

Korrekturen

Druckfehler

Folgende Buchseiten mit bekannten **Druckfehlern** sind nachfolgend aufgeführt:

Seite 82 Der Nachweis der **Biegespannung** lautet somit

Seite 118
$$\gamma = \frac{b}{e} \cdot \tan \alpha = \frac{1,75}{1,64} \cdot \tan 45^\circ = 1,0671$$

Seite 131
$$\sigma_{y,d} = \frac{M_{r,d}}{W_y} = \frac{17,93 \text{ kNm}}{2 \cdot 41,2 \text{ cm}^3} = 217.597,1 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{\sigma_{y,d}}{\sigma_{R,d}} = \frac{217.597,1 \text{ kN/m}^2}{218.200 \text{ kN/m}^2} = 1,0$$

Die **Vergleichsspannung** σ_V ergibt sich nach Gleichung (5.6) aus

$$\sigma_V = \sqrt{217.597,1^2 + 50.175^2} = 223.307,9 \text{ kN/m}^2$$

Seite 132
$$\frac{\sigma_V}{\sigma_{R,d}} = \frac{223.307,9 \text{ kN/m}^2}{218.200 \text{ kN/m}^2} = 1,02 \approx 1,0$$

Hinweis zur Fehler-Korrektur:

Das Profil 2 U 100 ist nicht ausreichend, zu wählen sind daher 2 U 120.

Unter Berücksichtigung der eigentlichen Durchlaufwirkung bzw. der Kragarme, die entlastend wirken, ist das Ergebnis für 2 U 100 akzeptabel.

Seite 170
$$R_{B,zul} = 40,0 \cdot \frac{\ell_{max}}{\ell^2} = 40,0 \cdot \frac{3,00 \text{ m}}{2,08^2 \text{ m}^2} = 27,7 \text{ kN} \leq 30,0 \text{ kN}$$

$$R_{B,zul} = 40,0 \cdot \frac{\ell_{max}}{\ell^2} = 40,0 \cdot \frac{3,50 \text{ m}}{2,08^2 \text{ m}^2} = 32,3 > 30,0 \text{ kN}$$

Seite 178 Grundriss C: Elemente-**Einsatz-**
plan der Wandschalung

Vorhandene Spannung $\sigma_{m,d}$ nach Gleichung (2.13):

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{r,d}}{W_n} = \frac{0,79 \text{ kNm/m} \cdot 6}{0,021^2 \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ m/m}} = 10.748,3 \text{ kN/m}^2$$

Der charakteristische Wert $f_{m,k}$ für die Biegespannung für Nadelholz der Festigkeitsklasse C 24 beträgt nach DIN 1052

$$f_{m,k} = 24.000 \text{ kN/m}^2$$

Der Bemessungswert $f_{m,d}$ für die Biegespannung im Nadelholz (NH) wird damit entsprechend Gleichung (2.31)

$$f_{m,d} = f_{m,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M} = 24.000 \text{ kN/m}^2 \cdot \frac{0,7}{1,3} = 12.923,1 \text{ kN/m}^2$$

Der Nachweis der **Biegespannung** lautet somit

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_m \cdot f_{m,d}} = \frac{10.748,3 \text{ kN/m}^2}{1,0 \cdot 12.923,1 \text{ kN/m}^2} = 0,83 < 1,0$$

mit Kippbeiwert $k_m = 1,0$.

Kippbeiwert k_m

Für den Kippbeiwert gilt $k_m = 1,0$, wenn die Ersatzstablänge $\ell_{ef} < 140 \cdot b^2/h$ ist.

Auf eine Ermittlung der Ersatzstablänge ℓ_{ef} nach DIN 1052 wird verzichtet. Sie wird näherungsweise zu $\ell_{ef} \approx \ell$ angenommen.

Entsprechend ihrer Größenordnung erfüllt sie bei Schalungskonstruktionen in der Regel die obige Bedingung. An einigen Beispielen wird dies nachfolgend aufgezeigt:

Für ein Schalbrett der Breite $b = 10,4 \text{ cm}$ mit Spannweite $\ell = 28 \text{ cm}$ gilt:

$$\ell_{ef} < 140 \cdot 0,104^2/0,021 = 72,11 \text{ m};$$

$$\ell_{ef} \approx \ell = 0,28 \text{ m} < 72,11 \text{ m}.$$

Für eine Schaltafel der Breite $b = 50 \text{ cm}$ mit der Spannweite $\ell = 28 \text{ cm}$ gilt:

$$\ell_{ef} < 140 \cdot 0,5^2/0,021 = 1.666,67 \text{ m};$$

$$\ell_{ef} \approx \ell = 0,28 \text{ m} < 1.666,67 \text{ m}.$$

Für ein Kantholz 7/14 cm mit der Spannweite $\ell = 70 \text{ cm}$ gilt:

$$\ell_{ef} < 140 \cdot 0,07^2/0,14 = 4,9 \text{ m};$$

$$\ell_{ef} \approx \ell = 0,70 \text{ m} < 4,9 \text{ m}.$$

Berechnung der Durchbiegung w

Nach Gleichung (2.17) wird die Durchbiegung w mit der charakteristischen Einwirkung ohne **Teilsicherheitsbeiwert** berechnet.

$$w = \frac{5 \cdot r_k \cdot \ell^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

$$w = \frac{5 \cdot 54,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,28^4 \text{ m}^4 \cdot 12}{384 \cdot 11 \cdot 10^7 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,021^3 \text{ m}^3 \cdot 1 \text{ m/m}} = 0,0005 \text{ m} = 0,5 \text{ mm}$$

mit $E_{0,mean} = 1,1 \cdot 10^7 \text{ kN/m}^2$ für NH, C 24, parallel zur Faser (DIN 1052).

Nach Tabelle 2.6 wird für den **Messpunktastand** $m = 0,1 \text{ m} < 0,28 \text{ m}$ ein zulässiges Stichmaß

zu $s = 2 \text{ mm} > 0,5 \text{ mm} = \text{vorh } w$

für Zeile 7 gefordert. Damit sind die Ebenheitstoleranzen nach DIN 18202 für die Schalhaut alleine zwar erfüllt, jedoch überlagern sich die Durchbiegungen von Schalhaut, Sparschalung, Träger und Gurtung an

ist. Je größer die Basis b des Abstützbocks oder je kleiner der Hebelarm e der resultierenden Frischbetondruckkraft R ist, desto größer wird die Sicherheit γ des Systems.

Für $\alpha = 45^\circ$ ergibt sich eine vorhandene Sicherheit γ des Systems von:

$$\gamma = \frac{b}{e} \cdot \tan \alpha = \frac{1,75}{1,64} \cdot \tan 45^\circ = 1,0671$$

Interessant ist jedoch die Frage, bei welchem Neigungswinkel α des Ankerstabs die Sicherheit $\gamma = 1,0$ ist und die Auflagerdruckkraft $D_2 = 0$ ist bzw. dann negativ wird:

$$\text{Für } \frac{e}{b} = \frac{1,64}{1,75} = 0,9371 > \tan \alpha \text{ und damit für}$$

$$\alpha < \tan^{-1} \cdot 0,9371 = 43,14^\circ \text{ ergibt sich die Sicherheit } \gamma < 1,0$$

Dies bedeutet, dass bei einem Neigungswinkel des Ankers von $\alpha < 43,14^\circ$ die Ankerkraft D_2 negativ ist, also zu einer abhebenden Zugkraft wird, wodurch es zwangsläufig zum Versagen des gesamten Systems kommen muss, da der Anker auf Biegung beansprucht wird!

Die hier dargelegte Sicherheit γ des Gesamtsystems hat nichts mit den Teilsicherheitsbeiwerten γ_M und γ_F der Bemessung zu tun. Die oben ausgeführten Sachverhalte wurden bewusst mit den Gebrauchslasten r_k ohne Teilsicherheitsbeiwerte dargestellt, um den Unterschied zu verdeutlichen.

Der folgende Tragfähigkeitsnachweis der Anker-Zugkraft wird ebenfalls mit Gebrauchslasten und den bislang gültigen zulässigen Lasten geführt. Die sich danach anschließenden Betrachtungen zur Verankerung im Beton erfordern die Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte γ_M und γ_F als Tragfähigkeitsnachweis nach neuer Norm.

Nachweis der Anker-Zugkraft

Übungsbeispiel 5.4

Die vorhandene Zugkraft beträgt $Z = 253,88 \text{ kN/m}$.

Die **zulässige Tragkraft** eines Ankers DYWIDAG $\varnothing = 15,0 \text{ mm}$ wird nach *Tabelle 2.23* mit $zul F_N = 90,0 \text{ kN}$ angegeben.

Die maximale Schubspannung τ_d für Stahlprofile ergibt sich nach Gleichung (5.4) berechnet zu:

$$\tau_d = \frac{V_{r,d} \cdot S_y}{I_y \cdot t} = \frac{71,72 \text{ kN} \cdot 2 \cdot 24,5 \text{ cm}^3}{2 \cdot 206 \text{ cm}^4 \cdot 2 \cdot 0,85 \text{ cm}}$$

$$\tau_d = 5,0175 \text{ kN/cm}^2 = 50,175 \text{ kN/m}^2 = 50,175 \text{ N/mm}^2$$

Für Stahl S 235 entsprechend St 37 gilt die Streckgrenze $f_{y,k} = 240 \text{ N/mm}^2$. Die Grenznormalspannung ist:

$$\sigma_{R,d} = f_{y,d} = \frac{f_{y,k}}{\gamma_M} = \frac{240 \text{ N/mm}^2}{1,1} = 218,2 \text{ N/mm}^2$$

mit $\gamma_M = 1,1$. Die Grenzscherubspannung ist:

$$\tau_{R,d} = \frac{f_{y,d}}{\sqrt{3}} = \frac{218,2 \text{ N/mm}^2}{\sqrt{3}} = 126,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\tau_d}{\tau_{R,d}} = \frac{50,175 \text{ kN/m}^2}{126,000 \text{ kN/m}^2} = 0,40 < 1,0$$

Biegebemessung

Maximales Moment $M_{r,d}$

$$M_{r,d} = \frac{E_d \cdot l^2}{8} = \frac{91,8 \text{ kN/m} \cdot 1,25^2 \text{ m}^2}{8} = 17,93 \text{ kNm}$$

Die vorhandene Biegespannung $\sigma_{y,d}$ für Stahlprofile wird berechnet nach Gleichung (5.5) zu:

$$\sigma_{y,d} = \frac{M_{r,d}}{W_y} = \frac{17,93 \text{ kNm}}{2 \cdot 41,2 \text{ cm}^3} = 217,597,1 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{\sigma_{y,d}}{\sigma_{R,d}} = \frac{217,597,1 \text{ kN/m}^2}{218,200 \text{ kN/m}^2} = 1,0$$

Die Vergleichsspannung σ_V ergibt sich nach Gleichung (5.6) aus

$$\sigma_V = \sqrt{217,597,1^2 + 50,175^2} = 223,307,9 \text{ kN/m}^2$$

Schubspannung τ_d für Stahlprofile

$$\tau_d = \frac{V_{r,d} \cdot S_y}{I_y \cdot t} \quad (5.4)$$

Stahlprofile S 235 (St 37) für Gurtungen in Wandschalungen:

2 U100:

$$I_y = 2 \cdot 206 \text{ cm}^4, \quad W_y = 2 \cdot 41,2 \text{ cm}^3, \\ S_y = 2 \cdot 24,5 \text{ cm}^3, \quad t = 2 \cdot 8,5 \text{ mm}, \\ E \cdot I_y = 865,2 \text{ kNm}^2$$

2 U120:

$$I_y = 2 \cdot 364 \text{ cm}^4, \quad W_y = 2 \cdot 60,7 \text{ cm}^3, \\ S_y = 2 \cdot 36,3 \text{ cm}^3, \quad t = 2 \cdot 9 \text{ mm}, \\ E \cdot I_y = 1.528,8 \text{ kNm}^2$$

2 U140:

$$I_y = 2 \cdot 605 \text{ cm}^4, \quad W_y = 2 \cdot 86,4 \text{ cm}^3, \\ S_y = 2 \cdot 51,4 \text{ cm}^3, \quad t = 2 \cdot 10 \text{ mm}, \\ E \cdot I_y = 2.541,0 \text{ kNm}^2$$

Biegespannung σ_y für Stahlprofile

$$\sigma_{y,d} = \frac{M_{r,d}}{W_y} \quad (5.5)$$

Vergleichsspannung σ_V für Stahlprofile

$$\sigma_V = \sqrt{\sigma_{y,d}^2 + \tau_d^2} \quad (5.6)$$

Hinweis zur Fehler-Korrektur:

Das Profil 2 U 100 ist nicht ausreichend, zu wählen sind daher 2 U 120.

Unter Berücksichtigung der eigentlichen Durchlaufwirkung bzw. der Kragarme, die entlastend wirken, ist das Ergebnis für 2 U 100 akzeptabel.

$$\frac{\sigma_V}{\sigma_{R,d}} = \frac{223.307,9 \text{ kN/m}^2}{218.200 \text{ kN/m}^2} = 1,02 \approx 1,0$$

Berechnung der Durchbiegung

Nach Gleichung (2.17) wird die Durchbiegung w mit der charakteristischen Einwirkung ohne Teilsicherheitsbeiwert berechnet:

$$w = \frac{5 \cdot f_k \cdot \ell^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

$$w = \frac{5 \cdot 61,20 \text{ kN/m} \cdot 1,25^4 \text{ m}^4}{384 \cdot 865,2 \text{ kNm}^2} = 0,0022 \text{ m} = 2,2 \text{ mm}$$

Nachweis der Ebenheitstoleranzen**Übungsbeispiel 5.11**

Zunächst muss die Summe der größten Durchbiegungen an der jeweils ungünstigsten Stelle berechnet werden. Als größte Durchbiegungen wurden berechnet:

- Für die Schalhaut $w = 1,9 \text{ mm}$
- Für die senkrechten Träger $w = 0,6 \text{ mm}$
- Für die Gurtungen $w = 2,2 \text{ mm}$

Berechnung des Messpunktabstands m

Der Messpunktabstand m beträgt nach Gleichung (2.27):

$$m_1 = \sqrt{\ell_1^2 + \ell_2^2} = \sqrt{1,20^2 \text{ m}^2 + 1,25^2 \text{ m}^2} = 1,73 \text{ m} > 1,50 \text{ m}$$

mit den Spannweiten

- der senkrechten Träger $\ell_1 = 1,20 \text{ m}$ (Gurtungsabstand) und
- der Gurtungen $\ell_2 = 1,25 \text{ m}$ (Ankerabstand bzw. Abstand der Abstützböcke).

Nachweis der Ebenheitstoleranzen

Die Summe der Durchbiegungen Σw für den Messpunktabstand $m = 1,73 \text{ m}$ ergibt sich zu:

Für andere Stützen ergeben sich folgende Tragfähigkeiten:

- Stützengröße 2 (Stützenklasse B 30; z.B. A 300 von HÜNNEBECK):

$$R_{B,zul} = 40,0 \cdot \frac{\ell_{max}}{\ell^2} = 40,0 \cdot \frac{3,00 \text{ m}}{2,08^2 \text{ m}^2} = 27,7 \text{ kN} \leq 30,0 \text{ kN}$$

- Stützengröße 3 (Stützenklasse B 35, z.B. A 350 von HÜNNEBECK):

$$R_{B,zul} = 40,0 \cdot \frac{\ell_{max}}{\ell^2} = 40,0 \cdot \frac{3,50 \text{ m}}{2,08^2 \text{ m}^2} = 32,3 > 30,0 \text{ kN}$$

Bemessung für lichte Raumhöhe $h_{li} = 3,25 \text{ m}$

Bei einer lichten Raumhöhe von $h_{li} = 3,25 \text{ m}$ ergibt sich nach Abzug der Höhen für Schalhaut, Quer- und Jochträger eine tatsächliche Auszugslänge von $\ell = h = 3,25 \text{ m} - 0,42 \text{ m} = 2,83 \text{ m}$.

Eine Deckenstütze der Größenklasse 1 nach DIN 4424 (Stützenklasse B 25, z.B. die Deckenstütze A 260 von HÜNNEBECK) hat einen Auszugsbereich von $\ell = 1,54 \text{ m}$ bis $2,60 \text{ m}$ und ist aufgrund ihrer zu kurzen Länge für den Einsatz hier nicht geeignet.

Eine herkömmliche Deckenstütze der ehemaligen Größenklasse 2 nach DIN 4424 (z.B. die Deckenstütze A 300 von HÜNNEBECK) hat einen Auszugsbereich von $\ell = 1,76 \text{ m}$ bis $3,00 \text{ m}$ und wird nach DIN EN 1065 der Stützenklasse B 30 zugeordnet.

Für die tatsächliche Auszugslänge ℓ der Deckenstütze wird der nutzbare Widerstand $R_{y,d}$ in Abhängigkeit von der Belastungsklasse und der maximalen Auszugslänge ℓ_{max} als Bemessungswert nach Gleichung (2.44) berechnet:

$$R_{B,d} = 61,8 \cdot \frac{\ell_{max}}{\ell^2} = 61,8 \cdot \frac{3,00 \text{ m}}{2,83^2 \text{ m}^2} = 23,15 \text{ kN} \leq 46,3 \text{ kN}$$

Somit ist die größte Stützenlast nicht nachgewiesen:

$$F_N = 23,26 \text{ kN} > 23,15 \text{ kN} = R_{B,d}$$

Für andere Stützen ergeben sich folgende Tragfähigkeiten:

- Stützengröße 3 (Stützenklasse B 35, z.B. A 350 von HÜNNEBECK):

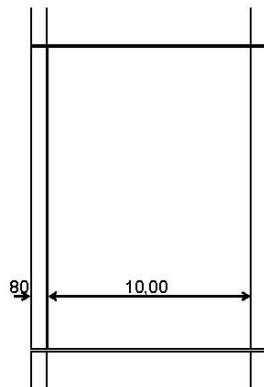
$$R_{B,d} = 61,8 \cdot \frac{\ell_{max}}{\ell^2} = 61,8 \cdot \frac{3,50 \text{ m}}{2,83^2 \text{ m}^2} = 27,0 \text{ kN} < 46,3 \text{ kN}$$

c) Deckenschalung: Konstruktion, Einsatzplanung, Bemessung und Nachweis der Ebenheitstoleranzen

Die Deckenschalung ist im Querschnitt D (*Bild 6.27*) im Maßstab 1:50 zu konstruieren. Im Grundriss E (*Bild 6.28*) ist im Maßstab 1:100 der Einsatz der Stützen und Träger als Einsatzplan darzustellen. Die Deckenschalung ist einschließlich der Unterstützungen zu bemessen und die Ebenheitstoleranzen nach DIN 18202, Tabelle 3, Zeile 6 nachzuweisen. Alle Konstruktionselemente sind zu bezeichnen.

- Betonkonsistenz: F2,
- Schalhaut: Dreischichtenplatte 21 mm
- Träger: Holzschalungsträger H 20
- Gurtung: 2 U 100, S 235 (St 37)
- Anker: D+W, $d = 15$ mm
- Stützen: Deckenstützen aller Größen
- Zubehör:

Grundriss C: Elemente-Einsatz-plan der Wandschalung



Grundriss E: Elemente-Einsatz-plan der Deckenschalung

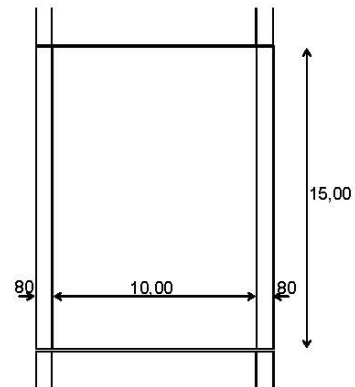


Bild 6.28 Grundrisse C und E