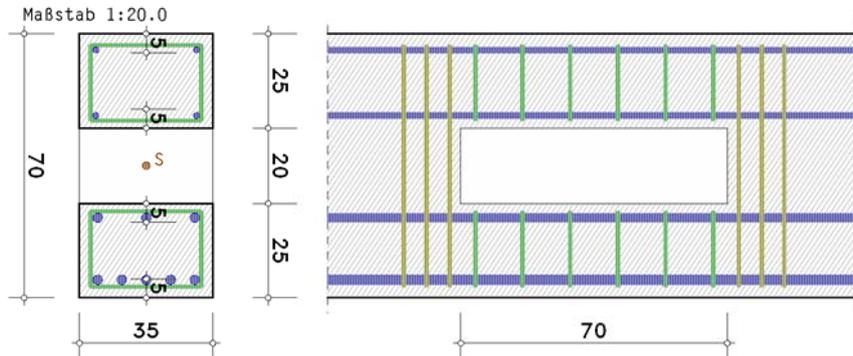


1. Eingabeprotokoll

Darstellung der gewählten Bewehrung



Querschnitt

Rechteck: $h = 70.0 \text{ cm}$, $b = 35.0 \text{ cm}$

Aussparung: $e_o = 25.0 \text{ cm}$, $e_u = 25.0 \text{ cm}$, $l_A = 70.0 \text{ cm}$

Achsabstände (Berechnung): $d_{o,o} = 5.0 \text{ cm}$, $d_{u,o} = 5.0 \text{ cm}$, $d_{o,u} = 5.0 \text{ cm}$, $d_{u,u} = 5.0 \text{ cm}$

Materialkennwerte

Beton n. EC 2, 3.1.7(1): C30/37, $\varepsilon_{c2} = -2.00\%$, $\varepsilon_{cu2} = -3.50\%$, $f_{cd} = 17.00 \text{ N/mm}^2$

Bewehrung n. EC 2, 3.2.7(2a): B500A, $\varepsilon_{ud} = 25.0\%$, $f_{yd} = 434.78 \text{ N/mm}^2$, $f_{td} = 456.52 \text{ N/mm}^2$, $E_s = 200000.0 \text{ N/mm}^2$

Parameter

Grundbewehrung: Obergurt oben $A_{s_{o,o}} = 0.00 \text{ cm}^2$, Untergurt unten $A_{s_{u,o}} = 24.50 \text{ cm}^2$

Bemessungsverfahren n. Heft 459, DAfStb

Querkraftverteilung ermittelt aus den Brutto-Gurtsteifigkeiten

Schubbemessung: Druckstrebenwinkel vereinfacht (EC 2-1-1 NA-DE, 6.2.3(2))

1.1. Bemessungsgrößen

Lk 1: $M_{y,Ed} = 432.00 \text{ kNm}$, $V_{z,Ed} = 144.00 \text{ kN}$

2. Hinweis

Allgemeine Bewehrungsregeln sind nicht berücksichtigt.

3. Aussparung

3.1. Lk 1

Bemessungsgrößen im Mittelschnitt: $N_{Ed} = 0.00 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 432.00 \text{ kNm}$, $V_{Ed} = 144.00 \text{ kN}$

Querkraftverteilung: 50.0% der Querkraft wirken im Druckgurt (= Obergurt)

Oberhalb der Aussparung

Bemessungsgrößen im Obergurt: $N_{Ed,o} = -960.0 \text{ kN}$, $V_{Ed,o} = 72.0 \text{ kN}$, $M_{Ed,ol} = -5.1 \text{ kNm}$, $M_{Ed,or} = 45.3 \text{ kNm}$

Längsbewehrung im Obergurt: $A_{s_{o,o}} = 0.98 \text{ cm}^2$, $A_{s_{u,o}} = 0.98 \text{ cm}^2$

Schubbemessung:

Tragfähigkeit ohne Schubbewehrung $V_{Rdc} = 66.52 \text{ kN}$, max. Tragfähigkeit der Druckstrebe $V_{Rd,mx} = 264.50 \text{ kN}$

$V_{Rdc} < |V_{Ed,o}| < V_{Rd,mx} \Rightarrow$ Schubbewehrung im Obergurt: $a_{sb,o} = 11.45 \text{ cm}^2/\text{m}$

Unterhalb der Aussparung

Bemessungsgrößen im Untergurt: $N_{Ed,u} = 960.0 \text{ kN}$, $V_{Ed,u} = 72.0 \text{ kN}$, $M_{Ed,ul} = -5.1 \text{ kNm}$, $M_{Ed,ur} = 45.3 \text{ kNm}$

Längsbewehrung im Untergurt: $A_{s_{o,u}} = 11.25 \text{ cm}^2$, $A_{s_{u,u}} = 17.14 \text{ cm}^2$

Schubbemessung:

Tragfähigkeit ohne Schubbewehrung $V_{Rdc} = 0.00 \text{ kN}$, max. Tragfähigkeit der Druckstrebe $V_{Rd,mx} = 334.69 \text{ kN}$

$V_{Rdc} < |V_{Ed,u}| < V_{Rd,mx} \Rightarrow$ Schubbewehrung im Untergurt $a_{sb,u} = 11.04 \text{ cm}^2/\text{m}$

Aufhängebewehrung: $A_{s,l} = A_{s,r} = A_{s1} + A_{s2} = 5.96 \text{ cm}^2$

Verankerung der Gurtbewehrung: $T_{v1} = 72.0 \text{ kN} \Rightarrow A_{s1} = 1.66 \text{ cm}^2$, Verteilbreite 32.5 cm

Weiterleitung der Verankerungskräfte: $T_{v2} = 187.2 \text{ kN} \Rightarrow A_{s2} = 4.31 \text{ cm}^2$, Verteilbreite 63.0 cm

Gesamt: $A_{s_{o,o}} = 0.98 \text{ cm}^2$, $A_{s_{u,o}} = 0.98 \text{ cm}^2$, $a_{sb,o} = 11.45 \text{ cm}^2/\text{m}$, $A_{s_{o,u}} = 11.25 \text{ cm}^2$, $A_{s_{u,u}} = 17.14 \text{ cm}^2$

$a_{sb,u} = 11.04 \text{ cm}^2/\text{m}$, $A_{s1} = 1.66 \text{ cm}^2$, $A_{s2} = 4.31 \text{ cm}^2$, $A_{s,l} = A_{s,r} = 5.96 \text{ cm}^2$, $\rho = 1.24\%$

4. Endergebnis

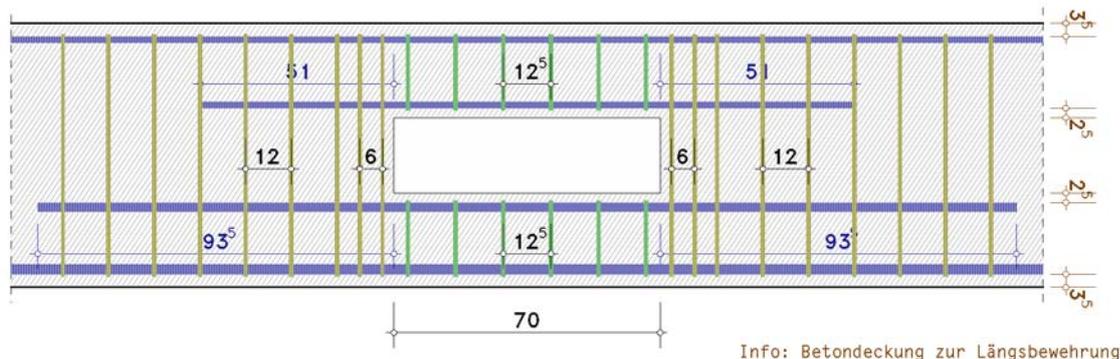
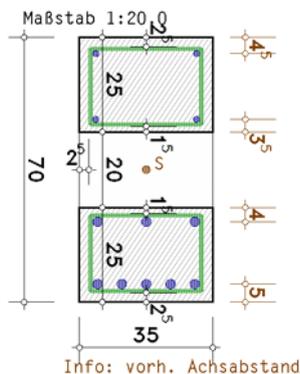
maximale Bewehrung: $A_{s_{o,o}} = 0.98 \text{ cm}^2$, $A_{s_{u,o}} = 0.98 \text{ cm}^2$, $a_{sb,o} = 11.45 \text{ cm}^2/\text{m}$, $A_{s_{o,u}} = 11.25 \text{ cm}^2$

$A_{s_{u,u}} = 17.14 \text{ cm}^2$, $a_{sb,u} = 11.04 \text{ cm}^2/\text{m}$, $A_{s1} = 1.66 \text{ cm}^2$, $A_{s2} = 4.31 \text{ cm}^2$, $A_{s,l} = A_{s,r} = 5.96 \text{ cm}^2$

$\rho = 1.24\%$

einschl. Grundbewehrung: $A_{s_{o,o}} = 0.98 \text{ cm}^2$, $A_{s_{u,o}} = 24.50 \text{ cm}^2$

5. Gewählte Bewehrung



Oberhalb der Aussparung

Betondeckung (Verlegemaß) zur Bügelbewehrung:

oben $c_{vo} = 2.5 \text{ cm}$

unten (zur Aussparung) $c_{vi} = 1.5 \text{ cm}$, seitlich $c_{vr} = 2.5 \text{ cm}$

Längsbewehrung oben $2\text{Ø}16$, vorh $A_s = 4.02 \text{ cm}^2$

vorh $A_s = 4.02 \text{ cm}^2 > \text{erf } A_s = 0.98 \text{ cm}^2$ **ok**

unten $2\text{Ø}16$, vorh $A_s = 4.02 \text{ cm}^2$

vorh $A_s = 4.02 \text{ cm}^2 > \text{erf } A_s = 0.98 \text{ cm}^2$ **ok**

Verankerungslänge ab Aussparungsrand links/rechts $50.9/50.9 \text{ cm}$

Bügelbewehrung

$\text{Ø}10/12.5 \text{ cm}$ (2-schnittig), vorh $a_{sb} = 12.57 \text{ cm}^2/\text{m} > \text{erf } a_{sb} = 11.45 \text{ cm}^2/\text{m}$ **ok**

Achsabstand

oben vorh $d_1 = 4.30 \text{ cm} < \text{clc } d_1 = 5.0 \text{ cm}$ **ok**

unten vorh $d_1 = 3.30 \text{ cm} < \text{clc } d_1 = 5.0 \text{ cm}$ **ok**

Unterhalb der Aussparung

Betondeckung (Verlegemaß) zur Bügelbewehrung:

oben (zur Aussparung) $c_{vi} = 1.5 \text{ cm}$, seitlich $c_{vr} = 2.5 \text{ cm}$

unten $c_{vu} = 2.5 \text{ cm}$

Längsbewehrung oben $3\text{Ø}25$, vorh $A_s = 14.73 \text{ cm}^2$

vorh $A_s = 14.73 \text{ cm}^2 > \text{erf } A_s = 11.25 \text{ cm}^2$ **ok**

Verankerungslänge ab Aussparungsrand links/rechts $93.7/93.7 \text{ cm}$

unten $5\text{Ø}25$, vorh $A_s = 24.54 \text{ cm}^2$

vorh $A_s = 24.54 \text{ cm}^2 > \text{erf } A_s = 17.14 \text{ cm}^2$ **ok**

Bügelbewehrung

$\text{Ø}10/12.5 \text{ cm}$ (2-schnittig), vorh $a_{sb} = 12.57 \text{ cm}^2/\text{m} > \text{erf } a_{sb} = 11.04 \text{ cm}^2/\text{m}$ **ok**

Achsabstand

oben $d_v = 3.00 \text{ cm} \Rightarrow \text{vorh } d_1 = 3.80 \text{ cm} < \text{clc } d_1 = 5.0 \text{ cm}$ **ok**

unten $d_v = 4.00 \text{ cm} \Rightarrow \text{vorh } d_1 = 4.80 \text{ cm} < \text{clc } d_1 = 5.0 \text{ cm}$ **ok**

Aufhängebewehrung

Verankerung

$3\text{Ø}10/6.0 \text{ cm}$ (2-schnittig), vorh $A_s = 4.71 \text{ cm}^2 > \text{erf } A_s = 1.66 \text{ cm}^2$ **ok**

Weiterleitung

$6\text{Ø}10/12.0 \text{ cm}$ (2-schnittig), vorh $A_s = 9.42 \text{ cm}^2 > \text{erf } A_s = 4.31 \text{ cm}^2$ **ok**

Tragfähigkeit gewährleistet

6. Vorschriften

EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;

Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010

EN 1990/NA, Nationaler Anhang zur EN 1990, Ausgabe Dezember 2010

EN 1992-1-1, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen -

Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;

Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010, Ausgabe Januar 2011

EN 1992-1-1/NA, Nationaler Anhang zur EN 1992-1-1, Ausgabe April 2013

Hermann U. Hottmann, Kurt Schäfer: Bemessen von Stahlbetonbalken und -wandscheiben mit Öffnungen, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 459, Beuth Verlag GmbH, 1996