

4H-BETON Detailinformationen

4H-BETON, Stb.-Detailnachweise, umfasst 12 Einzelnachweisprogramme zu Nachweis / Bemessung von Trägerdurchbrüchen, Konsolen, Lasteinleitungen sowie ein- und zweiachsiger Querschnittsbemessung (EC 2, DIN Fb, DIN 1045-1, DIN 1045, ÖNorm)

Seite überarbeitet Februar 2013

[Bestellformular](#) 

Detailinformationen

- Trägerdurchbrüche 
- **Lastkonsole**
- Auflagerkonsole 
- Lasteinleitung 
- 1-achs. Bemessung/Nachw. ... 
- 2-achs. Bemessung/Nachw. ... 

Handbuch 

Lastkonsole

Infos auf dieser Seite

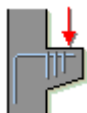
[... als pdf](#) 

- | | |
|---|--|
| • Eingabeoberfläche  | • Bemessung  |
| • Material  | • Literatur  |
| • Geometrie  | • Druckdokumente  |
| • Belastung  | |

ähnliche 4H-Programme

- Stahlbau 
- Holzbau 
- Mauerwerksbau 
- Programmübersicht 

Kontakt 



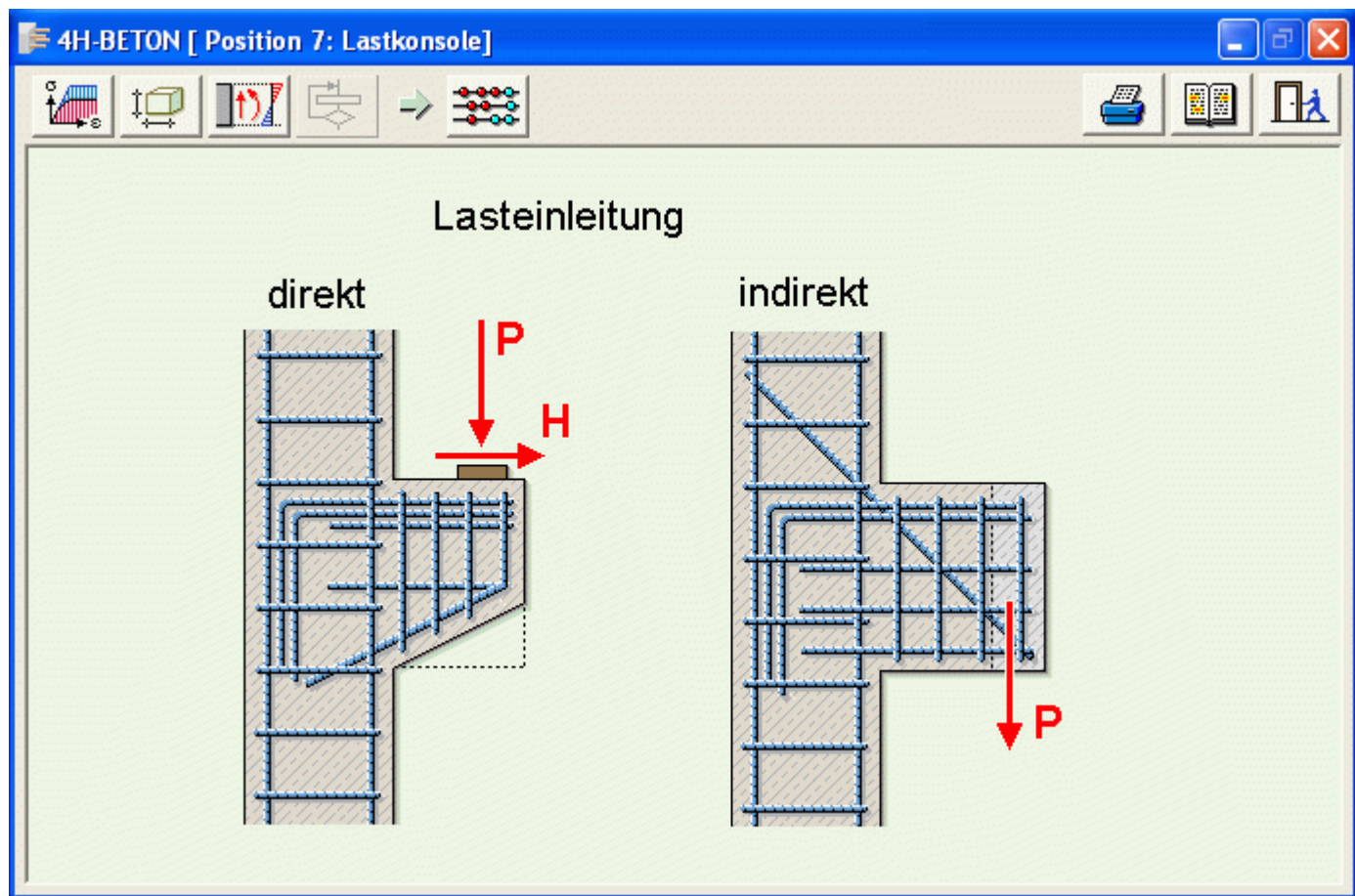
der Nachweistyp *Lastkonsole* beinhaltet direkt und indirekt belastete Konsolen, die nach

- Verfahren nach Heft 525, DAfStb
- ... Reineck, Betonkalender 2005
- Verfahren nach Leonhardt
- ... Grasser, Betonkalender 1995
- ... Heft 399, DAfStb
- ... Heft 430, DAfStb

bemessen und nachgewiesen werden.

Eingabeoberfläche

Die Eingabeoberfläche enthält neben einer großen Prinzipskizze im Kopfbereich eine Steuerbuttonleiste, über die die Eigenschaftsblätter zur Beschreibung der Problemstellung aufgerufen werden.



Materialeigenschaften

Detaillierte Erläuterungen zu den Materialeigenschaften finden Sie hier [...](#)

MATERIAL

Norm: **DIN 1045-1 (8.08)**

Normalbeton: **DIN 1045 (7.88)**
DIN 1045-1 (8.08)
DIN-Fb 102 (3.09)

ρ_c : **2200** kg/m³ α_c : **0.850**

Bewehrung: **BSt 500 (B)**

Spannungsdehnungslinie des Betons

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit: **9.1.6** Parabel-Rechteck

Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit sowie Verformungen: **9.1.6** Parabel-Rechteck

☐ Kriechen und Schwinden

φ_{eff} : **0.000** $\varepsilon_{CS,0}$: **-0.000** %

Bemessungssituation: **Grundkombination**

NORMALBETON: γ_c **1.50**

BEWEHRUNG: γ_s **1.15**

☐ Expositionsklasse: **X0**

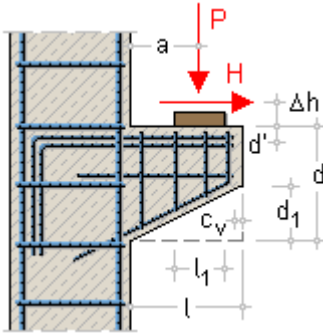
Festlegung der Geometrie



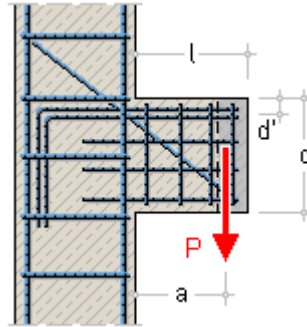
durch Anklicken nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Geometriedaten der Lastkonsole aktiviert.

Es kann zwischen einer direkten und indirekten Lasteinleitung sowie einer direkt belasteten Bandkonsole unterschieden werden.

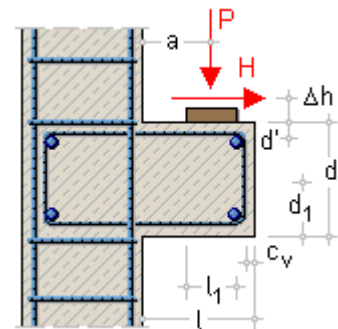
direkte Lasteinleitung



indirekte Lasteinleitung



Bandkonsole



Folgende Abmessungen sind festzulegen

- l Länge der Konsole
- d Höhe der Konsole
- b Breite der Konsole
- d' Abstand vom Betonrand zum Schwerpunkt der Zugbewehrung

Bei direkt belasteten Konsolen kann die Last über eine Lagerplatte eingeleitet werden

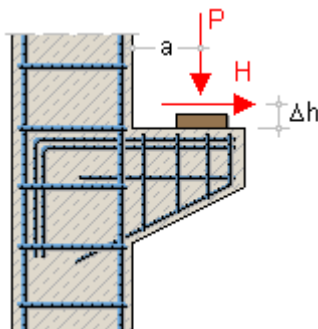
- l_1 Lagerplattenlänge
- b_1 Lagerplattenbreite
- c_v Betondeckung zum seitlichen Konsolrand

Festlegung von Belastung und Anwendungsverfahren



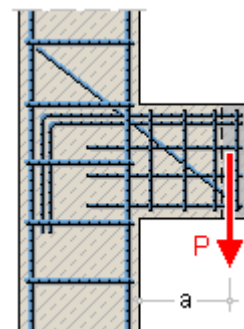
durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Belastung aktiviert.

Im Falle einer Bemessung mit einer **direkten** Lasteinleitung können eine Vertikalkraft P und eine Horizontalkraft H jeweils mit ihren Angriffspunkten a und D_h festgelegt werden.



Bei der **indirekten** Lasteinleitung ist nur die Eingabe einer Vertikalkraft P mit dem Angriffspunkt a möglich.

Mit der Verteilungszahl lässt sich der direkte Lastanteil festlegen.



Die Lasten sind als Bemessungsgrößen im Grenzzustand der Tragfähigkeit anzugeben.

Die Bemessung kann nach verschiedenen Verfahren erfolgen.

Bei einer Berechnung n. DIN 1045 sind folgende Bemessungsmöglichkeiten in das Programm 4H-BETON integriert

- Verfahren nach Leonhardt
- ... Grasser, Betonkalender 1995
- ... Heft 399, DAfStb
- ... Heft 430, DAfStb

Bei einer Bemessung nach DIN 1045-1 sind neben dem Verfahren nach Heft 430, DAfStb, weitere Möglichkeiten in das Programm 4H-BETON integriert

- Verfahren nach Heft 525, DAfStb
- ... Reineck, Betonkalender 2005

Erläuterungen zur Durchführung der Bemessung sowie die Literaturhinweise sind hier zu finden.



Bei direkter Lasteinleitung kann ein Nachweis für dynamische Lasten (**Ermüdungsnachweis**) nach DIN 1045-1 geführt werden.

Der Nachweis erfolgt nach DIN 1045-1, Abschnitt 10.8.4, für die Zuggurtbewehrung und die Betondruckstrebe. Die Spaltzugbewehrung wird proportional der Zuggurtbewehrung ermittelt.

Dazu sind in einem gesonderten Eigenschaftsblatt neben der zulässigen Spannungsamplitude und dem Betrachtungszeitraum die zwei maßgebenden ermüdungsrelevanten Bemessungslasten im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit anzugeben.

➔ ERMÜDUNGSNACHWEIS

Zuggurtbewehrung

Betondruckstrebe

$\Delta\sigma_s$

140

N/mm²

t_0

28

d

Schnittgrößen (Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit)

P_1

242.0

kN

P_2

132.0

kN

H_1

35.0

kN

H_2

6.0

kN

✖

✔

Die eingegebenen Konsollasten werden in die ermüdungsrelevante Schnittgrößenkombinationen bezogen auf den Schwerpunkt des Konsolkörpers umgerechnet

$$N = H \dots \text{und} \dots M = -(P \cdot a + H \cdot (\Delta h + d/2))$$

Der Ermüdungsnachweis liefert ggf. eine Bewehrungserhöhung für die Längs- und/oder die Bügelbewehrung. Betonversagen der Druckstrebe wird ebenfalls gekennzeichnet.

Durchführung der Bemessung



durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird die Bemessung der Konsole gestartet.

Es können direkt und **indirekt** belastete Konsolen nach den Vorschlägen von

- Heft **525**, DAfStb, oder **Reineck** (nur DIN 1045-1)
- Heft **430**, DAfStb (DIN 1045 und DIN 1045-1)
- **Leonhardt**, **Grasser**, Heft **399**, DAfStb (nur DIN 1045)

bemessen werden.

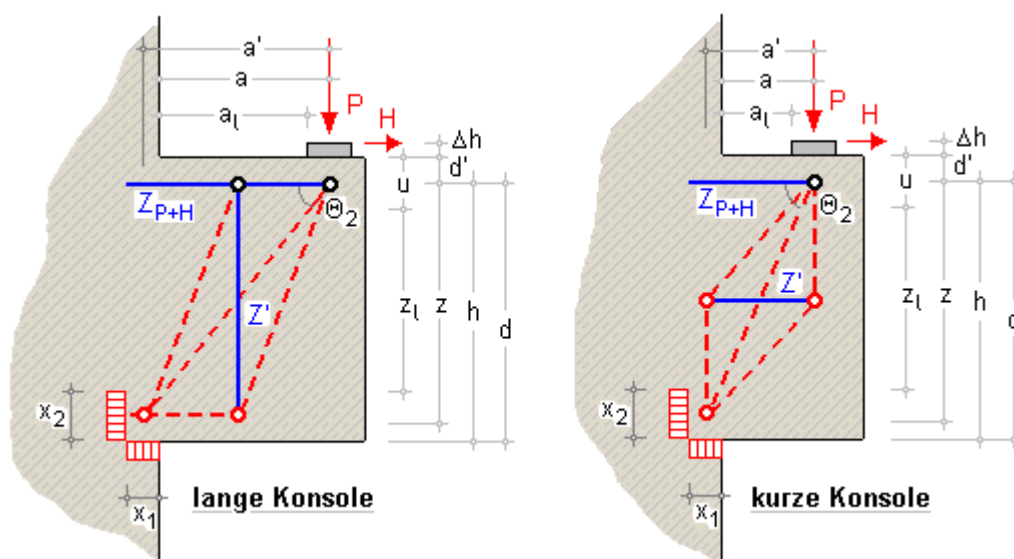
Zur Erfassung von Kranbahnträgerbelastungen kann zudem ein vereinfachter **Ermüdungsnachweis** (nicht DIN 1045) geführt werden.

Konsolen sind zu verstehen als kurze Kragarme mit $0.3 \leq a/h \leq 1.0$ (Leonhardt, Grasser, Heft 399) bzw. $0.3 \leq a/z \leq 2.0$

(Heft 430) bzw. $0.4 \leq a/d \leq 1.0$ (Heft 525) bzw. $a/z \leq 2.0$ (Reineck).

Konsolen werden mit Hilfe von einfachen Stabwerksmodellen aus Zugstab und Druckstrebe bemessen.

• direkte Lasteinleitung



Bei der direkten Lasteinleitung entsteht unter der Lasteinleitung eine horizontale Zugkraft aus der vertikalen Last P, die zusätzlich zu der Horizontalkraft von der Zugbewehrung aufgenommen werden muss.

Diese Zugkraft ist auf Stahlversagen zu bemessen.

Aus der vertikalen Last P ergibt sich eine Druckstrebe, die gegen Betonbruch zu bemessen ist.

• Verfahren n. Heft 430 (DIN 1045 und DIN 1045-1)

$a_l/z < 0.5$ kurze Konsole

$a_l/z \geq 0.5$ lange Konsole

Zuggurtbewehrung

Bemessung im Schnitt $(a + x_1/2)$... mit ... $x_1 = P/(b \cdot \beta_R)$... und ... DIN 1045-1 $\beta_R = f_{cd}$

... für ... $M = -P \cdot (a + x_1/2) - H \cdot (\Delta h + d/2) \Rightarrow Z_{P+H}, z, A_{s,h}$

Annahme

$z = 0.95 \cdot h$... und ... zul fak = 0.8 (DIN 1045) ... bzw. ... 0.6 (DIN 1045-1)

Nachweis der Betondruckstrebe

$a_l/z < 0.5$ $\sigma = \frac{\gamma \cdot P \cdot (a + x_1/2)/z}{b \cdot \sin \Theta_2 \cdot (u \cdot \sin \Theta_2 + x_1 \cdot \cos \Theta_2)} \leq \text{zul fak} \cdot \beta_R$... mit ...

$a_l = a - x_1/2$... und ... $u \approx 2 \cdot d'$... und ... $z_l = z - d' - x_1/2$

$\tan \Theta = \tan \varphi \cdot \left(1 - \frac{0.6 \cdot b \cdot z \cdot \beta_{bz} \cdot \tan \varphi}{P} \right)$... und ... $\tan(2\varphi) = 3 \cdot (a + x_1/2)/z$

$z_l < a \cdot \cot \Theta$ $\cot \Theta_2 = z/a \cdot (1 - z_l/(2 \cdot a \cdot \cot \Theta))$

$z_l \geq a \cdot \cot \Theta$ $\cot \Theta_2 = \cot \Theta/2 + u/(2 \cdot a)$

$a_l/z \geq 0.5$ $\sigma = \frac{\gamma \cdot P}{b \cdot \sin \Theta_2 \cdot (x_1 \cdot \sin \Theta_2 + u \cdot \cos \Theta_2)} \leq \text{zul fak} \cdot \beta_R$... mit ...

$\cot \Theta_2 = Z_E/P$... und ... $Z_E = P \cdot a/z \cdot (1 - 0.5 \cdot (a_l/z \cdot \cot \Theta)^2)$

$\tan \Theta = 1 - \frac{0.6 \cdot b \cdot z \cdot \beta_{bz}}{P}$ (s.o. mit $\tan \varphi = 1$) ... und ... DIN 1045-1 $\beta_R = f_{ctm}$

Spaltzugbewehrung

$a_l/z < 0.5$ horizontale Bügel aus $Z = P \cdot z_l/z \cdot \tan \Theta \Rightarrow \text{erf } A_{sbü,h}$

$a_l/z \geq 0.5$ vertikale Bügel aus $Z = P \cdot (a_l/z \cdot \tan \Theta)^2 \Rightarrow \text{erf } A_{sbü,v}$

• Verfahren n. Heft 525 (DIN 1045-1)

$a/d < 0.5$ kurze Konsole

$a/d \geq 0.5$ lange Konsole

Querkraft

$V_{Ed} = F_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b \cdot z_Q \cdot f_{cd}$... mit ... $v = (0.7 - f_{ck}/200) \geq 0.5$... und ... $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c$... und ... $z_Q = 0.9 \cdot h$

Zuggurtbewehrung

$Z_{Ed} = F_{Ed} \cdot a_0/z_0 + H_{Ed} \cdot (\Delta h + d' + z_0)/z_0$... mit ... $a_0/z_0 \geq 0.4$... und ... $z_0 = h \cdot (1 - 0.4 \cdot V_{Ed}/V_{Rd,max})$

Spaltzugbewehrung

$a/d \leq 0.5$... und ... $V_{Ed} > 0.3 \cdot V_{Rd,max} \Rightarrow$ horizontale Bügel mit $\text{erf } A_{sbü,h} = 0.5 \cdot A_{sh}$

$a/d > 0.5$... und ... $V_{Ed} \geq V_{Rd,ct}$ $\Rightarrow$ vertikale Bügel mit ... $\text{erf } A_{sbü,v} = A_{sh} \cdot 0.7 \cdot F_{Ed}$
mit $V_{Rd,ct}$ aus DIN 1045-1, Abs. 10.3

Lagerpressung

$\sigma = P/(l_1 \cdot b_1) \leq 0.85 \cdot f_{cd}$ aus Heft 525, zu Abs. 13.8.4

• Verfahren n. Reineck (DIN 1045-1)

$a'/z < 0.5$ kurze Konsole

$a'/z \geq 0.5$ lange Konsole

Zuggurtbewehrung

$x_1 = P/(b \cdot \sigma_c)$... mit ... $\sigma_c = \chi \cdot f_{cd}$... für ... $f_{ck} \leq 50 \text{ N/mm}^2$... $\chi = 0.95$
... für ... $f_{ck} > 50 \text{ N/mm}^2$... $\chi = 1.05 - f_{ck}/500$

$a' = a + x_1/2 + \frac{H}{P} \cdot (d' + \Delta h)$... und ... $x_2 = h - \sqrt{h^2 - 2 \cdot a' \cdot x_1}$... mit ... $x_2/0.8 \leq 0.4 \cdot h$

$\cot \Theta_2 = a'/z$... mit ... $z = h - x_2/2$

$Z_{P+H} = P \cdot \cot \Theta_2 + H \Rightarrow A_{s,h}$

Nachweis der Druckstrebe

kurze Konsole ... kann entfallen, wenn horizontale Bügel für $T_3 = 0.2 \cdot P \Rightarrow A_{sbü,h}$ angeordnet werden

lange Konsole ... Nachweis der Querkraft analog Heft 525 (s.o.)

Spaltzugbewehrung

$a'/z > 0.5$... vertikale Bügel für $F_1 = 2/3 \cdot (a'/z - 0.5) \cdot P \Rightarrow A_{sbü,v}$

Lagerpressung

$\sigma = P/(l_1 \cdot b_1) \leq 0.80 \cdot f_{cd}$

• Verfahren n. Leonhardt (DIN 1045)

$a/h < 0.5$ kurze Konsole

$a/h \geq 0.5$ lange Konsole

Annahme

$h \leq 2 \cdot a$... und ... $z = 0.8 \cdot h$

Zuggurtbewehrung

$$Z_P = P \cdot a / z \quad \dots \text{ und } \dots \quad Z_H = H \cdot \left(1 + (\Delta h + d') / z \right) \Rightarrow A_{s,h}$$

Betondruckstrebe

$$\min b \approx \frac{5.0 \cdot \left(P + H \cdot \frac{\Delta h + d'}{a} \right)}{h \cdot \beta_R} \cdot (1.3 + a/h) \leq b$$

Spaltzugbewehrung konstruktiv**Lagerpressung**

$$\sigma = P / (l_1 \cdot b_1) \leq 0.80 \cdot \beta_R$$

• Verfahren n. Grasser (DIN 1045)

$a/h < 0.5$ kurze Konsole

$a/h \geq 0.5$ lange Konsole

Annahme

lange Konsole ... $z = 0.85 \cdot h$... bzw. kurze Konsole ... $z = a/0.6$

Weitere Berechnung der Zuggurtbewehrung s. Leonhardt.

Nachweis der Querkraft

$$\tau_0 = \frac{P}{b \cdot z} \leq \tau_{zul} = \tau_{03} - \frac{(\tau_{03} - \tau_{02}) \cdot a}{2 \cdot h}$$

Spaltzugbewehrung

horizontale Bügel für ... $Z_{b\ddot{u}} = Z_p / 3 \Rightarrow \text{erf } A_{sb\ddot{u},h}$

Lagerpressung s. Leonhardt

• Verfahren n. Heft 399 (DIN 1045)

$a/h < 0.5$ kurze Konsole

$a/h \geq 0.5$ lange Konsole

Querkraft

lange Konsole ... $z = 0.9 \cdot h$... bzw. kurze Konsole ... $z = a/0.6$ (s. Grasser)

$$\tau_0 = \frac{P}{b \cdot z_Q} \leq \tau_{zul} = \tau_{03}$$

Annahme

$$z = h \cdot (1 - 0.4 \cdot \tau_0 / \tau_{zul}) \leq 2.5 \cdot a$$

weitere Berechnung der Zuggurtbewehrung s. Leonhardt

Spaltzugbewehrung

$a/h < 0.5$... und ... $\tau_0 > \tau_{012} \Rightarrow$ horizontale Bügel mit $\text{erf } A_{sb\ddot{u},h} = 0.5 \cdot A_{sh}$

$a/h \geq 0.5$... und ... $\tau_0 > \tau_{011} \Rightarrow$ vertikale Bügel mit $\text{erf } A_{sb\ddot{u},v} = 0.7 \cdot A_{sh}(P)$

Lagerpressung s. Leonhardt

• Verankerungslänge der Zuggurtbewehrung

Die Zuggurtbewehrung $A_{s,h}$ muss ausreichend verankert sein, damit sich die Kraftverläufe entsprechend der o.a. Verfahren ausbilden können.

Die Verankerungslänge wird nur bei Anordnung einer Lagerplatte ermittelt.

Nach Fingerloos/Stenzel (BK 07) ergibt sich für eine direkte Auflagerung (s. DIN 1045-1, 12.6.2)

$$\text{erf } l_b = l_{b,\text{dir}} + \Delta a_c \quad \dots \text{ mit } \dots$$

$$l_{b,\text{dir}} = 2/3 \cdot l_{b,\text{net}} \geq 6.7 \cdot d_s$$

$$l_{b,\text{net}} = \alpha_a \cdot l_b \cdot \frac{A_{s,\text{erf}}}{A_{s,\text{vorh}}} \geq l_{b,\text{min}}$$

$$l_{b,\text{min}} = 0.3 \cdot \alpha_a \cdot l_b \geq 10 \cdot d_s \quad \dots \text{ für die Verankerung von Zugstäben}$$

$$l_b = \frac{d_s \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} \quad \dots \text{ Grundwert der Verankerungslänge}$$

$$f_{yd} \dots f_{bd} \dots \alpha_a \quad \dots \text{ können DIN 1045-1 entnommen werden}$$

$$\Delta a_c = d' \cdot H_{Ed} / F_{Ed}$$

Der vorhandene Platz zur Verankerung ergibt sich aus geometrischen Bedingungen zu

$$\text{vorh } l_b = l_k - a_l + l_1/2 - c_v \quad \dots \text{ mit } \dots$$

l_k Länge der Konsole

a_l Abstand des Lastangriffs vom Stützenrand

l_1 Länge der Lagerplatte

c_v Betondeckung der Zuggurtbewehrung zum seitlichen Konsolrand

indirekte Lasteinleitung

Bei der indirekten Lasteinleitung wird ein Teil der Last über eine Aufhängebewehrung zum oberen Rand geführt und dann wie bei der direkten Lasteinleitung behandelt.

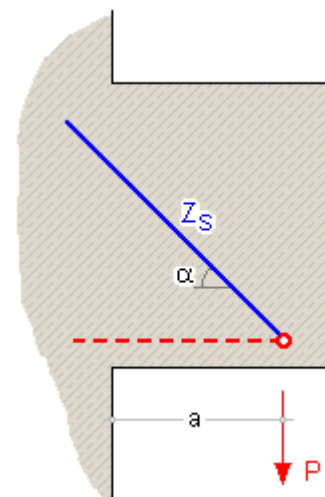
Der andere Teil der Last wird durch Schrägeisen rückwärtig verankert.

Aufhängebewehrung

$$Z = \text{Vert} \cdot P \Rightarrow \text{erf } A_{s,v} \quad \dots \text{ mit } \dots \text{ Vert} = \text{Verteilungszahl}$$

Schrägbewehrung

$$Z_s = \frac{(1 - \text{Vert}) \cdot P}{\sin \alpha} \quad \dots \text{ mit } \dots \sin \alpha = \sqrt{(a/z)^2 + 1.0} \Rightarrow \text{erf } A_{s,s}$$



Literatur

- F. Leonhardt & E. Mönning: Vorlesungen über Massivbau, Zweiter Teil: Sonderfälle der Bemessung im Stahlbetonbau, Springer-Verlag, 1986
- E. Grasser: Bemessung für Biegung mit Längskraft, Schub und Torsion, Betonkalender Teil I, Verlag Ernst und Sohn, 1985
- R. Eligehausen & R. Gerster: Das Bewehren von Stahlbetonbauteilen, Heft 399, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Beuth Verlag GmbH, 1993
- M. Jennewein & K. Schäfer: Standardisierte Nachweise von häufigen D-Bereichen, Heft 430, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Beuth Verlag GmbH, 1992
- J. Hegger & W. Roesner: Zur Ausbildung von Knoten. In: Erläuterungen zur DIN 1045-1, Heft 525, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Beuth Verlag GmbH, 2003
- K. Schäfer: Anwendung der Stabwerkmodelle. In: Heft 425, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Beuth Verlag GmbH, 1992
- K.-H. Reineck: Modellierung der D-Bereiche von Fertigteilen,

Druckdokumente

• Lastkonsolen

- direkte Lasteinleitung  engl. ... 
- indirekte Lasteinleitung  engl. ... 
- Bandkonsole  engl. ... 

zur Hauptseite 4H-BETON 

