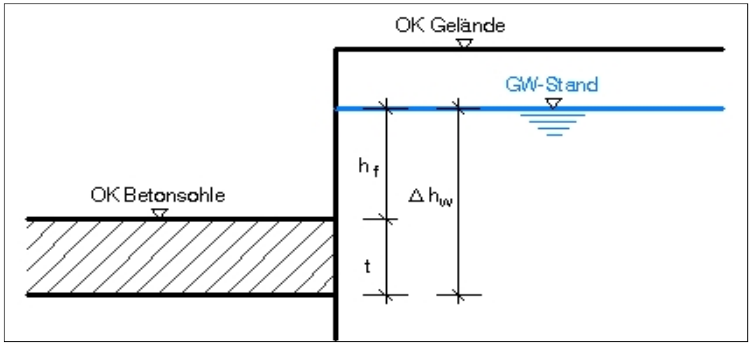
## Nachweis Auftriebssicherheit Unterwasserbetonsohle -Einlassbauwerk Bypass

Grenzzustand UPL nach EC 7-1, DIN 1054

| Bemessungswert | Bezeichnung | Wert | Einheit | Bemerkung |
|---|---|---|---|---|
| Dicke der Unterwasserbetonsohle | t | 1,10 | m | |
| OK Gelände | OKG | 85,00 | m NHN | |
| OK Betonsohle (UW-beton) | OKB | 82,65 | m NHN | |
| maximaler Grundwasserstand | GW | 83,80 | m NHN | |
| Wasserspiegeldifferenz | $\Delta h_w = h_f + t$ | 2,25 | m | |
| Wichte Wasser | $\gamma_W$ | 10,00 | kN/m³ | |
| Wichte Beton | $\gamma B$ | 23,00 | kN/m³ | nach EB 62 |
| Auftriebskraft | $A = \gamma_W * \Delta h_w = 10 (h_f + t) =$ | 22,50 | kN/m² | |
| Teilsicherheitsbeiwert destabilisierende Einwirkungen | $\gamma_{G,dst}$ | 1,05 | | |
| Gewicht Unterwasserbeton | $G = \gamma B * t$ | 25,30 | kN/m² | |
| Teilsicherheitsbeiwert stabilisierende Einwirkungen | $\gamma_{G,stb}$ | 0,95 | | |
| Nachweis Auftriebssicherheit | $A * \gamma_{G,dst} < G * \gamma_{G,stb} =$ | **23,62** | **<** | **24,04** |

**Nachweis erfüllt !**

Systemskizze:



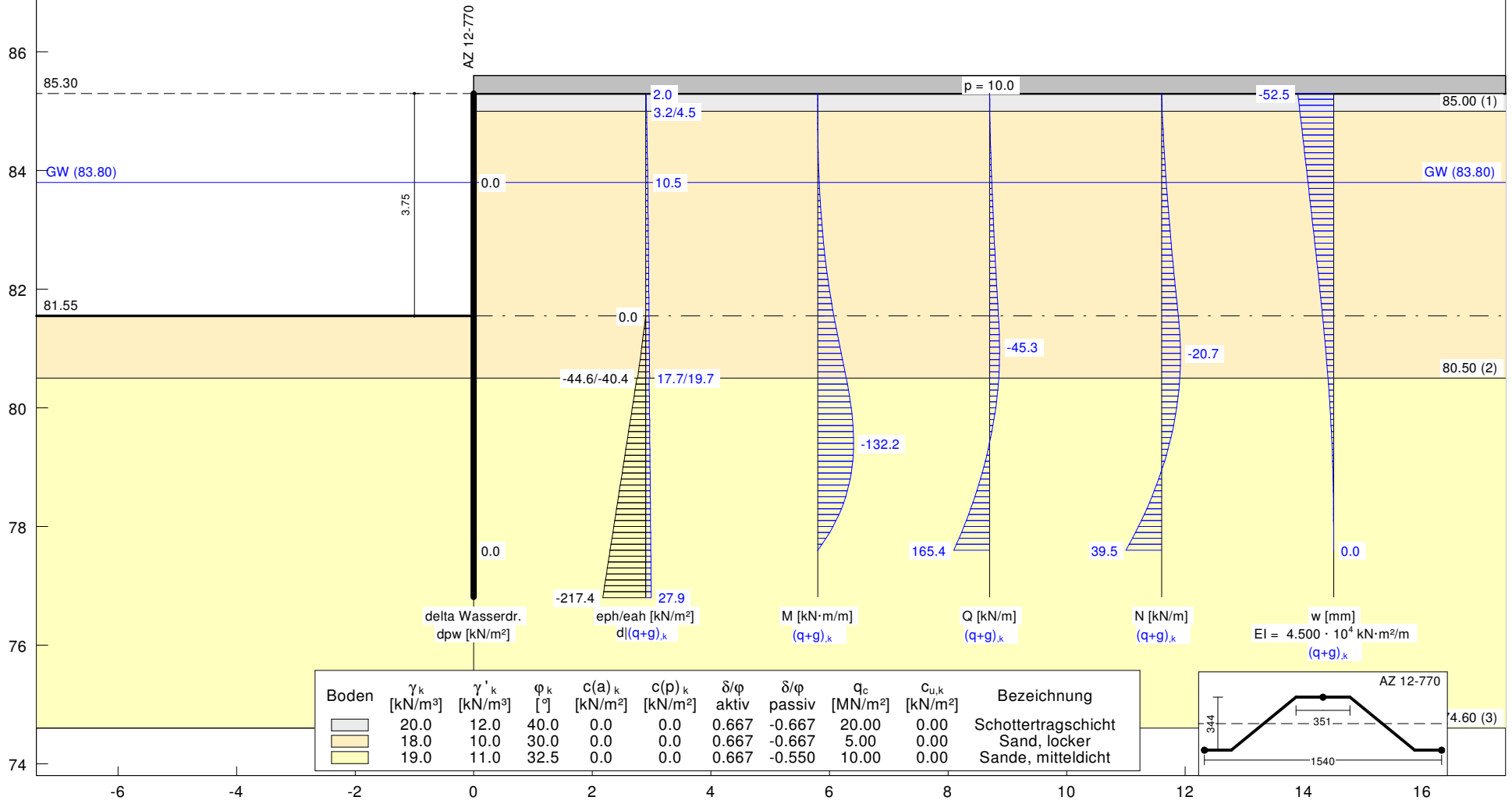
Wahrenbrück, Kleine Elster, Verbau-EBW_BS-T1
Spundwand
AZ 12-770
Berechnungsgrundlagen:
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Ersatzerddruck-Beiwert $k_{ah}$ [-] = 0.200
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2011
Erf. Profillänge = 8.49 m

Erf. Einbindetiefe = 4.74 m
$\gamma_G$ = 1.20
$\gamma_Q$ = 1.30
$\gamma_{Ep}$ = 1.30
μ (Hydr. Grundbruch) = 0.00
μ (Auftrieb) = 0.84
mob. Ep erfüllt / μ = 0.95
μ = Vert. Tragfähigkeit = 0.42

Bemessungswerte:
Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)
$M_{Ed}$ = 158.7 kN·m/m
$V_{Ed}$ = 1.2 kN/m
$N_{Ed}$ = -10.4 kN/m (Druck)
Profil: AZ 12-770 Stahlgüte: S 240 GP
Wasserdruckdifferenz = 0.00 m
b = 770.0 mm / $b_f$ = 351.0 mm
$t_f$ = 8.5 mm / $t_w$ = 8.5 mm / A = 120.0 cm²/m
h = 344.0 mm / α = 39.5 °

$W_{pl}$ = 1480.0 cm³/m / I = 21430.0 cm⁴/m
$\gamma_{M0}$ = 1.00 / $\gamma_{M1}$ = 1.10
ε = 0.990 -> $b_f$ / $t_f$ / ε = 41.7
Querschnittsklasse: 2
$f_{y,red}$ = 240.0 N/mm²
$M_{c,Rd}$ = 355.2 kN·m/m
$V_{pl,Rd}$ = 513.2 kN/m (μ = 0.002)
$N_{pl,Rd}$ = 2880.0 kN/m (μ = 0.004)
Querkraft-Interaktion
$V_{Ed}$ <= 0.5 · $V_{pl,Rd}$ -> keine Abm.

Normalkraft-Interaktion
keine Abm.
Nachweis $M_{Rd}$
$M_{c,Rd}$ = 355.2 kN·m/m
μ = $M_{Ed}$ / $M_{c,Rd}$ = 0.447
Knicklänge = 11.89 m
$N_{cr}$ = 3141.8 kN/m
$N_{Ed}$ / $N_{cr}$ = 0.003 <= 0.04
-> Kein Knicknachweis
max μ = 0.447




| Boden | $\gamma_k$ [kN/m³] | $\gamma'_k$ [kN/m³] | $\varphi_k$ [°] | $c(a)_k$ [kN/m²] | $c(p)_k$ [kN/m²] | δ/φ aktiv | δ/φ passiv | $q_c$ [MN/m²] | $c_{u,k}$ [kN/m²] | Bezeichnung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 20.0 | 12.0 | 40.0 | 0.0 | 0.0 | 0.667 | -0.667 | 20.00 | 0.00 | Schottertragschicht |
| | 18.0 | 10.0 | 30.0 | 0.0 | 0.0 | 0.667 | -0.667 | 5.00 | 0.00 | Sand, locker |
| | 19.0 | 11.0 | 32.5 | 0.0 | 0.0 | 0.667 | -0.550 | 10.00 | 0.00 | Sande, mitteldicht |

Spundwand
==========

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Wahrenbrück, Kleine Elster, Verbau-EBW_BS-T1

Indices:
d = Bemessungswert
k = charakteristisch
g = Ständig, einschließlich Wasserdruck
q = Veränderlich
g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck
w = Wasserdruck

Wandkopf = 85.30 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.100
Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.100

Baugrubensohle = 81.55 m
Grundwasserstand (rechts) = 83.80 m
Grundwasserstand (links) = 83.80 m
Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten
$\gamma_G$ = 1.20
$\gamma_Q$ = 1.30
$\gamma_{Ep}$ = 1.30
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Flächenlast p = 10.00 kN/m² als ständige Last

Art des Fußlagers:
Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:
Eph,d = 346.91 kN/m (Epv,d = -112.77 kN/m)
Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000
Bh(g+q),d = 346.91 kN/m
Bh,g,d = 346.91 kN/m
Bh,q,d = 0.00 kN/m

Ersatzkräfte $C_h$ (Blum)
$C_{h,k}$ = 165.39 kN/m
$C_{h,g,k}$ = 165.39 kN/m
$C_{h,q,k}$ = 0.00 kN/m
$C_{h,w,k}$ = 0.00 kN/m

Bodenkennwerte

| Schicht | UK | $\gamma_{,k}$ | $\gamma'_{,k}$ | $\varphi_{,k}$ | c(akt),k | c(pas),k | d(a)/φ | d(p)/φ | qc | cu,k |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [-] | [m] | [kN/m³] | [kN/m³] | [°] | [kN/m²] | [kN/m²] | [-] | [-] | [MN/m²] | [kN/m²] |
| 1 | 85.00 | 20.00 | 12.00 | 40.00 | 0.00 | 0.00 | 0.667 | - | 20.00 | 0.00 |
| 2 | 80.50 | 18.00 | 10.00 | 30.00 | 0.00 | 0.00 | 0.667 | -0.667 | 5.00 | 0.00 |
| 3 | 74.60 | 19.00 | 11.00 | 32.50 | 0.00 | 0.00 | 0.667 | -0.550 | 10.00 | 0.00 |

Aktive Erddruckbeiwerte
Ersatzerddruck-Beiwert kah [-] = 0.200
bestimmt nach: DIN 4085

| Schicht | UK | $k_{agh}$ | $k_{ach}$ | $\varphi_{,k}$ | $\delta$ | $\theta$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| [-] | [m] | [-] | [-] | [°] | [°] | [°] |
| 1 | 85.00 | 0.179 | 0.714 | 40.000 | 26.68 | 61.88 |
| 2 | 80.50 | 0.279 | 0.921 | 30.000 | 20.01 | 55.98 |
| 3 | 74.60 | 0.251 | 0.866 | 32.500 | 21.68 | 57.46 |

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

| von | bis | oben | unten | Wasserdruck | Wasserdruck |
|---|---|---|---|---|---|
| [m] | [m] | [kN/m²] | [kN/m²] | oben[kN/m²] | unten[kN/m²] |
| 85.300 | 85.000 | 2.000 | 3.200 | 0.00 | 0.00 |
| 85.000 | 84.200 | 4.470 | 8.493 | 0.00 | 0.00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 84.200 | 83.800 | 8.493 | 10.504 | 0.00 | 0.00 |
| 83.800 | 83.289 | 10.504 | 11.933 | 0.00 | 0.00 |
| 83.289 | 82.266 | 11.933 | 14.790 | 0.00 | 0.00 |
| 82.266 | 81.550 | 14.790 | 16.790 | 0.00 | 0.00 |
| 81.550 | 81.235 | 16.790 | 17.670 | 0.00 | 0.00 |
| 81.235 | 80.500 | 17.670 | 19.723 | 0.00 | 0.00 |
| 80.500 | 80.200 | 17.694 | 18.521 | 0.00 | 0.00 |
| 80.200 | 79.400 | 18.521 | 20.726 | 0.00 | 0.00 |
| 79.400 | 79.200 | 20.726 | 21.277 | 0.00 | 0.00 |
| 79.200 | 78.300 | 21.277 | 23.759 | 0.00 | 0.00 |
| 78.300 | 77.600 | 23.759 | 25.688 | 0.00 | 0.00 |
| 77.600 | 74.600 | 25.688 | 33.959 | 0.00 | 0.00 |

Aktive Erddruckordinaten (g,k)

| von [m] | bis [m] | oben [kN/m²] | unten [kN/m²] | Wasserdruck oben[kN/m²] | Wasserdruck unten[kN/m²] |
|---|---|---|---|---|---|
| 85.300 | 85.000 | 2.000 | 3.200 | 0.00 | 0.00 |
| 85.000 | 84.200 | 4.470 | 8.493 | 0.00 | 0.00 |
| 84.200 | 83.800 | 8.493 | 10.504 | 0.00 | 0.00 |
| 83.800 | 83.289 | 10.504 | 11.933 | 0.00 | 0.00 |
| 83.289 | 82.266 | 11.933 | 14.790 | 0.00 | 0.00 |
| 82.266 | 81.550 | 14.790 | 16.790 | 0.00 | 0.00 |
| 81.550 | 81.235 | 16.790 | 17.670 | 0.00 | 0.00 |
| 81.235 | 80.500 | 17.670 | 19.723 | 0.00 | 0.00 |
| 80.500 | 80.200 | 17.694 | 18.521 | 0.00 | 0.00 |
| 80.200 | 79.400 | 18.521 | 20.726 | 0.00 | 0.00 |
| 79.400 | 79.200 | 20.726 | 21.277 | 0.00 | 0.00 |
| 79.200 | 78.300 | 21.277 | 23.759 | 0.00 | 0.00 |
| 78.300 | 77.600 | 23.759 | 25.688 | 0.00 | 0.00 |
| 77.600 | 74.600 | 25.688 | 33.959 | 0.00 | 0.00 |

Aktive Erddruckordinaten (q,k)

| von [m] | bis [m] | oben [kN/m²] | unten [kN/m²] | Wasserdruck oben[kN/m²] | Wasserdruck unten[kN/m²] |
|---|---|---|---|---|---|
| 85.300 | 85.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 85.000 | 84.200 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 84.200 | 83.800 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 83.800 | 83.289 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 83.289 | 82.266 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 82.266 | 81.550 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 81.550 | 81.235 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 81.235 | 80.500 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 80.500 | 80.200 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 80.200 | 79.400 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 79.400 | 79.200 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 79.200 | 78.300 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 78.300 | 77.600 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 77.600 | 74.600 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |

Passive Erddruckbeiwerte
bestimmt nach: DIN 4085:2011

| Schicht [-] | UK [m] | $k_{pgh}$ [-] | $k_{pch}$ [-] | $\varphi_{,k}$ [°] | $\delta$ [°] | $\theta$ [°] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 80.50 | 5.005 | 5.388 | 30.000 | -20.01 | 18.10 |
| 3 | 74.60 | 5.520 | 5.688 | 32.500 | -17.88 | 18.21 |

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)
Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

| von [m] | bis [m] | oben [kN/m²] | unten [kN/m²] |
|---|---|---|---|
| 82.27 | 81.55 | 0.00 | 0.00 |
| 81.55 | 81.23 | 0.00 | -12.13 |
| 81.23 | 80.50 | -12.13 | -40.43 |
| 80.50 | 80.20 | -44.58 | -58.59 |
| 80.20 | 79.40 | -58.59 | -95.96 |
| 79.40 | 79.20 | -95.96 | -105.30 |
| 79.20 | 78.30 | -105.30 | -147.33 |
| 78.30 | 77.60 | -147.33 | -180.03 |
| 77.60 | 74.60 | -180.03 | -320.14 |

Resultierende Belastung (h)orizontal und (v)ertikal ([g+q],k)

| Tiefe [m] | h [kN/m²] | v [kN/m²] |
|---|---|---|
| 85.30 | 2.00 | 1.95 |
| 85.00 | 3.20 | 2.55 |
| 85.00 | 4.47 | 2.57 |
| 84.20 | 8.49 | 4.03 |
| 83.80 | 10.50 | 4.77 |
| 83.29 | 11.93 | 5.29 |
| 82.27 | 14.79 | 6.33 |
| 81.55 | 16.79 | 7.06 |
| 81.23 | 7.60 | 3.71 |
| 80.50 | -13.83 | -4.09 |
| 80.50 | -19.31 | -3.96 |
| 80.20 | -30.11 | -7.38 |
| 79.40 | -58.92 | -16.51 |
| 79.20 | -66.12 | -18.79 |
| 78.30 | -98.53 | -29.05 |
| 77.60 | -123.73 | -37.04 |

Schnittgrößen (g,d)

| Tiefe [m] | N [kN/m] | Q [kN/m] | M [kN·m/m] |
|---|---|---|---|
| 85.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 85.00 | -0.8 | -0.9 | -0.1 |
| 84.20 | -4.0 | -7.2 | -3.1 |
| 83.80 | -6.1 | -11.7 | -6.9 |
| 83.29 | -9.2 | -18.6 | -14.6 |
| 82.27 | -16.3 | -35.0 | -41.7 |
| 81.55 | -22.1 | -48.6 | -71.5 |
| 81.23 | -24.1 | -53.2 | -87.6 |
| 80.50 | -23.9 | -50.4 | -126.8 |
| 80.20 | -21.9 | -41.5 | -140.7 |
| 79.40 | -10.4 | 1.2 | -158.7 |
| 79.20 | -6.2 | 16.2 | -157.0 |
| 78.30 | 19.7 | 105.1 | -105.0 |
| 77.60 | 47.4 | 198.5 | 0.0 |

Schnittgrößen ([g+q],k)

| Tiefe [m] | N [kN/m] | Q [kN/m] | M [kN·m/m] |
|---|---|---|---|
| 85.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 85.00 | -0.7 | -0.8 | -0.1 |
| 84.20 | -3.3 | -6.0 | -2.6 |
| 83.80 | -5.1 | -9.8 | -5.7 |
| 83.29 | -7.6 | -15.5 | -12.1 |
| 82.27 | -13.6 | -29.2 | -34.7 |
| 81.55 | -18.4 | -40.5 | -59.6 |
| 81.23 | -20.1 | -44.3 | -73.0 |
| 80.50 | -19.9 | -42.0 | -105.7 |
| 80.20 | -18.2 | -34.6 | -117.3 |
| 79.40 | -8.7 | 1.0 | -132.2 |
| 79.20 | -5.1 | 13.5 | -130.8 |
| 78.30 | 16.4 | 87.6 | -87.5 |
| 77.60 | 39.5 | 165.4 | 0.0 |

Schnittgrößen (w,k)

| Tiefe [m] | N [kN/m] | Q [kN/m] | M [kN·m/m] |
|---|---|---|---|
| 85.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 85.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 84.20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 83.80 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 83.29 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 82.27 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 81.55 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 81.23 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 80.50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 80.20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 79.40 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 79.20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 78.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 77.60 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

Schnittgrößen (g,k + q,k - w,k)

| Tiefe [m] | N [kN/m] | Q [kN/m] | M [kN·m/m] |
|---|---|---|---|
| 85.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 85.00 | -0.7 | -0.8 | -0.1 |
| 84.20 | -3.3 | -6.0 | -2.6 |
| 83.80 | -5.1 | -9.8 | -5.7 |
| 83.29 | -7.6 | -15.5 | -12.1 |
| 82.27 | -13.6 | -29.2 | -34.7 |
| 81.55 | -18.4 | -40.5 | -59.6 |
| 81.23 | -20.1 | -44.3 | -73.0 |
| 80.50 | -19.9 | -42.0 | -105.7 |
| 80.20 | -18.2 | -34.6 | -117.3 |
| 79.40 | -8.7 | 1.0 | -132.2 |
| 79.20 | -5.1 | 13.5 | -130.8 |
| 78.30 | 16.4 | 87.6 | -87.5 |
| 77.60 | 39.5 | 165.4 | 0.0 |

Weggrößen (g,d)
berechnet mit EI = 4.500E+4 kN·m²/m

| Tiefe [m] | w [mm] |
|---|---|
| 85.30 | -63.0 |
| 85.00 | -59.4 |
| 84.20 | -49.8 |
| 83.80 | -45.1 |
| 83.29 | -39.0 |
| 82.27 | -27.2 |
| 81.55 | -19.5 |
| 81.23 | -16.4 |
| 80.50 | -9.8 |
| 80.20 | -7.6 |
| 79.40 | -3.0 |
| 79.20 | -2.2 |
| 78.30 | -0.2 |
| 77.60 | 0.0 |

Weggrößen ([g+q],k)
berechnet mit EI = 4.500E+4 kN·m²/m

| Tiefe [m] | w [mm] |
|---|---|
| 85.30 | -52.5 |
| 85.00 | -49.5 |
| 84.20 | -41.5 |
| 83.80 | -37.5 |
| 83.29 | -32.5 |
| 82.27 | -22.7 |
| 81.55 | -16.3 |
| 81.23 | -13.7 |
| 80.50 | -8.2 |
| 80.20 | -6.3 |
| 79.40 | -2.5 |
| 79.20 | -1.8 |
| 78.30 | -0.2 |
| 77.60 | 0.0 |

Weggrößen (w,k)
berechnet mit EI = 4.500E+4 kN·m²/m

| Tiefe [m] | w [mm] |
|---|---|
| 85.30 | 0.0 |
| 85.00 | 0.0 |
| 84.20 | 0.0 |
| 83.80 | 0.0 |
| 83.29 | 0.0 |
| 82.27 | 0.0 |
| 81.55 | 0.0 |
| 81.23 | 0.0 |

| | |
|---|---|
| 80.50 | 0.0 |
| 80.20 | 0.0 |
| 79.40 | 0.0 |
| 79.20 | 0.0 |
| 78.30 | 0.0 |
| 77.60 | 0.0 |

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]
phi,g,d: 0.00000000
Theoretischer Fußpunkt = 77.600 m
phi,[g+q],k: 0.00000000
Theoretischer Fußpunkt = 77.600 m
phi,w,k: 0.00000000
Theoretischer Fußpunkt = 77.600 m

Maximalwerte
Maximales Moment = $M_d$ = 158.7 kN·m/m
Maximale Querkraft = $Q_d$ = 198.5 kN/m
Zugehörige Normalkraft = $N_d$ = -10.4 kN/m
Maximale Verschiebung = $w_k$ = 52.5 mm
Wandkopfverdrehung = $\varphi_{,k}$ = -0.57 °

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)
$M_{Ed}$ = 158.7 kN·m/m
$V_{Ed}$ = 1.2 kN/m
$N_{Ed}$ = -10.4 kN/m (Druck)
Profil: AZ 12-770 Stahlgüte: S 240 GP
Wasserdruckdifferenz = 0.00 m
b = 770.0 mm / $b_f$ = 351.0 mm
$t_f$ = 8.5 mm / $t_w$ = 8.5 mm / A = 120.0 cm²/m
h = 344.0 mm / $\alpha$ = 39.5 °
$W_{pl}$ = 1480.0 cm³/m / I = 21430.0 $cm^4$/m
$\gamma_{M0}$ = 1.00 / $\gamma_{M1}$ = 1.10
$\varepsilon$ = 0.990 -> $b_f$ / $t_f$ / $\varepsilon$ = 41.7
Querschnittsklasse: 2
$f_{y,red}$ = 240.0 N/mm²
$M_{c,Rd}$ = 355.2 kN·m/m
$V_{pl,Rd}$ = 513.2 kN/m ($\mu$ = 0.002)
$N_{pl,Rd}$ = 2880.0 kN/m ($\mu$ = 0.004)
Querkraft-Interaktion
$V_{Ed}$ <= 0.5 · $V_{pl,Rd}$ -> keine Abm.
Normalkraft-Interaktion
keine Abm.
Nachweis $M_{Rd}$
$M_{c,Rd}$ = 355.2 kN·m/m
$\mu$ = $M_{Ed}$ / $M_{c,Rd}$ = 0.447
Knicklänge = 11.89 m
$N_{cr}$ = 3141.8 kN/m
$N_{Ed}$ / $N_{cr}$ = 0.003 <= 0.04
-> Kein Knicknachweis
max $\mu$ = 0.447

max $M_d$ = 158.7 kN·m/m (Tiefe = 79.40 m)
Zugehörige Werte: $N_d$ = -10.4 kN/m; $Q_d$ = 1.2 kN/m; $w_k$ = 3.0 mm

max $Q_d$ = 198.5 kN·m/m (Tiefe = 77.60 m)
Zugehörige Werte: $N_d$ = 47.4 kN/m; $M_d$ = 0.0 kN·m/m; $w_k$ = 0.0 mm

max $N_d$ = 47.4 kN/m (Tiefe = 77.60 m)
Zugehörige Werte: $Q_d$ = 198.5 kN/m; $M_d$ = 0.0 kN·m/m; $w_k$ = 0.0 mm

max $w_k$ = 52.5 mm (Tiefe = 85.30 m)
Zugehörige Werte: $N_d$ = 0.0 kN/m; $Q_d$ = 0.0 kN/m; $M_d$ = 0.0 kN·m/m

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %
Einbindetiefe $t_g$ = 4.74 m
Profillänge = 8.49 m

Nachweis Summe V
Das Vorzeichen ist positiv, wenn Kraftgröße
nach unten gerichtet ist.

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
Bedingung: $G_k + P_{v,k} + E_{av,k} + 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_C) >= B_{v,k} - 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_p)$
$G_k$ = 8.00 kN/ m
$P_{v,k}$ = 0.00 kN/ m
$E_{av,k}$ = 46.83 kN/ m ($E_{ah,k}$ = 122.54 kN/ m)
$C_{h,k}$ = 165.39 kN/ m
$B_{v,k}$ = -93.59 kN/ m
$\delta_p$ [°] = -17.9
$\delta_C$ [°] = 10.8
Summe $V_k$ = 3.71 kN/ m (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit (Erfahrungswerte nach EAU 2012)
Profil: AZ 12-770
Mindesteinbindung in tragfähige Schichten = 2.50 m
Berücksichtigung Bodenauflager:
$R,Bv,d = (B_{h,k} - 1/2 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p) / gamma,Ep$
$R,Bv,d = (287.93 - 1/2 \cdot 165.39) \cdot \tan(17.9°) / 1.30 = 50.92$ kN/m
$R,Cv,d = 1/2 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_C / gamma,Ep$
$R,Cv,d = 1/2 \cdot 165.39 \cdot \tan(10.8°) / 1.30 = 12.16$ kN/m

Spitzendruck qc,m = 10.00 MN/m² (gemittelt von 77.15 bis 75.43 m) ==> qb,k = 10.00 MN/m²
$Rb,d = A \cdot qb,k / gamma,Ep = 0.0120 \cdot 10.00 \cdot 1000 / 1.30 = 92.31$ kN/m

Mantelreibung
Mantelfläche (innen) bis 76.81 m = 0.000 m²/m ==> R,S1,d
R,S1,d = 0.00 kN/m
$R,d = R,Bv,d + R,Cv,d + Rb,d + R,S1,d = 155.38$ kN/m

Einwirkungen
$V,d = G_d + E_{av,d} + P_{v,d} = 9.60 + 56.20 + 0.00 = 65.79$ kN/m
==> $\mu = V,d / R,d = 65.79 / 155.38 = 0.42$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.00
gamma(Gewicht) = 0.90
gamma(Strömungskraft) = 1.35
UK Schicht = 85.30

Ausnutzungsgrad Auftrieb = 0.84
gamma(Gewicht) = 0.90
gamma(PW-Druck) = 1.00
UK Schicht = 80.50

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99
Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt
Faktor Verkehrslasten fQ = 1.300 / 1.200 = 1.083
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{Gr}$ = 1.300
Breite = 0.85 m
Gewicht $G_k$ (einschließlich Verkehr) = 94.51 [kN/m]
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)
$E_{av,k}$ ($\delta = 2/3 \cdot \varphi$) = 78.53 [kN/m]
Kohäsionskraft $K_k$ = 0.00 [kN/m]
Grundbruchlast $P_{g,k}$ = 1131.84 [kN/m]
$mue = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k) / \gamma_{Gr} + E_{av,k}] = 0.119$
$mue = [94.51 \cdot 1.20] / [(1131.84 + 0.00 ) / 1.300 + 78.53] = 0.119$

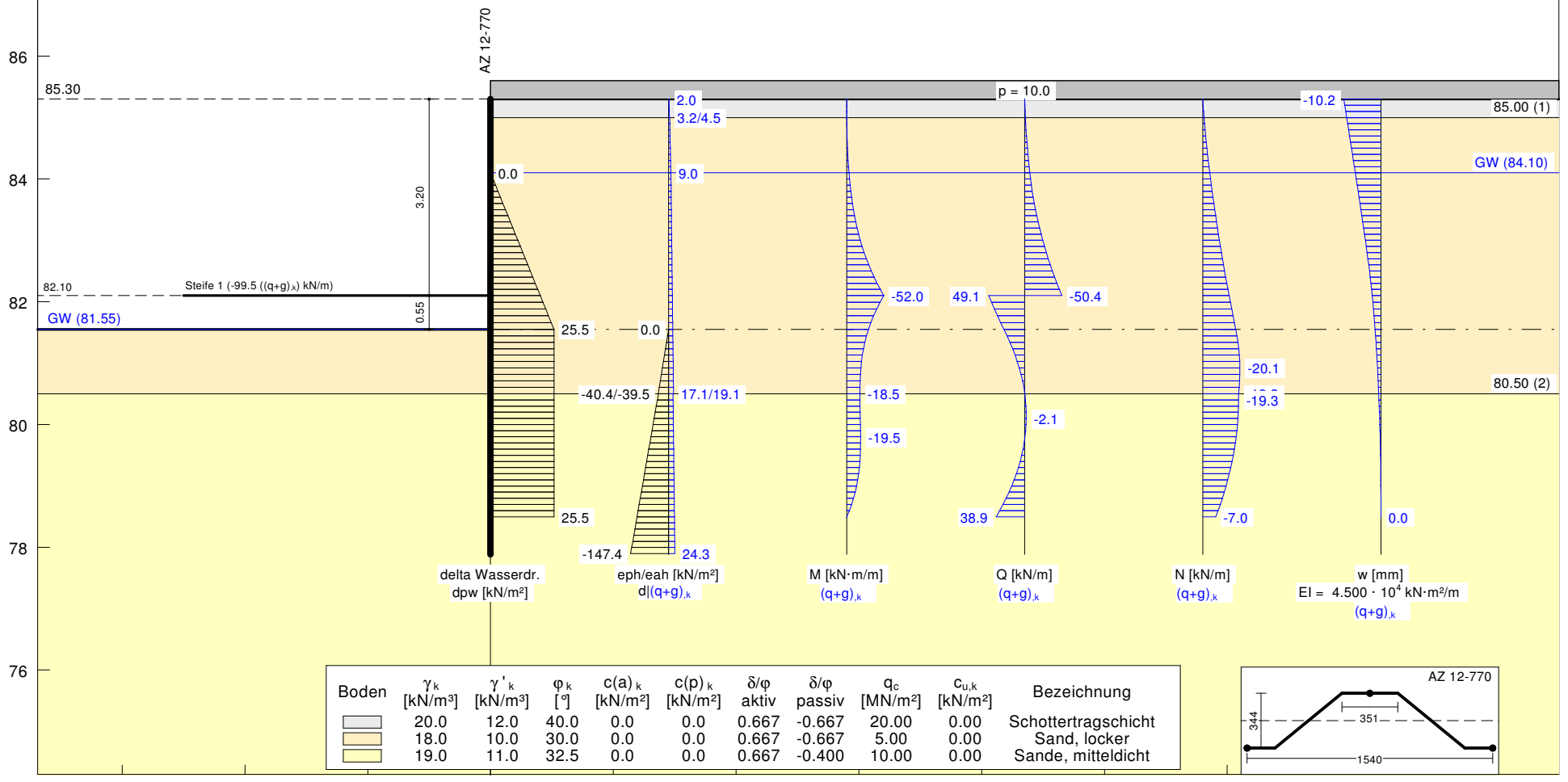
Wahrenbrück, Kleine Elster, Verbau-EBW_Bypass
Spundwand
AZ 12-770
Berechnungsgrundlagen:
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Ersatzerddruck-Beiwert $k_{ah}$ [-] = 0.200
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2011
Einspanngrad = 1.000
Erf. Profillänge = 7.41 m

Erf. Einbindetiefe = 3.66 m
$\gamma_G$ = 1.20
$\gamma_Q$ = 1.30
$\gamma_{Ep}$ = 1.30
$\mu$ (Hydr. Grundbruch) = 0.43
$\mu$ (Auftrieb) = 0.56
mob. Ep erfüllt / $\mu$ = 0.67
$\mu$ = Vert. Tragfähigkeit = 0.45

Bemessungswerte:
Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)
$M_{Ed}$ = 62.4 kN·m/m
$V_{Ed}$ = 60.5 kN/m
$N_{Ed}$ = -17.0 kN/m (Druck)
Profil: AZ 12-770 Stahlgüte: S 240 GP
Wasserdruckdifferenz = 2.55 m
b = 770.0 mm / $b_f$ = 351.0 mm
$t_f$ = 8.5 mm / $t_w$ = 8.5 mm / A = 120.0 cm²/m
h = 344.0 mm / $\alpha$ = 39.5 °

$W_{pl}$ = 1480.0 cm³/m / I = 21430.0 cm⁴/m
$\gamma_{M0}$ = 1.00 / $\gamma_{M1}$ = 1.10
$\varepsilon$ = 0.990 -> $b_f$ / $t_f$ / $\varepsilon$ = 41.7
Querschnittsklasse: 2
$f_{y,red}$ = 240.0 N/mm²
$M_{c,Rd}$ = 355.2 kN·m/m
$V_{pl,Rd}$ = 513.2 kN/m ($\mu$ = 0.118)
$N_{pl,Rd}$ = 2880.0 kN/m ($\mu$ = 0.006)
Querkraft-Interaktion
$V_{Ed}$ <= 0.5 · $V_{pl,Rd}$ -> keine Abm.

Normalkraft-Interaktion
keine Abm.
Nachweis $M_{Rd}$
$M_{c,Rd}$ = 355.2 kN·m/m
$\mu$ = $M_{Ed}$ / $M_{c,Rd}$ = 0.176
Knicklänge = 6.40 m
$N_{cr}$ = 10843.8 kN/m
$N_{Ed}$ / $N_{cr}$ = 0.002 <= 0.04
-> Kein Knicknachweis
max $\mu$ = 0.176




| Boden | $\gamma_k$ [kN/m³] | $\gamma'_k$ [kN/m³] | $\varphi_k$ [°] | $c(a)_k$ [kN/m²] | $c(p)_k$ [kN/m²] | δ/φ aktiv | δ/φ passiv | $q_c$ [MN/m²] | $c_{u,k}$ [kN/m²] | Bezeichnung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 20.0 | 12.0 | 40.0 | 0.0 | 0.0 | 0.667 | -0.667 | 20.00 | 0.00 | Schottertragschicht |
| | 18.0 | 10.0 | 30.0 | 0.0 | 0.0 | 0.667 | -0.667 | 5.00 | 0.00 | Sand, locker |
| | 19.0 | 11.0 | 32.5 | 0.0 | 0.0 | 0.667 | -0.400 | 10.00 | 0.00 | Sande, mitteldicht |

Spundwand
==========

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Wahrenbrück, Kleine Elster, Verbau-EBW_Bypass

Indices:
d = Bemessungswert
k = charakteristisch
g = Ständig, einschließlich Wasserdruck
q = Veränderlich
g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck
w = Wasserdruck

Wandkopf = 85.30 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.100
Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.100

Baugrubensohle = 81.55 m
Grundwasserstand (rechts) = 84.10 m
Grundwasserstand (links) = 81.55 m
Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten
$\gamma_G$ = 1.20
$\gamma_Q$ = 1.30
$\gamma_{Ep}$ = 1.30
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Flächenlast p = 10.00 kN/m² als ständige Last

Art des Fußlagers:
Profillänge automatisch und Einspanngrad von 1.000 vorgegeben

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:
Eph,d = 183.48 kN/m (Epv,d = -45.19 kN/m)
Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000
Bh(g+q),d = 183.48 kN/m
Bh,g,d = 183.48 kN/m
Bh,q,d = 0.00 kN/m

Ersatzkräfte $C_h$ (Blum)
$C_{h,k}$ = 38.88 kN/m
$C_{h,g,k}$ = 38.88 kN/m
$C_{h,q,k}$ = 0.00 kN/m
$C_{h,w,k}$ = 25.59 kN/m

Anker und Steifen
Bemessungswert (Steifen) mit BS-P (1.35/1.50)

| Nr. | y | Neigung | Länge | $N_d$ | $N_k$ | $N_{g,k}$ | $N_{w,k}$ | EA | EI | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [-] | [m] | [°] | [m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN·m²/m] | |
| 1 | 82.10 | 0.00 | 5.00 | -134.37 | -99.53 | -99.53 | 41.93 | 2.100E+5 | 2.100E+6 | Steife |

Zusätzlich für Steifen
Steife 1
Vertikallast [kN/m²/m]: 0.00
max $M_d$ [kN·m/m]: 0.00
gelenkig an Verbauwand angeschlossen
gegenüberliegende Seite gelenkig

| x | y | wx,d | wy,d | $N_d$ | $Q_d$ | M,d |
|---|---|---|---|---|---|---|
| [m] | [m] | [mm] | [mm] | [kN/m] | [kN/m] | [kN·m/m] |
| -5.00 | 82.10 | 0.0 | 0.0 | -119.44 | 0.00 | 0.00 |
| -4.50 | 82.10 | -0.3 | 0.0 | -119.44 | 0.00 | 0.00 |
| -4.50 | 82.10 | -0.3 | 0.0 | -119.44 | 0.00 | 0.00 |
| -4.00 | 82.10 | -0.6 | 0.0 | -119.44 | 0.00 | 0.00 |
| -3.50 | 82.10 | -0.9 | 0.0 | -119.44 | 0.00 | 0.00 |
| -3.00 | 82.10 | -1.1 | 0.0 | -119.44 | 0.00 | 0.00 |
| -2.50 | 82.10 | -1.4 | 0.0 | -119.44 | 0.00 | 0.00 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| -2.00 | 82.10 | -1.7 | 0.0 | -119.44 | 0.00 | 0.00 |
| -1.50 | 82.10 | -2.0 | 0.0 | -119.44 | 0.00 | 0.00 |
| -1.00 | 82.10 | -2.3 | 0.0 | -119.44 | 0.00 | 0.00 |
| -0.50 | 82.10 | -2.6 | 0.0 | -119.44 | 0.00 | 0.00 |
| 0.00 | 82.10 | -2.8 | 0.0 | -119.44 | 0.00 | 0.00 |

Bodenkennwerte

| Schicht | UK | $\gamma_{,k}$ | $\gamma'_{,k}$ | $\varphi_{,k}$ | c(akt),k | c(pas),k | d(a)/φ | d(p)/φ | qc | cu,k |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [-] | [m] | [kN/m³] | [kN/m³] | [°] | [kN/m²] | [kN/m²] | [-] | [-] | [MN/m²] | [kN/m²] |
| 1 | 85.00 | 20.00 | 12.00 | 40.00 | 0.00 | 0.00 | 0.667 | - | 20.00 | 0.00 |
| 2 | 80.50 | 18.00 | 10.00 | 30.00 | 0.00 | 0.00 | 0.667 | -0.667 | 5.00 | 0.00 |
| 3 | 73.59 | 19.00 | 11.00 | 32.50 | 0.00 | 0.00 | 0.667 | -0.400 | 10.00 | 0.00 |

Aktive Erddruckbeiwerte
Ersatzerddruck-Beiwert kah [-] = 0.200
bestimmt nach: DIN 4085

| Schicht | UK | $k_{agh}$ | $k_{ach}$ | $\varphi_{,k}$ | $\delta$ | $\theta$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| [-] | [m] | [-] | [-] | [°] | [°] | [°] |
| 1 | 85.00 | 0.179 | 0.714 | 40.000 | 26.68 | 61.88 |
| 2 | 80.50 | 0.279 | 0.921 | 30.000 | 20.01 | 55.98 |
| 3 | 73.59 | 0.251 | 0.866 | 32.500 | 21.68 | 57.46 |

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

| von | bis | oben | unten | Wasserdruck | Wasserdruck |
|---|---|---|---|---|---|
| [m] | [m] | [kN/m²] | [kN/m²] | oben[kN/m²] | unten[kN/m²] |
| 85.300 | 85.000 | 2.000 | 3.200 | 0.00 | 0.00 |
| 85.000 | 84.300 | 4.470 | 7.990 | 0.00 | 0.00 |
| 84.300 | 84.100 | 7.990 | 8.995 | 0.00 | 0.00 |
| 84.100 | 83.300 | 8.995 | 11.230 | 0.00 | 8.00 |
| 83.300 | 82.300 | 11.230 | 14.024 | 8.00 | 18.00 |
| 82.300 | 82.100 | 14.024 | 14.583 | 18.00 | 20.00 |
| 82.100 | 81.550 | 14.583 | 16.119 | 20.00 | 25.50 |
| 81.550 | 81.235 | 16.119 | 16.999 | 25.50 | 25.50 |
| 81.235 | 80.920 | 16.999 | 17.879 | 25.50 | 25.50 |
| 80.920 | 80.500 | 17.879 | 19.052 | 25.50 | 25.50 |
| 80.500 | 80.300 | 17.092 | 17.644 | 25.50 | 25.50 |
| 80.300 | 79.298 | 17.644 | 20.405 | 25.50 | 25.50 |
| 79.298 | 78.497 | 20.405 | 22.614 | 25.50 | 25.50 |
| 78.497 | 73.590 | 22.614 | 36.142 | 25.50 | 25.50 |

Aktive Erddruckordinaten (g,k)

| von | bis | oben | unten | Wasserdruck | Wasserdruck |
|---|---|---|---|---|---|
| [m] | [m] | [kN/m²] | [kN/m²] | oben[kN/m²] | unten[kN/m²] |
| 85.300 | 85.000 | 2.000 | 3.200 | 0.00 | 0.00 |
| 85.000 | 84.300 | 4.470 | 7.990 | 0.00 | 0.00 |
| 84.300 | 84.100 | 7.990 | 8.995 | 0.00 | 0.00 |
| 84.100 | 83.300 | 8.995 | 11.230 | 0.00 | 8.00 |
| 83.300 | 82.300 | 11.230 | 14.024 | 8.00 | 18.00 |
| 82.300 | 82.100 | 14.024 | 14.583 | 18.00 | 20.00 |
| 82.100 | 81.550 | 14.583 | 16.119 | 20.00 | 25.50 |
| 81.550 | 81.235 | 16.119 | 16.999 | 25.50 | 25.50 |
| 81.235 | 80.920 | 16.999 | 17.879 | 25.50 | 25.50 |
| 80.920 | 80.500 | 17.879 | 19.052 | 25.50 | 25.50 |
| 80.500 | 80.300 | 17.092 | 17.644 | 25.50 | 25.50 |
| 80.300 | 79.298 | 17.644 | 20.405 | 25.50 | 25.50 |
| 79.298 | 78.497 | 20.405 | 22.614 | 25.50 | 25.50 |
| 78.497 | 73.590 | 22.614 | 36.142 | 25.50 | 25.50 |

Aktive Erddruckordinaten (q,k)

| von | bis | oben | unten | Wasserdruck | Wasserdruck |
|---|---|---|---|---|---|
| [m] | [m] | [kN/m²] | [kN/m²] | oben[kN/m²] | unten[kN/m²] |
| 85.300 | 85.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 85.000 | 84.300 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 84.300 | 84.100 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 84.100 | 83.300 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 83.300 | 82.300 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 82.300 | 82.100 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 82.100 | 81.550 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 81.550 | 81.235 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 81.235 | 80.920 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 80.920 | 80.500 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 80.500 | 80.300 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 80.300 | 79.298 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 79.298 | 78.497 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 78.497 | 73.590 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |

Passive Erddruckbeiwerte
bestimmt nach: DIN 4085:2011

| Schicht | UK | $k_{pgh}$ | $k_{pch}$ | $\varphi_{,k}$ | $\delta$ | $\theta$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| [-] | [m] | [-] | [-] | [°] | [°] | [°] |
| 2 | 80.50 | 5.005 | 5.388 | 30.000 | -20.01 | 18.10 |
| 3 | 73.59 | 4.895 | 5.172 | 32.500 | -13.00 | 20.74 |

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)
Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

| von | bis | oben | unten |
|---|---|---|---|
| [m] | [m] | [kN/m²] | [kN/m²] |
| 82.10 | 81.55 | 0.00 | 0.00 |
| 81.55 | 81.23 | 0.00 | -12.13 |
| 81.23 | 80.92 | -12.13 | -24.26 |
| 80.92 | 80.50 | -24.26 | -40.43 |
| 80.50 | 80.30 | -39.53 | -47.83 |
| 80.30 | 79.30 | -47.83 | -89.31 |
| 79.30 | 78.50 | -89.31 | -122.49 |
| 78.50 | 73.59 | -122.49 | -325.73 |

Resultierende Belastung (h)orizontal und (v)ertikal ([g+q],k)

| Tiefe | h | v |
|---|---|---|
| [m] | [kN/m²] | [kN/m²] |
| 85.30 | 2.00 | 1.95 |
| 85.00 | 3.20 | 2.55 |
| 85.00 | 4.47 | 2.57 |
| 84.30 | 7.99 | 3.85 |
| 84.10 | 9.00 | 4.22 |
| 83.30 | 19.23 | 5.03 |
| 82.30 | 32.02 | 6.05 |
| 82.10 | 34.58 | 6.25 |
| 81.55 | 41.62 | 6.81 |
| 81.23 | 32.80 | 3.60 |
| 80.92 | 23.97 | 0.39 |
| 80.50 | 12.21 | -3.90 |
| 80.50 | 10.96 | 0.43 |
| 80.30 | 4.88 | -0.88 |
| 79.30 | -25.55 | -7.44 |
| 78.50 | -49.89 | -12.69 |

Schnittgrößen ([g+q],k)

| Tiefe | N | Q | M | A(h) |
|---|---|---|---|---|
| [m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN·m/m] | [kN/m] |
| 85.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 85.00 | -0.7 | -0.8 | -0.1 | |
| 84.30 | -2.9 | -5.1 | -2.0 | |
| 84.10 | -3.7 | -6.8 | -3.2 | |
| 83.30 | -7.4 | -18.1 | -12.7 | |
| 82.30 | -13.0 | -43.8 | -42.5 | |
| 82.10 | -14.2 | -50.4 | -52.0 | -99.5 |
| 82.10 | -14.2 | 49.1 | -52.0 | |
| 81.55 | -17.8 | 28.2 | -30.5 | |
| 81.23 | -19.4 | 16.4 | -23.6 | |
| 80.92 | -20.1 | 7.5 | -19.9 | |
| 80.50 | -19.3 | -0.1 | -18.5 | |
| 80.30 | -19.3 | -1.7 | -18.7 | |
| 79.30 | -15.1 | 8.7 | -17.7 | |
| 78.50 | -7.0 | 38.9 | 0.0 | |

Schnittgrößen (w,k)

| Tiefe | N | Q | M | A(h) |
|---|---|---|---|---|
| [m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN·m/m] | [kN/m] |
| 85.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 85.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 84.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 84.10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 83.30 | 0.0 | -3.2 | -0.9 | |
| 82.30 | 0.0 | -16.2 | -9.7 | |
| 82.10 | 0.0 | -20.0 | -13.3 | -41.9 |
| 82.10 | 0.0 | 21.9 | -13.3 | |
| 81.55 | 0.0 | 9.4 | -4.6 | |
| 81.23 | 0.4 | 2.4 | -2.8 | |
| 80.92 | 1.4 | -2.7 | -2.9 | |
| 80.50 | 4.0 | -6.5 | -4.9 | |
| 80.30 | 5.0 | -7.1 | -6.3 | |
| 79.30 | 13.1 | 2.5 | -10.4 | |
| 78.50 | 23.2 | 25.6 | 0.0 | |

Schnittgrößen (g,k + q,k - w,k)

| Tiefe [m] | N [kN/m] | Q [kN/m] | M [kN·m/m] | A(h) [kN/m] |
|---|---|---|---|---|
| 85.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 85.00 | -0.7 | -0.8 | -0.1 | |
| 84.30 | -2.9 | -5.1 | -2.0 | |
| 84.10 | -3.7 | -6.8 | -3.2 | |
| 83.30 | -7.4 | -14.9 | -11.8 | |
| 82.30 | -13.0 | -27.6 | -32.8 | |
| 82.10 | -14.2 | -30.4 | -38.6 | -57.6 |
| 82.10 | -14.2 | 27.2 | -38.6 | |
| 81.55 | -17.8 | 18.7 | -26.0 | |
| 81.23 | -19.8 | 14.1 | -20.8 | |
| 80.92 | -21.5 | 10.2 | -17.0 | |
| 80.50 | -23.3 | 6.4 | -13.6 | |
| 80.30 | -24.3 | 5.4 | -12.4 | |
| 79.30 | -28.2 | 6.1 | -7.4 | |
| 78.50 | -30.2 | 13.3 | 0.0 | |

Weggrößen (g,d)
berechnet mit EI = 4.500E+4 kN·m²/m

| Tiefe [m] | w [mm] |
|---|---|
| 85.30 | -12.2 |
| 85.00 | -11.3 |
| 84.30 | -9.1 |
| 84.10 | -8.4 |
| 83.30 | -6.0 |
| 82.30 | -3.3 |
| 82.10 | -2.8 |
| 81.55 | -1.9 |
| 81.23 | -1.5 |
| 80.92 | -1.1 |
| 80.50 | -0.7 |
| 80.30 | -0.6 |
| 79.30 | -0.1 |
| 78.50 | 0.0 |

Weggrößen ([g+q],k)
berechnet mit EI = 4.500E+4 kN·m²/m

| Tiefe [m] | w [mm] |
|---|---|
| 85.30 | -10.2 |
| 85.00 | -9.4 |
| 84.30 | -7.6 |
| 84.10 | -7.0 |
| 83.30 | -5.0 |
| 82.30 | -2.7 |
| 82.10 | -2.4 |
| 81.55 | -1.6 |
| 81.23 | -1.2 |
| 80.92 | -0.9 |
| 80.50 | -0.6 |
| 80.30 | -0.5 |
| 79.30 | -0.1 |
| 78.50 | 0.0 |

Weggrößen (w,k)

berechnet mit EI = 4.500E+4 kN·m²/m

| Tiefe [m] | w [mm] |
|---|---|
| 85.30 | -3.1 |
| 85.00 | -2.9 |
| 84.30 | -2.4 |
| 84.10 | -2.3 |
| 83.30 | -1.8 |
| 82.30 | -1.1 |
| 82.10 | -1.0 |
| 81.55 | -0.7 |
| 81.23 | -0.6 |
| 80.92 | -0.5 |
| 80.50 | -0.3 |
| 80.30 | -0.3 |
| 79.30 | 0.0 |
| 78.50 | 0.0 |

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]
phi,g,d: 0.00000000
Theoretischer Fußpunkt = 78.497 m
phi,[g+q],k: 0.00000000
Theoretischer Fußpunkt = 78.497 m
phi,w,k: 0.00000000
Theoretischer Fußpunkt = 78.497 m

Maximalwerte
Maximales Moment = $M_d$ = 62.4 kN·m/m
Maximale Querkraft = $Q_d$ = 60.5 kN/m
Zugehörige Normalkraft = $N_d$ = -17.0 kN/m
Maximale Verschiebung = $w_k$ = 10.2 mm
Wandkopfverdrehung = $\varphi_{,k}$ = -0.15 °

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)
$M_{Ed}$ = 62.4 kN·m/m
$V_{Ed}$ = 60.5 kN/m
$N_{Ed}$ = -17.0 kN/m (Druck)
Profil: AZ 12-770 Stahlgüte: S 240 GP
Wasserdruckdifferenz = 2.55 m
b = 770.0 mm / $b_f$ = 351.0 mm
$t_f$ = 8.5 mm / $t_w$ = 8.5 mm / A = 120.0 cm²/m
h = 344.0 mm / $\alpha$ = 39.5 °
$W_{pl}$ = 1480.0 cm³/m / I = 21430.0 $cm^4$/m
$\gamma_{M0}$ = 1.00 / $\gamma_{M1}$ = 1.10
$\varepsilon$ = 0.990 -> $b_f$ / $t_f$ / $\varepsilon$ = 41.7
Querschnittsklasse: 2
$f_{y,red}$ = 240.0 N/mm²
$M_{c,Rd}$ = 355.2 kN·m/m
$V_{pl,Rd}$ = 513.2 kN/m ($\mu$ = 0.118)
$N_{pl,Rd}$ = 2880.0 kN/m ($\mu$ = 0.006)
Querkraft-Interaktion
$V_{Ed}$ <= 0.5 · $V_{pl,Rd}$ -> keine Abm.
Normalkraft-Interaktion
keine Abm.
Nachweis $M_{Rd}$
$M_{c,Rd}$ = 355.2 kN·m/m
$\mu$ = $M_{Ed}$ / $M_{c,Rd}$ = 0.176
Knicklänge = 6.40 m
$N_{cr}$ = 10843.8 kN/m
$N_{Ed}$ / $N_{cr}$ = 0.002 <= 0.04
-> Kein Knicknachweis
max $\mu$ = 0.176

max $M_d$ = 62.4 kN·m/m (Tiefe = 82.10 m)
Zugehörige Werte: $N_d$ = -17.0 kN/m; $Q_d$ = -60.5 kN/m; $w_k$ = 2.8 mm

max $Q_d$ = 60.5 kN·m/m (Tiefe = 82.10 m)
Zugehörige Werte: $N_d$ = -17.0 kN/m; $M_d$ = -62.4 kN·m/m; $w_k$ = 2.8 mm

max $N_d$ = 24.1 kN/m (Tiefe = 80.92 m)
Zugehörige Werte: $Q_d$ = 9.0 kN/m; $M_d$ = -23.9 kN·m/m; $w_k$ = 1.1 mm

max $w_k$ = 10.2 mm (Tiefe = 85.30 m)
Zugehörige Werte: $N_d$ = 0.0 kN/m; $Q_d$ = 0.0 kN/m; $M_d$ = 0.0 kN·m/m

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %
Einbindetiefe $t_g$ = 3.66 m
Profillänge = 7.41 m

Nachweis Summe V
Das Vorzeichen ist positiv, wenn Kraftgröße
nach unten gerichtet ist.
Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
Bedingung: $G_k + P_{v,k} + E_{av,k} + 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_C) >= B_{v,k} - 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_p)$
$G_k$ = 6.98 kN/ m
$P_{v,k}$ = 0.00 kN/ m
$E_{av,k}$ = 36.79 kN/ m ($E_{ah,k}$ = 97.09 kN/ m)
$C_{h,k}$ = 38.88 kN/ m
$B_{v,k}$ = -36.16 kN/ m
$\delta_p$ [°] = -13.0
$\delta_C$ [°] = 10.8
Summe $V_k$ = 15.82 kN/ m (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit (Erfahrungswerte nach EAU 2012)
Profil: AZ 12-770
Mindesteinbindung in tragfähige Schichten = 2.50 m
Berücksichtigung Bodenauflager:
$R,Bv,d = (B_{h,k} - 1/2 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p) / gamma,Ep$
$R,Bv,d = (146.80 - 1/2 \cdot 38.88) \cdot \tan(13.0°) / 1.30 = 22.62$ kN/m
$R,Cv,d = 1/2 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_C / gamma,Ep$
$R,Cv,d = 1/2 \cdot 38.88 \cdot \tan(10.8°) / 1.30 = 2.86$ kN/m

Spitzendruck qc,m = 10.00 MN/m² (gemittelt von 78.23 bis 76.51 m) ==> qb,k = 10.00 MN/m²
$Rb,d = A \cdot qb,k / gamma,Ep = 0.0120 \cdot 10.00 \cdot 1000 / 1.30 = 92.31$ kN/m

Mantelreibung
Mantelfläche (innen) bis 77.89 m = 0.000 m²/m ==> R,S1,d
R,S1,d = 0.00 kN/m
$R,d = R,Bv,d + R,Cv,d + Rb,d + R,S1,d = 117.78$ kN/m

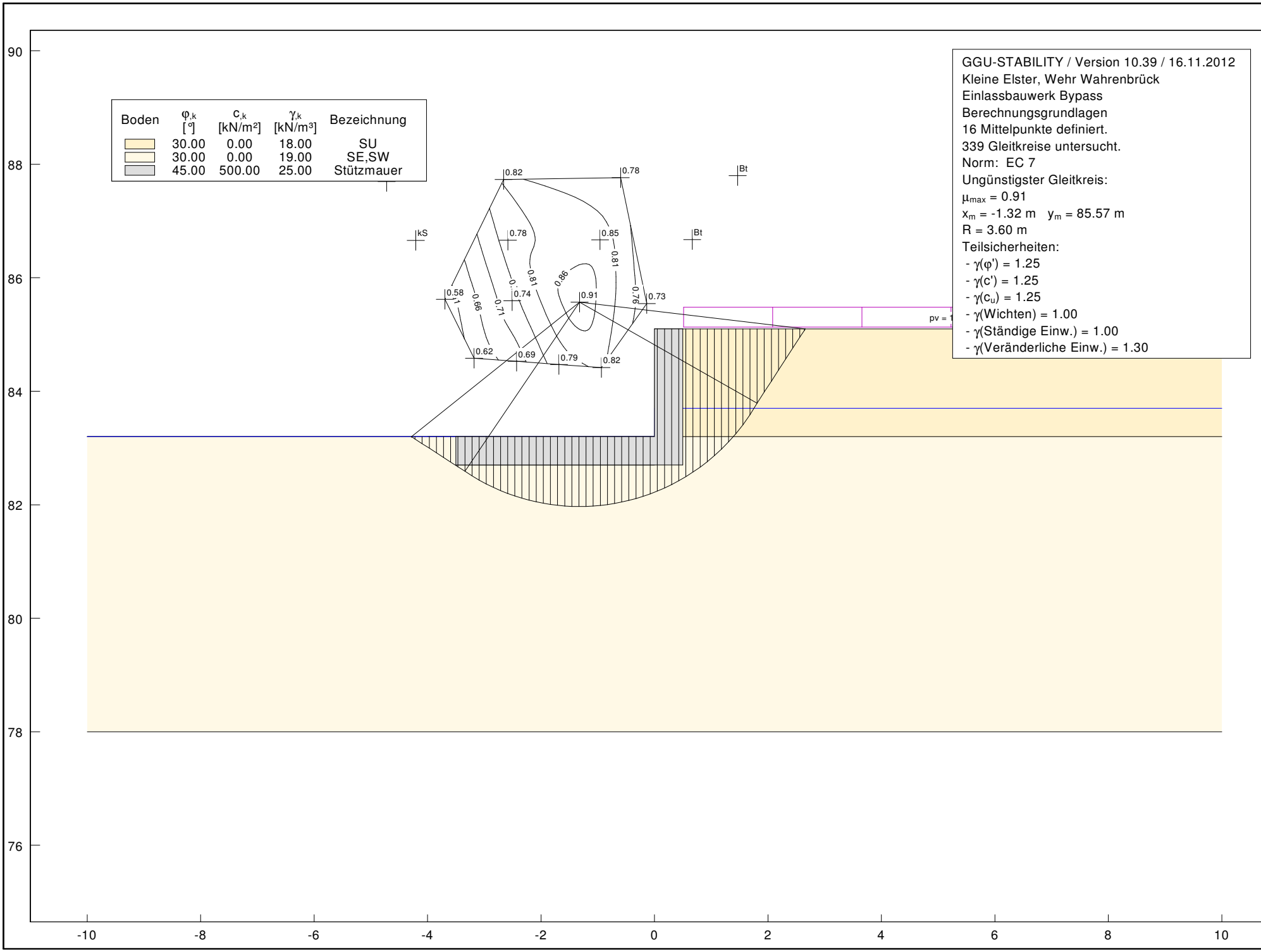
Einwirkungen
$V,d = G_d + E_{av,d} + P_{v,d} = 8.38 + 44.15 + 0.00 = 52.53$ kN/m
==> $\mu = V,d / R,d = 52.53 / 117.78 = 0.45$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.43
gamma(Gewicht) = 0.90
gamma(Strömungskraft) = 1.35
UK Schicht = 80.50

Ausnutzungsgrad Auftrieb = 0.56
gamma(Gewicht) = 0.90
gamma(PW-Druck) = 1.00
UK Schicht = 80.50

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99
Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt
Faktor Verkehrslasten fQ = 1.300 / 1.200 = 1.083
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{Gr}$ = 1.300
Breite = 0.75 m
Gewicht $G_k$ (einschließlich Verkehr) = 72.71 [kN/m]
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)
$E_{av,k}$ ($\delta = 2/3 \cdot \varphi$) = 20.10 [kN/m]
Kohäsionskraft $K_k$ = 0.00 [kN/m]
Grundbruchlast $P_{g,k}$ = 783.10 [kN/m]
$mue = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k) / \gamma_{Gr} + E_{av,k}] = 0.140$
$mue = [72.71 \cdot 1.20] / [(783.10 + 0.00 ) / 1.300 + 20.10] = 0.140$


Boden | φ,k [°] | c,k [kN/m²] | γ,k [kN/m³] | Bezeichnung
30.00 | 0.00 | 18.00 | SU
30.00 | 0.00 | 19.00 | SE,SW
45.00 | 500.00 | 25.00 | Stützmauer
GGU-STABILITY / Version 10.39 / 16.11.2012
Kleine Elster, Wehr Wahrenbrück
Einlassbauwerk Bypass
Berechnungsgrundlagen
16 Mittelpunkte definiert.
339 Gleitkreise untersucht.
Norm: EC 7
Ungünstigster Gleitkreis:
μmax = 0.91
xm = -1.32 m ym = 85.57 m
R = 3.60 m
Teilsicherheiten:
- γ(φ') = 1.25
- γ(c') = 1.25
- γ(cu) = 1.25
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.30
0.82
0.78
0.78
0.85
0.81
0.86
0.91
0.73
0.58
0.66
0.71
0.74
0.62
0.69
0.79
0.82
kS
Bt
Bt
90
88
86
84
82
80
78
76
-10
-8
-6
-4
-2
0
2
4
6
8
10

GGU-STABILITY / Version 10.39 / 16.11.2012

Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen

Kleine Elster, Wehr Wahrenbrück
Einlassbauwerk Bypass
Parameterliste
phi [°] = Reibungswinkel
c [kN/m²] = Kohäsion
gamma [kN/m³] = Wichte
mue [-] = Ausnutzungsgrad
xm,ym [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes
rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)
- gam(phi)= 1.25
- gam(c') = 1.25
- gam(cu) = 1.25
- gam(Wichten) = 1.00
- gam(Ständige Einw.) = 1.00
- gam(Veränderliche Einw.) = 1.30 (GEO-2)

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

| Nr. | x | y | Nr. | x | y | Nr. | x | y | Nr. | x | y |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [-] | [m] | [m] | [-] | [m] | [m] | [-] | [m] | [m] | [-] | [m] | [m] |
| 1 | -10.000 | 83.200 | 2 | 0.000 | 83.200 | 3 | 0.001 | 85.100 | 4 | 10.000 | 85.100 |

Charakteristische Bodenkennwerte

| Boden | $\varphi_{,k}$ | $c_{,k}$ | $\gamma_{,k}$ | Bezeichnung |
|---|---|---|---|---|
| [-] | [°] | [kN/m²] | [kN/m³] | |
| 1 | 30.00 | 0.00 | 18.00 | SU |
| 2 | 30.00 | 0.00 | 19.00 | SE,SW |
| 3 | 45.00 | 500.00 | 25.00 | Stützmauer |

Bemessungs-Bodenkennwerte

| Boden | $\varphi_{,d}$ | $c_{,d}$ | $\gamma_{,d}$ | Bezeichnung |
|---|---|---|---|---|
| [-] | [°] | [kN/m²] | [kN/m³] | |
| 1 | 24.79 | 0.00 | 18.00 | SU |
| 2 | 24.79 | 0.00 | 19.00 | SE,SW |
| 3 | 38.66 | 400.00 | 25.00 | Stützmauer |

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

| Nr. | x(links) | y(links) | x(rechts) | y(rechts) | Boden-Nr. |
|---|---|---|---|---|---|
| [-] | [m] | [m] | [m] | [m] | |
| 1 | -4.000 | 83.200 | 0.000 | 83.200 | 2 |
| 2 | 0.500 | 83.200 | 10.000 | 83.200 | 1 |
| 3 | -3.500 | 82.700 | 0.000 | 82.700 | 3 |
| 4 | -10.000 | 78.000 | 10.000 | 78.000 | 2 |

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

| Nr. | x | y | Nr. | x | y | Nr. | x | y | Nr. | x | y |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [-] | [m] | [m] | [-] | [m] | [m] | [-] | [m] | [m] | [-] | [m] | [m] |
| 1 | -10.000 | 83.200 | 2 | 0.000 | 83.200 | 3 | 0.001 | 83.700 | 4 | 10.000 | 83.700 |

Verkehrslasten

| Nr. | Größe(links) | Größe(rechts) | x(links) | x(rechts) | y |
|---|---|---|---|---|---|
| [-] | [kN/m²] | [kN/m²] | [m] | [m] | [m] |
| 1 | 10.00 | 10.00 | 0.51 | 9.94 | 85.13 |

Bauteil 1

| Nr. [-] | x [m] | y [m] |
|---|---|---|
| 1 | 0.00 | 85.10 |
| 2 | 0.50 | 85.10 |
| 3 | 0.50 | 82.70 |
| 4 | -3.50 | 82.70 |
| 5 | -3.50 | 83.20 |
| 6 | 0.00 | 83.20 |

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 83.20
Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 83.70

gamma Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Berechnung mit Berücksichtigung des aktiven Erddruckkeils

Ergebnisse
Suchbereich
Art Suchradius
Anfangs- und Endradius
x / y (Anfang): 0.5127 82.7098
x / y (Ende ): 2.2921 81.5201
Anzahl Radien = 40

| Nr [-] | xm [m] | ym [m] | Radius [m] | Lamellen [-] | mue [-] | Zähler [kN*m/m] | Nenner [kN*m/m] | M(Ti) [kN*m/m] | M(R) [kN*m/m] | M(Gi) [kN*m/m] | M(S) [kN*m/m] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -4.7220 | 87.6963 | Kein Schnitt mit Gelände | | | | | | | | |
| 2 | -2.6598 | 87.7308 | 5.9894 | 52 | 0.8168 | 415.767 | 509.008 | 509.0 | 0.0 | 415.8 | 0.0 |
| 3 | -0.5977 | 87.7652 | 5.8581 | 52 | 0.7765 | 485.100 | 624.717 | 624.7 | 0.0 | 485.1 | 0.0 |
| 4 | 1.4645 | 87.7997 | Gleitkörper schneidet Bauteil | | | | | | | | |
| 5 | -4.2082 | 86.6583 | Kein Schnitt mit Gelände | | | | | | | | |
| 6 | -2.5840 | 86.6629 | 5.0732 | 54 | 0.7833 | 334.906 | 427.554 | 427.6 | 0.0 | 334.9 | 0.0 |
| 7 | -0.9598 | 86.6675 | 4.7358 | 52 | 0.8497 | 364.949 | 429.492 | 429.5 | 0.0 | 364.9 | 0.0 |
| 8 | 0.6645 | 86.6721 | Gleitkörper schneidet Bauteil | | | | | | | | |
| 9 | -3.6944 | 85.6203 | 5.2227 | 60 | 0.5818 | 427.675 | 735.050 | 735.0 | 0.0 | 427.7 | 0.0 |
| 10 | -2.5081 | 85.5950 | 4.1773 | 58 | 0.7440 | 273.414 | 367.493 | 367.5 | 0.0 | 273.4 | 0.0 |
| 11 | -1.3218 | 85.5697 | 3.6007 | 56 | 0.9051 | 244.121 | 269.703 | 269.7 | 0.0 | 244.1 | 0.0 |
| 12 | -0.1356 | 85.5445 | 4.2967 | 55 | 0.7329 | 435.173 | 593.750 | 593.8 | 0.0 | 435.2 | 0.0 |
| 13 | -3.1806 | 84.5823 | 4.7799 | 67 | 0.6241 | 566.929 | 908.373 | 908.4 | 0.0 | 566.9 | 0.0 |
| 14 | -2.4322 | 84.5272 | 3.6745 | 67 | 0.6867 | 310.413 | 452.018 | 452.0 | 0.0 | 310.4 | 0.0 |
| 15 | -1.6839 | 84.4720 | 2.8161 | 66 | 0.7880 | 187.763 | 238.279 | 238.3 | 0.0 | 187.8 | 0.0 |
| 16 | -0.9356 | 84.4168 | 2.8681 | 69 | 0.8194 | 243.160 | 296.747 | 296.7 | 0.0 | 243.2 | 0.0 |

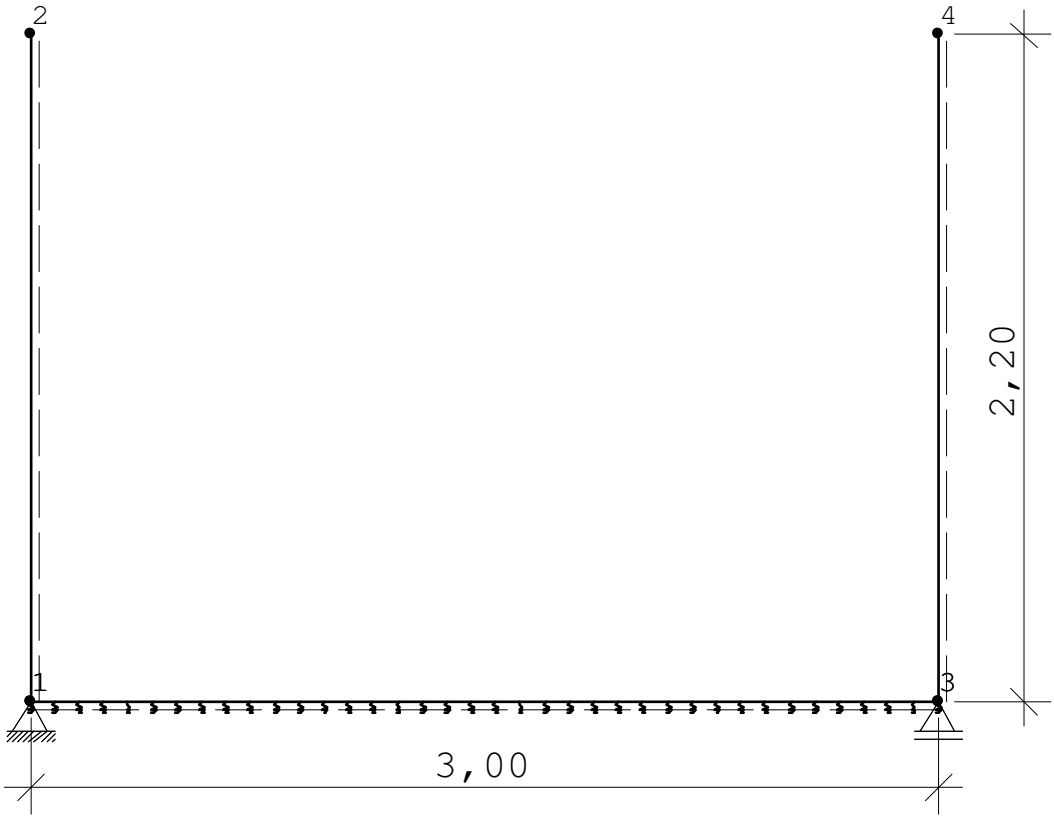
Ungünstigster Gleitkreis

| Nr [-] | xm [m] | ym [m] | Radius [m] | Lamellen [-] | mue [-] | Zähler [kN*m/m] | Nenner [kN*m/m] | M(Ti) [kN*m/m] | M(R) [kN*m/m] | M(Gi) [kN*m/m] | M(S) [kN*m/m] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | -1.3218 | 85.5697 | 3.6007 | 56 | 0.9051 | 244.121 | 269.703 | 269.7 | 0.0 | 244.1 | 0.0 |

Ebenes Stabwerk  ESK1  01/2017 (Frilo R-2017-1/P2)

PROJEKT: wahrenbrück  POS: Stahlbetontrog
Bezeichnung: Einlaufbauwerk

System  M 1 : 25




BAUSTOFF : C25/30 E-Modul E = 2669.00 kN/cm2 γM = 1.50
spez. Gewicht : 2.50 kg/dm3

| QUERSCHNITTSWERTE Q.Nr | Mat.Nr | Trägh.mom. I (cm4) | Fläche A (cm2) | Bettung Kb (kN/cm2) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 100x50 ( | 1041667 | 5000.0 | 0.000 |
| 2 | 1 100x50 ( | 1041667 | 5000.0 | 1.000 |

PLASTISCHE SCHNITTGRÖßEN

| Nr | Mat | NPl (kN) | Mply (kNm) | Qplz (kN) | Mplz (kNm) | Qply (kN) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 250000 | 31250 | 72169 | 62500 | 72169 |
| 2 | 1 | 250000 | 31250 | 72169 | 62500 | 72169 |

QUERSCHNITTSABMESSUNGEN in (cm)

| Q.Nr. | Mat.Nr | b | d | Faktor |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 100.0 | 50.0 | 1.00 |
| 2 | 1 | 100.0 | 50.0 | 1.00 |

Querschnitte 1 2 : Schubbemessung wie Platte

BEWEHRUNGSLAGE: d1 = 7.0 cm d2 = 7.0 cm

PROJEKT: wahrenbrück POS: Stahlbetontrog
Bezeichnung: Einlaufbauwerk

| SYSTEM Stab Nr. | Projektionen Lx (m) | Lz (m) | Querschnitt Q1 | Q2 | K n o t e n Ende 1 | Ende 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.000 | 2.200 | 1 | 1 | 1.0 | 2.0 |
| 3 | 3.000 | 0.000 | 2 | 2 | 1.0 | 3.0 |
| 5 | 0.000 | 2.200 | 1 | 1 | 3.0 | 4.0 |

AUFLAGER : -1 = starr , 0 = frei , > 0 = elastisch (kN/cm , kNcm)

| Knoten | horizontal | vertikal | drehend |
|---|---|---|---|
| 1 | -1 | -1 | 0 |
| 3 | 0 | -1 | 0 |

Volumen der Konstruktion V = 3.700 m3
Gewicht der Konstruktion G = 9250 kg

PROJEKT: wahrenbrück POS: Stahlbetontrog
Bezeichnung: Einlaufbauwerk

BELASTUNG Nr. 1 Lastfall: Eigengewicht

Einwirkung Nr. 99 Ständige Lasten $\gamma$ = 1.35
Auflagerkräfte, Schnittgrößen und Verschiebungen für 1-fache Lasten

Eigenlastfaktor in z-Richtung Fak_g_z = 1.00

Summe aller äußeren Lasten(kN)

| Gesamt | Fx | Fz |
|---|---|---|
| | 0.000 | 92.500 |

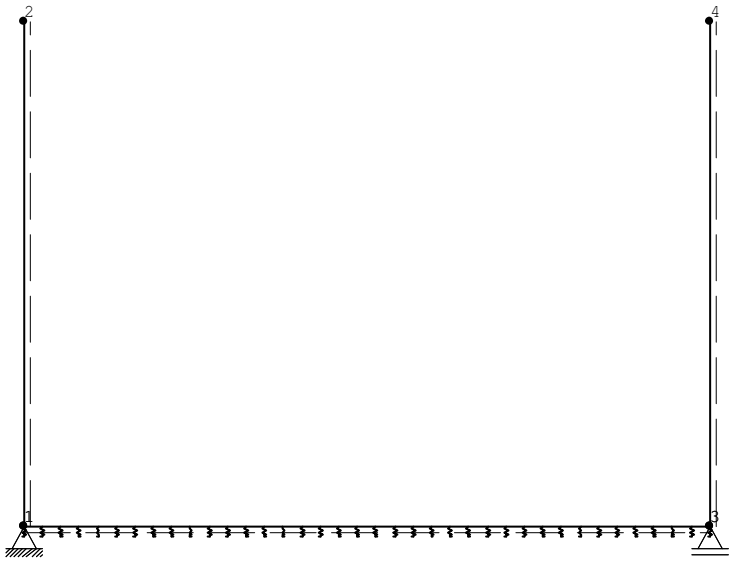
AUFLAGERKRÄFTE Th. 1.Ord. Lastfall 1 : Eigengewicht

| Knoten Nr. | Kraft H (kN) | Kraft V (kN) | Moment M (kNm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.000 | 45.880 | |
| 3 | | 45.880 | |
| Summe : | 0.000 | 91.759 | |

SCHNITTGRÖSSEN Th. 1.Ord. Lastfall 1 : Eigengewicht

| Stab Nr. | Q Nr. | Knoten Nr. | Q (kN) | N (kN) | M (kNm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 0.00 | -27.50 | 0.00 |
| | .50 | | 0.00 | -13.75 | 0.00 |
| | 1 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 2 | 1 | 18.38 | 0.00 | 0.00 |
| | .50 | | 0.06 | 0.00 | 13.75 |
| | 2 | 3 | -18.20 | 0.00 | 0.33 |
| 5 | 1 | 3 | 0.00 | -27.50 | 0.00 |
| | .50 | | 0.00 | -13.75 | 0.00 |
| | 1 | 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Belastung Lastfall Nr. 1 M 1 : 25




mit Eigengewicht

PROJEKT: wahrenbrück POS: Stahlbetontrog
Bezeichnung: Einlaufbauwerk

BELASTUNG Nr. 2 Lastfall: Erddruck-min

Einwirkung Nr. 99 Ständige Lasten $\gamma$ = 1.35
Auflagerkräfte, Schnittgrößen und Verschiebungen für 1-fache Lasten

STABLASTEN
Art: 1=Einzellast (kN) 3=Voll-Trapezlast (kN/m)
2=Einzelmomen(kNm) 4=Teil-Trapezlast (kN/m)
Richtung: 1=horizontal 2=vertikal bezogen auf Projektionen H, L
3=längs 4=quer bezogen auf Stablänge

| Stab | Art | Richtung | p1 | p2 | Abstand a | Länge b |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4 | 1 | 13.900 | 0.000 | 0.000 | 2.200 |
| 5 | 4 | 1 | -13.900 | 0.000 | 0.000 | 2.200 |

Summe aller äußeren Lasten(kN)

| Gesamt | Fx | Fz |
|---|---|---|
| | 0.000 | 0.000 |

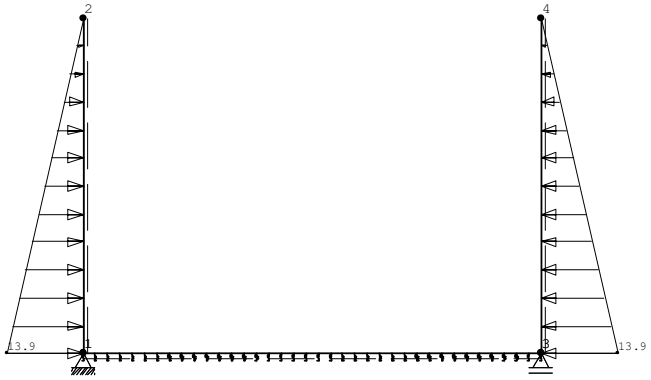
AUFLAGERKRÄFTE Th. 1.Ord. Lastfall 2 : Erddruck-min

| Knoten Nr. | Kraft H (kN) | Kraft V (kN) | Moment M (kNm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.000 | -0.443 | |
| 3 | | -0.443 | |
| Summe : | 0.000 | -0.886 | |

SCHNITTGRÖSSEN Th. 1.Ord. Lastfall 2 : Erddruck-min

| Stab Nr. | Q Nr. | Knoten Nr. | Q (kN) | N (kN) | M (kNm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 15.29 | 0.00 | -11.21 |
| | .50 | | 3.82 | 0.00 | -1.40 |
| | 1 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 2 | 1 | -0.44 | -15.29 | 11.21 |
| | .50 | | 0.00 | -15.29 | 10.80 |
| | 2 | 3 | 0.44 | -15.29 | 11.20 |
| 5 | 1 | 3 | -15.29 | 0.00 | 11.21 |
| | .50 | | -3.82 | 0.00 | 1.40 |
| | 1 | 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Belastung Lastfall Nr. 2 M 1 : 33



PROJEKT: wahrenbrück POS: Stahlbetontrog
Bezeichnung: Einlaufbauwerk

BELASTUNG Nr. 3 Lastfall: Erdruck-max

Einwirkung Nr. 99 Ständige Lasten $\gamma$ = 1.35
Auflagerkräfte, Schnittgrößen und Verschiebungen für 1-fache Lasten

STABLASTEN
Art: 1=Einzellast (kN) 3=Voll-Trapezlast (kN/m)
2=Einzelmomen(kNm) 4=Teil-Trapezlast (kN/m)
Richtung: 1=horizontal 2=vertikal bezogen auf Projektionen H, L
3=längs 4=quer bezogen auf Stablänge

| Stab | Art | Richtung | p1 | p2 | Abstand a | Länge b |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | 1 | 21.700 | 0.000 | | |
| 5 | 3 | 1 | -21.700 | 0.000 | | |

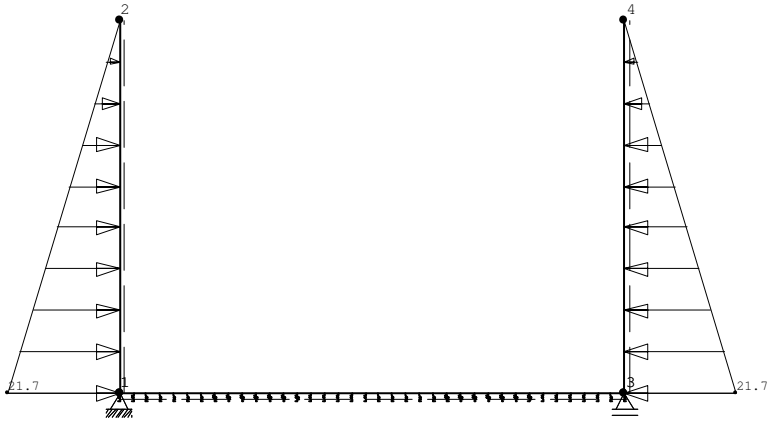
AUFLAGERKRÄFTE Th. 1.Ord. Lastfall 3 : Erdruck-max

| Knoten Nr. | Kraft H (kN) | Kraft V (kN) | Moment M (kNm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.000 | -0.692 | |
| 3 | | -0.692 | |
| Summe : | 0.000 | -1.383 | |

SCHNITTGRÖSSEN Th. 1.Ord. Lastfall 3 : Erdruck-max

| Stab Nr. | Q Nr. | Knoten Nr. | Q (kN) | N (kN) | M (kNm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 23.87 | 0.00 | -17.50 |
| | .50 | | 5.97 | 0.00 | -2.19 |
| | 1 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 2 | 1 | -0.69 | -23.87 | 17.50 |
| | .50 | | 0.00 | -23.87 | 16.85 |
| | 2 | 3 | 0.68 | -23.87 | 17.49 |
| 5 | 1 | 3 | -23.87 | 0.00 | 17.50 |
| | .50 | | -5.97 | 0.00 | 2.19 |
| | 1 | 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Belastung Lastfall Nr. 3 M 1 : 33



PROJEKT: wahrenbrück POS: Stahlbetontrog
Bezeichnung: Einlaufbauwerk

BELASTUNG Nr. 4 Lastfall: Wasser-innen

Einwirkung Nr. 99 Ständige Lasten $\gamma$ = 1.35
Auflagerkräfte, Schnittgrößen und Verschiebungen für 1-fache Lasten

STABLASTEN
Art: 1=Einzellast (kN) 3=Voll-Trapezlast (kN/m)
2=Einzelmomen(kNm) 4=Teil-Trapezlast (kN/m)
Richtung: 1=horizontal 2=vertikal bezogen auf Projektionen H, L
3=längs 4=quer bezogen auf Stablänge

| Stab | Art | Richtung | p1 | p2 | Abstand a | Länge b |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | 1 | -22.000 | 0.000 | | |
| 3 | 3 | 2 | 22.000 | 22.000 | | |
| 5 | 3 | 1 | 22.000 | 0.000 | | |

Summe aller äußeren Lasten(kN)

| Gesamt | Fx | Fz |
|---|---|---|
| | 0.000 | 66.000 |

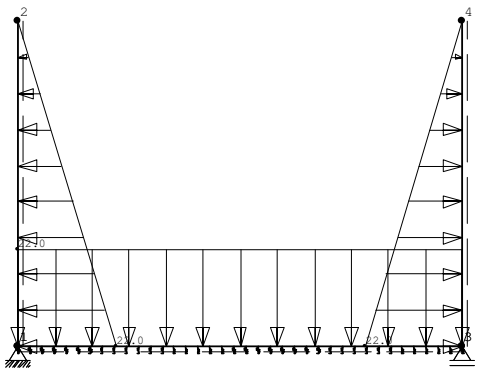
AUFLAGERKRÄFTE Th. 1.Ord. Lastfall 4 : Wasser-innen

| Knoten Nr. | Kraft H (kN) | Kraft V (kN) | Moment M (kNm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.000 | 33.049 | |
| 3 | | 33.049 | |
| Summe : | 0.000 | 66.099 | |

SCHNITTGRÖSSEN Th. 1.Ord. Lastfall 4 : Wasser-innen

| Stab Nr. | Q Nr. | Knoten Nr. | Q (kN) | N (kN) | M (kNm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | -24.20 | 0.00 | 17.75 |
| | .50 | | -6.05 | 0.00 | 2.22 |
| | 1 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 2 | 1 | 33.05 | 24.20 | -17.75 |
| | .50 | | 0.11 | 24.20 | 7.12 |
| | 2 | 3 | -32.72 | 24.20 | -17.15 |
| 5 | 1 | 3 | 24.20 | 0.00 | -17.75 |
| | .50 | | 6.05 | 0.00 | -2.22 |
| | 1 | 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Belastung Lastfall Nr. 4 M 1 : 33



PROJEKT: wahrenbrück POS: Stahlbetontrog
Bezeichnung: Einlaufbauwerk

BELASTUNG Nr. 5 Lastfall: Wasser-außen

Einwirkung Nr. 99 Ständige Lasten $\gamma$ = 1.35
Auflagerkräfte, Schnittgrößen und Verschiebungen für 1-fache Lasten

STABLASTEN
Art: 1=Einzellast (kN) 3=Voll-Trapezlast (kN/m)
2=Einzelmomen(kNm) 4=Teil-Trapezlast (kN/m)
Richtung: 1=horizontal 2=vertikal bezogen auf Projektionen H, L
3=längs 4=quer bezogen auf Stablänge

| Stab | Art | Richtung | p1 | p2 | Abstand a | Länge b |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | 1 | 22.000 | 0.000 | | |
| 3 | 3 | 2 | -22.000 | -22.000 | | |
| 5 | 3 | 1 | -22.000 | 0.000 | | |

Summe aller äußeren Lasten(kN)

| Gesamt | Fx | Fz |
|---|---|---|
| | 0.000 | -66.000 |

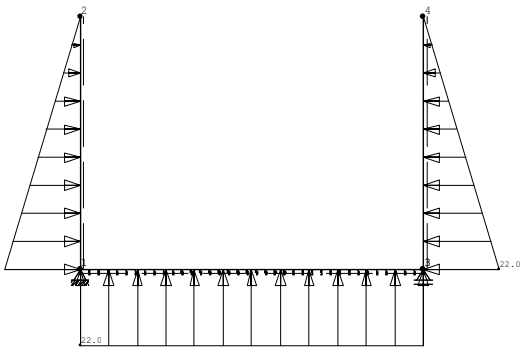
AUFLAGERKRÄFTE Th. 1.Ord. Lastfall 5 : Wasser-außen

| Knoten Nr. | Kraft H (kN) | Kraft V (kN) | Moment M (kNm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.000 | -33.049 | |
| 3 | | -33.049 | |
| Summe : | 0.000 | -66.099 | |

SCHNITTGRÖSSEN Th. 1.Ord. Lastfall 5 : Wasser-außen

| Stab Nr. | Q Nr. | Knoten Nr. | Q (kN) | N (kN) | M (kNm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 24.20 | 0.00 | -17.75 |
| | .50 | | 6.05 | 0.00 | -2.22 |
| | 1 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 2 | 1 | -33.05 | -24.20 | 17.75 |
| | .50 | | -0.11 | -24.20 | -7.12 |
| | 2 | 3 | 32.72 | -24.20 | 17.15 |
| 5 | 1 | 3 | -24.20 | 0.00 | 17.75 |
| | .50 | | -6.05 | 0.00 | 2.22 |
| | 1 | 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Belastung Lastfall Nr. 5 M 1 : 33



PROJEKT: wahrenbrück POS: Stahlbetontrog
Bezeichnung: Einlaufbauwerk

BELASTUNG Nr. 6 Lastfall: Verkehr neben Bauwe

Einwirkung Nr. 14 sonstige veränderliche Lasten $\gamma$ = 1.50
Auflagerkräfte, Schnittgrößen und Verschiebungen für 1-fache Lasten

STABLASTEN
Art: 1=Einzellast (kN) 3=Voll-Trapezlast (kN/m)
2=Einzelmomen(kNm) 4=Teil-Trapezlast (kN/m)
Richtung: 1=horizontal 2=vertikal bezogen auf Projektionen H, L
3=längs 4=quer bezogen auf Stablänge

| Stab | Art | Richtung | p1 | p2 | Abstand a | Länge b |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | 1 | 5.800 | 5.800 | | |
| 5 | 3 | 1 | -5.800 | -5.800 | | |

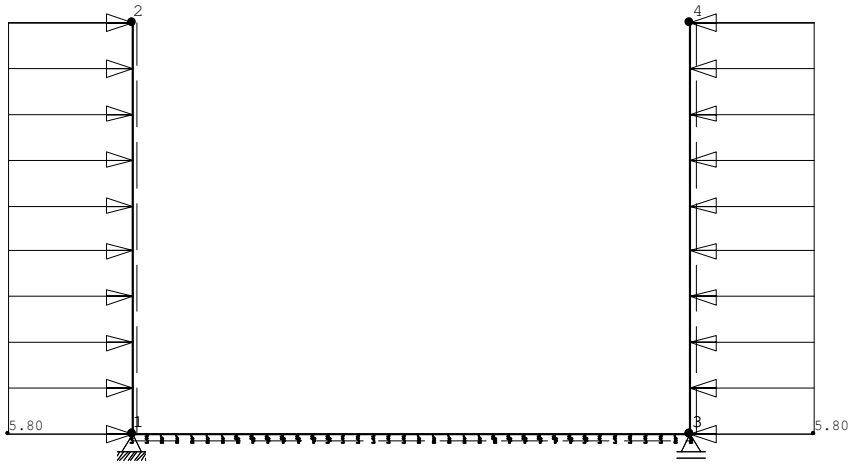
AUFLAGERKRÄFTE Th. 1.Ord. Lastfall 6 : Verkehr neben Bauwe

| Knoten Nr. | Kraft H (kN) | Kraft V (kN) | Moment M (kNm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.000 | -0.554 | |
| 3 | | -0.554 | |
| Summe : | 0.000 | -1.109 | |

SCHNITTGRÖSSEN Th. 1.Ord. Lastfall 6 : Verkehr neben Bauwe

| Stab Nr. | Q Nr. | Knoten Nr. | Q (kN) | N (kN) | M (kNm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 12.76 | 0.00 | -14.04 |
| | .50 | | 6.38 | 0.00 | -3.51 |
| | 1 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 2 | 1 | -0.55 | -12.76 | 14.04 |
| | .50 | | 0.00 | -12.76 | 13.51 |
| | 2 | 3 | 0.55 | -12.76 | 14.02 |
| 5 | 1 | 3 | -12.76 | 0.00 | 14.04 |
| | .50 | | -6.38 | 0.00 | 3.51 |
| | 1 | 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Belastung Lastfall Nr. 6 M 1 : 33



PROJEKT: wahrenbrück POS: Stahlbetontrog
Bezeichnung: Einlaufbauwerk

BELASTUNG Nr. 7 Lastfall: Eisdruck

Einwirkung Nr. 15 außergewöhnliche Lasten $\gamma$ = 1.00
Außergewöhnliche Belastung:
Beton:$\gamma$C = 1,30 $\gamma$S = 1,00 (DIN 1045-1 5.3.3)
Auflagerkräfte, Schnittgrößen und Verschiebungen für 1-fache Lasten

STABLASTEN
Art: 1=Einzellast (kN) 3=Voll-Trapezlast (kN/m)
2=Einzelmomen(kNm) 4=Teil-Trapezlast (kN/m)
Richtung: 1=horizontal 2=vertikal bezogen auf Projektionen H, L
3=längs 4=quer bezogen auf Stablänge

| Stab | Art | Richtung | p1 | p2 | Abstand a | Länge b |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4 | 1 | -150.000 | -150.000 | 1.800 | 0.400 |
| 5 | 4 | 1 | 150.000 | 150.000 | 1.800 | 0.400 |

Summe aller äußeren Lasten(kN)

| Gesamt | Fx | Fz |
|---|---|---|
| | 0.000 | 0.000 |

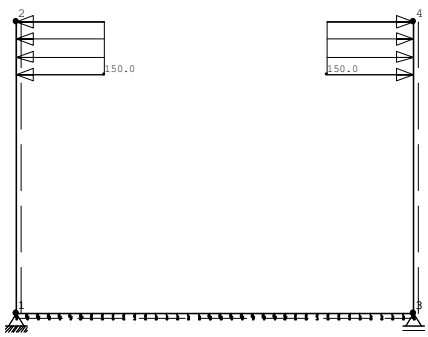
AUFLAGERKRÄFTE Th. 1.Ord. Lastfall 7 : Eisdruck

| Knoten Nr. | Kraft H (kN) | Kraft V (kN) | Moment M (kNm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.000 | 4.741 | |
| 3 | | 4.741 | |
| Summe : | 0.000 | 9.481 | |

SCHNITTGRÖSSEN Th. 1.Ord. Lastfall 7 : Eisdruck

| Stab Nr. | Q Nr. | Knoten Nr. | Q (kN) | N (kN) | M (kNm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | -60.00 | 0.00 | 120.00 |
| | .50 | | -60.00 | 0.00 | 54.00 |
| | 1 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 2 | 1 | 4.74 | 60.00 | -120.00 |
| | .50 | | 0.02 | 60.00 | -115.54 |
| | 2 | 3 | -4.68 | 60.00 | -119.89 |
| 5 | 1 | 3 | 60.00 | 0.00 | -120.00 |
| | .50 | | 60.00 | 0.00 | -54.00 |
| | 1 | 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Belastung Lastfall Nr. 7 M 1 : 33



PROJEKT: wahrenbrück POS: Stahlbetontrog
Bezeichnung: Einlaufbauwerk

LASTFALL-ÜBERLAGERUNG Nr. 1

ÜBERLAGERUNG Nr. 1 : max - innen

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Lastfall | Nr. 1 : | * | 1.35 | Eigengewicht |
| | Nr. 2 : | * | 1.00 | Erddruck-min |
| | Nr. 4 : | * | 1.35 | Wasser-innen |
| | Nr. 7 : | * | 1.50 | Eisdruck |

Maximale Verschiebung im Stab 5 bei x = 1.00 * L Max_f = 0.29 cm

AUFLAGERKRÄFTE : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 1 : max - innen

| Knoten Nr. | Kraft H (kN) | Kraft V (kN) | Moment M (kNm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.000 | 113.222 | |
| 3 | | 113.222 | |
| Summe : | 0.000 | 226.444 | |

Baustoff C25/30 BSt 500 S(B) DIN 1045-1:2008

SCHNITTGRÖSSEN+BEMESSUNG : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 1 : max - inn

| Stab Nr. | Q Nr. | Knoten Nr. | Ved (kN) | Ned (kN) | Med (kNm) | Asu (cm2) | Aso (cm2) | AsBu (cm2/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | -107.4 | -37.1 | 192.7 | 9.8 | 0.0 | |
| | 0.250 | | -99.8 | -27.8 | 135.9 | 6.8 | 0.0 | |
| | 0.500 | | -94.3 | -18.6 | 82.6 | 5.5 | 0.0 | |
| | 0.750 | | -91.1 | -9.3 | 31.7 | 5.5 | 0.0 | |
| | 1 | 2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 3 | 2 | 1 | 76.1 | 107.4 | -192.7 | 0.0 | 11.5 | |
| | 0.250 | | 39.3 | 107.4 | -149.3 | 0.0 | 9.2 | |
| | 0.500 | | 0.3 | 107.4 | -134.3 | 0.0 | 8.4 | |
| | 0.750 | | -38.7 | 107.4 | -148.7 | 0.0 | 9.1 | |
| | 2 | 3 | -75.3 | 107.4 | -191.3 | 0.0 | 11.4 | |
| 5 | 1 | 3 | 107.4 | -37.1 | -192.7 | 0.0 | 9.8 | |
| | 0.250 | | 99.8 | -27.8 | -135.9 | 0.0 | 6.8 | |
| | 0.500 | | 94.3 | -18.6 | -82.6 | 0.0 | 5.5 | |
| | 0.750 | | 91.1 | -9.3 | -31.7 | 0.0 | 5.5 | |
| | 1 | 4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |

SCHNITTGRÖSSEN+BEMESSUNG : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 1 : max - inn

| Stab Nr. | Q Nr. | Knoten Nr. | Ved (kN) | AsZ (cm2) | VRd,c (kN) | VRd,ct (kN) | VRd,max (kN) | Theta (Grad) | AsBu (cm2/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | -107.4 | 9.8 | 269.9 | 168.0 | 1233.6 | 18.4 | |
| | 0.250 | | -99.8 | 6.8 | 270.3 | 167.0 | 1233.6 | 18.4 | |
| | 0.500 | | -94.3 | 5.5 | 270.7 | 166.1 | 1233.6 | 18.4 | |
| | 0.750 | | -91.1 | 5.5 | 271.2 | 165.1 | 1233.6 | 18.4 | |
| | 1 | 2 | 0.0 | 0.0 | 271.6 | 164.2 | 1233.6 | 18.4 | |
| 3 | 2 | 1 | 76.1 | 11.5 | 276.5 | 153.1 | 1233.6 | 18.4 | |
| | 0.250 | | 39.3 | 9.2 | 276.5 | 153.1 | 1233.6 | 18.4 | |
| | 0.500 | | 0.3 | 8.4 | 276.5 | 153.1 | 1233.6 | 18.4 | |
| | 0.750 | | -38.7 | 9.1 | 276.5 | 153.1 | 1233.6 | 18.4 | |

SCHNITTGRÖSSEN+BEMESSUNG : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 1 : max - inn

| Stab Nr. | Q Nr. | Knoten Nr. | Ved (kN) | AsZ (cm2) | VRd,c (kN) | VRd,ct (kN) | VRd,max (kN) | Theta (Grad) | AsBu (cm2/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 3 | -75.3 | 11.4 | 276.5 | 153.1 | 1233.6 | 18.4 | |
| 5 | 1 | 3 | 107.4 | 9.8 | 269.9 | 168.0 | 1233.6 | 18.4 | |
| | 0.250 | | 99.8 | 6.8 | 270.3 | 167.0 | 1233.6 | 18.4 | |
| | 0.500 | | 94.3 | 5.5 | 270.7 | 166.1 | 1233.6 | 18.4 | |
| | 0.750 | | 91.1 | 5.5 | 271.2 | 165.1 | 1233.6 | 18.4 | |
| | 1 | 4 | 0.0 | 0.0 | 271.6 | 164.2 | 1233.6 | 18.4 | |

Querschnitte 1 2 : Schubbemessung wie Platte

VERSCHIEBUNGEN : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 1 : max - innen

| Knoten Nr. | Verschiebung u (cm) | Verschiebung v (cm) | Verdrehung r |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00083 |
| 2 | -0.28663 | 0.00031 | -0.00151 |
| 3 | 0.00241 | 0.00000 | 0.00083 |
| 4 | 0.28905 | 0.00031 | 0.00151 |

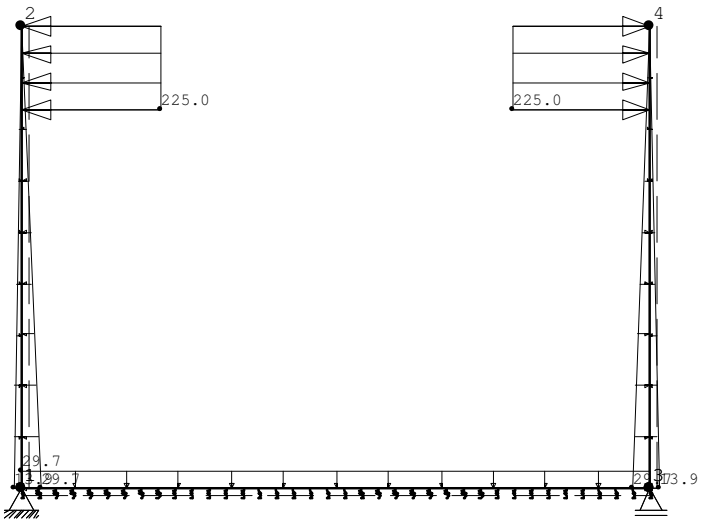
FELD VERSCHIEBUNGEN (cm) : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 1 : max - inn

| Stab Nr | Ende 1 0 | 1/8 | 2/8 | 3/8 | x/L = 4/8 | 5/8 | 6/8 | 7/8 | Ende 2 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.00 | -0.03 | -0.06 | -0.09 | -0.13 | -0.16 | -0.20 | -0.25 | -0.29 |
| 3 | 0.00 | -0.03 | -0.04 | -0.06 | -0.06 | -0.06 | -0.04 | -0.03 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 0.03 | 0.06 | 0.09 | 0.13 | 0.17 | 0.21 | 0.25 | 0.29 |

FELD PRESSUNGEN (kN/m2) : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 1 : max - inne

| Stab | Ende 1 0 | 2/8 | x/L = 4/8 | 6/8 | Ende 2 1 |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 0.0 | -4.5 | -5.8 | -4.5 | 0.0 |

Belastung Überlagerung Nr. 1 M 1 : 33




mit Eigengewicht

PROJEKT: wahrenbrück POS: Stahlbetontrog
Bezeichnung: Einlaufbauwerk

LASTFALL-ÜBERLAGERUNG Nr. 2

ÜBERLAGERUNG Nr. 2 : max - außen

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Lastfall | Nr. 1 : | * | 1.35 | Eigengewicht |
| | Nr. 3 : | * | 1.35 | Erdruck-max |
| | Nr. 5 : | * | 1.35 | Wasser-außen |
| | Nr. 6 : | * | 1.50 | Verkehr neben Bauwe |

AUFLAGERKRÄFTE : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 2 : max - außen

| Knoten Nr. | Kraft H (kN) | Kraft V (kN) | Moment M (kNm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.000 | 15.556 | |
| 3 | | 15.556 | |
| Summe : | 0.000 | 31.111 | |

Baustoff C25/30 BSt 500 S(B) DIN 1045-1:2008

SCHNITTGRÖSSEN+BEMESSUNG : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 2 : max - auß

| Stab Nr. | Q Nr. | Knoten Nr. | Ved (kN) | Ned (kN) | Med (kNm) | Asu (cm2) | Aso (cm2) | AsBu (cm2/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 84.0 | -37.1 | -68.6 | 0.0 | 5.5 | |
| | 0.250 | | 50.9 | -27.8 | -31.9 | 0.0 | 5.5 | |
| | 0.500 | | 25.8 | -18.6 | -11.2 | 0.0 | 5.5 | |
| | 0.750 | | 8.8 | -9.3 | -2.1 | 0.0 | 5.5 | |
| | 1 | 2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 3 | 2 | 1 | -21.6 | -84.0 | 68.6 | 5.5 | 0.0 | |
| | 0.250 | | -11.2 | -84.0 | 56.3 | 5.5 | 0.0 | |
| | 0.500 | | -0.1 | -84.0 | 52.0 | 5.5 | 0.0 | |
| | 0.750 | | 11.1 | -84.0 | 56.1 | 5.5 | 0.0 | |
| | 2 | 3 | 21.3 | -84.0 | 68.2 | 5.5 | 0.0 | |
| 5 | 1 | 3 | -84.0 | -37.1 | 68.6 | 5.5 | 0.0 | |
| | 0.250 | | -50.9 | -27.8 | 31.9 | 5.5 | 0.0 | |
| | 0.500 | | -25.8 | -18.6 | 11.2 | 5.5 | 0.0 | |
| | 0.750 | | -8.8 | -9.3 | 2.1 | 5.5 | 0.0 | |
| | 1 | 4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |

SCHNITTGRÖSSEN+BEMESSUNG : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 2 : max - auß

| Stab Nr. | Q Nr. | Knoten Nr. | Ved (kN) | AsZ (cm2) | VRd,c (kN) | VRd,ct (kN) | VRd,max (kN) | Theta (Grad) | AsBu (cm2/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 84.0 | 5.5 | 269.9 | 168.0 | 1233.6 | 18.4 | |
| | 0.250 | | 50.9 | 5.5 | 270.3 | 167.0 | 1233.6 | 18.4 | |
| | 0.500 | | 25.8 | 5.5 | 270.7 | 166.1 | 1233.6 | 18.4 | |
| | 0.750 | | 8.8 | 5.5 | 271.2 | 165.1 | 1233.6 | 18.4 | |
| | 1 | 2 | 0.0 | 0.0 | 271.6 | 164.2 | 1233.6 | 18.4 | |
| 3 | 2 | 1 | -21.6 | 5.5 | 267.7 | 172.8 | 1233.6 | 18.4 | |
| | 0.250 | | -11.2 | 5.5 | 267.7 | 172.8 | 1233.6 | 18.4 | |
| | 0.500 | | -0.1 | 5.5 | 267.7 | 172.8 | 1233.6 | 18.4 | |
| | 0.750 | | 11.1 | 5.5 | 267.7 | 172.8 | 1233.6 | 18.4 | |
| | 2 | 3 | 21.3 | 5.5 | 267.7 | 172.8 | 1233.6 | 18.4 | |

PROJEKT: wahrenbrück POS: Stahlbetontrog
Bezeichnung: Einlaufbauwerk

SCHNITTGRÖSSEN+BEMESSUNG : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 2 : max - auß

| Stab Nr. | Q Nr. | Knoten Nr. | Ved (kN) | AsZ (cm2) | VRd,c (kN) | VRd,ct (kN) | VRd,max (kN) | Theta (Grad) | AsBu (cm2/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 1 | 3 | -84.0 | 5.5 | 269.9 | 168.0 | 1233.6 | 18.4 | |
| | 0.250 | | -50.9 | 5.5 | 270.3 | 167.0 | 1233.6 | 18.4 | |
| | 0.500 | | -25.8 | 5.5 | 270.7 | 166.1 | 1233.6 | 18.4 | |
| | 0.750 | | -8.8 | 5.5 | 271.2 | 165.1 | 1233.6 | 18.4 | |
| | 1 | 4 | 0.0 | 0.0 | 271.6 | 164.2 | 1233.6 | 18.4 | |

Querschnitte 1 2 : Schubbemessung wie Platte

VERSCHIEBUNGEN : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 2 : max - außen

| Knoten Nr. | Verschiebung u (cm) | Verschiebung v (cm) | Verdrehung r |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00031 |
| 2 | 0.09413 | 0.00031 | 0.00046 |
| 3 | -0.00189 | 0.00000 | -0.00031 |
| 4 | -0.09602 | 0.00031 | -0.00046 |

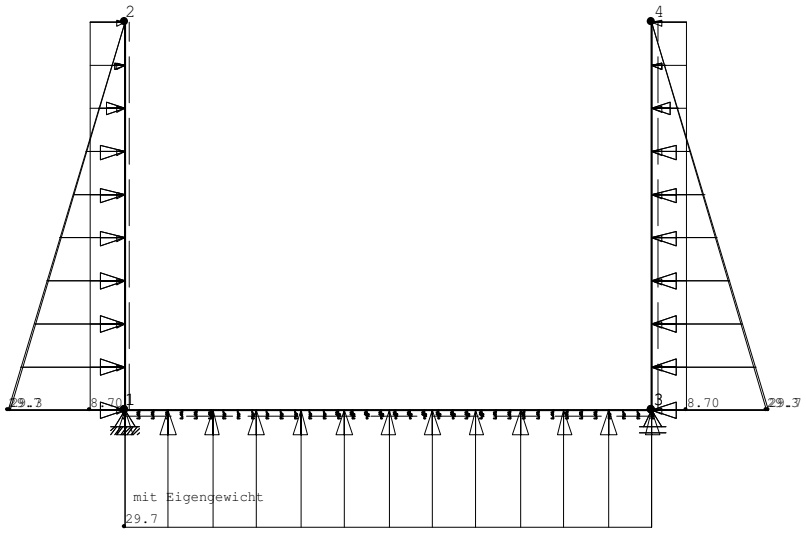
FELD VERSCHIEBUNGEN (cm) : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 2 : max - auß

| Stab Nr | Ende 1 0 | 1/8 | 2/8 | 3/8 | x/L = 4/8 | 5/8 | 6/8 | 7/8 | Ende 2 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.09 |
| 3 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | -0.01 | -0.02 | -0.03 | -0.05 | -0.06 | -0.07 | -0.08 | -0.10 |

FELD PRESSUNGEN (kN/m2) : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 2 : max - auße

| Stab | Ende 1 0 | 2/8 | x/L = 4/8 | 6/8 | Ende 2 1 |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 0.0 | 1.7 | 2.2 | 1.7 | 0.0 |

Belastung Überlagerung Nr. 2 M 1 : 33



**Gerammte Verdrängungspfähle** (nach EA Pfähle 2012)

Ausführung nach: DIN EN 12699 - 07/2015

Schwingungsüberwachung bei empfindlicher angrenzenden Bebauung (DIN 4150 - Erschütterungen im Bauwesen)

## 1. Bemessungsgrundlagen

Pfahl

| | | | |
|---|---|---|---|
| Durchmesser | $D_S$ | 0,318 | m |
| Stahlrohr | | 318 x 6,3 | mm |
| Länge (ohne Spitze) | L | 10,50 | m |
| OK Pfahl | | 87,40 | m NHN |
| OK Sohle | | 83,45 | m NHN |
| Pfahlfuss (o. Spitze) | | 76,90 | m NHN |
| Länge im Baugrund | $L_T$ | 6,55 | m |
| freistehender Teil | $L_F$ | 3,95 | m |

Baugrund

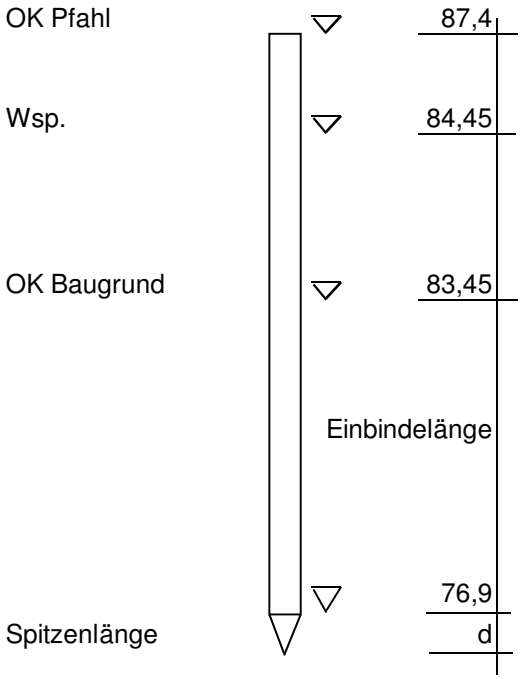
| Schichtenfolge | m NHN | Lagerung | Mantelreibung $q_{m,k}$ [MN/m²] |
|---|---|---|---|
| OK Sohle | 83,45 | | |
| UK Schicht 1:SW | 81,00 | locker | - |
| UK Schicht 2: SW / GW | 77,50 | mitteldicht | 0,04 |
| UK Schicht 3: GW | < 77,50 | dicht | 0,07 |

Einwirkung

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vertikallast (g) | Vk | 5,10 | kN |

nur Eigengewicht, da Last auf Schwimmsteg durch Auftriebskörper aufgenommen wird.

## 2. Nachweis axiale Tragfähigkeit




**Pfahlmantelreibung**

| | |
|---|---|
| d(cm)= | 31,8 |
| t1 (m) = | 2,45 |
| t2 (m) = | 3,50 |
| t3 (m) = | 0,60 |
| $q_{m,k1}$ (MN/m²) = | - |
| $q_{m,k2}$ (MN/m²) = | 0,04 |
| $q_{m,k3}$ (MN/m²) = | 0,070 |
| $A_{m,1}$ (m²)= | - |
| $A_{m,2}$ (m²)= | 3,49 |
| $A_{m,3}$ (m²)= | 0,05 |
| $R_{k1}+R_{k2}$ (MN) | 0,143 |

**Nachweis** **Ed ≤ Rd**

**Grenzzustand 1B mit $\gamma_Q$ = 1,5 und $\gamma_P$ = 1,4**

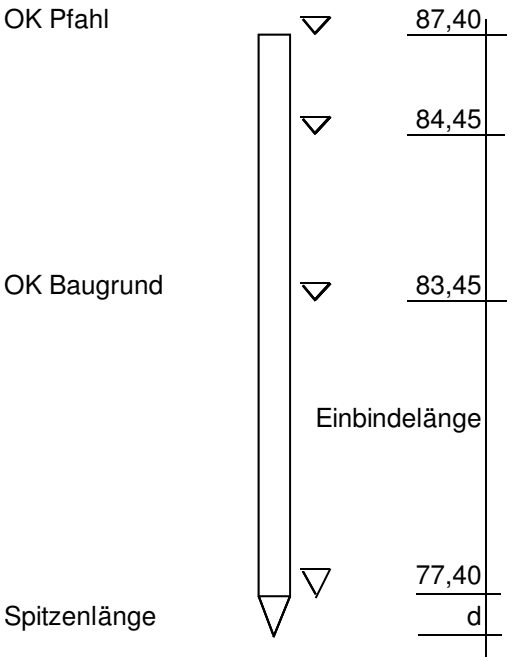
**5,1 kN *1,5 ≤ 143 kN/1,4**

**7,65 kN ≤ 102,16 kN** **Nachweis ist erfüllt !**

## 3. Tragfähigkeit quer zur Pfahlachse

maßgebende Wasserstände:

| | | | |
|---|---|---|---|
| | MW | 84,45 | müNN |
| bei Hochwasser (HW 100): | HW | 86,90 | müNN |




Einwirkungen in Fließrichtung

| | | | |
|---|---|---|---|
| aus Wasserströmung | | 1,05 | kN |
| Anlegestoß | | 26,00 | kN |
| | | | |
| | | | |

Fließgeschwindigkeit, max. (HW) : 1,0 m/s

| Erdwiderstand als elastische Bettung | | | |
|---|---|---|---|
| | Es | ksh | cih |
| Federsteifigkeit | [MN/m²] | [MN/m³] | [kN/cm] |
| | | | |
| c1 (83,45) | 5 | 5 | 0,00 |
| c2 (82,45) | 5 | 5 | 15,00 |
| c3 (81,45) | 5 | 5 | 30,00 |
| c4 (80,45) | 15 | 15 | 75,00 |
| c5 (79,45) | 15 | 15 | 120,00 |
| c6 (78,45) | 15 | 15 | 165,00 |
| c7 (77,40) | 40 | 40 | 285,00 |
| | | | |

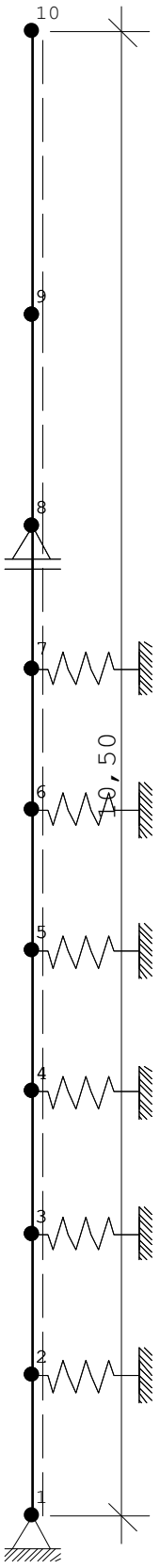
**Nachweise** (siehe Programmausdruck)

Es wurde für verschiedene Profile die zulässige Stoßkraft ermittelt. Aus dem Anteil der Verschiebung aus Stoßkraft wurde das Arbeitsvermögen der Dalbe ermittelt: A = F*u/2
Anhand der zulässigen Geschwindigkeit $v_{zul} = (2*A/m)^{\wedge(1/2)}$ wurde ein Profil ausgewählt.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **1. Pfahlprofil 318x6,3** | **Ausnutzungsgrad:** | **0,92** | |
| **2. zulässige Stoßkraft** | | **26** | **kN** |
| **3. zulässige Verschiebung** | | **10** | **cm** |
| **4. vorhandenes Arbeitsvermögen** | | **1,3** | **kNm** |
| **5. zulässige Geschwindigkeit** | | **1** | **m/s** |

PROJEKT: wahrenbrück POS: Dalben
Bezeichnung: Schwimmsteg

System M 1 : 50




BAUSTOFF : S235 E-Modul E = 21000 kN/cm2 γM = 1.10
spez. Gewicht : 7.85 kg/dm3

PROJEKT: wahrenbrück POS: Dalben
Bezeichnung: Schwimmsteg

QUERSCHNITTSWERTE

| Quersch. Nr. | Mat | Profil Name | I (cm4) | A (cm2) | Aq (cm2) | h (cm) | Wo (cm3) | Wu (cm3) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | RO318X6.3 | 7500 | 61.7 | 32.8 | 31.8 | 471.0 | 471.0 |

| SYSTEM Stab Nr. | Projektionen Lx (m) | Lz (m) | Querschnitt Q1 | Q2 | K n o t e n Ende 1 | Ende 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.000 | 1.000 | 1 | 1 | 1.0 | 2.0 |
| 2 | 0.000 | 1.000 | 1 | 1 | 2.0 | 3.0 |
| 3 | 0.000 | 1.000 | 1 | 1 | 3.0 | 4.0 |
| 4 | 0.000 | 1.000 | 1 | 1 | 4.0 | 5.0 |
| 5 | 0.000 | 1.000 | 1 | 1 | 5.0 | 6.0 |
| 6 | 0.000 | 1.000 | 1 | 1 | 6.0 | 7.0 |
| 7 | 0.000 | 1.000 | 1 | 1 | 7.0 | 8.0 |
| 8 | 0.000 | 1.500 | 1 | 1 | 8.0 | 9.0 |
| 9 | 0.000 | 2.000 | 1 | 1 | 9.0 | 10.0 |

AUFLAGER : -1 = starr , 0 = frei , > 0 = elastisch (kN/cm , kNcm)

| Knoten | horizontal | vertikal | drehend |
|---|---|---|---|
| 1 | -1 | -1 | 0 |
| 2 | 285.00 | 0 | 0 |
| 3 | 165.00 | 0 | 0 |
| 4 | 120.00 | 0 | 0 |
| 5 | 75.00 | 0 | 0 |
| 6 | 30.00 | 0 | 0 |
| 7 | 15.00 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | -1 | 0 |

Gewicht der Konstruktion G = 509 kg

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2017 (Frilo R-2017-1/P2)

PROJEKT: wahrenbrück POS: Dalben
Bezeichnung: Schwimmsteg

BELASTUNG Nr. 1 Lastfall: Schiffsstoß

Einwirkung Nr. 14 sonstige veränderliche Lasten $\gamma$ = 1.50
Auflagerkräfte, Schnittgrößen und Verschiebungen für 1-fache Lasten

KNOTENLASTEN

| Knoten Nr. | Kraft H (kN) | Kraft V (kN) | Moment M (kNm) |
|---|---|---|---|
| 9 | 26.000 | 0.000 | 0.000 |

Summe aller äußeren Lasten(kN)

| Gesamt | Fx | Fz |
|---|---|---|
| | 26.000 | 0.000 |

Maximale Verschiebung im Stab 9 bei x = 1.00 * L Max_f = 8.49 cm

AUFLAGERKRÄFTE Th. 1.Ord. Lastfall 1 : Schiffsstoß

| Knoten Nr. | Kraft H (kN) | Kraft V (kN) | Moment M (kNm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1.825 | 0.000 | |
| 2 | -9.781 | | |
| 3 | -11.529 | | |
| 4 | -6.516 | | |
| 5 | 9.811 | | |
| 6 | 18.998 | | |
| 7 | 23.192 | | |
| 8 | | 0.000 | |
| Summe : | 26.000 | 0.000 | |

SCHNITTGRÖSSEN Th. 1.Ord. Lastfall 1 : Schiffsstoß

| Stab Nr. | Q Nr. | Knoten Nr. | Q (kN) | N (kN) | M (kNm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1.82 | 0.00 | 0.00 |
| | | .25 | 1.82 | 0.00 | 0.46 |
| | | .50 | 1.82 | 0.00 | 0.91 |
| | | .75 | 1.82 | 0.00 | 1.37 |
| | 1 | 2 | 1.82 | 0.00 | 1.82 |
| 2 | 1 | 2 | -7.96 | 0.00 | 1.82 |
| | | .25 | -7.96 | 0.00 | -0.16 |
| | | .50 | -7.96 | 0.00 | -2.15 |
| | | .75 | -7.96 | 0.00 | -4.14 |
| | 1 | 3 | -7.96 | 0.00 | -6.13 |
| 3 | 1 | 3 | -19.49 | 0.00 | -6.13 |
| | | .25 | -19.49 | 0.00 | -11.00 |
| | | .50 | -19.49 | 0.00 | -15.87 |
| | | .75 | -19.49 | 0.00 | -20.74 |
| | 1 | 4 | -19.49 | 0.00 | -25.62 |

PROJEKT: wahrenbrück POS: Dalben
Bezeichnung: Schwimmsteg

SCHNITTGRÖSSEN Th. 1.Ord. Lastfall 1 : Schiffsstoß

| Stab Nr. | Q Nr. | Knoten Nr. | Q (kN) | N (kN) | M (kNm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 1 | 4 | -26.00 | 0.00 | -25.62 |
| | .25 | | -26.00 | 0.00 | -32.12 |
| | .50 | | -26.00 | 0.00 | -38.62 |
| | .75 | | -26.00 | 0.00 | -45.12 |
| | 1 | 5 | -26.00 | 0.00 | -51.62 |
| 5 | 1 | 5 | -16.19 | 0.00 | -51.62 |
| | .25 | | -16.19 | 0.00 | -55.66 |
| | .50 | | -16.19 | 0.00 | -59.71 |
| | .75 | | -16.19 | 0.00 | -63.76 |
| | 1 | 6 | -16.19 | 0.00 | -67.81 |
| 6 | 1 | 6 | 2.81 | 0.00 | -67.81 |
| | .25 | | 2.81 | 0.00 | -67.11 |
| | .50 | | 2.81 | 0.00 | -66.40 |
| | .75 | | 2.81 | 0.00 | -65.70 |
| | 1 | 7 | 2.81 | 0.00 | -65.00 |
| 7 | 1 | 7 | 26.00 | 0.00 | -65.00 |
| | .25 | | 26.00 | 0.00 | -58.50 |
| | .50 | | 26.00 | 0.00 | -52.00 |
| | .75 | | 26.00 | 0.00 | -45.50 |
| | 1 | 8 | 26.00 | 0.00 | -39.00 |
| 8 | 1 | 8 | 26.00 | 0.00 | -39.00 |
| | .25 | | 26.00 | 0.00 | -29.25 |
| | .50 | | 26.00 | 0.00 | -19.50 |
| | .75 | | 26.00 | 0.00 | -9.75 |
| | 1 | 9 | 26.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9 | 1 | 9 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | .25 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | .50 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | .75 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 1 | 10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Baustoff Nr. 1 S235 fyk = 235 N/mm2

Querschnitte

| Art | | Mat Nr. | fyd (N/mm2) | Npl (kN) | Mplyd (kNm) | Vplzd (kN) | Mplzd (kNm) | Vplyd (kN) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | RO318X6.3 | 1 | 235 | 1450 | 144 | 533 | 144 | 533 |

PROJEKT: wahrenbrück POS: Dalben
Bezeichnung: Schwimmsteg

Nachweis nach DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12 6.2.1 (6.1) $\gamma_{M0}$ = 1.00

| Stab Nr. | x (m) | QNr. (-) | N,ed (kN) | My,ed (kNm) | Vz,ed (kN) | QKL (-) | $\sigma_V$ ( N/mm2 ) | $\tau$ | $\eta$ (-) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.000 | 1 | 0.0 | 0.0 | 2.7 | 2 | 2 | 1 | 0.01 |
| | 0.250 | 1 | 0.0 | 0.7 | 2.7 | 2 | 2 | 1 | 0.01 |
| | 0.500 | 1 | 0.0 | 1.4 | 2.7 | 2 | 3 | 1 | 0.01 |
| | 0.750 | 1 | 0.0 | 2.1 | 2.7 | 2 | 4 | 1 | 0.02 |
| | 1.000 | 1 | 0.0 | 2.7 | 2.7 | 2 | 6 | 1 | 0.02 |
| 2 | 0.000 | 1 | 0.0 | 2.7 | -11.9 | 2 | 7 | 4 | 0.03 |
| | 0.250 | 1 | 0.0 | -0.2 | -11.9 | 2 | 7 | 4 | 0.03 |
| | 0.500 | 1 | 0.0 | -3.2 | -11.9 | 2 | 7 | 4 | 0.03 |
| | 0.750 | 1 | 0.0 | -6.2 | -11.9 | 2 | 13 | 4 | 0.06 |
| | 1.000 | 1 | 0.0 | -9.2 | -11.9 | 2 | 19 | 4 | 0.08 |
| 3 | 0.000 | 1 | 0.0 | -9.2 | -29.2 | 2 | 19 | 9 | 0.08 |
| | 0.250 | 1 | 0.0 | -16.5 | -29.2 | 2 | 35 | 9 | 0.15 |
| | 0.500 | 1 | 0.0 | -23.8 | -29.2 | 2 | 50 | 9 | 0.22 |
| | 0.750 | 1 | 0.0 | -31.1 | -29.2 | 2 | 66 | 9 | 0.28 |
| | 1.000 | 1 | 0.0 | -38.4 | -29.2 | 2 | 81 | 9 | 0.35 |
| 4 | 0.000 | 1 | 0.0 | -38.4 | -39.0 | 2 | 81 | 13 | 0.35 |
| | 0.250 | 1 | 0.0 | -48.2 | -39.0 | 2 | 102 | 13 | 0.44 |
| | 0.500 | 1 | 0.0 | -57.9 | -39.0 | 2 | 123 | 13 | 0.52 |
| | 0.750 | 1 | 0.0 | -67.7 | -39.0 | 2 | 143 | 13 | 0.61 |
| | 1.000 | 1 | 0.0 | -77.4 | -39.0 | 2 | 164 | 13 | 0.70 |
| 5 | 0.000 | 1 | 0.0 | -77.4 | -24.3 | 2 | 164 | 8 | 0.70 |
| | 0.250 | 1 | 0.0 | -83.5 | -24.3 | 2 | 177 | 8 | 0.75 |
| | 0.500 | 1 | 0.0 | -89.6 | -24.3 | 2 | 190 | 8 | 0.81 |
| | 0.750 | 1 | 0.0 | -95.6 | -24.3 | 2 | 203 | 8 | 0.86 |
| | 1.000 | 1 | 0.0 | -101.7 | -24.3 | 2 | 216 | 8 | 0.92 |
| 6 | 0.000 | 1 | 0.0 | -101.7 | 4.2 | 2 | 216 | 1 | 0.92 |
| | 0.250 | 1 | 0.0 | -100.7 | 4.2 | 2 | 213 | 1 | 0.91 |
| | 0.500 | 1 | 0.0 | -99.6 | 4.2 | 2 | 211 | 1 | 0.90 |
| | 0.750 | 1 | 0.0 | -98.6 | 4.2 | 2 | 209 | 1 | 0.89 |
| | 1.000 | 1 | 0.0 | -97.5 | 4.2 | 2 | 207 | 1 | 0.88 |
| 7 | 0.000 | 1 | 0.0 | -97.5 | 39.0 | 2 | 207 | 13 | 0.88 |
| | 0.250 | 1 | 0.0 | -87.8 | 39.0 | 2 | 186 | 13 | 0.79 |
| | 0.500 | 1 | 0.0 | -78.0 | 39.0 | 2 | 165 | 13 | 0.70 |
| | 0.750 | 1 | 0.0 | -68.2 | 39.0 | 2 | 145 | 13 | 0.62 |
| | 1.000 | 1 | 0.0 | -58.5 | 39.0 | 2 | 124 | 13 | 0.53 |
| 8 | 0.000 | 1 | 0.0 | -58.5 | 39.0 | 2 | 124 | 13 | 0.53 |
| | 0.375 | 1 | 0.0 | -43.9 | 39.0 | 2 | 93 | 13 | 0.40 |
| | 0.750 | 1 | 0.0 | -29.2 | 39.0 | 2 | 62 | 13 | 0.26 |
| | 1.125 | 1 | 0.0 | -14.6 | 39.0 | 2 | 31 | 13 | 0.13 |
| | 1.500 | 1 | 0.0 | 0.0 | 39.0 | 2 | 22 | 13 | 0.09 |
| 9 | 0.000 | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2 | 0 | 0 | 0.00 |
| | 0.500 | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2 | 0 | 0 | 0.00 |
| | 1.000 | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2 | 0 | 0 | 0.00 |
| | 1.500 | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2 | 0 | 0 | 0.00 |
| | 2.000 | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2 | 0 | 0 | 0.00 |

PROJEKT: wahrenbrück POS: Dalben
Bezeichnung: Schwimmsteg

VERSCHIEBUNGEN Th. 1.Ord. Lastfall 1 : Schiffsstoß

| Knoten Nr. | Verschiebung u (cm) | Verschiebung v (cm) | Verdrehung r |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.00000 | 0.00000 | -0.00032 |
| 2 | -0.03432 | 0.00000 | -0.00038 |
| 3 | -0.06987 | 0.00000 | -0.00025 |
| 4 | -0.05430 | 0.00000 | 0.00076 |
| 5 | 0.13081 | 0.00000 | 0.00321 |
| 6 | 0.63327 | 0.00000 | 0.00701 |
| 7 | 1.54615 | 0.00000 | 0.01122 |
| 8 | 2.84719 | 0.00000 | 0.01452 |
| 9 | 5.21144 | 0.00000 | 0.01638 |
| 10 | 8.48759 | 0.00000 | 0.01638 |

FELD VERSCHIEBUNGEN (cm) Th. 1.Ord. Lastfall 1 : Schiffsstoß

| Stab Nr | Ende 1 0 | 1/8 | 2/8 | 3/8 | x/L = 4/8 | 5/8 | 6/8 | 7/8 | Ende 2 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | -0.01 | -0.02 | -0.02 | -0.03 | -0.03 | -0.03 |
| 2 | -0.03 | -0.04 | -0.04 | -0.05 | -0.05 | -0.06 | -0.06 | -0.07 | -0.07 |
| 3 | -0.07 | -0.07 | -0.07 | -0.08 | -0.07 | -0.07 | -0.07 | -0.06 | -0.05 |
| 4 | -0.05 | -0.04 | -0.03 | -0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.06 | 0.09 | 0.13 |
| 5 | 0.13 | 0.17 | 0.22 | 0.28 | 0.33 | 0.40 | 0.47 | 0.55 | 0.63 |
| 6 | 0.63 | 0.72 | 0.82 | 0.93 | 1.04 | 1.15 | 1.28 | 1.41 | 1.55 |
| 7 | 1.55 | 1.69 | 1.84 | 1.99 | 2.16 | 2.32 | 2.49 | 2.67 | 2.85 |
| 8 | 2.85 | 3.12 | 3.41 | 3.70 | 3.99 | 4.29 | 4.60 | 4.90 | 5.21 |
| 9 | 5.21 | 5.62 | 6.03 | 6.44 | 6.85 | 7.26 | 7.67 | 8.08 | 8.49 |