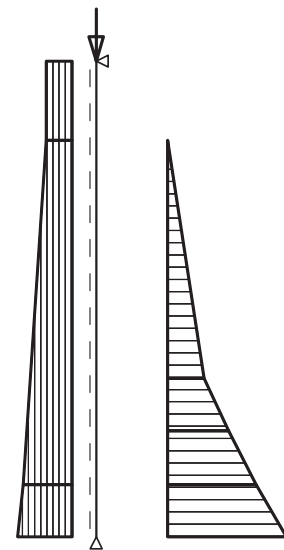
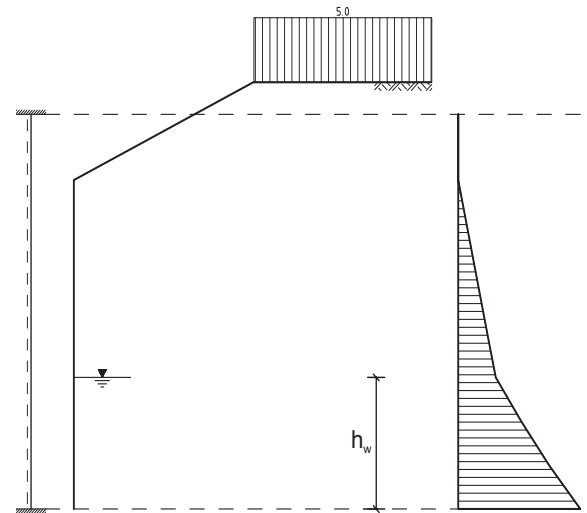


37G - Stahlfaserbetonwand, Th.II.Ord n. DIN 1045 (2001)

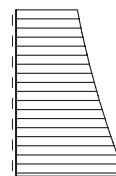
Das Programm dient zur Bemessung einer 1 bis 4 seitig gehaltenen vertikal gespannten Wand aus Stahlfaserbeton, nach DIN 1045-1 und DBV-Merkblatt Stahlfaserbeton (Oktober 2001).

Leistungsumfang

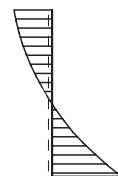
- Normen:
 - DIN 1045-1 (2001)
 - DIN 1045-1 (2008)
- System:
 - vertikal gespannte Wand,
 - 1-4 seitig gehalten (für Knicklängenbeiwerte),
 - wahlweise mit max./min. prozentualer Einspannung
- Einwirkungen:
 - vertikale Einzel- und Streckeneinwirkungen am Wandkopf
 - horizontale und vertikale Flächenlasten
 - Ansatz von Linienmomenten am Wandkopf/-fuß
 - Ermittlung und Ansatz von Bodeneinwirkungen, wahlweise mit Grundwasser
 - Einteilung der Einwirkungen nach Kategorien der DIN 1055-3
 - Betrachtung mehrerer Verkehrslasten, neben Kombinatorik der DIN 1055-100 auch einzeln mit ständiger Last
- Schnittgrößenermittlung nach Th.I.Ord. und Modellstützenverfahren.
- Bemessung wahlweise:
 - ohne Betonstahlbewehrung
 - mit Stabstahl und/oder Matten
- Grafische Ausgaben:
 - Systembild Wand mit Erddruck
 - Darstellung aller Einwirkungen auf das Bauteil
 - Extreme Schnittkraftverläufe (M, N, Q)
- Nachweise:
 - Querkraftnachweis im Grenzzustand der Tragsicherheit
 - Rissbreiten im Grenzzustand der Tragsicherheit
 - Rissnachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
 - Begrenzung der Verformung



Normalkraft



Querkraft



Momente



System

Das statische System ist eine vertikal gespannte Wand, die mit vertikaler Belastung durch Einzel- und Streckenlasten, horizontale Flächenlasten und durch Erddruck bzw. Wasserdruck belastet wird. Die Wand kann 1-seitig (freistehende Wand), 2-seitig (oben und unten), 3-seitig (links, rechts, unten) oder 4-seitig gehalten sein. Je nach Lagerung der Wand wird ein Knicksicherheitsbeiwert nach Heft 525 [5] angeboten. An den Wandenden (oben und unten) können max. und min. Endeinspannungen eingegeben werden.

Belastung

Belastung durch Gelände

Geländegeometrie

Im Falle, dass die Wand eine Belastung durch ein Gelände erfährt, muss eine Geländegeometrie eingegeben werden. Dabei kann das Gelände wahlweise über ein Polygon mit bis zu 5 Punkten erfasst werden oder eine ebene Geländehöhe angegeben werden.

Wird die Geländeoberfläche über ein Polygon beschrieben, sind mindestens 2 Geländepunkte anzugeben. Die Eingabe über Polygonpunkte erfolgt durch Angabe des x-Abstandes von der Wand und der jeweiligen Höhe des Geländes (ab UK Wand).

Bodenkennwerte

Für die Wandhinterfüllung muss das Raumgewicht über und - falls Wasser vorhanden - unter Wasser angegeben werden. Reibungs-, Wandreibungswinkel und Kohäsion sind für die Belastungsermittlung erforderlich, wobei i.Allg. der Wandreibungswinkel Delta positiv ist.

Belastung des Geländes

Um eine Belastung der Wand aus dem Gelände bestimmen zu können, muss zunächst die Belastung auf das Gelände eingegeben werden. Dabei wird eine durchgehende ständige Flächenlast zwischen den letzten beiden angegebenen Polygonpunkten angesetzt, bzw. bei einem ebenen Gelände auf die gesamte Ebene angesetzt. Desweiteren stehen bis zu 4 weitere Flächenlasten für sonstige Belastungen des Geländes zur Verfügung. Die Belastungen können einer ständigen oder veränderlichen Einwirkung zugeordnet werden.

Direkte Einwirkungen auf die Wand

Das Bauteileigengewicht kann durch Angabe der Wichte automatisch als Flächenlast angesetzt werden. Es können weiterhin beliebig viele vertikale Einzel- und Streckenlasten auf den Wandkopf und - falls keine Einspannung an entsprechender Stelle vorhanden - auch beliebig viele Einspannmomente oben und unten eingetragen werden. Desweiteren können neben den horizontalen Geländelasten auch beliebig viele weitere horizontale Flächenlasten angegeben werden. Jeder Einwirkung wird eine Kategorie nach DIN 1055-3 zugeordnet.

Neben der oben beschriebenen allgemeinen Lasteingabe können auch die bekannten Lastmakros wie Lastübernahme aus einer anderen Position, Wandformel, Lasten nach DIN 1055-1, Quicklast, Kopieren der Vorzeile genutzt werden.

Schnittgrößen im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Grundlage für die Bestimmung der Schnittgrößen ist ein 1m breites, 1-achsig gespanntes System. Das Programm ermittelt für jede Leiteinwirkung Designschnittgrößen nach DIN 1055-100. Die Kombinationsbeiwerte und γ -Faktoren, mit denen die Designschnittgrößen ermittelt werden, werden standardmäßig nach DIN 1055-100 angesetzt, können allerdings - falls gewünscht - nach belieben geändert werden. Neben der Kombinatorik nach DIN 1055-100 werden die verschiedenen Leiteinwirkungen auch einzeln nur mit der ständigen Last angesetzt.

Ausgegeben werden:

- 1.) min und max Auflagerkräfte oben und unten
- 2.) min und max Stützmomente oben und unten
- 3.) maximales Feldmomente mit Angabe der Stelle
- 4.) wahlweise grafischer extremaler M-, N- und Q-Verlauf aller Verläufe

Die Ermittlung der Bewehrung erfolgt nach Th.I.Ord., bzw. - falls erforderlich - nach Th.II.Ord. durch das Modellstützenverfahren.

Baustoffe

Folgende Materialien stehen zur Verfügung:

- Stahlfaserbeton F0 - F 2,0 für
 - Normalbeton C16/20-C50/60
 - Leichtbeton LC16/18-LC50/55
- Betonstahl 500S (A,B) und 500M (A).

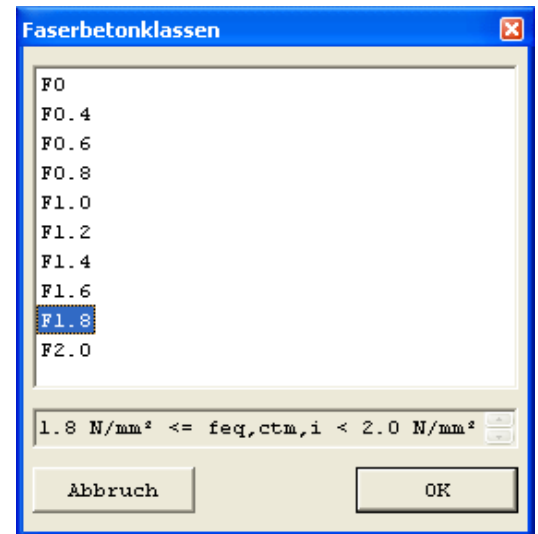
Die zulässige Betongüte sowie die erforderlichen Mindestbetondeckungen werden über die Auswertung der vorgegebenen Expositionsklassen ermittelt.

Die gewünschte Faserbetonklasse kann über ein Menü gewählt werden. Der gewünschte Variationskoeffizient V_f ist dem Betonhersteller mitzuteilen.

Die Angabe der Faserbetonklasse ist nach folgendem in [9] enthaltenen Beispiel vorzunehmen:

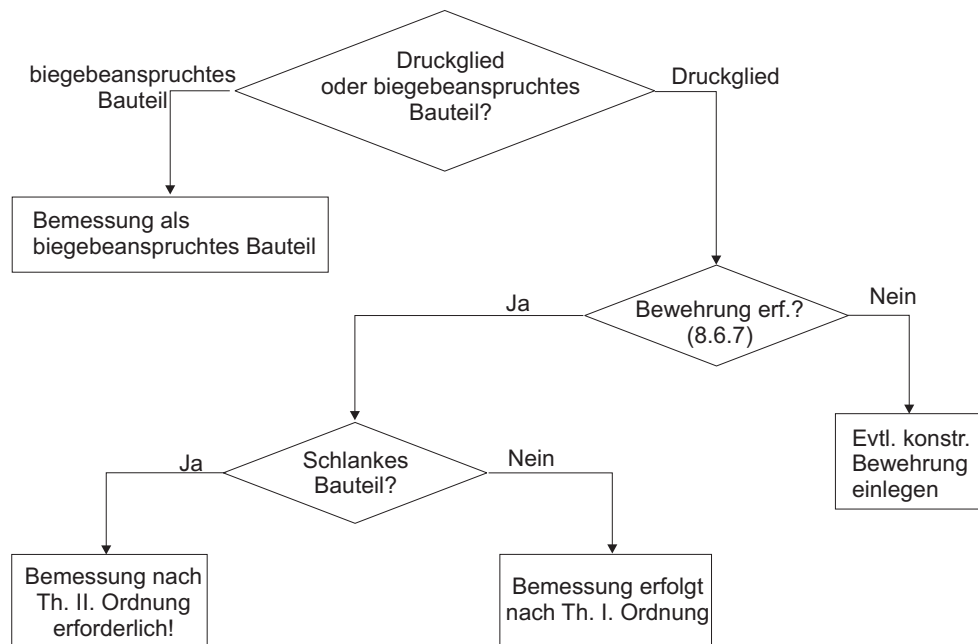
C30/37 F1,0/0,8 XC2

- C30/37: gewählte Betongüte nach [1]
- F1,0/0,8: Stahlfaserbeton der Faserbetonklasse F1,0 für Verformungsbereich I / Stahlfaserbeton der Faserbetonklasse F0,8 für Verformungsbereich II
- XC2: maßgebende Expositionsklasse gemäß [1]



Bemessung

Die Stahlbetonbemessung erfolgt nach DIN 1045 (2001). Dabei wird für jede Lastkombination überprüft, ob ein Druckglied oder ein biegebeanspruchtes Bauteil vorliegt. Bei einem biegebeanspruchten Bauteil erfolgt eine gewöhnliche Biegebemessung. Liegt ein Druckglied vor, wird untersucht, ob eine zusätzliche Bewehrung aus Betonstahl nach Abschnitt 8.6.7 erforderlich ist.



Falls eine Bewehrung erforderlich ist, überprüft das Programm anhand der Schlankheit, ob mit Schnittgrößen der Th. I. Ord. bemessen werden darf. Ist dies nicht der Fall, werden die Schnittgrößen nach Th.II.Ord. durch das Modellstützenverfahren ermittelt und bemessen. Ist der A_s -Wert für die Betonstahlbewehrung = 0, so bedeutet dies, dass die Stahlfasern allein die Tragfähigkeit sicherstellen.

Nachweise

Querkraftnachweis

Der Querkraftnachweis wird gem. 8.2.2 [9] für den Grenzzustand der Tragsicherheit (ständige und vorübergehende Bemessungssituation) im Abstand d (stat. Höhe) vom betrachteten Auflager geführt. Für den betrachteten Nachweisschnitt ist die vorhandene Längsbewehrung (sofern vorhanden) und der zugehörige Stahlschwerpunkt (d_1), sowie die einwirkende Querkraft vorzugeben.

Gemäß 8.2.2.1 [9] dürfen Stahlfasern für die Aufnahme der Querkraft über den äquivalenten Querkraftbewehrungsgrad ($\rho_{w,G}^f$) berücksichtigt werden. Reicht dieser nicht aus, wird eine zusätzliche Querkraftbewehrung aus Betonstahl (wahlweise Matten oder Stabstahl) ermittelt.

Rissnachweis

Die Rissbreite wird tabellarisch gem. 8.2.1 [9] für den Grenzzustand der Tragsicherheit ermittelt. Die resultierende Rissbreite darf den zulässigen Wert (aus dem Quotienten Stahlfaserlänge[mm]/20) nicht überschreiten. Anderenfalls ist die Bewehrung oder die Stahlfaserart zu ändern.

Außerdem wird der Rissnachweis im Zustand der Gebrauchstauglichkeit gem. 8.3.1 [9] geführt, wenn eine zusätzliche Betonstahlbewehrung eingebaut werden muß. In diesem Fall kann der Nachweis wahlweise für Last und/oder Zwang geführt werden.

Begrenzung der Verformung

Die Verformungsbegrenzung wird nach Abschnitt 11.3.2 über eine Begrenzung der Biegeschlankheit geführt. Dabei wird der Wert α nach Tabelle 22 bestimmt. Zwischenwerte, die aus einer prozentualen Einspannung resultieren werden linear interpoliert:

$$l_i / d = \alpha \cdot l_{\text{eff}} / d \leq 35$$

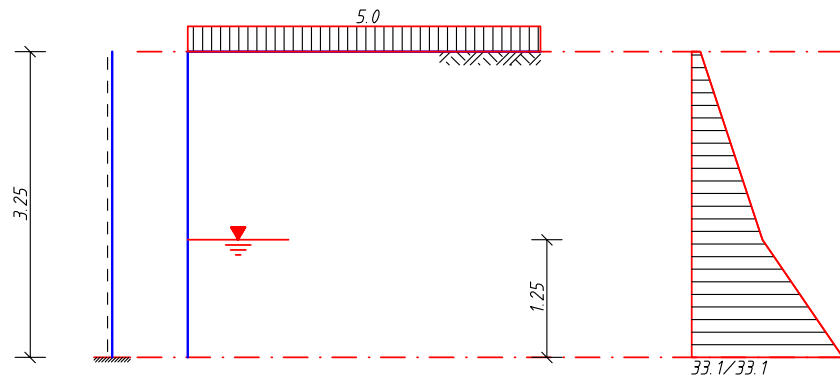
Die Abminderung der Grenze wird bei Leichtbeton berücksichtigt.

Literatur

- [1] DIN 1045 (2001)
- [2] DIN 1045-1 Berichtigung 2 (Juni 2005)
- [3] DIN 1055-3 (2002)
- [4] DIN 1055-100 (2001)
- [5] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 525, 1. Auflage 2003, Beuth Verlag
- [6] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Berichtigung 1 zum Heft 525 (Mai 2005), Beuth Verlag
- [7] Kommentierte Kurzfassung der DIN 1045-1, 1. Auflage, Herausgeber: Deutscher Beton- und Bautechnik Verein E.V., Bundesvereinigung der Prüfeningenieure e.V., Verband der beratenden Ingenieure e.V., Institut für Stahlbetonbewehrung e.V., Verlag: Fraunhofer Verlag (ISBN 3-8167-6459-2) oder Beuth Verlag (ISBN-3-410-15818-9)
- [8] Auslegungen zur DIN 1045-1, Normenausschuss Bauwesen, Internet: <http://www2.nabau.din.de/>
- [9] DBV-Merkblatt Stahlfaserbeton (Oktober 2001)
- [10] DBV-Heft Nr. 7 Stahlfaserbeton - Beispielsammlung zur Bemessung nach DBV-Merkblatt (Juli 2004)

POS. 33 STAHLFASERBETONWAND

System



Vertikal gespannte Wand, 3-seitig (rechts, links und unten) gehalten.

Wandabmessungen: Höhe = 3.25 m ; Breite = 6.15 m ; Dicke = 30.0 cm

Knicklängenbeiwerte:

$$l_0 = \beta \cdot |c_0| = 0.97 \cdot 3.25 = 3.15 \text{ m}$$

Horiz. Geländehöhe ab UK Wand: $H_{\text{gel}} = 3.25 \text{ m}$; Grundwasserhöhe $h_w = 1.25 \text{ m}$

Bodenkenngrößen der Hinterfüllung

Gamma / Gamma' (unter Wasser) = 18.00 / 11.00 kN/m³

Reibungswinkel Phi / Wandreibungswinkel Delta = 32.50 / 21.67 °

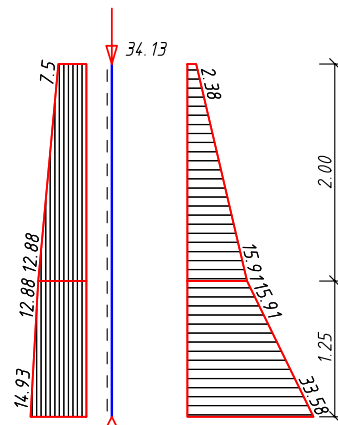
Ansatz des 1.50-fachen aktiven Erddrucks.

Einwirkungen auf Gelände

Durchgehende ständige Flächeneinwirkung:

$$p, k = 5.0 \text{ kN/m}^2$$

Einwirkungen (charak.)



Wandeinwirkungen aus Erdreich [kN/m²], Tiefe in [m]

| Tiefe u. Gel. OK | Boden eah(g) | Wasser- druck | Zusatzlasten eah(g) | res. eh (g) | Boden eav(g) | Zusatzlasten eav(g) | res. ev (g) |
|------------------|--------------|---------------|---------------------|-------------|--------------|---------------------|-------------|
| 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 0.00 | 1.88 | 0.0 | 0.0 | 1.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2.00 | 15.41 | 0.0 | 0.0 | 15.4 | 5.4 | 0.0 | 5.4 |
| 3.25 | 20.58 | 12.5 | 0.0 | 33.1 | 7.4 | 0.0 | 7.4 |

Flächeneinwirkungen

Das Bauteileigengewicht wird mit einer Wichte von 25.0 kN/m^3 berücksichtigt.

Flächeneinwirkungen [kN/m^2]

| aus | Art | Kat. | xu [m] | xo [m] | Wert, k unten | oben |
|-------------------|-----|------|-----------|-----------|------------------|------|
| wand eigengewicht | qx | G | 0.00 | 3.25 | 7.50 | 7.50 |
| windsog | qz | Q, W | 0.00 | 3.25 | 0.50 | 0.50 |

Streckeneinwirkungen:

Lasten: q = Linienlast [kN/m], m = Linienmoment [kNm/m]
 Richtung: x = vertikal in Wandebene, z = senkrecht zur Wandebene

| Streckeneinwirkungen | Ort | Last | Kat. | Wert, k | Alpha |
|---|------|------|------|---------|-------|
| wand $(0.240 \cdot 25.0 + 0.50) \cdot 5.25 \cdot 100\%$ | oben | qx | G | 34.13 | - |

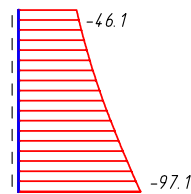
| Kategorie | Bezeichnung | Komb.-Beiwerte | | | Gamma | |
|-----------|-----------------------|----------------|------|------|-------|------|
| | | Psi0 | Psi1 | Psi2 | sup. | inf. |
| G | Ständige Einwirkungen | - | - | - | 1.35 | 1.00 |
| Q, W | Windlasten | 0.60 | 0.50 | - | 1.50 | - |

Grenzzustand der Tragfähigkeit

Schnittgrößen aus: ständiger und vorübergehender Bemessungssituation

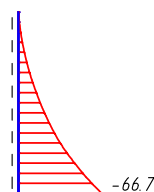
Normalkraft

$N: 1 \text{ cm} = 60.0 \text{ kN} / \text{System } 1:135$



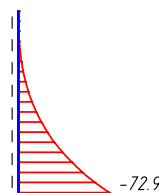
Querkraft

$Q: 1 \text{ cm} = 60.0 \text{ kN} / \text{System } 1:135$



Momente

$M: 1 \text{ cm} = 60.0 \text{ kNm} / \text{System } 1:135$



| Auflager | Ort | maxAv | minAv | maxAh | minAh | max Ms | min Ms |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| [-] | [-] | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| 1 | unten | 97.05 | 97.05 | 66.69 | 64.25 | -68.89 | -72.86 |

Baustoffe: Normalbeton C 20/25
BSt 500S(A)+BSt 500M(A)
Größtkorn des Zuschlags dg = 32.0 mm

| Expositionsklassenauswahl | | mit Betondeckung: | | |
|---------------------------|--------------------|-------------------|-----------------|---------------|
| Ort | Expositionsclassen | c.min [mm] | delta.c [mm] | gew.c [mm] |
| außen : | XC3 | 20 | 15 | 35 |
| innen : | XC1 | 10 | 10 | 20 |

Erläuterungen: XC1 Trocken oder ständig nass
XC3 Mäßige Feuchte

Faserbeton: C 20/25 F1.6/1.4

 mit Variationskoeffizient $v_i = 0.15$

 Verformungsbereich I: $f_{eq,ctk} = 1.6000 \text{ N/mm}^2$ $f_{eq,ctd} = 1.0155 \text{ N/mm}^2$

 Verformungsbereich II: $f_{eq,ctk} = 1.4000 \text{ N/mm}^2$ $f_{eq,ctd} = 0.8885 \text{ N/mm}^2$

Tragmomente nur aus Stahlfaserbewehrung: Mfd unten/oben 32.20/ -31.14 kNm

 Anrechenbarer Faseranteil für Mindestbewehrung : $\text{vorh.minAs}(f) = 4.30 \text{ cm}^2$
Bemessung (Zugfaserseite = innen)

 Erforderliche Bewehrung in $[\text{cm}^2/\text{m}]$ aus:

| Leiteinwirkung | Einspannung oben/unten | Theorie | erf.As,innen | erf.As,außen |
|----------------|------------------------|-----------|--------------|--------------|
| G | 0 % / 100 % | 1.Ordnung | 2.77 | 2.77 |
| Q,W | 0 % / 100 % | 1.Ordnung | 3.14 | 3.14 |

Maßgebende Kombination innen: Leiteinw. Q,W , Einsp. oben/unten: 0/100%
 außen: Leiteinw. Q,W , Einsp. oben/unten: 0/100%

Bewehrung

Schlankheit: $\lambda = 36.4 < 85$; $N_{ed,max} = -97.05 < 0.00 = N_{rd}$
 Eine zusätzliche Betonstahlbewehrung ist erforderlich.

| Wand- bereich | Längsbewehrung | | | Querbewehrung | | |
|------------------|----------------|-----------|---|---------------|-----------|---------------------------------------|
| | ds [mm] | s [cm] | n Matte erf./vorh.As [cm ² /m] | dsq [mm] | s [cm] | erf./vorh.Asq [cm ² /m] |
| innen | 6.0/19.0 | 1xR188A | 3.14/ 3.37 | - / - | - | 0.63/ 1.13 |
| außen | 6.0/15.0 | 1xR188A | 3.14/ 3.76 | 6.0/35.0 | - | 0.63/ 1.94 |

Querkraftnachweis: am Auflager im Abstand d

 Mindestbewehrungsgrad $\min.\rho = 1.0 * 0.71 = 0.71 \% \text{ (Tab.29 und 13.3.3 (2))}$

 äquivalenter Bewehrungsgrad $\rho_{fw,C} = 1.54 \% \{8.4\}$
 $V_{rd,ct} = 79.4 \text{ kN (70)}, V_{rd,c} = 162.4 \text{ kN (74)}$
 $V_{Ed,red} = 55.5 \text{ kN} < \max.V_{rd,A} = 239.4 \text{ kN} \rightarrow \text{Bereich A \{gem. Bild 8.5\}}$

 erforderlicher Gesamtbewehrungsgrad $\rho_{vw} = 0.00 \% \{ \text{gem. Bild 8.7} \}$

 erforderlicher Betonstahlbewehrungsgrad $\rho_{w,Y} = \rho_{vw} - \rho_{fw,C} = 0.00 \%$

Es ist keine weitere Querkraftbewehrung aus Betonstahl erforderlich!

Bemerkung:

Die Angaben {} für Abbildungen, Formeln und Textpassagen beziehen sich auf das DBV-Merkblatt Stahlfaserbeton, Fassung Oktober 2001. Die Angaben () beziehen sich auf DIN 1045-1.

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Schnittgrößen für: Quasi ständige Kombination

| Auflager | Ort | maxAv [kN] | minAv [kN] | maxAh [kN] | minAh [kN] | max Ms [kNm] | min Ms [kNm] |
|----------|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|
| 1 | unten | 71.89 | 71.89 | 47.60 | 47.60 | -51.03 | -51.03 |

Rißnachweis: Rissbreiten im Grenzzustand der Tragfähigkeit

 Länge der Stahlfasern $l_f = 60 \text{ mm}$

 Maximale Rißbreite $w_u = l_f / 20 = 3.0 \text{ mm}$,

 $e_{yk} = 2.50\%$

| Ort | MEd [kNm/m] | NEd [kN/m] | du [cm] | do [cm] | Asu [cm ² /m] | Aso [cm ² /m] | ec2 [%] | es1 [%] | x [cm] | efct [%] | w [mm] |
|-----------|----------------|---------------|------------|------------|-----------------------------|-----------------------------|------------|------------|-----------|-------------|-----------|
| Innen, ve | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.37 | 3.76 | 0.00 | 0.00 | 30.0 | 0.00 | 0.0 |
| Außen, ve | -72.8 | -97.1 | 2.3 | 3.8 | 3.37 | 3.76 | -1.04 | 2.32 | 8.1 | 2.81 | 0.6 |

Rissnachweis für Zwangsbeanspruchung (nach 3-5 Tagen)

Nachweis der Mindestbewehrung min.As 11.2.2

| Bezeichnung | kc [-] | k [-] | Ac [cm ²] | fct,eff [N/mm ²] | SigmaS [N/mm ²] | min.As [cm ² /m] | vorh.As [cm ² /m] |
|---------------------|-----------|----------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Horizon.Ri., innen | 1.0 | 0.80 | 1500.0 | 1.105 | 297.3 | 0.42 | < 1.13 |
| Horizon.Ri., aussen | 1.0 | 0.80 | 1500.0 | 1.105 | 257.5 | 0.49 | < 1.94 |

Berechnung und Ausgabe der Mindestbewehrung min.As je Rand

Rissnachweis für Lastbeanspruchung (nach 28 Tagen)

Nachweis der vorh. Rissbreite vorh.wk 11.2.4

| Bezeichnung | Ort [m] | Md [kNm/m] | Nd [kN/m] | Dsm [mm] | min.As [cm ² /m] | vorh.As [cm ² /m] | vorh.wk [mm] | zul.wk [mm] |
|-----------------|------------|---------------|--------------|-------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------|----------------|
| Innen, vertikal | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 6.0 | - | 3.37 | 0.00 | < 0.40 |
| Außen, vertikal | 0.00 | -51.00 | -274.3 | 6.0 | - | 3.76 | 0.06 | < 0.30 |

Nachweis der Begrenzung der Durchbiegung:

 $\alpha \cdot l_{eff} / d = 2.40 \cdot 3.25 \text{ m} / 0.262 \text{ m} = 29.8 < 35$

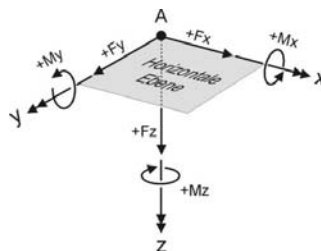
Der Nachweis nach DIN 1045-1/11.3.2 (3) ist eingehalten.

Konstruktive Hinweise

 An den freien Rändern sind die Eckstäbe durch Steckbügel $D_s \ 8/20.0 \text{ cm}$ zu sichern.

 Die außenliegenden Bewehrungsstäbe beider Wandseiten sind je m^2 wandfläche an mindestens vier versetzt angeordneten Stellen z.B. durch S-Haken $D_s \ 8$ zu verbinden.

Weiterleitung der Einwirkungen (charakt.):

 Die Kraftarttrichtungen sind auf das globale Koordinatensystem bezogen. Dabei sind die Beträge der Kraftarten q in [kN/m] und m in [kNm/m].


| Lager | Kraftart | Kategorie | Volllast | Maximal | Minimal |
|-------|----------|-----------|----------|---------|---------|
| 1 | my | G | 51.03 | 51.03 | 51.03 |
| | | Q,W | 2.64 | 2.64 | 0.00 |
| | | Summe, k | 53.67 | 53.67 | 51.03 |
| | qx | G | 47.60 | 47.60 | 47.60 |
| | | Q,W | 0.00 | 1.63 | 0.00 |
| | | Summe, k | 47.60 | 49.23 | 47.60 |

| Lager | Kraftart | Kategorie | volllast | Maximal | Minimal |
|-------|----------|-----------|----------|---------|---------|
| | qz | G | 71.89 | 71.89 | 71.89 |