

Musterlösung zu Aufgabe 8.2

Decke aus Halbfertigteilen mit Ortbeton-Unterzügen

a) Konstruktion der Unterzug- und Deckenschalung

Querschnitt A-A

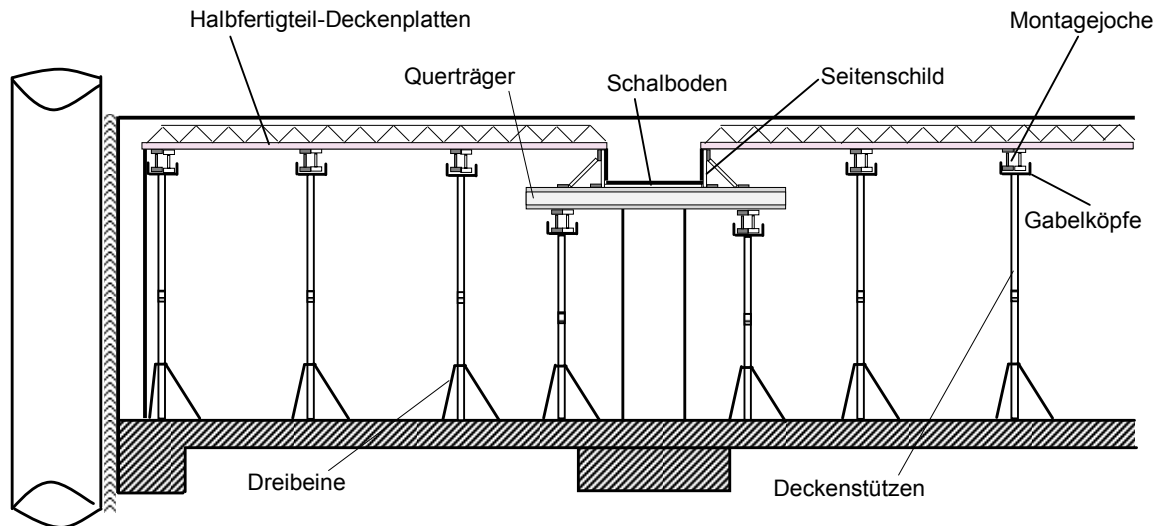


Bild 1 Schnitt A-A

b) Bemessung der Montageunterstützung der Halbfertigteil-Decke

b1) Schalungsaufbau

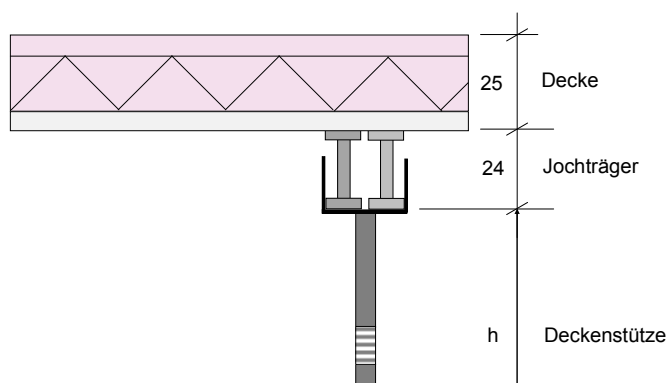


Bild 2 Querschnitt Deckenschalung

b2) Materialauswahl

Zur Verfügung stehendes Material:

- Träger: wahlweise Holzschalungsträger H 20, $V_d = 16,5 \text{ kN}$, $M_d = 7,5 \text{ kNm}$ und $E \cdot I = 450 \text{ kNm}^2$ oder Holzschalungsträger GT 24, $V_d = 19,5 \text{ kN}$, $M_d = 10,5 \text{ kNm}$ und $E \cdot I = 800 \text{ kNm}^2$, hier werden Holzschalungsträger GT 24 gewählt
- Deckenstützen aller Größen

b3) Belastung

Ständige Lasten: Eigengewicht der Schalung

$$\text{Jochträger } g = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Zwischensumme ständige Lasten } g_k = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

Veränderliche Lasten: Verkehrslasten nach DIN EN 12812

$$\text{Decke, Frischbeton (Q}_2\text{)} q_{k,1} = 0,25 \text{ m} \cdot 26 \text{ kN/m}^3 = 6,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Bauarbeiten, Arbeitskräfte (Q}_2\text{)} q_{k,2} = 0,75 \text{ kN/m}^2$$

Zusatzlast Ortbeton (Q₄, min. 0,75 kN/m², max. 1,75 kN/m²)

$$q_{k,3} = 6,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,1 = 0,65 \text{ kN/m}^2 < 0,75 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Zwischensumme veränderliche Lasten } q_k = 8,00 \text{ kN/m}^2$$

Summe der Einwirkungen

$$r_k = g_k + q_k = 0,10 \text{ kN/m}^2 + 8,00 \text{ kN/m}^2 = 8,10 \text{ kN/m}^2 \text{ (Gleichung 2.5),}$$

$$E_d = 1,35 \cdot 0,1 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \cdot 8,00 \text{ kN/m}^2 = 12,14 \text{ kN/m}^2$$

mit den Teilsicherheitsbeiwerten $\gamma_G = 1,35$ für ständige Einwirkungen und $\gamma_Q = 1,5$ für veränderliche Einwirkungen (Gleichung 2.9).

Eigengewicht Deckenschalung

Das Eigengewicht wird für Deckenschalungen

- mit Holzschalungsträgern H 20 zu $g = 0,30 \text{ kN/m}^2$ (System: DOKA Dokaflex),
- mit Holzschalungsträger GT 24 zu $g = 0,40 \text{ kN/m}^2$ (System: PERI Multiflex) angegeben.

Montagejoche von Halbfertigteil-Deckenplatten bestehen nur aus Jochträgern. Die Gewichte der Jochträger sind bei Holzschalungsträgern H 20 $g = 5,0 \text{ kg/m}$ und bei Holzschalungsträgern GT 24 $g = 5,9 \text{ kg/m}$.

Verkehrslast nach DIN 4421 (alt)

auf eine quadratische Einflussfläche von $3 \text{ m} \cdot 3 \text{ m}$ Grundfläche 20 % der Betoneigenlast, mindestens jedoch $1,5 \text{ kN/m}^2$, maximal $5,0 \text{ kN/m}^2$, hier gilt mit $6,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,2 = 1,30 \text{ kN/m}^2$:

$$q_k = 1,50 \text{ kN/m}^2 > 1,30 \text{ kN/m}^2 \text{ und}$$

$q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$ auf die restlichen Betonierflächen.

Einflussfläche der Verkehrslasten

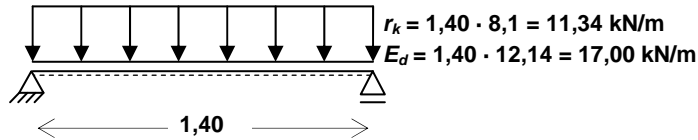
Die quadratische Einflussfläche von $3 \text{ m} \cdot 3 \text{ m}$ Grundfläche für die Verkehrslasten nach DIN EN 12812 oder DIN 4421 ist im Allgemeinen größer als die Einflussfläche aller Konstruktionselemente wie Träger und Stützen. Die Lastannahmen bezogen auf diese Einflussfläche werden daher bei Deckenschalungen in der Regel maßgebend.

b4) Nachweis der Jochträger

Nachweis der Mittelträger

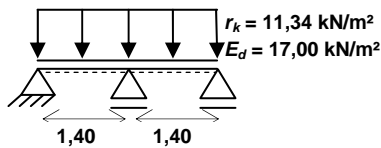
Die Lasteinzugsbreite der Mitteljoche beträgt $\ell = 1,40$ m. Der größte Stützenabstand wird mit $\ell = 1,40$ m für die Mittelträger und $\ell = 2,10$ m für die Randträger angenommen.

Statisches System für die Mittelträger: Einfeldträger



Statisches System: Zweifeldträger

für die Schubmessung:



Für die Schubmessung ist hier der **Zweifeldträger** das ungünstigere statische System.

Schubbemessung

Maximale Querkraft $V_{r,d}$ nach Gleichung (2.18):

$$V_{r,d} = 1,25 \cdot \frac{E_d \cdot \ell}{2} = 1,25 \cdot \frac{17,00 \text{ kN/m} \cdot 1,40 \text{ m}}{2} = 14,88 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{r,d}}{V_d} = \frac{14,88 \text{ kN}}{19,5 \text{ kN}} = 0,76 < 1,0$$

Querkraft $V_{r,k}$

aufgrund der Einwirkungen r_k zum Vergleich

$$V_{r,k} = 1,25 \cdot \frac{11,34 \cdot 1,40}{2}$$

$$V_{r,k} = 9,92 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{r,k}}{\text{zul } Q} = \frac{9,92 \text{ kN}}{13,0 \text{ kN}} = 0,76 < 1,0$$

Biegebemessung

Maximales Moment $M_{r,d}$:

$$M_{r,d} = \frac{E_d \cdot \ell^2}{8} = \frac{17,00 \text{ kN/m} \cdot 1,40^2 \text{ m}^2}{8} = 4,17 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{r,d}}{M_d} = \frac{4,17 \text{ kNm}}{10,5 \text{ kNm}} = 0,40 < 1,0$$

Moment $M_{r,k}$

aufgrund der Einwirkungen r_k zum Vergleich

$$M_{r,k} = \frac{11,34 \cdot 1,40^2}{8}$$

$$M_{r,k} = 2,78 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{r,k}}{\text{zul } M} = \frac{2,78 \text{ kNm}}{7,0 \text{ kNm}} = 0,40 < 1,0$$

Berechnung der Durchbiegung

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

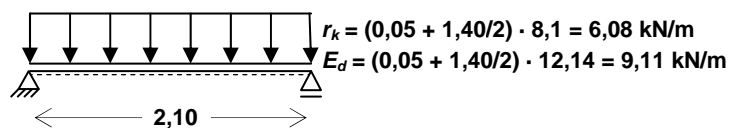
$$w = \frac{5 \cdot r_k \cdot \ell^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

$$w = \frac{5 \cdot 11,34 \text{ kN/m} \cdot 1,40^4 \text{ m}^4}{384 \cdot 800 \text{ kNm}^2} = 0,0007 \text{ m} = 0,7 \text{ mm}$$

Die Ebenheitstoleranzen nach DIN 18202 werden für die Gesamtkonstruktion nachgewiesen.

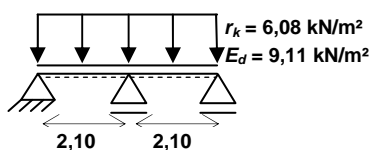
Nachweis der Randträger

Statisches System für die Randträger



Statisches System: Zweifeldträger

für die Schubmessung:



Für die Schubmessung ist hier der **Zweifeldträger** das ungünstigere statische System.

Schubbemessung

Maximale Querkraft $V_{r,d}$

$$V_{r,d} = 1,25 \cdot \frac{E_d \cdot \ell}{2} = 1,25 \cdot \frac{9,11 \text{ kN/m} \cdot 2,10 \text{ m}}{2} = 11,96 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{r,d}}{V_d} = \frac{11,96 \text{ kN}}{19,5 \text{ kN}} = 0,61 < 1,0$$

Biegebemessung

Maximales Moment $M_{r,d}$:

$$M_{r,d} = \frac{E_d \cdot \ell^2}{8} = \frac{9,11 \text{ kN/m} \cdot 2,10^2 \text{ m}^2}{8} = 5,02 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{r,d}}{M_d} = \frac{5,02 \text{ kNm}}{10,5 \text{ kNm}} = 0,48 < 1,0$$

Berechnung der Durchbiegung

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

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

$$w = \frac{5 \cdot 6,08 \text{ kN/m} \cdot 2,10^4 \text{ m}^4}{384 \cdot 800 \text{ kNm}^2} = 0,002 \text{ m} = 2 \text{ mm}$$

Die Ebenheitstoleranzen nach DIN 18202 werden für die Gesamtkonstruktion nachgewiesen.

b5) Nachweis der Ebenheitstoleranzen

Für den Nachweis der Ebenheitstoleranzen muss die Durchbiegung der Halbfertigteilplatten ermittelt werden. Bei Einhaltung der maximalen Montagestützweiten kann von einer maximalen Durchbiegung von $w = \ell/500$ ausgegangen werden. Auf eine genauere Berechnung der Durchbiegung wird hier verzichtet.

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

- Für die Halbfertigteilplatten $w = \ell/500 = 1,40 \text{ m}/500 = 2,8 \text{ mm}$
- Für die Jochträger Randträger: $w = 2 \text{ mm}$; Mittelträger: $w = 0,7 \text{ mm}$; aus beiden Durchbiegungen wird eine mittlere Durchbiegung berechnet:

$$\text{Mittlere Durchbiegung: } w = \frac{2 \text{ mm} + 0,7 \text{ mm}}{2} = 1,35 \text{ mm}$$

Berechnung des Messpunktabstands m_1 für die mittleren Felder zwischen den Mitteljochen

Für die Mittelträger ist der Messpunktabstand m_1 nach Gleichung (2.27):

$$m_1 = \sqrt{\ell_1^2 + \ell_2^2} = \sqrt{1,40^2 \text{ m}^2 + 1,40^2 \text{ m}^2} = 1,98 \text{ m} > 1,50 \text{ m}$$

mit den Spannweiten

- der Halbfertigteilplatten $\ell_1 = 1,40 \text{ m}$ (Jochträgerabstand) und
- der Jochträger $\ell_2 = 1,40 \text{ m}$ (Stützenabstand).

Nachweis der Ebenheitstoleranzen für die mittleren Felder zwischen den Mitteljochen

Die Summe der Durchbiegungen Σw_1 für den Messpunktabstand $m_1 = 1,98 \text{ m}$ ergibt sich zu:

$$\Sigma w = \Sigma (w_{\text{Jochträger}} + w_{\text{Halbfertigteilplatte}})$$

$$\Sigma w_1 = 0,7 \text{ mm} + 2,8 \text{ mm} = 3,5 \text{ mm}$$

Nach Zeile 7 der *Tabelle 2.6* gilt für den ungünstigeren Messpunktabstand von $m = 1,50$ m ein maximales Stichmaß von $zul\ s \leq 4$ mm. Der genaue Wert für $zul\ s$ für den Messpunktabstand $m_1 = 1,98$ m kann nach *Tabelle 2.6* interpoliert werden. Damit ist nach *Gleichung (2.28)* mit

$$\sum w_1 = 3,5\text{ mm} < 4\text{ mm} = zul\ s$$

der Nachweis der Ebenheitstoleranzen gemäß Zeile 7 erbracht. Die Anforderungen der Zeilen 5 und 6 sind ebenso eingehalten.

Da Randträger und Mittelträger unterschiedliche Stützenabstände haben, müssen die Ebenheitstoleranzen auch für den Messpunktabstand m_2 nachgewiesen werden.

Berechnung des Messpunktabstands m_2 für die Randfelder zwischen Mittel- und Randjochen

Für die Randjoche ist der ungünstigere Messpunktabstand m_2 nach *Gleichung (2.27)*:

$$m_2 = \sqrt{\ell_1^2 + \ell_3^2} = \sqrt{1,40^2\text{ m}^2 + 2,10^2\text{ m}^2} = 2,52\text{ m} > 2,50\text{ m}$$

mit den Spannweiten

- der Halbfertigteilplatten $\ell_1 = 1,40$ m (Jochträgerabstand) und
- der Jochträger $\ell_3 = 2,10$ m (Stützenabstand).

Nachweis der Ebenheitstoleranzen für die Randfelder zwischen Mittel- und Randjochen

Die Summe der Durchbiegungen für den Messpunktabstand $m_2 = 2,52$ m ergibt:

$$\sum w = \sum (w_{\text{Jochträger}} + w_{\text{Halbfertigteilplatte}})$$

$$\sum w_2 = 1,35\text{ mm} + 2,8\text{ mm} = 4,15\text{ mm}$$

Nach Zeile 7 der *Tabelle 2.6* gilt für den ungünstigeren Messpunktabstand von $m = 2,50$ m ein maximales Stichmaß von $zul\ s \leq 6$ mm. Der genaue Wert für $zul\ s$ für den Messpunktabstand $m_2 = 2,52$ m kann nach *Tabelle 2.6* interpoliert werden. Damit ist nach *Gleichung (2.28)* mit

$$\sum w_2 = 4,15\text{ mm} < 6\text{ mm} = zul\ s$$

der Nachweis der Ebenheitstoleranzen gemäß Zeile 7 erbracht. Die Anforderungen der Zeilen 5 und 6 sind ebenso eingehalten.

b6) Nachweis der Deckenstützen

Die vorhandene Belastung F_N der Deckenstützen lässt sich berechnen aus *Gleichung 6.2*:

$$F_N = V_{r,d,links} + V_{r,d,rechts}$$

Damit ergibt sich

- für die mittleren Stützen der Mitteljoche:

$$F_N = 2 \cdot V_{r,d} = 2 \cdot 14,88\text{ kN} = 29,76\text{ kN}$$

- für die Stützen der Randjoche:

$$F_N = 2 \cdot V_{r,d} = 2 \cdot 9,56\text{ kN} = 19,12\text{ kN}$$

Zum Vergleich

- für die mittleren Stützen der Mitteljoche

$$F_{r,k} = 2 \cdot V_{r,k}$$

$$F_{r,k} = 2 \cdot 11,96 = 23,92 \text{ kN}$$

- für die Stützen der Randjoche

$$F_{r,k} = 2 \cdot V_{r,k}$$

$$F_{r,k} = 2 \cdot 7,98 = 15,96 \text{ kN}$$

Bemessung für lichte Raumhöhe $h_{li} = 2,50 \text{ m}$

Bei einer lichten Raumhöhe von $h_{li} = 2,50 \text{ m}$ ergibt sich nach Abzug der Höhe der Jochträger eine tatsächliche Auszugslänge von $\ell = h = 2,50 \text{ m} - 0,24 \text{ m} = 2,26 \text{ m}$.

Eine herkömmliche Deckenstütze der ehemaligen Größenklasse 1 nach DIN 4424, z.B. die Deckenstütze A 260 von HÜNNEBECK (HARSCO) hat einen Auszugsbereich von $\ell = 1,54 \text{ m}$ bis $2,60 \text{ m}$ und wird nach DIN EN 1065 der Stützenklasse B 25 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:

$$R_{B,d} = 61,8 \cdot \frac{\ell_{max}}{\ell^2} = 61,8 \cdot \frac{2,60 \text{ m}}{2,26^2 \text{ m}^2} = 31,46 \text{ kN} \leq 46,3 \text{ kN}$$

Somit ist die größte Stützenlast nachgewiesen mit:

$$F_N = 29,76 \text{ kN} < 31,46 \text{ kN} = R_{B,d} \text{ für die Mitteljoche und}$$

$$F_N = 19,12 \text{ kN} < 31,46 \text{ kN} = R_{B,d} \text{ für die Randjoche.}$$

Für andere Stützen ergeben sich folgende Tragfähigkeiten:

- Stützengröße 2 (Stützenklasse B 30, z.B. A 300 von HÜNNEBECK (HARSCO), Auszugsbereich $1,76 \text{ m}$ bis $3,00 \text{ m}$)

$$R_{B,d} = 61,8 \cdot \frac{\ell_{max}}{\ell^2} = 61,8 \cdot \frac{3,00 \text{ m}}{2,26^2 \text{ m}^2} = 36,3 \text{ kN} \leq 46,3 \text{ kN}$$

- Stützengröße 3 (Stützenklasse B 35, z.B. A 350 von HÜNNEBECK (HARSCO), Auszugsbereich $1,98 \text{ m}$ bis $3,50 \text{ m}$)

$$R_{B,d} = 61,8 \cdot \frac{\ell_{max}}{\ell^2} = 61,8 \cdot \frac{3,50 \text{ m}}{2,26^2 \text{ m}^2} = 42,35 \text{ kN} \leq 46,3 \text{ kN}$$

Bei der Bemessung nach dem neuen Sicherheitskonzept der europäischen Normen werden die mit dem Teilsicherheitsbeiwert γ_F multiplizierten Einwirkungen dem nutzbaren Widerstand $R_{y,d}$ nach DIN 12812 und DIN 1065 gegenübergestellt.

Bei der Bemessung mit zulässigen Traglasten nach DIN 4421 und DIN 4424 werden die sich aufgrund der Einwirkungen r_k ergebenden Stützenlasten den zulässigen Traglasten gegenübergestellt.

Für die tatsächliche Auszugslänge ℓ der Deckenstütze wird dann die zulässige Traglast $F_{N,zul}$ der Baustütze in Abhängigkeit von der Belastungsklasse und der maximalen Auszugslänge ℓ_{max} nach *Gleichung (2.50)* berechnet:

- für Normalstützen (N-Stützen) der Größenklasse 1 (Stützenklasse B 25, z.B. A 260 von HÜNNEBECK/HARSCO):

$$R_{B,zul} = 40,0 \cdot \frac{\ell_{max}}{\ell^2} = 40,0 \cdot \frac{2,60 \text{ m}}{2,26^2 \text{ m}^2} = 20,36 \text{ kN} \leq 30,0 \text{ kN}$$

Somit ist die größte Stützenlast hier nur für die Randjoche nachgewiesen mit :

$$F_{r,k} = 15,96 \text{ kN} < 20,36 \text{ kN} = F_{B,zul} ,$$

nicht jedoch für die Mitteljoche:

$$F_{r,k} = 23,92 \text{ kN} > 20,36 \text{ kN} = F_{B,zul}$$

Für andere Stützen ergeben sich folgende Tragfähigkeiten:

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

$$R_{B,zul} = 40,0 \cdot \frac{\ell_{max}}{\ell^2} = 40,0 \cdot \frac{3,00 \text{ m}}{2,26^2 \text{ m}^2} = 23,49 \text{ kN} \leq 30,0 \text{ kN}$$

- Stützengröße 3 (Stützenklasse B 35; z.B. A 350 von HÜNNEBECK/HARSCO):

$$R_{B,zul} = 40,0 \cdot \frac{\ell_{max}}{\ell^2} = 40,0 \cdot \frac{3,50 \text{ m}}{2,26^2 \text{ m}^2} = 27,41 > 30,0 \text{ kN}$$

Somit sind beim Nachweis mit Gebrauchslasten und zulässigen Lasten hier Deckenstützen der Größenklasse 3 (Stützenklasse B 35) erforderlich:

$$F_{r,k} = 23,92 \text{ kN} < 27,41 \text{ kN} = R_{B,zul}$$

Sinnvolle Trägerlängen sind für die Mitteljoche $\ell = 3,30 \text{ m}$ bei Stützenabständen von $2 \cdot 1,40 \text{ m} = 2,80 \text{ m}$ je Träger und für die Randjoche $\ell = 2,40 \text{ m}$ bei einem Stützenabstand von $2,10 \text{ m}$. Die Träger sollten in den Gabelköpfen mit einem Überstand von mindestens je 15 cm beidseitig überlappend gestoßen werden (*Bild 4*).

c) Nachweis der Holzpressung

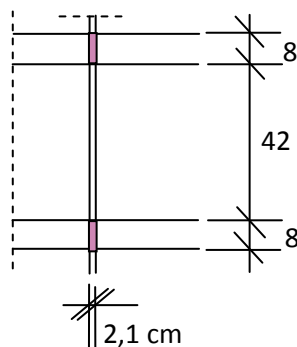


Bild 3 Auflagerfläche Senkrechte Schalhaut – Querträger

Knoten: Senkrechte Schalhaut des UZ-Seitenschildes auf horizontalen Querträgern

Die senkrechten Schalhaut hat auf den horizontalen Querträgern eine Auflagerfläche von (*Bild 3*):

$$A_d = 2 \cdot 0,021 \cdot 0,08 = 0,0017 \text{ m}^2/\text{m}$$

Die zu übertragende Kraft $F_{c,90,d}$ an dieser Stelle entspricht der Belastung der Randjoche:

$$F_{c,90,d} = 9,11 \text{ kN/m}$$

Vorhandene Querdruckspannung $\sigma_{c,90,d}$:

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_d} = \frac{9,11 \text{ kN/m}}{0,0017 \text{ m}^2/\text{m}} = 5.358,8 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{f_{c,90,d}} = \frac{5.358,8 \text{ kN/m}^2}{3.600,0 \text{ kN/m}^2} = 1,49 > 1,0 \quad (\text{Nachweis nicht erfüllt})$$

mit dem Bemessungswert der **Querdruckfestigkeit** (Pressung quer zur Faser) für die Festigkeitsklasse C 24 von $f_{c,90,d} = 3,6 \text{ N/mm}^2$ nach *Abschnitt 2.7*.

Querdrucknachweis:

Nach DIN 1052 darf bei **Auflager-** und **Schwellendruck** der **Einhängeeffekt** in Faserrichtung berücksichtigt werden. Dies geschieht durch rechnerische Verlängerung der Kantenlänge um jeweils 30 mm. Statt der Auflagerfläche A_d wird die wirksame Querdruckfläche A_{ef} berechnet nach *Gleichung (4.1)* für $\dot{u} \geq 30 \text{ mm}$ zu:

$$A_{ef} = b \cdot (\ell + 2 \cdot 30 \text{ mm}) \leq 3 \cdot \ell \cdot b$$

Der lichte Abstand ℓ_1 zwischen den Schalhautplatten der beiden Seitenschilder beträgt

$$\ell_1 = 90 \text{ cm} > 2 \cdot h = 2 \cdot 6 \text{ cm} = 12 \text{ cm}$$

bei einer Flanschhöhe der Holzschalungsträger von 6 cm. Da es sich bei den Holzschalungsträgern um einen zusammengesetzten Querschnitt handelt, wird hier nur die Höhe des Trägerflansches angesetzt. Der Querdruckbeiwert $k_{c,90}$ für Schwellendruck ist damit nach *Tabelle 4.2*

$$k_{c,90} = 1,25.$$

Die Pressfläche für das gesamte Auflager ergibt sich für $\dot{u} \geq 30 \text{ mm}$ nach *Gleichung (4.1)* zu:

$$A_{ef} = 2 \cdot b \cdot (\ell + 2 \cdot 30 \text{ mm}) = 2 \cdot 0,08 \text{ m} \cdot (0,021 \text{ m} + 2 \cdot 0,03 \text{ m})$$

$$A_{ef} = 0,013 \text{ m}^2 \leq 2 \cdot 3 \cdot \ell \cdot b = 2 \cdot 3 \cdot 0,021 \text{ m} \cdot 0,08 \text{ m} = 0,010 \text{ m}^2/\text{m}$$

Für die Holzpressung gilt damit eine rechnerische Querdruckspannung $\sigma_{c,90,d}$ nach *Gleichung (4.3)* von:

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}} = \frac{9,11 \text{ kN/m}}{0,010 \text{ m}^2/\text{m}} = 911,0 \text{ kN/m}^2$$

Der Querdrucknachweis wird dann mit *Gleichung (4.4)* geführt

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} = \frac{911,0 \text{ kN/m}^2}{1,25 \cdot 3.600 \text{ kN/m}^2} = 0,20 \leq 1,0 \quad (\text{Nachweis erfüllt})$$

Hinsichtlich der Holzpressung wäre ein fünffacher Querträgerabstand möglich. Dies ist jedoch als Unterstützung des Schalbodens und für die Arbeitsflächen seitlich des Unterzugs nicht umsetzbar.

Wirksame Querdruckfläche

b Breite der Querdruckfläche

ℓ tatsächliche Aufstandsänge in Faserrichtung des Holzes

\dot{u} rechnerischer Überstand von der Querdruckfläche in Faserrichtung, $\dot{u} \leq 30 \text{ mm}$ und $\dot{u} \leq \ell$

d) Einsatzplan der Unterzug- und Decken-Unterrüstung

Grundriss

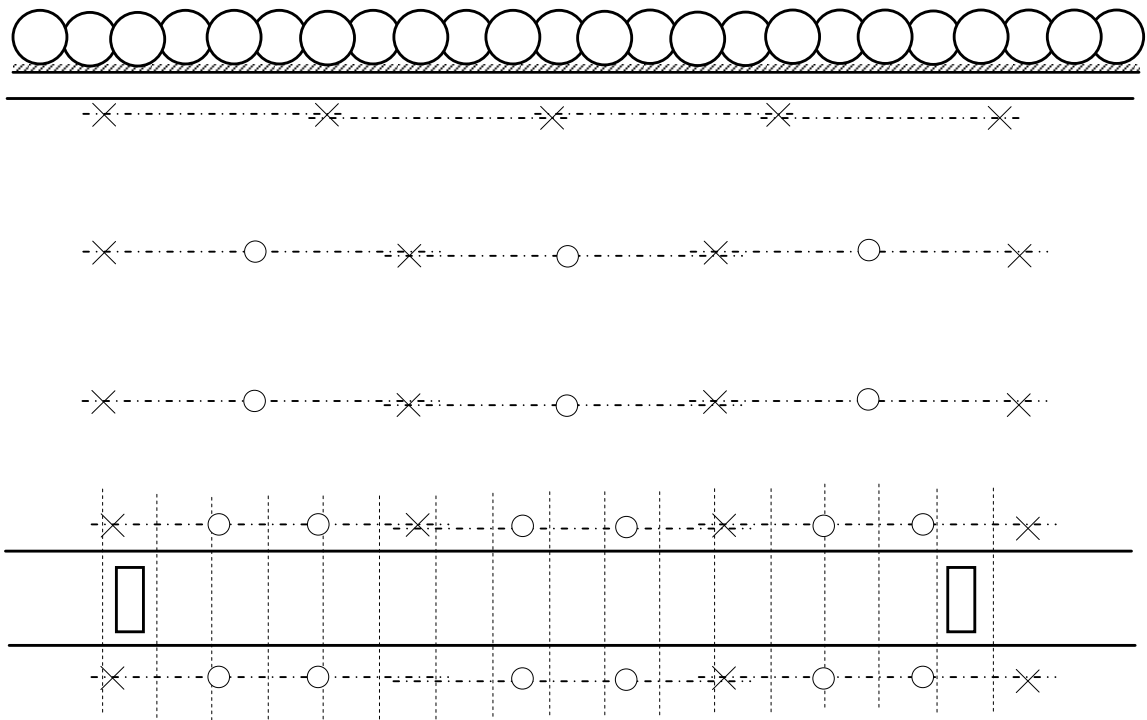


Bild 4 Grundriss
