungünstigsten Nachweise für die Druckstreben vom Programm ausgewiesen (Knotenbemessung [1] Abs. 10.6.3). Für die Zugstreben des Stabwerks wird die maximal erforderliche Bewehrung vom Programm ausgegeben. Das Programm überprüft die Abstände und Höhen der Bewehrung und führt bei einer Abweichung zum Stabwerkmodell automatisch eine Neuberechnung aus. Die Abstände des Stabwerkmodells werden zu Kontrollzwecken vom Programm ausgegeben. Das Programm überprüft die Bewehrungsführung, Mindestabstände, Verankerungslängen usw. nach [1]. Ggf. werden Fehlermeldungen oder Warnhinweise bei Nichteinhalten eines Nachweises vom Programm ausgegeben.

1. Druckstreben, Knotenpunkte

Der Nachweis der Druckstreben erfolgt für den maßgebenden Knotenpunkt des Stabwerkmodells nach [1] Abs. 10.6.3. Für Druckstreben ist ein Winkel von mindestens 30 Grad einzuhalten. Die maßgebenden Druckstrebenwinkel im Trägerkonsolen- und im Balkenbereich werden vom Programm ausgegeben. Der Nachweis der Knotenpunkte erfolgt getrennt für den Lasteinleitungsbereich in der Trägerkonsole und für den oberen und unteren Balkenbereich. Für den Nachweis der Tragfähigkeit der Betondruckstreben wird jeweils die für den Nachweis maßgebende Kombination ausgegeben (z.B. „Kombination: G,sub+Q,1“).

2. Teilflächenbelastung

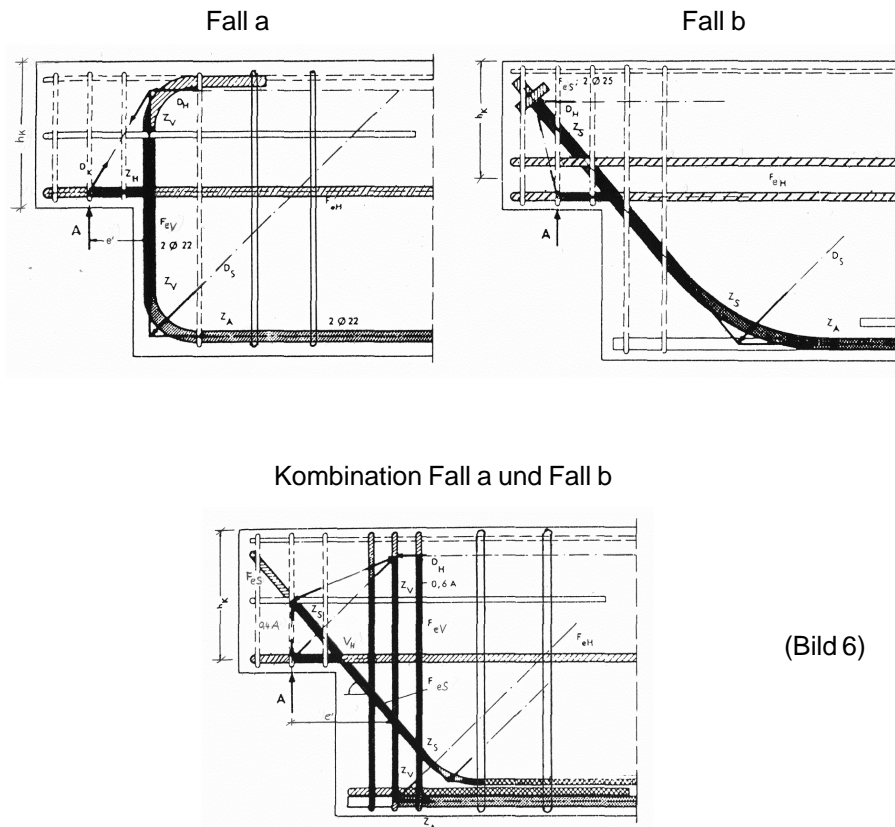
Die Druckspannung unterhalb der Lagerplatte wird gemäß [1] Abs. 10.7 nachgewiesen.

3. Spaltzugbewehrung

Der Nachweis über eine erforderliche Spaltzugbewehrung im Lasteinleitungsbereich erfolgt nach [3] S. 370. bzw. [1] Abs. 10.6.2 (1). Die Spaltzugbewehrung wird durch Anordnung von horizontalen Steckbügeln A_{sw} abgedeckt.

4. Zugstreben

Die Zugkräfte der Zugstreben werden durch die Bewehrung aufgenommen. Die erforderliche Bewehrung berechnet sich aus dem Ansatz $erf. A_s = Z/f_{yd}$. Bild 6 zeigt mögliche Bewehrungsführungen für den Fall a, Fall b sowie für die Kombination aus Fall a und Fall b.



(Bild 6)

5. Nachweis der Verankerungslängen

5.1 horizontales Zugband

Für das horizontale Zugband im Trägerkonsolenbereich wird die erforderliche Verankerungslänge $l_{b,net}$ nach [1] Abs. 12.6.2 für ein „Endauflager“ $l_{b,dir}$ gemäß [1] Abs. 13.2.2 (8) ermittelt. Sollte bei einem geraden Stabstahle die vorhandene Verankerungslänge $l_{b,vorh}$ nicht ausreichen, wird von Programm versucht, den Verankerungsnachweis mit Winkelhaken zu führen. Ist der Verankerungsnachweis nicht eingehalten ($l_{b,dir} > l_{b,vorh}$), sind angeschweißte Ankerplatten gemäß [3] erforderlich. Für die Verankerung im Balkenbereich wird für das gerade Stabende die erforderliche Verankerungslänge ausgegeben. Die erforderliche Gesamtlänge des Zugbandes ergibt sich aus dem Ansatz $l_{erf} = l_{b,dir} + l + l_{net}$.

Mögliche Meldungen im Programmablauf:

Warnung: „**Abstand der Einwirkung vom Trägerrand für oberes Zugband zu nah**“

Ursache: die Verankerungslänge des Schlaufenbogens ist etwas zu kurz.

Diese Verankerungslänge wird vom Ende des Schlaufenbogens (Balkenende abzüglich Betondeckung) bis zum entgegengesetzten Ende der Lagerplatte gemessen.

Man sollte die Lastmitte etwas von der Kante abrücken, z.B. indem man die Lagerplatte vergrößert oder verschiebt.

Bei größerer Last wird die Meldung anders formuliert:

Warnung: „**Verankerungslänge oberes Zugband: $l_{b,vorh} = \dots < l_{b,dir} = \dots \text{ cm}$** “

Dann muss entweder die Geometrie geändert werden (Menüpunkt 1), oder es wird automatisch eine Ankerplatte angeordnet (Menüpunkt 2). Bei Auswahl von Menüpunkt 2 („Weiter im Programmablauf“) wird automatisch folgender Eintrag im Formular vorgenommen:

Verankerung des horizontalen Zugbands:

Konsole (Lagerplatte): $l_{b,net} = 39.3 \text{ cm}$, $l_{b,dir} = 26.2 \text{ cm} > l_{b,vorh} = 25.0 \text{ cm}$

Verankerungslänge nicht ausreichend, angeschweißte Ankerplatte erforderlich

Hinweis:

In die Berechnung von $l_{b,net}$ geht der Faktor α_a aus Tabelle 26 der DIN 1045-1 ein. Dort sind die beiden Fußnoten von großer Bedeutung!

Fußnote 1: wenn die Betondeckung rechtwinklig zur Krümmungsebene (hier: „cs“ nach unten !!) $< 3 d_s$ ist, dann müssen in Zeile 2 und 4 die jeweils größeren α_a – Werte genommen werden. Für unsere Schlaufe gilt dann 1.0 statt 0.7 !!

Betondeckung cs zwischen horizontalen Zugband und Unterkante Trägerkonsole:
 $v_{orh} \text{ cs} = 60 \text{ mm} \rightarrow v_{orh} c = 50 = 50 \text{ mm bzw. } > 3 \cdot d_s = 3 \cdot 16 = 48 \text{ mm}$

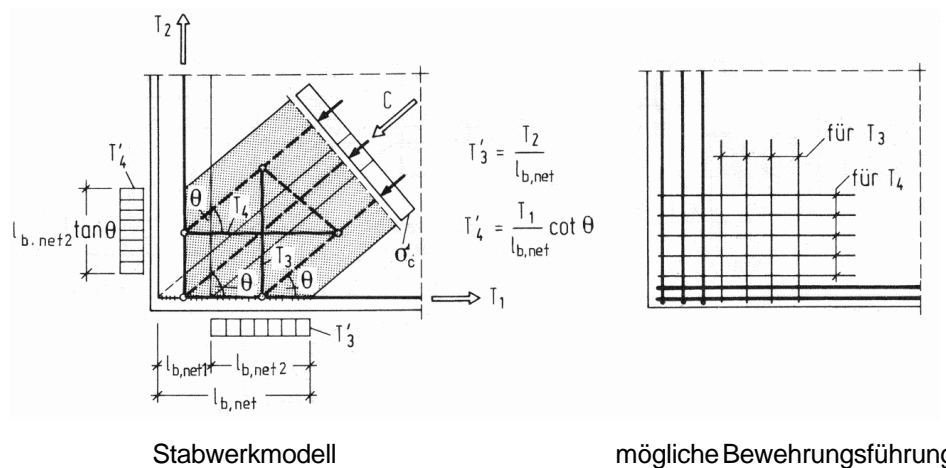
Fußnote 2: wenn der dbr der Schlaufe $> 15 d_s$ ist, dann darf für die Schlaufe $\alpha_a = 0,5$ genommen werden (ausser: wenn durch Fußnote 1 $\alpha_a = 1$ ist). **D.h.: wenn die Betondeckung nach unten und der Biegerollendurchmesser groß genug sind, dann halbiert sich die nötige Verankerungslänge.**

5.2 schräges Zugband

Bei Schrägabhängung werden die für das schräge Zugband erf. Verankerungslängen und Neigungswinkel im Balken ausgegeben. Weil der obere Balkenbereich überdrückt wird, ist die erforderliche Verankerungslänge nach [1] Abs. 12.6.2 für ein „Endauflager“ gemäß [1] Abs. 13.2.2 (8) zu ermitteln [6]. Sollte bei einem geraden Stabstahl die vorhandenen Verankerungslänge nicht ausreichen, wird das Programm versuchen den Verankerungsnachweis mit Winkelhaken zu führen. Ist der Verankerungsnachweis nicht eingehalten ($l_{b,dir} > l_{b,vorh}$), sind angeschweißte Ankerplatten gemäß [3] erforderlich. Die Verankerung des Zugbandes im unteren Balkenbereich erfolgt durch Übergreifen (l_s) der vorhandenen Biegezugbewehrung im unteren Balkenbereich nach [1] Abs. 12.8.2. Die erforderliche Gesamtlänge des schrägen Zugbandes ergibt sich aus dem Ansatz $l_{erf} = l_{b,dir} + l_{schräg} + l_s$.

5.3 Verankerungslänge bei gerader Abrisskante

Bei Auflagern mit einer geraden Abrisskante kann vom Anwender bestimmt werden, ob die Verankerungslänge im unteren Gurtbereich des Balkens nachgewiesen werden soll. Für den Nachweis der Verankerung ist die Eingabe der vorhandenen Bewehrung im unteren Balkenbereich erforderlich. Aus der vorhandenen Bewehrung und der unteren horizontalen Balkenzugkraft „max Zb“ wird vom Programm eine erforderliche Verankerungslänge $l_{b,net}$ nach [1] Abs. 12.6.2 ermittelt. Reicht die vorhandene Verankerungslänge $l_{b,vorh}$ nicht aus, ist die Verankerungslänge nach dem in [3] S.414 beschriebene Verfahren durch Anordnung von horizontalen und vertikalen Steckbügeln im unteren Eckbereich zu vergrößern ($l_{b,net2}$ siehe Bild 7).



(Bild 7)

6. erforderliche Biegerollendurchmesser

Wurde für das horizontale Zugband in der Trägerkonsole Schlaufen- bzw. Bügelbewehrung gewählt, wird die Betondeckung „vorh c“ zwischen dem Zugband und der Unterkante der Trägerkonsole ausgewiesen. Anhand der vorhandenen Betondeckung „vorh c“ wird ein Mindestbiegerollendurchmesser „dbr“ für die Schlaufen nach [1] Tabelle 23 vom Programm ausgegeben. Sollten Winkelhaken für die Verankerung erforderlich sein, werden diese mit den erforderlichen Mindestbiegerollendurchmesser ausgegeben. Bei Schrägeisen wird zusätzlich der Biegerollendurchmesser für die Aufbiegung im Gurtbereich ausgewiesen.

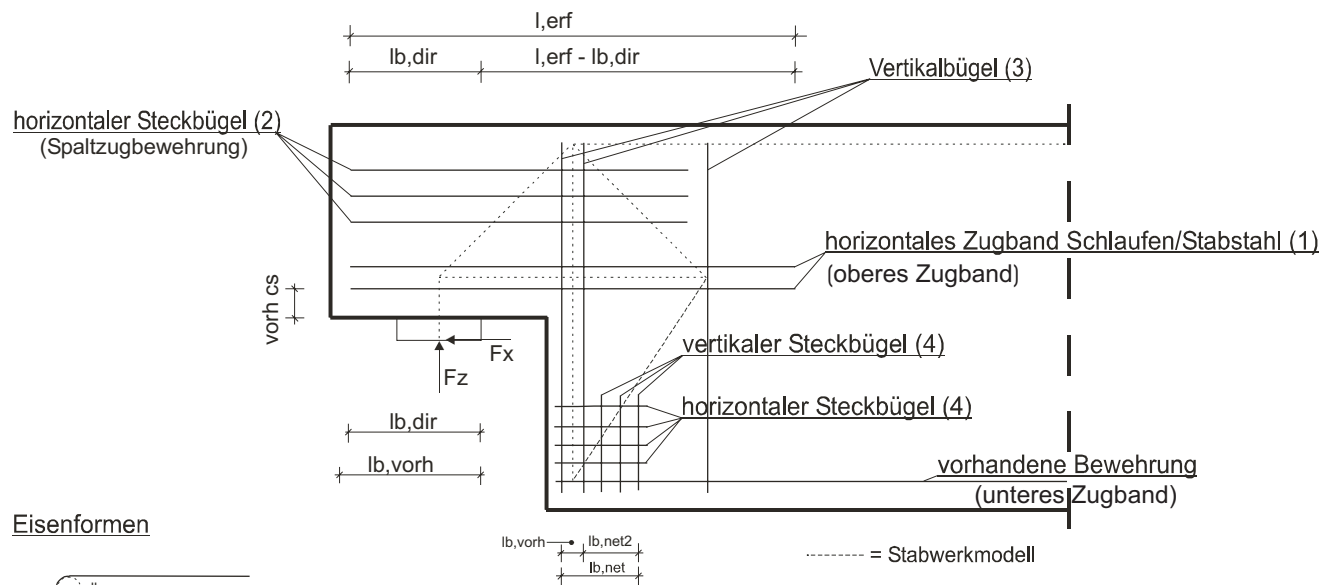
Lastweiterleitung

Für das abgesetzte Auflager entfällt die Lastweiterleitung.

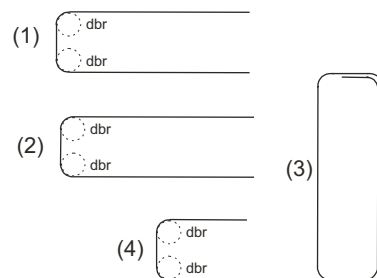
Literatur

- [1] DIN 1045-1:2001-07 inkl. Berichtigung 2, DIN 1045-1:2008-08
- [2] DIN 1055-100:2001-03
- [3] Schlaich, J., Schäfer, K.: Bemessen und Konstruieren mittels Stabwerkmodellen Betonkalender II, Ernst & Sohn Verlag (2001) S. 341 ff.
- [4] Wommelsdorff, Otto, Stahlbetonbau Bemessung und Konstruktion Teil 2 Stützen, Sondergebiete des Stahlbetonbaus, Werner Verlag (10/2002)
- [5] Heft 525 Beuth Verlag GmbH (2003)
- [6] Berichtigung 1 (Mai 2005) zu Heft 525 Beuth Verlag GmbH
- [7] Beispiel zur Bemessung nach DIN 1045, Deutscher Beton-Verein E.V., 5. Auflage Bauverlag GmbH 1991
- [8] Auslegungen zur DIN 1045-1, Normenausschuss Bauwesen, Internet: <http://www2.nabau.din.de/>

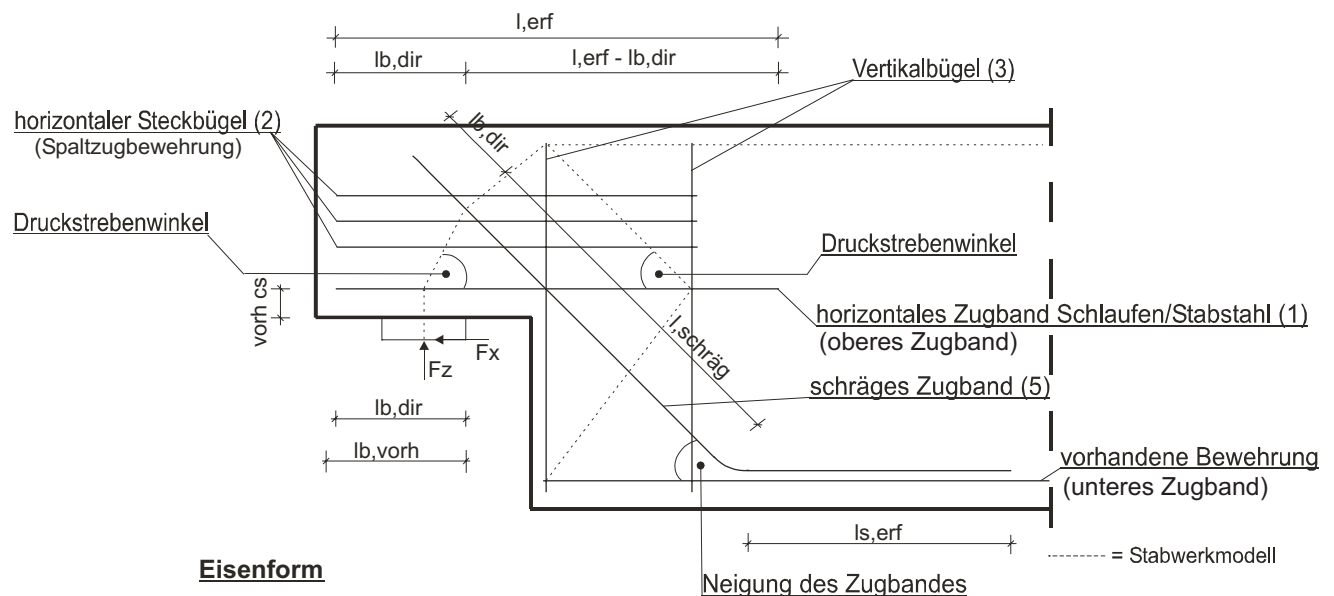
Anlage: Bewehrungsanordnung



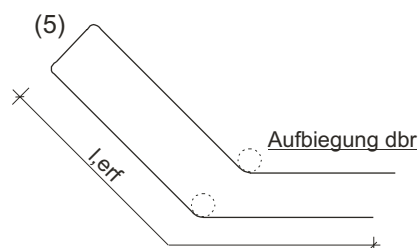
Eisenformen



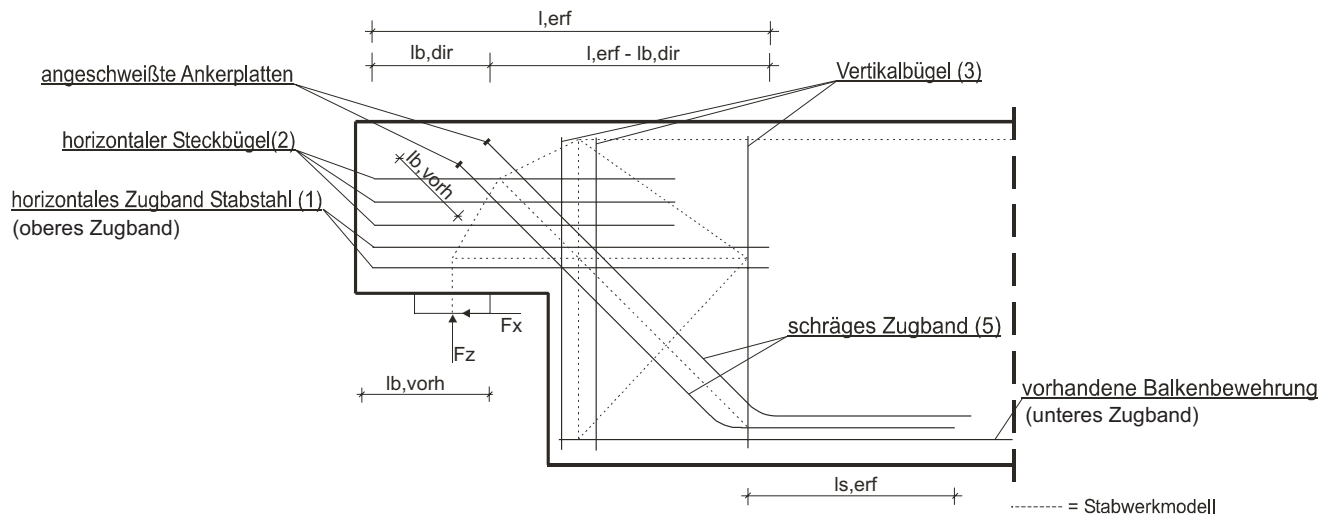
(Bild 8: Bewehrung für Fall a)



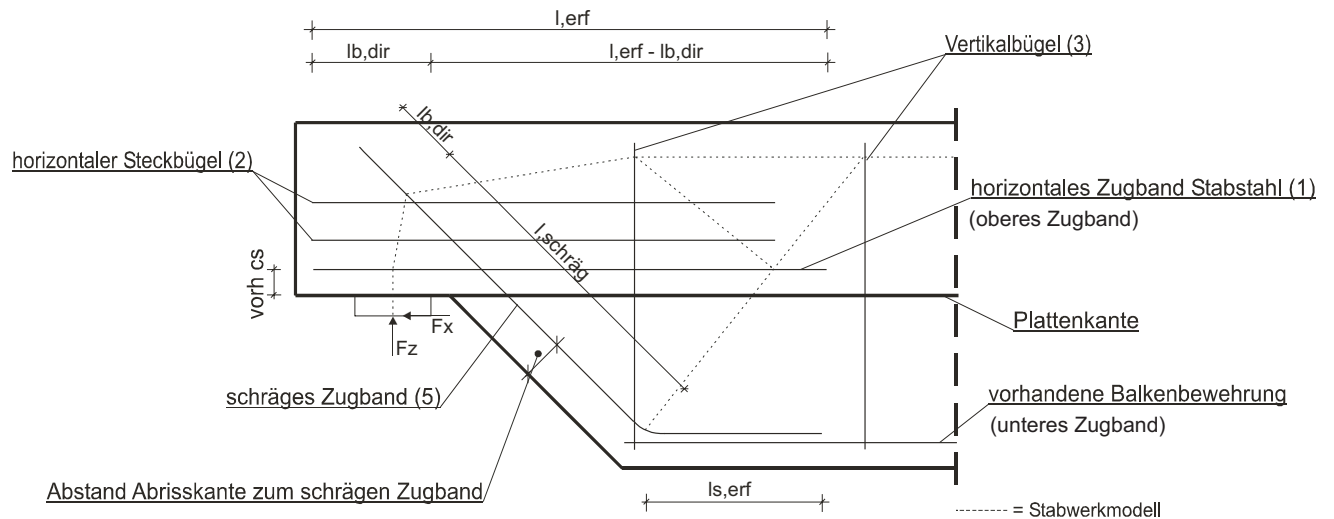
Eisenform



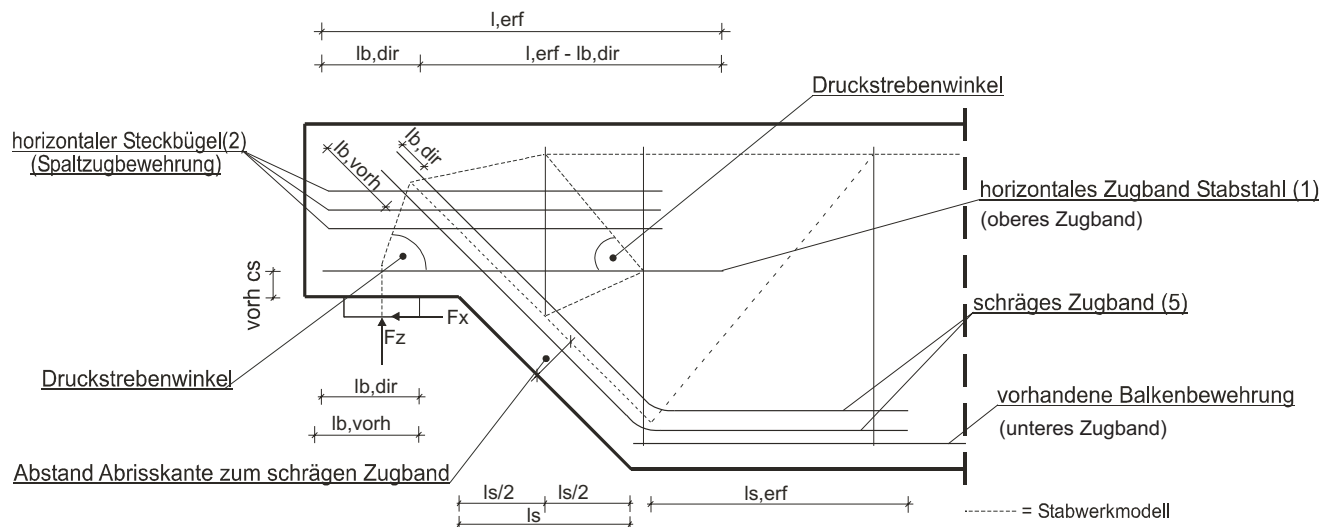
(Bild 9: Bewehrung für Fall b)



(Bild 10: Bewehrung für kombinierten Fall a und b)



(Bild 11: Bewehrung für Plattenbalken mit schräger Abrisskante Fall b)



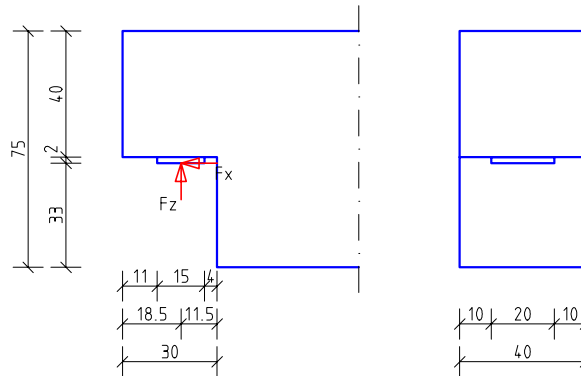
(Bild 12: Bewehrung Fall b (verfeinertes Stabwerksmodell, siehe Bild 5))

POS. 44 ABGESETZTES AUFLAGER

Für Bauteil POS. 7

System:

Abgesetztes Auflager: Balken mit gerader Abrißkante



Abmessungen am Auflager:

Höhe des Balken

$h = 75.0 \text{ cm}$,

Breite $b = 40.0 \text{ cm}$

Trägerkonsole (Nase)

Höhe $h_c = 40.0 \text{ cm}$,

Länge $l_c = 30.0 \text{ cm}$

Abmessungen Lagerplatte:

Länge in Kragrichtung $l_l = 15.0 \text{ cm}$,

Breite $l_b = 20.0 \text{ cm}$

Dicke der Lagerplatte $l_d = 2.0 \text{ cm}$,

Abstand von Rand $e_1 = 11.0 \text{ cm}$

Einwirkungen:

Lasten:

$F = \text{Einzellast [kN]}$,

$q = \text{Linienlast [kN/m]}$

Richtung:

$z/x = \text{vertikale/horizontale Querschnittsachsen}$

Einwirkungen		Last Kat.	Wert, k	Alpha
Vertikaleinwirkung		F_z G	130.00	-
		F_z Q, A2	150.00	-
Horizontaleinwirkung		F_x Q, W	18.00	-

Kategorie	Bezeichnung	Komb.-Beiwerte			Gamma	
		Psi 0	Psi 1	Psi 2	sup.	inf.
G	Ständige Einwirkungen	-	-	-	1.35	1.00
Q, A2	Wohnfläche: ausreichende Querverteilung	0.70	0.50	0.30	1.50	-
Q, W	Windlasten	0.60	0.50	-	1.50	-

Abstand der Einwirkungen von inneren Nasenrand

$a = 11.5 \text{ cm}$

Für x -Einwirkungen werden mindestens 20.0 % der z -Einwirkungen angesetzt

Die Eintragung der Einwirkungen erfolgt:

zu 60 % durch Vertikalabhängung (Fall a)

zu 40 % durch Schrägabhängung (Fall b)

Bemessung:

Baustoffe: Normal beton C 30/37

BSt 500S(A)

Größtkorn des Zuschlags $d_g = 20.0 \text{ mm}$

Expositionsklassenauswahl

mit Betondeckung [mm]: c_{\min} del. ta. c

XC1 Trocken oder ständig nass

10 10

gewählte Betondeckung $c = 20 \text{ mm}$

Betondeckung c_s zwischen horizontalen Zugband und Unterkante Trägerkonsole:
 vorh $c_s = 65 \text{ mm} \rightarrow$ vorh $c = 55 > 50 \text{ mm}$ bzw. $> 3 \cdot d_s = 3 \cdot 14 = 42 \text{ mm}$
 Mindestbiegerollendurchmesser $d_{br} = 15 \cdot d_s = 210 \text{ mm}$ (Tabelle 23 DIN 1045-1)

Nachweis der Druckstrebenwinkel:

Druckstrebenwinkel im Bereich der Trägerkonsole $= 57.5 > 30.0 \text{ Grad}$

Druckstrebenwinkel im Bereich des Balkens $= 40.7 > 30.0 \text{ Grad}$

Nachweis der Tragfähigkeit der Betondruckstreben:

Lasteinleitung (Nase): $F_{cd} = 416.55 \text{ kN}$ Kombination: G, sup+Q, A2

$A_c = 772.2 \text{ cm}^2$, $\sigma_{cd, \max} = 0.54 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{Rd, \max} = 1.28 \text{ kN/cm}^2$

oberer Balkenbereich: $F_{cd} = 340.02 \text{ kN}$ Kombination: G, sup+Q, A2

$A_c = 766.1 \text{ cm}^2$, $\sigma_{cd, \max} = 0.44 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{Rd, \max} = 1.28 \text{ kN/cm}^2$

unterer Balkenbereich: $F_{cd} = 332.19 \text{ kN}$ Kombination: G, sup+Q, A2

$A_c = 411.8 \text{ cm}^2$, $\sigma_{cd, \max} = 0.81 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{Rd, \max} = 1.28 \text{ kN/cm}^2$

Nachweis der Auflagerpressung (Teillächenbelastung):

Teillflächen: $A_{c0} = 300.0 \text{ cm}^2$, $A_{c1} = 638.9 \text{ cm}^2$

$FR_{du} = 744.3 \text{ kN} > F_{Ed} = 400.50 \text{ kN}$ Kombination: G, sup+Q, A2

Nachweis über erforderliche Spaltzugbewehrung nach Schlaich/Schäfer BK 2001
 im mittleren Nasenbereich: $F_{Ed} = 400.50 \text{ kN}$ Kombination: G, sup+Q, A2

resultierende Querkraft $F_{td} = 54.46 \text{ kN}$, erf. $A_{sw} = 1.3 \text{ cm}^2$

Nachweis für die Aufnahme von Zugkräften:

Zugband horizontal (Nase/Balken) $\max Z_h = 226.83 \text{ kN}$, erf. $A_{sh} = 5.2 \text{ cm}^2$

Vertikal aufhängung (Balken) $\max Z_v = 274.81 \text{ kN}$, erf. $A_{sv} = 6.3 \text{ cm}^2$

Schräges Zugband $\max Z_s = 193.65 \text{ kN}$, erf. $A_{ss} = 4.5 \text{ cm}^2$

untere horizontale Balkenzugkraft $\max Z_b = 186.63 \text{ kN}$, erf. $A_{sb} = 4.3 \text{ cm}^2$

Bewehrung:

Zugband horizontal:	2 Schlafen	$d_s 14 \text{ mm}$, vorh.	$A_{sh} = 6.2 \text{ cm}^2$
Vertikal aufhängung:	3 Vertikal bügel	$d_s 12 \text{ mm}$, vorh.	$A_{sv} = 6.8 \text{ cm}^2$
Schräges Zugband:	2 Schrägbügel	$d_s 12 \text{ mm}$, vorh.	$A_{ss} = 4.5 \text{ cm}^2$
Spaltzugbew. Nasenmitte:	1 hor. Steckbügel	$d_s 10 \text{ mm}$, vorh.	$A_{sw} = 1.6 \text{ cm}^2$

Bewehrungsführung:

Vorhandene Abstände für das Stabwerkmodell (Kombination Fall a und Fall b):

Oberste Druckstrebe zur Oberkante Balken $= 10.00 \text{ cm}$

Unterkante Trägerkonsole zum horizontalen Zugband $= 7.90 \text{ cm}$

Abrißkante zur vertikalen Aufhängebewehrung $= 2.60 \text{ cm}$

Unterkante Balken zur unteren Balkenbewehrung $= 5.00 \text{ cm}$

Verankerung: Verbundbedingung werden für alle Stäbe als gut angesehen

Verankerung des horizontalen Zugbands:

Konsole (Lagerplatte): $l_{b, \text{net}} = 21.0 \text{ cm}$, $l_{b, \text{dir}} = 14.0 \text{ cm} < l_{b, \text{vorh}} = 24.0 \text{ cm}$

im Balkenbereich (gerades Stabende): $l_{b, \text{net}} = 42.1 \text{ cm}$

erforderliche Gesamtlänge: $l_{\text{erf}} = l_{b, \text{dir}} + l + l_{b, \text{net}} = 88 \text{ cm}$

Verankerung des schrägen Zugbands (Neigung $= 55.8 \text{ Grad}$):

Trägerkonsole (Nase): $l_{b, \text{net}} = 29.7 \text{ cm}$, $l_{b, \text{dir}} = 19.8 \text{ cm} < l_{b, \text{vorh}} = 23.4 \text{ cm}$

im Balkenbereich durch Übergreifung (gerades Stabende): $l_{s, \text{erf}} = 59.4 \text{ cm}$

erforderliche Gesamtlänge: $l_{\text{erf}} = l_{b, \text{dir}} + l_{\text{schräg}} + l_{s, \text{erf}} = 142 \text{ cm}$

Nachweis der Verankerung im unteren Eckbereich des Balkens:

vorh. Balkenbewehrung: 6 Stabstahl ds 16 mm, vorh. Asb = 12.1 cm²
 erf. Verankerungslänge l_{b,net}: l_{b,net} = 20.3 cm > l_{b,vorh} = 1.2 cm

Bügelzulagen zur Vergrößerung der Verankerungslänge der Gurtbewehrung im unteren Eckbereich nach Schlaich/Schäfer BK 2001 erforderlich:

vergrößerte Ankerlänge: l_{b,net2} = l_{b,net} - l_{b,vorh} = 20.3 - 1.2 = 19.1 cm

vertikale Zulage: 3 ver. Steckbügel ds 12 mm, vorh. Asbv = 6.8 cm²

T₂ = 274.8 kN, T₃ = l_{b,net2}/l_{b,net} * T₂ = 258.6 kN, erf. Asbv = 5.9 cm²

horizontale Bügelanordnung 3.2 - 22.3 cm, gemessen von der Abrißkante

horizontale Zulage: 3 hor. Steckbügel ds 10 mm, vorh. Asbh = 4.7 cm²

T₁ = 186.6 kN, T₄ = l_{b,net2}/l_{b,net} * T₁ = 175.6 kN, erf. Asbh = 4.0 cm²

vertikale Bügelanordnung 5.9 - 34.0 cm, gemessen von Balkenunterkante

Erforderliche Biegedurchmesser d_{br}:

Zugband horizontal im Trägerkonsolenbereich (Schlaufen) d_{br,erf} = 21.0 cm

Schräges Zugband (Schrägbügel) im Trägerkonsolenbereich d_{br,erf} = 4.8 cm

Aufbiegung im Balkenbereich d_{br,erf} = 18.0 cm

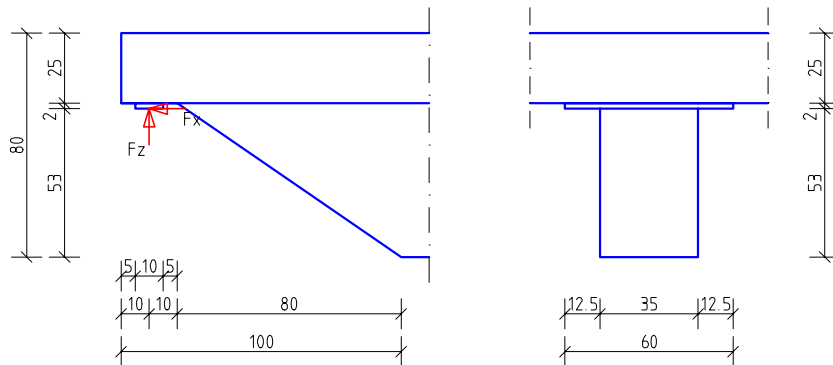
Spaltzugbewehrung Nasenmitte (horizontale Steckbügel) d_{br,erf} = 4.0 cm

POS. 45 ABGESETZTES AUFLAGER

Für Bauteil POS. 12

System:

Abgesetztes Auflager: Plattenbalken mit schräger Abrißkante



Abmessungen am Auflager:

Höhe des Plattenbalken	$h = 80.0 \text{ cm}$	Breite $b_0 = 35.0 \text{ cm}$
Trägerkonsole (Nase)	Höhe $h_c = 25.0 \text{ cm}$	Länge $l_c = 20.0 \text{ cm}$
Höhe der Platte	$h_p = 25.0 \text{ cm}$	
Waagerechte Länge der Abrißkante	$l_s = 80.0 \text{ cm}$	

Abmessungen Lagerplatte:

Länge in Kragrichtung $l_l = 10.0 \text{ cm}$	Breite $l_b = 60.0 \text{ cm}$
Dicke der Lagerplatte $l_d = 2.0 \text{ cm}$	Abstand von Rand $e_1 = 5.0 \text{ cm}$

Einwirkungen:

Lasten: $F = \text{Einzellast [kN]}$, $q = \text{Linienlast [kN/m]}$
 Richtung: $z/x = \text{vertikale/horizontale Querschnittsachsen}$

Einwirkungen	Last Kat.	Wert, k	Alpha
Vertikallasten	F_z G	70.00	-
	F_z Q, A1	40.00	-
	F_z Q, 1	30.00	-
Horizontallasten	F_x G	15.00	-
	F_x Q, A1	5.00	-
	F_x Q, 1	7.00	-

Kategorie	Bezeichnung	Komb. -Beiwerte			Gamma	
		Psi 0	Psi 1	Psi 2	sup.	inf.
G	Ständige Einwirkungen	-	-	-	1.35	1.00
Q, A1	Wohnfläche: Spielflächen, Höhe $\leq 1,80 \text{ m}$.	0.70	0.50	0.30	1.50	-
Q, 1	Sonstige veränd. Einwirkungen	0.80	0.70	0.50	1.50	-

Maximale Psi -Werte nach DIN 1055-100 A.2(2) für alle Nutz- u. Verkehrslasten: 0.80 0.70 0.50 - -

Abstand der Einwirkungen von inneren Nasenrand $a = 10.0 \text{ cm}$
 Für x-Einwirkungen werden mindestens 20.0 % der z-Einwirkungen angesetzt

Die Eintragung der Einwirkungen erfolgt:
 zu 100 % durch Schrägabhängung (Fall b)

Bemessung:

Baustoffe: Normal beton C 30/37
BSt 500S(A)
Größtkorn des Zuschlags $d_g = 20.0 \text{ mm}$

Expositionsklassenauswahl mit Betondeckung [mm]: c.min del.ta.c
 XC2 Nass, selten trocken 15 15
 gewählte Betondeckung $c = 30 \text{ mm}$

Nachweis der Druckstrebenwinkel:

Druckstrebenwinkel im Bereich der Trägerkonsole $= 50.0 > 30.0 \text{ Grad}$

Druckstrebenwinkel im Bereich des Balkens $= 30.0 = 30.0 \text{ Grad}$

Nachweis der Tragfähigkeit der Betondruckstreben:

Lasteinleitung (Nase): $F_{cd} = 248.68 \text{ kN}$ Kombination: G, sup+Q, A1+Q, i

$A_c = 691.7 \text{ cm}^2$, $\sigma_{cd, \max} = 0.36 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{Rd, \max} = 1.28 \text{ kN/cm}^2$

oberer Plattenbereich: $F_{cd} = 389.89 \text{ kN}$ Kombination: G, sup+Q, A1+Q, i

$A_c = 702.1 \text{ cm}^2$, $\sigma_{cd, \max} = 0.56 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{Rd, \max} = 1.28 \text{ kN/cm}^2$

unterer Plattenbereich: $F_{cd} = 307.10 \text{ kN}$ Kombination: G, sup+Q, A1+Q, i

$A_c = 332.2 \text{ cm}^2$, $\sigma_{cd, \max} = 0.92 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{Rd, \max} = 1.28 \text{ kN/cm}^2$

Nachweis der Auflagerpressung (Teilflächenbelastung):

Teilflächen: $A_{c0} = 600.0 \text{ cm}^2$, $A_{c1} = 979.0 \text{ cm}^2$

$F_{Rdu} = 1303 \text{ kN} > F_{Ed} = 190.50 \text{ kN}$ Kombination: G, sup+Q, A1+Q, i

Nachweis über erforderliche Spaltzugbewehrung nach Schlaich/Schäfer BK 2001
 im mittleren Nasenbereich: $F_{Ed} = 190.50 \text{ kN}$ Kombination: G, sup+Q, A1+Q, i

resultierende Querkraft $F_{td} = 24.69 \text{ kN}$, erf. $A_{sw} = 0.6 \text{ cm}^2$

Nachweis für die Aufnahme von Zugkräften:

Zugband horizontal (Nase/Balken) max $Z_h = 197.95 \text{ kN}$, erf. $A_{sh} = 4.6 \text{ cm}^2$

Vertikal aufhängung (Balken) max $Z_v = 124.84 \text{ kN}$, erf. $A_{sv} = 2.9 \text{ cm}^2$

Schräges Zugband max $Z_s = 277.43 \text{ kN}$, erf. $A_{ss} = 6.4 \text{ cm}^2$

untere horizontale Balkenzugkraft max $Z_b = 350.17 \text{ kN}$, erf. $A_{sb} = 8.1 \text{ cm}^2$

Bewehrung:

Zugband horizontal: 2 Stabstahl ds 20 mm, vorh. $A_{sh} = 6.3 \text{ cm}^2$

Vertikal aufhängung: 2 Vertikal bügel ds 12 mm, vorh. $A_{sv} = 4.5 \text{ cm}^2$

Schräges Zugband: 2 Schrägbügel ds 16 mm, vorh. $A_{ss} = 8.0 \text{ cm}^2$

Spaltzugbew. Nasenmitte: 1 hor. Steckbügel ds 8 mm, vorh. $A_{sw} = 1.0 \text{ cm}^2$

Bewehrungsführung:

Vorhandene Abstände für das Stabwerkmodell (Fall b schräge Abrißkante):

Oberste Druckstrebe zur Oberkante Plattenbalken $= 6.25 \text{ cm}$

Unterkante Trägerkonsole zum horizontalen Zugband $= 5.05 \text{ cm}$

Abrißkante zum schrägen Zugband (Schrägbügel) $= 4.00 \text{ cm}$

Unterkante Balken zur unteren Balkenbewehrung $= 5.00 \text{ cm}$

Verankerung: Verbundbedingung werden für alle Stäbe als gut angesehen

Verankerung des horizontalen Zugbands:

Konsole(Lagerplatte): $l_{b, \text{net}} = 36.1 \text{ cm}$, $l_{b, \text{dir}} = 24.1 \text{ cm} > l_{b, \text{vorh}} = 12.0 \text{ cm}$

Verankerungslänge nicht ausreichend, angeschweißte Ankerplatte erforderlich

im Balkenbereich (gerades Stabende): $l_{b, \text{net}} = 51.6 \text{ cm}$

erforderliche Gesamtlänge: $l_{\text{erf}} = l_{b, \text{dir}} + l + l_{b, \text{net}} = 125 \text{ cm}$

Verankerung des schrägen Zugbands (Neigung = 34.5 Grad):

Trägerkonsole (Nase): $l_{b,net} = 31.9 \text{ cm}$, $l_{b,dir} = 21.3 \text{ cm} > l_{b,vorh} = 19.2 \text{ cm}$

Verankerungslänge nicht ausreichend, angeschweißte Ankerplatte erforderlich
im Balkenbereich durch Übergreifung (gerades Stabende): $l_{s,erf} = 91.1 \text{ cm}$
erforderliche Gesamtlänge: $l_{erf} = l_{b,dir} + l_{schräg} + l_{s,erf} = 219 \text{ cm}$

Erforderliche Biegerollendurchmesser dbr:

Schräges Zugband (Schrägbügel) im Trägerkonsolenbereich $d_{br,erf} = 0.0 \text{ cm}$

Aufbiegung im Balkenbereich $d_{br,erf} = 24.0 \text{ cm}$

Spaltzugbewehrung Nasenmitte (horizontale Steckbügel) $d_{br,erf} = 3.2 \text{ cm}$