

Kapitel 8

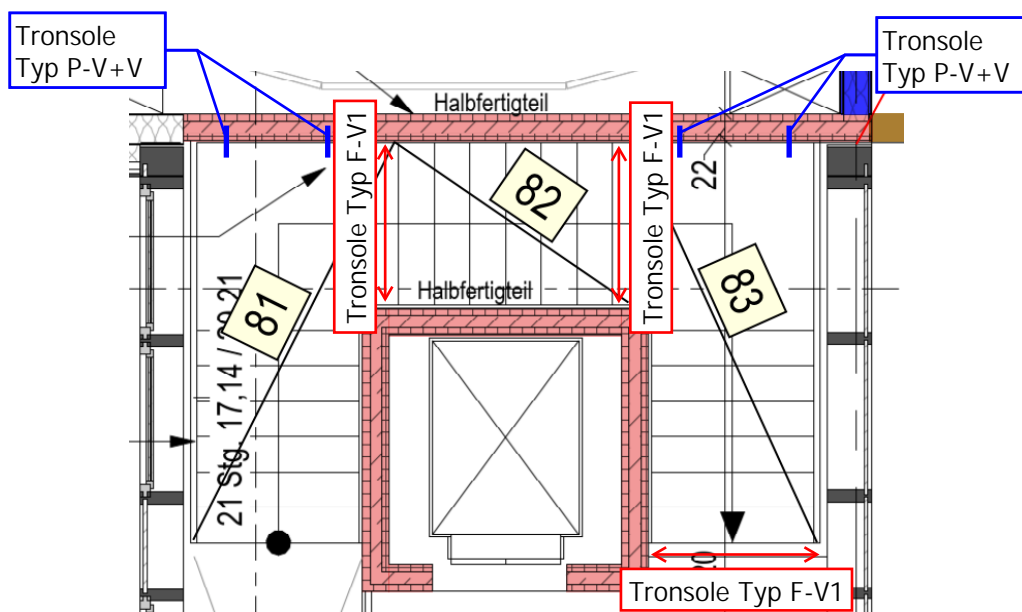
Treppen und Podeste

Vorbemerkung

In dem vorliegenden Kapitel wird Treppenläufe und Zwischenpodeste bemessen und dokumentiert.

Die Positionen Nr. 81 und 83 werden als ein Stahlbetonfertigteile (Treppenlauf und Podest) hergestellt und sind über Schöck-Tronsole (o. glw.) an die Treppenhauswand angeschlossen. Der 18 cm dicke Quertreppenlauf (Pos. Nr. 82) wird ebenfalls als Stahlbetonfertigteile ausgeführt und auf ausgeklinkten Bandkonsolen auf den Zwischenpodesten aufgelegt.

An der Decke werden die Treppenläufe über Schöck-Tronsole (o. glw.) auf ausgeklinkten Bandkonsolen aufgelegt.



Pos. 81+83

Systemannahmen

| | | |
|------------------------|---|---------------------|
| Querschnitt: | Treppenlauf | $h = 18 \text{ cm}$ |
| | Zwischenpodest | $h = 25 \text{ cm}$ |
| Material: | | |
| Beton: | C30/37 | |
| Stahl: | B 500A | |
| Expositionsklasse: | XC1 | |
| | $\rightarrow \text{erf. } c_{\text{nom,o}} = \text{erf. } c_{\text{nom,u}} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$ | |
| Rissbreitenbegrenzung: | $\text{erf. } w_k = 0,40 \text{ mm}$ | |
| gew. Betondeckung: | $c_{\text{nom,o}} = c_{\text{nom,u}} = 30 \text{ mm}$ | |

Lasten

Ständige Lasten

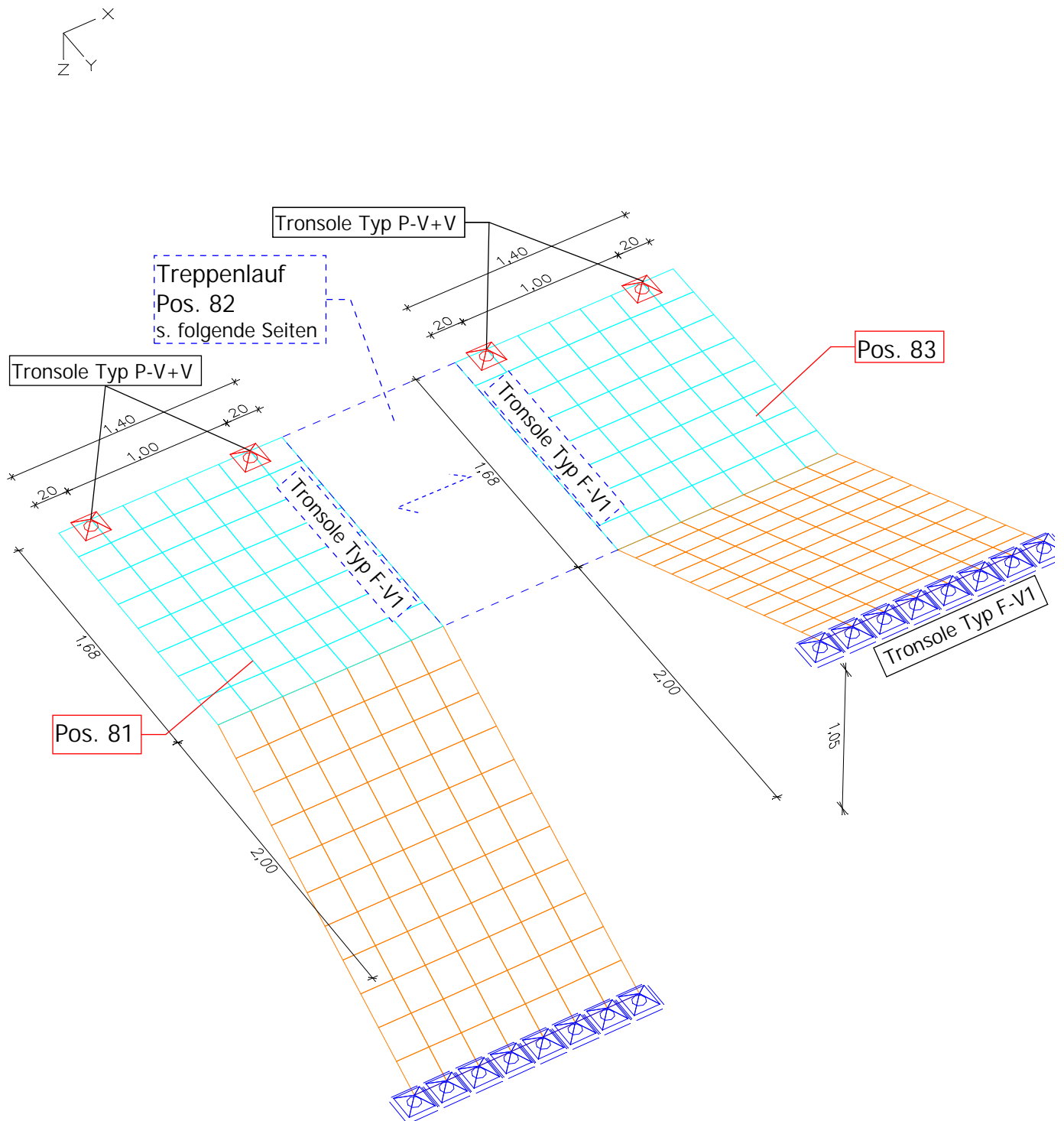
- aus Eigengewicht
 - Treppenlauf $= 7,34 \text{ kN/m}^2$
 $h = 0,18 \text{ m}; h_{\text{Stg.}} = 0,171 \text{ m}$
 $\Rightarrow 0,18 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 / \cos 30^\circ + 0,5 \times 0,171 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3$
 - Zwischenpodest (programmintern)
- aus Ausbau $= 0,15 \text{ kN/m}^2$

Veränderliche Lasten

- aus Nutzlast $= 5,00 \text{ kN/m}^2$

Bemessung

siehe den folgenden EDV-Ausdruck.



Systemkenngrößen

| | |
|---------------------|--------------------|
| 320 Knoten | |
| 266 Elemente | 0 Stabelemente |
| 20 Festhaltungen | 0 Plattenelemente |
| 0 Koppelungen | 0 Scheibenelemente |
| 2 Materialkennwerte | 266 Schalelemente |
| 2 Querschnittswerte | 0 Seilelemente |
| 4 Lastfälle | 0 Volumenelemente |
| 0 LF-Kombinationen | 0 Federelemente |
| 0 Spannstränge | |

Berechnungsort der Flächenelemente: Knoten
2 Ergebnisorte in den Stäben

Gedrehte Koordinatensysteme
266 Elementsysteme
0 Schnittkraftsysteme
0 Bewehrungssysteme

Querschnittswerte

| | | | |
|---|--------|---|------------|
| 1 | Fläche | Podest h = 25 cm Elementdicke [m] dz = 0,2500 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1 | drillsteif |
| 2 | Fläche | Treppenlauf h = 18 cm Elementdicke [m] dz = 0,1800 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1 | drillsteif |

Materialkennwerte

| | Nr. | Art | E-Modul [MN/m ²] | G-Modul [MN/m ²] | Quer- dehnz. | alpha.t [1/K] | gamma [kN/m ³] |
|---|-----|-------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 1 | C30/37-EN-D | 33000 | 13800 | 0,20 | 1,00e-05 | 25,000 |
| 2 | 2 | C30/37-EN-D | 33000 | 13800 | 0,20 | 1,00e-05 | 0,000 |

Betonstahl für Flächenelemente

| | Nr. | Lage | Güte | d1x [m] | d2x [m] | asx [cm ² /m] | d1y [m] | d2y [m] | asy [cm ² /m] | as fix | Walz- art |
|---|-----|------|------|------------|------------|-----------------------------|------------|------------|-----------------------------|-----------|--------------|
| 1 | 1 | 1 | 500M | 0,030 | | 0,000 | 0,030 | | 0,000 | | Warm |
| 2 | | 2 | 500M | | 0,030 | 0,000 | | 0,030 | 0,000 | | Warm |
| 3 | 2 | 1 | 500M | 0,030 | | 0,000 | 0,030 | | 0,000 | | Warm |
| 4 | | 2 | 500M | | 0,030 | 0,000 | | 0,030 | 0,000 | | Warm |

as Grundbewehrung
d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand
d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand
Die positive z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte Güte bzw. Streckgrenze fyk des Betonstahls [MN/m²]

Lastfall-Bezeichnung

| | Lastfall | Bezeichnungstext |
|---|----------|------------------|
| 1 | 1 | G: Eigengewicht |
| 2 | 2 | G: Ausbaulast |
| 3 | 3 | Q: Nutzlast |
| 4 | 4 | Summe G |

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

| LF. | Bezeichnung | Fx [kN] | Fy [kN] | Fz [kN] |
|-----|--------------------|---------|---------|---------|
| 1 | G: Eigengewicht | 0,000 | -0,000 | 76,836 |
| | Auflagerreaktionen | -0,000 | -0,000 | 76,836 |
| 2 | G: Ausbaulast | 0,000 | -0,000 | 31,894 |
| | Auflagerreaktionen | 0,000 | -0,000 | 31,894 |
| 3 | Q: Nutzlast | 0,000 | -0,000 | 75,304 |
| | Auflagerreaktionen | -0,000 | -0,000 | 75,304 |
| 4 | Summe G | 0,000 | -0,000 | 108,731 |
| | Auflagerreaktionen | -0,000 | -0,000 | 108,731 |

Lastdaten Lastfall 1: G: Eigengewicht

| Eigenlast (EG) aus Material- und Querschnittsbeschreibung | | | |
|---|--------|--------|--------|
| Wichtungsfaktoren in Richtung | | | |
| LfdNr | X [-] | Y [-] | Z [-] |
| 1 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |

LZV = Last-Zeit-Verlauf

| Gleichlast Rechteck (GR1, GR2) in globaler Richtung | | | | | | | |
|---|-------|-------|--------|-----------|-----------|-----------|-----|
| LfdNr | x [m] | y [m] | z [m] | qx[kN/m²] | qy[kN/m²] | qz[kN/m²] | LZV |
| 2 | 0,000 | 1,680 | -1,050 | 0,00 | 0,00 | 7,50 | |
| 3 | 1,400 | 1,680 | -1,050 | | | | |
| 3 | 1,400 | 3,680 | 0,000 | | | | |
| 4 | 2,500 | 1,680 | -1,050 | 0,00 | 0,00 | 7,50 | |
| 5 | 3,900 | 1,680 | -1,050 | | | | |
| 5 | 3,900 | 3,680 | -2,100 | | | | |

Lastdaten Lastfall 4: Summe G

| Superposition von Ergebnissen (SUP) | | | |
|-------------------------------------|-----|-----|----------|
| Lastfall | | | Wichtung |
| LfdNr | von | bis | |
| 1 | 1 | 2 | 1,000 |

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen**Standard Bemessungsgruppe****G - Eigenlast**

Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle

- 1 G: Eigengewicht
2 G: Ausbaulast

QN - Nutzlast, Verkehrslast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie A: Wohngebäude
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,5 / 0,3

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

- 3 Q: Nutzlast

1. Ständige und vorübergehende Situation

Endzustand

- G Eigenlast
QN Nutzlast, Verkehrslast

1. Seltene (charakteristische) Situation

Endzustand

- G Eigenlast
QN Nutzlast, Verkehrslast

1. Quasi-ständige Situation

Endzustand

- G Eigenlast
QN Nutzlast, Verkehrslast

Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1

| Qu. | Expos. | Vorspannung | Bewehrung | | | | | Ermüdung | | | | | Ri. | De- | Spannung | | |
|-----|--------|-------------------|-----------|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|-----|-----|----------|-----|-------|
| | klasse | des Bauteils | M | R | B | Q | T | S | B | Q | T | P | C | V | br. | ko. | C B P |
| 1 | XC4 | Nicht vorgespannt | x | . | x | x | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| 2 | XC4 | Nicht vorgespannt | x | . | x | x | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |

- (M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Datei: Treppe 81+83

M = 1:

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

| | |
|------------------|---|
| M,N | Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft: (ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied. (*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse. |
| fyk | Stahlgüte der Bügel. |
| Theta | Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt. |
| P. | Balken werden wie Platten bemessen. |
| K. | Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt. |
| Asl | Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum. |
| rho _w | Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho _{w,min} nach Gl. (9.5a/bDE). |
| as | Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2). |
| x,y | Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y. |
| cvl | Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z. |
| Red. | Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen. |

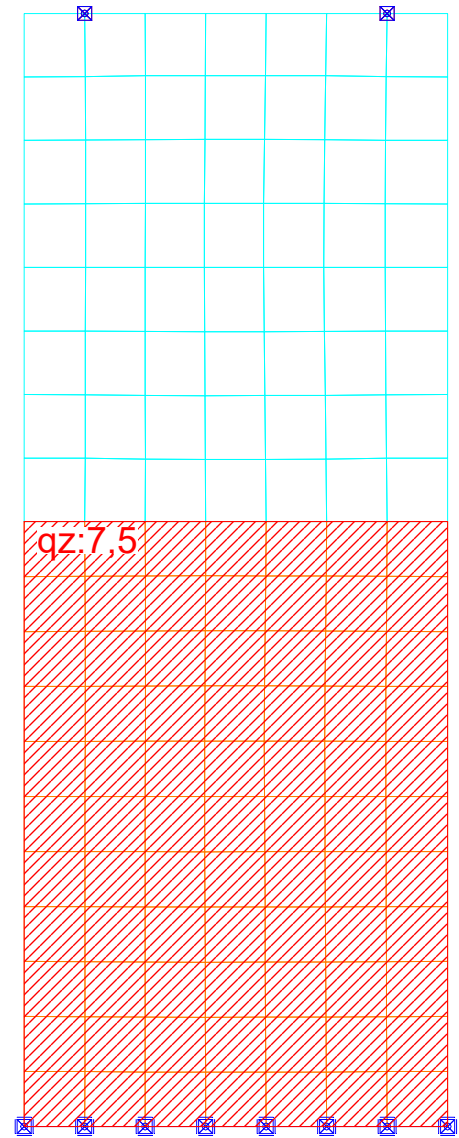
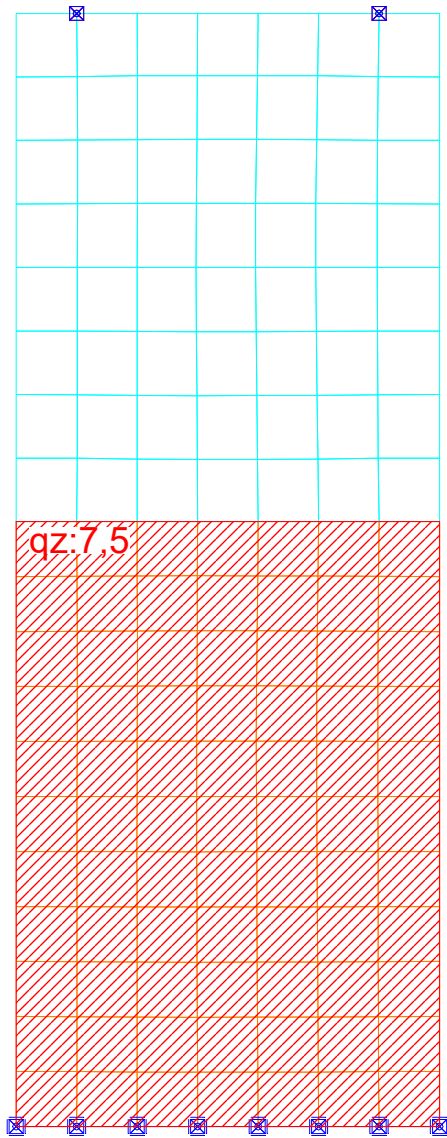
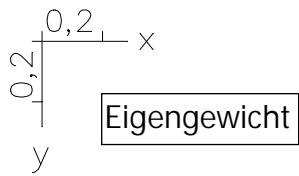
| Qu. Beton | Roh- dichte [kg/m³] | Bem. M,N | fyk [MPa] | cot Theta | Bem. P.K. | Asl [cm²] Bild 6.3 vorh. max | Faktor rho _w | Bem. as | cvl x,y [mm] | Red. Vor- spg. |
|---------------|---------------------------|----------|-----------|--------------|-----------|------------------------------------|----------------------------|---------|-----------------|----------------------|
| 1 C30/37-EN-D | . | SY | 500 | 1,00 | . | 0,00 | 0,00 | 0,60 | 0,20 | 30 |
| 2 C30/37-EN-D | . | SY | 500 | 1,00 | . | 0,00 | 0,00 | 0,60 | 0,20 | 30 |

Schubquerschnitte

| | |
|--------|--|
| bw.nom | Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6). |
| h.nom | Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6). |
| kb, kd | Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d. |
| z1, z2 | Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion. |
| tef | Wanddicke des Torsionskastens. |
| K. | Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29). |

| Qu. | Breite [m] | | Nutzbreite | | Höhe [m] | | Nutzhöhe | | Torsionsquerschn. [m] | | | |
|-----|------------|--------|------------|----|----------|-------|----------|------|-----------------------|----|-----|----|
| | bw | bw.nom | bn [m] | kb | h | h.nom | d [m] | kd | z1 | z2 | tef | K. |
| 1 | 1,000 | . | . | . | 0,250 | . | 0,220 | 0,90 | . | . | . | . |
| 2 | 1,000 | . | . | . | 0,180 | . | 0,150 | 0,90 | . | . | . | . |

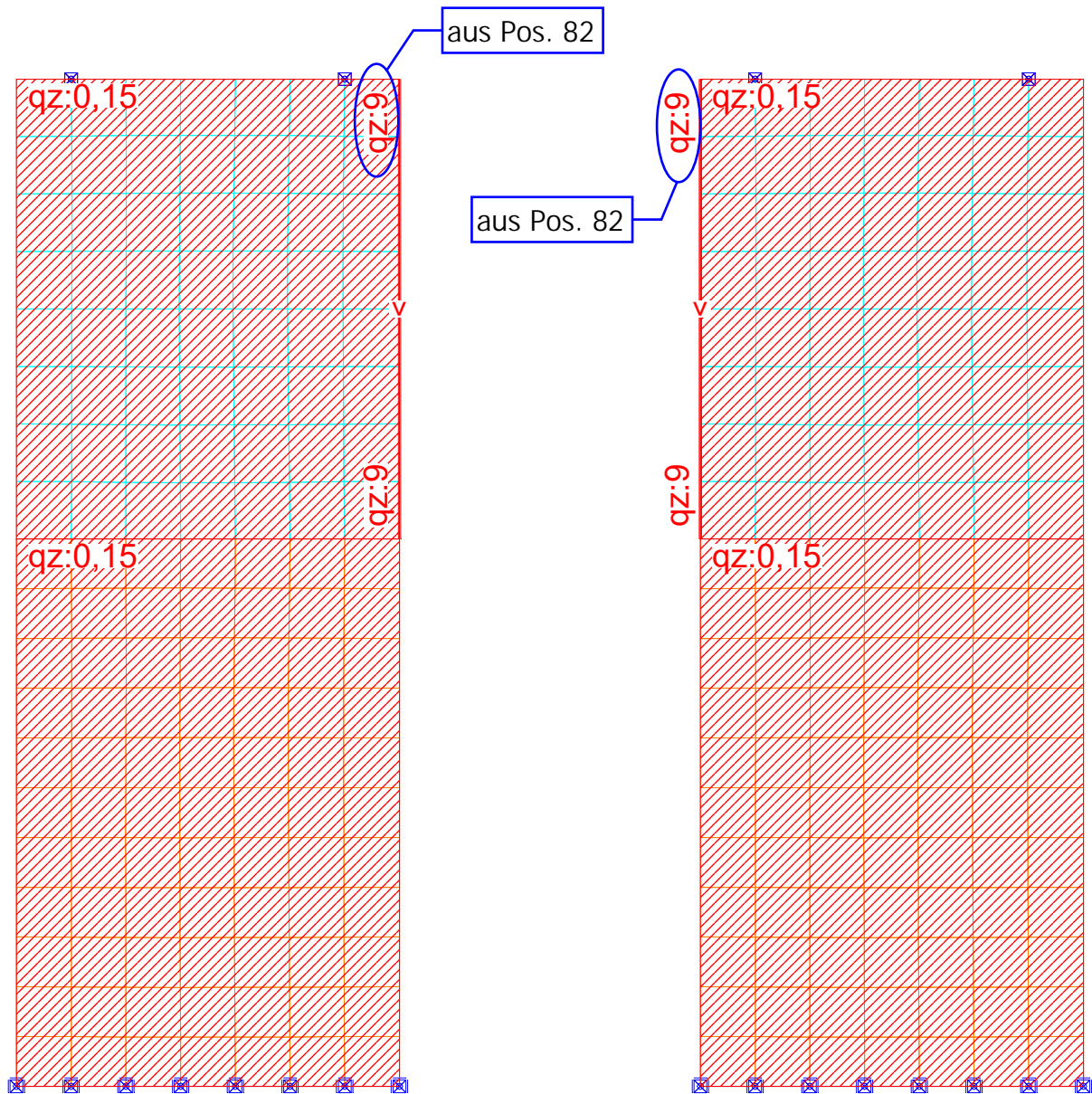
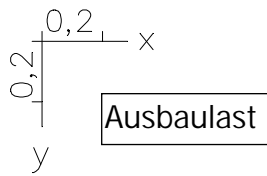
EIGENLAST



LF 1: Belastung, G: Eigengewicht

Datei: Treppe 81+83

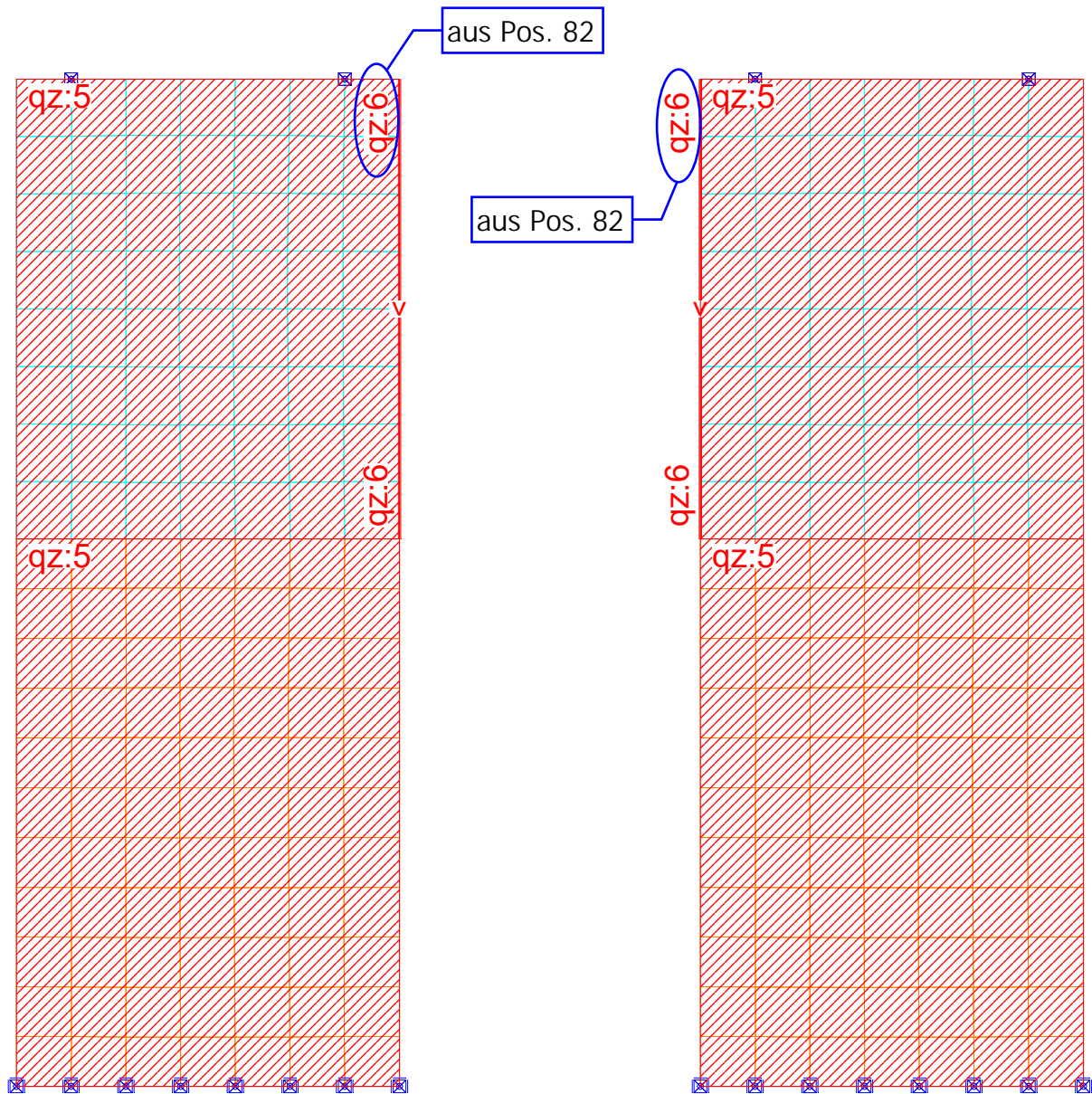
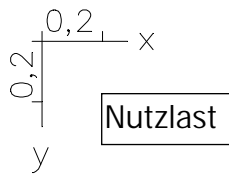
M = 1: 25



LF 2: Belastung, G: Ausbaulast

Datei: Treppe 81+83

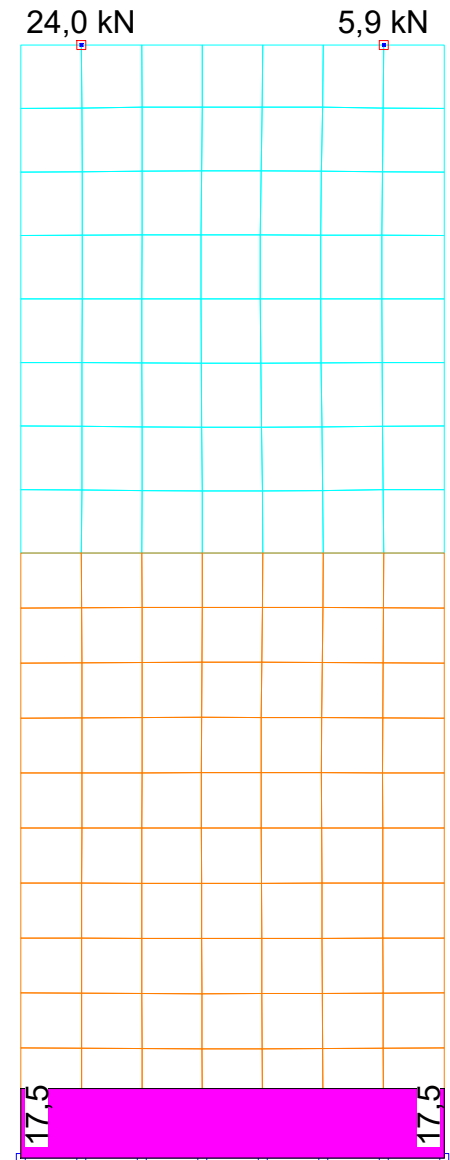
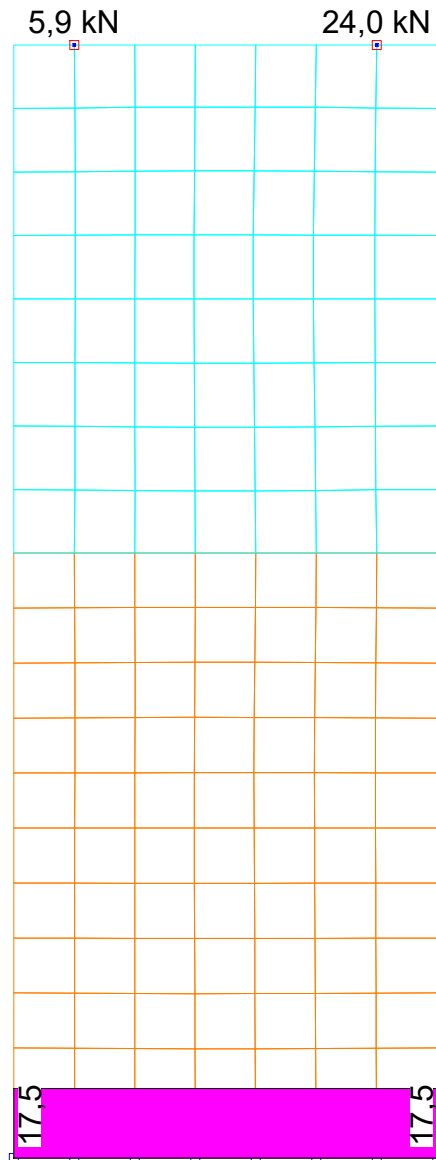
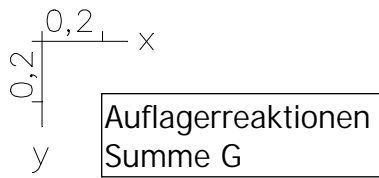
M = 1: 25



LF 3: Belastung, Q: Nutzlast

Datei: Treppe 81+83

M = 1: 25



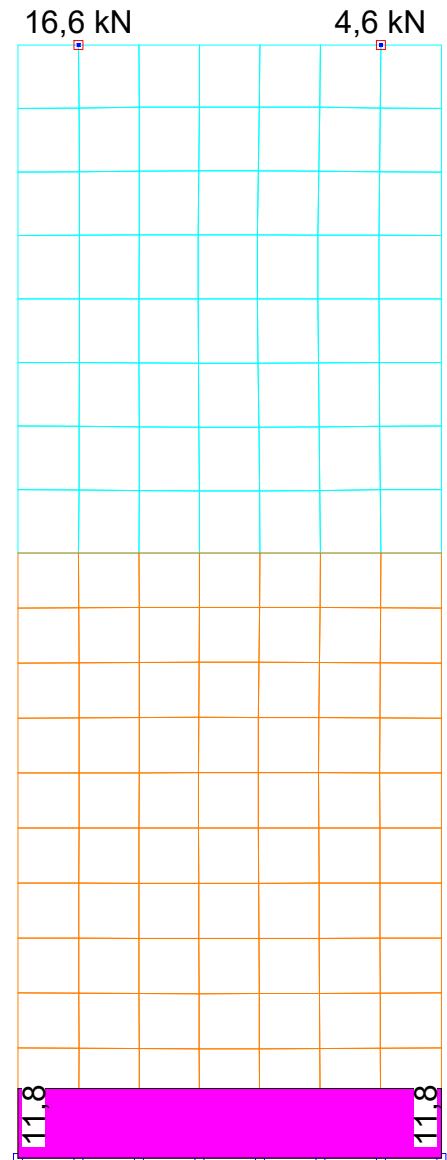
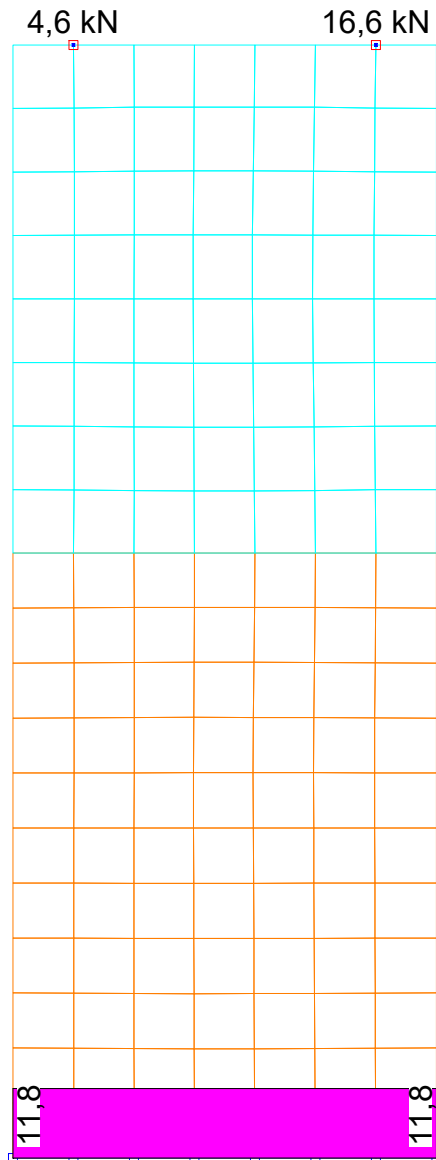
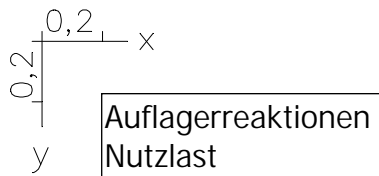
LF 4: Summe G

Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) $R_z(l)$. 19,09 [kN/m] =

Summe im Globalsystem $R_z(g)$ = 108,73 [kN]

Datei: Treppe 81+83

M = 1: 25



LF 3: Q: Nutzlast

Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) $R_z(l)$. 12,85 [kN/m] =

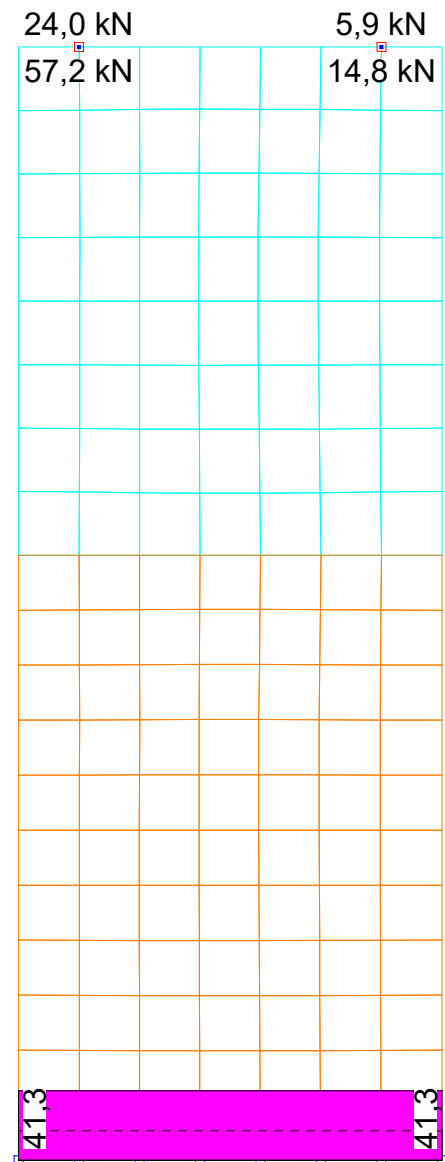
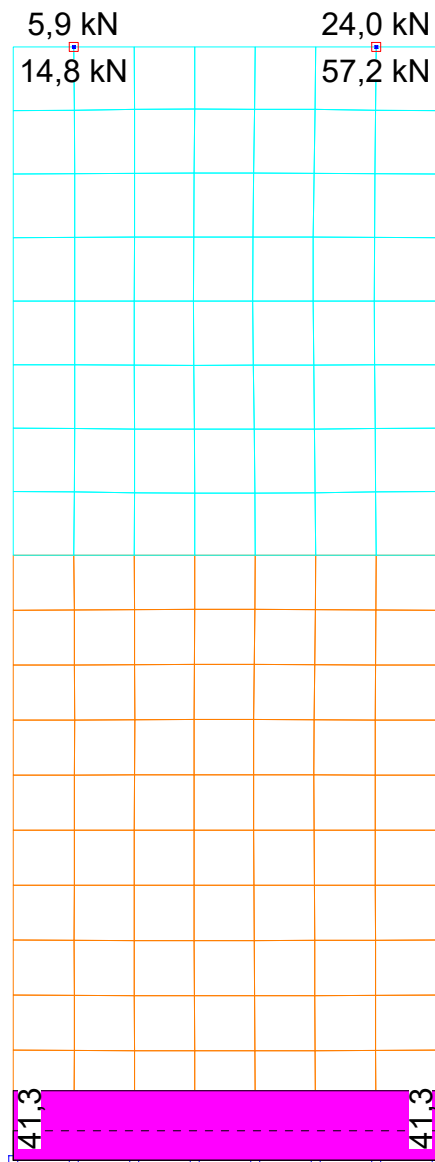
Summe im Globalsystem $R_z(g)$ = 75,30 [kN]


Datei: Treppe 81+83

M = 1: 25



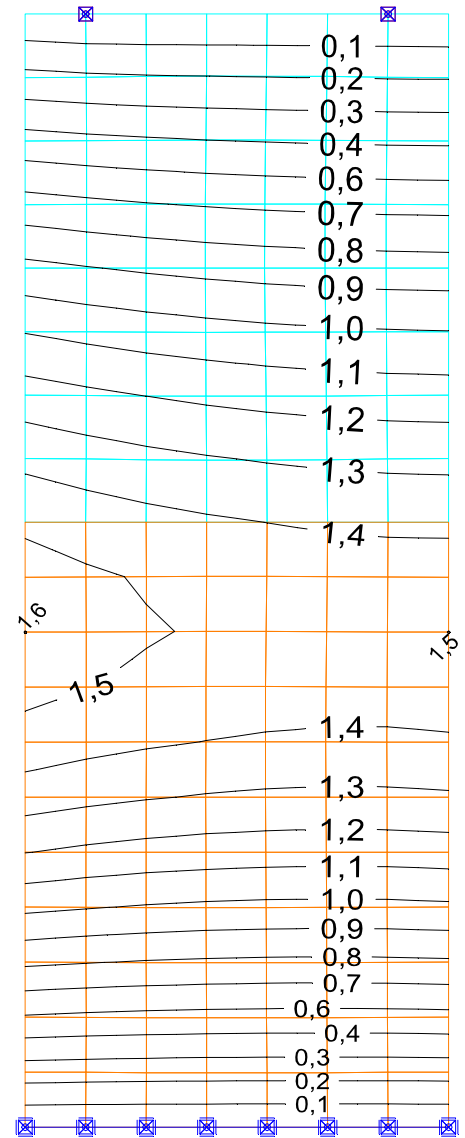
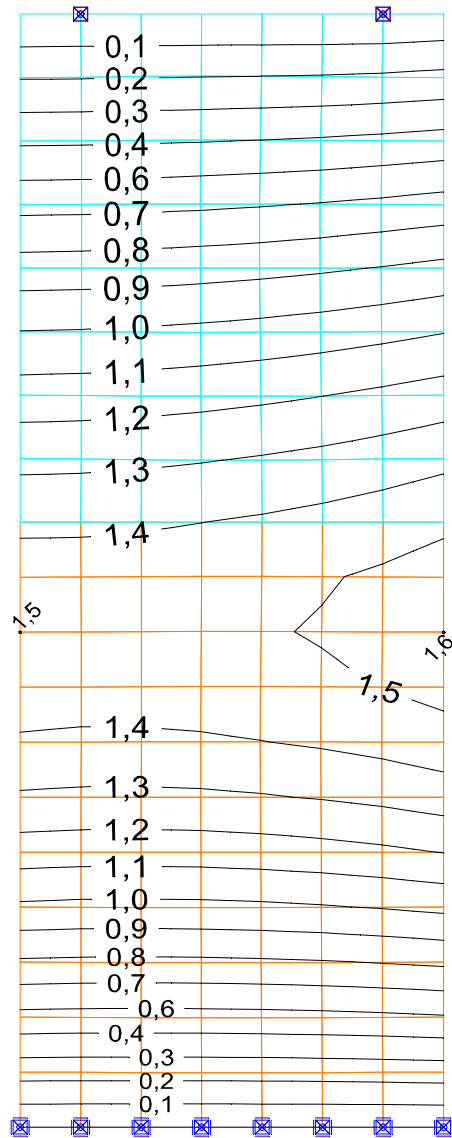
Auflagerreaktionen
Ständige und vorübergehende Kombination



LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) min,max $R_z(l)$. 45,05 [kN/m] = 
Die Summe der Lagerkräfte ist aufgrund der Mittelung u.U. unrealistisch.

Datei: Treppe 81+83

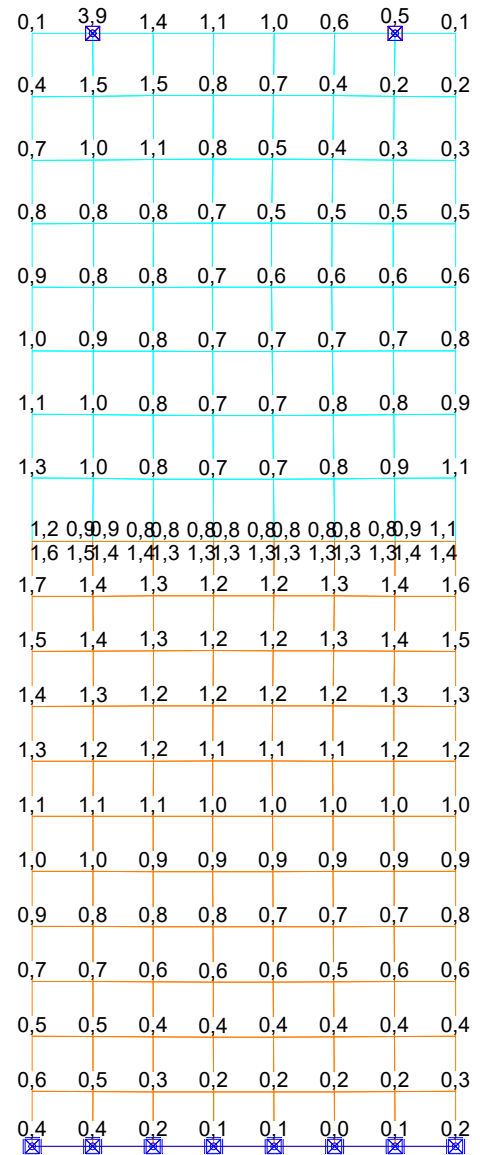
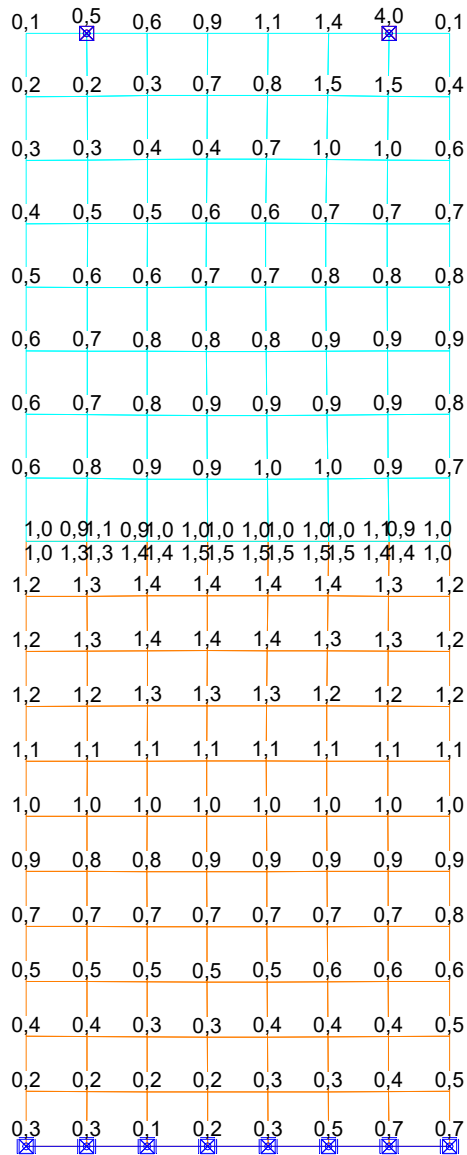
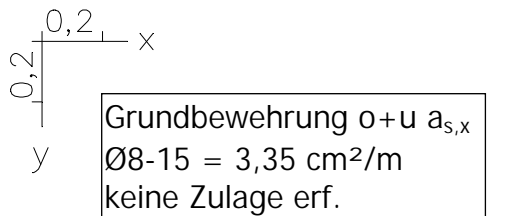
M = 1: 25



LFK DIN1992.QS.1: 1. Quasi-ständige Situation, DIN EN 1992-1-1
 Deformationen max uz [mm]
 Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): -0,00/1,61 [mm]

Datei: Treppe 81+83

M = 1: 25



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Biegebewehrung asx 1. Lage in cm^2/m , Gesamtgew. aus Bemessung: 0,1 tWertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,03/4,31 [cm^2/m]

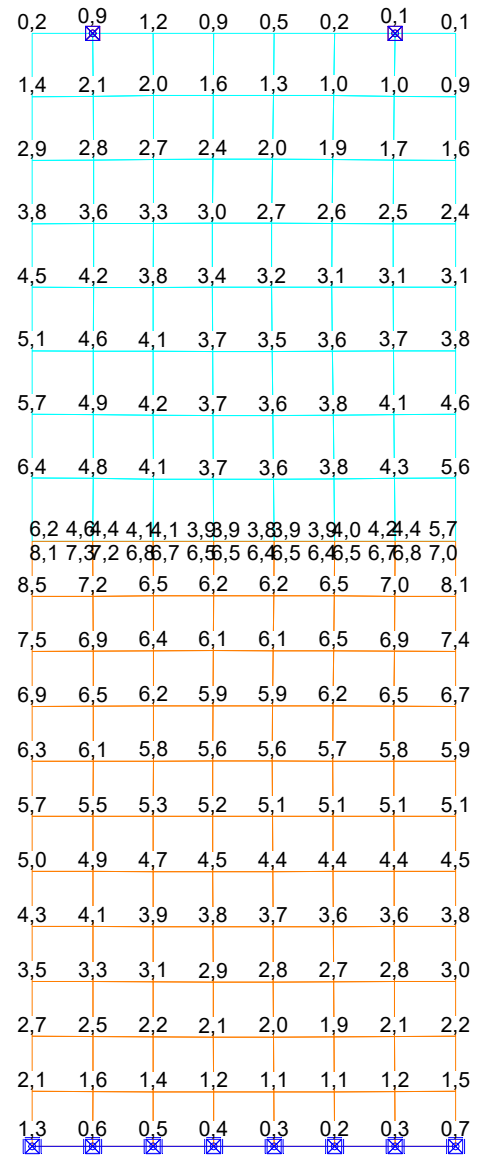
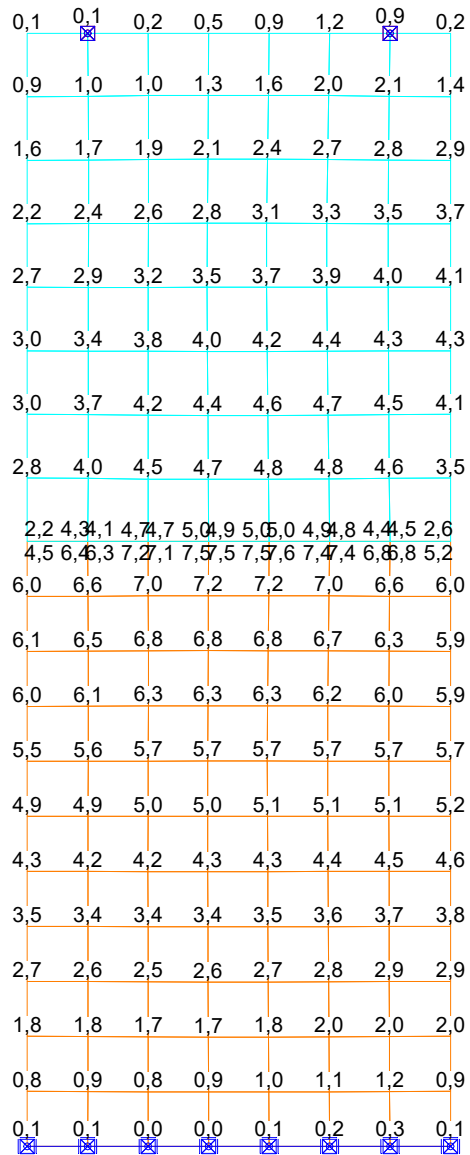
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Datei: Treppe 81+83

M = 1: 25

0,2
0,2
x
y

Grundbewehrung o+u $a_{s,y}$
 $\emptyset 12-15 = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$
 keine Zulage erf.



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Biegebewehrung asy 1. Lage in cm^2/m , Gesamtgew. aus Bemessung: 0,1 t

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,02/8,84 [cm^2/m]

Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Datei: Treppe 81+83

M = 1: 25

Pos. 81+83

Nachweis Tronsolen

gew. Schöck Tronsole Typ P-V+V

max $V_{Ed} = 57,5$ kN pro Element

Bemessung für Betonfestigkeitsklasse C30/37

| Schöck Tronsole® Typ P | | V + V | VH + VH | | |
|------------------------|------------------|-------------------------------|------------|------------|------------|
| Bemessungswerte bei | | Betonfestigkeit \geq C30/37 | | | |
| | | $V_{Ed,y}$ [kN/Element] | | | |
| | | 0 | ± 5 | ± 10 | ± 15 |
| Podestdicke [mm] | Fugenbreite [mm] | $V_{Rd,z}$ [kN/Element] | | | |
| 160/180 | 15 | 63,6/-15,0 | 61,2/-15,0 | 60,2/-15,0 | 58,5/-15,0 |
| | 20 | 62,1/-15,0 | 58,5/-15,0 | 57,5/-15,0 | 55,7/-15,0 |
| | 30 | 56,8/-15,0 | 53,8/-15,0 | 52,6/-15,0 | 50,7/-15,0 |
| | 40 | 52,1/-15,0 | 49,6/-15,0 | 48,4/-15,0 | 46,4/-15,0 |
| | 50 | 48,1/-15,0 | 46,0/-15,0 | 44,7/-15,0 | 42,6/-15,0 |
| ≥ 200 | 15 | 63,6/-15,0 | 61,2/-15,0 | 60,2/-15,0 | 58,5/-15,0 |
| | 20 | 62,1/-15,0 | 58,5/-15,0 | 57,5/-15,0 | 55,7/-15,0 |
| | 30 | 56,8/-15,0 | 53,8/-15,0 | 52,6/-15,0 | 50,7/-15,0 |
| | 40 | 52,1/-15,0 | 49,6/-15,0 | 48,4/-15,0 | 46,4/-15,0 |
| | 50 | 48,1/-15,0 | 46,0/-15,0 | 44,7/-15,0 | 42,6/-15,0 |

Bauseitige Bewehrung Tronsolen einfache Anordnung

Erforderliche bauseitige Bewehrung

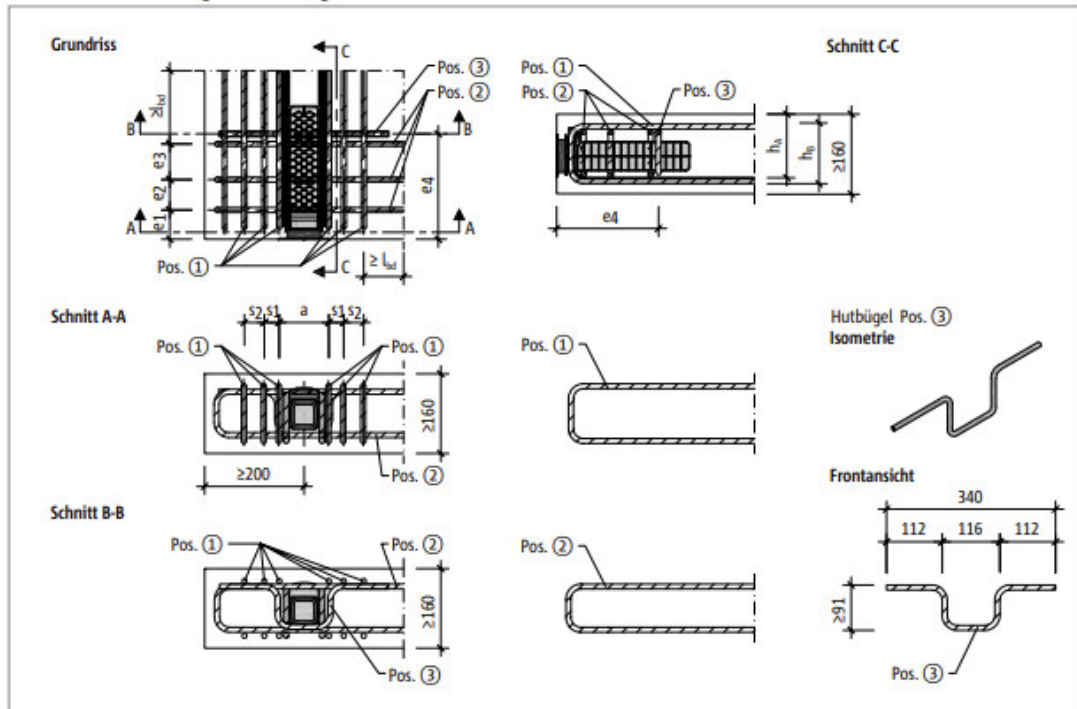


Abb. 36: Schöck Tronsole® Typ P: Bauseitige Bewehrung

| Schöck Tronsole® Typ | | | | P |
|---|------------------|----------------|--------------|--------------------------|
| Bauseitige Bewehrung | Podestdicke [mm] | Abstand [mm] | Abstand [mm] | Betonfestigkeit ≥ C20/25 |
| Abstände | | | | |
| Randabstand | ≥ 160 | a _R | ≥ 200 | - |
| Achsabstand | | a _T | ≥ 400 | |
| Abstand der Aufhängebewehrung vom belasteten Rand | | h _A | ≥ 128 | |
| Notwendige Höhe der Bügelbewehrung | | h _B | ≥ 120 | |
| | ≥ 200 | | ≥ 140 | |
| Steckbügel, A _{sk} | | | | |
| Pos. 1 | ≥ 160 | a | 100 | 6 Ø 10 |
| | | s ₁ | 30 | |
| | | s ₂ | 30–40 | |
| Querbewehrung, A _{sy} | | | | |
| Pos. 2 | ≥ 160 | e ₁ | 55 | 3 Ø 10 |
| | | e ₂ | | |
| | | e ₃ | 80 | |
| Hutbügel | | | | |
| Pos. 3 | ≥ 140 | e ₄ | 205 | 1 Ø 10 |
| Stabstahl | | | | |
| Pos. 4 | ≥ 160 | e ₁ | 55 | 1 Ø 10 |

Schöck Tronsole® Typ P: Bauseitige Bewehrung

Pos. 83: Nachweis Treppenkonsole

gew. Schöck Tronsole Typ F

$$\max V_{Ed} = 41,3 \text{ kN/m} < V_{Rd} = 43 \text{ kN/m}$$

Bemessung Treppenkonsole für Betonfestigkeitsklasse $\geq C30/37$ bei Feuerwiderstandsklasse R 30

| Treppenkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F-V1 | | | | |
|--|--------------------------------------|------|------|------|
| Bemessungswerte bei | Betonfestigkeitsklasse $\geq C30/37$ | | | |
| | $V_{Rd,y} \pm 3,8 \text{ [kN/m]}$ | | | |
| | Konsoltiefe [mm] | | | |
| | 130 | 140 | 150 | 160 |
| Konsolhöhe [mm] | $V_{Rd,z} \text{ [kN/m]}$ | | | |
| 80 | 37,0 | 36,7 | 36,5 | 33,9 |
| 90 | 43,0 | 43,0 | 42,8 | 39,5 |
| 100 | 43,0 | 43,0 | 43,0 | 43,0 |
| ≥ 110 | 43,0 | 43,0 | 43,0 | 43,0 |

Bauseitige Bewehrung bei bündigem Anschluss

$$K_T = 130 \text{ mm}$$

$$h_A = 250 \text{ mm}$$

$$h_{k,L} = h_{k,P} = 120 \text{ mm}$$

$$\text{Typ F: } t = 10 \text{ mm}$$

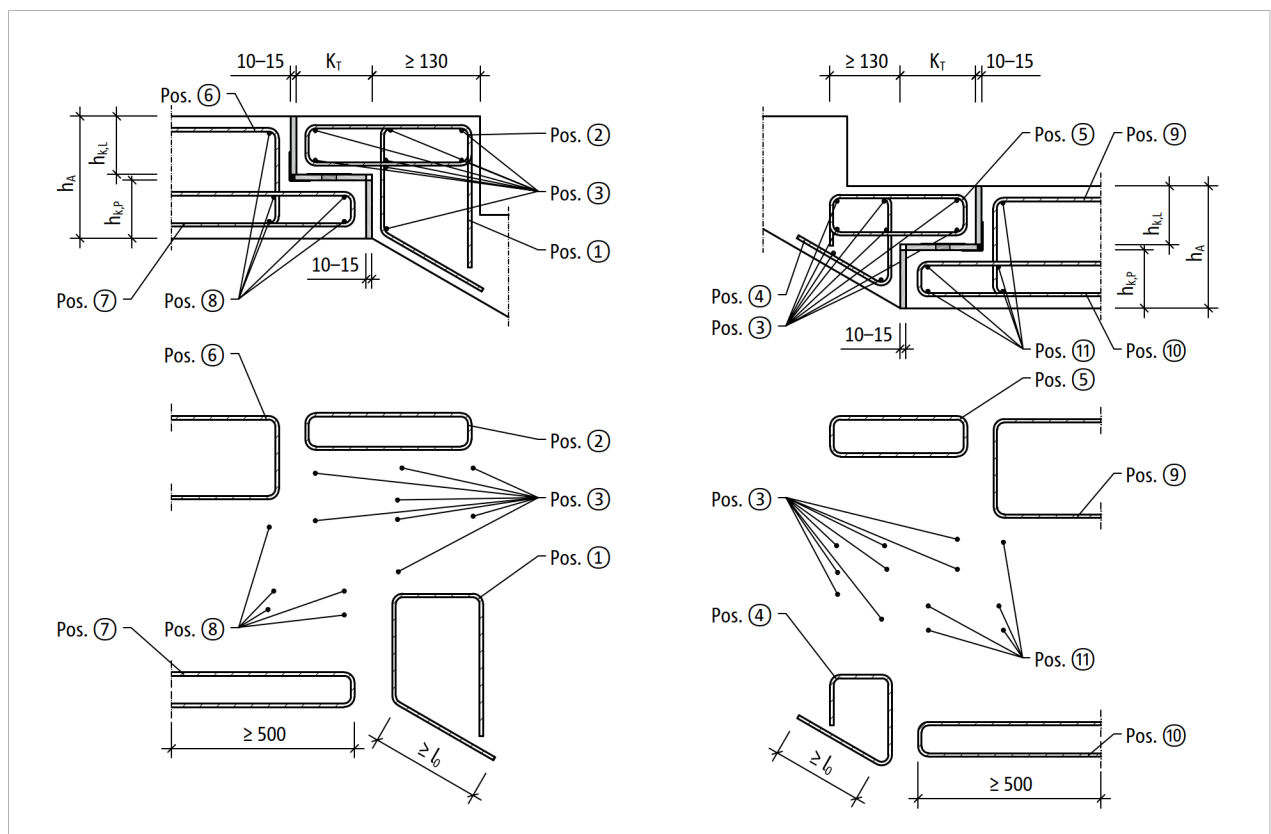


Abb. 160: Schöck Tronsole® Typ F: Bauseitige Bewehrung bei bündigem Anschluss

Bauseitige Bewehrung bei Feuerwiderstandsklasse R 30

| Schöck Tronsole® Typ | | F |
|---|--------------|---|
| Bauseitige Bewehrung | Ort | Podest (XC1) Betonfestigkeit \geq C20/25 Treppenlauf (XC1) Betonfestigkeit \geq C30/37 |
| Offener Bügel (vertikale Zugbewehrung) | | |
| Pos. 1 | laufseitig | \varnothing 8/150 mm |
| Geschlossener Bügel (horizontale Zugbewehrung) | | |
| Pos. 2 | laufseitig | \varnothing 8/100 mm |
| Stabstahl längs der Auflagerfuge | | |
| Pos. 3 | laufseitig | 2 \times 8 \varnothing 8 |
| Offener Bügel (vertikale Zugbewehrung) | | |
| Pos. 4 | laufseitig | \varnothing 8/150 mm |
| Geschlossener Bügel (horizontale Zugbewehrung) | | |
| Pos. 5 | laufseitig | \varnothing 8/100 mm |
| Steckbügel (vertikale Zugbewehrung) | | |
| Pos. 6 | podestseitig | \varnothing 8/150 mm |
| Steckbügel (horizontale Zugbewehrung) | | |
| Pos. 7 | podestseitig | \varnothing 8/100 mm |
| Stabstahl längs der Auflagerfuge | | |
| Pos. 8 | podestseitig | 5 \varnothing 8 |
| Steckbügel (vertikale Zugbewehrung) | | |
| Pos. 9 | podestseitig | \varnothing 8/150 mm |
| Steckbügel (horizontale Zugbewehrung) | | |
| Pos. 10 | podestseitig | \varnothing 8/100 mm |
| Stabstahl längs der Auflagerfuge | | |
| Pos. 11 | podestseitig | 5 \varnothing 8 |

Pos. 82

Systemannahmen

Querschnitt: $h = 18 \text{ cm}$

Material:

Beton: C30/37

Stahl: B 500A

Expositionsklasse: XC1

$$\rightarrow \text{erf. } c_{\text{nom,o}} = \text{erf. } c_{\text{nom,u}} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$$

gew. Betondeckung: $c_{\text{nom,o}} = c_{\text{nom,u}} = 30 \text{ mm}$

Lasten

Ständige Lasten

- aus Eigengewicht (programmintern)
- aus Ausbau $= 0,15 \text{ kN/m}^2$

Veränderliche Lasten

- aus Nutzlast $= 5,00 \text{ kN/m}^2$

Bemessung

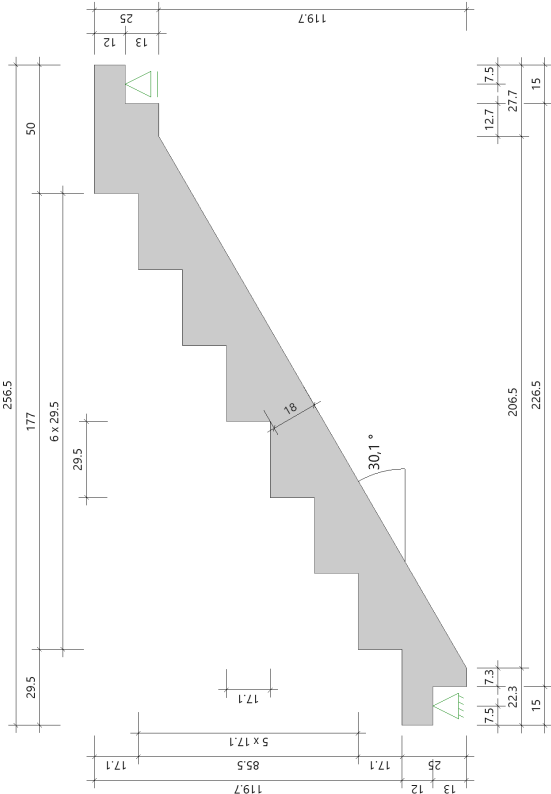
siehe den folgenden EDV-Ausdruck.

Position: EG/82 Treppenlauf

Treppenlauf (x64) B7+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P07)

System
Systemgrafik

gew. O+u Ø8-15#



Geometrie

| | | |
|---|-----------------------------------|----------------|
| Rf b Podest oben - Rf b Podest unten | H ₁ = | 119.7 cm |
| Länge vom 1. bis zum letzten Antritt | L ₁ = | 177.0 cm |
| Länge unteres Podest bis VK Auflager | L ₂ = | 29.5 cm |
| Länge oberes Podest bis VK Auflager | L ₃ = | 50.0 cm |
| Laufbreite | B ₁ = | 138.0 cm |
| Belagbreite | B ₂ = | 138.0 cm |
| Verkehlslastbreite | B ₃ = | 138.0 cm |
| Anzahl der Steigungen | n _s = | 7 |
| Antrittshöhe unten | H _u = | 17.1 cm |
| Antrittshöhe oben | H _o = | 17.1 cm |
| Treppenstufen | H _s / L _s = | 17.1 / 29.5 cm |
| Unterschneidung | u = | 0.0 cm |
| Treppenlaufdicke | D ₁ = | 18.0 cm |
| Dicke unteres Podest | D ₂ = | 25.0 cm |
| Dicke oberes Podest | D ₃ = | 25.0 cm |
| Länge der Laufuntersicht im Grundriß | L ₄ = | 206.5 cm |
| Abstand 1. Antritt bis zum Knickpunkt unten | L ₅ = | -7.2 cm |
| Länge der unteren Auflagerkonsole | L ₆ = | 15.0 cm |
| Länge der oberen Auflagerkonsole | L ₇ = | 15.0 cm |
| Dicke der unteren Auflagerkonsole | D ₆ = | 12.0 cm |
| Dicke der oberen Auflagerkonsole | D ₇ = | 12.0 cm |
| Abstand unteres Auflager vom Konsolenende | L ₁₄ = | 7.5 cm |
| Abstand oberes Auflager vom Konsolenende | L ₁₅ = | 7.5 cm |

Lagerung

unten: gelenkig mit Konsole
oben: gelenkig mit Konsole

Auflager

| Ort [-] | horizontal [kN/m] | vertikal [kN/m] | drehend [kNm/rad] |
|------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| links | starr | starr | frei |
| rechts | frei | starr | frei |

Dauerhaftigkeit

Anforderungen Dauerhaftigkeit

Betonangriff X0
Bewehrungskorrosion XC1
Mindestbetonklasse C 16/20
Längsbewehrung d_{s,l} = 10 mm
Vorhaltemaß Δc_{dev} = 10 mm
Längsbewehrung c_{min,l} = 10 mm
Betondeckung c_{nom,l} = 20 mm
Verlegetmaß Bügel c_{ub} = 20 mm
zul. Rissbreite w_{max} = 0.40 mm
*5: Verbund maßgebend

Lasten

Sicherheits- und Kombinationsbeiwerte

| Einwirkungsgruppe | ψ ₀ | ψ ₁ | ψ ₂ |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|
| Kat. A: Wohngebäude | 1.35 | 0.7 | 0.5 |
| | | | 0.3 |

Belastung

| Ort [-] | Typ [-] | g [kN/m ²] | q [kN/m ²] |
|-------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| unteres Podest/ Konsole | Belag | 0.15 | - |
| | Verkehr | - | 5.00 |
| Treppenlauf | Belag | 0.15 | - |
| | Verkehr | - | 5.00 |
| oberes Podest/ Konsole | Belag | 0.15 | - |
| | Verkehr | - | 5.00 |

Resultierende Belastung (bezogen auf die horizontale Fläche)

| Ort [-] | Typ [-] | g [kN/m ²] | q [kN/m ²] |
|-------------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|
| unteres Podest/ Konsole | Eigengewicht | 6.25 | - |
| | Belag | 0.15 | - |
| | Verkehr | - | 5.00 |
| Treppenlauf | Summe | 6.40 | 5.00 |
| | Eigengewicht | 7.34 | - |
| | Belag | 0.15 | - |
| oberes Podest/ Konsole | Verkehr | - | 5.00 |
| | Summe | 7.49 | 5.00 |
| | Eigengewicht | 6.25 | - |
| | Belag | 0.15 | - |
| | Verkehr | - | 5.00 |
| | Summe | 6.40 | 5.00 |

Das Eigengewicht ist mit Gamma = 25.00 kN/m³ berücksichtigt.

Norm, Materialien und Bewehrungslage

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Baustoffe: Beton C30/37 Betonstahl B500A
γ_c = 1.50 γ_s = 1.15
f_{ck} = 30.0 N/mm² f_{yk} = 500.0 N/mm²
f_{td} = 17.0 N/mm² f_{td} = 434.8 N/mm²

Einzellängen (bezogen auf die Stabachsen)

| | unteres Podest | Treppenlauf | oberes Podest |
|-----------|----------------|--|---------------|
| Abmessung | 0.18 m | 2.07 m (L _{hor}) 1.20 m (L _{ver}) 2.39 m (L _{ges}) | 0.17 m |

Bewehrungslage unten d₁ = 3.0 cm
Bewehrungslage oben d₂ = 3.0 cm

Ergebnisse Treppe

Biegebemessung

Alle Bemessungsergebnisse je m Treppenbreite!

Biegebewehrung

| Ort [-] | h [cm] | M _{Ed} [kNm/m] | N _{Ed} [kN/m] | erf. a _{su} [cm ² /m] | erf. a _{so} [cm ² /m] | Info |
|----------------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------|--|--|------|
| unteres Podest, untere Bewehrung | 25.0 | 3.59 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | *) |
| Treppenlauf, untere Bewehrung | 18.0 | 3.27 | 9.2 | 2.4 | 0.0 | *) |
| oberes Podest, untere Bewehrung | 25.0 | 3.27 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | *) |

*) Mindestlängsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) ist maßgebend.

vorh. Bewehrung

untere Bewehrung 9 Ø 8 / 16.0 cm
vorh. a_{su} = 3.28 cm²/m

(Programmvorschlag für Anzahl Ø)

Hinweis: vorh. a_s (bezogene Bewehrung) = vorh. A_s (absolute Bewehrung) / B₁ (Laufbreite).

Schubbemessung

Schubbewehrung B500A

| Ort [-] | V _{Ed} [kN/m] | N _{Ed} [kN/m] | k _c [-] | θ [Grad] | a _{sL} [cm ² /m] | V _{Ed,c} [kN/m] | V _{Ed,max} [kN/m] | erf. a _{su} [cm ² /m ²] |
|----------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------|---|-----------------------------|-------------------------------|--|
| unteres Podest links | 21.0 | 0.0 | 0.82 | 18.4 | 0.0 | 115.1 | 688.5 | 0.0 |
| | 18.0 | 0.0 | 0.82 | 18.4 | 3.0 | 115.1 | 688.5 | 0.0 |
| Treppenlauf links | 15.6 | -9.0 | 0.73 | 18.4 | 2.3 | 82.2 | 420.8 | 0.0 |
| | -15.9 | 9.2 | 0.73 | 18.4 | 2.4 | 80.4 | 420.8 | 0.0 |
| oberes Podest links | -18.3 | 0.0 | 0.82 | 18.4 | 3.0 | 115.1 | 688.5 | 0.0 |
| | -21.0 | 0.0 | 0.82 | 18.4 | 0.0 | 115.1 | 688.5 | 0.0 |

Rissbreitennachweis

Der Nachweis erfolgt mit der quasiständigen Einwirkungskombination

Rissbreitenbegrenzung Treppe:

| Ort [-] | h [cm] | M _{Ed} [kNm] | N _{Ed} [kN] | vorh. A _{su} [cm ²] | vorh. A _{so} [cm ²] | UWK [-] | d _{s,vorh} [mm] | d _{s,Grenz} [mm] | vorh. w [mm] | zul. w [mm] |
|---------------------------|-----------|--------------------------|-------------------------|---|---|------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------|----------------|
| Treppenlauf, untere Seite | 18.0 | 9.02 | 0.1 | 4.5 | 0.0 | XC1 | 8 | 71 | 0.05 | 0.40 |

Verformung

Die Berechnung erfolgt mit der quasiständigen Einwirkungskombination für den Zustand I (E_{cm} = 33000 N/mm²).

max. f = 0.03 cm (im Treppenlauf bei x = 1.19 m)

Hinweis: Der Durchbiegungswert ist senkrecht zur entsprechenden Bauteilachse zu verstehen. Der x-Wert bezieht sich auf den Bauteilanfang (Anfang unteres Podest, Treppenlauf, oberes Podest usw.) und verläuft in Richtung der Bauteilachse.

Auflagerkräfte

Definition Auflagerkräfte

(A) linkes Auflager (v) vertikale Auflagerkraft
(B) rechtes Auflager (h) horizontale Auflagerkraft

Auflagerkräfte je m Treppenbreite

| | A _v [kN/m] | A _h [kN/m] | B _v [kN/m] | B _h [kN/m] |
|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| γ = 1.0 | | | | |
| gesamt | 14.9 | 0.0 | 14.9 | 0.0 |
| aus g | 8.8 | 0.0 | 8.9 | 0.0 |
| aus q | 6.0 | 0.0 | 6.0 | 0.0 |
| y-fach | | | | |
| gesamt | 21.0 | 0.0 | 21.0 | 0.0 |
| aus g | 11.9 | 0.0 | 12.0 | 0.0 |
| aus q | 9.1 | 0.0 | 9.1 | 0.0 |

Treppeneigengewicht

Das Treppeneigengewicht (ohne Belag) G₁ beträgt 23.9 kN

Nachweis Treppenkonsole

gew. Schöck Tronsole Typ F

$$\max V_{Ed} = 21 \text{ kN/m} < V_{Rd} = 43 \text{ kN/m}$$

Bemessung Treppenkonsole für Betonfestigkeitsklasse $\geq \text{C30/37}$ bei Feuerwiderstandsklasse R 30

| Treppenkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F-V1 | | | | |
|--|---|------|------|------|
| Bemessungswerte bei | Betonfestigkeitsklasse $\geq \text{C30/37}$ | | | |
| | $V_{Rd,y} \pm 3,8 \text{ [kN/m]}$ | | | |
| | Konsoltiefe [mm] | | | |
| | 130 | 140 | 150 | 160 |
| Konsolhöhe [mm] | $V_{Rd,z} \text{ [kN/m]}$ | | | |
| 80 | 37,0 | 36,7 | 36,5 | 33,9 |
| 90 | 43,0 | 43,0 | 42,8 | 39,5 |
| 100 | 43,0 | 43,0 | 43,0 | 43,0 |
| ≥ 110 | 43,0 | 43,0 | 43,0 | 43,0 |

Bauseitige Bewehrung bei bündigem Anschluss

$$K_T = 130 \text{ mm}$$

$$h_A = 250 \text{ mm}$$

$$h_{k,L} = h_{k,P} = 120 \text{ mm}$$

$$\text{Typ F: } t = 10 \text{ mm}$$

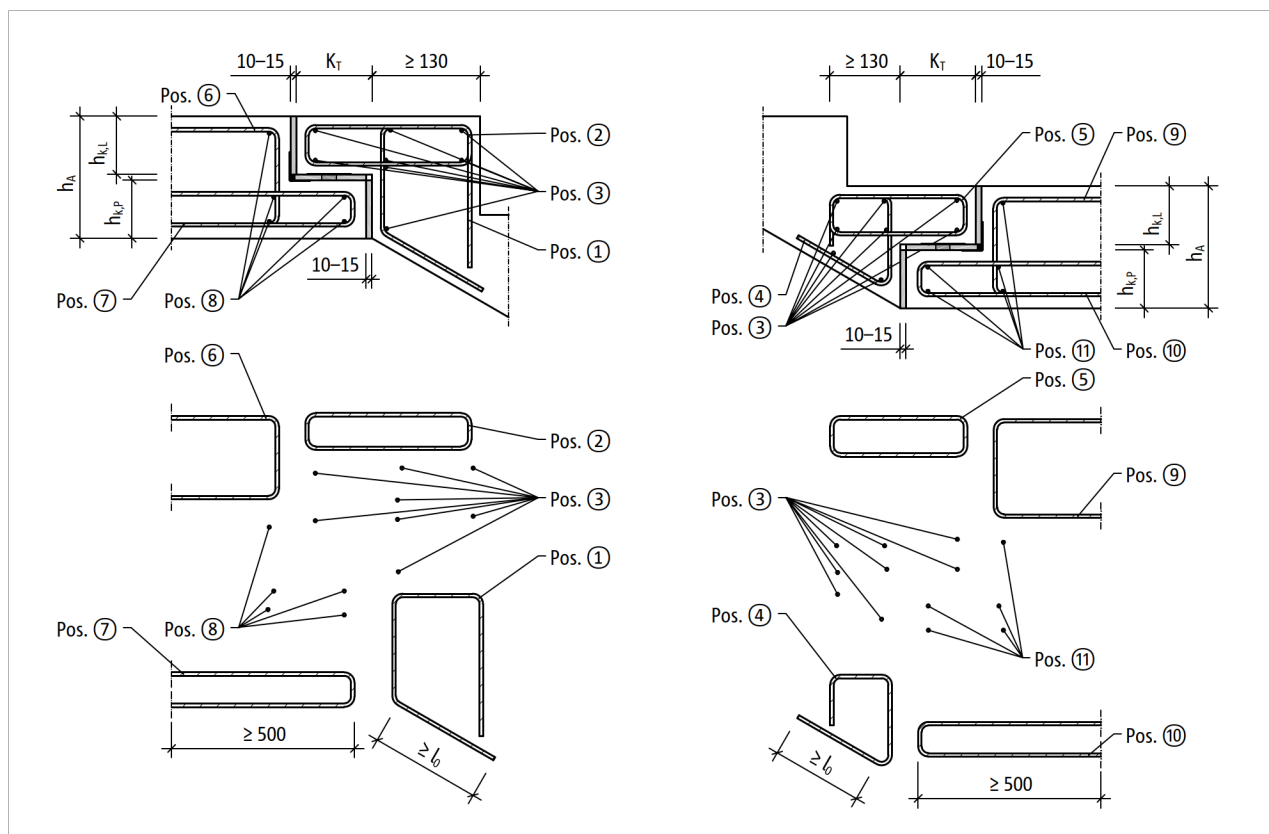


Abb. 160: Schöck Tronsole® Typ F: Bauseitige Bewehrung bei bündigem Anschluss

Bauseitige Bewehrung bei Feuerwiderstandsklasse R 30

| Schöck Tronsole® Typ | | F |
|---|--------------|---|
| Bauseitige Bewehrung | Ort | Podest (XC1) Betonfestigkeit \geq C20/25 Treppenlauf (XC1) Betonfestigkeit \geq C30/37 |
| Offener Bügel (vertikale Zugbewehrung) | | |
| Pos. 1 | laufseitig | \varnothing 8/150 mm |
| Geschlossener Bügel (horizontale Zugbewehrung) | | |
| Pos. 2 | laufseitig | \varnothing 8/100 mm |
| Stabstahl längs der Auflagerfuge | | |
| Pos. 3 | laufseitig | 2 \times 8 \varnothing 8 |
| Offener Bügel (vertikale Zugbewehrung) | | |
| Pos. 4 | laufseitig | \varnothing 8/150 mm |
| Geschlossener Bügel (horizontale Zugbewehrung) | | |
| Pos. 5 | laufseitig | \varnothing 8/100 mm |
| Steckbügel (vertikale Zugbewehrung) | | |
| Pos. 6 | podestseitig | \varnothing 8/150 mm |
| Steckbügel (horizontale Zugbewehrung) | | |
| Pos. 7 | podestseitig | \varnothing 8/100 mm |
| Stabstahl längs der Auflagerfuge | | |
| Pos. 8 | podestseitig | 5 \varnothing 8 |
| Steckbügel (vertikale Zugbewehrung) | | |
| Pos. 9 | podestseitig | \varnothing 8/150 mm |
| Steckbügel (horizontale Zugbewehrung) | | |
| Pos. 10 | podestseitig | \varnothing 8/100 mm |
| Stabstahl längs der Auflagerfuge | | |
| Pos. 11 | podestseitig | 5 \varnothing 8 |