



## Statische Berechnung Baugrubenverbau

**Auftrags-Nr.:** 27130

**Bauvorhaben:** HB Crimmitschau West  
Gemarkung: Leitelshain  
Stadt: Crimmitschau

**Bauherr:** Wasserwerke Zwickau GmbH  
Erlmühlenstraße 15  
08066 Zwickau

**Tragwerksplanung:** ibg Georgi  
Äußere Schneeberger Straße 150  
08056 Zwickau

**Auftraggeber:** bks Ingenieurbüro GmbH  
R.-Breitscheid-Straße 7  
08112 Wilkau-Haßlau

**Bearbeiter:** Dipl.-Ing. T. Pietzsch (FH)

**Stand:** 09.08.2023

<b>HINSICHTLICH DER STANDSICHERHEIT GEPRÜFT</b>
In Verbindung mit dem Prüfbericht Prüfbericht-Nr.: <b>2024-F021-1</b> Zwickau, den <b>18.04.2024</b>
Unterschrift: 
<b>PRÜFINGENIEUR FÜR STANDSICHERHEIT</b> Fachrichtung: Massivbau, Metallbau im Einvernehmen mit dem Sächsischen Staatsministerium des Inneren anerkannter Prüfungenieur
<b>Dr.-Ing. Titus Klöcker</b> KUP Zwickau GbR · Bahnhofstraße 14 · 08056 Zwickau Tel.: 03 75 / 77022-0 · Fax: 77022-22 · info@kup-zwickau.de



## Inhaltsverzeichnis

TB	Titelblatt	1
	Inhalt	2
0.0	Vorbemerkungen	3
0.1	Positionsübersicht	5
1	Trägerbohlwand Baugrube - Bereich Wasserkammer	6
2	Trägerbohlwand Baugrube - Bereich Bedienhaus	17
3	Trägerbohlwand am Mehrfachrohrgraben - Bestandsbehälter	29





## Pos. 0.0 Vorbemerkungen

### 1. Allgemeines

Für den Neubau eines Hochbehälters in Crimmitschau mit  $2 \times 600 \text{m}^3$  Volumen als Stahlbetonbehälter, ist eine Baugrube zu errichten. Der neue Behälter soll in 2 Bauabschnitten errichtet werden. Neben dem Hochbehälter befindet sich ein Bestandsbehälter, der während der Bauzeit des 1. Bauabschnittes weiterhin in Betrieb bleibt und die kommunale Wasserversorgung sichert. In der Phase des 1. Bauabschnittes sind ein Rohrgraben auf der Ostseite des Bestandsbehälters, sowie die Baugrube auf der Nordseite des Behälters herzustellen. Um eine ungleichmäßige Anfüllung des Bestandsbehälters zu vermeiden und damit wesentliche Änderungen am statischen System vorzunehmen, soll eine Trägerbohlwand neben dem Bestandsbehälter mit einem ausreichenden Abstand von ca. 2,50m eingebracht werden. Die Träger sind dabei einzubohren und nicht einzuschlagen um Erschütterungen weitestgehend zu vermeiden. In der Einflusszone am Bauort wird kein Grundwasserstand angeschnitten. Es kann also von einer offenen Wasserhaltung für Sicker- und Niederschlagswässer ausgegangen werden. Der hier betrachtete Baugrubenverbau bezieht sich auf den 1. Bauabschnitt des Behälterneubaus. Im 2. Bauabschnitt wird der Bestandsbehälter zurückgebaut und die Wasserversorgung über die Wasserkammer 2 und das Bedienhaus des Neubaus realisiert.

### Randbedingungen:

- Der Bestandsbehälter soll weitestgehend überschüttet bleiben (Dämmung).
  - Auf der Dachdecke des Bestandsbehälters werden keine wesentlichen zusätzlichen Nutzlasten eingeleitet.
  - Die seitliche Anfüllung der Behälterwände soll weitestgehend erhalten bleiben.
  - Abböschungen der seitlichen Anfüllungen im Wandkopfbereich und im Bereich der Decke des Bestandsbehälters werden erforderlich, um die Baugrubenhöhe (freie Wandhöhe) zu reduzieren.
  - Entstehende Fehlfächen der überschütteten/angefüllten Bereiche sind mit geeignetem Dämmstoff abzudecken.
  - Der Verbau kann nicht rückverankert werden.
  - Der Verbau in Richtung Baugrube kann vorderseitig nicht abgestützt werden.
  - Größere Kopfverformung der Verbauwände sind für die Arbeiten im Rohrkanal sowie Arbeiten in der Baugrube des Behälters aus Sicht des Verfassers nicht nachteilig. Die aufgrund größerer Verformungen entstehenden Nachsetzungen der Wandanfüllungen hat auf die Statik des Bestandsbehälters keinen wesentlichen Einfluss. Es werden demnach größere Wandkopf-Verformungswerte üblich zugelassen.
  - Die Einbindungen der Bohlträger erfolgen in stark verwitterten Fels (Zechstein) und darunter liegend in das Rotliegende. Die genauen Felshorizonte sind im Baugrundgutachten angegeben. Die in den Berechnungen angesetzten Felshorizonte liegen, auf der sicheren Seite liegend, unter den im Baugrundgutachten angegebenen Höhen. (--> ggf. erweiterte Baugrube Bestandsbehälter)
  - Die angegebenen Gesamtlängen der Bohlträger beinhalten keine Überstände. D.h. die Überstände über OK Gelände sind vom Baubetrieb selbstständig zu addieren.
- Es besteht die Möglichkeit den Mehrfachrohrgraben neben dem Behälter in Abschnitten bis zu 4m Länge freizulegen, die Medienstränge einzubauen und anschließend wieder zu verfüllen. Aus statischer Sicht wird dieses Vorgehen stark befürwortet. Das Auffüllen des Grabens stabilisiert die die Anfüllung der Bestandsbehälterwände. Inwieweit sich wirtschaftliche und andere Interessen in dieser Maßnahme widerspiegeln lassen, kann nicht eingeschätzt werden.

### 2. Normenverzeichnis

DIN EN 1990 (EC 0)	Grundlagen der Tragwerksplanung
DIN EN 1991 (EC 1)	Lastannahmen
DIN EN 1992 (EC 2)	Beton, Stahlbeton u. Spannbetonbau
DIN EN 1997 (EC 7) + EAB	Geotechnik

### 3. Belastungsannahmen

Erddruck:	Aufgrund der Silowirkung wird der Erddruck hinter der Bohlträgerwand erhöht. ---> 80% Erdruhedruck / 20% aktiver Erddruck
Nutzlast auf Gelände	$q_k = 0 \text{kN/m}^2$ (während der Bauphase hinter Bohlträgerwand keine Belastung)



#### 4. Bauteildimension / Baustoffe

Bohlträger: HEB 300; S235 (Längen siehe Berechnungen)  
 Bohlen Ausfuchung: d=10cm; NH S10

#### 5. Baugrund

Zum Zeitpunkt der statischen Berechnungen lag dem Verfasser ein gültiges Baugrundgutachten vor. Die in den Berechnungen angesetzten Bodenkennwerte, Grundwasserstände sowie konstruktiven Maßnahmen entsprechen den Angaben in dieser Unterlage.

Unterlagenbezeichnung: [1]  
 Unterlage: "Ergebnisbericht Baugrund- und Abfalluntersuchung Radonkonzentration in der Bodenluft"

durch: Ingenieurbüro Eckert GmbH / Crusiusstraße 7 / 09120 Chemnitz  
 Stand vom: 03.07.2023

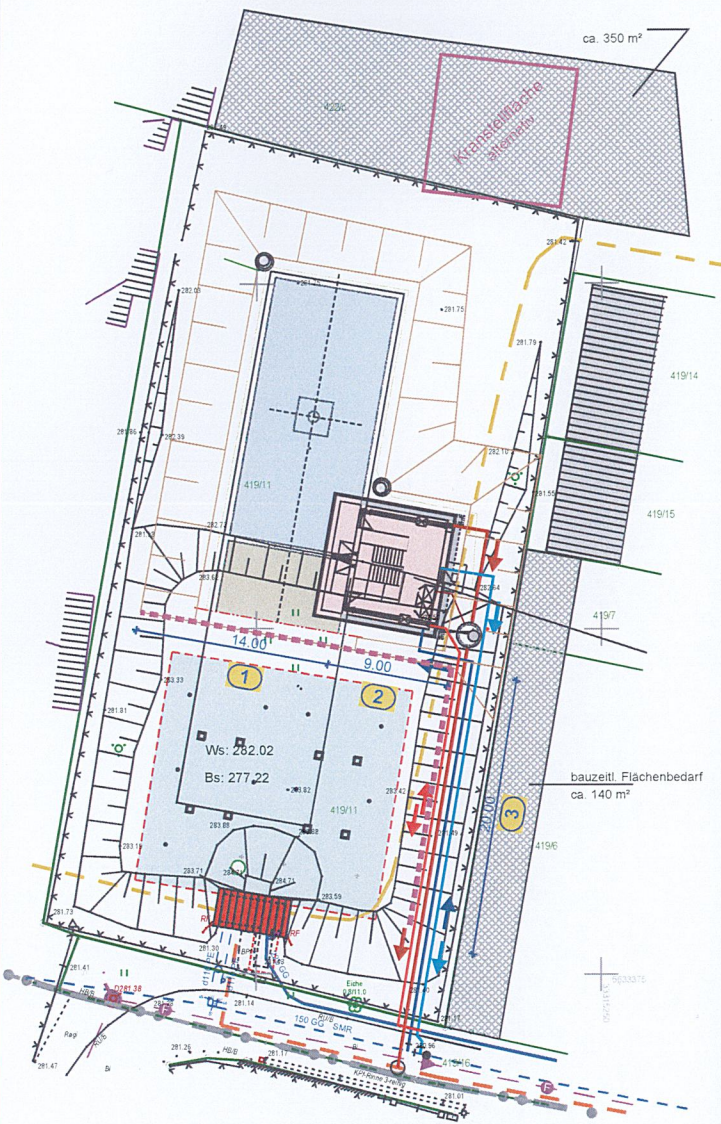
Die angetroffenen Bodenschichten sind mit folgenden Bodenkennwerten in [1] angegeben.

1	2	3	4	5	6	7
Bodenart	Kurzzeichen DIN 18 196	$\gamma_n^{1)}$	$\varphi'$	$c'$	$E_s$	Frost- empf.
[--]	[--]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[--]
Auffüllungen halbfest steif - weich	[TL] - [UL]	18 - 20 19	25 - 27 26	6 - 2 4	15 - 9 12	F 3 - F 2
Lößlehm halbfest - steif	UL / TL	19 - 21 20	25 - 27 26	9 - 5 7	25 - 15 20	F 3
Fels (Zechstein) vollständig verwittert	UL - TL / ST* - TL / SU*	20 - 22 21	28 - 30 29	9 - 15 12	20 - 30 25	F 3
Fels (Zechstein/Rotliegendes), stark verwittert	---	22 - 24 23	32 - 36 34	15 - 25 20	50 - 100 75	F 3 - F 2

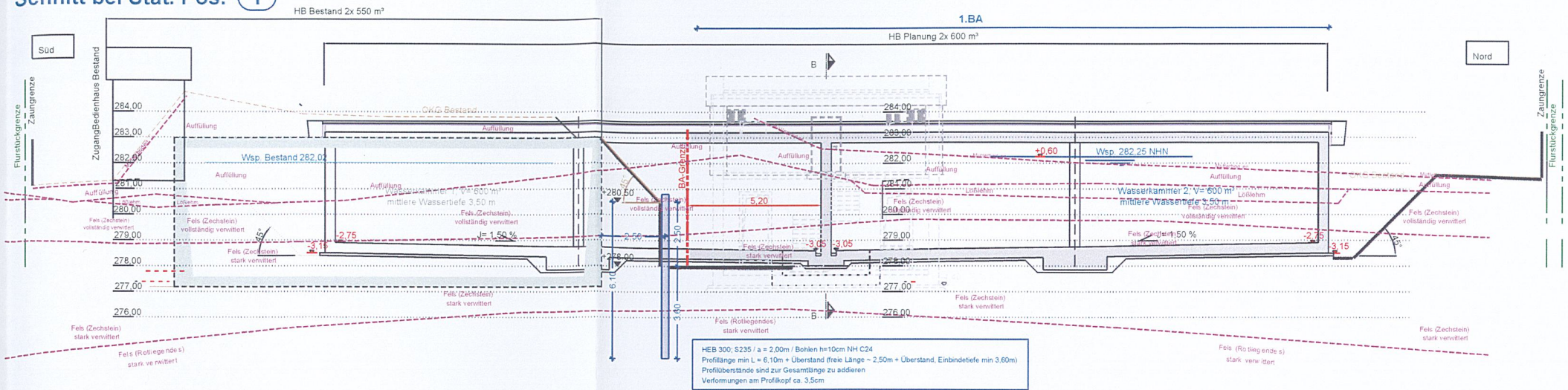




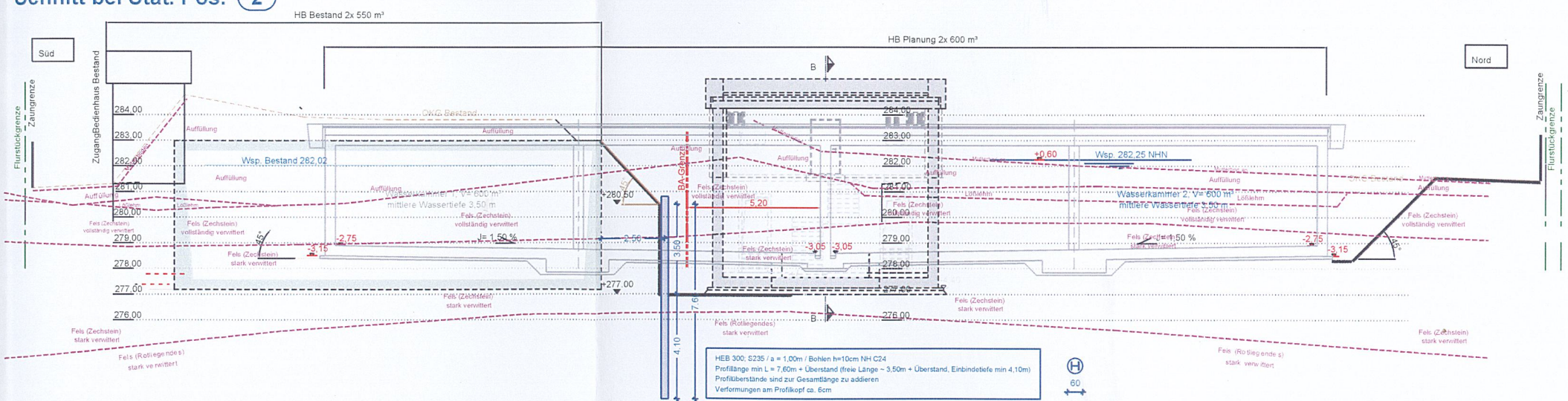
# Grundriss



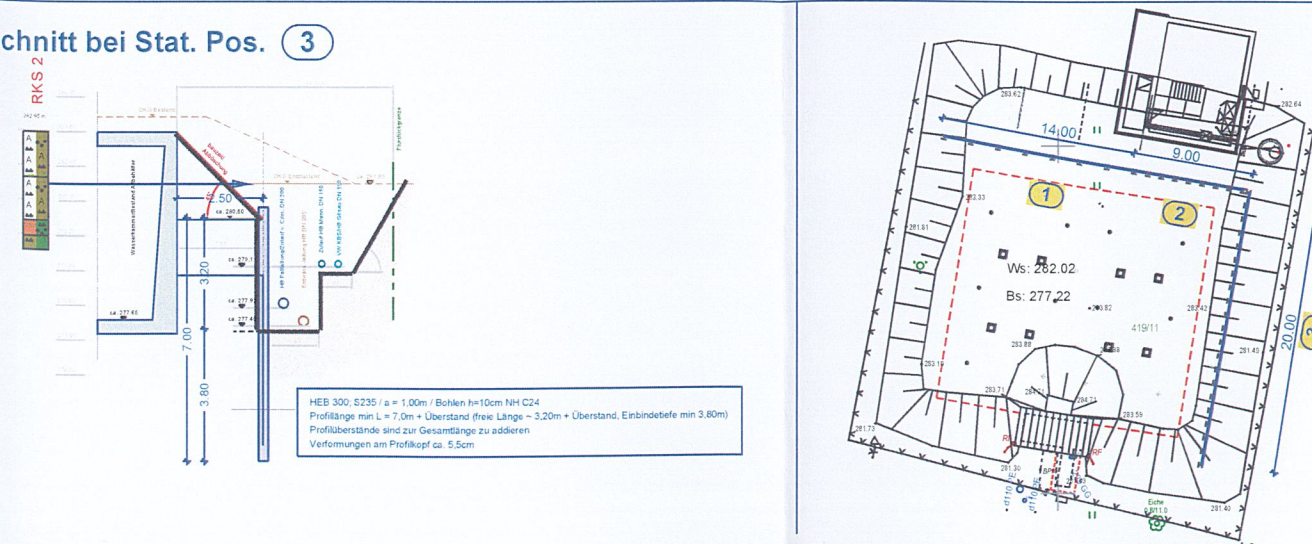
## Schnitt bei Stat. Pos. ①



## Schnitt bei Stat. Pos. ②



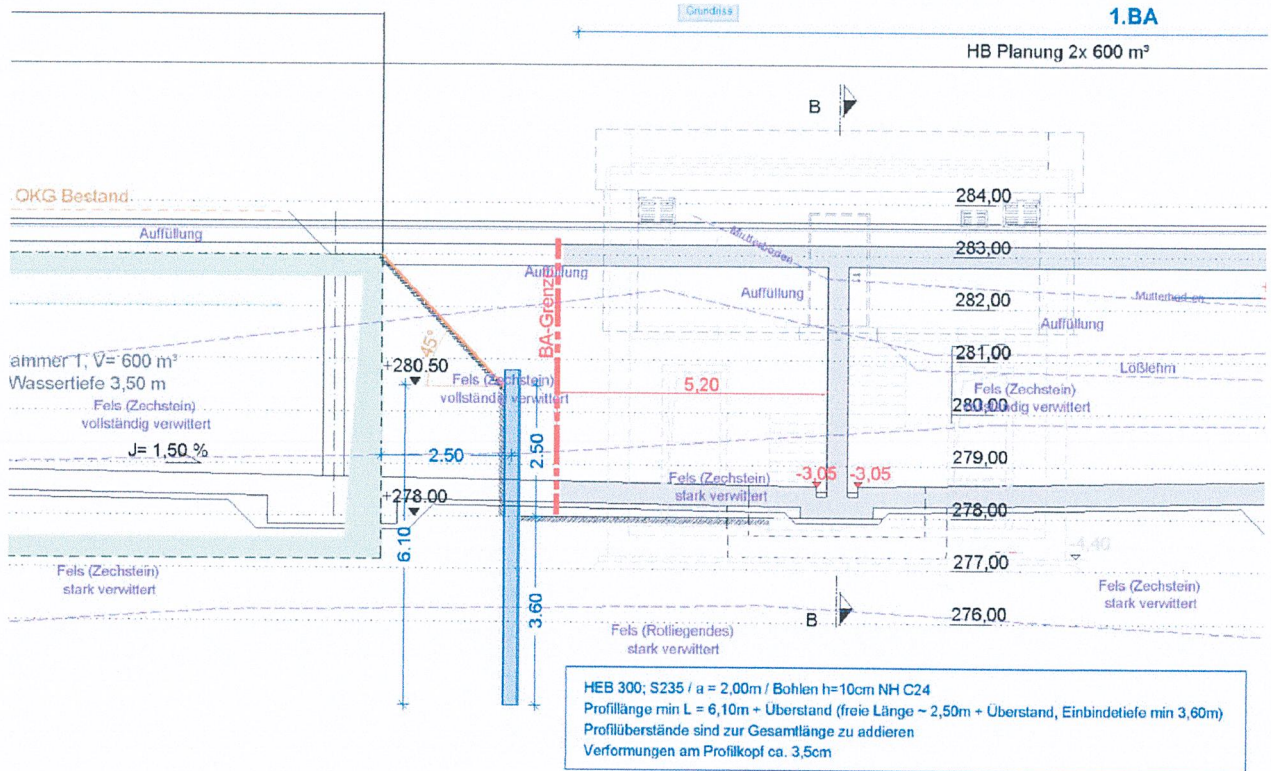
## Schnitt bei Stat. Pos. ③





## Pos. 1 Trägerbohlwand Baugrube - Bereich Wasserkammer

Situation:



Im statischen Modell wird der Schnittverlauf gespiegelt.

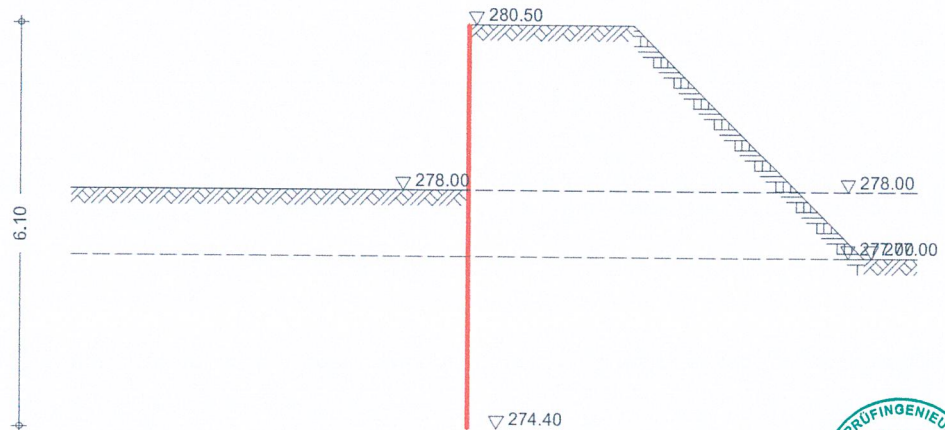
Der Felshorizont des vollständig verwitterten Felses wird entgegen der Erkundungsergebnisse (etwas außerhalb der ehemaligen Baugrube des Bestandsbehälters) bei 278m angesetzt.

Der Felshorizont des stark verwitterten Felses wird bei 277m im Modell angesetzt.

Sichere Seite.

System

M 1:110







**Bohlträger gerammt**

Achsabstand der Bohlträger  $a = 2.00$  m  
 Ausfachung aus Holz

**Bauzustände**

Name	z [m]	Lager. [%]	Situation	Kommentar
A	2.50	100.0	BS-P	Endaushub

**Baugrund**

Gelände erds.

z [m]	$\beta_1$ [°]	$b_1$ [m]	$\beta_2$ [°]	$b_2$ [m]	$\beta_3$ [°]
0.00	0.00	2.50	-45.00	3.50	0.00

\*\*\*\* HINWEIS \*\*\*\*

Die Neigung einer erdseitigen Böschungstufe ist größer als der innere Reibungswinkel der obersten Bodenschicht. Die Tragfähigkeit der Böschung ist gesondert nachzuweisen.

**Boden**

Schicht	h [m]	$\gamma$ $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	$c_{a,k}$ $c_{p,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta_{a,k}$ $\delta_{p,k}$ [°]	$\delta_{0,k}$ $\delta_{pC,k}$ [°]
Auffüll	2.50	19.0	26.0	4.0	17.3	0.0
		9.0		4.0	0.0	0.0
Fels-vvw	1.00	21.0	29.0	12.0	19.3	0.0
		11.0		12.0	0.0	0.0
Fels-svw	999.00	23.0	34.0	20.0	22.7	0.0
		13.0		20.0	-2.0	0.0

**Belastungen**

Flächenlasten

Nr.	EW	Typ	ah [m]	av [m]	s [m]	le [m]	p [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Gk	BL	0.00		2.50	100.00	25.00

BL : Blocklast

Zusammenstellungen

Last Nr. 1: p

aus Erdkeil  $h=2.50$ m  $(2.50+0) \cdot 20/2 = 25.00$  kN/m<sup>2</sup>

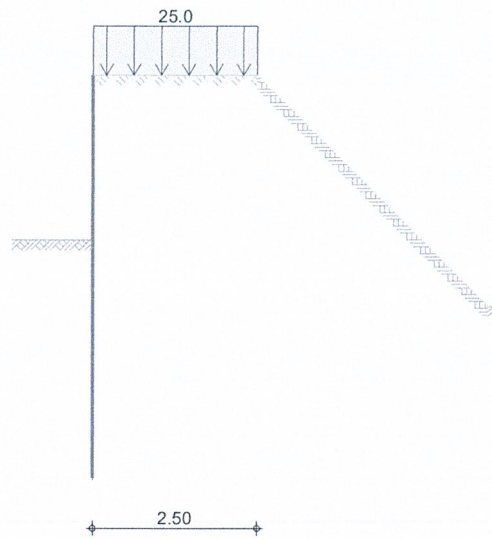
**Grafik**

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)



Einwirkung

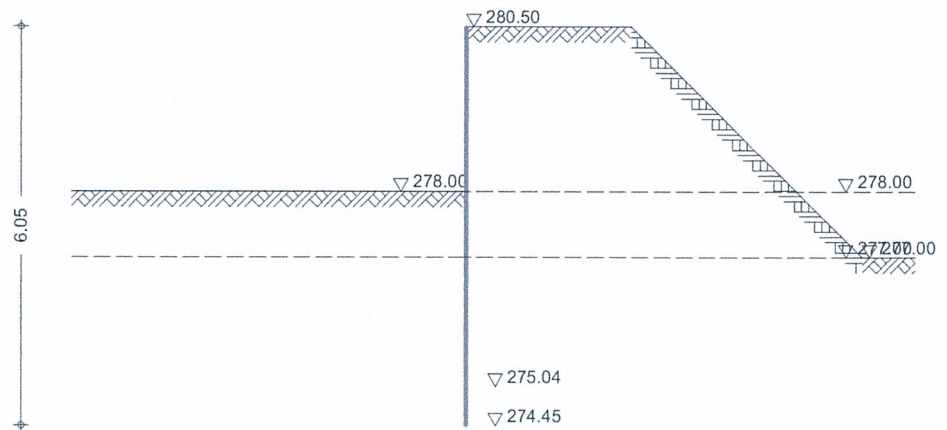
Gk



Bauzustand: A

Endaushub  
 Lagerung des Wandfußes: im Boden voll eingespannt  
 Aushubniveau  $z = 2.50$  m  
 theoretische Einbindetiefe  $t_1 = 2.96$  m  
 Rammtiefenzuschlag ( $0.20 \cdot t_1$ )  $\Delta t_1 = 0.59$  m  
 erforderliche Trägertiefe  $T_{\text{erf}} = 6.05$  m

System  
 M 1:110



Gelände luft.

ebenes Gelände  
 Abstand OK Gelände-Wandkopf

$z = 2.50$  m

Erddruck

Berechnung nach DIN 4085:2017-08



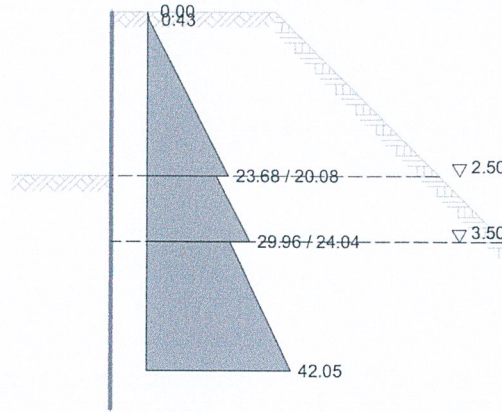


EW Gk.E

erhöhter aktiver Erddruck aus Bodeneigengewicht  
 Anteil aktiver Erddruck

$\mu = 0.20$  -

M 1:110

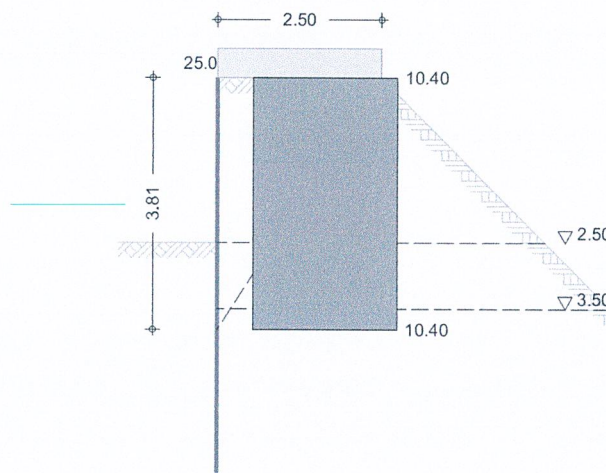


EW Gk

erhöhter aktiver Erddruck aus Blocklast  
 Lastordinate

$v_e = 25.00 \text{ kN/m}^2$

M 1:110



$\phi$ [°]	$\vartheta$ [°]	$z\phi$ [m]	$z\vartheta$ [m]	$K_{avh}$ [-]	$e_{aph,o}$ [kN/m²]	$e_{aph,u}$ [kN/m²]
31.32	56.76	0.00	3.81	0.667	10.40	10.40

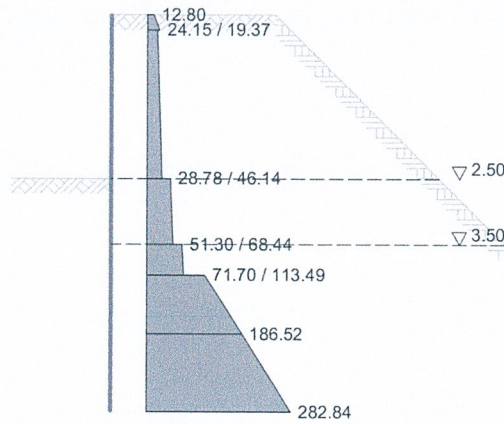
erhöhte aktive Erddruckkraft

$E'_{ah} = 39.69 \text{ kN/m}$   
 $E'_{av} = 2.90 \text{ kN/m}$



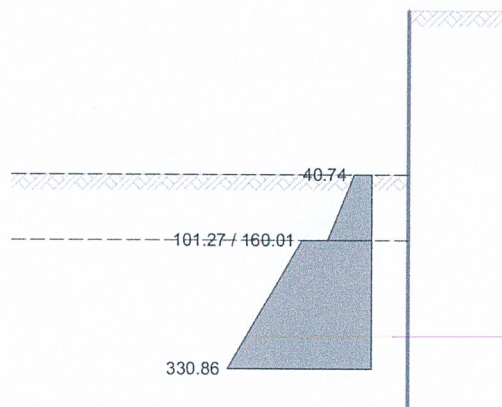
passiver Erddruck EpC für den Nachweis der Ersatzkraft 'C' gem. EB 26, Abs.6

M 1:110



passiver Erddruck aus Bodeneigengewicht

M 1:110



räumlicher Erdwiderstand

Breite der schmalen Wand

$b = 0.30 \text{ m}$

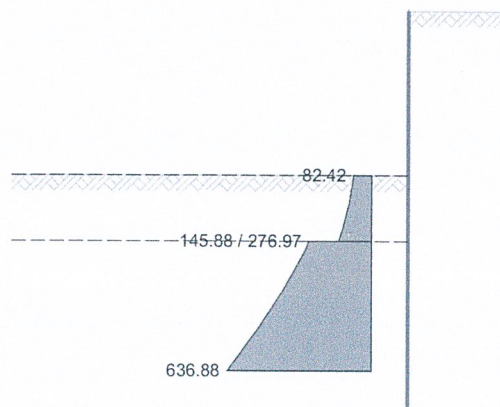
Höhe der schmalen Wand

$h = 2.96 \text{ m}$

Abstand der Systemachsen der Wände

$a = 2.00 \text{ m}$

M 1:110





Erddruckspannungen $e^r_{ph}$	$z$	$K_{pgh}$	$K_{pch}$	$e_{pgh}$	$e_{pch}$	$\Sigma e_{ph}$
	[m]	[-]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
	2.50	2.882	3.395	0.00	82.42	82.42
	3.50	2.882	3.395	48.35	97.53	145.88
	3.50	3.790	4.021	72.19	204.78	276.97
	5.46	3.790	4.021	381.11	255.77	636.88

Erddruckspannungen $e^l_p$	$z$	$K_{pgh}$	$K_{pch}$	$e_{pgh}$	$e_{pch}$	$\Sigma e_{ph}$
	[m]	[-]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
	2.50	2.882	3.395	0.00	69.26	69.26
	3.50	2.882	3.395	102.89	69.26	172.15
	3.50	3.537	3.761	126.28	127.89	254.17
	5.46	3.537	3.761	397.35	127.89	525.24

Erddruckspannungen $e^{ll}_p$	$z$	$K_{pgh}$	$K_{pch}$	$e_{pgh}$	$e_{pch}$	$\Sigma e_{ph}$
	[m]	[-]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
	2.50	2.882	3.395	0.00	12.22	12.22
	3.50	2.882	3.395	18.16	12.22	30.38
	3.50	3.790	4.021	23.88	24.13	48.00
	5.46	3.790	4.021	75.13	24.13	99.26

Resultierende Erddruckspannungen	$z$	$e^r_{ph}$	$e^l_p$	$e^{ll}_p$	$e^{durchg}_p$	$e_{massg}$
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
	2.50	82.4	69.3	12.2	81.5	82.4
	3.50	145.9	172.2	30.4	202.5	145.9
	3.50	277.0	254.2	48.0	302.2	277.0
	5.46	636.9	525.2	99.3	624.5	636.9

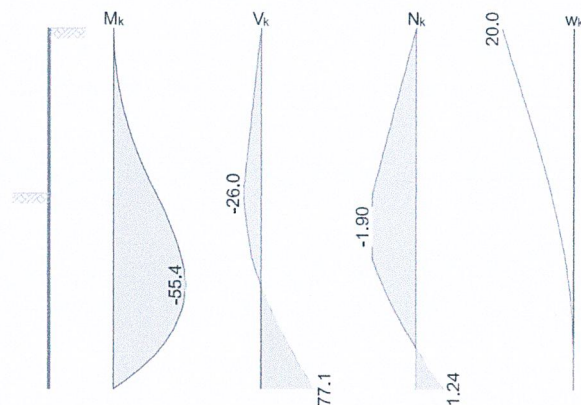
räumlicher Erdwiderstand

$$E^r_{ph} = 978.47 \text{ kN}$$

$$E^r_{pv} = -30.35 \text{ kN}$$

### Char. Schnittgrößen

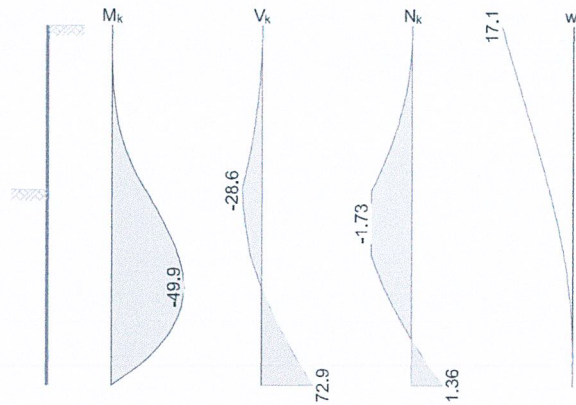
Bohlträger  
 Einwirkung Gk  
 M 1:110



Einwirkung Gk	$z$	$M_k$	$V_k$	$N_k$	$w_k$
	[m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[mm]
	0.00	0.00	0.00	0.00	19.99
	2.50	-32.51	-26.01	-1.90	6.31
	3.89	-55.37	0.00	-1.45	1.35

z [m]	M <sub>k</sub> [kNm/m]	V <sub>k</sub> [kN/m]	N <sub>k</sub> [kN/m]	w <sub>k</sub> [mm]
5.46	0.00	77.08	1.24	0.00

Einwirkung Gk.E  
 M 1:110

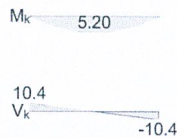


Einwirkung Gk.E

z [m]	M <sub>k</sub> [kNm/m]	V <sub>k</sub> [kN/m]	N <sub>k</sub> [kN/m]	w <sub>k</sub> [mm]
0.00	0.00	0.00	0.00	17.12
2.50	-23.09	-28.63	-1.73	5.72
3.97	-49.91	0.00	-1.19	1.09
5.46	0.00	72.90	1.36	0.00

Ausfachung  
 Einwirkung Gk  
 M 1:110

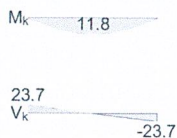
Ansatz des Erddrucks als Gleichlast



Einwirkung Gk

x [m]	M <sub>k</sub> [kNm/m]	V <sub>k</sub> [kN/m]	w <sub>k</sub> [mm]
0.00	0.00	10.40	0.00
1.00	5.20	0.00	4.73
2.00	0.00	-10.40	0.00

Einwirkung Gk.E  
 M 1:110



Einwirkung Gk.E

x [m]	M <sub>k</sub> [kNm/m]	V <sub>k</sub> [kN/m]	w <sub>k</sub> [mm]
0.00	0.00	23.68	0.00
1.00	11.84	0.00	10.76



x [m]	M <sub>k</sub> [kNm/m]	V <sub>k</sub> [kN/m]	w <sub>k</sub> [mm]
2.00	0.00	-23.68	0.00

### Kombinationen

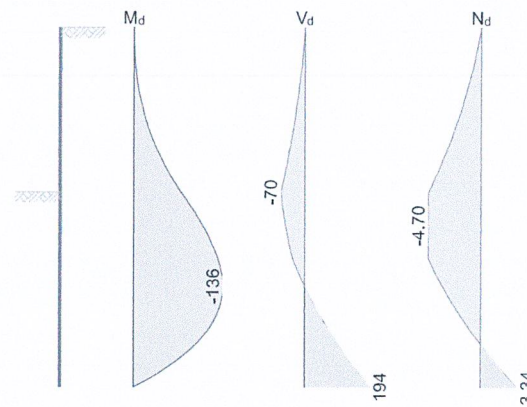
Kombinationsbildung nach DIN EN 1997-1  
 Darstellung der maßgebenden Kombinationen

GZ GEO-2, BS-P  
 charakteristisch

Ek	Σ (γ*ψ*EW)	
1	1.35*G <sub>k</sub>	+1.23*G <sub>k</sub> .E
2	1.00*G <sub>k</sub>	+1.00*G <sub>k</sub> .E

### Bem.-schnittgrößen

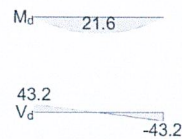
Bohlträger  
 GZ STR: Ek 1  
 M 1:110



GZ STR: Ek 1

z [m]	M <sub>d</sub> [kNm/m]	V <sub>d</sub> [kN/m]	N <sub>d</sub> [kN/m]
2.50	-72.30	-70.33	-4.70
3.97	-135.97	4.13	-3.28
5.46	0.00	193.73	3.34

Ausfachung  
 GZ STR: Ek 1  
 M 1:110



GZ STR: Ek 1

x [m]	M <sub>d</sub> [kNm/m]	V <sub>d</sub> [kN/m]
0.00	0.00	43.17
1.00	21.58	0.00
2.00	0.00	-43.17

### Nachweise (GZT)

Erdwiderlager

Nachweis gegen Versagen des Erdwiderlagers  
 nach EAB EB 80

Maßgebende Kombination (GZ GEO-2)

Ek 1



	TS-Beiwert Erdwiderstand	$\gamma_{R,e} =$	1.40	
	Horizontalkomp. Auflagerkraft	$B_{h,d} =$	528.10	kN
	Horizontalkomp. Erdwiderst.	$E_{ph,d}^r =$	698.91	kN
	$B_{h,d} \leq E_{ph,d}^r$	528.10	$\leq$	698.91
Horizontalkräfte	Nachweis des Gleichgewichts der Horizontalkräfte nach EAB EB 15			
	Maßgebende Kombination	(GZ GEO-2)		Ek 1
	TS-Beiwert Erdwiderstand	$\gamma_{R,e} =$	1.40	
	Horizontalkomp. Auflagerkraft	$B_{h,d} =$	264.05	kN/m
	vernachlässigter Erddruck	$\Delta E_{ah,d} =$	128.90	kN/m
	Horizontalkomp. Erdwiderstand	$E_{ph,d} =$	394.33	kN/m
	$B_{h,d} + \Delta E_{ah,d} \leq E_{ph,d}$	392.95	$\leq$	394.33
Ersatzkraft C	Genauer Nachweis der Ersatzkraft C nach EAB EB 26			
	Maßgebende Kombination	(GZ GEO-2)		Ek 1
	TS-Beiwert Erdwiderstand	$\gamma_{R,e} =$	1.40	
	Einbindetiefenzuschlag $\Delta t$	$0.20 * t =$	0.59	m
	Ersatzkraft C	$C_{h,d} =$	193.73	kN/m
	Erdwiderstand	$E_{phC,d} =$	198.47	kN/m
	$C_{h,d} \leq E_{phC,d}$	193.73	$\leq$	198.47
Vertikalkraft	Nachweis der Vertikalkomponente des Erdwiderstandes nach EAB EB 9			
	Maßgebende Kombination	(charakteristisch)		Ek 2
	Vertikalkomp. Auflagerkraft	$B_{v,k} =$	6.23	kN/m
	Eigengewicht der Wand	$G_k =$	4.62	kN/m
	Vertikalkomp. Erddruck	$E_{av,k} =$	3.63	kN/m
		$V_k =$	8.25	kN/m
	$B_{v,k} \leq V_k$	6.23	$\leq$	8.25
Versinken	Nachweis gegen Versinken des Bauteils nach EAB EB 84			
	Maßgebende Kombination	(GZ GEO-2)		Ek 1
	TS-Beiwert Erdwiderstand	$\gamma_{R,e} =$	1.40	
	TS-Beiwert Pfahldruckwiderstand	$\gamma_b =$	1.40	
	tatsächliche Einbindetiefe	$t =$	3.60	m





Eigengewicht der Wand	$G_d =$	11.36	kN
Vertikalkomp. Erddruck	$E_{av,d} =$	9.40	kN
	$V_d =$	20.76	kN

Widerstände auf Grundlage von Erfahrungswerten

Mantelreibung	$q_{s,k} =$	60.00	kN/m <sup>2</sup>
Mantelfläche	$A_s =$	5.15	m <sup>2</sup>
Spitzenwiderstand	$q_{b,k} =$	200.00	kN/m <sup>2</sup>
wirksame Aufstandsfläche	$A_b =$	900	cm <sup>2</sup>
Gesamtwiderstand	$R_d =$	233.49	kN

$$V_d \leq R_d \quad 20.76 \leq 233.49$$

### Bemessung (GZT)

im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1993-5

Material	<b>Material</b>	$f_{yk}$	$E$
		[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]
	S 235	235.00	210000

Querschnitt	<b>Profil</b>	<b>QK</b>	<b>A</b>	<b>W<sub>y</sub></b>	<b>I<sub>y</sub></b>
			[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]
	HEB 300	1	149	1680	25170

Nachweis E-E  
 Abs. 6.2

Nachweis der Biege- und Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1

<b>Ek</b>	<b>z</b>	<b>N<sub>Ed</sub></b>	<b>V<sub>Ed</sub></b>	<b>M<sub>Ed</sub></b>	$\sigma_d$	$\tau_d$	$\eta$
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{v,d}$	[-]
1	5.46	6.67	387.45	0.00	0.45	130.70	0.96
					226.39		

### Ausfachung

nach DIN EN 1995-1-1 und EAB EB 88  
 Ansatz des Erddrucks als Gleichlast

Baustoff	<b>Nadelholz C24</b>		
	char. Biegefestigkeit	$f_{m,k} =$	24.00 N/mm <sup>2</sup>
	char. Schubfestigkeit	$f_{v,k} =$	4.00 N/mm <sup>2</sup>

gewählt	Querschnittshöhe Bohlen	$h =$	10.0 cm
		$W_y =$	1666.7 cm <sup>3</sup> /m

Biegespannung Abs. 6.1.6	<b>Ek</b>	<b>x</b>	<b>k<sub>mod</sub></b>	<b>M<sub>d</sub></b>	$\sigma_d$	$f_{m,d}$	$\mu$
		[m]	[-]	[kNm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]
	1	1.00	1.00	21.58	12.95	18.46	0.70

Schubspannung Abs. 6.1.7	<b>Ek</b>	<b>x</b>	<b>k<sub>mod</sub></b>	<b>V<sub>d</sub></b>	$\tau_d$	$f_{v,d}$	$\mu$
		[m]	[-]	[kN]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]
	1	2.00	1.00	-43.17	1.29	3.08	0.42





### Nachweis Wandtiefe

Nachweis der vorhandenen Wandtiefe

erf. Wandtiefe	$T_{\text{erf}} =$	6.05	m
vorh. Wandtiefe	$T_{\text{vorh}} =$	6.10	m

$$T_{\text{erf}} \leq T_{\text{vorh}} \quad 6.05 \leq 6.10$$

### Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

### Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		$\eta$
Erdwiderlager	OK	0.76
Horizontalkräfte	OK	1.00
Ersatzkraft C	OK	0.98
Vertikalkraft	OK	0.75
Versinken	OK	0.09
Bohlträger	OK	0.96
Ausfachung	OK	0.70
Wandtiefe	OK	0.99











Achsabstand der Bohlträger a = 1.00 m  
 Ausfachung aus Holz

**Bauzustände**

Name	z [m]	Lager. [%]	Situation	Kommentar
A	3.50	100.0	BS-P	Endaushub

**Baugrund**

Gelände erds.	z [m]	$\beta_1$ [°]	$b_1$ [m]	$\beta_2$ [°]	$b_2$ [m]	$\beta_3$ [°]
	0.00	0.00	2.50	-45.00	3.50	0.00

\*\*\*\* HINWEIS \*\*\*\*

Die Neigung einer erdseitigen Böschungsstufe ist größer als der innere Reibungswinkel der obersten Bodenschicht. Die Tragfähigkeit der Böschung ist gesondert nachzuweisen.

**Boden**

Schicht	h [m]	$\gamma$ $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	$c_{a,k}$ $c_{p,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta_{a,k}$ $\delta_{p,k}$ [°]	$\delta_{0,k}$ $\delta_{pC,k}$ [°]
Auffüll	2.50	19.0	26.0	4.0	17.3	0.0
		9.0		4.0	0.0	0.0
Fels-vvw	1.00	21.0	29.0	12.0	19.3	0.0
		11.0		12.0	0.0	0.0
Fels-svw	999.00	23.0	34.0	20.0	22.7	0.0
		13.0		20.0	-2.0	0.0

**Belastungen**

**Flächenlasten**

Nr.	EW	Typ	ah [m]	av [m]	s [m]	le [m]	p [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Gk	BL	0.00		2.50	100.00	25.00

BL : Blocklast

**Zusammenstellungen**  
 Last Nr. 1: p

aus Erdkeil h=2.50m  $(2.50+0)*20/2 = 25.00$  kN/m<sup>2</sup>

**Grafik**

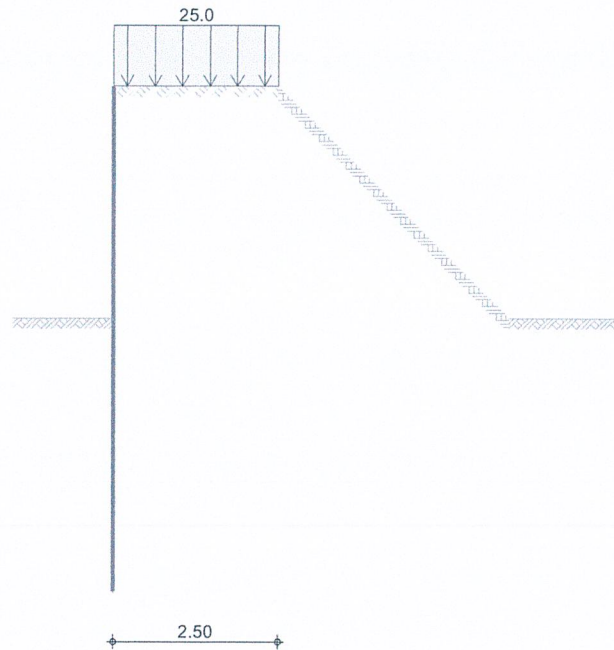
Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)





Einwirkung

Gk



Bauzustand: A

Endaushub

Lagerung des Wandfußes: im Boden voll eingespannt

Aushubniveau

$$z = 3.50 \text{ m}$$

theoretische Einbindetiefe

$$t_1 = 3.52 \text{ m}$$

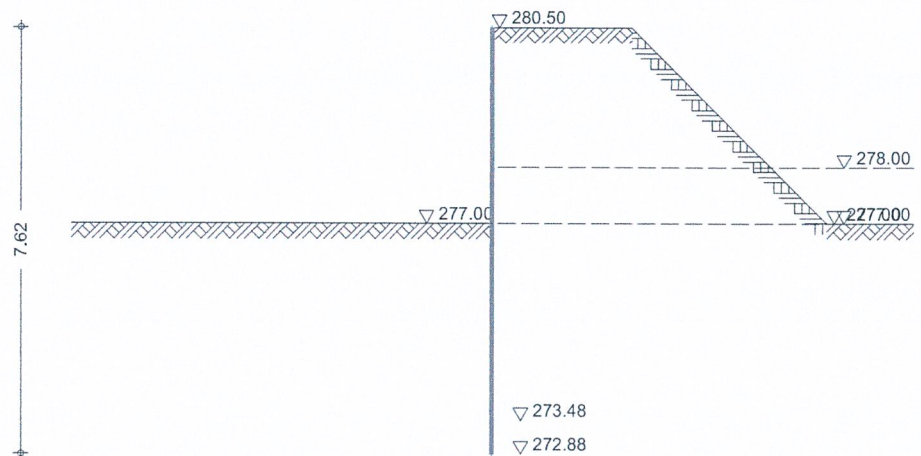
Rammtiefenzuschlag ( $0.17 \cdot t_1$ )

$$\Delta t_1 = 0.60 \text{ m}$$

erforderliche Trägertiefe

$$T_{\text{erf}} = 7.62 \text{ m}$$

System  
 M 1:130



Gelände luft.

ebenes Gelände

Abstand OK Gelände-Wandkopf

$$z = 3.50 \text{ m}$$

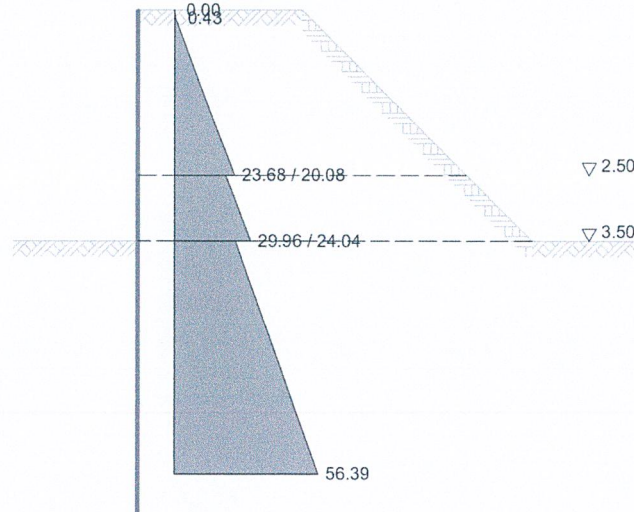


Erddruck  
 EW Gk.E

Berechnung nach DIN 4085:2017-08  
 erhöhter aktiver Erddruck aus Bodeneigengewicht  
 Anteil aktiver Erddruck

$\mu = 0.20$  -

M 1:110

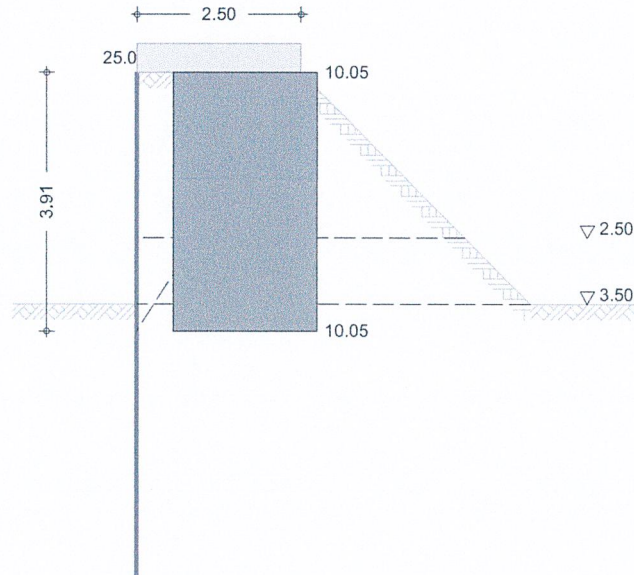


EW Gk

erhöhter aktiver Erddruck aus Blocklast  
 Lastordinate

$v_e = 25.00 \text{ kN/m}^2$

M 1:110



$\phi$ [°]	$\vartheta$ [°]	$z\phi$ [m]	$z\vartheta$ [m]	$K_{avh}$ [-]	$e_{aph,o}$ [kN/m²]	$e_{aph,u}$ [kN/m²]
32.38	57.39	0.00	3.91	0.660	10.05	10.05

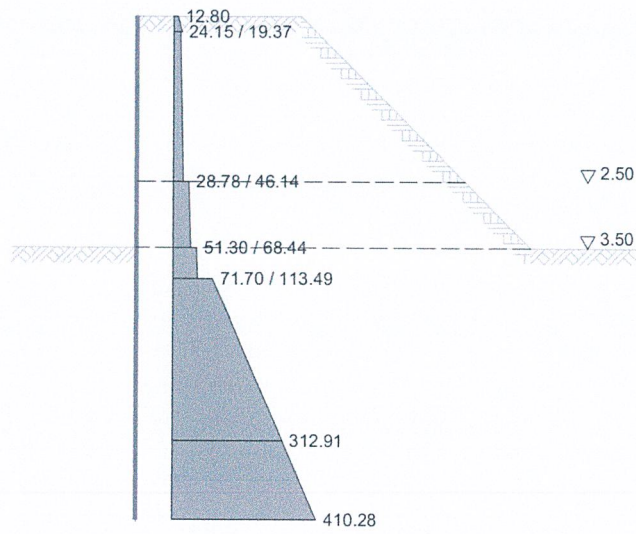
erhöhte aktive Erddruckkraft

$E'_{ah} = 39.26 \text{ kN/m}$   
 $E'_{av} = 2.97 \text{ kN/m}$



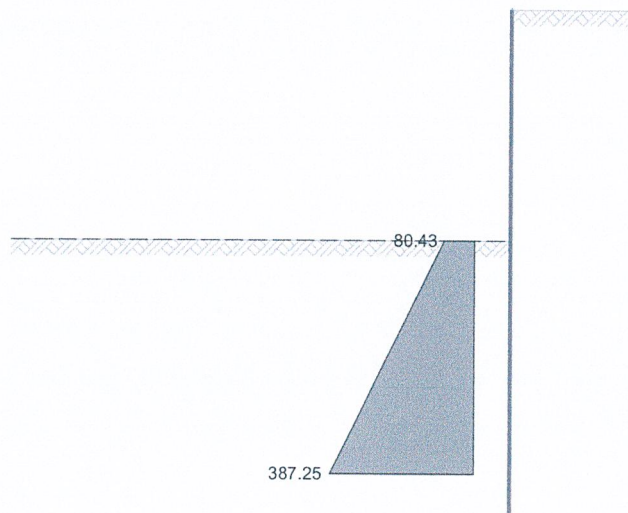
passiver Erddruck EpC für den Nachweis der Ersatzkraft 'C' gem. EB 26, Abs.6

M 1:110



passiver Erddruck aus Bodeneigengewicht

M 1:110





räumlicher Erdwiderstand

Breite der schmalen Wand

$$b = 0.30 \text{ m}$$

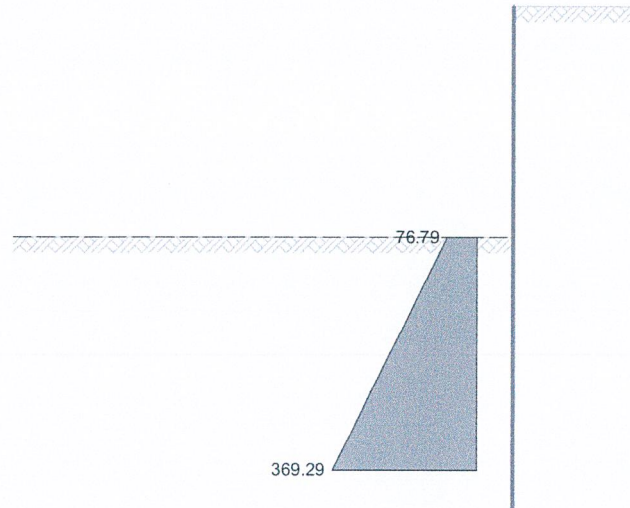
Höhe der schmalen Wand

$$h = 3.52 \text{ m}$$

Abstand der Systemachsen der Wände

$$a = 1.00 \text{ m}$$

M 1:110



Erddruckspannungen  $e^r_{ph}$

z [m]	$K_{pgh}$ [-]	$K_{pch}$ [-]	$e_{pgh}$ [kN/m]	$e_{pch}$ [kN/m]	$\Sigma e_{ph}$ [kN/m]
3.50	3.790	4.021	0.00	204.78	204.78
7.02	3.790	4.021	509.18	290.01	799.20

Erddruckspannungen  $e^l_p$

z [m]	$K_{pgh}$ [-]	$K_{pch}$ [-]	$e_{pgh}$ [kN/m]	$e_{pch}$ [kN/m]	$\Sigma e_{ph}$ [kN/m]
3.50	3.537	3.761	0.00	52.66	52.66
7.02	3.537	3.761	200.46	52.66	253.12

Erddruckspannungen  $e^{ll}_p$

z [m]	$K_{pgh}$ [-]	$K_{pch}$ [-]	$e_{pgh}$ [kN/m]	$e_{pch}$ [kN/m]	$\Sigma e_{ph}$ [kN/m]
3.50	3.790	4.021	0.00	24.13	24.13
7.02	3.790	4.021	92.05	24.13	116.17

Resultierende Erddruckspannungen

z [m]	$e^r_{ph}$ [kN/m]	$e^l_p$ [kN/m]	$e^{ll}_p$ [kN/m]	$e^{durchg}_p$ [kN/m]	$e_{massg}$ [kN/m]
3.50	204.8	52.7	24.1	76.8	76.8
7.02	799.2	253.1	116.2	369.3	369.3

räumlicher Erdwiderstand

$$E^r_{ph} = 785.10 \text{ kN}$$

$$E^r_{pv} = -27.42 \text{ kN}$$

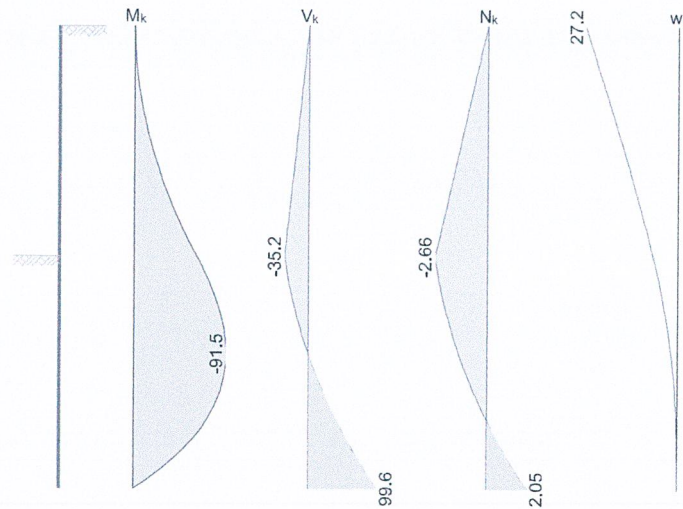
Char. Schnittgrößen

Bohlträger





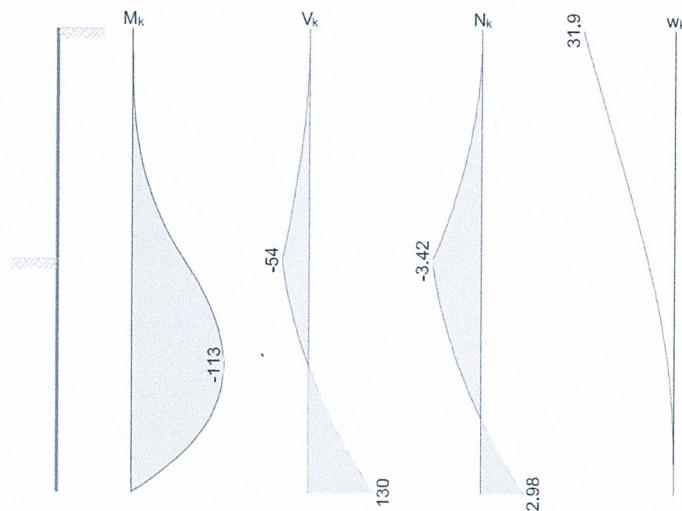
Einwirkung Gk  
 M 1:110



Einwirkung Gk

z [m]	$M_k$ [kNm/m]	$V_k$ [kN/m]	$N_k$ [kN/m]	$w_k$ [mm]
0.00	0.00	0.00	0.00	27.19
3.50	-61.54	-35.17	-2.66	7.24
3.50	-61.54	-35.17	-2.66	7.24
4.98	-91.46	0.00	-1.43	1.88
7.02	0.00	99.61	2.05	0.00

Einwirkung Gk.E  
 M 1:110



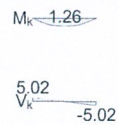
Einwirkung Gk.E

z [m]	$M_k$ [kNm/m]	$V_k$ [kN/m]	$N_k$ [kN/m]	$w_k$ [mm]
0.00	0.00	0.00	0.00	31.92
3.50	-63.41	-53.65	-3.42	9.06
5.10	-113.04	0.00	-1.55	2.05
7.02	0.00	129.79	2.98	0.00



Ausfachung  
Einwirkung Gk  
M 1:110

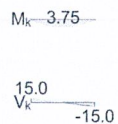
Ansatz des Erddrucks als Gleichlast



Einwirkung Gk

x [m]	M <sub>k</sub> [kNm/m]	V <sub>k</sub> [kN/m]	w <sub>k</sub> [mm]
0.00	0.00	5.02	0.00
0.50	1.26	0.00	0.14
1.00	0.00	-5.02	0.00

Einwirkung Gk.E  
M 1:110



Einwirkung Gk.E

x [m]	M <sub>k</sub> [kNm/m]	V <sub>k</sub> [kN/m]	w <sub>k</sub> [mm]
0.00	0.00	14.98	0.00
0.50	3.75	0.00	0.43
1.00	0.00	-14.98	0.00

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1997-1  
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

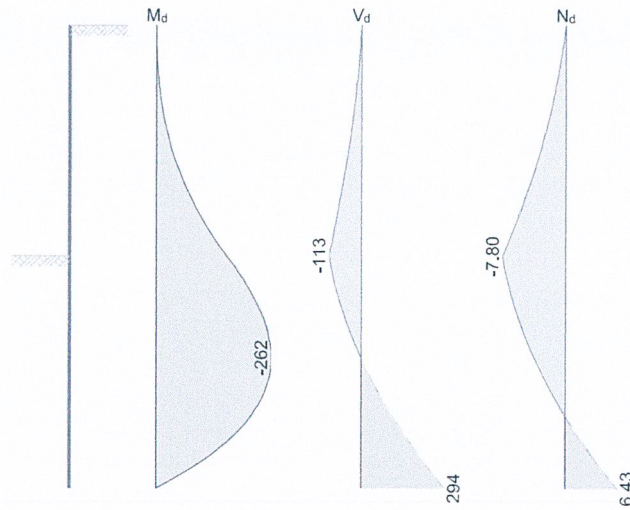
	Ek	Σ (γ*ψ*EW)
GZ GEO-2, BS-P charakteristisch	1	1.35*Gk
	2	1.00*Gk

Bem.-schnittgrößen  
Bohlträger





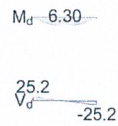
GZ STR: Ek 1  
 M 1:110



GZ STR: Ek 1

z [m]	M <sub>d</sub> [kNm/m]	V <sub>d</sub> [kN/m]	N <sub>d</sub> [kN/m]
3.50	-161.08	-113.46	-7.80
5.04	-262.31	-0.68	-3.86
7.02	0.00	294.11	6.43

Ausfachung  
 GZ STR: Ek 1  
 M 1:110



GZ STR: Ek 1

x [m]	M <sub>d</sub> [kNm/m]	V <sub>d</sub> [kN/m]
0.00	0.00	25.21
0.50	6.30	0.00
1.00	0.00	-25.21

Nachweise (GZT)  
 Erdwiderlager

Nachweis gegen Versagen des Erdwiderlagers  
 nach EAB EB 80

Maßgebende Kombination (GZ GEO-2)			Ek 1
TS-Beiwert Erdwiderstand	$\gamma_{R,e} =$	1.40	
Horizontalkomp. Auflagerkraft	$B_{h,d} =$	407.58	kN
Horizontalkomp. Erdwiderst.	$E^r_{ph,d} =$	560.79	kN
$B_{h,d} \leq E^r_{ph,d}$	407.58	$\leq$	560.79

### Horizontalkräfte

Nachweis des Gleichgewichts der Horizontalkräfte  
 nach EAB EB 15

Maßgebende Kombination	(GZ GEO-2)		Ek 1
TS-Beiwert Erdwiderstand		$\gamma_{R,e} = 1.40$	
Horizontalkomp. Auflagerkraft		$B_{h,d} = 407.58$	kN/m
vernachlässigter Erddruck		$\Delta E_{ah,d} = 179.62$	kN/m
Horizontalkomp. Erdwiderstand		$E_{ph,d} = 587.94$	kN/m
$B_{h,d} + \Delta E_{ah,d} \leq E_{ph,d}$		587.20	$\leq 587.94$

### Ersatzkraft C

Genauer Nachweis der Ersatzkraft C  
 nach EAB EB 26

Maßgebende Kombination	(GZ GEO-2)		Ek 1
TS-Beiwert Erdwiderstand		$\gamma_{R,e} = 1.40$	
Einbindetiefenzuschlag $\Delta t$		$0.17 * t = 0.60$	m
Ersatzkraft C		$C_{h,d} = 294.11$	kN/m
Erdwiderstand		$E_{phC,d} = 309.11$	kN/m
$C_{h,d} \leq E_{phC,d}$		294.11	$\leq 309.11$

### Vertikalkraft

Nachweis der Vertikalkomponente des Erdwiderstandes  
 nach EAB EB 9

Maßgebende Kombination	(charakteristisch)		Ek 2
Vertikalkomp. Auflagerkraft		$B_{v,k} = 11.11$	kN/m
Eigengewicht der Wand		$G_k = 10.36$	kN/m
Vertikalkomp. Erddruck		$E_{av,k} = 6.08$	kN/m
		$V_k = 16.44$	kN/m
$B_{v,k} \leq V_k$		11.11	$\leq 16.44$

### Versinken

Nachweis gegen Versinken des Bauteils  
 nach EAB EB 84

Maßgebende Kombination	(GZ GEO-2)		Ek 1
TS-Beiwert Erdwiderstand		$\gamma_{R,e} = 1.40$	
TS-Beiwert Pfahldruckwiderstand		$\gamma_b = 1.40$	
tatsächliche Einbindetiefe		$t = 4.10$	m
Eigengewicht der Wand		$G_d = 12.74$	kN
Vertikalkomp. Erddruck		$E_{av,d} = 7.80$	kN
		$V_d = 20.54$	kN





Widerstände auf Grundlage von Erfahrungswerten

Mantelreibung	$q_{s,k}$	=	60.00	kN/m <sup>2</sup>
Mantelfläche	$A_s$	=	5.86	m <sup>2</sup>
Spitzenwiderstand	$q_{b,k}$	=	200.00	kN/m <sup>2</sup>
wirksame Aufstandsfläche	$A_b$	=	900	cm <sup>2</sup>
Gesamtwiderstand	$R_d$	=	264.13	kN
$V_d \leq R_d$			20.54	$\leq$ 264.13

**Bemessung (GZT)**

im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1993-5

Material

Material	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]
S 235	235.00	210000

Querschnitt

Profil	QK	A [cm <sup>2</sup> ]	$W_y$ [cm <sup>3</sup> ]	$I_y$ [cm <sup>4</sup> ]
HEB 300	1	149	1680	25170

Nachweis E-E  
 Abs. 6.2

Nachweis der Biege- und Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1

Ek	z [m]	$N_{Ed}$ [kN]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_d$ $\tau_d$ $\sigma_{v,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\eta$ [-]
1	7.02	6.43	294.11	0.00	0.43 99.22 171.85	0.73

**Ausfachung**

nach DIN EN 1995-1-1 und EAB EB 88  
 Ansatz des Erddrucks als Gleichlast

Baustoff

**Nadelholz C24**

char. Biegefestigkeit	$f_{m,k}$	=	24.00	N/mm <sup>2</sup>
char. Schubfestigkeit	$f_{v,k}$	=	4.00	N/mm <sup>2</sup>

gewählt

Querschnittshöhe Bohlen	$h$	=	10.0	cm
	$W_y$	=	1666.7	cm <sup>3</sup> /m

Biegespannung  
 Abs. 6.1.6

Ek	x [m]	$k_{mod}$ [-]	$M_d$ [kNm]	$\sigma_d$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{m,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\mu$ [-]
1	0.50	1.00	6.30	3.78	18.46	0.20

Schubspannung  
 Abs. 6.1.7

Ek	x [m]	$k_{mod}$ [-]	$V_d$ [kN]	$\tau_d$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{v,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\mu$ [-]
1	1.00	1.00	-25.21	0.76	3.08	0.25





### Nachweis Wandtiefe

Nachweis der vorhandenen Wandtiefe

erf. Wandtiefe  $T_{\text{erf}} = 7.62$  m  
vorh. Wandtiefe  $T_{\text{vorh}} = 7.60$  m

$T_{\text{erf}} \leq T_{\text{vorh}}$  7.62  $\leq$  7.60

### Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

### Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

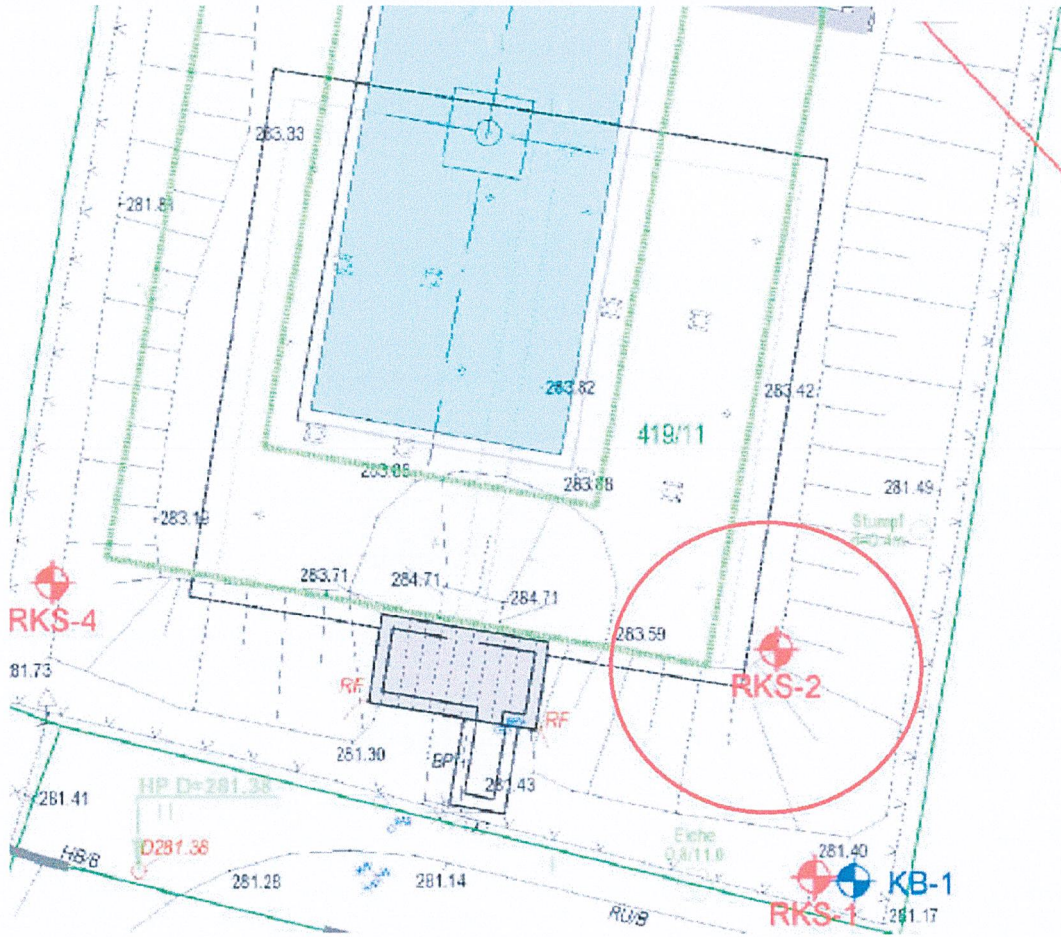
Nachweis		$\eta$ [-]
Erdwiderlager	OK	0.73
Horizontalkräfte	OK	1.00
Ersatzkraft C	OK	0.95
Vertikalkraft	OK	0.68
Versinken	OK	0.08
Bohlträger	OK	0.73
Ausfachung	OK	0.25
Wandtiefe	OK	1.00





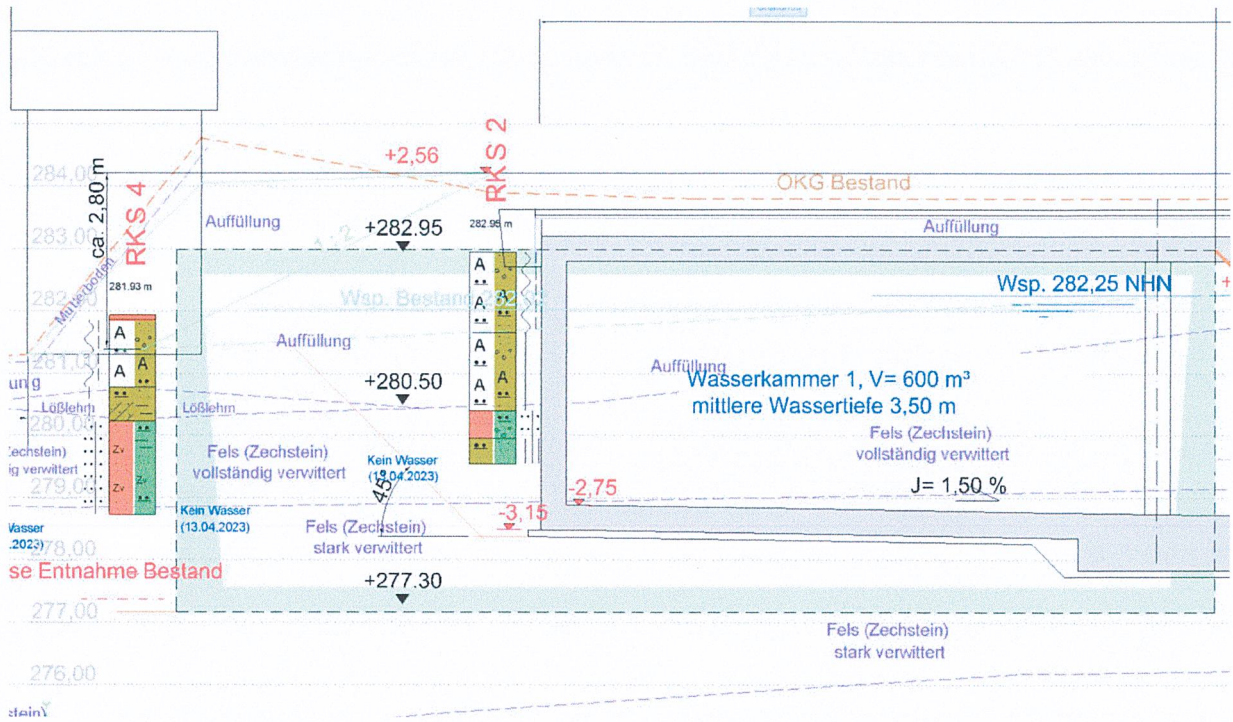
### Pos. 3 Trägerbohlwand am Mehrfachrohrgraben - Bestandsbehälter

herangezogener Bodenaufschluss im Grundriss: RKS 2

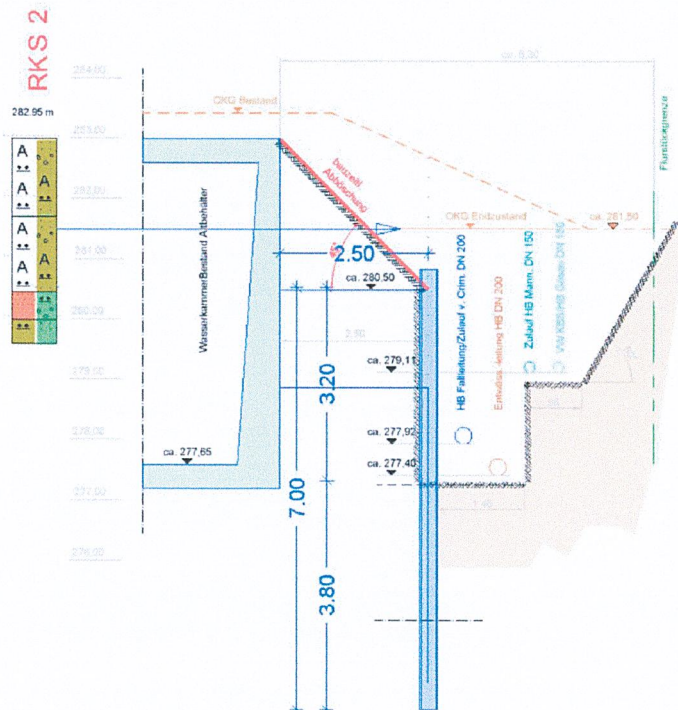




### Schnitt von RKS2:



### Situation:



HEB 300; S235 / a = 1,00m / Bohlen h=10cm NH C24  
 Profillänge min L = 7,0m + Überstand (freie Länge ~ 3,20m + Überstand, Einbindetiefe min 3,80m)  
 Profilüberstände sind zur Gesamtlänge zu addieren  
 Verformungen am Profilkopf ca. 5,5cm



Im statischen Modell wird der Schnittverlauf gespiegelt.  
 Der Felshorizont des vollständig verwitterten Felses wird entgegen der Erkundungsergebnisse (etwas außerhalb der ehemaligen Baugrube des Bestandsbehälters) bei 278m angesetzt.  
 Der Felshorizont des stark verwitterten Felses wird bei 277m im Modell angesetzt.  
 Sichere Seite.

**System**  
 M 1:120



Bohlträger gerammt  
 Achsabstand der Bohlträger a = 1.50 m  
 Ausfachung aus Holz

**Bauzustände**

Name	z [m]	Lager. [%]	Situation	Kommentar
A	3.20	100.0	BS-P	Endaushub

**Baugrund**

Gelände erds.

z [m]	$\beta_1$ [°]	$b_1$ [m]	$\beta_2$ [°]	$b_2$ [m]	$\beta_3$ [°]
0.00	0.00	2.50	-45.00	3.20	0.00

\*\*\*\* HINWEIS \*\*\*\*

Die Neigung einer erdseitigen Böschungsstufe ist größer als der innere Reibungswinkel der obersten Bodenschicht. Die Tragfähigkeit der Böschung ist gesondert nachzuweisen.

**Boden**

Schicht	h [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	$c_{a,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta_{a,k}$ [°]	$\delta_{0,k}$ [°]
		$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]		$c_{p,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta_{p,k}$ [°]	$\delta_{pC,k}$ [°]
Auffüll	2.20	19.0	26.0	4.0	17.3	0.0
		9.0		4.0	0.0	0.0
Fels-vvw	1.00	21.0	29.0	12.0	19.3	0.0
		11.0		12.0	0.0	0.0
Fels-svw	999.00	23.0	34.0	20.0	22.7	0.0

Schicht	h	$\gamma$ $\gamma'$	$\phi_k$	$c_{a,k}$ $c_{p,k}$	$\delta_{a,k}$ $\delta_{p,k}$	$\delta_{0,k}$ $\delta_{p0,k}$
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[°]	[°]
		13.0		20.0	-2.0	0.0

### Belastungen

#### Flächenlasten

Nr.	EW	Typ	ah	av	s	le	p
			[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	Gk	BL	0.00		2.50	100.00	25.00

BL : Blocklast

#### Zusammenstellungen Last Nr. 1: p

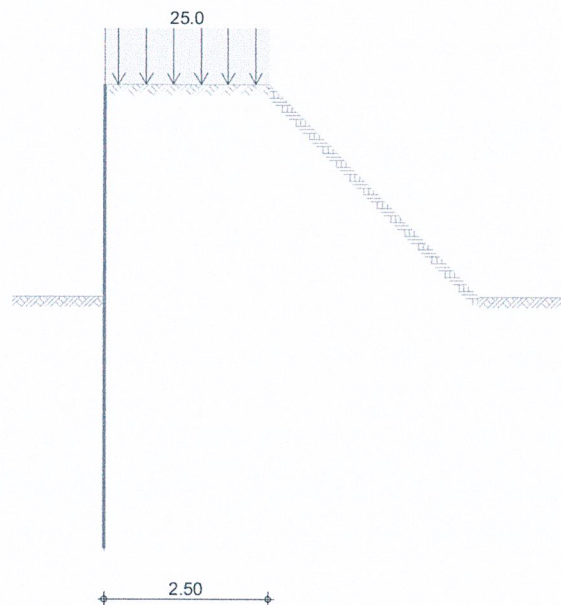
aus Erdkeil h=2.50m  $(2.50+0)*20/2 =$  25.00 kN/m<sup>2</sup>

### Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

#### Einwirkung

Gk



### Bauzustand: A

Endaushub

Lagerung des Wandfußes: im Boden voll eingespannt

Aushubniveau

z = 3.20 m

theoretische Einbindetiefe

t<sub>1</sub> = 3.21 m

Rammtiefenzuschlag (0.17\*t<sub>1</sub>)

Δt<sub>1</sub> = 0.55 m

erforderliche Trägertiefe

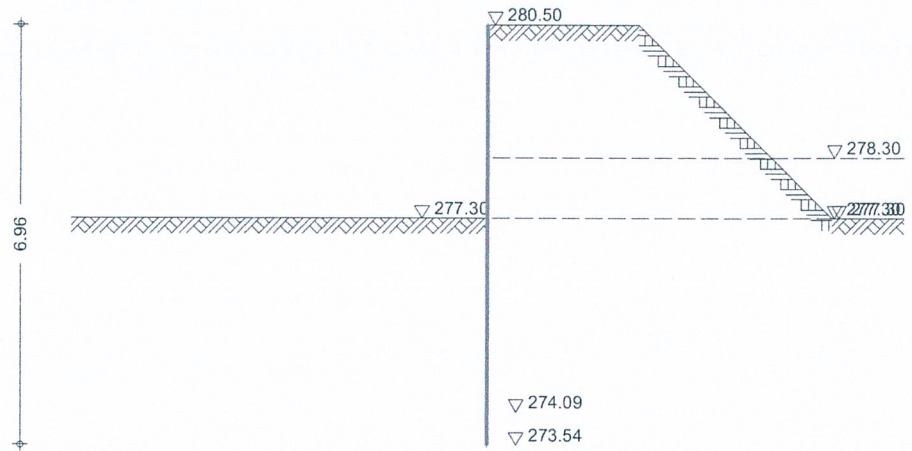
T<sub>erf</sub> = 6.96 m







System  
M 1:120



Gelände luft.

ebenes Gelände  
Abstand OK Gelände-Wandkopf

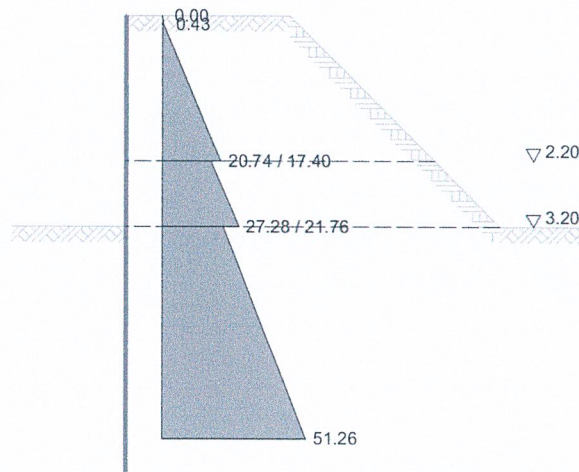
$$z = 3.20 \text{ m}$$

Erddruck  
EW Gk.E

Berechnung nach DIN 4085:2017-08  
erhöhter aktiver Erddruck aus Bodeneigengewicht  
Anteil aktiver Erddruck

$$\mu = 0.20 \text{ -}$$

M 1:110

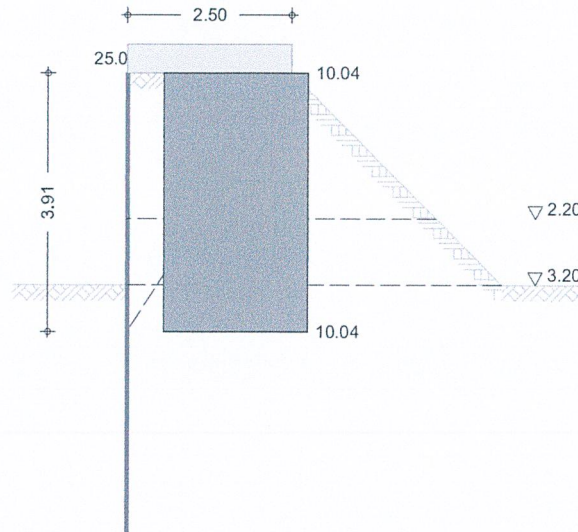


EW Gk

erhöhter aktiver Erddruck aus Blocklast  
 Lastordinate

$v_e = 25.00 \text{ kN/m}^2$

M 1:110



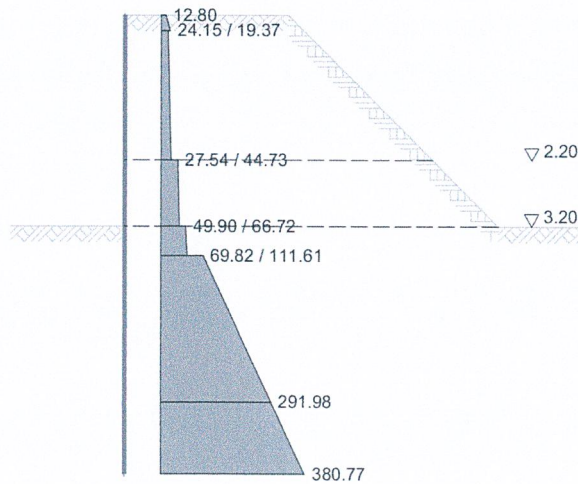
$\phi$ [°]	$\vartheta$ [°]	$z\phi$ [m]	$z\vartheta$ [m]	$K_{aVh}$ [-]	$e_{aph,o}$ [kN/m²]	$e_{aph,u}$ [kN/m²]
32.40	57.40	0.00	3.91	0.659	10.04	10.04

erhöhte aktive Erddruckkraft

$E'_{ah} = 39.25 \text{ kN/m}$   
 $E'_{av} = 2.97 \text{ kN/m}$

passiver Erddruck  $E_{pC}$  für den Nachweis der Ersatzkraft 'C' gem. EB 26, Abs.6

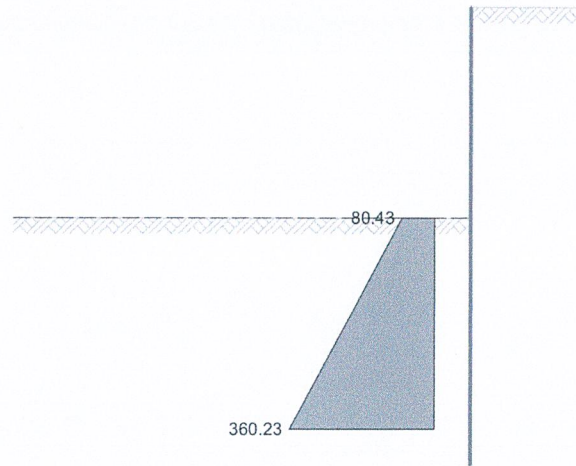
M 1:110





passiver Erddruck aus Bodeneigengewicht

M 1:110



räumlicher Erdwiderstand

Breite der schmalen Wand

$b = 0.30 \text{ m}$

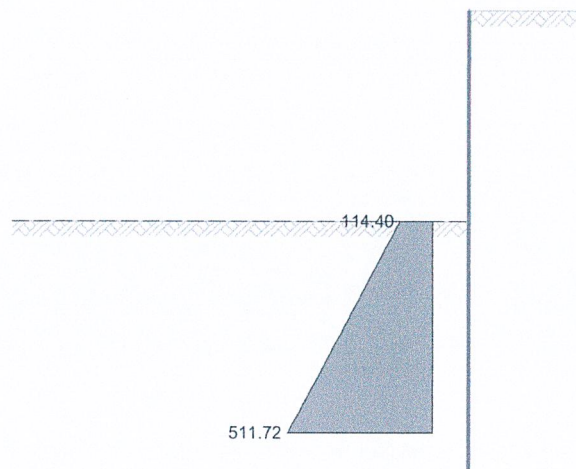
Höhe der schmalen Wand

$h = 3.21 \text{ m}$

Abstand der Systemachsen der Wände

$a = 1.50 \text{ m}$

M 1:110



Erddruckspannungen  $e_{ph}^f$

z [m]	$K_{pgh}$ [-]	$K_{pch}$ [-]	$e_{pgh}$ [kN/m]	$e_{pch}$ [kN/m]	$\Sigma e_{ph}$ [kN/m]
3.20	3.790	4.021	0.00	195.81	195.81
6.41	3.790	4.021	443.42	277.13	720.55

Erddruckspannungen  $e_p^l$

z [m]	$K_{pgh}$ [-]	$K_{pch}$ [-]	$e_{pgh}$ [kN/m]	$e_{pch}$ [kN/m]	$\Sigma e_{ph}$ [kN/m]
3.20	3.537	3.761	0.00	90.27	90.27
6.41	3.537	3.761	313.38	90.27	403.65

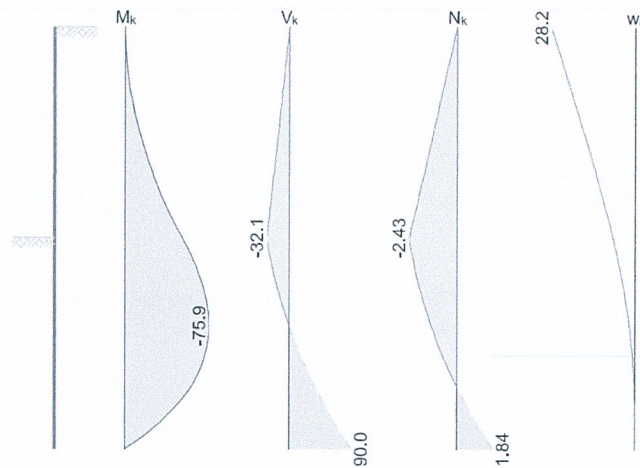
Erddruckspannungen $e^{II}_p$	$z$	$K_{pgh}$	$K_{pch}$	$e_{pgh}$	$e_{pch}$	$\Sigma e_{ph}$
	[m]	[-]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
	3.20	3.790	4.021	0.00	24.13	24.13
	6.41	3.790	4.021	83.94	24.13	108.07

Resultierende Erddruckspannungen	$z$	$e^r_{ph}$	$e^I_p$	$e^{II}_p$	$e^{durchg}_p$	$e_{massg}$
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
	3.20	195.8	90.3	24.1	114.4	114.4
	6.41	720.6	403.7	108.1	511.7	511.7

räumlicher Erdwiderstand  $E^r_{ph} = 1004.9$  kN  
 $E^r_{pv} = -35.09$  kN

### Char. Schnittgrößen

Bohlträger  
 Einwirkung Gk  
 M 1:110

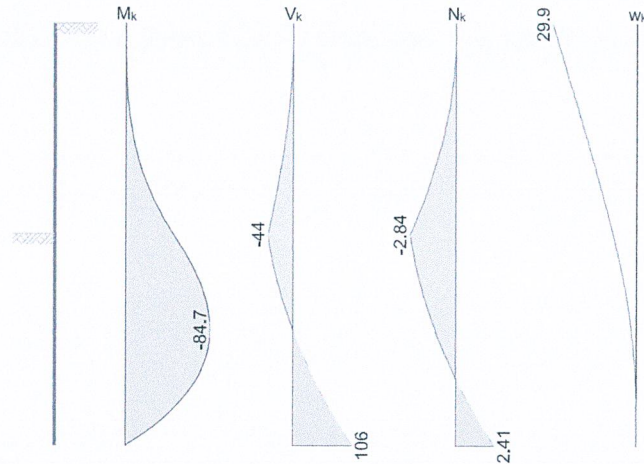


Einwirkung Gk	$z$	$M_k$	$V_k$	$N_k$	$W_k$
	[m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[mm]
	0.00	0.00	0.00	0.00	28.23
	3.20	-51.40	-32.13	-2.43	7.48
	3.20	-51.40	-32.13	-2.43	7.48
	4.54	-75.95	0.00	-1.31	1.97
	6.41	0.00	90.00	1.84	0.00





Einwirkung Gk.E  
 M 1:110

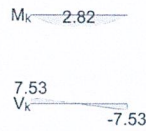


Einwirkung Gk.E

z [m]	M <sub>k</sub> [kNm/m]	V <sub>k</sub> [kN/m]	N <sub>k</sub> [kN/m]	w <sub>k</sub> [mm]
0.00	0.00	0.00	0.00	29.92
3.20	-47.84	-44.31	-2.84	8.45
4.65	-84.72	0.00	-1.29	1.93
6.41	0.00	105.90	2.41	0.00

Ausfachung  
 Einwirkung Gk  
 M 1:110

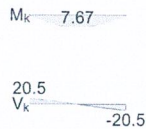
Ansatz des Erddrucks als Gleichlast



Einwirkung Gk

x [m]	M <sub>k</sub> [kNm/m]	V <sub>k</sub> [kN/m]	w <sub>k</sub> [mm]
0.00	0.00	7.53	0.00
0.75	2.82	0.00	1.08
1.50	0.00	-7.53	0.00

Einwirkung Gk.E  
 M 1:110



Einwirkung Gk.E

x [m]	M <sub>k</sub> [kNm/m]	V <sub>k</sub> [kN/m]	w <sub>k</sub> [mm]
0.00	0.00	20.46	0.00
0.75	7.67	0.00	2.94
1.50	0.00	-20.46	0.00

Kombinationen

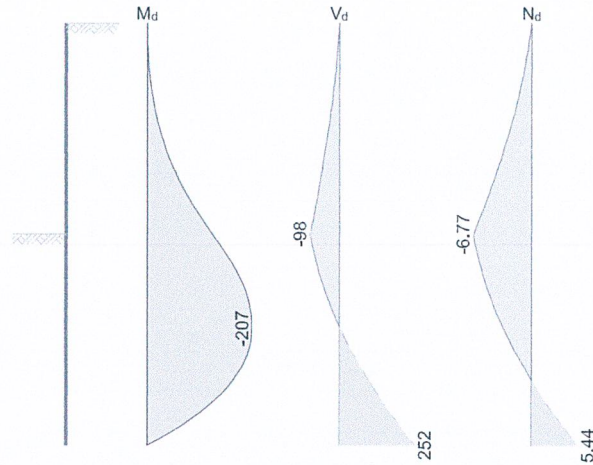
Kombinationsbildung nach DIN EN 1997-1

Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot EW)$	
GZ GEO-2, BS-P charakteristisch	1	1.35 * Gk	+1.23 * Gk.E
	2	1.00 * Gk	+1.00 * Gk.E

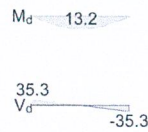
Bem.-schnittgrößen

Bohlträger  
 GZ STR: Ek 1  
 M 1:110



z [m]	M <sub>d</sub> [kNm/m]	V <sub>d</sub> [kN/m]	N <sub>d</sub> [kN/m]
0.00	0.00	0.00	0.00
3.20	-128.24	-97.87	-6.77
4.63	-206.52	3.55	-3.23
6.41	0.00	251.77	5.44

Ausfachung  
 GZ STR: Ek 1  
 M 1:110



x [m]	M <sub>d</sub> [kNm/m]	V <sub>d</sub> [kN/m]
0.00	0.00	35.33
0.75	13.25	0.00
1.50	0.00	-35.33

Nachweise (GZT)

Erdwiderlager

Nachweis gegen Versagen des Erdwiderlagers  
 nach EAB EB 80

Maßgebende Kombination (GZ GEO-2) Ek 1  
 TS-Beiwert Erdwiderstand  $\gamma_{R,e} = 1.40$





	Horizontalkomp. Auflagerkraft	$B_{h,d} =$	524.45	kN
	Horizontalkomp. Erdwiderst.	$E'_{ph,d} =$	717.81	kN
	$B_{h,d} \leq E'_{ph,d}$		524.45	$\leq$ 717.81
Horizontalkräfte	Nachweis des Gleichgewichts der Horizontalkräfte nach EAB EB 15			
	Maßgebende Kombination	(GZ GEO-2)		Ek 1
	TS-Beiwert Erdwiderstand	$\gamma_{R,e} =$	1.40	
	Horizontalkomp. Auflagerkraft	$B_{h,d} =$	349.63	kN/m
	vernachlässigter Erddruck	$\Delta E_{ah,d} =$	153.77	kN/m
	Horizontalkomp. Erdwiderstand	$E_{ph,d} =$	505.18	kN/m
	$B_{h,d} + \Delta E_{ah,d} \leq E_{ph,d}$		503.40	$\leq$ 505.18
Ersatzkraft C	Genauer Nachweis der Ersatzkraft C nach EAB EB 26			
	Maßgebende Kombination	(GZ GEO-2)		Ek 1
	TS-Beiwert Erdwiderstand	$\gamma_{R,e} =$	1.40	
	Einbindetiefenzuschlag $\Delta t$	$0.17 * t =$	0.55	m
	Ersatzkraft C	$C_{h,d} =$	251.77	kN/m
	Erdwiderstand	$E_{phC,d} =$	262.23	kN/m
	$C_{h,d} \leq E_{phC,d}$		251.77	$\leq$ 262.23
Vertikalkraft	Nachweis der Vertikalkomponente des Erdwiderstandes nach EAB EB 9			
	Maßgebende Kombination	(charakteristisch)		Ek 2
	Vertikalkomp. Auflagerkraft	$B_{v,k} =$	9.51	kN/m
	Eigengewicht der Wand	$G_k =$	6.80	kN/m
	Vertikalkomp. Erddruck	$E_{av,k} =$	5.27	kN/m
		$V_k =$	12.07	kN/m
	$B_{v,k} \leq V_k$		9.51	$\leq$ 12.07
Versinken	Nachweis gegen Versinken des Bauteils nach EAB EB 84			
	Maßgebende Kombination	(GZ GEO-2)		Ek 1
	TS-Beiwert Erdwiderstand	$\gamma_{R,e} =$	1.40	
	TS-Beiwert Pfahldruckwiderstand	$\gamma_b =$	1.40	
	tatsächliche Einbindetiefe	$t =$	3.80	m

Eigengewicht der Wand	$G_d =$	12.55	kN
Vertikalkomp. Erddruck	$E_{av,d} =$	10.16	kN
	$V_d =$	22.71	kN

Widerstände auf Grundlage von Erfahrungswerten

Mantelreibung	$q_{s,k} =$	60.00	kN/m <sup>2</sup>
Mantelfläche	$A_s =$	5.43	m <sup>2</sup>
Spitzenwiderstand	$q_{b,k} =$	200.00	kN/m <sup>2</sup>
wirksame Aufstandsfläche	$A_b =$	900	cm <sup>2</sup>
Gesamtwiderstand	$R_d =$	245.74	kN

$$V_d \leq R_d \quad 22.71 \leq 245.74$$

### Bemessung (GZT)

im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1993-5

#### Material

Material	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]
S 235	235.00	210000

#### Querschnitt

Profil	QK	A [cm <sup>2</sup> ]	$W_y$ [cm <sup>3</sup> ]	$I_y$ [cm <sup>4</sup> ]
HEB 300	1	149	1680	25170

#### Nachweis E-E Abs. 6.2

Nachweis der Biege- und Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1

Ek	z [m]	$N_{Ed}$ [kN]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_d$ $\tau_d$ $\sigma_{v,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\eta$ [-]
1	6.41	8.15	377.65	0.00	0.55 127.40 220.66	0.94

### Ausfachung

nach DIN EN 1995-1-1 und EAB EB 88  
 Ansatz des Erddrucks als Gleichlast

#### Baustoff

##### Nadelholz C24

char. Biegefestigkeit	$f_{m,k} =$	24.00	N/mm <sup>2</sup>
char. Schubfestigkeit	$f_{v,k} =$	4.00	N/mm <sup>2</sup>

#### gewählt

Querschnittshöhe Bohlen	$h =$	10.0	cm
	$W_y =$	1666.7	cm <sup>3</sup> /m

#### Biegespannung Abs. 6.1.6

Ek	x [m]	$k_{mod}$ [-]	$M_d$ [kNm]	$\sigma_d$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{m,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\mu$ [-]
1	0.75	1.00	13.25	7.95	18.46	0.43

#### Schubspannung Abs. 6.1.7

Ek	x [m]	$k_{mod}$ [-]	$V_d$ [kN]	$\tau_d$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{v,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\mu$ [-]
1	0.00	1.00	35.33	1.06	3.08	0.34





### Nachweis Wandtiefe

Nachweis der vorhandenen Wandtiefe

erf. Wandtiefe	$T_{\text{erf}} =$	6.96	m
vorh. Wandtiefe	$T_{\text{vorh}} =$	7.00	m
$T_{\text{erf}} \leq T_{\text{vorh}}$	6.96	$\leq$	7.00

### Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

### Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		$\eta$ [-]
Erdwiderlager	OK	0.73
Horizontalkräfte	OK	1.00
Ersatzkraft C	OK	0.96
Vertikalkraft	OK	0.79
Versinken	OK	0.09
Bohlträger	OK	0.94
Ausfachung	OK	0.43
Wandtiefe	OK	0.99

