






# 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** ..... 





## Auflagerkonsole

### Infos auf dieser Seite

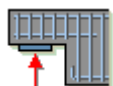
... als pdf 

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

## ähnliche 4H-Programme

- Stahlbau ..... 
- Holzbau ..... 
- Mauerwerksbau ..... 
- Programmübersicht ..... 

**Kontakt** ..... 



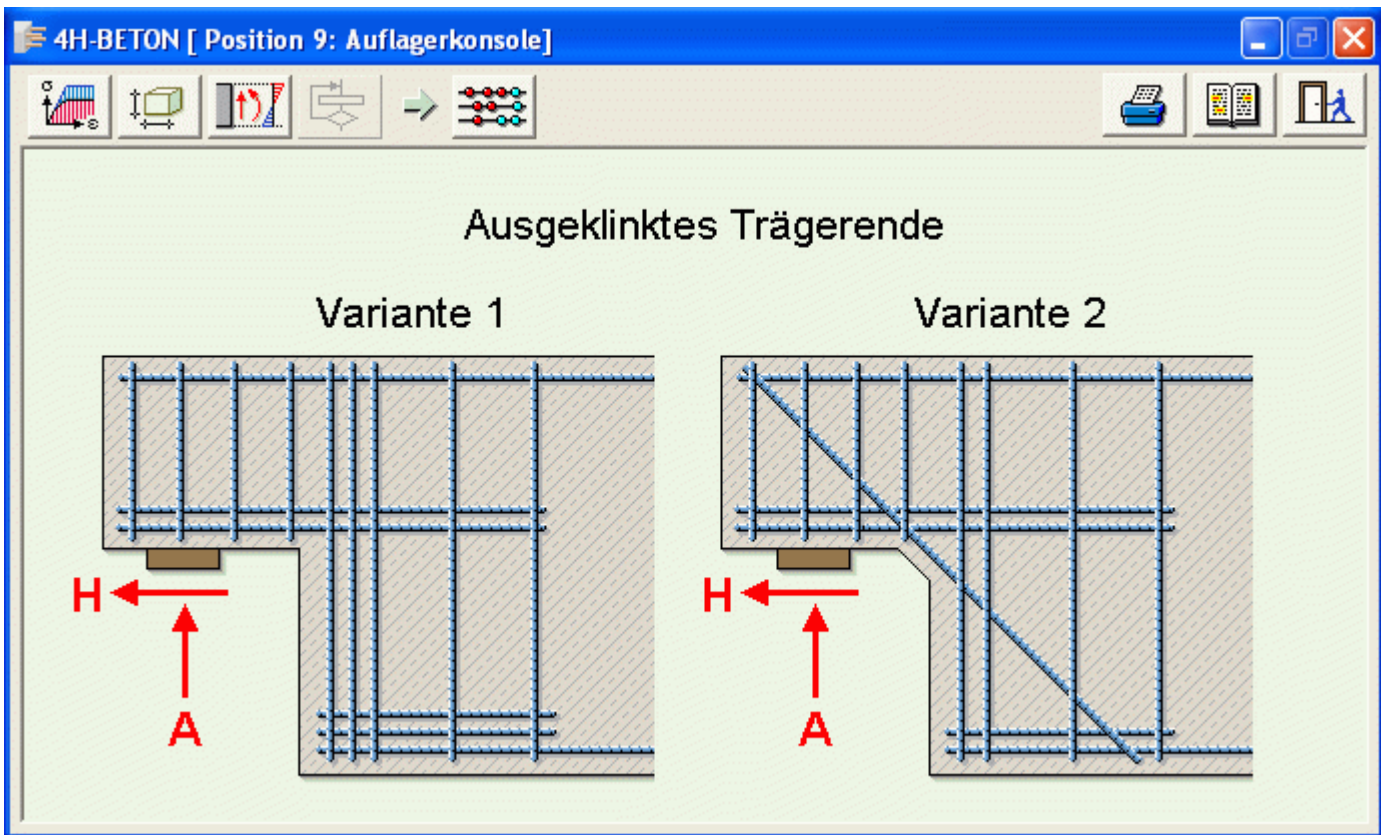
der Nachweistyp *Auflagerkonsole* beinhaltet zwei Varianten der Bewehrungsführung, die nach

- Verfahren nach Heft 525, DAfStb
- ... Reineck, Betonkalender 2005, bzw.
- Verfahren nach Leonhardt
- ... 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)

$\rho_c$  2200 kg/m<sup>3</sup>     $\alpha_c$  0.850

Bewehrung Bst 500 (B)

Spannungsdehnungslinie des Betons

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit 9.1.6 Parabel-Rechteck

Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichk. sowie Verformungen 9.1.6 Parabel-Rechteck

Kriechen und Schwinden ...

$\varphi_{eff}$  = 0.000     $\epsilon_{cs,0}$  = -0.000 ‰

Bemessungssituation

Grundkombination


NORMALBETON     $\gamma_c$  1.50

BEWEHRUNG     $\gamma_s$  1.15

Expositionsklasse X0

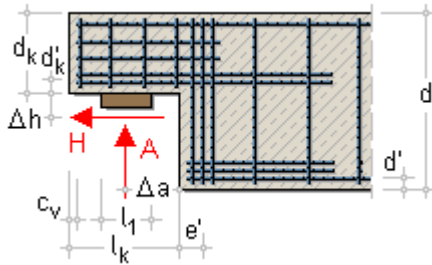
✖
?
✔

## Festlegung der Geometrie

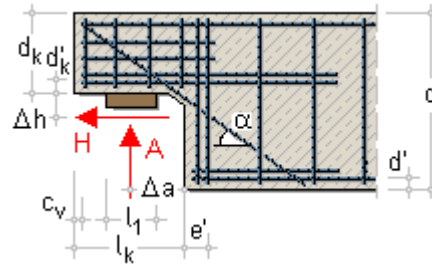
 durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der geometrischen Daten des abgesetzten Auflagers aktiviert.

Hinsichtlich der Bewehrungsführung kann zwischen zwei Varianten unterschieden werden.

### Variante 1



### Variante 2




Zur Beschreibung der Konstruktion sind folgende Abmessungen anzugeben

- d Trägerhöhe
- b Trägerbreite
- $d_k$  Konsolhöhe
- $l_k$  Konsollänge
- $e'$  Abstand vom Schwerpunkt der Aufhängebewehrung zum Querschnittsprungrand
- $d'$  Abstand vom Betonrand zum Schwerpunkt der Trägerzuglängsbewehrung
- $d'_k$  Abstand vom Betonrand zum Schwerpunkt der Konsolzugbewehrung
- a Neigungswinkel der Schrägeisen (für Bewehrungsvariante 2)

Die Last kann über eine Lagerplatte in die Konsole eingeleitet werden

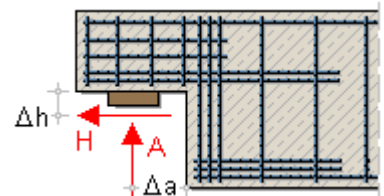
- $l_1$  Lagerplattenlänge
- $b_1$  Lagerplattenbreite
- $c_v$  Betondeckung zum seitlichen Konsolrand

## Festlegung von Belastung und Anwendungsverfahren

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

In diesem Eigenschaftsblatt werden die vertikale Auflagerkraft  $A$  mit ihrem Lastangriffspunkt  $\Delta a$  sowie die Horizontalkraft  $H$  mit  $\Delta h$  als Bemessungsgrößen im Grenzzustand der Tragfähigkeit festgelegt.

Im Fall von Bewehrungsvariante 2 ist zusätzlich die Verteilungszahl festzulegen, mit der der direkte Lastanteil berechnet wird.



Die Bemessung des abgesetzten Auflagers kann nach verschiedenen Vorschlägen erfolgen, die in einer Listbox zu bestimmen sind.

Im Programm 4H-BETON sind für Berechnungen nach DIN 1045 integriert:

- Verfahren nach Leonhardt
- ... Heft 399, DAfStb
- ... Heft 430, DAfStb

Bei einer Berechnung nach DIN 1045-1 sind neben dem Heft 430, DAfStb, weitere Möglichkeiten im Programm 4H-BETON integriert

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

### Durchführung der Bemessung



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

Es können **zwei** Varianten von abgesetzten Auflagern nach den Vorschlägen von

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

berechnet werden.

Bei abgesetzten Auflagern ist der innere Kraftfluss und damit das Rissbild einerseits vom Verhältnis  $d_k/d$  und andererseits von der Bewehrungsführung abhängig.

Je kleiner  $d_k/d$  ist, umso mehr muss die im Träger ankommende Querkraft  $Q = A$  in die "Nase" hochgehängt werden.

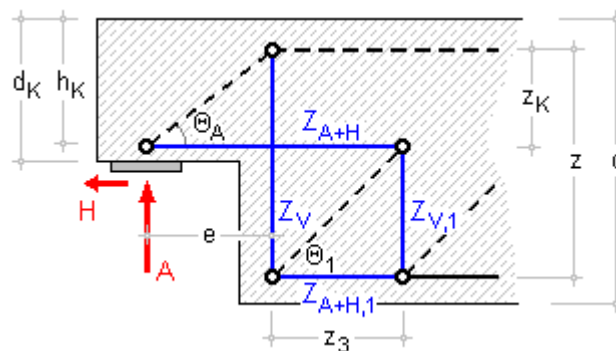
Eine Abschrägung der einspringenden Ecke vermindert die Kerbspannungen und erhöht die Risslast.

Das Aufhängen kann mit lotrechten Bügeln und der zugehörigen Kraft  $Z_V$  (Variante 1) oder mit Schrägeisen - Kraft  $Z_S$  (Variante 2) – geschehen.

Die im Programm integrierten Verfahren gelten für  $0.5 \leq e/h_k \leq 1.0$ !

#### • Variante 1

Der Kraftfluss entspricht folgendem Fachwerkmodell



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

Voraussetzung

$$0.5 \leq e/h_k \leq 1.0 \quad \dots \text{ mit } \dots \quad e = \Delta a + e'$$

Zugbewehrung horizontal

$$\text{Bemessung im Schnitt } e \text{ für } M = A \cdot e + H \cdot d_k/2 \quad \dots \text{ und } \dots \quad N = H \Rightarrow Z_{A+H}, z_k, A_{s,h}$$

Zugbewehrung vertikal

$$Z_V = (A + Z_{A+H}) \cdot (1 - z_k/z) \Rightarrow A_{s,v} \quad \dots \text{ mit } \dots \quad z = d - d' - (d_k - z_k - d'_k)$$

Verankerung von  $A_{s,h}$

$$Z_{V,1} = Z_{A+H} \cdot \frac{z_3}{3 \cdot z} \Rightarrow A_{s,v,1} \quad \dots \text{ mit } \dots \quad z_3 = 1.5 \cdot \sqrt{z_k \cdot (z - z_k)}$$

Nachweis der Betondruckstrebe

$$\sigma_d = \frac{\gamma \cdot A}{b \cdot \sin \Theta_A \cdot (a_1 \cdot \sin \Theta_A + u \cdot \cos \Theta_A)} \leq \text{zul fak} \cdot \beta_R, \text{ DIN 1045-1 } \beta_R = f_{cd}$$

$$\text{mit } \dots a_1 = \frac{\gamma \cdot A}{b \cdot 0.8 \cdot \beta_R} \dots \text{ und } \dots u = 2 \cdot d'_k \dots \text{ und } \dots \cot \Theta_A = \frac{\cot \Theta_1}{2} + \frac{a_1}{2 \cdot z_k}$$

$$\tan \Theta_1 = \frac{1 - 0.6 \cdot b \cdot z_k \cdot \beta_{bz}}{A}, \text{ DIN 1045-1 } \beta_{bz} = f_{ctm}$$

zul fak = 0.8 (DIN 1045) bzw. 0.75 (DIN 1045-1)

### Spaltzugbewehrung

$$\frac{a_l}{z} < 0.5 \dots \text{ horizontale B\u00fcgel aus } Z = P \cdot \frac{z_l}{z} \cdot \tan \Theta \Rightarrow \text{erf } A_{sb\u00fch}$$

$$\frac{a_l}{z} \geq 0.5 \dots \text{ vertikale B\u00fcgel aus } \dots Z = P \cdot \left( \frac{a_l}{z} \cdot \tan \Theta \right)^2 \Rightarrow \text{erf } A_{sb\u00fch,v}$$

Verankerung der L\u00e4ngsbewehrung s. Verfahren nach Heft 399, DAfStb

### • Verfahren n. Heft 525 (DIN 1045-1)

#### Voraussetzung

$$0.5 \leq e/h_k \leq 1.0 \dots \text{ mit } \dots e = \Delta a + e'$$

#### Querkraft

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

#### Zuggurtbewehrung horizontal

$$Z_{A+H} = F_{Ed} \cdot \frac{e}{z_k} + H_{Ed} \cdot \left( \frac{\Delta h + d'_k}{z_k} + 1 \right) \dots \text{ mit } \dots \frac{e}{z_k} \geq 0.4 \dots \text{ und } \dots z_k = h_k \cdot \left( 1 - 0.4 \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} \right)$$

Zugbewehrung vertikal und Verankerung von  $A_{s,h}$  s. Verfahren nach Heft 399, DAfStb

#### Spaltzugbewehrung

$$\frac{a}{d} \leq 0.5 \dots \text{ und } \dots V_{Ed} > 0.3 \cdot V_{Rd,max} \Rightarrow \text{ horizontale B\u00fcgel mit } \dots \text{ erf } A_{sb\u00fch,h} = 0.5 \cdot A_{s,h}$$

$$\frac{a}{d} > 0.5 \dots \text{ und } \dots V_{Ed} \geq V_{Rd,ct} \dots \Rightarrow \text{ vertikale B\u00fcgel mit } \dots \text{ erf } A_{sb\u00fch,v} = A_{s,h} \cdot (0.7 \cdot F_{Ed})$$

mit  $V_{Rd,ct}$  aus DIN 1045-1, Abs. 10.3

Verankerung der L\u00e4ngsbewehrung s. Verfahren nach Heft 399, DAfStb

#### Lagerpressung

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

### • Verfahren n. Reineck (DIN 1045-1)

$$e = \Delta a + e' + H/P \cdot (d' + \Delta h)$$

#### Voraussetzung

$$0.5 \leq e/z_k \leq 1.0$$

#### Annahme

$$z = 0.9 \cdot d \dots \text{ und } \dots z_k = h_k - (h - z) \dots \text{ mit } \dots h_k = d_k - d'_k \dots \text{ und } \dots h = d - d'$$

#### Zuggurtbewehrung horizontal

$$Z_{A+H} = A \cdot \cot \Theta_A + H \Rightarrow A_{s,h} \dots \text{ mit } \dots \cot \Theta_A = e/z_k$$

Zugbewehrung vertikal und Verankerung von  $A_{s,h}$

für  $\theta_1 = \theta_A$ :  $Z_V = Z_{V1} = A \Rightarrow A_{s,v}, A_{s,v1}$

Nachweis der Druckstrebe

kurze Konsole ( $e/z < 0.5$ ) ..... kann entfallen, wenn horizontale Bügel angeordnet werden für ...  $T = 0.2 \cdot P \Rightarrow A_{sbü,h}$

lange Konsole ( $e/z \geq 0.5$ ) ..... Nachweis der Querkraft analog Heft 525 (s.o.)

Spaltzugbewehrung bei  $e/z > 0.5$

vertikale Bügel für ...  $F_1 = 2/3 \cdot (e/z - 0.5) : A \Rightarrow A_{sbü,v}$

Verankerung der Längsbewehrung s. Verfahren nach Heft 399, DAfStb

Lagerpressung

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

### • Verfahren n. Leonhardt (DIN 1045)

Während die grundsätzliche Bewehrungsführung und die Abmessung der Nase nach Teil 3, 1977, anzuordnen sind, wird die Berechnung des Zuggurtes und der Nachweis der Betondruckstrebe nach Teil 2, 1986, durchgeführt.

Voraussetzung

$$0.5 \leq e/h_k \leq 1.0 \quad \dots \text{ mit } \dots e = \Delta a + e'$$

Annahme

$$z_k = 0.8 \cdot h_k$$

Zugbewehrung horizontal

$$Z_{A+H} = A \cdot e/z_k + H \cdot (1 + d'_k/z_k) \Rightarrow A_{s,h}$$

Zugbewehrung vertikal

$$Z_V = A \Rightarrow A_{s,v}$$

Abmessungen der Nase

$$\min h_k = \frac{4 \cdot A}{b \cdot \beta_R / \gamma} \leq h_k$$

Betondruckstrebe

$$\min b \approx \frac{5 \cdot (A + H \cdot d'_k/e)}{h_k \cdot \beta_R} \cdot (1.3 + e/h_k)$$

Spaltzugbewehrung konstruktiv

Verankerung der Längsbewehrung konstruktiv

Lagerpressung

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

### • Verfahren n. Heft 399 (DIN 1045)

Voraussetzung

$$0.5 \leq e/h_k \leq 1.0 \quad \dots \text{ mit } \dots e = \Delta a + e'$$

Querkraft

$$\tau_0 = \frac{A}{z_Q \cdot b} \leq \tau_{zul} = \tau_{03} \quad \dots \text{ mit } \dots z_Q = 0.9 \cdot h$$

Annahme

$$z_k = h_k \cdot (1 - 0.4 \cdot \tau_0 / \tau_{zul}) \leq 2.5 \cdot e$$

Zugbewehrung horizontal

$$Z_{A+H} = A \cdot e / z_k + H \cdot \left( \frac{\Delta h + d'_k}{z_k} + 1 \right) \Rightarrow A_{s,h}$$

Zugbewehrung vertikal

Um die geringere Wirksamkeit einer rein lotrechten Aufhängebewehrung zur Begrenzung der Breite des Kehlrisses zu berücksichtigen, wird näherungsweise die Vertikalkraft  $Z_V$  um den Faktor  $fak$  erhöht.

$$Z_V = fak \cdot A \Rightarrow A_{s,v} \dots \text{ mit } \dots 0 \leq fak = 4 \cdot d_k / d - 1.0 \leq 1.0 \dots \text{ und } \dots fak = 1.0 + fak \cdot d_k / d$$

Verankerung von  $A_{s,h}$

$$Z_{v,1} = Z_{A+H} \cdot \tan \vartheta_1 \Rightarrow A_{s,v,1} \dots \text{ mit } \dots \tan \vartheta_1 = 1 - d_k / d \dots \text{ und } \dots z_3 = (h - h_k) / \tan \vartheta_1$$

Spaltzugbewehrung

$$\frac{a}{h} \leq 0.5 \dots \text{ und } \dots \tau_0 > \tau_{012} \Rightarrow \text{horizontale B\u00fcgel mit } \dots \text{ erf } A_{sb\u00fc,h} = 0.5 \cdot A_{s,h}$$

$$\frac{a}{h} > 0.5 \dots \text{ und } \dots \tau_0 > \tau_{011} \Rightarrow \text{vertikale B\u00fcgel mit } \dots \text{ erf } A_{sb\u00fc,v} = 0.7 \cdot A_{s,h} (P)$$

Verankerung der L\u00e4ngsbewehrung

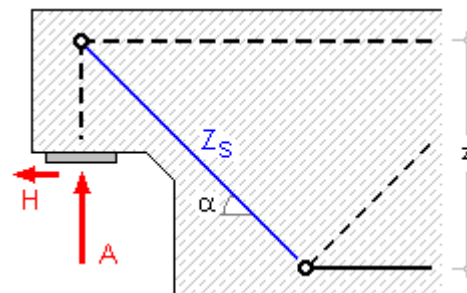
$$Z_{A+H} = Z_{A+H} \Rightarrow A_{s,h1}$$

Lagerpressung s. Leonhardt

## • Variante 2

Bei dieser Variante kann ein Anteil nach Variante 1 und der Restanteil \u00fcber Schr\u00e4geisen oder schräge B\u00fcgel eingeleitet werden.

Die Schr\u00e4gst\u00e4be h\u00e4ngen die ankommende Last direkt \u00fcber dem Auflager in den Druckgurt ein.



Schr\u00e4gbewehrung

$$Z_S = A_2 / \sin \alpha \dots \text{ mit } \dots A_2 = (1 - \text{Vert}) \cdot A \Rightarrow \text{erf } A_{s,S} \dots \text{ und } \dots \text{Vert} = \text{Verteilungszahl}$$

Bemessung des Anteils f\u00fcr die Vertikalbewehrung nach Variante 1

$$A_{\perp} = \text{Vert} \cdot A$$

## • Verfahren n. Leonhardt (DIN 1045)

Wichtig ist die obere Verankerung. Theoretisch tritt aus diesem Lastanteil an der Nase keine Zugkraft auf, dennoch ist dort eine Bewehrung f\u00fcr  $Z_A$  n\u00f6tig, um ein Abscheren der Nase entlang der Schr\u00e4gst\u00e4be zu verh\u00fcten und um  $H$  aufzunehmen.

Zugbewehrung horizontal

$$Z_{A+H} = \left( A_{\perp} + \frac{d}{4 \cdot d_k} \cdot A_2 \right) \cdot e / z_k + H \cdot (1 + d'_k / z_k) \Rightarrow A_{s,h}$$

Abmessungen der Nase

$$\min d_k = \frac{4 \cdot A_2}{b \cdot \beta_R / \gamma \cdot \tan \alpha} \leq d_k$$

## • 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

## Literatur

- F. Leonhardt & E. Mönning: Vorlesungen über Massivbau, Dritter Teil: Grundlagen zum Bewehren im Stahlbetonbau, Springer-Verlag, 1977
- F. Leonhardt & E. Mönning: Vorlesungen über Massivbau, Zweiter Teil: Sonderfälle der Bemessung im Stahlbetonbau, Springer-Verlag, 1986
- 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, Betonkalender Teil 2, Verlag Ernst und Sohn, 2005
- F. Fingerloos & G. Stenzel: Konstruktion und Bemessung von Details nach DIN 1045, Betonkalender Teil 2, Verlag Ernst und Sohn, 2007

## Druckdokumente

### • Auflagerkonsolen

- senkrechte Bügel .....  ..... engl. .... 
- Schrägeisen .....  ..... engl. .... 



zur Hauptseite *4H-BETON* [→](#)



© [pcae](#) GmbH Kopernikusstr. 4A 30167 Hannover Tel. 0511/70083-0