

# Entwurfsstatik

## LPh 3

Nr. 1852

**Projekt: Hochwasserschutz Günz  
HRB Frechenrieden**

Baugrubenumschließung mittels Spundwandverbau

Bauherr: FREISTAAT BAYERN  
Wasserwirtschaftsamt Kempten  
Rottachstraße 15  
87439 Kempten

Planung: Ingenieurbüro Dr.-Ing. Koch GmbH  
87435 Kempten

Statik: Ingenieurbüro Dr. -Ing. Koch GmbH  
87435 Kempten

Kempten, den 26.11.2019



Ingenieurbüro  
Dr.-Ing. Koch  
Bauplanung GmbH  
Kempten /Allgäu

.....  
Dipl.-Ing. Nasser Vatankhah



87435 Kempten  
Beethovenstr. 13  
Tel (0831) 521720

# Inhaltsverzeichnis

Deckblatt	1
Inhaltsverzeichnis	2
Vorbemerkungen	3-9
<b>Bemessung der Spundwandprofile:</b>	
Abschnitt Oberwasser- Stirnseite	10-19
Abschnitt Mittelpfeiler- Seitenwand	20-27
Abschnitt Tosbecken- Seitenwand	28-35
Abschnitt Unterwasser- Stirnseite	36-43

# Vorbemerkungen

## Dimensionierung der Spundwandprofile für die Baugrubenumschließung, Durchlassbauwerk

Das Durchlassbauwerk wird als Massivbaukonstruktion im Schutz einer wasserdichten Baugrubenumschließung hergestellt. Der Baugrubenverbau wird für einen WSP- 655,60 müNN der westlichen Günz ausgelegt. Für die Baugrubenumschließung wurden die folgenden Varianten festgelegt. Im Oberwasserbereich wird der Verbau mittels Tot- Mannkonstruktion rückverhängt. Unterwasser- und Seitenwände wird ein temporär, freikragend volleingespannte Spundwand geplant. Die Bemessung der Spundwand erfolgt als Nachweis GEO-2 für die vorübergehende Bemessungssituation BS-T.

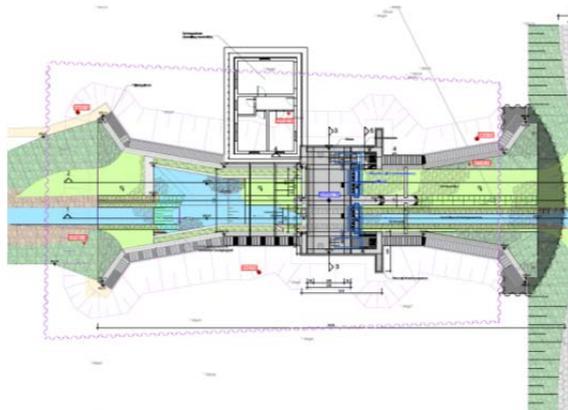
## Grundlagen

### 1. Unterlagen

#### 1.1. Entwurfs.- und Ausführungspläne

Ingenieurbüro Dr.-Ing. Koch  
Bauplanung GmbH  
Beethovenstr. 13  
87435 Kempten

#### 1.2. Geometrie



### 1.3. Normen und Literatur

- [1] Die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen - Wasserbau (ZTV-W) - für Wasserbauwerke aus Beton und Stahlbeton (Leistungsbereich 215) ZTV-W LB 215
- [2] DIN 19702 Massivbauwerke im Wasserbau – Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit
- [3] DIN EN 1992-1-1 Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
- [4] DIN EN 1992-1-1/NA Nationale Anhang zu DIN EN 1992-1-1
- [5] DIN EN 1990 , Grundlagen der Tragwerksplanung
- [6] DIN EN 1990 /NA Nationale Anhang zu DIN EN 1990
- [7] DIN EN 1991 Einwirkungen auf Tragwerke
- [8] DIN EN 1991- NA Nationale Anhang zu DIN EN 1991
- [9] DIN EN 1997-1 , Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik
- [10] DIN EN 1997-1 /NA Nationale Anhang zu DIN EN 1997-1
- [11] EAB 2012, Empfehlungen des Arbeitskreises“Baugruben“5. Auflage - Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V., 2012  
Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“: Häfen und Wasserstraßen, EAU 2004, 10. Auflage. [2] DIN EN 1993-5:2007: Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten: Pfähle und Spundwände.

### 1.4. Bodenparameter (gemäß Bodengutachten)

### 1.5. Bemessungssituation

Die Bemessungssituationen werden nach Din 1054 wie folgt definiert, Im folgenden Fall ist die vorliegende Bemessungssituation BS- T für die Bemessung der Spundwände angesetzt.

### 1.6. Software und Computerprogramme

#### Grundbau:

GGU- Programme  
GGU Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH  
Am Hafen 22  
38112 Braunschweig

#### Einwirkungen

- **Eigenlast**

Die Eigenlasten aus Boden und Wasser werden ermittelt.

- **Verkehrslasten gemäß EAB- EB 57**

10,0 kN/m<sup>2</sup> (veränderliche großflächige Gleichlast)

40,0 kN/m<sup>2</sup>/ B = 2,0 m (Ersatzstreifenlast für 30 t-Gerät)

- **Wasserdruck**

Der Wasserdruck wird gemäß den WSP- 655,60 m<sup>ü</sup>NN Wasserständen im jeweiligen Aushubzustand ermittelt.

- **Erddruck**

Der aktive Erddruck wird unter Berücksichtigung entsprechender Umlagerungsfiguren ermittelt.

## 2. Einwirkungen Endzustand

A: ständiger Lastfall

Lastfall 1: Eigengewicht,

Die Eigenlasten aus Boden und Wasser werden ermittelt.

Lastfall 2: akt. Erddruck

Der aktive Erddruck wird unter Berücksichtigung entsprechender Umlagerungsfiguren ermittelt.

B: Veränderlicher Lastfall

Lastfall 3: Verkehrslasten

**gemäß EAB- EB 57**, 10,0 kN/m<sup>2</sup> (veränderliche großflächige Gleichlast), 40,0 kN/m<sup>2</sup>/ B = 2,0 m (Ersatzstreifenlast für 30 t-Gerät)

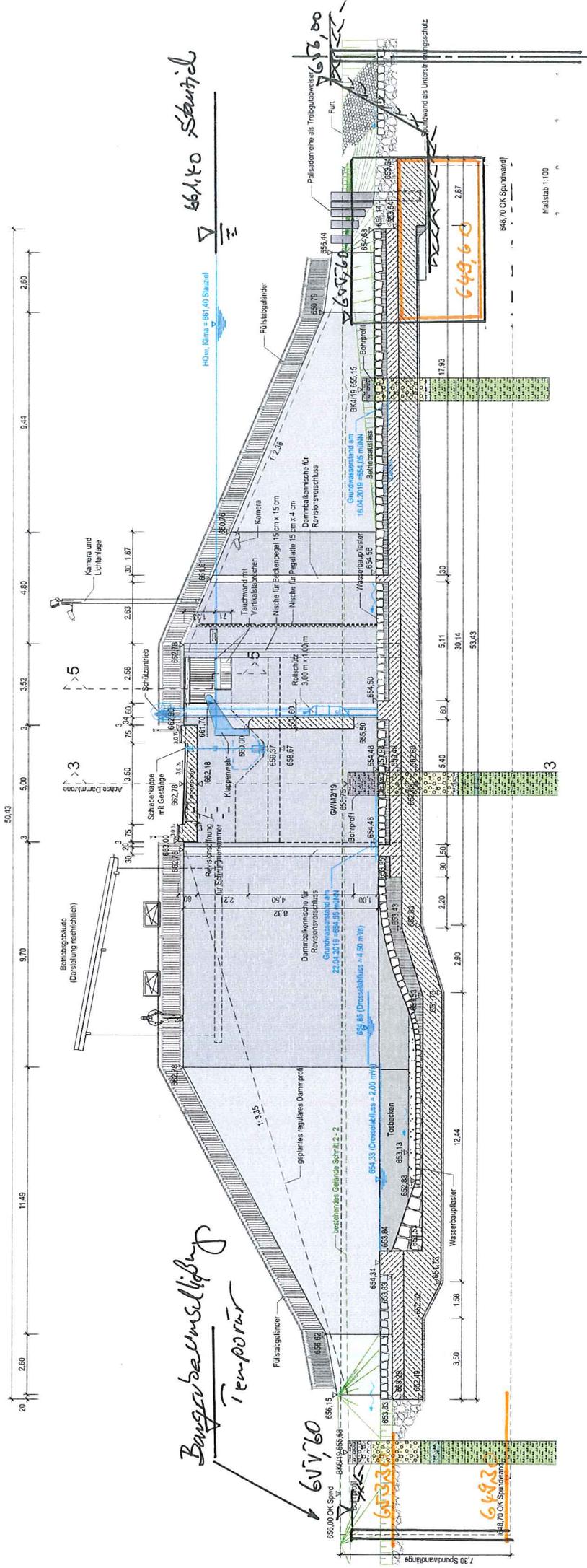
Lastfall 4: Hydro statische Wasserdruck

Der Wasserdruck wird gemäß den WSP- 655,60 müNN Wasserständen im jeweiligen Aushubzustand ermittelt.



# Schnitt 2 - 2 Betriebsauslass

M 1:100



*Baugrubensollubing  
Temperatur*

*661,0 Stauziel*

*649,60*

*649,60*

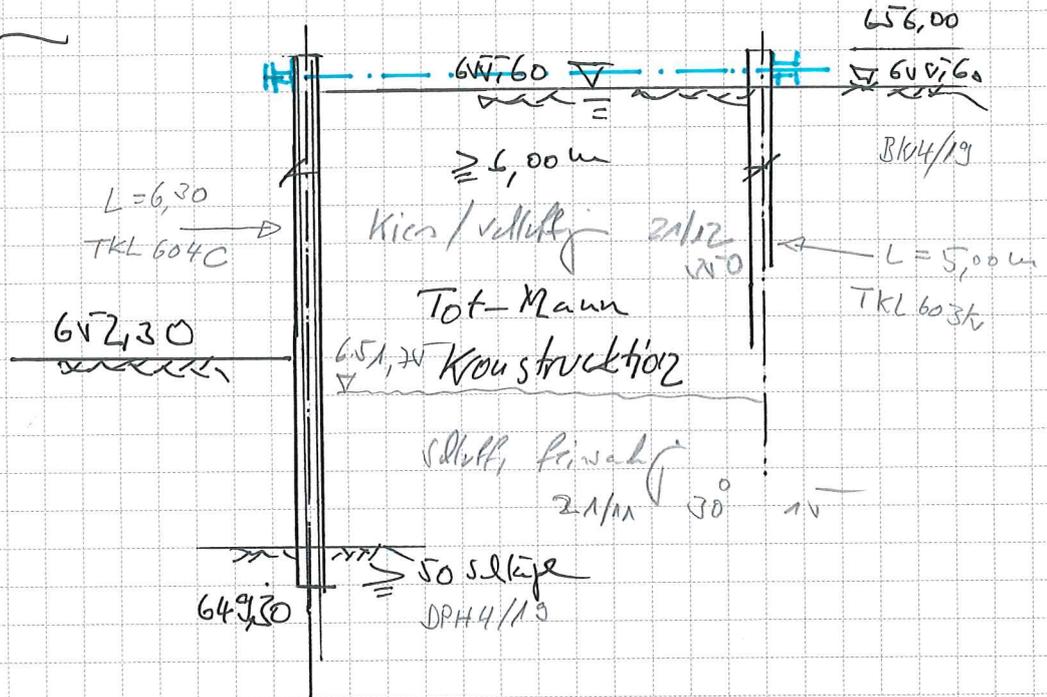
*649,60*

*OK - Spundwand  
649,60 + 0,40*

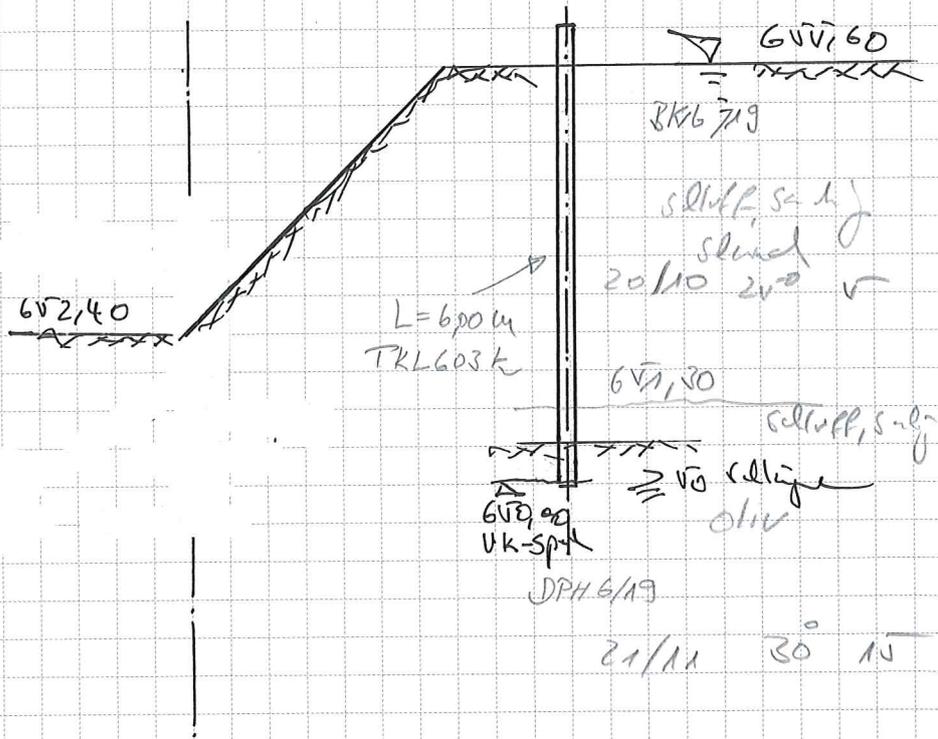
Maßstab 1:100



Stirnseitig, Oberwasser

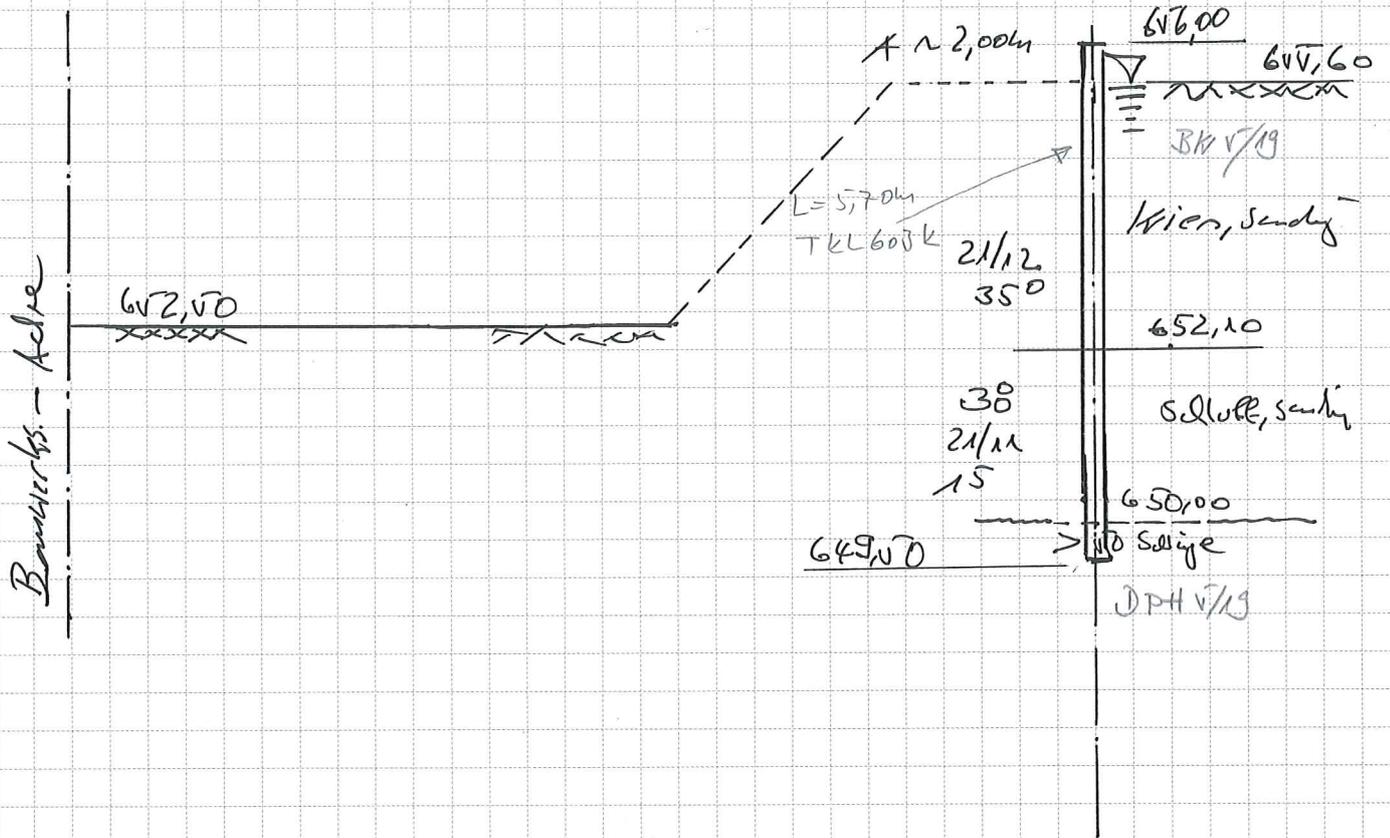


Stirnseitig, Unterwasser

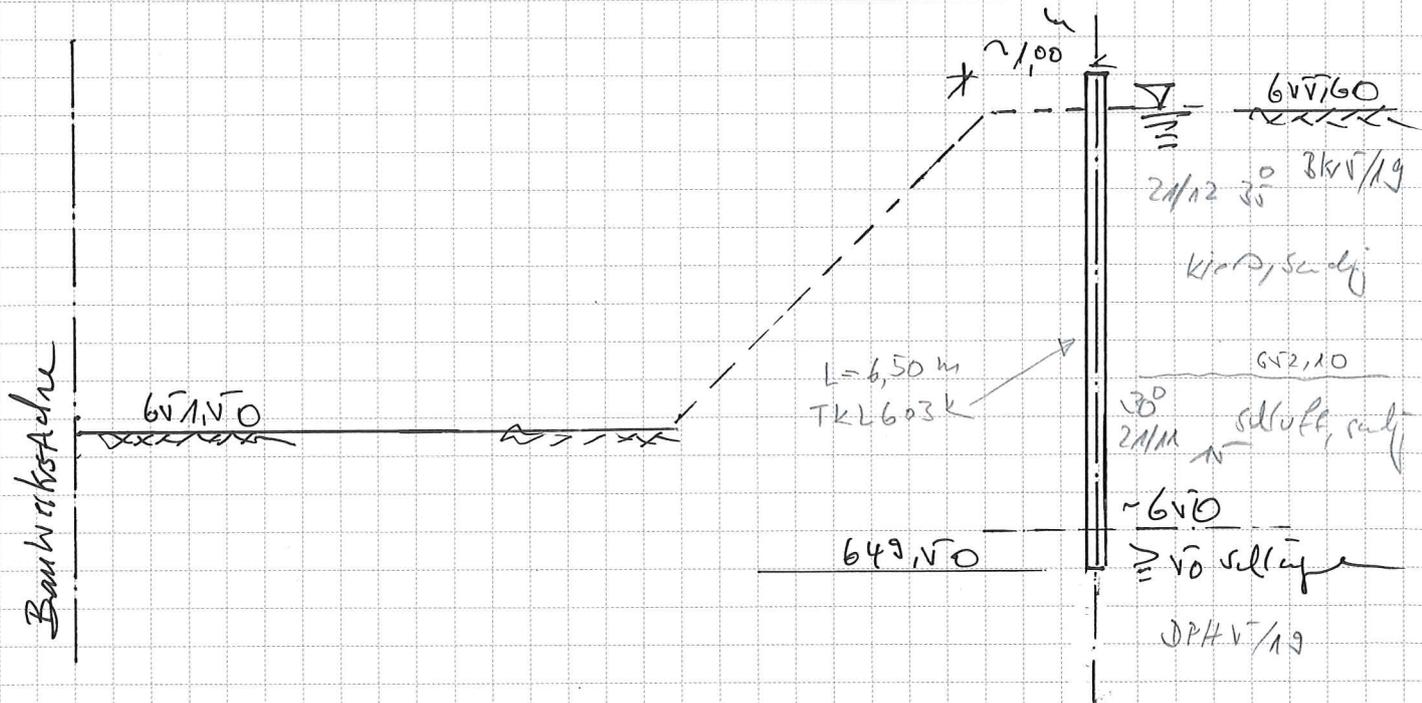




### Basis Mittelpläher



### Basis Tülböckkra





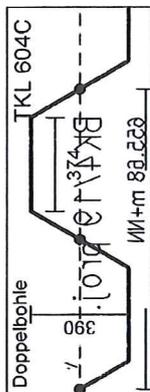
Ingenieurbüro Dr.-Ing. Koch + Bauplanung GmbH  
 Beethovenstrasse 13 · 87435 Kempten · Tel. 0831-52172-0

# HWS- westlicher Günz

## Hochwasserrückhaltebecken Frechenrieden

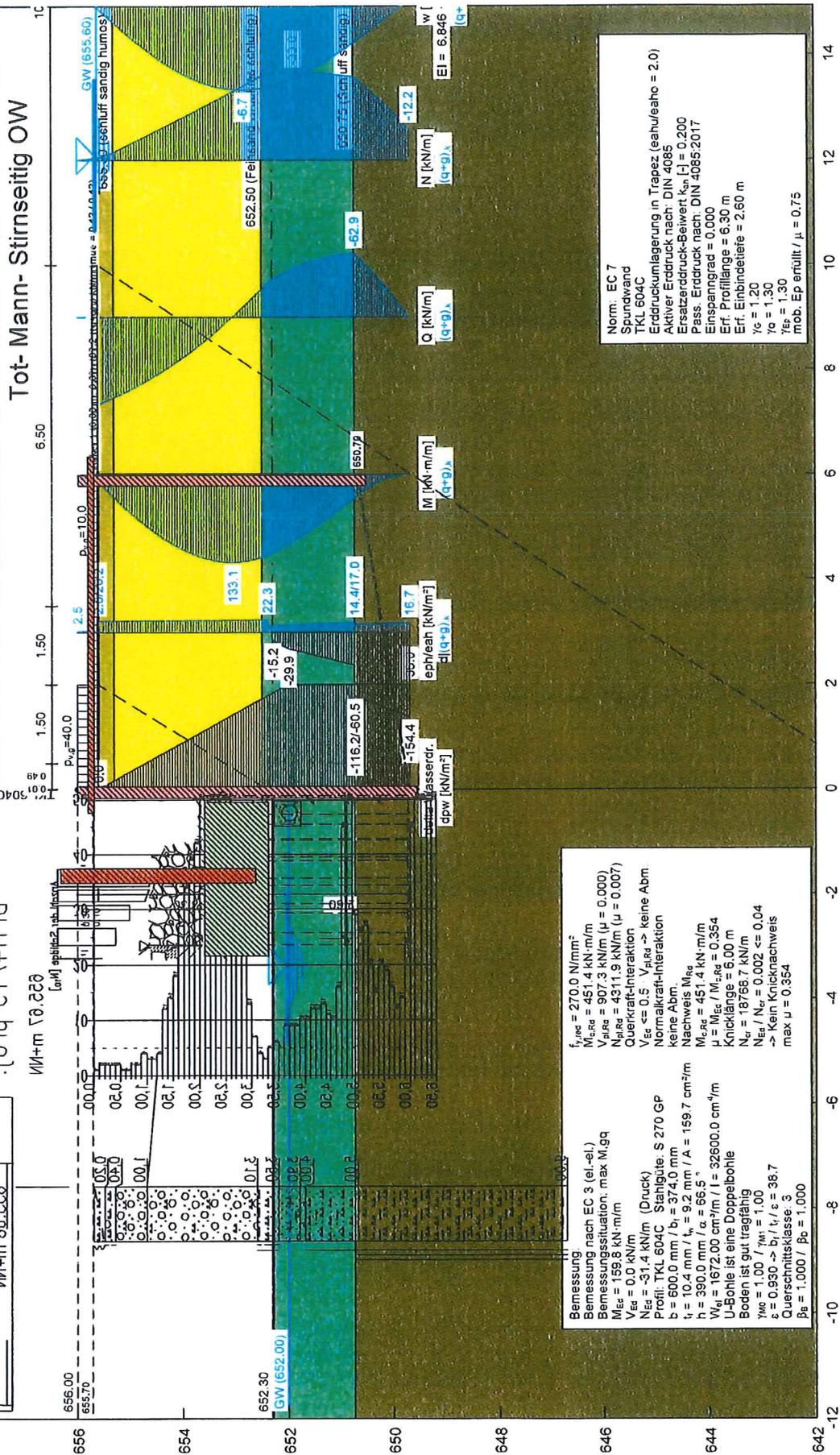
Statik-Nr. 1852

Vatan-11/2019



Tiefe [m]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{s,h}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi^h$ [°]	$c(p)$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c(a)$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta/p$ passiv	$\delta/\phi$ aktiv	$k$ [m/s] links	$k$ [m/s] rechts	Bezeichnung
655,30	19,0	9,0	22,5	0,0	0,0	-0,433	0,667	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	schluff sandig humos
652,50	21,0	12,0	35,0	0,0	0,0	-0,433	0,667	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	Feinsand grobkörnig schluffig
650,75	20,0	10,0	25,0	5,0	5,0	-0,433	0,667	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	Schluff sandig
650,75	21,0	11,0	30,0	15,0	15,0	-0,433	0,667	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	Schluff tonig marmoriert

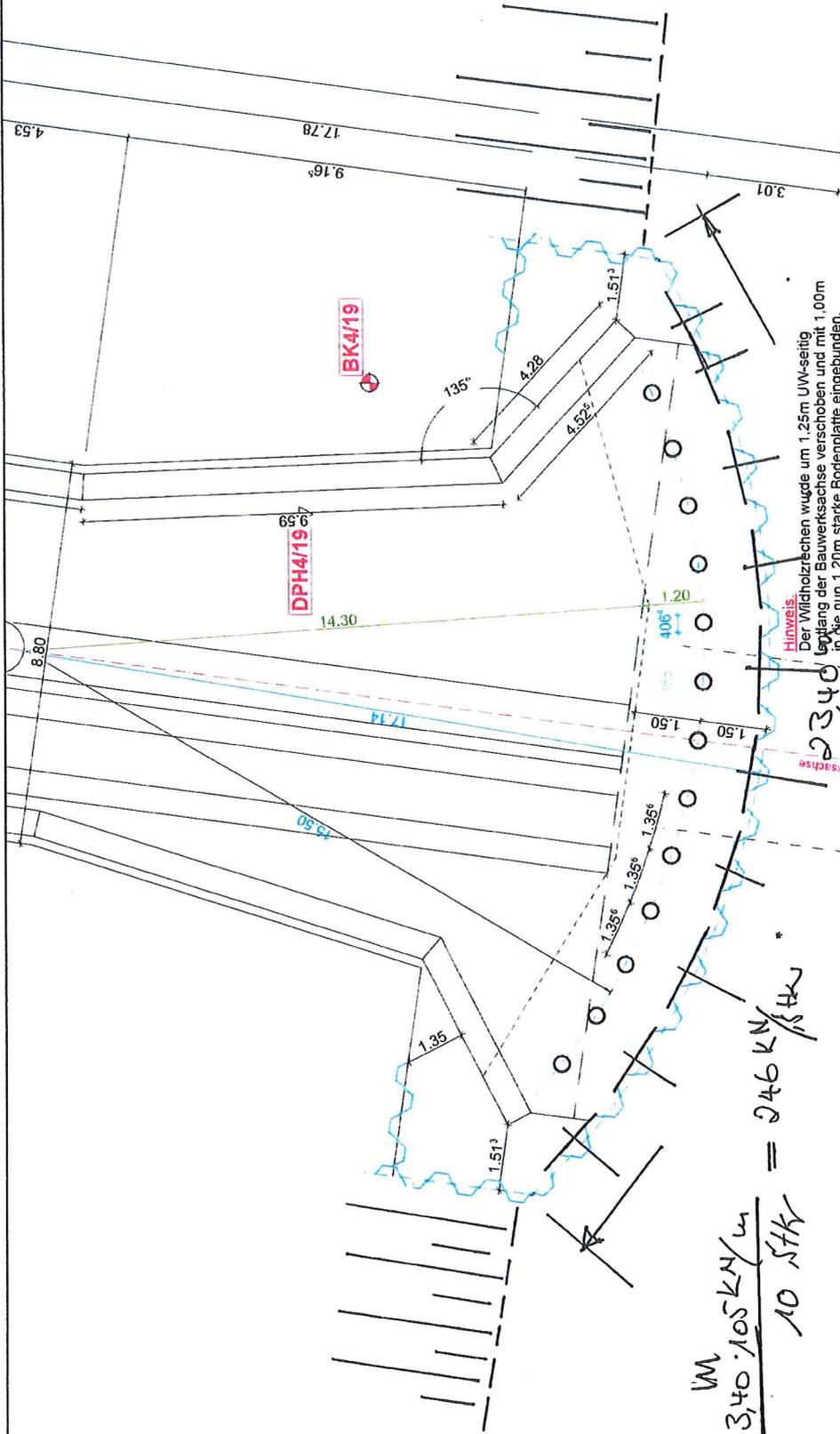
OK Wand = 656,00 m



**Bemessung:**  
 Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
 Bemessungssituation: max Mi,gg  
 $M_{Ed} = 159,8$  kN·m/m  
 $V_{Ed} = 0,0$  kN/m  
 $N_{Ed} = -31,4$  kN/m (Druck)  
 Profil: TKL 604C Stahlgüte: S 270 GP  
 $b = 600,0$  mm /  $b_1 = 374,0$  mm  
 $t_f = 10,4$  mm /  $t_w = 9,2$  mm /  $A = 159,7$  cm<sup>2</sup>/m  
 $W_{pl} = 1672,00$  cm<sup>3</sup>/m /  $I = 32600,0$  cm<sup>4</sup>/m  
 U-Bohle ist eine Doppelbohle  
 Boden ist gut tragfähig  
 $\gamma_{MO} = 1,00$  /  $\gamma_{M1} = 1,00$   
 $\xi = 0,930 \rightarrow b_1 / t_f / \xi = 36,7$   
 Querschnittsklasse: 3  
 $\beta_s = 1,000$  /  $\beta_p = 1,000$

**Materialparameter:**  
 $f_{t,red} = 270,0$  N/mm<sup>2</sup>  
 $M_{Ed,red} = 451,4$  kN·m/m  
 $V_{Ed,red} = 907,3$  kN/m ( $\mu = 0,000$ )  
 $N_{Ed,red} = 4311,9$  kN/m ( $\mu = 0,007$ )  
 Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{Ed,red} \rightarrow$  keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweis  $M_{Ed}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{Ed,red} = 0,354$   
 Knicklänge = 6,00 m  
 $N_{Ed} = 18766,7$  kN/m  
 $N_{Ed} / N_{Ed,red} = 0,002 \leq 0,04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis  
 max  $\mu = 0,354$

Norm. EC 7  
 Spundwand  
 TKL 604C  
 Erdrückumlagerung in Trapez (eahufoeho = 2,0)  
 Aktiver Erdrück nach: DIN 4085  
 Ersatzerdruick-Beiwert  $k_{er} \cdot I = 0,200$   
 Pass. Erdrück nach: DIN 4085:2017  
 Einspanngrad = 0,000  
 Erf. Profillänge = 6,30 m  
 Erf. Einbindetiefe = 2,60 m  
 $\gamma_G = 1,20$   
 $\gamma_Q = 1,30$   
 $\gamma_{EP} = 1,30$   
 mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0,75$



**Hinweis:**  
 Der Wildholzrechen wurde um 1,25m UW-seitig entlang der Bauwerksachse verschoben und mit 1,00m in die nun 1,20m starke Bodenplatte eingebunden. Dessen Anordnung (Radius, Abstände, etc.) bleibt unverändert.  
 Der verstärkte Bereich der Bodenplatte ist von der Spundwand bis 1,20m (UW-seitig) von der Achse Wildholzrechen angedacht & polygonal abgeschlossen. (siehe grüne Bemaßung)  
 Mit einem Achsabstand von 1,50m (zum Wildholzrechen) und einem daraus resultierenden Radius von 17,14m ergibt sich die neue Spundwandachse.  
 Als Profil wurde PU18A-1 (Arcelor Mittal) gewählt.  
 Die Hülse (Ø406,4mm) soll 30cm über OK Bodenplatte hinausragen.

$$q_p = \frac{23,40 \cdot 105 \text{ kN/m}}{10 \text{ Stk}} = 246 \text{ kN/Stk}$$

Anchor Design

GENI 032

$$\mu = \frac{N_{Ed}}{R_{Ed}} = \frac{246 \text{ kN}}{292 \text{ kN}} = 0,84 < 1,00 \text{ OK}$$

Spundwand

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Stirnseite Oberwasser

Indices:

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

Tot-Mann Konstruktio<sup>n</sup>

Wandkopf = 656.00 m ✓

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m  
 Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 652.30 m  
 Grundwasserstand (rechts) = 655.60 m ✓  
 Grundwasserstand (links) = 652.00 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

Bermen auf der Aktivseite

Nr.	x1	x2	dh	a	x	y	Auflast	Verkehr
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]
1	0.00	0.01	-0.40	0.00	0.00	0.43	0.00	nein ✓
2	0.01	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	nein
3	0.50	3.50	0.00	0.00	0.82	4.91	0.00	nein
4	3.50	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	nein

Der Einfluss von Aktivbermen auf den aktiven Erddruck wird gemäß den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" berechnet.

~~Flächenlast p = 0.00 kN/m<sup>2</sup>~~

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]
1	40.00	0.00	0.00	2.00	655.60
2	10.00	0.00	0.00	10.00	655.60

EAR-EBU<sup>t</sup>  
 30 to Fahrten

Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
1	655.60	655.60	652.40	13.79	13.79	13.79	0
2	655.60	655.60	640.74	3.59	3.59	3.59	0

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Erddruckumlagerung in Trapez (eahu/eaho = 2.0)

Blocklasten nicht umgelagert ✓

Art des Fußlagers:

Profillänge von 6.30 m fest und Einspannung bestimmen  
 Einspanngrad = 0.0 % ✓

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

- Eph,d = 205.48 kN/m (Epv,d = -44.90 kN/m)
- Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000
- Bh(g+q),d = 205.48 kN/m
- Bh,g,d = 205.48 kN/m
- Bh,q,d = 0.00 kN/m
- Bh,w,d = 133.43 kN/m ✓

Ersatzkräfte Ch (Blum)

- Ch,k = 0.00 kN/m
- Ch,g,k = 0.00 kN/m

Ch, q, k = 0.00 kN/m  
 Ch, w, k = 0.00 kN/m

*Tot-Mann Konstruktion*

Anker und Steifen

Nr.	y	Neigung	Länge	N, d	N, k	Ng, k	Nw, k	EA	EI
[-]	[m]	[°]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]
1	655.70	0.00	6.00	104.67	87.23	87.23	37.80	2.100E+7	

$N_d = 105 \text{ kN/m} \cdot 2.4 \text{ m} = 252 \text{ kN}$

Bodenkennwerte

Schicht	UK	gam, k	gam', k	phi, k	c(pas), k	c(akt), k	d(p)/phi	d(a)/phi
[-]	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]
1	655.30	19.00	9.00	22.50	0.00	0.00	-0.433	0.667
2	652.50	21.00	12.00	35.00	0.00	0.00	-0.433	0.667
3	650.75	20.00	10.00	25.00	5.00	5.00	-0.433	0.667
4	616.00	21.00	11.00	30.00	15.00	15.00	-0.433	0.667

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert kah [-] = 0.200

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion <> 0.0.

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird nur auf ständige Lasten angewendet.

bestimmt nach: DIN 4085

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	kagh	kach	phi, k	delta	theta
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	655.30	0.384	1.109	22.500	15.01	51.51
2	652.50	0.224	0.813	35.000	23.34	58.94
3	650.75	0.346	1.043	25.000	16.67	53.00
4	616.00	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98

Aktive Erddruckordinaten ([g+q], k)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	
656.000	655.700	2.520	2.724	0.00	0.00
655.700	655.600	2.724	2.792	0.00	0.00
655.600	655.572	20.169	20.187	0.00	0.28
655.572	655.300	20.187	20.373	0.28	3.00
655.300	654.950	20.373	20.611	3.00	6.50
654.950	654.000	20.611	21.258	6.50	16.00
654.000	653.050	21.258	21.905	16.00	25.50
653.050	652.950	21.905	21.973	25.50	26.50
652.950	652.500	21.973	22.280	26.50	31.00
652.500	652.400	22.280	22.347	31.00	32.00
652.400	652.300	22.347	8.630	32.00	33.00
652.300	652.000	11.613	12.650	33.00	36.00
652.000	651.950	12.650	12.823	36.00	36.00
651.950	651.900	12.823	12.996	36.00	36.00
651.900	650.950	12.996	16.279	36.00	36.00
650.950	650.750	16.279	16.971	36.00	36.00
650.750	649.999	14.351	16.003	36.00	36.00
649.999	649.699	16.003	16.663	36.00	36.00
649.699	640.740	16.663	36.374	36.00	36.00
640.740	616.000	36.374	107.993	36.00	36.00

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht	UK	kpgh	kpch	phi, k	delta	theta
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
3	650.75	3.180	3.958	25.000	-10.82	24.84
4	616.00	4.290	4.781	30.000	-12.99	21.74

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]
652.40	652.30	0.00	0.00
652.30	652.00	-15.22	-29.90
652.00	651.95	-29.90	-31.12
651.95	651.90	-31.12	-32.35
651.90	650.95	-32.35	-55.58
650.95	650.75	-55.58	-60.47
650.75	650.00	-116.22	-143.47
650.00	649.70	-143.47	-154.38

649.70	640.74	-154.38	-479.60
640.74	616.00	-479.60	-1377.66

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A (h) [kN/m]
656.00	0.0	0.0	0.0	
655.70	-0.7	-0.9	-0.1	104.7
655.70	-0.7	103.7	-0.1	
655.60	-0.9	103.4	10.2	
655.57	-1.2	102.7	13.1	
655.30	-3.4	95.6	40.1	
654.95	-7.6	85.0	71.7	
654.00	-19.3	48.3	135.9	
653.05	-31.4	0.0	159.8	
652.95	-32.7	-5.7	159.5	
652.50	-38.5	-33.2	150.8	
652.40	-39.4	-39.7	147.2	
652.30	-40.0	-45.0	142.9	
652.00	-40.5	-55.1	127.8	
651.95	-40.5	-56.5	125.0	
651.90	-40.5	-57.9	122.2	
650.95	-39.1	-74.4	57.9	
650.75	-38.4	-75.5	42.9	
650.00	-22.3	-25.3	3.9	
649.70	-14.7	0.0	0.0	

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A (h) [kN/m]
656.00	0.0	0.0	0.0	
655.70	-0.7	-0.9	-0.1	104.7
655.70	-0.7	103.7	-0.1	
655.60	-0.9	103.4	10.2	
655.57	-1.2	102.7	13.1	
655.30	-3.4	95.6	40.1	
654.95	-7.6	85.0	71.7	
654.00	-19.3	48.3	135.9	
653.05	-31.4	0.0	159.8	
652.95	-32.7	-5.7	159.5	
652.50	-38.5	-33.2	150.8	
652.40	-39.4	-39.7	147.2	
652.30	-40.0	-45.0	142.9	
652.00	-40.5	-55.1	127.8	
651.95	-40.5	-56.5	125.0	
651.90	-40.5	-57.9	122.2	
650.95	-39.1	-74.4	57.9	
650.75	-38.4	-75.5	42.9	
650.00	-22.3	-25.3	3.9	
649.70	-14.7	0.0	0.0	

Schnittgrößen ([g+q], k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A (h) [kN/m]
656.00	0.0	0.0	0.0	
655.70	-0.6	-0.8	-0.1	87.2
655.70	-0.6	86.4	-0.1	
655.60	-0.8	86.2	8.5	
655.57	-1.0	85.6	10.9	
655.30	-2.8	79.6	33.4	
654.95	-6.3	70.8	59.8	
654.00	-16.1	40.2	113.3	
653.05	-26.1	0.0	133.1	
652.95	-27.2	-4.8	132.9	
652.50	-32.1	-27.7	125.7	
652.40	-32.9	-33.0	122.7	
652.30	-33.4	-37.5	119.1	
652.00	-33.8	-45.9	106.5	
651.95	-33.8	-47.1	104.2	
651.90	-33.8	-48.3	101.8	
650.95	-32.6	-62.0	48.3	
650.75	-32.0	-62.9	35.8	
650.00	-18.6	-21.1	3.2	

649.70      -12.2      0.0      0.0

Schnittgrößen (g, k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN · m/m]	A(h) [kN/m]
656.00	0.0	0.0	0.0	
655.70	-0.6	-0.8	-0.1	87.2
655.70	-0.6	86.4	-0.1	
655.60	-0.8	86.2	8.5	
655.57	-1.0	85.6	10.9	
655.30	-2.8	79.6	33.4	
654.95	-6.3	70.8	59.8	
654.00	-16.1	40.2	113.3	
653.05	-26.1	0.0	133.1	
652.95	-27.2	-4.8	132.9	
652.50	-32.1	-27.7	125.7	
652.40	-32.9	-33.0	122.7	
652.30	-33.4	-37.5	119.1	
652.00	-33.8	-45.9	106.5	
651.95	-33.8	-47.1	104.2	
651.90	-33.8	-48.3	101.8	
650.95	-32.6	-62.0	48.3	
650.75	-32.0	-62.9	35.8	
650.00	-18.6	-21.1	3.2	
649.70	-12.2	0.0	0.0	

Schnittgrößen (q, k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN · m/m]	A(h) [kN/m]
656.00	0.0	0.0	0.0	
655.70	0.0	0.0	0.0	0.0
655.60	0.0	0.0	0.0	
655.57	0.0	0.0	0.0	
655.30	0.0	0.0	0.0	
654.95	0.0	0.0	0.0	
654.00	0.0	0.0	0.0	
653.05	0.0	0.0	0.0	
652.95	0.0	0.0	0.0	
652.50	0.0	0.0	0.0	
652.40	0.0	0.0	0.0	
652.30	0.0	0.0	0.0	
652.00	0.0	0.0	0.0	
651.95	0.0	0.0	0.0	
651.90	0.0	0.0	0.0	
650.95	0.0	0.0	0.0	
650.75	0.0	0.0	0.0	
650.00	0.0	0.0	0.0	
649.70	0.0	0.0	0.0	

Schnittgrößen (w, k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN · m/m]	A(h) [kN/m]
656.00	0.0	0.0	0.0	
655.70	0.0	0.0	0.0	37.8
655.70	0.0	37.8	0.0	
655.60	0.0	37.8	3.8	
655.57	0.0	37.8	4.8	
655.30	0.0	37.3	15.1	
654.95	0.0	35.7	27.9	
654.00	0.0	25.0	57.4	
653.05	0.0	5.3	72.5	
652.95	0.0	2.7	72.9	
652.50	0.0	-10.3	71.3	
652.40	0.0	-13.4	70.1	
652.30	0.0	-16.7	68.6	
652.00	0.7	-23.4	62.6	
651.95	0.8	-24.4	61.4	
651.90	1.0	-25.3	60.1	
650.95	5.3	-37.2	29.5	
650.75	6.5	-38.2	22.0	
650.00	18.5	-13.1	2.0	
649.70	24.0	0.0	0.0	

Weggrößen ([g+q], k)  
berechnet mit EI = 6.846E+4 kN·m<sup>2</sup>/m

Tiefe [m]	w [mm]
656.00	1.1
655.95	0.9
655.75	0.2
655.70	0.0
655.70	0.0
655.65	-0.2
655.65	-0.2
655.60	-0.4
655.60	-0.4
655.57	-0.5
655.57	-0.5
655.50	-0.8
655.35	-1.3
655.30	-1.5
655.30	-1.5
655.25	-1.7
655.00	-2.6
654.95	-2.7
654.95	-2.7
654.90	-2.9
654.05	-5.3
654.00	-5.4
654.00	-5.4
653.95	-5.5
653.10	-6.6
653.05	-6.6
653.05	-6.6
653.00	-6.6
653.00	-6.6
652.95	-6.7
652.95	-6.7
652.90	-6.7
652.55	-6.6
652.50	-6.6
652.50	-6.6
652.45	-6.5
652.45	-6.5
652.40	-6.5
652.40	-6.5
652.35	-6.4
652.35	-6.4
652.30	-6.4
652.30	-6.4
652.25	-6.3
652.05	-6.1
652.00	-6.0
652.00	-6.0
651.95	-5.9
651.95	-5.9
651.90	-5.8
651.90	-5.8
651.85	-5.8
651.00	-3.8
650.95	-3.7
650.95	-3.7
650.90	-3.6
650.80	-3.3
650.75	-3.1
650.75	-3.1
650.70	-3.0
650.05	-1.1
650.00	-0.9
650.00	-0.9
649.95	-0.8
649.75	-0.2
649.70	0.0

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]  
phi, [g+q], k: -0.17395535

Theoretischer Fußpunkt = 649.699 m

Bemessung nach EC 3 (el.-el.)

Bemessungssituation: max M, qg

M, Ed = 159.8 kN·m/m

V, Ed = 0.0 kN/m

N, Ed = -31.4 kN/m (Druck)

Profil: TKL 604C Stahlgüte: S 270 GP

b = 600.0 mm / b, f = 374.0 mm

t, f = 10.4 mm / t, w = 9.2 mm / A = 159.7 cm<sup>2</sup>/m

h = 390.0 mm / alpha = 66.5 °

W, el = 1672.00 cm<sup>3</sup>/m / I = 32600.0 cm<sup>4</sup>/m

U-Bohle ist eine Doppelbohle

Boden ist gut tragfähig

gam, M0 = 1.00 / gam, M1 = 1.00

epsilon = 0.930 -> b, f / t, f / epsilon = 38.7

Querschnittsklasse: 3

beta, B = 1.000 / beta, D = 1.000

fy, red = 270.0 N/mm<sup>2</sup>

Mc, Rd = 451.4 kN·m/m

Vpl, Rd = 907.3 kN/m (mu = 0.000)

Npl, Rd = 4311.9 kN/m (mu = 0.007)

Querkraft-Interaktion

V, Ed <= 0.5 · Vpl, Rd -> keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M, Rd

Mc, Rd = 451.4 kN·m/m

mu = M, Ed / Mc, Rd = 0.354

Knicklänge = 6.00 m

Ncr = 18768.7 kN/m

N, Ed / Ncr = 0.002 <= 0.04

-> Kein Knicknachweis

max mu = 0.354

max M, d = 159.8 kN·m/m (Tiefe = 653.05 m)

Zugehörige Werte: N, d = -31.4 kN/m; Q, d = 0.0 kN/m; w, k = 6.6 mm

max Q, d = 103.7 kN·m/m (Tiefe = 655.70 m)

Zugehörige Werte: N, d = -0.7 kN/m; M, d = -0.1 kN·m/m; w, k = 0.0 mm

max N, d = 40.5 kN/m (Tiefe = 651.90 m)

Zugehörige Werte: Q, d = -57.9 kN/m; M, d = 122.2 kN·m/m; w, k = 7.0 mm

max w, k = 6.7 mm (Tiefe = 652.85 m)

Zugehörige Werte: N, d = -33.9 kN/m; Q, d = -11.6 kN/m; M, d = 158.6 kN·m/m

Einbindetiefe tg = 2.60 m

Profillänge = 6.30 m

*TKL 604C - S270GP L = 6,304*

Nachweis Summe V

Das Vorzeichen ist positiv, wenn Kraftgröße nach unten gerichtet ist.

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

Bedingung: G, k + Pv, k + Eav, k + 0.5 · Ch, k · tan(delta(C)) >= (Bh, k - 0.5 · Ch, k) · tan(d

G, k = 7.90 kN/m

Pv, k = 0.00 kN/m

Eav, k = 41.50 kN/m (Eah, k = 108.74 kN/m)

Ch, k = 0.00 kN/m

Bv, k = -36.97 kN/m

delta(p) [°] = -13.0

delta(C) [°] = 10.0

Summe V, k = 12.43 kN/m (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

Nachweis mit Bemessungsgrößen

(Qg, k + Bv, k - 0.5 · Ch, k · tan(delta(p))) / gamma(P) >= Pv, d + Eav, d + G, d + 0.5 · Ch, d

(Qg, k = Druckkraft infolge Mantelreibung und Spitzendruck)

(Mantelreibung nur unterhalb des rechnerischen Fußpunktes)

gamma(P) i.a. = 1.40

Pv, d = 0.00 kN/m

Eav, d = 49.80 kN/m

G,d = 9.48 kN/m  
Ch,d = 0.00 kN/m

Folgender Nachweis ist zu erbringen:  
(Qg,k + 36.97 - 0.00) / gamma(P) >= 59.28 kN/m

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Hydraulische Grundbruchsicherheit  
UK Schicht = 649.70  
Gewicht = 30.06 kN/m<sup>2</sup>  
Strömungskraft = 9.98 kN/m<sup>2</sup>  
gamma(Gewicht) = 0.95  
gamma(Strömungskraft) = 1.45  
Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.507  
= 0.507 = (1.45 · 9.98) / (0.95 · 30.06)

Nachweis Tiefe Gleitfuge  
(Blocklasten rechteckig auf Ersatzwand)  
Ansatzpunkt der Gleitfuge im Wandbereich = 6.30 m  
Ah,g,d = Ah,g,k · gamma(G) und Ah,d = Ah,g,k · gamma(G) + Ah,q,k · gamma(Q)  
mögl Ah,g,d = mögl Ah,g,k / gamma(Ep) und mögl Ah,gq,d = mögl Ah,gq,k / gamma(Ep)  
mue = Ausnutzungsgrad <= 1.0

Nr	Tiefe	Länge	Höhe (Ankerw.)	Ah,d	mögl Ah,d	mue,gq	Ah,g,d	mögl
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]	[kN/
1	655.70	6.00	5.00	104.67	247.96	0.422	104.67	24

Werte für ungünstigste Gleitfuge  
Lastfall: g+q

x	y	G,k	Eah,k	Eav,k	Qx	Qy	C,k	H
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/
0.00	649.70	-	108.5	41.4	-	-	-	-
0.01	649.70	1.2	108.5	41.4	-0.4	-1.2	0.2	0.0
0.50	649.78	56.3	95.6	36.1	-18.6	-49.8	7.6	0.0
3.50	650.28	275.1	54.9	19.8	-94.1	-251.2	45.6	0.0
6.00	650.70	166.6	48.6	17.5	-59.2	-158.1	38.0	0.0

Werte für ungünstigste Gleitfuge  
Lastfall: g

x	y	G,k	Eah,k	Eav,k	Qx	Qy	C,k	H
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/
0.00	649.70	-	108.5	41.4	-	-	-	-
0.01	649.70	1.2	108.5	41.4	-0.4	-1.2	0.2	0.0
0.50	649.78	56.3	95.6	36.1	-18.6	-49.8	7.6	0.0
3.50	650.28	275.1	54.9	19.8	-94.1	-251.2	45.6	0.0
6.00	650.70	166.6	48.6	17.5	-59.2	-158.1	38.0	0.0

(H = Horizontalkraft infolge Erdbeben)

Nachweis Verankerungsboden für Anker-Nr. 1

Eph,d (Ersatzwand) = 583.54  
(Eph,d ohne veränderliche Lasten)  
(Blocklasten rechteckig auf Ersatzwand)  
Eh,d (Ersatzwand) = 58.34  
Ev,d (Ersatzwand) = 21.01  
Horizontale Ankerkraft Ah,d = 104.67  
mue = (104.67 + 58.34) / 583.54 = 0.28  
Lastfall: (g+q)

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99  
Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt  
Faktor Verkehrslasten fQ = 1.300 / 1.200 = 1.083  
Teilsicherheit (Grundbruch) gamma(Rv) = 1.300  
Breite = 0.74 m  
Gewicht G,k (einschließlich Verkehr) = 134.61 [kN/m]  
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)  
Eav,k (delta = 2/3 · phi) = 38.94 [kN/m]  
Kohäsionskraft K,k = 24.50 [kN/m]  
Grundbruchlast Rn,k = 1329.87 [kN/m]  
Grundbruch mit:  
Reibungswinkel phi,k = 29.83 [°]  
Kohäsion c,k = 14.32 [kN/m<sup>2</sup>]  
Nd = 18.052 / Nb = 9.778 / Nc = 29.738  
sig,ü = 67.550 [kN/m<sup>2</sup>]

$$\begin{aligned} \text{mue} &= [G, k \cdot \text{gamma}(G)] / [(Rn, k + K, k + Eav, k) / \text{gamma}(Rv)] = 0.151 \\ \text{mue} &= [134.61 \cdot 1.20] / [(1329.87 + 24.50 + 38.94) / 1.300] = 0.151 \end{aligned}$$





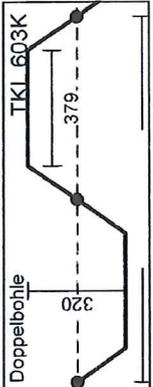
Ingenieurbüro Dr.-Ing. Koch \* Bauplanung GmbH  
 Beethovenstrasse 13 \* 87435 Kempten \* Tel: 0831-52172-0

HWS- westlicher Günst

Hochwasserrückhaltebecken Frechenrieden

Statik-Nr. 1852

Vatan. 11/2019

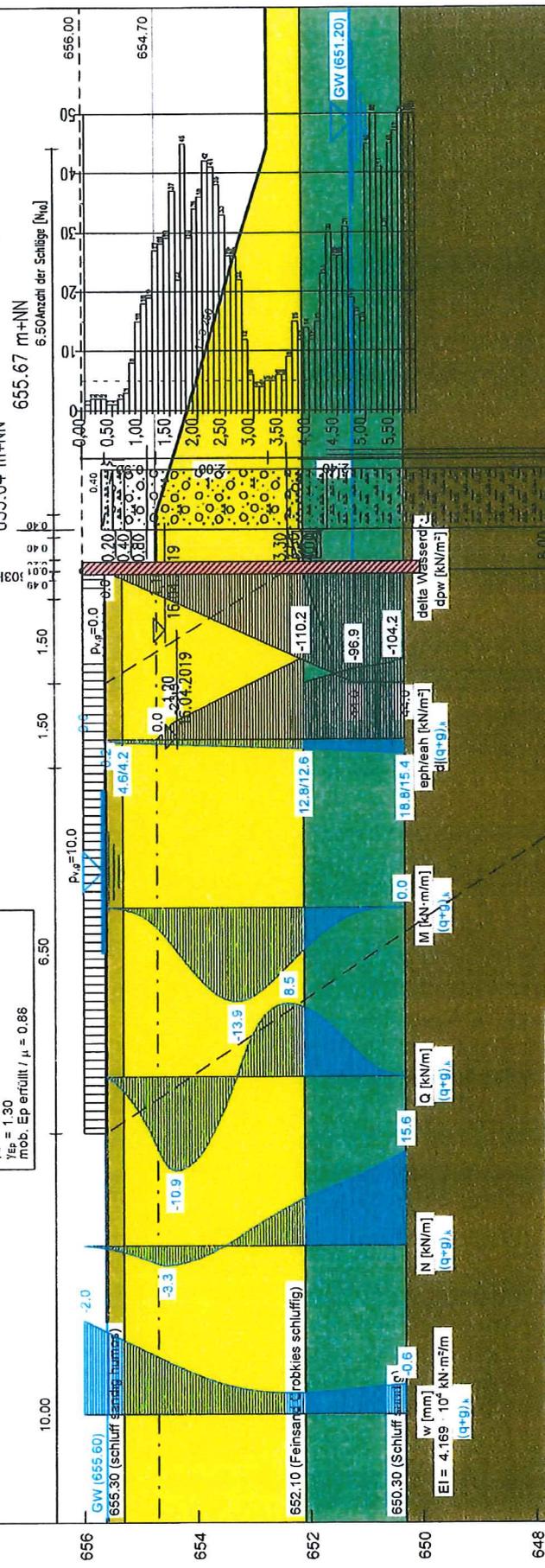


Norm: EC 7  
 Spundwand  
 TKL 603K  
 Aktiver Erddruck nach DIN 4085  
 Ersatzdruck-Beiwert  $k_a = 0.200$   
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Bemittlungssituation angepasst mit  $\gamma_{EP}$   
 Erf. Einbindetiefe = 4,40 m  
 $\gamma_c = 1.20$   
 $\gamma_{EP} = 1.30$   
 mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.88$

seitliche Wand Bereich Mittelepfeiler

Bohrprofil KB5/19

BK5/19 DPH5/19 proj.  
 655.64 m+NN 655.67 m+NN



Bemessung  
 $f_{t,red} = 270.0 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{Ed} = 335.1 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 725.3 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.000$ )  
 $N_{Ed} = 3885.3 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.000$ )  
 Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{t,Red} \rightarrow$  keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweis  $M_{Ed}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{Ed,lim} = 0.050$   
 $N_{Ed} > 0$  (Zug)  
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis  
 max  $\mu = 0.050$

Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
 Bemessungssituation max  $M_{Ed}$   
 $M_{Ed} = 16.6 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.1 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} = 1.4 \text{ kN/m}$  (Zug)  
 Profil: TKL 603K Stahlgüte S 270 GP  
 $b = 600.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 379.0 \text{ mm}$   
 $t_f = 9.8 \text{ mm}$  /  $t_w = 9.0 \text{ mm}$  /  $A = 143.5 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 320.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 61.2^\circ$   
 $W_{pl,y} = 1241.00 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I_y = 19853.0 \text{ cm}^4/\text{m}$   
 U-Bohle ist eine Doppelbohle  
 Boden ist gut tragfähig  
 $\gamma_{ms} = 1.00$  /  $\gamma_{m1} = 1.00$  /  $\epsilon = 41.6$   
 $c = 0.930 \rightarrow b_f / t_f / \epsilon = 41.6$   
 Querschnittsklasse 3  
 $\beta = 1.000$  /  $\beta_0 = 1.000$

Tiefe [m]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\phi^k$ [°]	$c(p)^k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c(a)^k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta/\phi$		$k$ [m/s]	Bezeichnung
						passiv	aktiv		
0.00	9.0	22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	schluff sandig humos
0.20	12.0	35.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	Feinsand Grobkies schluffig
0.40	10.0	25.0	5.0	5.0	5.0	0.667	1.0	1.0	Schluff sandig
0.60	11.0	30.0	15.0	15.0	15.0	0.667	1.0	1.0	Schluff tonig marmoriert

16 14 12 10 8 6 4 2 0 2 4 6 8 10 12 14 16  
 656.00 654.70 655.64 m+NN 655.67 m+NN  
 6.50 Anzahl der Schläge [%]  
 OK Wand = 656.00 m

Spundwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7) *Berzils* *Ritt-Plücker*

Indices:

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

Wandkopf = 656.00 m ✓

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m  
 Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 654.70 m  
 Grundwasserstand (Erdseite) = 655.60 m ✓  
 Grundwasserstand (Luftseite) = 651.20 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

Bermen auf der Aktivseite

Nr.	x1	x2	dh	a	x	y	Auflast	Verkehr
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]
1	0.00	0.01	-0.40	0.00	0.00	0.43	0.00	nein
2	0.01	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	nein ✓
3	0.50	3.50	0.00	0.00	0.82	4.91	0.00	nein
4	3.50	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	nein

Der Einfluss von Aktivbermen auf den aktiven Erddruck wird gemäß den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" berechnet.

Bermen auf der Passivseite

Nr.	x1	x2	dh	Auflast
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	-0.20	-0.60	0.00	0.00
2	-0.60	-1.00	0.00	0.00
3	-1.00	-7.50	-2.00	0.00

Der Einfluss von Passivbermen auf den passiven Erddruck wird in Analogie zu den Beziehung in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" für Aktivbermen berechnet.

~~Flächenlast p = 0.00 kN/m<sup>2</sup>~~

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(Luftseite)	x(Erdseite)	Tiefe
[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]
1	0.00	0.00	0.00	2.00	655.60
2	10.00	0.00	0.00	10.00	655.60

*BE-Fläche*

Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
1	655.60	655.60	652.38	0.00	0.00	0.00	0 ✓
2	655.60	655.60	640.70	3.59	3.59	3.59	0

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:

Profillänge von 5.70 m fest und Fuß gebettet ✓

Bettungsmodule

von	bis	ks(oben)	ks(unten)
[m]	[m]	[MN/m <sup>3</sup> ]	[MN/m <sup>3</sup> ]
654.70	653.70	4.000	60.000

653.70	653.20	60.000	100.000
653.20	651.70	100.000	100.000
651.70	634.70	100.000	100.000

Bettungsreaktion angepasst mit  $\gamma(E_p)$   
 Ausnutzungsgrad  $\mu = 231.686 / 329.750 = 0.703$   
 Bettungslager  $B_{h,d} = 231.686 \text{ kN/m}$   
 Erdwiderstand  $E_{ph,d} = 329.750 \text{ kN/m}$

Bodenkennwerte

Schicht	UK	$\gamma_{m,k}$	$\gamma_{m',k}$	$\phi_i,k$	$c(pas),k$	$c(akt),k$	$d(p)/\phi_i$	$d(a)/\phi_i$
[-]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]
1	655.30	19.00	9.00	22.50	0.00	0.00	-0.233	0.667
2	652.10	21.00	12.00	35.00	0.00	0.00	-0.233	0.667
3	650.30	20.00	10.00	25.00	5.00	5.00	-0.233	0.667
4	616.00	21.00	11.00	30.00	15.00	15.00	-0.233	0.667

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert  $k_{ah} [-] = 0.200$   
 Ersatzerddruck-Beiwert  $k_{ah}$  wird angewendet, wenn Kohäsion  $< 0.0$ .  
 Ersatzerddruck-Beiwert  $k_{ah}$  wird nur auf ständige Lasten angewendet.  
 bestimmt nach: DIN 4085

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$\phi_i,k$	delta	theta
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	655.30	0.384	1.109	22.500	15.01	51.51
2	652.10	0.224	0.813	35.000	23.34	58.94
3	650.30	0.346	1.043	25.000	16.67	53.00
4	616.00	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98

Aktive Erddruckordinaten ( $[g+q],k$ )

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
656.000	655.600	0.000	0.190	0.00	0.00
655.600	655.572	0.189	3.682	0.00	0.28
655.572	655.300	3.682	4.622	0.28	3.00
655.300	654.950	4.192	5.134	3.00	6.50
654.950	654.700	5.134	5.808	6.50	9.00
654.700	654.403	5.808	6.608	9.00	11.97
654.403	653.951	6.608	7.825	11.97	16.49
653.951	653.700	7.825	8.500	16.49	19.00
653.700	653.300	8.500	9.577	19.00	23.00
653.300	653.200	9.577	9.847	23.00	24.00
653.200	652.994	9.847	10.402	24.00	26.06
652.994	652.375	10.402	12.068	26.06	32.25
652.375	652.100	12.068	12.809	32.25	35.00
652.100	651.950	12.576	13.095	35.00	36.50
651.950	651.700	13.095	13.959	36.50	39.00
651.700	651.200	13.959	15.687	39.00	44.00
651.200	650.956	15.687	16.529	44.00	44.00
650.956	650.469	16.529	18.212	44.00	44.00
650.469	650.300	18.212	18.798	44.00	44.00
650.300	640.702	15.406	36.521	44.00	44.00
640.702	616.000	36.521	108.091	44.00	44.00

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017  
 (Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	$k_{pgh}$	$k_{pch}$	$\phi_i,k$	delta	theta
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
2	652.10	4.851	4.956	35.000	-8.16	22.39
3	650.30	2.848	3.597	25.000	-5.83	28.06
4	616.00	3.680	4.194	30.000	-6.99	25.24

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30  
 Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
654.95	654.70	0.00	0.00
654.70	654.40	0.00	-23.31
654.40	653.95	-23.31	-40.70
653.95	653.70	-40.70	-50.37

653.70	653.30	-50.37	-65.77
653.30	653.20	-65.77	-69.62
653.20	652.99	-69.62	-77.56
652.99	652.38	-77.56	-101.39
652.38	652.10	-101.39	-109.10
652.10	651.95	-77.49	-80.72
651.95	651.70	-80.72	-86.11
651.70	651.20	-86.11	-96.88
651.20	650.96	-96.88	-99.50
650.96	650.47	-99.50	-106.84
650.47	650.30	-106.84	-110.55
650.30	640.70	-173.36	-472.23
640.70	616.00	-472.23	-1241.46

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
656.00	0.0	0.0	0.0
655.60	-0.6	0.0	0.0
655.57	-0.6	-0.1	0.0
655.30	-1.3	-2.0	-0.3
654.95	-2.7	-6.0	-1.6
654.70	-3.7	-9.9	-3.6
654.40	-3.8	-13.0	-7.1
653.95	-2.5	-10.8	-12.7
653.70	-1.2	-7.6	-15.0
653.30	1.4	-0.1	-16.6
653.20	2.1	2.1	-16.5
652.99	3.7	6.0	-15.7
652.38	7.7	10.2	-10.2
652.10	9.4	9.6	-7.4
651.95	10.1	9.0	-6.0
651.70	11.2	7.6	-4.0
651.20	13.5	3.7	-1.1
650.96	14.8	2.0	-0.4
650.47	17.6	0.1	0.0
650.30	18.7	0.0	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
656.00	0.0	0.0	0.0
655.60	-0.6	0.0	0.0
655.57	-0.6	-0.1	0.0
655.30	-1.3	-2.0	-0.3
654.95	-2.7	-6.0	-1.6
654.70	-3.7	-9.9	-3.6
654.40	-3.8	-13.0	-7.1
653.95	-2.5	-10.8	-12.7
653.70	-1.2	-7.6	-15.0
653.30	1.4	-0.1	-16.6
653.20	2.1	2.1	-16.5
652.99	3.7	6.0	-15.7
652.38	7.7	10.2	-10.2
652.10	9.4	9.6	-7.4
651.95	10.1	9.0	-6.0
651.70	11.2	7.6	-4.0
651.20	13.5	3.7	-1.1
650.96	14.8	2.0	-0.4
650.47	17.6	0.1	0.0
650.30	18.7	0.0	0.0

Schnittgrößen ([g+q], k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
656.00	0.0	0.0	0.0
655.60	-0.5	0.0	0.0
655.57	-0.5	-0.1	0.0
655.30	-1.1	-1.7	-0.2
654.95	-2.2	-5.0	-1.3
654.70	-3.1	-8.3	-3.0
654.40	-3.2	-10.9	-5.9
653.95	-2.1	-9.0	-10.6

653.70	-1.0	-6.3	-12.5
653.30	1.1	-0.1	-13.9
653.20	1.8	1.7	-13.8
652.99	3.0	5.0	-13.1
652.38	6.4	8.5	-8.5
652.10	7.9	8.0	-6.2
651.95	8.4	7.5	-5.0
651.70	9.3	6.3	-3.3
651.20	11.3	3.1	-0.9
650.96	12.3	1.6	-0.3
650.47	14.7	0.1	0.0
650.30	15.6	0.0	0.0

Schnittgrößen (g, k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN · m/m]
656.00	0.0	0.0	0.0
655.60	-0.5	0.0	0.0
655.57	-0.5	-0.1	0.0
655.30	-1.1	-1.7	-0.2
654.95	-2.2	-5.0	-1.3
654.70	-3.1	-8.3	-3.0
654.40	-3.2	-10.9	-5.9
653.95	-2.1	-9.0	-10.6
653.70	-1.0	-6.3	-12.5
653.30	1.1	-0.1	-13.9
653.20	1.8	1.7	-13.8
652.99	3.0	5.0	-13.1
652.38	6.4	8.5	-8.5
652.10	7.9	8.0	-6.2
651.95	8.4	7.5	-5.0
651.70	9.3	6.3	-3.3
651.20	11.3	3.1	-0.9
650.96	12.3	1.6	-0.3
650.47	14.7	0.1	0.0
650.30	15.6	0.0	0.0

Schnittgrößen (q, k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN · m/m]
656.00	0.0	0.0	0.0
655.60	0.0	0.0	0.0
655.57	0.0	0.0	0.0
655.30	0.0	0.0	0.0
654.95	0.0	0.0	0.0
654.70	0.0	0.0	0.0
654.40	0.0	0.0	0.0
653.95	0.0	0.0	0.0
653.70	0.0	0.0	0.0
653.30	0.0	0.0	0.0
653.20	0.0	0.0	0.0
652.99	0.0	0.0	0.0
652.38	0.0	0.0	0.0
652.10	0.0	0.0	0.0
651.95	0.0	0.0	0.0
651.70	0.0	0.0	0.0
651.20	0.0	0.0	0.0
650.96	0.0	0.0	0.0
650.47	0.0	0.0	0.0
650.30	0.0	0.0	0.0

Schnittgrößen (w, k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN · m/m]
656.00	0.0	0.0	0.0
655.60	0.0	0.0	0.0
655.57	0.0	0.0	0.0
655.30	0.0	-0.5	0.0
654.95	0.0	-2.1	-0.5
654.70	0.0	-4.1	-1.2
654.40	0.0	-5.8	-2.7
653.95	0.0	-5.3	-5.3
653.70	0.0	-4.0	-6.5

653.30	0.0	-0.6	-7.5
653.20	0.0	0.5	-7.5
652.99	0.0	2.6	-7.1
652.38	0.0	4.9	-4.6
652.10	0.0	4.7	-3.2
651.95	0.0	4.4	-2.6
651.70	0.0	3.6	-1.6
651.20	0.0	1.5	-0.2
650.96	0.0	0.5	0.0
650.47	0.0	-0.2	0.0
650.30	0.0	0.0	0.0

Weggrößen ([g+q], k)

berechnet mit EI = 4.169E+4 kN·m<sup>2</sup>/m

Tiefe [m]	w [mm]	ks [kN/m <sup>3</sup> ]	sig, Bh, d [kN/m <sup>2</sup> ]	eph, d [kN/m <sup>2</sup> ]
656.00	-2.0	-	-	-
655.95	-2.0	-	-	-
655.65	-1.8	-	-	-
655.60	-1.7	-	-	-
655.60	-1.7	-	-	-
655.57	-1.7	-	-	-
655.57	-1.7	-	-	-
655.50	-1.7	-	-	-
655.35	-1.6	-	-	-
655.30	-1.6	-	-	-
655.30	-1.6	-	-	-
655.25	-1.5	-	-	-
655.00	-1.4	-	-	-
654.95	-1.4	-	-	-
654.95	-1.4	-	-	-
654.90	-1.3	-	-	-
654.75	-1.2	-	-	-
654.70	-1.2	0.00	0.00	0.00
654.70	-1.2	0.00	0.00	0.00
654.65	-1.2	0.00	0.00	3.88
654.45	-1.1	15.24	16.19	19.42
654.40	-1.0	15.24	15.76	23.31
654.40	-1.0	18.78	19.42	23.31
654.35	-1.0	18.78	18.90	25.24
654.00	-0.8	39.16	32.31	38.77
653.95	-0.8	39.16	31.38	40.70
653.95	-0.8	42.33	33.92	40.70
653.90	-0.8	42.33	32.94	42.63
653.75	-0.7	56.61	40.36	48.43
653.70	-0.7	56.61	39.22	50.37
653.70	-0.7	60.00	41.56	50.37
653.65	-0.7	60.00	40.40	52.29
653.35	-0.6	88.00	50.44	63.85
653.30	-0.6	88.00	49.23	65.77
653.30	-0.6	92.00	51.46	65.77
653.25	-0.5	92.00	50.27	67.70
653.25	-0.5	96.00	52.45	67.70
653.20	-0.5	96.00	51.29	69.62
653.20	-0.5	100.00	53.43	69.62
653.15	-0.5	100.00	52.26	71.61
653.05	-0.5	100.00	50.19	75.58
652.99	-0.5	100.00	49.28	77.56
652.99	-0.5	100.00	49.28	77.56
652.94	-0.5	100.00	48.45	79.55
652.43	-0.4	100.00	44.32	99.40
652.38	-0.4	100.00	44.26	101.39
652.38	-0.4	100.00	44.26	101.39
652.33	-0.4	100.00	44.25	103.16
652.15	-0.4	100.00	44.62	110.22
652.10	-0.4	100.00	44.80	109.10
652.10	-0.4	100.00	44.80	77.49
652.05	-0.5	100.00	45.04	78.57
652.00	-0.5	100.00	45.30	79.65
651.95	-0.5	100.00	45.60	80.72
651.95	-0.5	100.00	45.60	80.72
651.90	-0.5	100.00	45.93	81.80
651.75	-0.5	100.00	47.08	85.03

651.70	-0.5	100.00	47.51	86.11
651.70	-0.5	100.00	47.51	86.11
651.65	-0.5	100.00	47.96	87.19
651.25	-0.5	100.00	52.06	95.80
651.20	-0.5	100.00	52.61	96.88
651.20	-0.5	100.00	52.61	96.88
651.15	-0.5	100.00	53.16	97.40
651.01	-0.5	100.00	54.81	98.98
650.96	-0.6	100.00	55.37	99.50
650.96	-0.6	100.00	55.37	99.50
650.91	-0.6	100.00	55.93	100.02
650.52	-0.6	100.00	60.45	104.22
650.47	-0.6	100.00	61.02	106.84
650.47	-0.6	100.00	61.02	106.84
650.41	-0.6	100.00	61.68	108.08
650.36	-0.6	100.00	62.33	109.31
650.30	-0.6	100.00	62.99	110.55

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi, [g+q], k: 0.00666193

Theoretischer Fußpunkt = 650.300 m

Bemessung nach EC 3 (el.-el.)

Bemessungssituation: max M, qg

M, Ed = 16.6 kN·m/m

V, Ed = 0.1 kN/m

N, Ed = 1.4 kN/m (Zug)

Profil: TKL 603K Stahlgüte: S 270 GP

b = 600.0 mm / b, f = 379.0 mm

t, f = 9.8 mm / t, w = 9.0 mm / A = 143.9 cm<sup>2</sup>/m

h = 320.0 mm / alpha = 61.2 °

W, el = 1241.00 cm<sup>3</sup>/m / I = 19853.0 cm<sup>4</sup>/m

U-Bohle ist eine Doppelbohle

Boden ist gut tragfähig

gam, M0 = 1.00 / gam, M1 = 1.00

epsilon = 0.930 -> b, f / t, f / epsilon = 41.6

Querschnittsklasse: 3

beta, B = 1.000 / beta, D = 1.000

fy, red = 270.0 N/mm<sup>2</sup>

Mc, Rd = 335.1 kN·m/m

Vpl, Rd = 725.3 kN/m (mu = 0.000)

Npl, Rd = 3885.3 kN/m (mu = 0.000)

Querkraft-Interaktion

V, Ed <= 0.5 · Vpl, Rd -> keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M, Rd

Mc, Rd = 335.1 kN·m/m

mu = M, Ed / Mc, Rd = 0.050

N, Ed > 0.0 (Zug)

-> Kein Knicknachweis

max mu = 0.050

max M, d = 16.6 kN·m/m (Tiefe = 653.30 m)

Zugehörige Werte: N, d = 1.4 kN/m; Q, d = -0.1 kN/m; w, k = 0.6 mm

max Q, d = 13.0 kN·m/m (Tiefe = 654.40 m)

Zugehörige Werte: N, d = -3.8 kN/m; M, d = -7.1 kN·m/m; w, k = 1.2 mm

max N, d = 18.7 kN/m (Tiefe = 650.30 m)

Zugehörige Werte: Q, d = 0.0 kN/m; M, d = 0.0 kN·m/m; w, k = 0.8 mm

max w, k = 2.0 mm (Tiefe = 656.00 m)

Zugehörige Werte: N, d = 0.0 kN/m; Q, d = 0.0 kN/m; M, d = 0.0 kN·m/m

Einbindetiefe tg = 4.40 m

Profillänge = 5.70 m

TKL 603K S 270 GP

L = 1,70 m

Nachweis Summe V

Das Vorzeichen ist positiv, wenn Kraftgröße nach unten gerichtet ist.

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

Bedingung:  $P_{v,k} + G_k + E_{av,k} \geq B_{v,k}$   
 $G_k = 6.44 \text{ kN/m}$   
 $P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$   
 $E_{av,k} = 20.53 \text{ kN/m}$  ( $E_{ah,k} = 56.66 \text{ kN/m}$ ) ✓  
 $B_{v,k} = 23.73$   
Summe  $V_k = 3.23 \text{ kN/m}$  (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

Nachweis mit Bemessungsgrößen

$Q_{g,k} / \gamma(P) \geq P_{v,d} + E_{av,d} + G_d$

( $Q_{g,k}$  = Druckkraft infolge Mantelreibung und Spitzendruck)  
(Mantelreibung nur unterhalb des rechnerischen Fußpunktes)

$\gamma(P)$  i.a. = 1.40

$P_{v,d} = 0.00 \text{ kN/m}$

$E_{av,d} = 24.63 \text{ kN/m}$  ✓

$G_d = 7.73 \text{ kN/m}$

Folgender Nachweis ist zu erbringen:

$Q_{g,k} / \gamma(P) \geq 32.36 \text{ kN/m}$  ✓

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Hydraulische Grundbruchsicherheit

UK Schicht = 650.30

Gewicht =  $81.61 \text{ kN/m}^2$

Strömungskraft =  $6.29 \text{ kN/m}^2$

$\gamma(\text{Gewicht}) = 0.95$

$\gamma(\text{Strömungskraft}) = 1.45$  ✓

Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.118  
=  $0.118 = (1.45 \cdot 6.29) / (0.95 \cdot 81.61)$

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten  $f_Q = 1.300 / 1.200 = 1.083$

Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma(R_v) = 1.300$

Breite = 0.40 m

Gewicht  $G_k$  (einschließlich Verkehr) =  $51.84 \text{ [kN/m]}$

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)

$E_{av,k}$  ( $\delta = 2/3 \cdot \phi$ ) =  $24.66 \text{ [kN/m]}$

Kohäsionskraft  $K_k = 9.00 \text{ [kN/m]}$

Grundbruchlast  $R_{n,k} = 922.97 \text{ [kN/m]}$

Grundbruch mit:

Reibungswinkel  $\phi_{k} = 30.14 \text{ [}^\circ\text{]}$  ✓

Kohäsion  $c_k = 13.42 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$N_d = 18.698 / N_b = 10.276 / N_c = 30.481$

$\sigma_{g,\bar{u}} = 96.900 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$\mu_e = [G_k \cdot \gamma(G)] / [(R_{n,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma(R_v)] = 0.085$

$\mu_e = [51.84 \cdot 1.20] / [(922.97 + 9.00 + 24.66) / 1.300] = 0.085$



Spundwand

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

*Berail Tos-Becke*

Indices:

- d = Bemessungswert
- k = charakteristisch
- g = Ständig, einschließlich Wasserdruck ✓
- q = Veränderlich
- g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck
- w = Wasserdruck

Wandkopf = 656.00 m ✓

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m  
 Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 654.70 m  
 Grundwasserstand (Erdseite) = 655.60 m ✓  
 Grundwasserstand (Luftseite) = 651.20 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

Bermen auf der Aktivseite

Nr.	x1	x2	dh	a	x	y	Auflast	Verkehr
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]
1	0.00	0.01	-0.40	0.00	0.00	0.43	0.00	nein
2	0.01	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	nein ✓
3	0.50	3.50	0.00	0.00	0.82	4.91	0.00	nein
4	3.50	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	nein

Der Einfluss von Aktivbermen auf den aktiven Erddruck wird gemäß den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" berechnet.

Bermen auf der Passivseite

Nr.	x1	x2	dh	Auflast
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	-0.20	-0.60	0.00	0.00 ✓
2	-0.60	-1.00	0.00	0.00
3	-1.00	-7.50	-3.00	0.00

Der Einfluss von Passivbermen auf den passiven Erddruck wird in Analogie zu den Beziehung in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" für Aktivbermen berechnet.

~~Flächenlast p = 0.00 kN/m<sup>2</sup>~~

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(Luftseite)	x(Erdseite)	Tiefe
[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]
1	0.00	0.00	0.00	2.00	655.60
2	10.00	0.00	0.00	10.00	655.60

*BE-Fläche*

Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
1	655.60	655.60	652.38	0.00	0.00	0.00	0
2	655.60	655.60	640.70	3.59	3.59	3.59	0

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch ✓

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

- Eph,d = 239.83 kN/m (Epv,d = -29.36 kN/m)
- Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000
- Bh(g+q),d = 239.83 kN/m

Bh,g,d = 239.83 kN/m  
 Bh,q,d = 0.00 kN/m  
 Bh,w,d = 163.40 kN/m

Ersatzkräfte Ch (Blum)

Ch,k = 10.09 kN/m  
 Ch,g,k = 10.09 kN/m  
 Ch,q,k = 0.00 kN/m  
 Ch,w,k = 2.06 kN/m

Bodenkennwerte

Schicht	UK	gam,k	gam',k	phi,k	c(pas),k	c(akt),k	d(p)/phi	d(a)/phi
[-]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]
1	655.30	19.00	9.00	22.50	0.00	0.00	-0.233	0.667
2	652.10	21.00	12.00	35.00	0.00	0.00	-0.233	0.667
3	650.30	20.00	10.00	25.00	5.00	5.00	-0.233	0.667
4	616.00	21.00	11.00	30.00	15.00	15.00	-0.233	0.667

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert kah [-] = 0.200

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion <> 0.0.

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird nur auf ständige Lasten angewendet.

bestimmt nach: DIN 4085

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	kagh	kach	phi,k	delta	theta
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	655.30	0.384	1.109	22.500	15.01	51.51
2	652.10	0.224	0.813	35.000	23.34	58.94
3	650.30	0.346	1.043	25.000	16.67	53.00
4	616.00	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98

Aktive Erddruckordinaten ([g+q], k)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
656.000	655.600	0.000	0.190	0.00	0.00
655.600	655.572	0.189	3.682	0.00	0.28
655.572	655.300	3.682	4.622	0.28	3.00
655.300	654.950	4.192	5.134	3.00	6.50
654.950	654.700	5.134	5.808	6.50	9.00
654.700	654.468	5.808	6.431	9.00	11.32
654.468	654.169	6.431	7.236	11.32	14.31
654.169	653.970	7.236	7.773	14.31	16.30
653.970	653.571	7.773	8.847	16.30	20.29
653.571	652.973	8.847	10.457	20.29	26.27
652.973	652.674	10.457	11.262	26.27	29.26
652.674	652.375	11.262	12.068	29.26	32.25
652.375	652.100	12.068	12.809	32.25	35.00
652.100	651.950	12.576	13.095	35.00	36.50
651.950	651.200	13.095	15.687	36.50	44.00
651.200	650.950	15.687	16.551	44.00	44.00
650.950	650.350	16.551	18.625	44.00	44.00
650.350	650.300	18.625	18.798	44.00	44.00
650.300	649.963	15.406	16.148	44.00	44.00
649.963	640.702	16.148	32.935	44.00	44.00
640.702	616.000	32.935	108.091	44.00	44.00

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	kpgh	kpch	phi,k	delta	theta
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
2	652.10	4.851	4.956	35.000	-8.16	22.39
3	650.30	2.848	3.597	25.000	-5.83	28.06
4	616.00	3.680	4.194	30.000	-6.99	25.24

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
654.95	654.70	0.00	0.00
654.70	654.47	0.00	-18.15
654.47	654.17	-18.15	-25.98

654.17	653.97	-25.98	-31.20
653.97	653.57	-31.20	-41.64
653.57	652.97	-41.64	-57.30
652.97	652.67	-57.30	-65.13
652.67	652.38	-65.13	-72.96
652.38	652.10	-72.96	-80.17
652.10	651.95	-60.90	-60.17
651.95	651.20	-60.17	-71.15
651.20	650.95	-71.15	-72.98
650.95	650.35	-72.98	-77.38
650.35	650.30	-77.38	-77.74
650.30	649.96	-131.33	-124.20
649.96	640.70	-124.20	-426.63
640.70	616.00	-426.63	-1195.86

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
656.00	0.0	0.0	0.0
655.60	-0.6	0.0	0.0
655.57	-0.6	-0.1	0.0
655.30	-1.3	-2.0	-0.3
654.95	-2.7	-6.0	-1.6
654.70	-3.7	-9.9	-3.6
654.47	-4.5	-12.3	-6.2
654.17	-5.0	-12.8	-10.0
653.97	-5.2	-12.5	-12.5
653.57	-5.4	-10.7	-17.2
652.97	-4.9	-4.8	-22.1
652.67	-4.4	-0.3	-22.9
652.38	-3.6	5.1	-22.2
652.10	-2.8	11.0	-20.0
651.95	-2.8	11.2	-18.3
651.20	-2.6	11.3	-9.8
650.95	-2.6	11.3	-7.0
650.35	-2.6	12.1	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
656.00	0.0	0.0	0.0
655.60	-0.6	0.0	0.0
655.57	-0.6	-0.1	0.0
655.30	-1.3	-2.0	-0.3
654.95	-2.7	-6.0	-1.6
654.70	-3.7	-9.9	-3.6
654.47	-4.5	-12.3	-6.2
654.17	-5.0	-12.8	-10.0
653.97	-5.2	-12.5	-12.5
653.57	-5.4	-10.7	-17.2
652.97	-4.9	-4.8	-22.1
652.67	-4.4	-0.3	-22.9
652.38	-3.6	5.1	-22.2
652.10	-2.8	11.0	-20.0
651.95	-2.8	11.2	-18.3
651.20	-2.6	11.3	-9.8
650.95	-2.6	11.3	-7.0
650.35	-2.6	12.1	0.0

Schnittgrößen ((g+q),k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
656.00	0.0	0.0	0.0
655.60	-0.5	0.0	0.0
655.57	-0.5	-0.1	0.0
655.30	-1.1	-1.7	-0.2
654.95	-2.2	-5.0	-1.3
654.70	-3.1	-8.3	-3.0
654.47	-3.7	-10.3	-5.2
654.17	-4.1	-10.7	-8.3
653.97	-4.3	-10.5	-10.4
653.57	-4.5	-9.0	-14.4
652.97	-4.1	-4.0	-18.4

652.67	-3.7	-0.3	-19.0
652.38	-3.0	4.3	-18.5
652.10	-2.3	9.2	-16.6
651.95	-2.3	9.3	-15.2
651.20	-2.2	9.4	-8.2
650.95	-2.1	9.4	-5.8
650.35	-2.1	10.1	0.0

Schnittgrößen (g, k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
656.00	0.0	0.0	0.0
655.60	-0.5	0.0	0.0
655.57	-0.5	-0.1	0.0
655.30	-1.1	-1.7	-0.2
654.95	-2.2	-5.0	-1.3
654.70	-3.1	-8.3	-3.0
654.47	-3.7	-10.3	-5.2
654.17	-4.1	-10.7	-8.3
653.97	-4.3	-10.5	-10.4
653.57	-4.5	-9.0	-14.4
652.97	-4.1	-4.0	-18.4
652.67	-3.7	-0.3	-19.0
652.38	-3.0	4.3	-18.5
652.10	-2.3	9.2	-16.6
651.95	-2.3	9.3	-15.2
651.20	-2.2	9.4	-8.2
650.95	-2.1	9.4	-5.8
650.35	-2.1	10.1	0.0

Schnittgrößen (q, k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
656.00	0.0	0.0	0.0
655.60	0.0	0.0	0.0
655.57	0.0	0.0	0.0
655.30	0.0	0.0	0.0
654.95	0.0	0.0	0.0
654.70	0.0	0.0	0.0
654.47	0.0	0.0	0.0
654.17	0.0	0.0	0.0
653.97	0.0	0.0	0.0
653.57	0.0	0.0	0.0
652.97	0.0	0.0	0.0
652.67	0.0	0.0	0.0
652.38	0.0	0.0	0.0
652.10	0.0	0.0	0.0
651.95	0.0	0.0	0.0
651.20	0.0	0.0	0.0
650.95	0.0	0.0	0.0
650.35	0.0	0.0	0.0

Schnittgrößen (w, k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
656.00	0.0	0.0	0.0
655.60	0.0	0.0	0.0
655.57	0.0	0.0	0.0
655.30	0.0	-0.5	0.0
654.95	0.0	-2.1	-0.5
654.70	0.0	-4.1	-1.2
654.47	0.2	-5.2	-2.3
654.17	0.7	-5.3	-3.9
653.97	1.2	-5.1	-4.9
653.57	2.4	-4.1	-6.8
652.97	4.8	-1.3	-8.5
652.67	6.3	0.8	-8.6
652.38	7.9	3.4	-8.0
652.10	9.7	6.1	-6.7
651.95	10.2	5.8	-5.8
651.20	13.0	3.6	-2.2
650.95	14.1	2.8	-1.4
650.35	16.7	2.1	0.0

Weggrößen ( $[g+q], k$ )  
berechnet mit  $EI = 4.169E+4 \text{ kN} \cdot \text{m}^2 / \text{m}$

Tiefe [m]	w [mm]
656.00	-4.1
655.95	-4.0
655.65	-3.6
655.60	-3.6
655.60	-3.6
655.57	-3.5
655.57	-3.5
655.50	-3.4
655.35	-3.3
655.30	-3.2
655.30	-3.2
655.25	-3.1
655.00	-2.8
654.95	-2.8
654.95	-2.8
654.90	-2.7
654.75	-2.5
654.70	-2.5
654.70	-2.5
654.65	-2.4
654.51	-2.2
654.47	-2.2
654.47	-2.2
654.42	-2.1
654.22	-1.9
654.17	-1.8
654.17	-1.8
654.12	-1.8
654.02	-1.7
653.97	-1.6
653.97	-1.6
653.92	-1.6
653.62	-1.2
653.57	-1.2
653.57	-1.2
653.52	-1.1
653.02	-0.7
652.97	-0.7
652.97	-0.7
652.92	-0.6
652.72	-0.5
652.67	-0.5
652.67	-0.5
652.62	-0.4
652.43	-0.3
652.38	-0.3
652.38	-0.3
652.33	-0.3
652.15	-0.2
652.10	-0.2
652.10	-0.2
652.05	-0.2
652.00	-0.2
651.95	-0.2
651.95	-0.2
651.90	-0.1
651.25	0.0
651.20	0.0
651.20	0.0
651.15	0.0
651.00	0.0
650.95	0.0
650.95	0.0
650.90	0.0
650.40	0.0
650.35	0.0

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [ $^{\circ}$ ]

phi, [g+q], k: 0.00000000  
Theoretischer Fußpunkt = 650.350 m

Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M, gq  
M, Ed = 22.9 kN·m/m  
V, Ed = 0.3 kN/m  
N, Ed = -4.4 kN/m (Druck)  
Profil: TKL 603K Stahlgüte: S 270 GP  
b = 600.0 mm / b, f = 379.0 mm  
t, f = 9.8 mm / t, w = 9.0 mm / A = 143.9 cm<sup>2</sup>/m  
h = 320.0 mm / alpha = 61.2 °  
W, el = 1241.00 cm<sup>3</sup>/m / I = 19853.0 cm<sup>4</sup>/m  
U-Bohle ist eine Doppelbohle  
Boden ist gut tragfähig  
gam, M0 = 1.00 / gam, M1 = 1.00  
epsilon = 0.930 -> b, f / t, f / epsilon = 41.6  
Querschnittsklasse: 3  
beta, B = 1.000 / beta, D = 1.000  
fy, red = 270.0 N/mm<sup>2</sup>  
Mc, Rd = 335.1 kN·m/m  
Vpl, Rd = 725.3 kN/m (mu = 0.000)  
Npl, Rd = 3885.3 kN/m (mu = 0.001)  
Querkraft-Interaktion  
V, Ed <= 0.5 · Vpl, Rd -> keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis M, Rd  
Mc, Rd = 335.1 kN·m/m  
mu = M, Ed / Mc, Rd = 0.068  
Knicklänge = 9.13 m  
Ncr = 4936.3 kN/m  
N, Ed / Ncr = 0.001 <= 0.04  
-> Kein Knicknachweis  
max mu = 0.068

max M, d = 22.9 kN·m/m (Tiefe = 652.67 m)  
Zugehörige Werte: N, d = -4.4 kN/m; Q, d = -0.3 kN/m; w, k = 0.5 mm

max Q, d = 12.8 kN·m/m (Tiefe = 654.17 m)  
Zugehörige Werte: N, d = -5.0 kN/m; M, d = -10.0 kN·m/m; w, k = 2.2 mm

max N, d = 5.4 kN/m (Tiefe = 653.57 m)  
Zugehörige Werte: Q, d = -10.7 kN/m; M, d = -17.2 kN·m/m; w, k = 1.4 mm

max w, k = 4.1 mm (Tiefe = 656.00 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 tg = 5.22 m

Profillänge = 6.52 m

TKL 603K - S 270 GP

Nachweis Summe V

Das Vorzeichen ist positiv, wenn Kraftgröße nach unten gerichtet ist.

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

Bedingung:  $G, k + P_v, k + E_{av, k} + 0.5 \cdot Ch, k \cdot \tan(\delta(C)) \geq (Bh, k - 0.5 \cdot Ch, k) \cdot \tan(\delta)$   
G, k = 7.37 kN/m

Pv, k = 0.00 kN/m

Eav, k = 20.25 kN/m (Eah, k = 55.72 kN/m)

Ch, k = 10.09 kN/m

Bv, k = -24.49 kN/m

delta(p) [°] = -5.8

delta(C) [°] = 8.3

Summe V, k = 4.38 kN/m (Druck)

L = 6,52 m

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

Nachweis mit Bemessungsgrößen

$(Qg, k + Bv, k - 0.5 \cdot Ch, k \cdot \tan(\delta(p))) / \gamma(P) \geq P_v, d + E_{av, d} + G, d + 0.5 \cdot Ch, d$

(Qg, k = Druckkraft infolge Mantelreibung und Spitzendruck)

(Mantelreibung nur unterhalb des rechnerischen Fußpunktes)

gamma(P) i.a. = 1.40

$P_{v,d} = 0.00 \text{ kN/m}$   
 $E_{av,d} = 24.29 \text{ kN/m}$   
 $G_{,d} = 8.84 \text{ kN/m}$   
 $Ch_{,d} = 12.10 \text{ kN/m}$

Folgender Nachweis ist zu erbringen:

$$(Q_{g,k} + 24.49 - 0.51) / \gamma(P) \geq 34.02 \text{ kN/m}$$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Hydraulische Grundbruchsicherheit

UK Schicht = 650.30  
Gewicht = 81.60 kN/m<sup>2</sup> ✓  
Strömungskraft = 6.37 kN/m<sup>2</sup>  
 $\gamma(\text{Gewicht}) = 0.95$   
 $\gamma(\text{Strömungskraft}) = 1.45$   
Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.119  
= 0.119 =  $(1.45 \cdot 6.37) / (0.95 \cdot 81.60)$

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten  $f_Q = 1.300 / 1.200 = 1.083$

Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma(R_v) = 1.300$

Breite = 0.49 m

Gewicht  $G_{,k}$  (einschließlich Verkehr) = 71.95 [kN/m]

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)

$E_{av,k} (\Delta = 2/3 \cdot \phi) = 29.98 \text{ [kN/m]}$

Kohäsionskraft  $K_{,k} = 21.30 \text{ [kN/m]}$

Grundbruchlast  $R_{n,k} = 1297.94 \text{ [kN/m]}$  ✓

Grundbruch mit:

Reibungswinkel  $\phi_{,k} = 30.14 \text{ [}^\circ\text{]}$

Kohäsion  $c_{,k} = 13.42 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$N_d = 18.698 / N_b = 10.276 / N_c = 30.481$

$\sigma_{g,\ddot{u}} = 114.120 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$\mu_e = [G_{,k} \cdot \gamma(G)] / [(R_{n,k} + K_{,k} + E_{av,k}) / \gamma(R_v)] = 0.083$

$\mu_e = [71.95 \cdot 1.20] / [(1297.94 + 21.30 + 29.98) / 1.300] = 0.083$



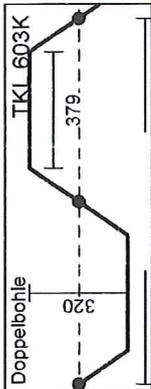
Ingenieurbüro Dr.-Ing. Koch \* Bauplanung GmbH  
 Beethovenstrasse 13 \* 87435 Kempten \* Tel: 0831-52172-0

# HWS- westlicher Günz

## Hochwasserrückhaltebecken Frechenrieden

Statik-Nr. 1852

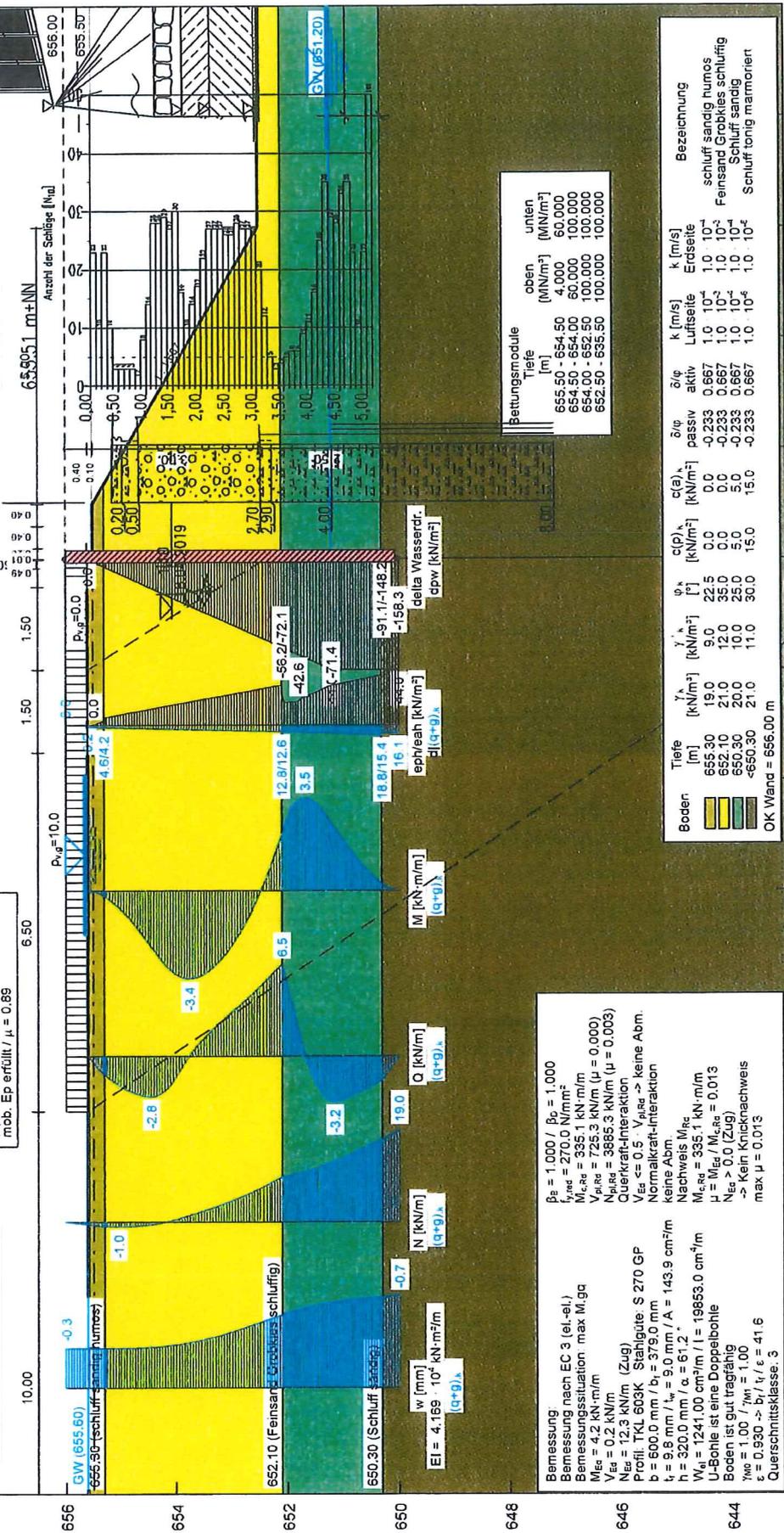
Vatan- 11/2019



Norm: EC 7  
 Spundwand  
 TKL 603K  
 Aktiver Erddruck nach DIN 4085  
 Ersatzerdruick-Beiwert  $K_{a0} [\alpha] = 0.200$   
 Passiv Erddruck nach: DIN 4085.2017  
 Bettungsreaktion angepasst mit  $\gamma_{ep}$   
 Erf. Profillänge = 6,00 m  
 Erf. Einbindetiefe = 5,50 m  
 $\gamma_G = 1,20$   
 $\gamma_Q = 1,30$   
 $\gamma_{EP} = 1,30$   
 mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0,89$

Bohrprofil KB6/19

BK6/19 proj.  
 655.15 m+NN  
 DPH6/19  
 655.05.1 m+NN



Bettungsmodulle

Tiefe [m]	aktiv $\delta_{ap}$	passiv $\delta_{pp}$	$c(\beta)$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\phi_a$ [°]	$\phi_a$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_a$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_a$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta_{ap}$ [m/s]	$\delta_{pp}$ [m/s]	Bezeichnung
655.50 - 654.50	4.000	1.0 · 10 <sup>4</sup>	0.0	22.5	9.0	19.0	655.30	1.0 · 10 <sup>4</sup>	1.0 · 10 <sup>4</sup>	schluff sandig humos
654.50 - 654.00	60.000	1.0 · 10 <sup>4</sup>	0.0	35.0	12.0	21.0	652.10	1.0 · 10 <sup>4</sup>	1.0 · 10 <sup>4</sup>	Feinsand Grobkies schluffig
654.00 - 652.50	100.000	1.0 · 10 <sup>4</sup>	5.0	25.0	10.0	20.0	650.30	1.0 · 10 <sup>4</sup>	1.0 · 10 <sup>4</sup>	Schluff sandig
652.50 - 635.50	100.000	1.0 · 10 <sup>4</sup>	15.0	30.0	11.0	21.0	<650.30	1.0 · 10 <sup>4</sup>	1.0 · 10 <sup>4</sup>	Schluff tonig marmoriert

Bemessung  
 $f_{red} = 1.000 / \beta_s = 1.000$   
 $f_{red} = 270.0 \text{ kN/m}^2$   
 $M_{s,red} = 335.1 \text{ kN/m}^2$   
 $N_{s,red} = 725.3 \text{ kN/m} (\mu = 0.000)$   
 $N_{p,red} = 3865.3 \text{ kN/m} (\mu = 0.003)$   
 $N_{ep} = 0.2 \text{ kN/m}$   
 Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Ed} \rightarrow$  keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweis  $M_{s,red}$   
 $M_{s,red} = 335.1 \text{ kN-m/m}$   
 $\mu = M_{s,red} / M_{s,Ed} = 0.013$   
 $N_{s,red} > 0.0$  (Zug)  
 $\rightarrow$  kein Knicknachweis  
 $\max \mu = 0.013$

Profil: TKL 603K Stahlgüte S 270 GP  
 $b = 600.0 \text{ mm} / b_1 = 379.0 \text{ mm}$   
 $t = 9.8 \text{ mm} / t_w = 9.0 \text{ mm} / A = 143.9 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 320.0 \text{ mm} / \alpha = 61.2^\circ$   
 $W_{pl,y} = 1241.00 \text{ cm}^3/\text{m} / I = 19853.0 \text{ cm}^4/\text{m}$   
 U-Bohle ist eine Doppelbohle  
 Boden ist gut tragfähig  
 $\gamma_{nd} = 1.00 / \gamma_{nd} = 1.00$   
 $\xi = 0.950 \rightarrow b_r / t_r / \epsilon = 41.6$   
 Querschnittsklasse: 3

16 14 12 10 8 6 4 2 0 -2 -4 -6 -8

Spundwand

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

*Stirnseite Unterwasser*

Indices:

- d = Bemessungswert
- k = charakteristisch
- g = Ständig, einschließlich Wasserdruck ✓
- q = Veränderlich
- g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck
- w = Wasserdruck

Wandkopf = 656.00 m ✓

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m  
 Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 655.50 m  
 Grundwasserstand (Erdseite) = 655.60 m  
 Grundwasserstand (Luftseite) = 651.20 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

Bermen auf der Aktivseite

Nr.	x1	x2	dh	a	x	y	Auflast	Verkehr
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]
1	0.00	0.01	-0.40	0.00	0.00	0.43	0.00	nein
2	0.01	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	nein ✓
3	0.50	3.50	0.00	0.00	0.82	4.91	0.00	nein
4	3.50	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	nein

Der Einfluss von Aktivbermen auf den aktiven Erddruck wird gemäß den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" berechnet.

Bermen auf der Passivseite

Nr.	x1	x2	dh	Auflast
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	-0.20	-0.60	0.00	0.00
2	-0.60	-1.00	0.00	0.00
3	-1.00	-6.00	-3.00	0.00

Der Einfluss von Passivbermen auf den passiven Erddruck wird in Analogie zu den Beziehung in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" für Aktivbermen berechnet.

~~Flächenlast p = 0.00 kN/m<sup>2</sup>~~

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(Luftseite)	x(Erdseite)	Tiefe
[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]
1	0.00	0.00	0.00	2.00	655.60
2	10.00	0.00	0.00	10.00	655.60

*BE-Fläche*

Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
1	655.60	655.60	652.38	0.00	0.00	0.00	0
2	655.60	655.60	640.70	3.59	3.59	3.59	0

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers: ✓

Profillänge von 6.00 m fest und Fuß gebettet

Bettungsmodule

von	bis	ks(oben)	ks(unten)
[m]	[m]	[MN/m <sup>3</sup> ]	[MN/m <sup>3</sup> ]
655.50	654.50	4.000	60.000

654.50	654.00	60.000	100.000
654.00	652.50	100.000	100.000
652.50	635.50	100.000	100.000

Bettungsreaktion angepasst mit  $\gamma(E_p)$   
Ausnutzungsgrad  $\mu = 253.268 / 304.594 = 0.831$   
Bettungslager  $B_{h,d} = 253.268 \text{ kN/m}$   
Erdwiderstand  $E_{p,d} = 304.594 \text{ kN/m}$

Bodenkennwerte

Schicht	UK	$\gamma_{m,k}$	$\gamma_{m',k}$	$\phi_{i,k}$	$c(pas),k$	$c(akt),k$	$d(p)/\phi_i$	$d(a)/\phi_i$
[-]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]
1	655.30	19.00	9.00	22.50	0.00	0.00	-0.233	0.667
2	652.10	21.00	12.00	35.00	0.00	0.00	-0.233	0.667
3	650.30	20.00	10.00	25.00	5.00	5.00	-0.233	0.667
4	616.00	21.00	11.00	30.00	15.00	15.00	-0.233	0.667

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert  $k_{ah} [-] = 0.200$   
Ersatzerddruck-Beiwert  $k_{ah}$  wird angewendet, wenn Kohäsion  $<> 0.0$ .  
Ersatzerddruck-Beiwert  $k_{ah}$  wird nur auf ständige Lasten angewendet.  
bestimmt nach: DIN 4085

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$\phi_{i,k}$	delta	theta
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	655.30	0.384	1.109	22.500	15.01	51.51
2	652.10	0.224	0.813	35.000	23.34	58.94
3	650.30	0.346	1.043	25.000	16.67	53.00
4	616.00	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98

Aktive Erddruckordinaten ( $[g+q], k$ )

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
656.000	655.600	0.000	0.190	0.00	0.00
655.600	655.572	0.189	3.682	0.00	0.28
655.572	655.500	3.682	3.931	0.28	1.00
655.500	655.309	3.931	4.591	1.00	2.91
655.309	655.300	4.591	4.622	2.91	3.00
655.300	655.000	4.192	5.000	3.00	6.00
655.000	654.500	5.000	6.346	6.00	11.00
654.500	654.000	6.346	7.693	11.00	16.00
654.000	652.950	7.693	10.520	16.00	26.50
652.950	652.500	10.520	11.732	26.50	31.00
652.500	652.375	11.732	12.068	31.00	32.25
652.375	652.100	12.068	12.809	32.25	35.00
652.100	651.985	12.576	12.975	35.00	36.15
651.985	651.682	12.975	14.021	36.15	39.18
651.682	651.467	14.021	14.764	39.18	41.33
651.467	651.200	14.764	15.687	41.33	44.00
651.200	650.950	15.687	16.551	44.00	44.00
650.950	650.300	16.551	18.798	44.00	44.00
650.300	649.999	15.406	16.069	44.00	44.00
649.999	640.702	16.069	36.521	44.00	44.00
640.702	616.000	36.521	108.091	44.00	44.00

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017  
(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	$k_{pgh}$	$k_{pch}$	$\phi_{i,k}$	delta	theta
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	655.30	2.523	3.348	22.500	-5.24	29.47
2	652.10	4.851	4.956	35.000	-8.16	22.39
3	650.30	2.848	3.597	25.000	-5.83	28.06
4	616.00	3.680	4.194	30.000	-6.99	25.24

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30  
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
655.57	655.50	0.00	0.00
655.50	655.31	0.00	-7.04
655.31	655.30	-7.04	-7.37

655.30	655.00	-14.18	-18.82
655.00	654.50	-18.82	-28.01
654.50	654.00	-28.01	-37.20
654.00	652.95	-37.20	-56.50
652.95	652.50	-56.50	-64.78
652.50	652.38	-64.78	-67.07
652.38	652.10	-67.07	-72.13
652.10	651.98	-56.19	-41.42
651.98	651.68	-41.42	-50.26
651.68	651.47	-50.26	-59.68
651.47	651.20	-59.68	-71.39
651.20	650.95	-71.39	-76.86
650.95	650.30	-76.86	-91.10
650.30	650.00	-148.23	-158.29
650.00	640.70	-158.29	-447.78
640.70	616.00	-447.78	-1217.02

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
656.00	0.0	0.0	0.0
655.60	-0.6	0.0	0.0
655.57	-0.6	-0.1	0.0
655.50	-0.8	-0.5	0.0
655.31	-1.1	-1.5	-0.2
655.30	-1.1	-1.5	-0.2
655.00	-1.2	-2.5	-0.9
654.50	-0.7	-3.4	-2.4
654.00	0.6	-1.8	-3.8
652.95	5.5	3.9	-2.4
652.50	8.2	5.8	-0.2
652.38	9.1	6.4	0.6
652.10	11.1	7.8	2.6
651.98	11.4	5.8	3.3
651.68	12.3	0.2	4.2
651.47	13.2	-2.4	4.0
651.20	14.6	-3.8	3.1
650.95	16.1	-3.6	2.2
650.30	20.3	-2.0	0.3
650.00	22.8	0.0	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
656.00	0.0	0.0	0.0
655.60	-0.6	0.0	0.0
655.57	-0.6	-0.1	0.0
655.50	-0.8	-0.5	0.0
655.31	-1.1	-1.5	-0.2
655.30	-1.1	-1.5	-0.2
655.00	-1.2	-2.5	-0.9
654.50	-0.7	-3.4	-2.4
654.00	0.6	-1.8	-3.8
652.95	5.5	3.9	-2.4
652.50	8.2	5.8	-0.2
652.38	9.1	6.4	0.6
652.10	11.1	7.8	2.6
651.98	11.4	5.8	3.3
651.68	12.3	0.2	4.2
651.47	13.2	-2.4	4.0
651.20	14.6	-3.8	3.1
650.95	16.1	-3.6	2.2
650.30	20.3	-2.0	0.3
650.00	22.8	0.0	0.0

Schnittgrößen ([g+q], k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
656.00	0.0	0.0	0.0
655.60	-0.5	0.0	0.0
655.57	-0.5	-0.1	0.0
655.50	-0.7	-0.4	0.0
655.31	-0.9	-1.2	-0.2

655.30	-0.9	-1.3	-0.2
655.00	-1.0	-2.1	-0.7
654.50	-0.6	-2.8	-2.0
654.00	0.5	-1.5	-3.2
652.95	4.5	3.3	-2.0
652.50	6.8	4.9	-0.1
652.38	7.5	5.4	0.5
652.10	9.2	6.5	2.1
651.98	9.5	4.8	2.8
651.68	10.2	0.2	3.5
651.47	11.0	-2.0	3.3
651.20	12.1	-3.2	2.6
650.95	13.4	-3.0	1.8
650.30	16.9	-1.7	0.3
650.00	19.0	0.0	0.0

Schnittgrößen (g, k)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
656.00	0.0	0.0	0.0
655.60	-0.5	0.0	0.0
655.57	-0.5	-0.1	0.0
655.50	-0.7	-0.4	0.0
655.31	-0.9	-1.2	-0.2
655.30	-0.9	-1.3	-0.2
655.00	-1.0	-2.1	-0.7
654.50	-0.6	-2.8	-2.0
654.00	0.5	-1.5	-3.2
652.95	4.5	3.3	-2.0
652.50	6.8	4.9	-0.1
652.38	7.5	5.4	0.5
652.10	9.2	6.5	2.1
651.98	9.5	4.8	2.8
651.68	10.2	0.2	3.5
651.47	11.0	-2.0	3.3
651.20	12.1	-3.2	2.6
650.95	13.4	-3.0	1.8
650.30	16.9	-1.7	0.3
650.00	19.0	0.0	0.0

Schnittgrößen (q, k)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
656.00	0.0	0.0	0.0
655.60	0.0	0.0	0.0
655.57	0.0	0.0	0.0
655.50	0.0	0.0	0.0
655.31	0.0	0.0	0.0
655.30	0.0	0.0	0.0
655.00	0.0	0.0	0.0
654.50	0.0	0.0	0.0
654.00	0.0	0.0	0.0
652.95	0.0	0.0	0.0
652.50	0.0	0.0	0.0
652.38	0.0	0.0	0.0
652.10	0.0	0.0	0.0
651.98	0.0	0.0	0.0
651.68	0.0	0.0	0.0
651.47	0.0	0.0	0.0
651.20	0.0	0.0	0.0
650.95	0.0	0.0	0.0
650.30	0.0	0.0	0.0
650.00	0.0	0.0	0.0

Schnittgrößen (w, k)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
656.00	0.0	0.0	0.0
655.60	0.0	0.0	0.0
655.57	0.0	0.0	0.0
655.50	0.0	-0.1	0.0
655.31	0.0	-0.3	0.0
655.30	0.0	-0.3	0.0

655.00	0.0	-0.7	-0.2
654.50	0.0	-1.5	-0.7
654.00	0.0	-1.1	-1.5
652.95	0.0	2.0	-0.9
652.50	0.0	3.3	0.3
652.38	0.0	3.7	0.8
652.10	0.0	4.6	1.9
651.98	0.0	3.3	2.4
651.68	0.0	-0.1	2.9
651.47	0.0	-1.7	2.7
651.20	0.0	-2.7	2.0
650.95	0.0	-2.5	1.4
650.30	0.0	-1.0	0.2
650.00	0.0	0.0	0.0

Weggrößen ([g+q], k)

berechnet mit EI = 4.169E+4 kN·m<sup>2</sup>/m

Tiefe [m]	w [mm]	ks [kN/m <sup>3</sup> ]	sig, Bh, d [kN/m <sup>2</sup> ]	eph, d [kN/m <sup>2</sup> ]
656.00	-0.3	-	-	-
655.95	-0.3	-	-	-
655.65	-0.3	-	-	-
655.60	-0.3	-	-	-
655.60	-0.3	-	-	-
655.57	-0.3	-	-	-
655.57	-0.3	-	-	-
655.50	-0.3	0.00	0.00	0.00
655.50	-0.3	0.00	0.00	0.00
655.45	-0.3	0.00	0.00	1.70
655.32	-0.3	14.30	4.03	6.78
655.31	-0.3	14.30	4.03	7.04
655.31	-0.3	14.70	4.15	7.04
655.30	-0.3	14.70	4.15	7.37
655.30	-0.3	15.20	4.29	14.18
655.27	-0.3	15.20	4.29	13.85
655.05	-0.3	29.21	8.26	17.91
655.00	-0.3	29.21	8.27	18.82
655.00	-0.3	32.01	9.06	18.82
654.95	-0.3	32.01	9.07	19.74
654.55	-0.3	57.20	16.47	27.09
654.50	-0.3	57.20	16.53	28.01
654.50	-0.3	60.00	17.34	28.01
654.45	-0.3	60.00	17.40	28.93
654.05	-0.3	96.00	29.20	36.28
654.00	-0.3	96.00	29.45	37.20
654.00	-0.3	100.00	30.67	37.20
653.95	-0.3	100.00	30.95	38.12
653.00	-0.4	100.00	39.81	55.59
652.95	-0.4	100.00	40.45	56.50
652.95	-0.4	100.00	40.45	56.50
652.90	-0.4	100.00	41.09	57.42
652.55	-0.5	100.00	45.85	63.86
652.50	-0.5	100.00	46.55	64.78
652.50	-0.5	100.00	46.55	64.78
652.44	-0.5	100.00	47.42	65.92
652.44	-0.5	100.00	47.42	65.92
652.38	-0.5	100.00	48.29	67.07
652.38	-0.5	100.00	48.29	67.07
652.33	-0.5	100.00	48.93	67.91
652.15	-0.5	100.00	51.43	71.29
652.10	-0.5	100.00	52.03	72.13
652.10	-0.5	64.84	33.74	56.19
652.04	-0.5	64.84	34.22	41.07
652.04	-0.5	63.96	33.76	41.07
651.98	-0.5	63.96	34.23	41.42
651.98	-0.5	63.67	34.07	41.42
651.93	-0.5	63.67	34.52	41.77
651.74	-0.6	70.14	39.53	47.90
651.68	-0.6	70.14	39.92	50.26
651.68	-0.6	72.92	41.50	50.26
651.63	-0.6	72.92	41.88	52.61
651.52	-0.6	81.14	47.40	57.32
651.47	-0.6	81.14	47.77	59.68

651.47	-0.6	83.68	49.26	59.68
651.40	-0.6	83.68	49.73	62.77
651.25	-0.6	94.87	57.39	69.23
651.20	-0.6	94.87	57.70	71.39
651.20	-0.6	97.33	59.19	71.39
651.15	-0.6	97.33	59.49	72.48
651.00	-0.6	100.00	61.97	75.77
650.95	-0.6	100.00	62.23	76.86
650.95	-0.6	100.00	62.23	76.86
650.90	-0.6	100.00	62.47	77.96
650.35	-0.6	100.00	64.70	90.01
650.30	-0.6	100.00	64.88	91.10
650.30	-0.6	100.00	64.88	148.23
650.25	-0.7	100.00	65.06	150.47
650.05	-0.7	100.00	65.76	156.73
650.00	-0.7	100.00	65.93	158.29

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]  
 phi, [g+q], k: 0.00198961  
 Theoretischer Fußpunkt = 649.999 m

Bemessung nach EC 3 (el.-el.)

Bemessungssituation: max M, gq

M, Ed = 4.2 kN·m/m

V, Ed = 0.2 kN/m

N, Ed = 12.3 kN/m (Zug)

Profil: TKL 603K Stahlgüte: S 270 GP

~~b = 600.0 mm / b, f = 379.0 mm~~

t, f = 9.8 mm / t, w = 9.0 mm / A = 143.9 cm<sup>2</sup>/m

h = 320.0 mm / alpha = 61.2 °

W, el = 1241.00 cm<sup>3</sup>/m / I = 19853.0 cm<sup>4</sup>/m

U-Bohle ist eine Doppelbohle

Boden ist gut tragfähig

gam, M0 = 1.00 / gam, M1 = 1.00

epsilon = 0.930 -> b, f / t, f / epsilon = 41.6

Querschnittsklasse: 3

beta, B = 1.000 / beta, D = 1.000

fy, red = 270.0 N/mm<sup>2</sup>

Mc, Rd = 335.1 kN·m/m

Vpl, Rd = 725.3 kN/m (mu = 0.000)

Npl, Rd = 3885.3 kN/m (mu = 0.003)

Querkraft-Interaktion

V, Ed <= 0.5 · Vpl, Rd -> keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M, Rd

Mc, Rd = 335.1 kN·m/m

mu = M, Ed / Mc, Rd = 0.013

N, Ed > 0.0 (Zug)

-> Kein Knicknachweis

max mu = 0.013

max M, d = 4.2 kN·m/m (Tiefe = 651.68 m)

Zugehörige Werte: N, d = 12.3 kN/m; Q, d = 0.2 kN/m; w, k = 0.6 mm

max Q, d = 7.8 kN·m/m (Tiefe = 652.10 m)

Zugehörige Werte: N, d = 11.1 kN/m; M, d = 2.6 kN·m/m; w, k = 0.6 mm

max N, d = 22.8 kN/m (Tiefe = 650.00 m)

Zugehörige Werte: Q, d = 0.0 kN/m; M, d = 0.0 kN·m/m; w, k = 0.8 mm

max w, k = 0.7 mm (Tiefe = 650.00 m)

Zugehörige Werte: N, d = 22.8 kN/m; Q, d = 0.0 kN/m; M, d = 0.0 kN·m/m

Einbindetiefe tg = 5.50 m

Profillänge = 6.00 m

TKL 603K S270 GP - L = 6,00m

Nachweis Summe V

Das Vorzeichen ist positiv, wenn Kraftgröße nach unten gerichtet ist.

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

Bedingung: Pv, k + G, k + Eav, k >= Bv, k

$G, k = 6.78 \text{ kN/m}$   
 $Pv, k = 0.00 \text{ kN/m}$   
 $Eav, k = 22.25 \text{ kN/m}$  ( $Eah, k = 61.40 \text{ kN/m}$ )  
 $Bv, k = 25.89$   
Summe  $V, k = 3.14 \text{ kN/m}$  (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

Nachweis mit Bemessungsgrößen

$Qg, k / \gamma(P) \geq Pv, d + Eav, d + G, d$

( $Qg, k$  = Druckkraft infolge Mantelreibung und Spitzendruck)

(Mantelreibung nur unterhalb des rechnerischen Fußpunktes)

$\gamma(P)$  i.a. = 1.40

$Pv, d = 0.00 \text{ kN/m}$

$Eav, d = 26.70 \text{ kN/m}$

$G, d = 8.13 \text{ kN/m}$

Folgender Nachweis ist zu erbringen:

$Qg, k / \gamma(P) \geq 34.84 \text{ kN/m}$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Hydraulische Grundbruchsicherheit

UK Schicht = 650.00

Gewicht =  $101.31 \text{ kN/m}^2$

Strömungskraft =  $7.66 \text{ kN/m}^2$

$\gamma(\text{Gewicht}) = 0.95$

$\gamma(\text{Strömungskraft}) = 1.45$

Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.115

=  $0.115 = (1.45 \cdot 7.66) / (0.95 \cdot 101.31)$

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten  $fQ = 1.300 / 1.200 = 1.083$

Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma(Rv) = 1.300$

Breite = 0.44 m

Gewicht  $G, k$  (einschließlich Verkehr) =  $59.80 \text{ [kN/m]}$

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)

$Eav, k$  ( $\delta = 2/3 \cdot \phi$ ) =  $26.55 \text{ [kN/m]}$

Kohäsionskraft  $K, k = 13.50 \text{ [kN/m]}$

Grundbruchlast  $Rn, k = 1160.66 \text{ [kN/m]}$

Grundbruch mit:

Reibungswinkel  $\phi, k = 30.13 \text{ [}^\circ\text{]}$

Kohäsion  $c, k = 13.23 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$Nd = 18.665 / Nb = 10.250 / Nc = 30.442$

$\sigma_{\dot{u}} = 114.672 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$\mu_e = [G, k \cdot \gamma(G)] / [(Rn, k + K, k + Eav, k) / \gamma(Rv)] = 0.078$

$\mu_e = [59.80 \cdot 1.20] / [(1160.66 + 13.50 + 26.55) / 1.300] = 0.078$