

12U Konsole allgemein

Das Programm ermittelt aus einer gegebenen Belastung die resultierenden Zug- und Druckkräfte in Konsolen und errechnet anschließend die hierfür erforderliche Bewehrung.

Die oben aufgeführten Berechnungen können für Stützenskonsolen mit direkter und indirekter Lasteintragung sowie für Wandkonsolen mit direkter Lasteintragung durchgeführt werden.

System

Folgende Konsolbedingungen sind einzuhalten:

- $0.5 \leq a/h \leq 1.0$ (h: statische Höhe)
- Die Dicke der Konsole sollte in Höhe der Lasteinleitung (Abstand a vom Anschnitt) mindestens $0.5 \cdot dk$ betragen.
- Lastabstand $a \geq lk/2$
- Abstand Lagerplatte bzw. Last von Konsolrand: e1 bzw. $e \geq \text{nom.c} + 3 ds$ ($ds = 16 \text{ mm}$, solange noch keine Bewehrung gewählt wurde)
- Die Lagerplatte muß von der Schlaufenbewehrung umschlossen sein.

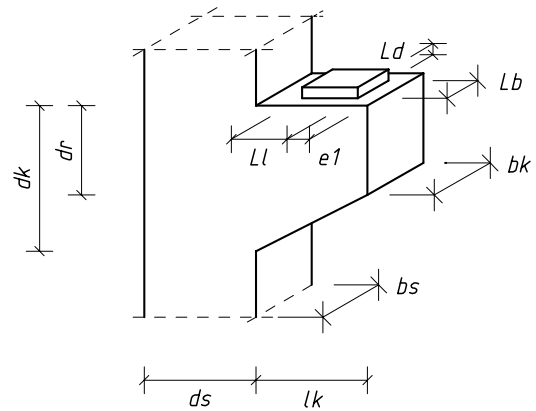


Bild 1: Abmessungen

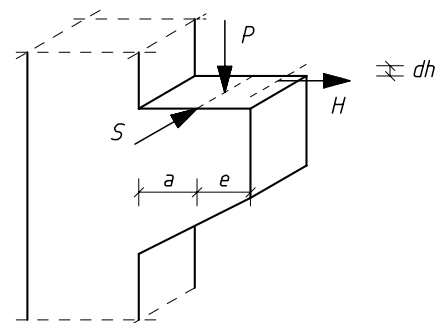


Bild 2.1: Belastung Stützenskonsole

Belastung

Folgende Lastarten können angesetzt werden, wobei die Lastübernahme aus anderen Positionen wie üblich möglich ist (siehe Bild 2.1 und 2.2).

- Vertikale Einzellasten P [kN] im Abstand a vom Anschnitt,
- Horizontale Einzellast H [kN] in der Höhe dh über der OK Konsole (vorzeichengerecht!),
- Horizontale Einzellast S [kN] im Abstand a vom Anschnitt

Für die Wandkonsole können zusätzlich vertikale Streckenlasten q [kN/m] und horizontale Streckenlasten h [kN/m] angesetzt werden.

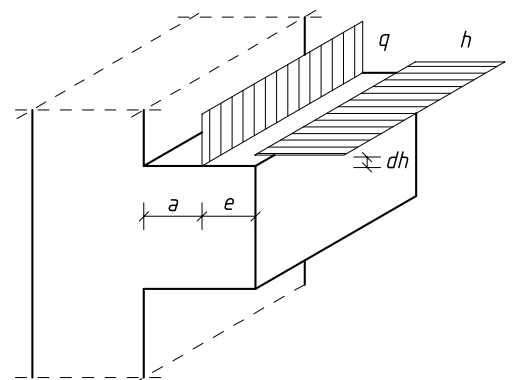


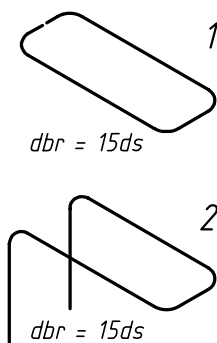
Bild 2.2: Belastung Wandkonsole

Falls bei einer Wandkonsole Einzellasten vorhanden sind, ist als Breite b_k deren Lasteintragungsbreite anzusetzen. Die Belastung kann "überwiegend ruhend" oder "nichtruhend" angesetzt werden.

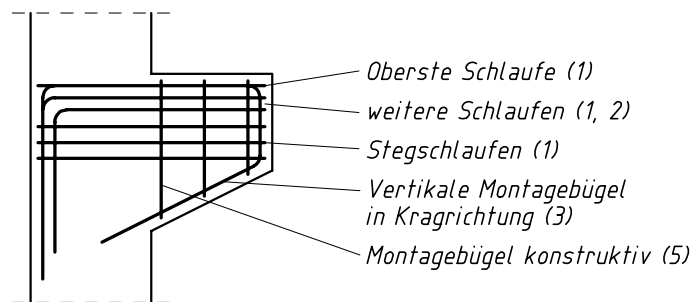
Bemessung und Bewehrungsführung

Das Programm ermittelt - wenn erwünscht - einen Vorschlag zur Bewehrungsführung. Für die Ausführung der Konsolbewehrung sind folgende Eisenformen zulässig:

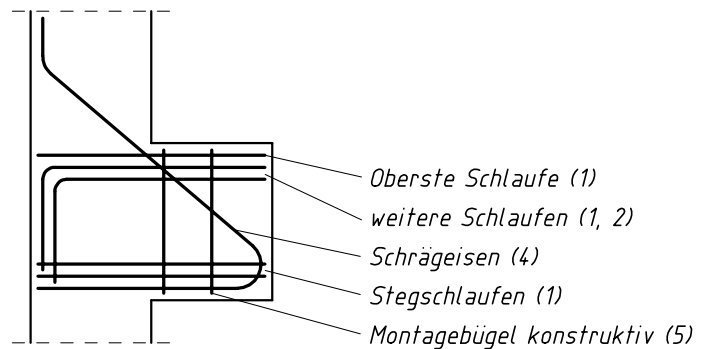
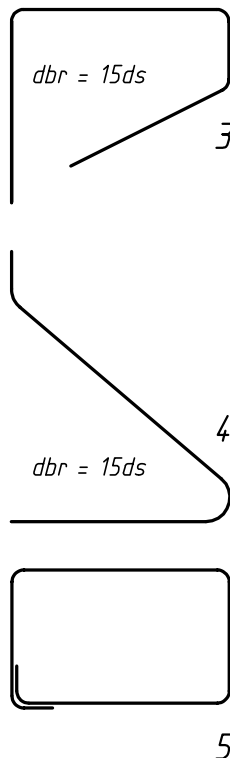
Eisenformen



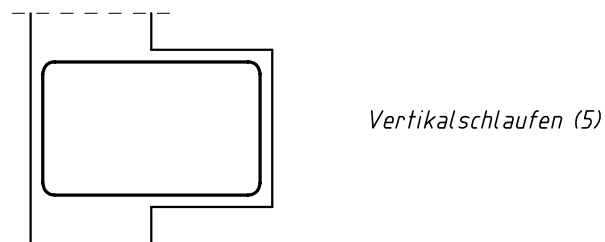
Bewehrung Stützenkonsole direkt



Bewehrung Stützenkonsole indirekt



Bewehrung Wandkonsole



Als erforderliche Bewehrung für die Stegbügel wird $1/3$ der Zugbandbewehrung angesetzt (siehe [3]). Beschränkung in der Anzahl der Eisen: oberste Schlaufen maximal eine Schlaufe, vertikale Montagebügel maximal zwei Stück.

Bemessungsangaben

Neben Beton- und Stahlgüte sowie Betondeckung ist die statische Höhe h anzugeben, die i.a. mit ca. $0.9dk$ angenommen werden kann (Abzug von der Konsoldicke ca. 5-10 cm).

Bei nicht ruhender Belastung ist die Schwingbreite und der Umrechnungsfaktor α_p anzugeben. Die Schwingbreite beträgt i.a. für BSt III und BSt IV 140 N/mm^2 , der Umrechnungsfaktor α_p kann mit 1.0 angenommen werden (siehe auch [2]).

Die Verankerungslängen der horizontalen Schlaufen werden i.a. für Verbundbereich II nachgewiesen, die Verankerungslängen in der Stütze für Verbundbereich I. Der Benutzer kann jedoch die Bereiche ändern, falls z.B. die Stütze / Konsole liegend hergestellt wird.

Für die Bewehrungswahl können eigene Werte eingeben oder wahlweise vom Programm eine Bewehrungswahl vorgeschlagen werden.

Nachweise

1. Nachweis der Druckstrebenspannung

Der Nachweis wird nach [1] geführt. Hierbei wird nachgewiesen, daß die 1.75-fache Druckstrebenspannung die 0.6-fache Rechenfestigkeit des Betons nicht überschreitet (siehe Bild 3):

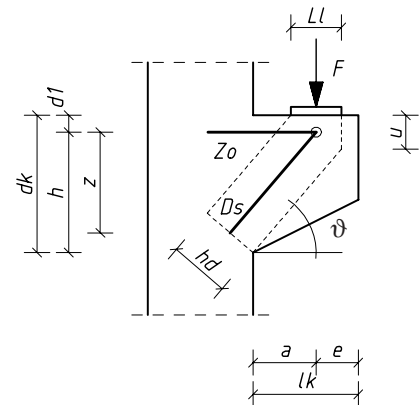
Bei fehlenden Angaben für die Lagerplatte wird die Lagerbreite mit $l_l = d_1$ angenommen. Dabei wird die Dicke der Druckstrebe auf $hd \leq 0.25 h$ beschränkt.

Bei mittelbarer Lasteintragung wird die Hälfte der Belastung oben (direkt), die andere Hälfte unten (indirekt) angesetzt.

Dicke der Druckstrebe: $hd = l_l \cdot (1 + a \cdot \cot \vartheta / u) \cdot \sin \vartheta$

Querschnittsfläche: $A = hd \cdot bk$
 $u = 2 \cdot d_1 (\leq 0.25 \cdot d)$
 $d_1 = dk - h$
 $\tan \vartheta = z / a$

Druckstrebenkraft: $D_s = 1.75 \cdot F / \sin \vartheta$
 $\sigma_{bd} = D_s / A \leq 0.6 \cdot \beta_R$



2. Ermittlung der oberen Zugkraft Z_o

Die Zugkraft oben ergibt sich mit den superponierten Lasten aus Momentengleichgewicht nach [1] bzw. [3] zu:

aus Vertikallast: $Z_o = F \cdot a / z$

aus Horizontallast: $Z_o = H \cdot (1 + \Delta h / z)$
 mit $\Delta h = hd + d_1$

aus seitlicher Last: $Z_o = 2 \cdot S \cdot a / bk$

Bewehrung: erf. $A_{so} = Z_o / \text{zul. } \sigma_s$

3. Ermittlung der schrägen Zugkraft

Bei mittelbarer Lasteintragung wird die Druckstrebe oben mit der Hälfte der Vertikallast wie in 1. ermittelt. Die andere Hälfte wird unten angesetzt. Es ergeben sich analoge Ansätze wie in 1. (siehe Bild 4). Einschränkungen für die Dicke der Druckstrebe und die Höhe des Zugbandes siehe oben.

Bild 3: Ermittlung der Druckstrebenkraft

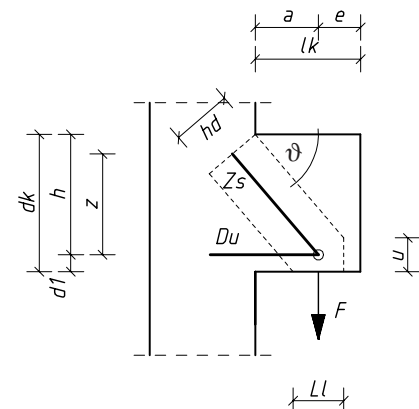


Bild 4: schräge Zugkraft

4. Nachweis der Schwingbreite

Der Nachweis der Schwingbreite wird mit der Differenz aus maximaler und minimaler Zugkraft oben geführt:

$$dZ_o = \max. Z_o - \min. Z_o$$

$$\text{erf.As} = \alpha_p \cdot dZ_o / \text{zul. } 2\sigma_{as}$$

5. Nachweis der Lagerpressung

Der Druckspannungsnachweis erfolgt nach Schlaich [1]. Die 1.75-fachen Vertikalspannungen dürfen die 0.8-fache Rechenfestigkeit des Betons nicht überschreiten:

$$\sigma_b = \gamma \cdot F / A \leq 0.8 \cdot \beta_R \quad (F = \text{gesamte Vertikalkraft, } \gamma = 1.75)$$

6. Nachweis der Verankerungslängen

6.1 Verankerung am Konsolrand (hinter Lagerplatte)

Die vorhandene Verankerungslänge wird ab der Innenkante Lagerplatte gerechnet.

Da der Nachweis der Verankerungslänge nach DIN 1045 i.a. nicht erfüllt ist, wird hier der Nachweis nach Heft 400, S. 107 [4], geführt:

$$l_v \geq \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_A \cdot l_0$$

$$\geq d_{br}/2 + d_s$$

$\alpha_1 = 0.5$ für Schlaufen

$\alpha_2 = 2/3$ für normale Querpressung

$\alpha_A = \text{erf.As} / \text{vorh.As}$

$l_0 =$ Grundmaß der Verankerungslänge

6.2 Verankerung in der Stütze

Für die Schlaufen, die nicht in die Stütze abgebogen werden, wird der Nachweis für die Verankerungslänge nach DIN 1045 geführt, für die abgebogenen Stäbe wird die erforderliche Übergreifungslänge bestimmt.

Lastweiterleitung (Auflagermatrix)

Vertikale und horizontale Konsollasten (H-Lasten), Stützenmoment: Stütze 1

Horizontale Konsollasten (S-Lasten), Torsionsmoment aus S-Lasten : Stütze 2

Literaturhinweise

[1] Schlaich, E., Schäfer, K.: Konstruieren im Stahlbetonbau. Betonkalender II, 1989, S. 563 ff. oder Betonkalender II, 1993, S. 327 ff.

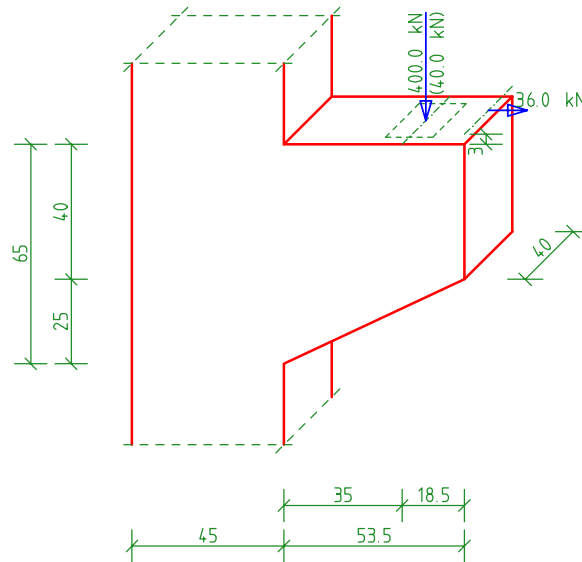
[2] DIN 4212 (Januar 1986): Kranbahnen aus Stahlbeton und Spannbeton: Berechnung und Ausführung.

[3] Deutscher Beton-Verein e.V.: Beispiele zur Bemessung nach DIN 1045. Bauverlag, 5. Auflage 1991

[4] Deutscher Ausschuß für Stahlbetonbau: Heft 400, S. 107

POS. 15 KONSOLE '12U'

Stützenkonsole Belastung direkt


ABMESSUNGEN KONSOLE

Höhe am Anschnitt $d = 65.0$ cm am Rand $d_r = 40.0$ cm
 Auskragung $l_k = 53.5$ cm Breite $b_k = 40.0$ cm

LAGERPLATTE

Länge $L_l = 14.0$ cm (in Kragri.), Breite $L_b = 28.0$ cm
 Dicke $L_d = 2.0$ cm Abstand vom Rand $e_l = 11.5$ cm

BELASTUNG:

Lastarten: P=vertikale Punktlast, H=horizontale Punktlast
 in Kragri., S=horizontale Punktlast senkrecht zu Kragri.

aus	Lastart	max (----- kN -----)	min
v	P	400.00	40.00
h	H	36.00	0.00

Abstand der Lasten vom Anschnitt $a = 35.0$ cm
 Höhe H-Lasten über OK Konsole $d_h = 3.0$ cm

Belastung vorwiegend ruhend

BEMESSUNG (Nachweise nach Schlaich/Schäfer BK 89/93/II)

Beton B 35, Betonstahl BSt 500 S, Betondeckung $c = 2.5$ cm
 Nutzhöhe am Anschnitt $h = 55.0$ cm

Druckspannungen unter der Last:

$$\sigma_b = 17.9 \text{ MN/m}^2 < 0.8 \cdot \beta_t \cdot r = 18.4 \text{ MN/m}^2$$

Nachweis Druckstrebenspannung:

$$\sigma_{bd} = 10.4 \text{ MN/m}^2 < 0.6 \cdot \beta_t \cdot r = 13.8 \text{ MN/m}^2$$

Nachweis des Zugbandes:

Zugkraft oben $Z_o = 345.5 \text{ kN}$, erf $A_{so} = 12.1 \text{ cm}^2$

Stegbewehrung (Bügel): erf $A_{sbü.} = A_{so}/3 = 4.0 \text{ cm}^2$

BEWEHRUNG

Oberste Schlaufe	1 Ds 10	vorh $A_s =$	1.6 cm^2
Vert. Montagebügel	2 Ds 12	vorh $A_s =$	2.3 cm^2
Restliche Schlaufen	4 Ds 16	vorh $A_s =$	16.1 cm^2

		ges. vorh $A_{so} =$	20.0 cm^2
Horizontalbügel Steg	3 Ds 10	vorh $A_{sb} =$	4.7 cm^2

Vertikale Bügel (konstr.) senkr. zu Kragrichtung 5 ds 8

BEWEHRUNGSFÜHRUNG

Verankerung am freien Rand (nach Heft 400, S. 107):

erf $l_v = 20.9 \text{ cm} <$ vorh $l_v = 23.0 \text{ cm}$ (Verbundbereich II)

Verankerung in der Stütze (Verbundbereich I):

horizontale Schlaufen mit Winkelhaken erf $l_v = 22.0 \text{ cm}$

Hakenzuschlag für die Schlaufen erf $l_s = 12.8 \text{ cm}$

Die Hälfte der Zugbandbew. wird in die Stütze abgebogen.

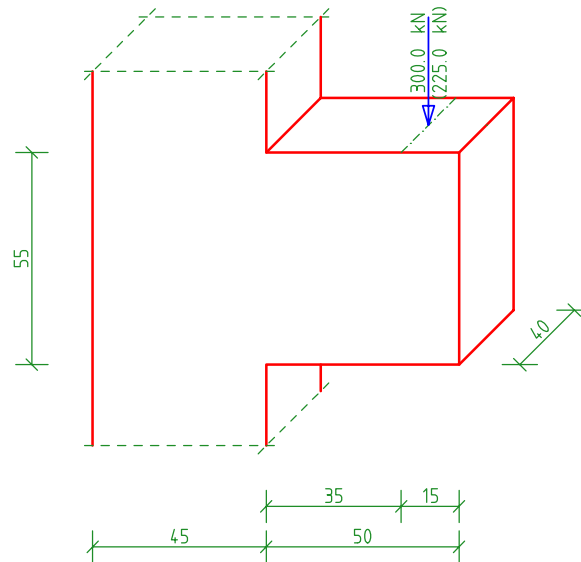
Übergreifungslänge in der Stütze: $l_{ü} = 83.1 \text{ cm}$

Dicke der Stütze $d_s = 45.0 \text{ cm}$, Breite $b_s = 40.0 \text{ cm}$

Moment = 230.0 kNm Torsionsmoment = 0.0 kNm

POS. 16 KONSOLE '12U

Für Bauteil Pos.101 0
 Stützenkonsole Belastung mittelbar (mit Schrägbew.)


ABMESSUNGEN KONSOLE

Höhe am Anschnitt $d = 55.0$ cm am Rand $d_r = 55.0$ cm
 Auskragung $l_k = 50.0$ cm Breite $b_k = 40.0$ cm

BELASTUNG:

Lastarten: P=vertikale Punktlast, H=horizontale Punktlast
 in Kragri., S=horizontale Punktlast senkrecht zu Kragri.

aus	Lastart	max (----- kN -----)	min
v	P	300.00	225.00

Abstand der Lasten vom Anschnitt $a = 35.0$ cm

Belastung vorwiegend ruhend

BEMESSUNG (Nachweise nach Schlaich/Schäfer BK 89/93/II)

Beton B 35, Betonstahl BSt 500 S, Betondeckung $c = 2.5$ cm
 Nutzhöhe am Anschnitt $h = 45.0$ cm

Nachweis Druckstrebenspannung:

$$\sigma_{bd} = 7.9 \text{ MN/m}^2 < 0.6 \cdot \beta_r = 13.8 \text{ MN/m}^2$$

Nachweis des Zugbandes:

Zugkraft oben $Z_o = 137.3$ kN , erf $A_{so} = 4.8$ cm²
 Schräge Zugkraft $Z_s = 203.3$ kN , erf $A_{ss} = 7.1$ cm²

Stegbewehrung (Bügel): erf $A_{sbü.} = A_{so}/3 = 1.6$ cm²

BEWEHRUNG

Oberste Schlaufe	1 Ds 12	vorh As =	2.3 cm ²
Restliche Schlaufen	2 Ds 12	vorh As =	4.5 cm ²

		ges. vorh Aso =	6.8 cm ²
Schrägstäbe	6 Ds 14	vorh Ass =	9.2 cm ²
Horizontalbügel Steg	2 Ds 8	vorh Asb =	2.0 cm ²

Vertikale Bügel (konstr.) senkr. zu Kragrichtung 2 ds 8

BEWEHRUNGSFÜHRUNG

Oberes Zugband wird um die Querträgerbewehrung geführt.

Verankerung in der Stütze (Verbundbereich I):

horizontale Schlaufen mit Winkelhaken	erf lv =	19.3 cm
Hakenzuschlag für die Schlaufen	erf ls =	9.6 cm
Schrägstäbe mit geradem Ende	erf lv =	11.9 cm

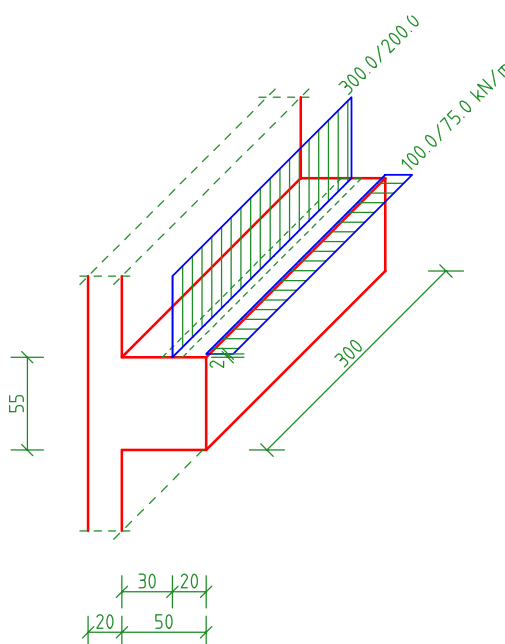
Die Hälfte der Zugbandbew. wird in die Stütze abgebogen.

Übergreifungslänge in der Stütze: lü = 62.3 cm

Dicke der Stütze	ds =	45.0 cm,	Breite	bs =	40.0 cm
Moment =	172.5 kNm		Torsionsmoment =		0.0 kNm

POS. 17 KONSOLE '12U

Wandkonsole Belastung direkt


ABMESSUNGEN KONSOLE

 Höhe am Anschnitt $d = 55.0$ cm am Rand $d_r = 55.0$ cm
 Auskragung $l_k = 50.0$ cm Breite $b_k = 300.0$ cm

LAGERPLATTE

 Länge $L_l = 12.0$ cm (in Kragri.), Breite $L_b = 300.0$ cm
 Dicke $L_d = 2.0$ cm Abstand vom Rand $e_l = 14.0$ cm

BELASTUNG:

 Lastarten: P=vertikale Punktlast, H=horizontale Punktlast
 in Kragri., S=horizontale Punktlast senkrecht zu Kragri.
 q=vertikale Streckenlast
 h=horizontale Streckenlast in Kragrichtung
 a=Abstand der Lasten vom linken Wandende, c=Lastlänge

aus	Lastart	max (-kN bzw. kN/m-)	min	a (--- m ---)	c
v	q	300.00	200.00	0.00	3.00
h	h	100.00	75.00	0.00	3.00

 Abstand der Lasten vom Anschnitt $a = 30.0$ cm
 Höhe H-Lasten über OK Konsole $d_h = 2.0$ cm

Belastung vorwiegend ruhend

BEMESSUNG (Nachweise nach Schlaich/Schäfer BK 89/93/II)

 Beton B 35, Betonstahl BSt 500 S, Betondeckung $c = 2.5$ cm
 Nutzhöhe am Anschnitt $h = 45.0$ cm

Druckspannungen unter der Last:

 $\sigma_b = 4.4 \text{ MN/m}^2 < 0.8 \cdot \beta_r = 18.4 \text{ MN/m}^2$

Nachweis Druckstrebenspannung:

$$\sigma_{bd} = 3.7 \text{ MN/m}^2 < 0.6 \cdot \beta_r = 13.8 \text{ MN/m}^2$$

Nachweis des Zugbandes:

$$\text{Zugkraft oben } Z_o = 366.7 \text{ kN/m, erf } A_{so} = 12.8 \text{ cm}^2/\text{m}$$

BEWEHRUNG

$$\text{Vert. Bügel } 11 \text{ Ds } 14 / \text{m } \text{vorh } A_s = 16.9 \text{ cm}^2/\text{m}$$

BEWEHRUNGSFÜHRUNG

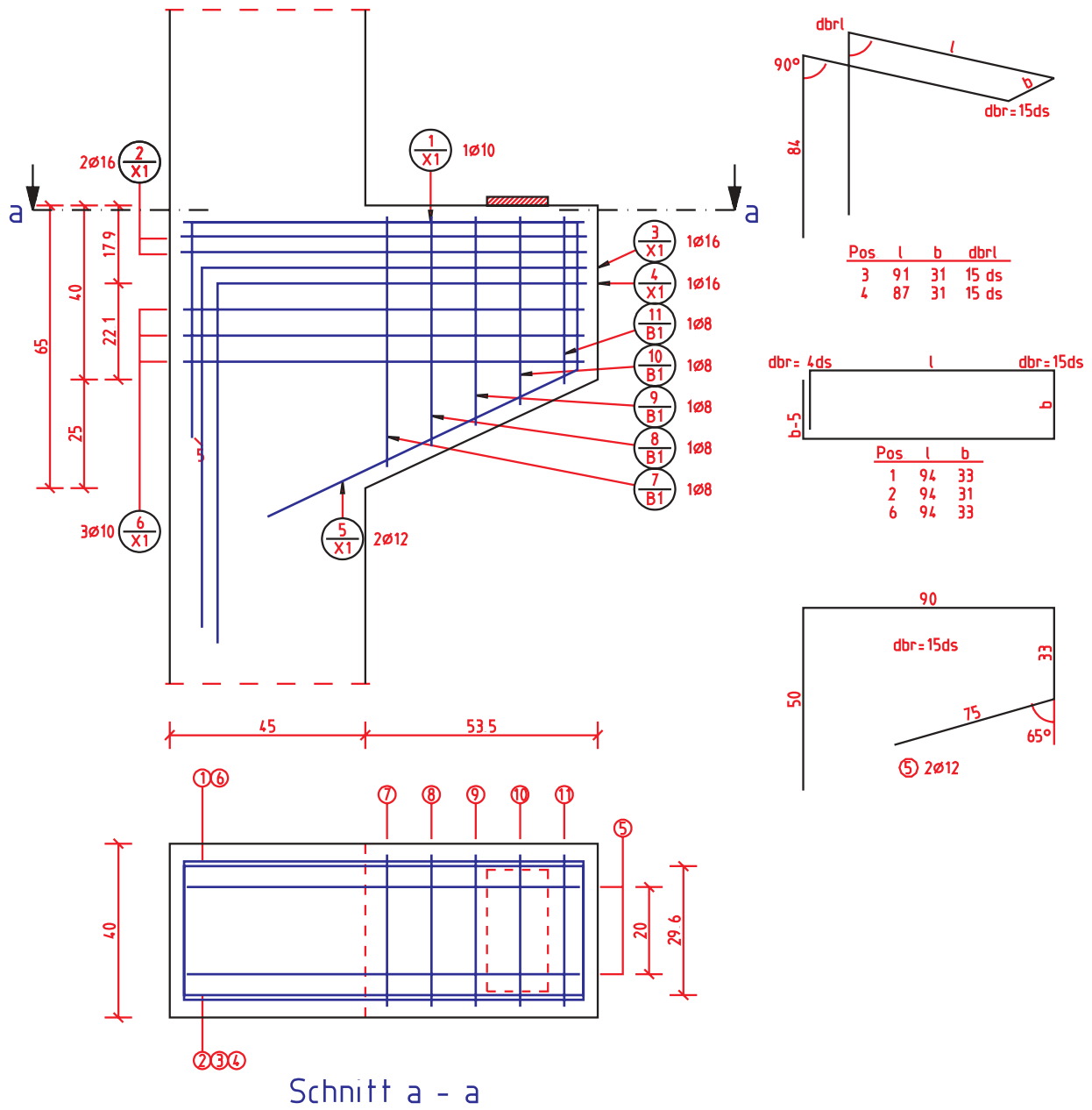
Verankerung am freien Rand (nach Heft 400, S. 107):

$$\text{erf } l_v = 23.0 \text{ cm} < \text{vorh } l_v = 23.5 \text{ cm (Verbundbereich II)}$$

$$\begin{aligned} \text{Dicke der Wand } d_s &= 20.0 \text{ cm, Breite } b_s = 300.0 \text{ cm} \\ \text{Moment} &= 120.0 \text{ kNm/m} \quad \text{Torsionsmoment} = 0.0 \text{ kNm} \end{aligned}$$

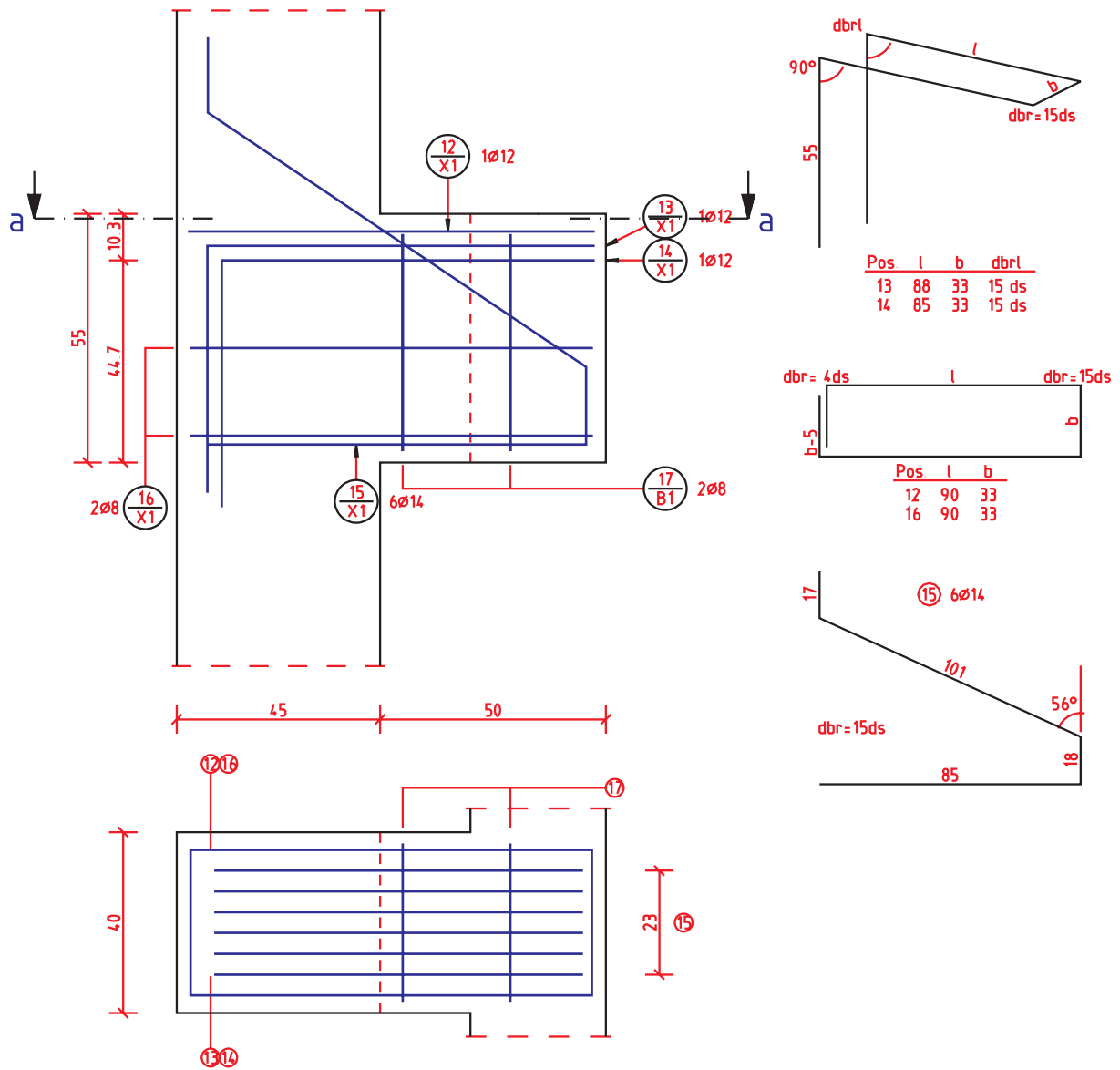
POS.15 KONSOLE '12U'

M 1: 15, 1 x ausführen, B 35, BSt 500 S, $\bar{u} = 2.5$ cm



POS.16 KONSOLE '12U

M 1: 15, 1 x ausführen, B 35, BSt 500 S, $\bar{u} = 2.5$ cm

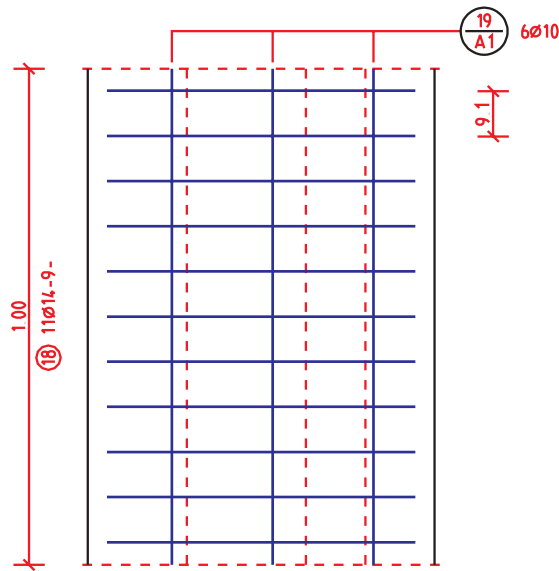
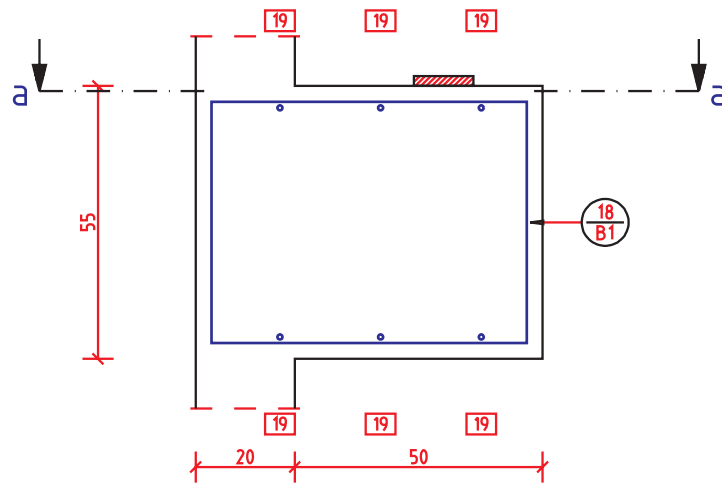


Schnitt a - a

Abgebogene Schlaufen in Stütze abkröpfen!

POS.17 KONSOLE '12U

M 1: 15, 1 x ausführen, B 35, BSt 500 S, ü = 2.5 cm



Schnitt a - a