

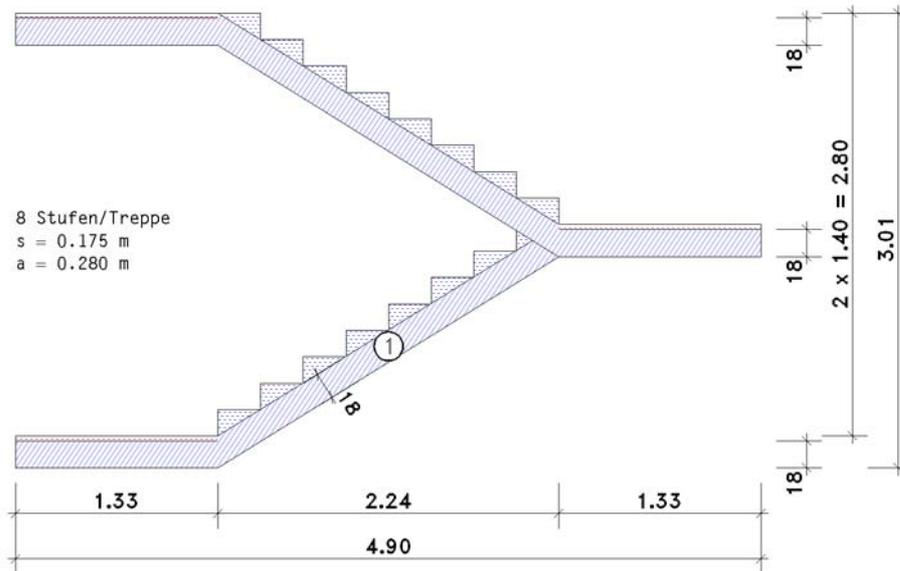
## POS. 1: BK'80 S.959 B.1

### Treppe aus Stahlbeton

Bemessung nach DIN 1045-1 (8.08) (4H-BTN58 Version: 1/2010-1a)

Ansicht

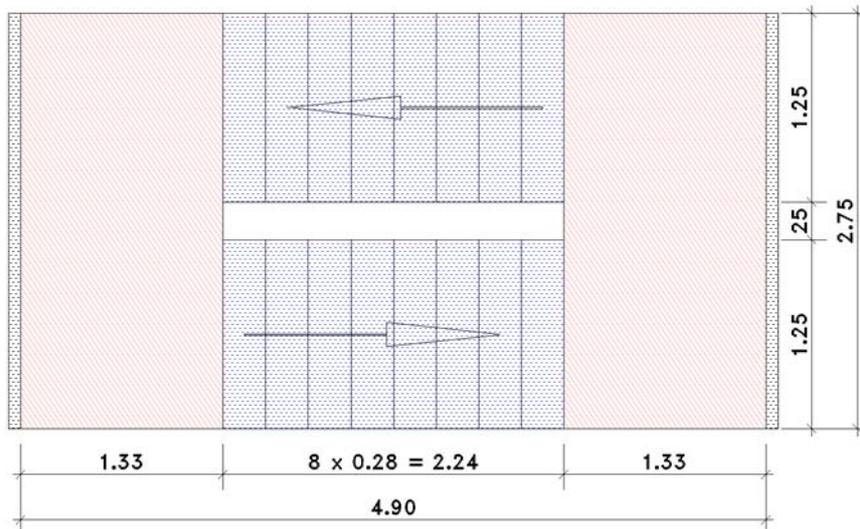
Maßstab 1:50



Die berechneten Treppenlauf- und Podestplatten sind gekennzeichnet.

Draufsicht

Maßstab 1:50



#### Abmessungen:

Treppenhaushöhe  $H = 2.80 \text{ m}$

Treppenhausbreite  $B = 2.75 \text{ m}$

Treppenhauslänge  $L = 4.90 \text{ m}$

Treppenlauf: 2 x 8 Stufen (3 Podeste), Breite  $b_L = 125.0 \text{ cm}$

Lauflänge (auf den Grundriss projiziert)  $l_L = 224.0 \text{ cm}$ , Dicke Treppenplatte  $d_L = 18.0 \text{ cm}$

Stufenhöhe  $s = 17.5 \text{ cm}$ , Stufenbreite  $a = 28.0 \text{ cm}$  ( $\alpha = 32.01^\circ \Rightarrow l = l_L / \cos \alpha = 264.2 \text{ cm}$ )

Podeste: Längen links  $l_{P1} = 133.0 \text{ cm}$ , rechts  $l_{Pr} = 133.0 \text{ cm}$

Antritt (unten): Lastabtrag einachsig, Dicke  $d_{Pu} = 18.0 \text{ cm}$ , Ausgleichdicke  $\Delta d_{Pu} = 3.2 \text{ cm}$

Abtritt (oben): Lastabtrag einachsig, Dicke  $d_{Po} = 18.0 \text{ cm}$ , Ausgleichdicke  $\Delta d_{Po} = 3.2 \text{ cm}$

Zwischenpodeste: Lastabtrag einachsig, Dicke  $d_{pz} = 18.0 \text{ cm}$ , Ausgleichsdicke  $\Delta d_{pz} = 3.2 \text{ cm}$

Eine Ausgleichsschicht ist erforderlich, um Treppenlauf- und Podestplattendicke geometrisch anzupassen (ohne Einfluss auf das Tragverhalten).

Anschluss Podest an Treppenlauf:

Antritt (unten) biegefest, Abtritt (oben) biegefest, Zwischenpodest biegefest

#### Baustoffe:

Betonfestigkeitsklasse B25

Betonstahl BSt 420

#### Belastung auf den Treppenlauf:

ständige Lasten (auf den Grundriss projiziert)

Wichte Stahlbetonplatte  $\gamma_P = 25.0 \text{ kN/m}^3$  5.31  $\text{kN/m}^2$

Wichte Treppenstufen  $\gamma_S = 23.0 \text{ kN/m}^3$  2.01  $\text{kN/m}^2$

zusätzliche Lasten (z.B. Putz, Belag) 1.50  $\text{kN/m}^2$

$\Sigma$  ständige Lasten  $g_k = 8.82 \text{ kN/m}^2$

veränderliche Lasten  $q_k = 3.50 \text{ kN/m}^2$

#### Belastung auf das untere Podest:

ständige Lasten

Wichte Stahlbetonplatte  $\gamma_P = 25.0 \text{ kN/m}^3$  4.50  $\text{kN/m}^2$

zusätzliche Lasten (z.B. Putz, Belag) 1.20  $\text{kN/m}^2$

$\Sigma$  ständige Lasten  $g_k = 5.70 \text{ kN/m}^2$

veränderliche Lasten  $q_k = 3.50 \text{ kN/m}^2$

#### Belastung auf das obere Podest:

ständige Lasten

Wichte Stahlbetonplatte  $\gamma_P = 25.0 \text{ kN/m}^3$  4.50  $\text{kN/m}^2$

zusätzliche Lasten (z.B. Putz, Belag) 1.20  $\text{kN/m}^2$

$\Sigma$  ständige Lasten  $g_k = 5.70 \text{ kN/m}^2$

veränderliche Lasten  $q_k = 3.50 \text{ kN/m}^2$

#### Belastung auf das Zwischenpodest:

ständige Lasten

Wichte Stahlbetonplatte  $\gamma_P = 25.0 \text{ kN/m}^3$  4.50  $\text{kN/m}^2$

zusätzliche Lasten (z.B. Putz, Belag) 1.50  $\text{kN/m}^2$

$\Sigma$  ständige Lasten  $g_k = 6.00 \text{ kN/m}^2$

veränderliche Lasten  $q_k = 3.50 \text{ kN/m}^2$

#### Stahlbetonnachweise:

Treppenlauf:

Abkürzungen: o = oben, u = unten

Stahlrandabstände:  $r_o = 2.00 \text{ cm}$ ,  $r_u = 2.00 \text{ cm}$

Podeste:

Abkürzungen: o = oben, u = unten

Antritt (unten): Stahlrandabstände  $r_o = 2.0 \text{ cm}$ ,  $r_u = 2.0 \text{ cm}$

Abtritt (oben): Stahlrandabstände  $r_o = 2.0 \text{ cm}$ ,  $r_u = 2.0 \text{ cm}$

Zwischenpodeste: Stahlrandabstände  $r_o = 2.0 \text{ cm}$ ,  $r_u = 2.0 \text{ cm}$

#### Biege- und Schubbemessung

Mindestbewehrung für Platten

Schubbewehrung wie Längsbew.

innerer Hebelarm  $z = 0.9 \cdot d \leq 2 \cdot c_{v,D}$  mit  $c_{v,D} = 2.0 \text{ cm}$

Mindestwert  $\min V_{Rdct}$  nicht unterschreiten

Druckstrebenwinkel minimal

#### Rissnachweis

Verfahren nach Norm (Berechnung der Rissbreite)

Grenz- $\emptyset$  der Längsbewehrung:  $d_{s_o} = 14 \text{ mm}$ ,  $d_{s_u} = 14 \text{ mm}$

Verbund zwischen Bewehrung und Beton: gut

rechnerische Rissbreite:  $w_{k_o} = 0.00 \text{ mm}$ ,  $w_{k_u} = 0.40 \text{ mm}$

Beiwert zur Erfassung des Betrachtungszeitpunkts:  $k_{zt} = 0.50$  (nur Erstrissbildung aus Zwang)

Rissbildung aus Lastbeanspruchung: ja

Mindestbewehrung: Erstrissbildung aus zentrischem Zwang bei direkter Belastung

#### Spannungsnachweis

zulässige Betondruckspannung  $\text{zul } \sigma_c = f_{ak\sigma_c} \cdot f_{ck} = 0.600 \cdot f_{ck} = -12.0 \text{ N/mm}^2$

zulässige Stahlzugspannung  $\text{zul } \sigma_s = f_{ak\sigma_s} \cdot f_{yk} = 0.800 \cdot f_{yk} = 336.0 \text{ N/mm}^2$

#### Materialdaten

Beton	$f_{ck}$ MN/m <sup>2</sup>	$\alpha$	$\epsilon_{c2}$ ‰	$\epsilon_{c2u}$ ‰	$n_c$	$E_{cm}$ MN/m <sup>2</sup>	$f_{ctm}$ MN/m <sup>2</sup>
B25	20.0	0.850	-2.00	-3.50	2.00	30000.0	2.210

Bemessungswert der Zylinderdruckfestigkeit  $f_{cd} = \alpha_c f_{ck} / \gamma_c$   
 Dehnung beim Erreichen der Festigkeitsgrenze  $\epsilon_{c2}$ , Bruchdehnung  $\epsilon_{c2u}$   
 Betonspannungen  $\sigma_c = f_{cd} (1 - (\epsilon_c / \epsilon_{c2})^n)$  für  $0 \leq \epsilon_c < \epsilon_{c2}$  und  $\sigma_c = f_{cd}$  für  $\epsilon_c \geq \epsilon_{c2}$   
 Elastizitätsmodul  $E_{cm}$ , Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit  $f_{ctm}$

Bewehrung	$f_{yk}$ MN/m <sup>2</sup>	$f_{tk}$ MN/m <sup>2</sup>	$\epsilon_{su}$ ‰	$E_s$ MN/m <sup>2</sup>
BSt 420	420.0	420.0	5.00	210000.0

Bemessungswert der Streckgrenze  $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$   
 Bemessungswert der Zugfestigkeit  $f_{td} = f_{tk} / \gamma_s$   
 Stahlbruchdehnung  $\epsilon_{su}$ , Elastizitätsmodul  $E_s$

## Lastzusammenstellung

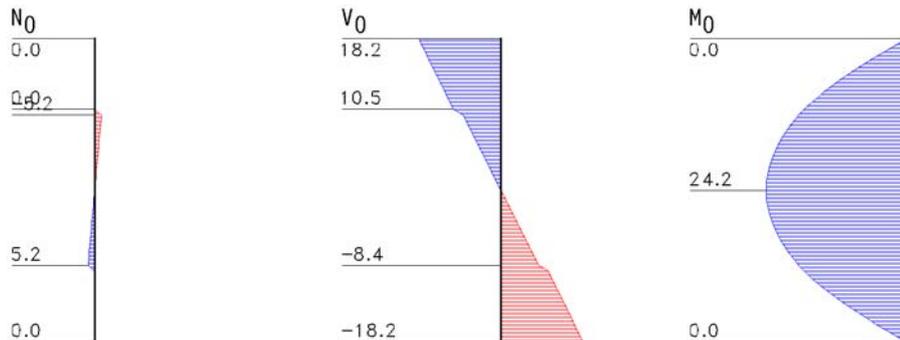
### Treppenlauf 1 (unten)

Eigengewicht Treppenlauf:  $g_L = 7.32 \text{ kN/m}^2$   
 unteres Podest:  $g_{pu} = 4.50 \text{ kN/m}^2$   
 Zwischenpodest:  $g_{pz} = 4.50 \text{ kN/m}^2$

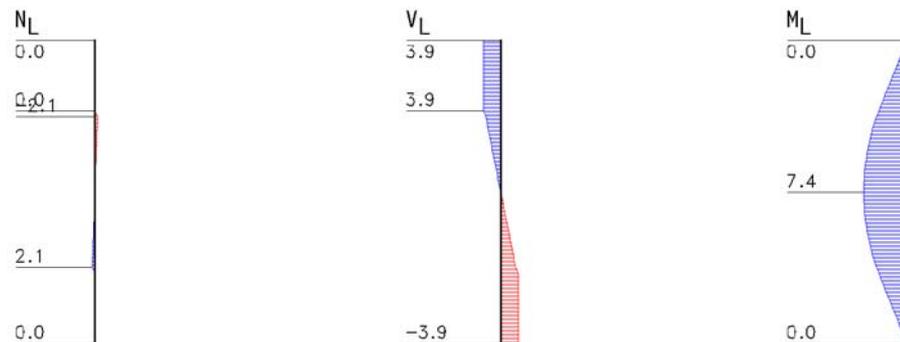
Erhöhungsfaktor der Podestlasten:  $\lambda_{fak} = 1.100$

Charakteristische Schnittgrößen [kN/m, kNm/m]  
 Grafik oben = Antritt (unten)

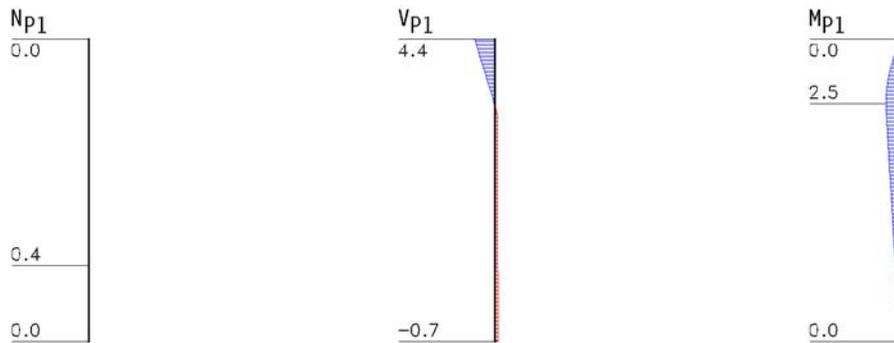
aus ständiger Einwirkung (Volllast)



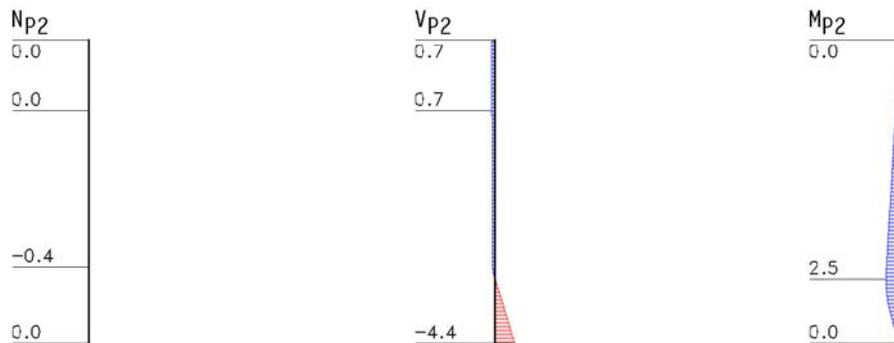
aus veränderlicher Einwirkung auf dem Treppenlauf



aus veränderlicher Einwirkung auf dem unteren Podest



aus veränderlicher Einwirkung auf dem Zwischennodest



### Charakteristische Schnittgrößen

s m	N <sub>0</sub> kN/m	V <sub>0</sub> kN/m	M <sub>0</sub> kNm/m	N(L) kN/m	V(L) kN/m	M(L) kNm/m	N(P1) kN/m	V(P1) kN/m	M(P1) kNm/m	N(P2) kN/m	V(P2) kN/m	M(P2) kNm/m
0.000	0.00	18.22	0.00	0.00	3.92	0.00	0.00	4.43	0.00	0.00	0.69	0.00
1.125	0.00	11.16	16.53	0.00	3.92	4.41	0.00	0.09	2.54	0.00	0.69	0.78
1.330	-5.24	8.38	18.68	-2.08	3.32	5.21	0.37	-0.59	2.48	-0.37	0.59	0.92
2.651	0.00	0.00	24.21	0.00	0.00	7.41	0.37	-0.59	1.70	-0.37	0.59	1.70
3.972	5.24	-8.38	18.68	2.08	-3.32	5.21	0.37	-0.59	0.92	-0.37	0.59	2.48
4.074	0.00	-10.52	17.64	0.00	-3.92	4.81	0.00	-0.69	0.85	0.00	0.30	2.53
4.176	0.00	-11.16	16.53	0.00	-3.92	4.41	0.00	-0.69	0.78	0.00	-0.09	2.54
5.302	0.00	-18.22	0.00	0.00	-3.92	0.00	0.00	-0.69	0.00	0.00	-4.43	0.00

Lagerkräfte der charakteristischen Lasten  
unten (Lager A) und oben (Lager B)

A <sub>v0</sub> kN/m	B <sub>v0</sub> kN/m	A <sub>v(L)</sub> kN/m	B <sub>v(L)</sub> kN/m	A <sub>v(P1)</sub> kN/m	B <sub>v(P1)</sub> kN/m	A <sub>v(P2)</sub> kN/m	B <sub>v(P2)</sub> kN/m
18.22	18.22	3.92	3.92	4.43	0.69	0.69	4.43

## Stahlbetonbemessung

Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit werden mit der Spannungsdehnungslinie für den Beton nach 9.1.6 (Gleichung 65) mit  $f_{cd} = \alpha f_{ck} / \gamma_c = 11.3 \text{ MN/m}^2$  und der Spannungsdehnungslinie für die Bewehrung nach 9.2.4 (Bild 27) mit  $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 365.2 \text{ MN/m}^2$  und  $f_{td} = f_{tk} / \gamma_s = 365.2 \text{ MN/m}^2$  geführt! Material Sicherheitsbeiwerte:  $\gamma_c = 1.50$   $\gamma_s = 1.15$ .

Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit werden mit der Spannungsdehnungslinie für den Beton nach 9.1.5 (Gleichung 62) mit  $f_c = f_{cm} = 28.0 \text{ MN/m}^2$  und der Spannungsdehnungslinie für die Bewehrung nach 9.2.3 (Bild 26) mit  $f_y = f_{yk}$ ,  $f_t = 420.0 \text{ MN/m}^2$  und  $\epsilon_{uk} = 5\%$  geführt!

## Treppenlauf 1 (unten)

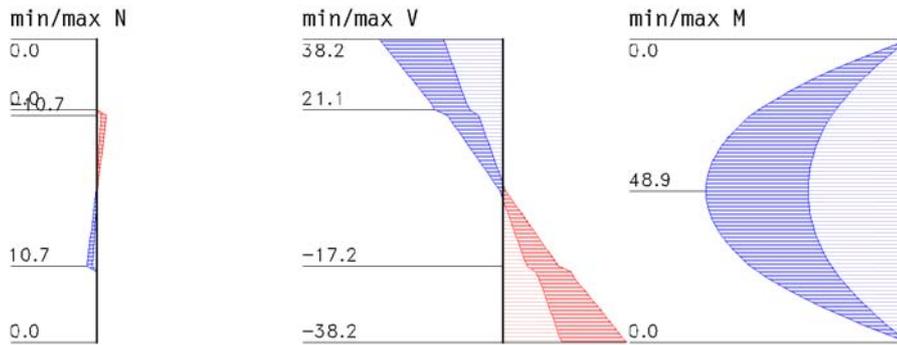
### Nachweis 1: Biege- und Schubbemessung

Extremierungsvorschrift

Einw.	$\Psi_{dom}$	$\Psi_{sub}$	$\gamma_{sup}$	$\gamma_{inf}$
1	1.35	1.00	1.50	1.00
2	1.00	0.70	1.00	0.00

## Extremale Bemessungsgrößen [kN/m, kNm/m]

Profil oben Antritt (unten)



## Extremale Bemessungsgrößen

s m	min N kN/m	min V kN/m	min M kNm/m	max N kN/m	max V kN/m	max M kNm/m
0.000	0.00	18.22	0.00	0.00	38.15	0.00
1.330	-10.74	7.49	18.68	-4.68	17.18	38.15
2.651	-0.55	-0.88	24.21	0.55	0.88	48.91

s m	min N kN/m	min V kN/m	min M kNm/m	max N kN/m	max V kN/m	max M kNm/m
3.972	4.68	-17.18	18.68	10.74	-7.49	38.15
5.302	0.00	-38.15	0.00	0.00	-18.22	0.00

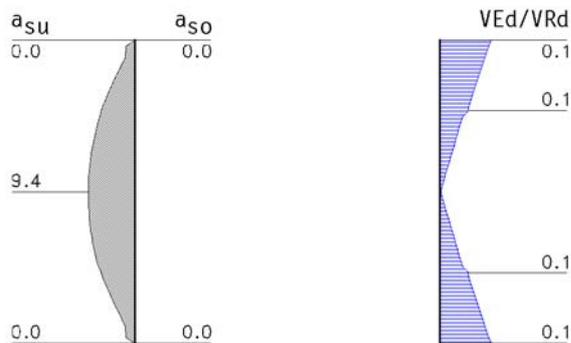
## Extremale Lagerkräfte

unten (Lager A) und oben (Lager B)

min Av kN/m	max Av kN/m	min Bv kN/m	max Bv kN/m
18.22	38.15	18.22	38.15

## Bewehrung [cm<sup>2</sup>/m, MN/m<sup>2</sup>]

Profil oben Antritt (unten)



## Bewehrung

s m	a <sub>so</sub> cm <sup>2</sup> /m	a <sub>su</sub> cm <sup>2</sup> /m	a <sub>sb</sub> cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	V <sub>Ed</sub> kN/m	V <sub>Rdmax</sub> kN/m	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rd</sub>
0.000	0.00	0.00	0.00	38.15	306.00	0.125
1.023	0.00	5.87	0.00	23.58	306.00	0.077
2.651	0.00	9.37	0.00	0.88	306.00	0.003
5.302	0.00	0.00	0.00	38.15	306.00	0.125

## Maximale Bewehrung (NW 1)

Bewehrung unten:  $a_{su} = 9.37 \text{ cm}^2/\text{m}$  bei  $s = 2.651 \text{ m}$

Schubausnutzung:  $V_{Ed}/V_{Rdmax} = 0.125$  bei  $s = 5.302 \text{ m}$

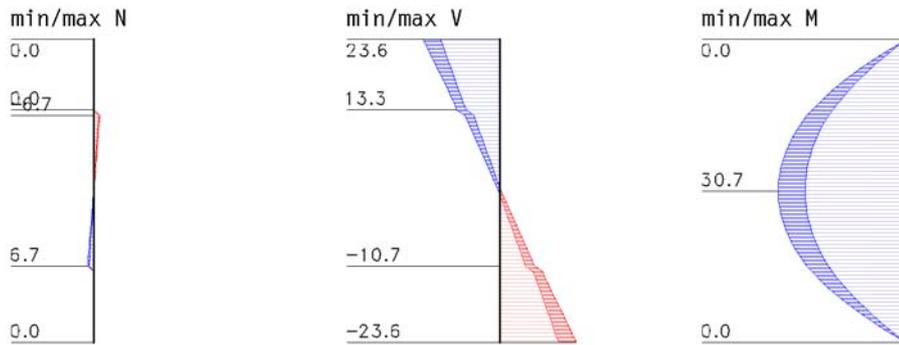
## Nachweis 2: Rissnachweis

Extremierungsvorschrift

Einw.	$\Psi_{dom}$	$\Psi_{sub}$	$\gamma_{sup}$	$\gamma_{inf}$
1	1.00	1.00	1.00	1.00
2	0.60	0.60	1.00	0.00

## Extremale Bemessungsgrößen [kN/m, kNm/m]

Grafik oben = Antritt (unten)



## Extremale Bemessungsgrößen

s m	min N kN/m	min V kN/m	min M kNm/m	max N kN/m	max V kN/m	max M kNm/m
0.000	0.00	18.22	0.00	0.00	23.64	0.00
1.330	-6.70	8.02	18.68	-5.01	10.72	23.85
2.651	-0.22	-0.35	24.21	0.22	0.35	30.70

s m	min N kN/m	min V kN/m	min M kNm/m	max N kN/m	max V kN/m	max M kNm/m
3.972	5.01	-10.72	18.68	6.70	-8.02	23.85
5.302	0.00	-23.64	0.00	0.00	-18.22	0.00

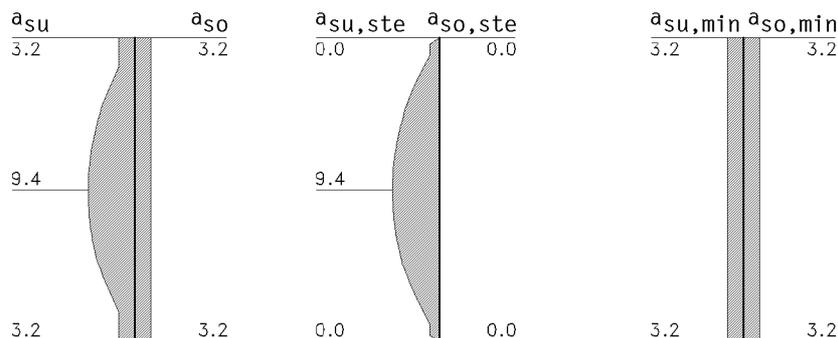
## Extremale Lagerkräfte

unten (Lager A) und oben (Lager B)

min Av kN/m	max Av kN/m	min Bv kN/m	max Bv kN/m
18.22	23.64	18.22	23.64

## Bewehrung [cm<sup>2</sup>/m, MN/m<sup>2</sup>]

Grafik oben = Antritt (unten)



## Bewehrung

s m	a <sub>so</sub> cm <sup>2</sup> /m	a <sub>su</sub> cm <sup>2</sup> /m	a <sub>so,ste</sub> cm <sup>2</sup> /m	a <sub>su,ste</sub> cm <sup>2</sup> /m	a <sub>so,min</sub> cm <sup>2</sup> /m	a <sub>su,min</sub> cm <sup>2</sup> /m
0.000	3.21	3.21	0.00	0.00	3.21	3.21
0.102	3.21	3.21	0.00	1.86	3.21	3.21
2.651	3.21	9.37	0.00	9.37	3.21	3.21
5.302	3.21	3.21	0.00	0.00	3.21	3.21

## Maximale Bewehrung (NW 2)

Bewehrung oben:  $a_{so} = 3.21 \text{ cm}^2/\text{m}$  bei  $s = 0.000 \text{ m}$

Bewehrung unten:  $a_{su} = 9.37 \text{ cm}^2/\text{m}$  bei  $s = 2.651 \text{ m}$

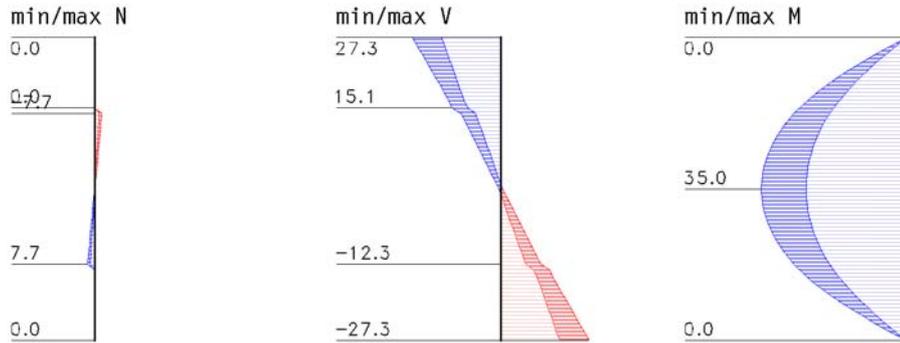
## Nachweis 3: Spannungsnachweis

Extremierungsvorschrift

Einw.	$\Psi_{dom}$	$\Psi_{sub}$	$\gamma_{sup}$	$\gamma_{inf}$
1	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.00	0.70	1.00	0.00

## Extremale Bemessungsgrößen [kN/m, kNm/m]

Grafik oben, Antritt (unten)



## Extremale Bemessungsgrößen

s m	min N kN/m	min V kN/m	min M kNm/m	max N kN/m	max V kN/m	max M kNm/m
0.000	0.00	18.22	0.00	0.00	27.26	0.00
1.330	-7.68	7.79	18.68	-4.87	12.29	27.30
2.651	-0.37	-0.59	24.21	0.37	0.59	35.03

s m	min N kN/m	min V kN/m	min M kNm/m	max N kN/m	max V kN/m	max M kNm/m
3.972	4.87	-12.29	18.68	7.68	-7.79	27.30
5.302	0.00	-27.26	0.00	0.00	-18.22	0.00

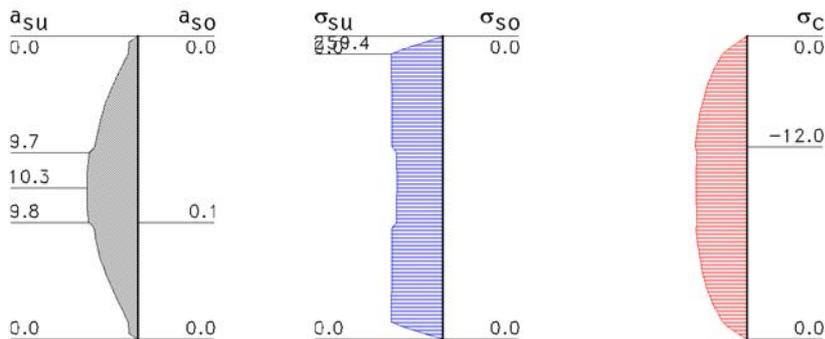
## Extremale Lagerkräfte

unten (Lager A) und oben (Lager B)

min Av kN/m	max Av kN/m	min Bv kN/m	max Bv kN/m
18.22	27.26	18.22	27.26

## Bewehrung [cm<sup>2</sup>/m, MN/m<sup>2</sup>]

Die Spannungen beziehen sich auf die ermittelte Bewehrung dieses Nachzustands. Grafik oben, Antritt (unten)



## Bewehrung

s m	a <sub>so</sub> cm <sup>2</sup> /m	a <sub>su</sub> cm <sup>2</sup> /m	σ <sub>so</sub> MN/m <sup>2</sup>	σ <sub>su</sub> MN/m <sup>2</sup>	σ <sub>c</sub> MN/m <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.102	0.00	1.86	0.00	95.27	-2.10
0.307	0.00	1.97	0.00	259.38	-5.73
1.940	0.00	8.65	0.00	254.62	-12.00
2.041	0.10	9.71	0.00	232.12	-11.69
2.651	0.10	10.30	0.00	231.82	-11.94
5.302	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

## Maximale Bewehrung (NW 3)

Bewehrung oben: a<sub>so</sub> = 0.10 cm<sup>2</sup>/m bei s = 2.041 m

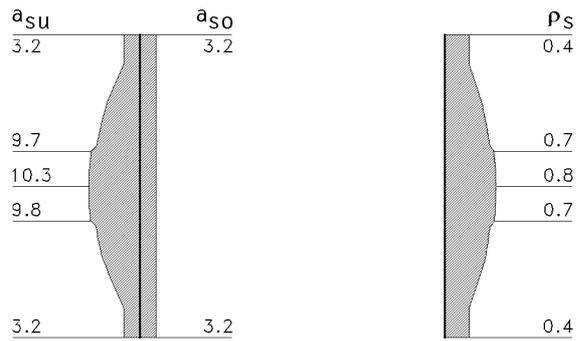
Bewehrung unten: a<sub>su</sub> = 10.30 cm<sup>2</sup>/m bei s = 2.651 m

Stahlzugspannungen unten: σ<sub>su</sub> = 259.38 MN/m<sup>2</sup> bei s = 0.307 m

Betondruckspannungen: σ<sub>c</sub> = -12.00 MN/m<sup>2</sup> bei s = 1.940 m

## Zusammenfassung

Bewehrung [cm<sup>2</sup>/m, %]  
 Grafik oben = Antritt (unten)



Bewehrung

s m	a <sub>so</sub> cm <sup>2</sup> /m	a <sub>su</sub> cm <sup>2</sup> /m	ρ <sub>s</sub> %	a <sub>sb</sub> cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
0.000	3.21	3.21	0.357	0.00
2.651	3.21	10.30	0.751	0.00
5.302	3.21	3.21	0.357	0.00

Maximale Bewehrung

- Bewehrung oben: A<sub>so</sub> = 3.21 cm<sup>2</sup>/m bei s = 0.000 m
- Bewehrung unten: A<sub>su</sub> = 10.30 cm<sup>2</sup>/m bei s = 2.651 m
- Bewehrungsgrad: ρ<sub>s</sub> = 0.75 % bei s = 2.651 m
- Schubausnutzung: V<sub>Ed</sub>/V<sub>Rdmax</sub> = 0.125 bei s = 5.302 m