

STAHLBETON III – EINTRITTSTEST

(101-0127-00L)

23. SEPTEMBER 2010, 11:00 BIS 11:45 UHR, HIL E9

Thema: Grundlagen Stahlbeton I/II

Die Vertiefungsvorlesung Stahlbeton III setzt den Stoff der Grundlagenvorlesung Stahlbeton I/II voraus; mit dem Eintrittstest erfolgt eine Standortbestimmung.

Gegeben ist ein 1 m breiter und 28 cm dicker Plattenstreifen mit zwei Spannweiten von je 8 m unter einer gleichmässig verteilten Nutzlast (Bild 1).

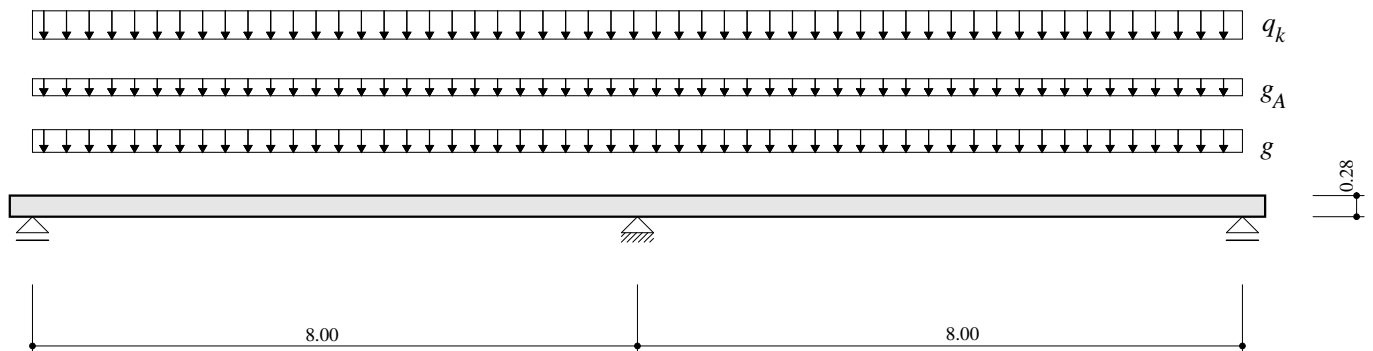


Bild 1 – Plattenstreifen – Geometrie und Einwirkung; Abmessungen in mm.

Bearbeiten Sie die folgenden Punkte:

- Bemessung sämtlicher Bewehrungen und Durchführung der Tragsicherheitsnachweise.
- Beton- und Bewehrungsspannungen (Gebrauchstauglichkeitsnachweise) für seltene und häufige Nutzlasten. Vereinfacht können die Nutzlasten gleichzeitig auf beiden Feldern angeordnet werden.
- Maximale Rissbreiten (Gebrauchstauglichkeitsnachweise) unter Berücksichtigung seltener und häufiger Nutzlasten. Vereinfacht können die Nutzlasten gleichzeitig auf beiden Feldern angeordnet werden.
- Maximale und minimale Durchbiegungen in Feldmitte unter Berücksichtigung seltener und häufiger Nutzlasten (Bandbreite der Felddurchbiegungen). Vereinfacht können die Nutzlasten gleichzeitig auf beiden Feldern angeordnet werden.
- Darstellung der Bewehrung mit den entsprechenden konstruktiven Details in einer massstäblichen Bewehrungsskizze.

Grundlagen & Hilfsmittel

• **Beton C20/25**

- Druckfestigkeit $f_{cd} = 13,5 \text{ N/mm}^2$
- Schubspannungsgrenze $\tau_{cd} = 0,9 \text{ N/mm}^2$
- Zugfestigkeit $f_{ct} = 2,5 \text{ N/mm}^2$
- Elastizitätsmodul $E_c = 30 \text{ kN/mm}^2$
- Bruchstauchung $\epsilon_{c2d} = 0,003$
- Völligkeitskoeffizient $k_1 = 0,85$ (Rechteckförmige Spannungsverteilung)
- Grösstkorn $d_a = 16 \text{ mm}$
- Kriechzahl $\phi = 2,5$

• **Bewehrungsstahl B500B**

- Fliessgrenze $f_{sd} = 435 \text{ N/mm}^2$
- Verfestigung $k_s = f_{td}/f_{sd} = 1,10$
- Elastizitätsmodul $E_s = 205 \text{ kN/mm}^2$
- Bruchdehnung $\epsilon_{ud} = 0,10$

• **Betonüberdeckung**

Überdeckung $c \geq 30 \text{ mm}$

• **Einwirkungen**

- Spezifische Dichte Beton $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
- Ständige Auflasten $g_A = 3 \text{ kN/m}^2$
- Nutzlast $q_k = 12 \text{ kN/m}^2$ (Nutzlast gleichzeitig auf beiden Feldern angeordnet)

• **Lastfaktoren Tragsicherheit**

- $\gamma_g = 1,35$ Eigenlasten
- $\gamma_Q = 1,5$ Nutzlasten

• **Lastfaktoren Gebrauchstauglichkeit**

- $\gamma_g = 1,0$ Eigenlasten
- $\psi_1 = 1,0$ Nutzlasten, selten
- $\psi_1 = 0,7$ Nutzlasten, häufig

• **Elastische Schnittgrössenermittlung**

Einseitig eingespannter Plattenstreifen (Bild 2):

$$m_{Rd} = \frac{9q_{Rd}l^2}{128}, \quad m'_{Rd} = \frac{q_{Rd}l^2}{8}$$

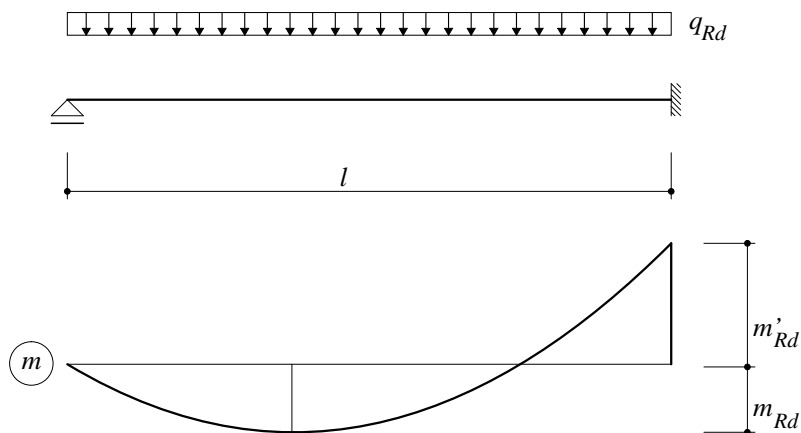


Bild 2 – Elastische Schnittgrössenermittlung am einseitig eingespannten Plattenstreifen.

• Plastische Schnittgrössenermittlung

Einseitig teilweise eingespannter Plattenstreifen (Bild 3):

$$q_{Rd} = \frac{4m_{Rd} + 2m'_{Rd}}{l^2} + \frac{4}{l^2} \sqrt{m_{Rd}^2 + m_{Rd}m'_{Rd}}, \text{ falls } m_{Rd} = m'_{Rd} : q_{Rd} = \frac{11.657m_{Rd}}{l^2}$$

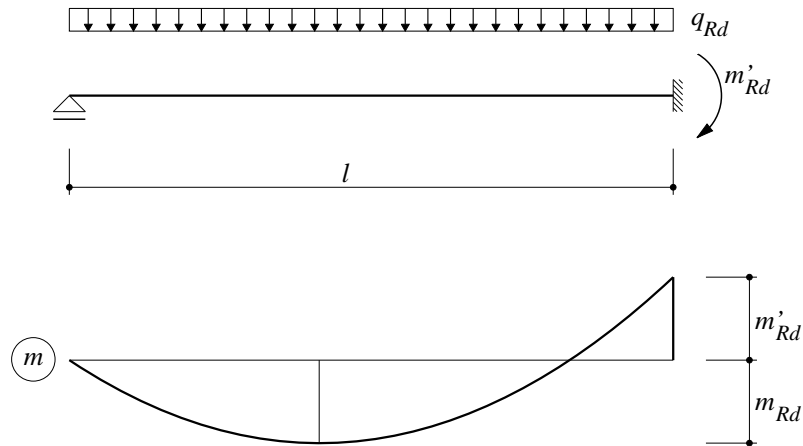


Bild 3 – Plastische Schnittgrössenermittlung am einseitig eingespannten Plattenstreifen.

• Differentielles Gleichgewicht

$$V = \frac{dM}{dx}, q = -\frac{dV}{dx}$$

• Biegebemessung

Schnittgrössen statisch unbestimmter auf Biegung beanspruchter Bauteile, die gemäss linearer Elastizitätstheorie oder Plastizitätstheorie ermittelt wurden, können unter Einhaltung der Gleichgewichtsbedingungen und unter Einhaltung eines duktilen Verhaltens durch konstruktive Massnahmen ohne rechnerischen Nachweis umgelagert werden, falls die bezogene Biegedruckzone den Wert $z_e/d = 0,35$ nicht überschreitet; für grössere Werte ist ein Verformungsnachweis erforderlich.

• Bauteile ohne Querkraftbewehrung

$$v_{Rd} = \frac{1}{1 + k_v d \frac{48}{16 + d_a}} \tau_{cd} d$$

d_a : Grösstkorn in [mm]

d : Statische Höhe in [m]

k_v : $k_v = 2,2 m_d/m_{Rd}$ (Bewehrung elastisch)

$k_v = 3$ (Bewehrung plastisch)

m_d : Biegemoment auf Bemessungsniveau in [kN]

m_{Rd} : Biegezugwiderstand auf Bemessungsniveau in [kN]

• **Bauteile mit Querkraftbewehrung**

$$V_{Rd,s} = \rho_z f_{sd} d_v \cot \theta \quad (\text{Bewehrungsstahl})$$

$$V_{Rd,c} = d_v k_c f_{cd} \sin \theta \cos \theta \quad (\text{Betondruckdiagonale})$$

ρ_z : Geometrischer Querkraftbewehrungsgehalt

d_v : Hebelarm der inneren Kräfte

θ : Druckfeldneigung ($25^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$)

k_c : Reduktionswert Betondruckfestigkeit

$k_c = 1,0$ für Knotenbereiche und ungestörte einachsige Druckspannungszustände

$k_c = 0,8$ für Druckfelder mit parallel zur Druckrichtung verlaufenden Rissen und senkrecht dazu eingelegter Zugbewehrung

$k_c = 0,6$ für Druckfelder mit schief zur Druckrichtung verlaufender Bewehrung

$k_c = 0,4$ für Druckfelder mit schief zur Druckrichtung verlaufender Bewehrung, wenn im betrachteten Abschnitt plastische Gurtverformungen zu erwarten sind.

• **Druckzonenhöhe "linear elastisch, gerissen"**

$$z_c^H = d \left(\sqrt{(\rho n_{(t)})^2 + 2\rho n_{(t)}} - \rho n_{(t)} \right)$$

d : Statische Höhe

$n_{(t)}$: Wertigkeit $E_s/E_{c(t)}$

ρ_x : Geometrischer Biegebewehrungsgehalt

• **Flächenmomente 2. Ordnung**

$$I_y = \frac{bh^3}{12} \quad (\text{Rechteckquerschnitt})$$

$$I_a = I_y + z^2 A \quad (\text{Steinerscher Verschiebungssatz})$$

I_y : Flächenmoment 2. Ordnung bezüglich Querschnittshauptachse y

I_a : Flächenmoment 2. Ordnung bezüglich zur Querschnittshauptachse parallelen Achse a

a : Abstand zwischen Querschnittshauptachse y und paralleler Achse a

A : Querschnittsfläche

• **Theoretischer Rissabstand**

$$s_{r0} = \frac{\emptyset_x (1 - \rho_{ct})}{4\rho_{ct}}, \quad \frac{s_{r0}}{2} \leq s_r \leq s_{r0}$$

s_{r0} : Maximaler Rissabstand

s_r : Theoretischer Rissabstand

\emptyset_x : Stabdurchmesser Biegebewehrung

ρ_{ct} : Geometrischer Bewehrungsgehalt der mitwirkenden Biegezugzone

z_{ct} : Mitwirkende Biegezugzonendicke, $z_{ct} = 2(h - d)$

h : Plattendicke

d : Statische Höhe