

Schriftliche Prüfung aus TWL2

2015

FÜR DAS ERFOLGREICHE BESTEHEN DIESER PRÜFUNG MÜSSEN MINDESTENS 38 VON 75 PUNKTE ERREICHT WERDEN!
 BEARBEITUNGSZEIT: 75 MINUTEN.

1) Benennen Sie die stabförmigen Holzwerkstoffe!

3 Punkte

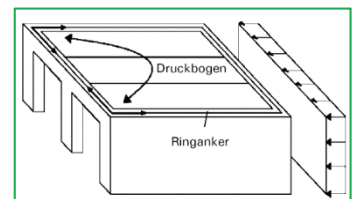
Die stabförmigen Holzwerkstoffe sind:

- Festigkeitssortiertes Bauholz
- Keilgezinktes Konstruktionsvollholz
- Brettschichtholz
- Balkenschichtholz (Lamellenbalken)
- Furnierstreifenholz (PSL)

2) Was ist ein Ringanker?

3 Punkte

Ringanker sind in Wandebene liegende horizontale Bauteile zur Aufnahme von Zugkräften, die in den Wänden entstehen können. Der Ringanker wirkt als Zugglied. Der Ringanker hat damit die Aufgabe, die Gesamtstabilität eines Bauwerkes zu gewährleisten. Er stellt einen umlaufenden Ring zum Zusammenhalten der Wände dar.

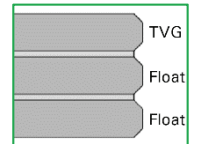


3) Erklären Sie den Aufbau und die Vorteile von Verbundsicherheitsglas!

3 Punkte

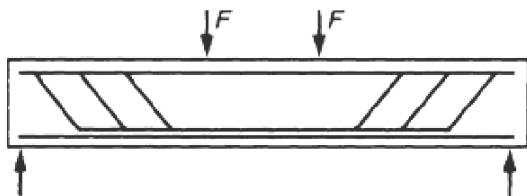
Zwei oder mehrere Glasscheiben werden mit Polyvinylbutyralfolien (PVB-Folien) verklebt. Die PVB-Folie hat eine Stärke von 0,38 mm oder Vielfachen davon bis zu 2,28 mm. Verbundsicherheitsglaskonstruktion kann sowohl aus Floatglas, als auch aus ESG oder auch aus TVG hergestellt werden.

Vorteile: Resttragfähigkeit, Bruchverhalten (VSG verhindert das sofortige Versagen und die kleineren Glasbruchstücke bleiben kleben)



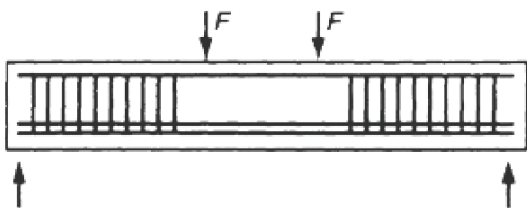
4) Benennen Sie die Arten der Schubbewehrung im Stahlbetonbau!

3 Punkte



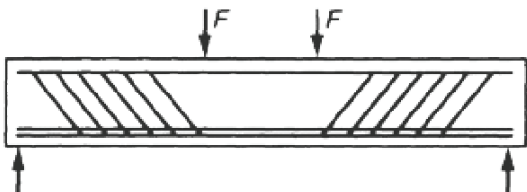
a)

a) aufgebogene Stäbe



b)

b) vertikale Bügel



c)

c) geneigte Bügel

5) Erklären Sie den folgenden Satz mit eigenen Wörtern: „Holz ist anisotrop und inhomogen.“! 3 Punkte

„anisotrop“ bedeutet Richtungsabhängigkeit, das Holz hat in verschiedener Richtung verschiedene mechanische und physische Eigenschaften. Die verschiedenen Festigkeiten und Elastizitätsmoduln haben in axialer, radialer und tangentialer Richtung verschiedene Werte.

„inhomogen“ - die mechanischen und physischen Eigenschaften des Holzes sind stellenweise unterschiedlich und nicht gleichmäßig verteilt. Eine Inhomogenität kann man zwischen Spät-, und Frühholz, zwischen Kern-, und Splintholz sowie auch über die Stammlänge beobachten.



6) Gegeben ist eine Stütze aus Brettschichtholz (GL24h). Die Stütze ist unten eingespannt, oben frei, und hat einen Querschnitt: $B=180$ mm, $H=400$ mm. Länge $L = 4,50$ m. Die konzentrierte Belastung von oben ist $F=100$ kN, und außerdem wirkt noch eine horizontale Windlast in der z -Richtung $w=2,0$ kN/m.

Führen Sie die notwendigen Stabilitätsnachweise!

20 Punkte

(Eigengewicht des Holzes ist zu vernachlässigen)

$$B = 18 \text{ cm} \quad H = 40 \text{ cm} \quad L = 450 \text{ cm}$$

$$F = 100 \text{ kN} \quad w = 2,00 \text{ kN/m}$$

$$\text{GL24h } \sigma_{R,d} (\text{Biegung}) = 1,50 \text{ kN/cm}^2 \text{ (Tabelle 2-18)}$$

$$\sigma_{R,d} (\text{Druck}) = 1,50 \text{ kN/cm}^2 \text{ (Tabelle 2-18)}$$

$N=F=100$ kN (Eigengewicht des Holzes ist zu vernachlässigen)

$$M_y = w * L * \frac{L}{2} = \frac{w * L^2}{2} = \frac{2,00 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * (4,50 \text{ m})^2}{2} = 20,25 \text{ kNm} = 2\,025 \text{ kNcm}$$

$$A = B * H = 18 \text{ cm} * 40 \text{ cm} = 720 \text{ cm}^2$$

Knicken um y-Achse:

$$W_y = B * H^2 / 6 = 18 \text{ cm} * (40 \text{ cm})^2 / 6 = 4\,800 \text{ cm}^3$$

$$I_y = B * H^3 / 12 = 18 \text{ cm} * (40 \text{ cm})^3 / 12 = 96\,000 \text{ cm}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{96\,000 \text{ cm}^4}{720 \text{ cm}^2}} = 11,5 \text{ cm}$$

$$l_{k,y} = 2 * l = 2 * 450 \text{ cm} = 900 \text{ cm} \text{ (Eulerfall 1)}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{k,y}}{i_y} = \frac{900 \text{ cm}}{11,5 \text{ cm}} = 78,3 \Rightarrow 78$$

$$k_{c,y} = 0,568 \text{ (Tabelle 2-22)}$$

$$\frac{|N|}{A * k_{c,y} * \sigma_{R,d} (\text{Druck})} * \gamma_F + \frac{|M_y|}{W_y * \sigma_{R,d} (\text{Biegung})} * \gamma_F \leq 1$$

$$\frac{100 \text{ kN}}{720 \text{ cm}^2 * 0,568 * 1,50 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}} * 1,40 + \frac{2\,025 \text{ kNcm}}{4\,800 \text{ cm}^3 * 1,50 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}} * 1,40 = 0,228 + 0,394 = 0,622 < 1$$

Nachweis erbracht!

Knicken um z-Achse:

$$I_z = H * B^3 / 12 = 40 \text{ cm} * (18 \text{ cm})^3 / 12 = 19\,440 \text{ cm}^4$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{19\,440 \text{ cm}^4}{720 \text{ cm}^2}} = 5,2 \text{ cm}$$

$$l_{k,z} = 2 * l = 2 * 450 \text{ cm} = 900 \text{ cm} \text{ (Eulerfall 1)}$$

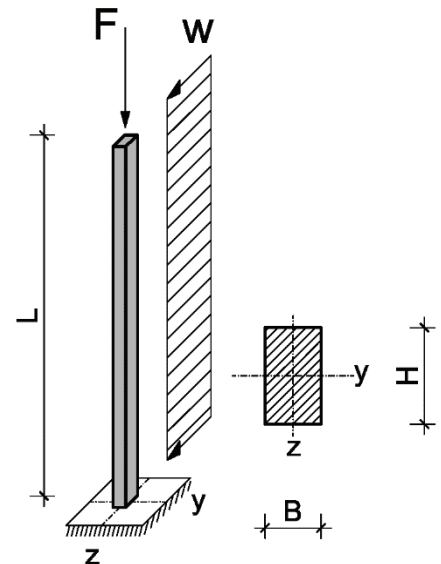
$$\lambda_z = \frac{l_{k,z}}{i_z} = \frac{900 \text{ cm}}{5,2 \text{ cm}} = 173$$

$$k_{c,z} = 0,127 \text{ (Tabelle 2-22)}$$

$$\frac{|N|}{A * k_{c,z} * \sigma_{R,d} (\text{Druck})} * \gamma_F + 0,7 * \frac{|M_y|}{W_y * \sigma_{R,d} (\text{Biegung})} * \gamma_F \leq 1$$

$$\frac{100 \text{ kN}}{720 \text{ cm}^2 * 0,127 * 1,50 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}} * 1,40 + 0,7 * \frac{2\,025 \text{ kNcm}}{4\,800 \text{ cm}^3 * 1,50 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}} * 1,40 = 1,021 + 0,276 = 1,297 > 1$$

Nachweis NICHT erbracht!



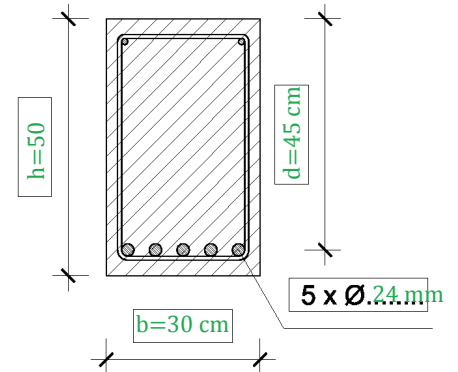
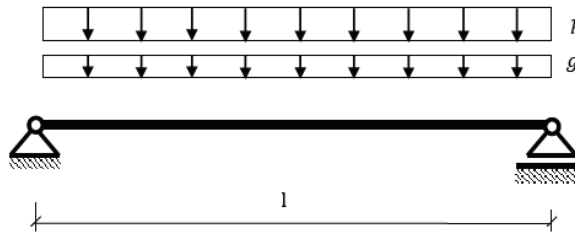


- 7) Gegeben: Stahlbetonträger (C30/37) auf zwei Stützen (Deckenträger, Wohngebäude)
 Aufbau $g_2 = 10,0 \text{ kN/m}$, Nutzlast $p = 30,0 \text{ kN/m}$, Stützweite $l = 6,75 \text{ m}$

Gesucht:

- a) Erforderlicher Trägerquerschnitt mittels Vordimensionierung ($h = l / 15 + 0,05$)
 b) Summe der ständigen Lasten (g) und Gesamlast (q).
 c) Längsbewehrung (A_s), verwendete Rundstäbe (Durchmesser \varnothing)
 d) Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Langzeitverformung: $w_{zulässig}$, w_{vorh})

20 Punkte



- a) $h = l / 15 + 0,05 = 6,75 \text{ m} / 15 + 0,05 \text{ m} = 0,50 \text{ m} (50 \text{ cm})$
 $b = 0,5 * h \sim 0,6 * h = 0,6 * 0,50 \text{ m} = 0,30 \text{ m} (30 \text{ cm})$
 /0,5 * h = 0,25 m auch möglich/
 $d = h - 0,05 = 0,45 \text{ m} (45 \text{ cm})$

- b) $g_1 = b * h * \gamma_{\text{Beton}} = 0,30 \text{ m} * 0,50 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 3,75 \text{ kN/m}$
 $g = g_1 + g_2 = 3,75 \text{ kN/m} + 10,0 \text{ kN/m} = 13,75 \text{ kN/m}$
 $q = g + p = 13,75 \text{ kN/m} + 30,0 \text{ kN/m} = 43,75 \text{ kN/m}$

c)

$$M = \frac{q * l^2}{8} = \frac{43,75 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * (6,75 \text{ m})^2}{8} = 249 \text{ kNm}$$

$$\eta = 1,0 \quad \Phi = 7\,200 \text{ (Tabelle 4-4)}$$

$$\omega * \eta = \frac{|M| * \gamma_F}{b * d^2} * \eta = \frac{249 \text{ kNm} * 1,4}{0,30 \text{ m} * (0,45 \text{ m})^2} * 1,0 = 5\,738 < 7\,200 = \Phi \quad \text{keine Druckbewehrung erforderlich!}$$

$$\vartheta = 0,026 \text{ (Tabelle 4-5)}$$

$$\text{Stahlmenge: } A_s [\text{cm}^2] = \vartheta * \frac{|M| * 1,4}{d} = 0,026 * \frac{249 \text{ kNm} * 1,4}{0,45} = 20,14 \text{ cm}^2 = 2\,014 \text{ mm}^2$$

$$\text{Verwendeter Rundstahl: } A_s = 5 \text{ Stück} * \frac{D^2 \pi}{4} = 2\,014 \text{ mm}^2 \quad \Rightarrow \quad D = \sqrt{\frac{4 * A_s}{5 * \pi}} = \sqrt{\frac{4 * 2\,014 \text{ mm}^2}{5 * \pi}} = 22,6 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow D = 24 \text{ mm (größtmöglicher Durchmesser). Rundstahl: } 5x\varnothing 24$$

d)

Belastung (quasi-ständiger Anteil)

$$q = g + 0,3 * p = 13,75 \text{ kN/m} + 0,3 * 30,0 \text{ kN/m} = 22,75 \text{ kN/m} = 0,2275 \text{ kN/cm} = 0,23 \text{ kN/cm}$$

$$I_y = \frac{b * h^3}{12} = \frac{30 \text{ cm} * (50 \text{ cm})^3}{12} = 312\,500 \text{ cm}^4$$

$$E = 3\,300 \text{ kN/cm}^2 \text{ (Tabelle 4-1)}$$

$$w_{\text{elastisch}} = \frac{5 * q * l^4}{384 * E * I_y} = \frac{5 * 0,23 \frac{\text{kN}}{\text{cm}} * (675 \text{ cm})^4}{384 * 3\,300 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} * 312\,500 \text{ cm}^4} = 0,6 \text{ cm}$$

$$w_{\text{vorhanden}} \approx 3,5 * w_{\text{elastisch}} = 3,5 * 0,6 \text{ cm} = 2,1 \text{ cm}$$

$$w_{\text{zulässig}} = \frac{l}{250} = \frac{675 \text{ cm}}{250} = 2,7 \text{ cm}$$

$$w_{\text{vorhanden}} < w_{\text{zulässig}} \\ 2,1 < 2,7 \text{ cm}$$

Nachweis erbracht!



8) Gegeben ist eine Glastreppenkonstruktion. Die Glas-Verbundkonstruktion besteht aus 3 Lagen, die oberste Lage ist eine Verschleißschicht aus 10 mm ESG, die zwei unteren Lagen sind tragend aus TVG mit einer Stärke von je 15 mm. Die Nutzlast p beträgt $2,00 \text{ kN/m}^2$. Spannweite $L = 2,50 \text{ m}$, und Stufenbreite $B=300 \text{ mm}$.

- a) Bestimmen Sie die Eigenlast „g“, und stellen Sie die Lasten zusammen!
 b) Führen Sie den Tragsicherheitsnachweis (Biegespannung) durch!
 c) Führen Sie den Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Durchbiegung) durch!

20 Punkte

a) Plattenhöhe für Gewichtberechnung:

$$d_1 = d_2 = 15 \text{ mm} = 0,015 \text{ m} = 1,5 \text{ cm}$$

$$d_3 = 10 \text{ mm} = 0,010 \text{ m} = 1,0 \text{ cm}$$

$$d = 0,010 \text{ m} + 2 \cdot 0,015 \text{ m} = 0,040 \text{ m}$$

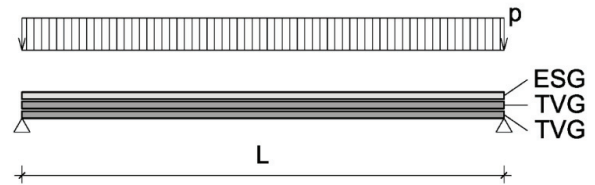
$$g = d \cdot \gamma_{\text{Glas}} = 0,040 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

$$q = g + p = 1,00 \text{ kN/m}^2 + 2,00 \text{ kN/m}^2 = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

Streckenlast bezogen auf $B=300 \text{ mm}$ Stufenbreite:

$$B = 300 \text{ mm} = 0,30 \text{ m}$$

$$q' = q \cdot B = 3,00 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,30 \text{ m} = 0,90 \text{ kN/m}$$



b) Ersatzdicke (TSN)

$$d^* = \sqrt{\frac{d_1^3 + d_2^3}{d_2}} = \sqrt{\frac{(1,5 \text{ cm})^3 + (1,5 \text{ cm})^3}{1,5 \text{ cm}}} = 2,12 \text{ cm}$$

Wenn die tragenden Scheiben gleich stark sind, ergibt sich für $d^* = \sqrt{n} \cdot d = \sqrt{2} \cdot 1,5 \text{ cm} = 2,12 \text{ cm}$, wo „n“ die Anzahl der Glasscheiben ist.

$$W_y = \frac{b \cdot d^{*2}}{6} = \frac{30 \text{ cm} \cdot (2,12 \text{ cm})^2}{6} = 22,5 \text{ cm}^3$$

$$M_y = \frac{q' \cdot L^2}{8} = \frac{0,90 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot (2,50 \text{ m})^2}{8} = 0,703 \text{ kNm} = 70,3 \text{ kNcm}$$

$$\sigma_{S,k} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{70,3 \text{ kNcm}}{22,5 \text{ cm}^3} = 3,12 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{S,d} = \sigma_{S,k} \cdot \gamma_F = 3,12 \cdot 1,4 = 4,37 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{R,d} = 4,60 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{Tabelle (6-2), TVG - Plattenbeanspruchung (Biegung)}$$

$$\sigma_{S,d} < \sigma_{R,d}$$

$$4,37 \text{ kN/cm}^2 < 4,60 \text{ kN/cm}^2$$

Nachweis erbracht!

c) Ersatzdicke (GTN): $d^* = \sqrt[3]{d_1^3 + d_2^3} = \sqrt[3]{(1,5 \text{ cm})^3 + (1,5 \text{ cm})^3} = 1,89 \text{ cm}$

Wenn die tragenden Scheiben gleich stark sind, ergibt sich für $d^* = \sqrt[3]{n} \cdot d = \sqrt[3]{2} \cdot 1,5 \text{ cm} = 1,89 \text{ cm}$, wo „n“ die Anzahl der Glasscheiben ist.

$$I_y = \frac{b \cdot d^{*3}}{12} = \frac{30 \text{ cm} \cdot (1,89 \text{ cm})^3}{12} = 16,88 \text{ cm}^4$$

$$E = 7000 \text{ kN/cm}^2$$

Belastung (häufiger Anteil)

$$q = g + p = 1,00 \text{ kN/m}^2 + 0,5 \cdot 2,00 \text{ kN/m}^2 = 2,00 \text{ kN/m}^2$$

Streckenlast bezogen auf $B=300 \text{ mm}$ Stufenbreite:

$$q' = q \cdot B = 2,00 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,30 \text{ m} = 0,60 \text{ kN/m} = 0,006 \text{ kN/cm}$$

$$w_{\text{vorh}} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_y} = \frac{5 \cdot 0,006 \frac{\text{kN}}{\text{cm}} \cdot (250 \text{ cm})^4}{384 \cdot 7000 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \cdot 16,88 \text{ cm}^4} = 2,58 \text{ cm}$$

$$w_{\text{zulässig}} = \frac{L}{100} = \frac{250 \text{ cm}}{100} = 2,50 \text{ cm}$$

$$w_{\text{vorh}} < w_{\text{zulässig}}$$

$$2,58 > 2,50 \text{ cm}$$

Nachweis NICHT erbracht!