

Tragwerksplanung

Teil 1 - Baugrubensicherungen

Projektnummer: 2025/051

Objekt: Sanierung 2. nördliche Hauptsammler im Rosental
Einziehgruben 1 bis 3 Hohe Straße 19 - 21
04107 Leipzig

Auftraggeber: Kommunale Wasserwerke Leipzig GmbH



Auftragnehmer: Staupendahl & Partner GmbH
Schmiedestraße 14
04229 Leipzig

Tel.: (0341) 484250
Fax: (0341) 4842528



Leistungsphase: Genehmigungsplanung

Datum: 16.07.2025

Dipl.-Ing. Hubert Ulbrich
Projektleiter

Dipl.-Ing. Anke Seiler
verantwortliche Bearbeiterin

Stempel Prüfsingenieur

1 Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Inhaltsverzeichnis	2
2 Einleitung	3
3 Zeichnerische Unterlagen	3
4 Angaben bezüglich des Baugrundes	3
5 Vorschriften und Bemessungsgrundlage	4
6 Bauausführung	5
7 Auflasten und Verkehrslasten	8
8 Verwendete Baustoffe	9
9 Statische Berechnung	9
10 Allgemeines	10
Baugrundangaben	12
Schnitt EZG 1-SPW	100
Schnitt EZG 1-HDI	200
Schnitt EZG 3-SPW	300
Schnitt EZG 3-HDI	400

2. Einleitung

Die Leipziger Wasserwerke planen die Renovierung des 2. nördlichen Hauptsammlers im Bereich des Rosentals im Abschnitt zwischen der Möckernschen Allee und dem Marienweg.

Die Renovierung des Sammlers soll mittels GFK-Rohreinzug mit Ringraum erfolgen. Für den Einbau der GFK-Kurzrohrsegmente ist die Herstellung von drei Einziehgruben (EZG) erforderlich.

Die geplanten Baugruben werden von Grundwasser beeinflusst und aufgrund der Lage innerhalb eines Landschaftsschutzgebietes sowie der unmittelbaren Lage zu offenen Fließgewässern soll auf eine Grundwasserabsenkung verzichtet werden. Daher werden wasserdichten Baugrubensicherungen für die EZG1 und EZG3 erforderlich.

Inhalt der statischen Berechnungen und Planungen sind die Konstruktionen dieser Baugrubensicherungen.

3. Zeichnerische Unterlagen

- Bauseitige Angaben der Gelände- und Aushubkoten, Sweco GmbH,
- Grundriss- und Schnittdarstellungen der geplanten Baugruben,

Übergabe durch Sweco GmbH, Stand 07.07.2025.

4 Angaben bezüglich des Baugrundes

Es liegt ein Geotechnischer Bericht der FCB GmbH, Espenhain vom 30.04.2021. Daraus wurden zwei Baugrundmodelle für EZG1 und EZG3 entwickelt.

Näheres siehe statische Berechnungen.

5. Vorschriften und Berechnungsgrundlagen

EC 1 / DIN 1055	Lastannahmen für Bauten
EC 2 / DIN 1045	Beton- und Stahlbetonbau
EC 3 / DIN 18800	Stahlbauten, Bemessung und Konstruktion
EC 7 / DIN 1054	Zulässige Belastung des Baugrundes
DIN 4085	Berechnung des Erddrucks
DIN 4017	Grundbruchberechnungen
DIN 4124	Baugruben und Gräben

Weißbach, Baugruben, 2. Auflage 2011

Kommentar zum Handbuch EC 7 - Geotechnische Bemessung, 1. Auflage 2012

Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ EAB, 6. Auflage – 2021,
Verlag Ernst & Sohn

Näheres siehe statische Berechnung

6. Bauausführung

Auf Wunsch des Auftraggebers wurden folgende statischen Berechnungen ausgeführt:

EZG 1-SPW ausgesteifte wasserdichte Spundwandumschließungen,
(S. 100) mit auftriebssicherer UW-Betonsohle

Baugrube Ablaufmengenmessung ca. 6,50 m x 2,50 m

bis zu einer maximalen Verbauhöhe:

BZ –UWB, Aushub zum Einbau UW-Beton:
 $h \leq 106,36 \text{ mNHN} - 102,00 \text{ mNHN} \leq 4,36 \text{ m}$,
Einbau Aussteifung auf 105,36 mNHN,

BZ – RBGS, nach Einbau UW-Beton:
 $h \leq 106,36 \text{ mNHN} - 103,30 \text{ mNHN} \leq 3,06 \text{ m}$,
Ausbau Gurtung nach Aushärtung UW-Beton möglich,

GW außen = 104,39 mNHN,
GW innen = 104,39 (BZ - UWB) / 102,00 (BZ - RBGS),

LF 1, BS-T
 $qk1 = 10 \text{ kN/m}^2$, großflächige Verkehrsbelastung,
 $qk2 = 40 \text{ kN/m}^2$, $b = 2,00 \text{ m}$, Ersatzlast 30-to-Bagger,

Berechnung mit aktivem Erddruck,

Spundbohlen:	DB Larssen 603, $l \geq 7,50 \text{ m}$ einschl. 40 cm Einbauüberstand,
Gurtung:	HEB 260,
Steifen:	HEB 220,
UWB Grube:	OK UWB = 103,30 mNHN, UK UWB = 102,00 mNHN, $d = 1,30 \text{ m}$.
UWB Schacht:	OK UWB = 102,32 mNHN, UK UWB = 100,30 mNHN, $d = 2,02 \text{ m}$.

EZG 1-HDI
(S. 200)

unverankerte HDI-Unterfangung

BZ –BUWB, Aushub zum Einbau UW-Beton:

$$h \leq 103,15 \text{ mNHN} - 102,00 \text{ mNHN} \leq 1,15 \text{ m},$$

BZ – RBGS, nach Einbau UW-Beton:

$$h \leq 103,15 \text{ mNHN} - 103,30 \text{ mNHN} \leq -0,15 \text{ m},$$

GW außen = 104,39 mNHN,

GW innen = 104,39 (BZ -BUWB) / 102,00 (BZ - RBGS),

Lastfall BS-P,

Berechnung mit 50% erhöhtem aktivem Erddruck,

UK HDI-Körper = 101,15 mNHN.

EZG 3-SPW
(S. 300)

ausgesteifte wasserdichte Spundwandumschließungen,
mit auftriebssicherer UW-Betonsohle

Baugrube Ablaufmengenmessung ca. 40 m²,

bis zu einer maximalen Verbauhöhe:

BZ –UWB, Aushub zum Einbau UW-Beton:

$$h \leq 106,00 \text{ mNHN} - 101,80 \text{ mNHN} \leq 4,20 \text{ m},$$

Einbau Aussteifung auf 105,00 mNHN,

BZ – RBGS, nach Einbau UW-Beton:

$$h \leq 106,36 \text{ mNHN} - 103,10 \text{ mNHN} \leq 3,26 \text{ m},$$

Ausbau Gurtung nach Aushärtung UW-Beton möglich,

GW außen = 104,39 mNHN,

GW innen = 104,39 (BZ - UWB) / 101,80 (BZ - RBGS),

LF 1, BS-T

qk1 = 10 kN/m², großflächige Verkehrsbelastung,

qk2 = 40 kN/m², b = 2,00 m, Ersatzlast 30-to-Bagger,

Berechnung mit aktivem Erddruck,

EZG 3-HDI
(S. 400)

BZ –BUWB, Aushub zum Einbau UW-Beton:

$$h \leq 103,20 \text{ mNHN} - 101,80 \text{ mNHN} \leq 1,40 \text{ m},$$

BZ – RBGS, nach Einbau UW-Beton:

$$h \leq 103,20 \text{ mNHN} - 103,10 \text{ mNHN} \leq 0,10 \text{ m},$$

GW außen = 104,39 mNHN,

GW innen = 104,39 (BZ -BUWB) / 101,80 (BZ - RBGS),

Lastfall BS-P,

Berechnung mit 50% erhöhtem aktivem Erddruck,

UK HDI-Körper = 101,15 mNHN.

Alle angenommen Höhenordinaten sind am Bau zu prüfen!

7. Auflasten und Verkehrslasten

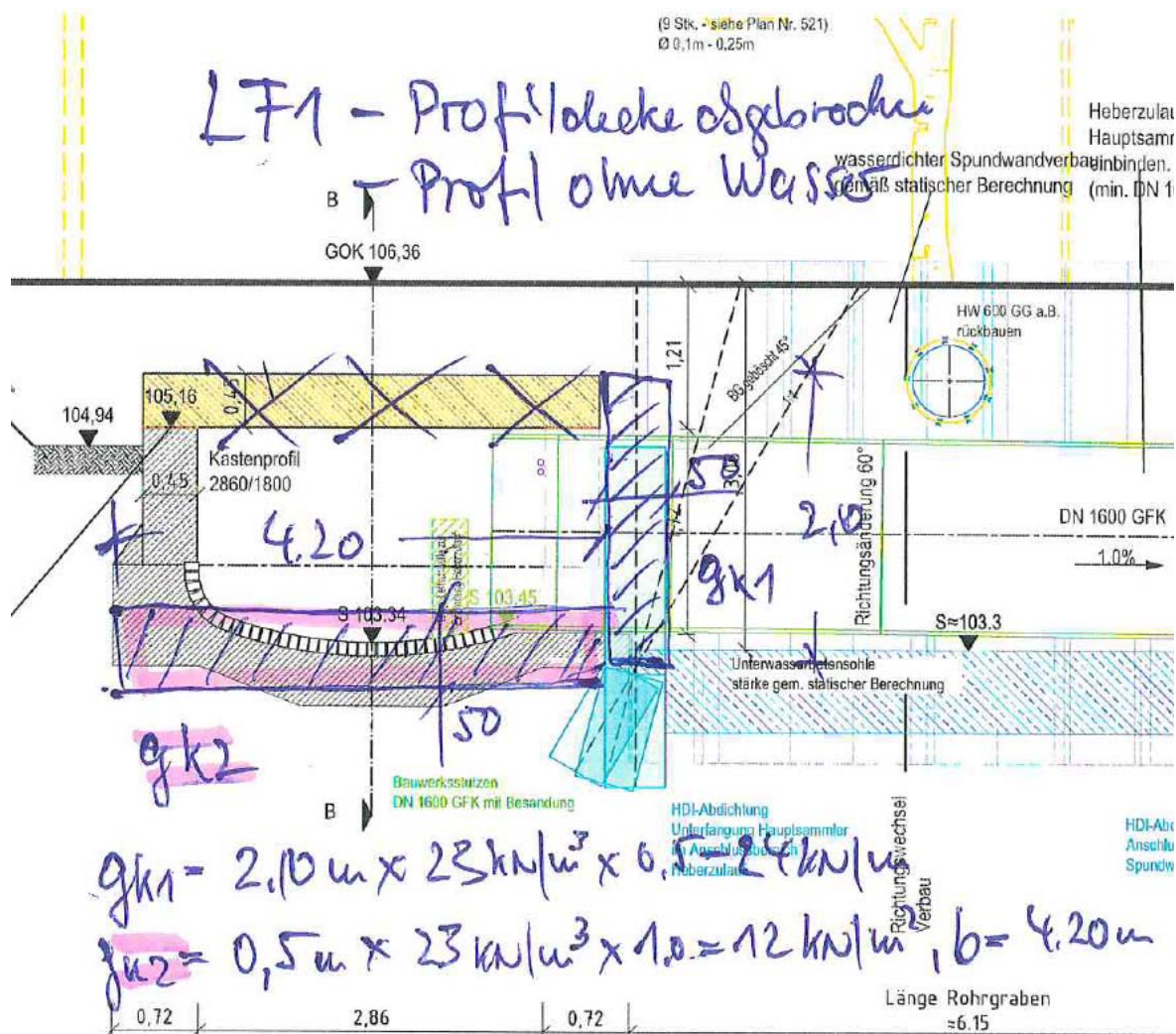
Die anzusetzenden Verkehrslasten wurden vom AG vorgegeben.

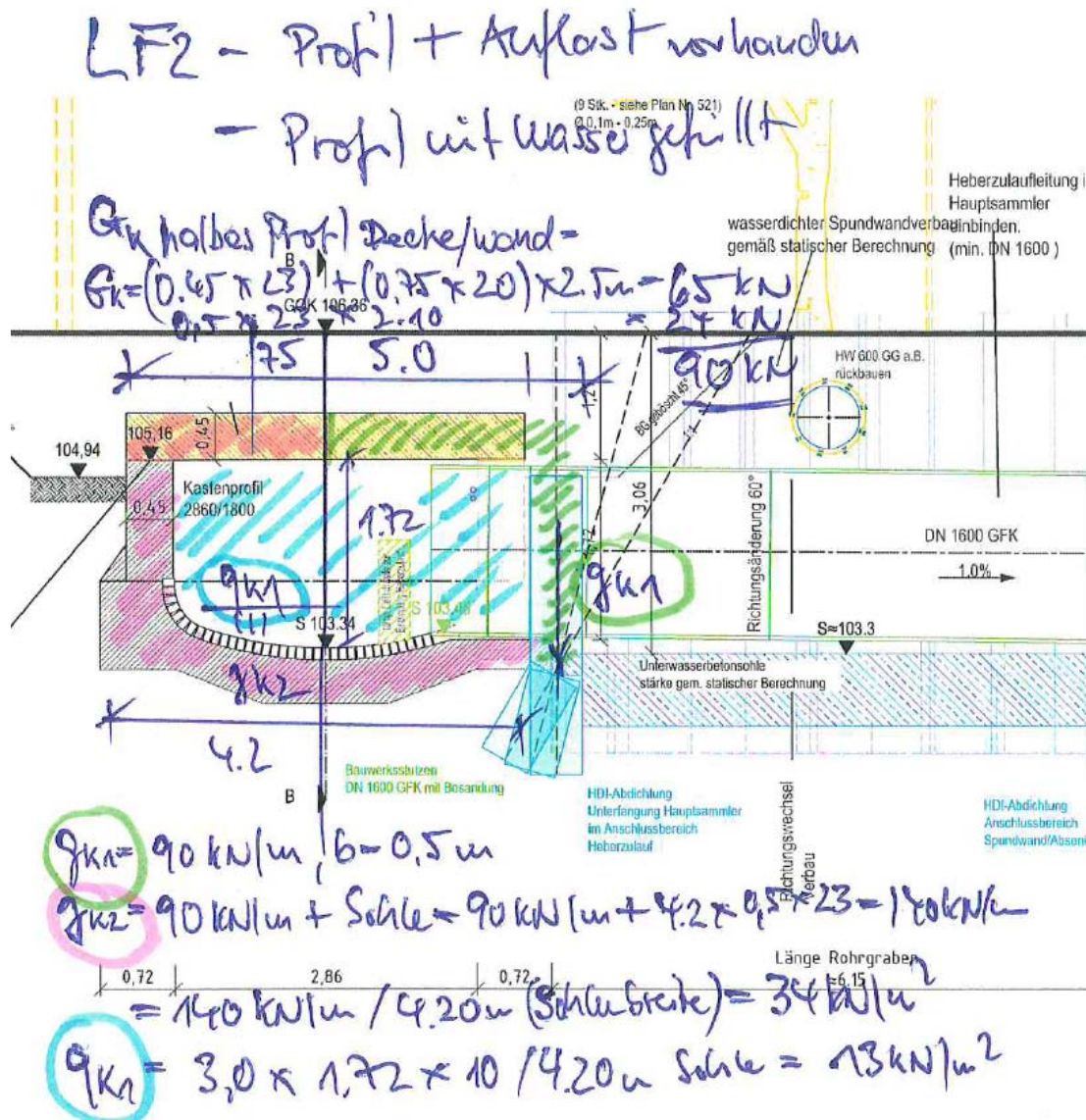
Schnitte EZG1-SPW und EZG3-SPW

$q_{k1} = 10 \text{ kN/m}^2$, großflächige Verkehrsbelastung Straße nach EAB,
 $q_{k2} = 40 \text{ kN/m}^2$, $b = 2,00 \text{ m}$, Ersatzlast 30-to-Bagger nach EAB,

Belastung, zulässige Abstände durch Fahrzeuge, Bagger und Hebezeuge erfolgen nach EAB Punkt 55/ 56/ 57 entsprechend der in den Schnitten angegebenen Verkehrsbelastungen.

Schnitte EZG1-HDI und EZG3-HDI





8. Verwendete Baustoffe

Spundbohlen: S 270 GP

Gurtung/Steifen: S 235

UW-Beton: C 25/30

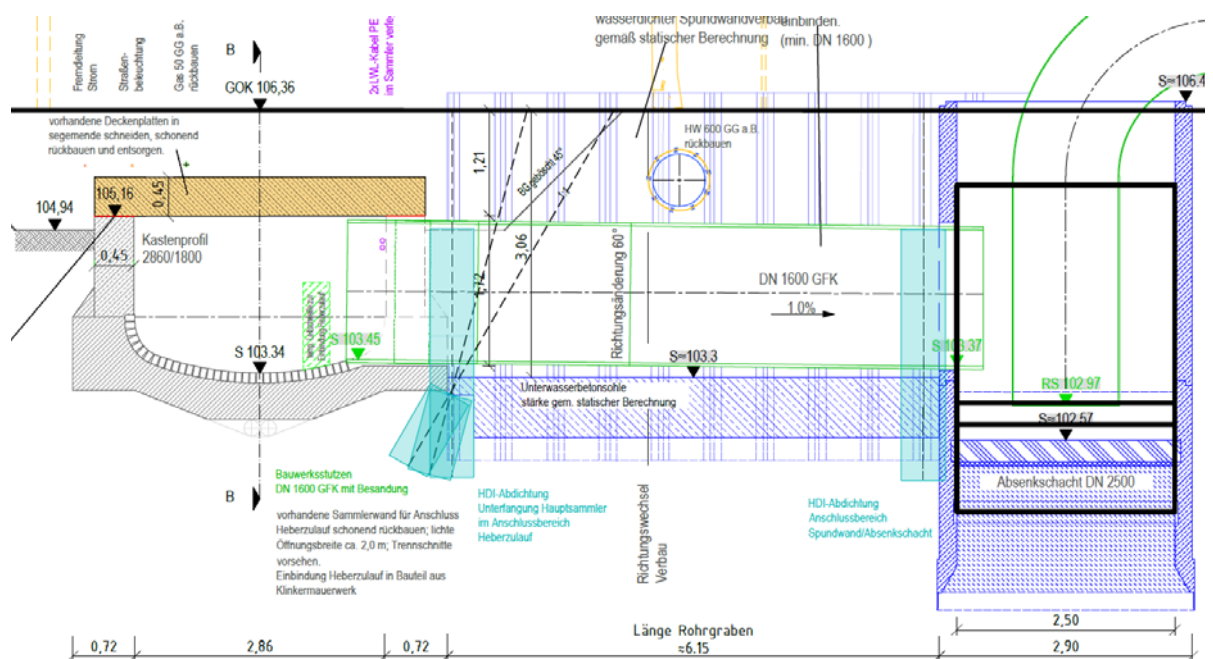
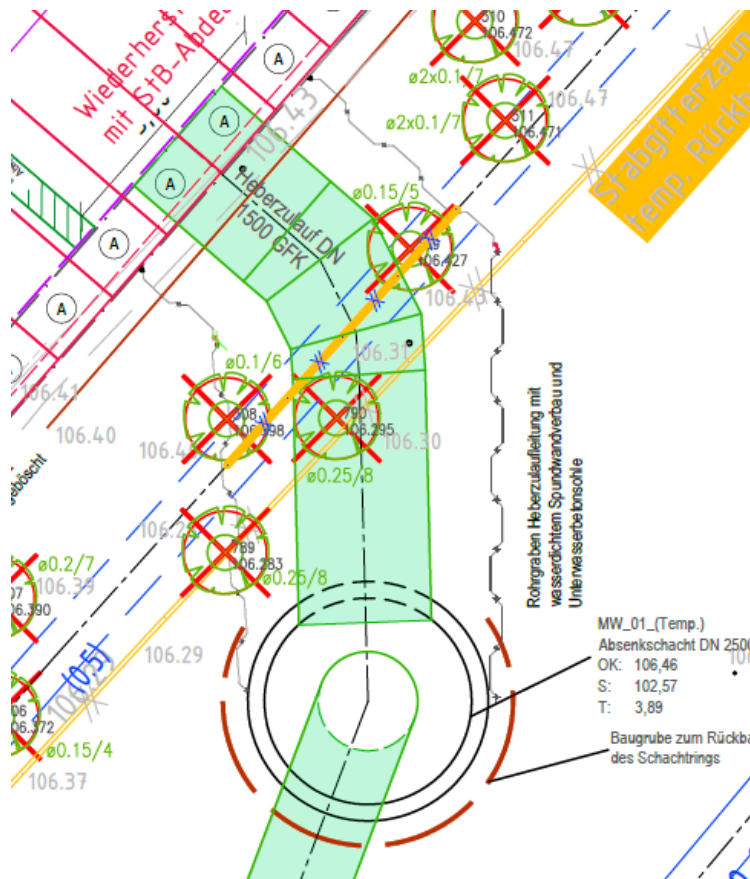
HDI-Zement: CEM III/A 32,5 R

9. Statische Berechnung

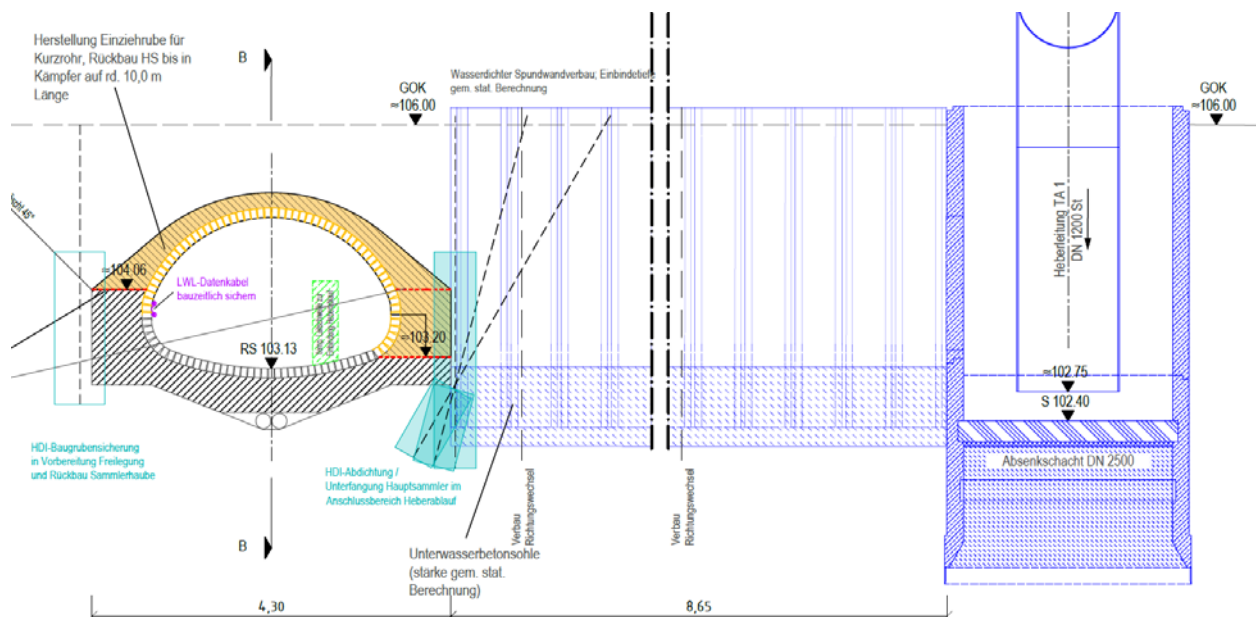
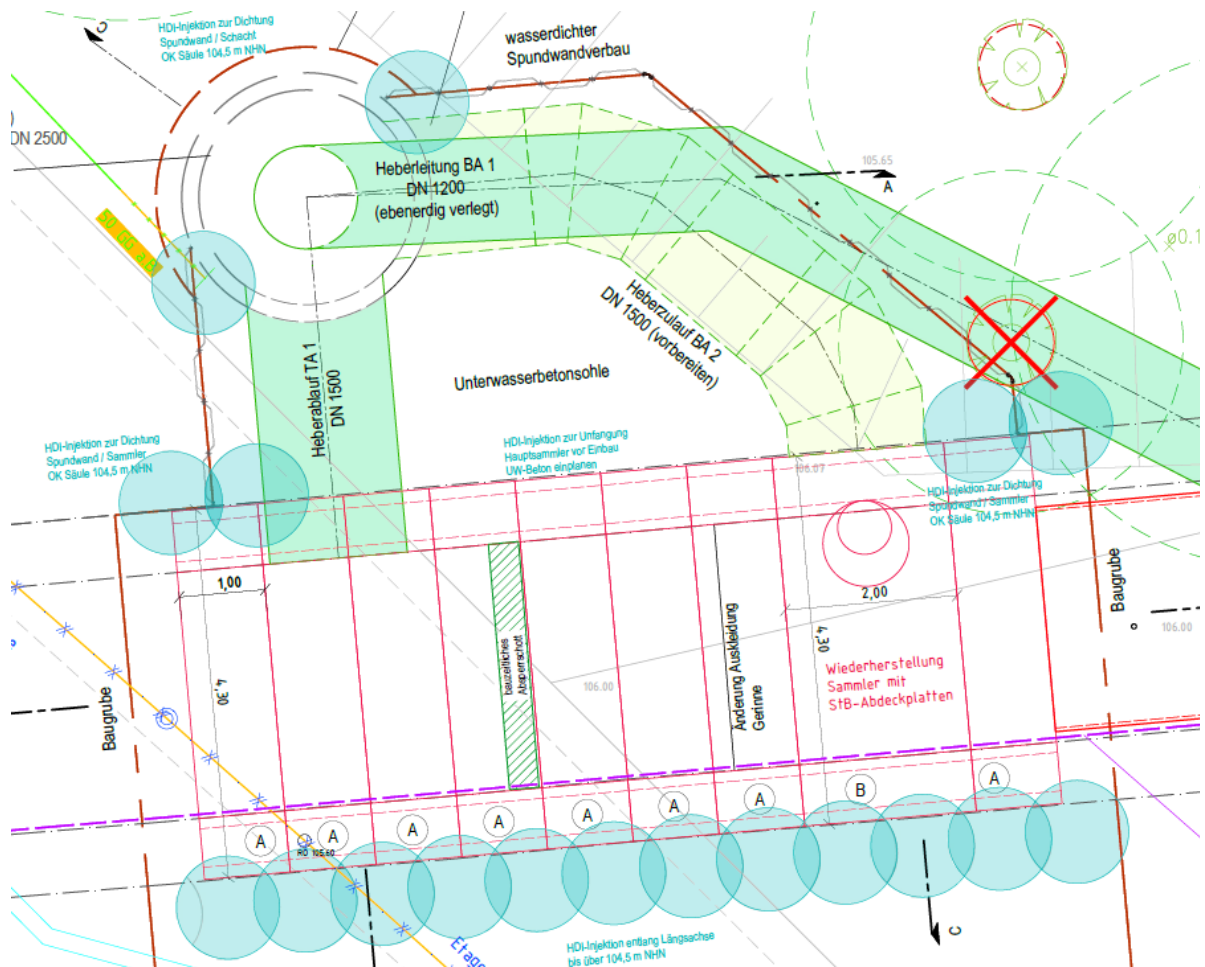
Die rechnergestützten statischen Berechnungen wurden mit den Programmen < DC Baugrube und DC-Unterfangung Version 24.2.5 > erstellt.

10. Allgemeines

Übersicht Baugrube EZG 1



Übersicht Baugrube EZG 3



Baugrundangaben

Es liegt ein Geotechnischer Bericht der FCB GmbH, Espenhain vom 30.04.2021. Daraus wurden zwei Baugrundmodelle für EZG1 und EZG3 entwickelt.

Es wird mit aktivem Erddruck (EZG 1-SPW und EZG 3-SPW) und 50% erhöhtem aktiven Erddruck (EZG 1-HDI und EZG 3-HDI)gerechnet.

Baugrundmodelle mit Bodenkennwerten:

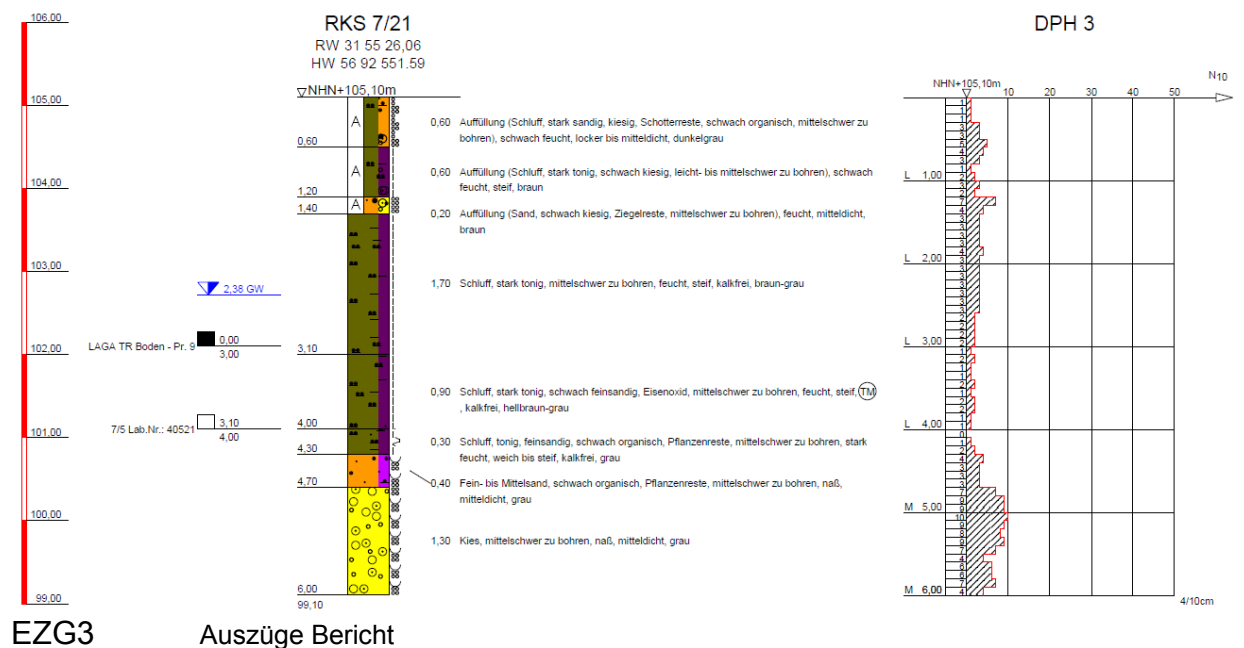
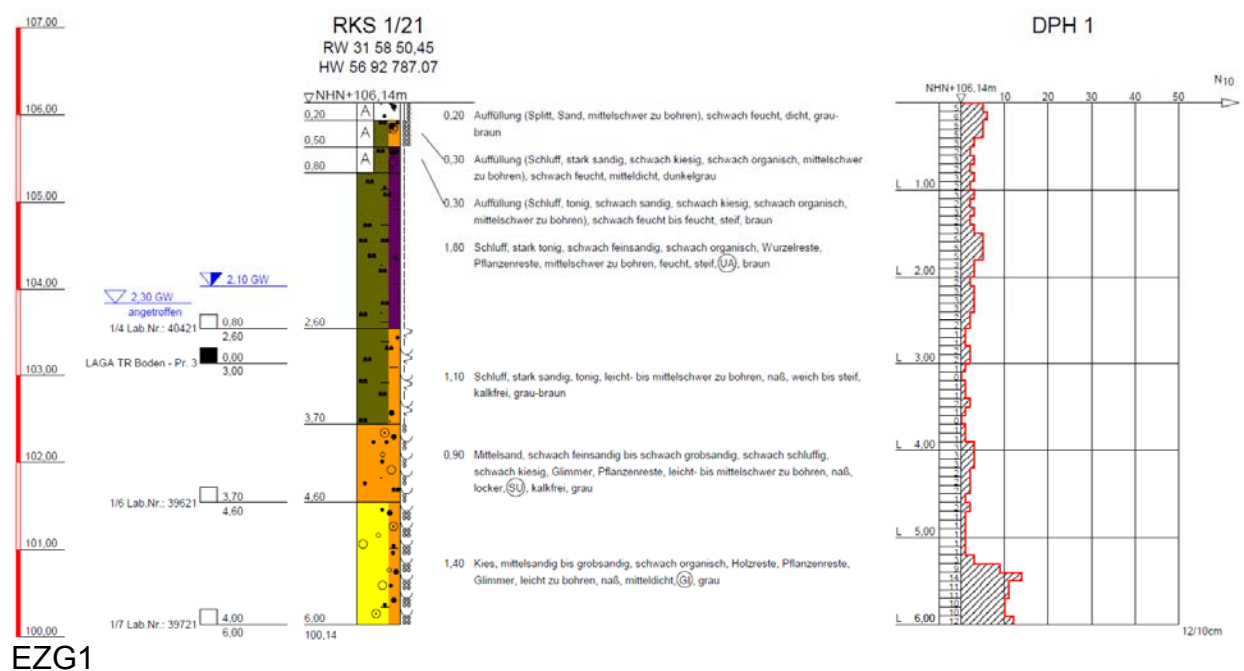


Tabelle 3: Bodenphysikalische Kennwerte (charakteristische Kennwerte)

Modellschicht	Bezeichnung	Reibungs- winkel $\phi_{k'}$ [°]	Kohäsion $c_{k'}$ [kN/m ²]	Wichte $\gamma_{n,k}$ [kN/m ³]	Steife- modul $E_{s,k}$ [MN/m ²]	Durchlässig- keitsbeiwert k_f [m/s]
MS 1.1	Auelehm UA-TM	$\phi_{u,k} = 0$	$c_{u,k} = 25$	18,5	4	5,0 E-8 ... 1,0 E-10
	weich	25	5	19,5	10	
	steif	25	15	20,5	30	
	halbfest					
MS 1.2	Auelehm-Basis UL-SU weich, locker	27,5 – 30,0	0 - 5	17	4 - 15	6,7 E-5 ... 7,3 E-8
MS 2	Kies GWL 1 GI-GW mitteldicht	33	0	19	120	1,1E-3... 4,7E-4

Auszug Bericht

ab OK Gelände 106,6 mNHN (EZG1) / 106,00 mNHN (EZG3)

3,92/5,20 m Schicht 1 MS 1.1 – Auffülle/ UA-TM, steif bis halbfest

 $\phi = 25^\circ$, $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$, $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$, $c = 10 \text{ kN/m}^2$,
 $E_s = 10 \text{ MN/m}^2$, $k_f = 10^{-9} \text{ m/s}$

4,81/5,40 m Schicht 2 MS 1.2 - UL-SU, weich, locker

 $\phi = 30^\circ$, $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$, $\gamma' = 7 \text{ kN/m}^3$, $c = 0 \text{ kN/m}^2$,
 $E_s = 10 \text{ MN/m}^2$, $k_f = 10^{-6} \text{ m/s}$, $\sigma_D = 100 \text{ kN/m}$

>10 m Schicht 3 MS 2 – GI-GW, mitteldicht

 $\phi = 33^\circ$, $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$, $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$, $c = 0 \text{ kN/m}^2$,
 $E_s = 120 \text{ MN/m}^2$, $k_f = 10^{-3} \text{ m/s}$, $\sigma_D = 250 \text{ kN/m}^2$

Für das Bauvorhaben werden auf Grundlage der aktuellen Pegelmessungen vom 09.04.2021 und der Ganglinie der Messtelle 46400021 (/U 6/) die Werte dieser Messtelle für den mittleren Grundwasserstand (MW), höchster Grundwasserstand (HW) und mittlerer höchster Grundwasserstand (MHW) übernommen.

MW 103,13 m NHN

HW 104,39 m NHN

MHW 103,52 m NHN

Auszug Bericht

Das Grundwasser wird bei 104,39 mNHN angesetzt. Das Wasser steht gespannt unter dem Auelehm an. Während der Aushubarbeiten zum BZ-UWB ist das Grundwasser ständig \geq ausgepegelt zum äußeren Grundwasserstand in der Baugrube bis zum Lenzen der Baugrube zu halten.

Die angenommene Baugrundsichtung ist während der Ausführungsarbeiten zu prüfen. Bei Abweichungen ist der Tragwerksplaner zu informieren.

Schnitt EZG 1-SPW

ausgesteifte wasserdichte Spundwandumschließungen,
mit auftriebssicherer UW-Betonsohle

Baugrube Ablaufmengenmessung ca. 6,50 m x 2,50 m

bis zu einer maximalen Verbauhöhe:

BZ –UWB, Aushub zum Einbau UW-Beton:

$h \leq 106,36 \text{ mNHN} - 102,00 \text{ mNHN} \leq 4,36 \text{ m}$,

Einbau Aussteifung auf 105,36 mNHN,

BZ – RBGS, nach Einbau UW-Beton:

$h \leq 106,36 \text{ mNHN} - 103,30 \text{ mNHN} \leq 3,06 \text{ m}$,

Ausbau Gurtung nach Aushärtung UW-Beton möglich,

GW außen = 104,39 mNHN,

GW innen = 104,39 (BZ - UWB) / 102,00 (BZ - RBGS),

LF 1, BS-T

$qk1 = 10 \text{ kN/m}^2$, großflächige Verkehrsbelastung,

$qk2 = 40 \text{ kN/m}^2$, $b = 2,00 \text{ m}$, Ersatzlast 30-to-Bagger,

Berechnung mit aktivem Erddruck,

Spundbohlen: DB Larssen 603, $l \geq 7,50 \text{ m}$
einschl. 40 cm Einbauüberstand,

Gurtung: HEB 260,

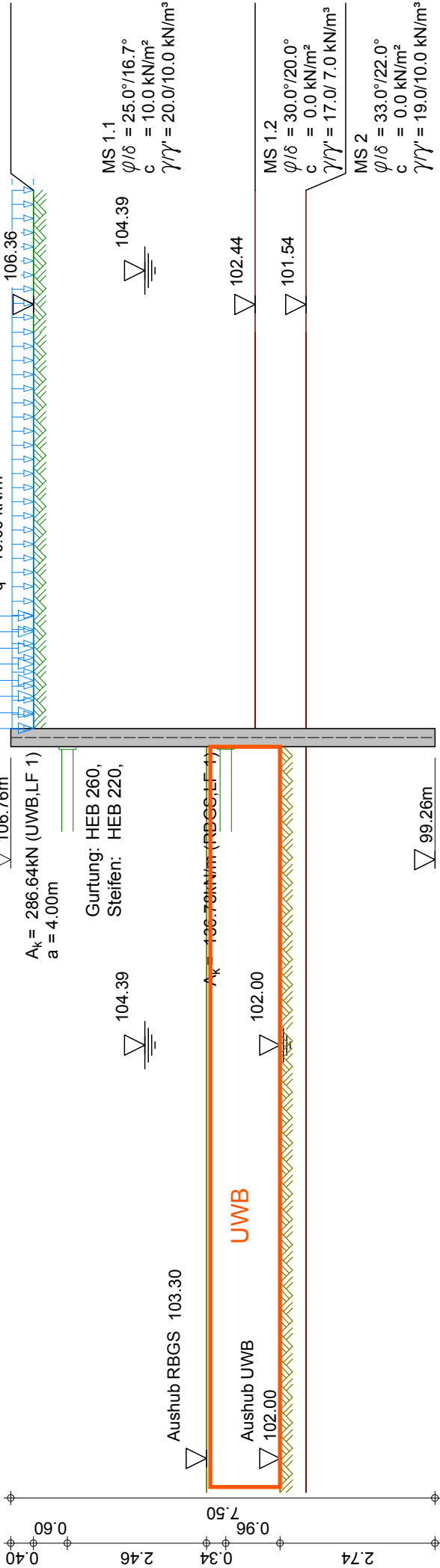
Steifen: HEB 220,

UWB Grube: OK UWB = 103,30 mNHN,
UK UWB = 102,00 mNHN, $d = 1,30 \text{ m}$.

UWB Schacht: OK UWB = 102,32 mNHN,
UK UWB = 100,30 mNHN, $d = 2,02 \text{ m}$.

BZ –UWB, Aushub zum Einbau UW-Beton:
 $h \leq 106,36 \text{ mNHN} - 102,00 \text{ mNHN} \leq 4,36 \text{ m}$,
Einbau Aussteifung auf 105,36 mNHN,

BZ – RBGS, nach Einbau UW-Beton:
 $h \leq 106,36 \text{ mNHN} - 103,30 \text{ mNHN} \leq 3,06 \text{ m}$,
Ausbau Gurtung nach Aushärtung UW-Beton möglich,



Eingabedatei: C:\Program Files (x86)\DC-Grundbaustatik\Daten\
 Staupendahl\2025\Leipzig EZG\EZG1.dbw
 Datum: 10.07.2025

Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7-1) und DIN 1054:2021

Systemwerte

Wandkopf frei beweglich

Aktiver Erddruck

Nichtbindiger Boden

Geländeoberkante auf 106.76 m

Grundwasserstand 104.39 m

1. Geländeböschung
 Anfang [m] 0.00
 Ende [m] 0.00
 Höhe [m] -0.40

Erddruckbeiwerte nach DIN 4085:2017 und EAB 2021

Wandaufbau

Abs.	Wandtyp	x_1 [m]	z_1 [m]	E [MN/m ²]	A [cm ² /lfm]	g [kN/m ³]
	Profilbez.	x_2 [m]	z_2 [m]	I [cm ⁴ /lfm]	d [cm]	
				EI [MN*m ²]		
1	Spundwand	0.00	0.00	210000.00	138.30	78.50
	Larssen 603	0.00	7.50	1.8600E+04	31.00	
	(Doppelbohlen)			39.06		

El wird um den Faktor $\beta_D = 0.70$ reduziert: $EI = 27.34$

Erdschichtwerte

			MS 1.1	MS 1.2	MS 2
Schichthöhe	h	[m]	4.32	0.90	94.78
Innere Reibung	φ'	[Grad]	25.00	30.00	33.00
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	16.70	20.00	22.00
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-16.70	-20.00	-22.00
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m ²]	10.0	0.0	0.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m ²]	10.0	0.0	0.0
Wichte Boden		[kN/m ³]	20.0	17.0	19.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m ³]	10.0	7.0	10.0

Erddruckbeiwerte

Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.346	0.279	0.245
Kohäsionsbeiwert	K_{ach}	(aktiv)	1.043	0.000	0.000
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.346	0.279	0.245
Erddwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	3.912	5.737	7.496
Koh.wid. Beiwert	K_{pch}	(passiv)	5.186	0.000	0.000
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	3.912	5.737	7.496
Durchlässigkeit	k	[m/s]	1.000E-09	1.000E-06	1.000E-03

LFK-Name Typ
 1 BS-T

Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Streckenlasten auf das Gelände

LFK-Name	q	x_A	x_E	z_Q	Typ
1 Q	10.00	0.16	999.00	0.40	-
Q	40.00	0.16	2.15	0.40	0

(G = ständig, Q = veränderlich, B = aus Bodeneigengewicht)

Ansatz der Blocklasten:
0 = Standard: nach DIN 4085:2017

Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

γ -	H	G, stb
BS-P	1.900	0.950
BS-T	1.900	0.950
BS-A	1.450	0.950
BS-T/A	1.675	0.950

Teilsicherheitsbeiwerte für Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

γ -	G	E0g	W	L	Ol	Q	Qv			
BS-P	1.350	1.200	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500			
BS-T	1.200	1.100	1.200	1.200	1.200	1.300	1.300			
BS-A	1.100	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100			
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1.150	1.150	1.200	1.200			
γ -	Ep	Wg	γ	φ	c	cu	R, h	b	s	
BS-P	1.400	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	
BS-T	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	
BS-A	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	
BS-T/A	1.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	

Ermittlung der Schnittgrößen (STR) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Verformungen
mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen (GEO) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für...
H	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G, stb	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
Ol	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undrained
R, h	Gleitwiderstand
b	Spitzendruck
s	Mantelreibung

Lastfallkomb. 1, Typ BS-T

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe- e_v	e_n -Summe	e_n -Boden+Großfl.	e_n -Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000

Tiefe z	Summe-e _v	e _n -Summe	e _n -Boden+Großfl.	e _n -Auflast
0.40	0.000	0.000	0.000	0.000
0.40	0.000	17.277	3.455	13.822
0.40	0.000	17.277	3.455	13.822
2.37	12.290	24.311	10.489	13.822
2.37	12.290	24.311	10.489	13.822
3.05	17.404	25.532	11.710	13.822
3.05	17.404	11.710	11.710	0.000
4.32	22.281	13.970	13.970	0.000
4.32	22.281	19.250	19.250	0.000
5.22	28.875	21.010	21.010	0.000
5.22	28.875	18.439	18.439	0.000
7.50	48.436	24.030	24.030	0.000
7.50	48.436	24.030	24.030	0.000
100.00	5184.749	250.842	250.842	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver
 Mindesterdruddruck mit $\varphi_{\text{Ers}} = 40.0^\circ$ berücksichtigt

Aushub Nr. UWB

Wand 1-fach gestützt
 Wandfuß frei verschieblich

Negativer Erddruck wirkt NICHT mit auf das statische System
 1. Rückbauzustand

Umlagerungsfigur: Zwei Rechtecke mit Unterteilung bei 2.38 m
 mit Abminderung zweites Rechteck um $\varepsilon = 0.33$
 ohne Umlagerung von begrenzten Auflasten
 Umlagerung bis zur Baugrubensohle

Gesamtlänge der Wand: 7.50 m, Einbindetiefe $t = 2.74$ m

Aushubtiefe $z = 4.76$ m, Wasserstand = 2.37 m
 Fußstützkraft: $E_d = 84.42$ kN $\leq R_d = 195.47$ kN
 Angriffspunkt = 6.63 m

Schnittgrößen Bemessungswerte

Charakteristische Verformungen

Aushub Nr. UWB	maxM	68.01	zugQ	0.00,	maxQ	70.01	zugM	-6.11
	minM	-10.69	zugQ	-60.23,	minQ	-60.23	zugM	-10.69
	maxw	6.7 mm						

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte

(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	7.50	174.79	59.57	(δ_a)
Wasserdruck:	2.37	7.50	0.00	0.00	
Anker/Steifen:			-90.37	0.00	(α)
Summe:			84.42	59.57	
Erdwiderstand:	4.76	7.50	-84.42	-34.05	(*)
Wandeingengewicht:				9.77	
Auftriebskraft:				-0.85	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	34.44 (nach unten)	

* Summe der Vertikalanteile für Aktiv-(δ_a) u. Passivseite(δ_p)

2.00

$M(-2.15;-1.00)$
 $R = 6.91\text{m}$
 $E_d/R_d = 0.61 < 1.0$

$q = 40.00\text{ kN/m}^2$

$q = 10.00\text{ kN/m}^2$

$A_k = 286.64\text{ kN}$
 $a = 4.00\text{m}$

106.36

104.39

MS 1.1
 $\varphi/\delta = 25.0^\circ/16.7^\circ$
 $c = 10.0\text{ kN/m}^2$
 $\gamma/\gamma' = 20.0/10.0\text{ kN/m}^3$

Aushub UWB

102.00

7.50

3.76

0.40

0.60

2.74

$E_p = 69.54\text{ kN/m}$

0.31

99.26m

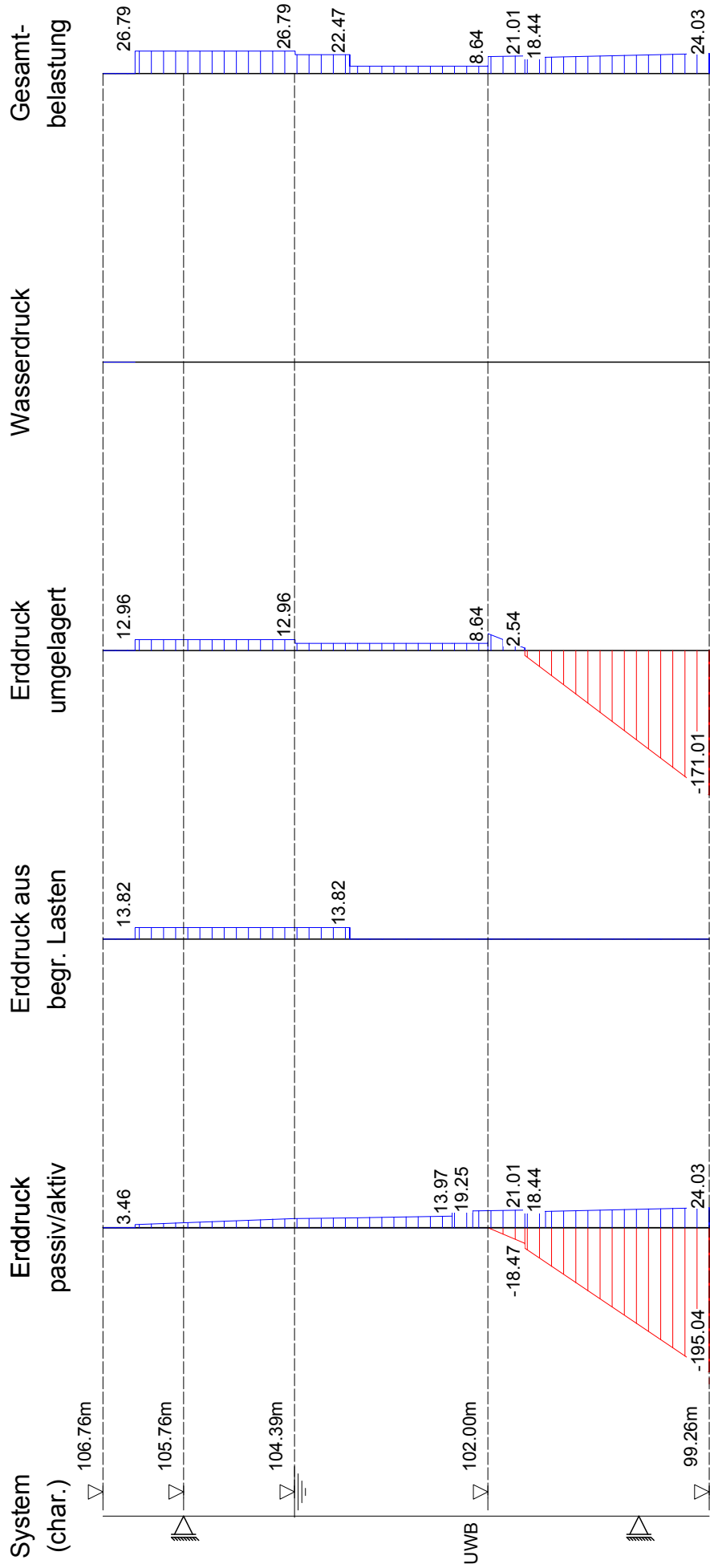
102.44

101.54

MS 1.2
 $\varphi/\delta = 30.0^\circ/20.0^\circ$
 $c = 0.0\text{ kN/m}^2$
 $\gamma/\gamma' = 17.0/7.0\text{ kN/m}^3$

MS 2
 $\varphi/\delta = 33.0^\circ/22.0^\circ$
 $c = 0.0\text{ kN/m}^2$
 $\gamma/\gamma' = 19.0/10.0\text{ kN/m}^3$

SPW (Larssen 603)



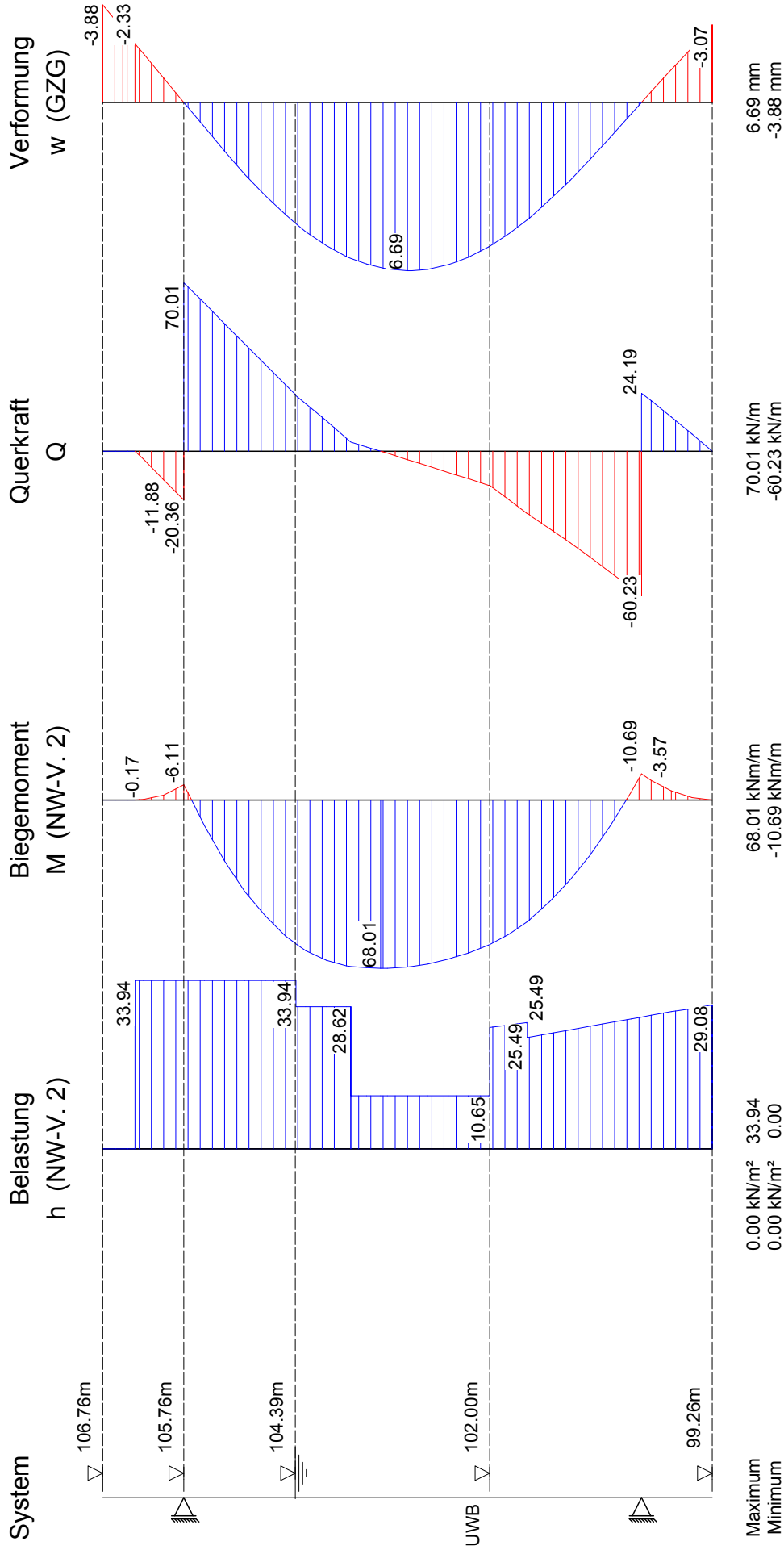
Maximum 24.03 kN/m²
Minimum -195.04 kN/m²

0.00 kN/m²
0.00 kN/m²

20.11 kN/m²
-171.01 kN/m²

26.79 kN/m²
0.00 kN/m²

Schnittgrößen aus Gesamtlasten, Bemessungswerte



Aushub Nr. RBGS

Wand 1-fach gestützt
 Wandfuß frei verschieblich

Negativer Erddruck wirkt NICHT mit auf das statische System
 2. Rückbauzustand
 Der Erddruckverlauf wird wegen unterschiedlicher Lasten oder
 Wasserstände nicht beibehalten.

Keine Umlagerung

Gesamtlänge der Wand: 7.50 m, Einbindetiefe t = 4.04 m

Aushubtiefe z = 3.46 m, Wasserstand = 4.76 m
 Fußstützkraft: $E_d = 51.61 \text{ kN} \leq R_d = 663.66 \text{ kN}$
 Angriffspunkt = 6.02 m

Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch im GZ HYD

$$A_k \cdot \gamma_H = 0.25 \cdot 1.90 = 0.48$$

$$< G_k \cdot \gamma_{Gstb} = 27.90 \cdot 0.95 = 26.50 \quad \text{*** Nachweis erfüllt ***}$$

Schnittgrößen Bemessungswerte

Charakteristische Verformungen

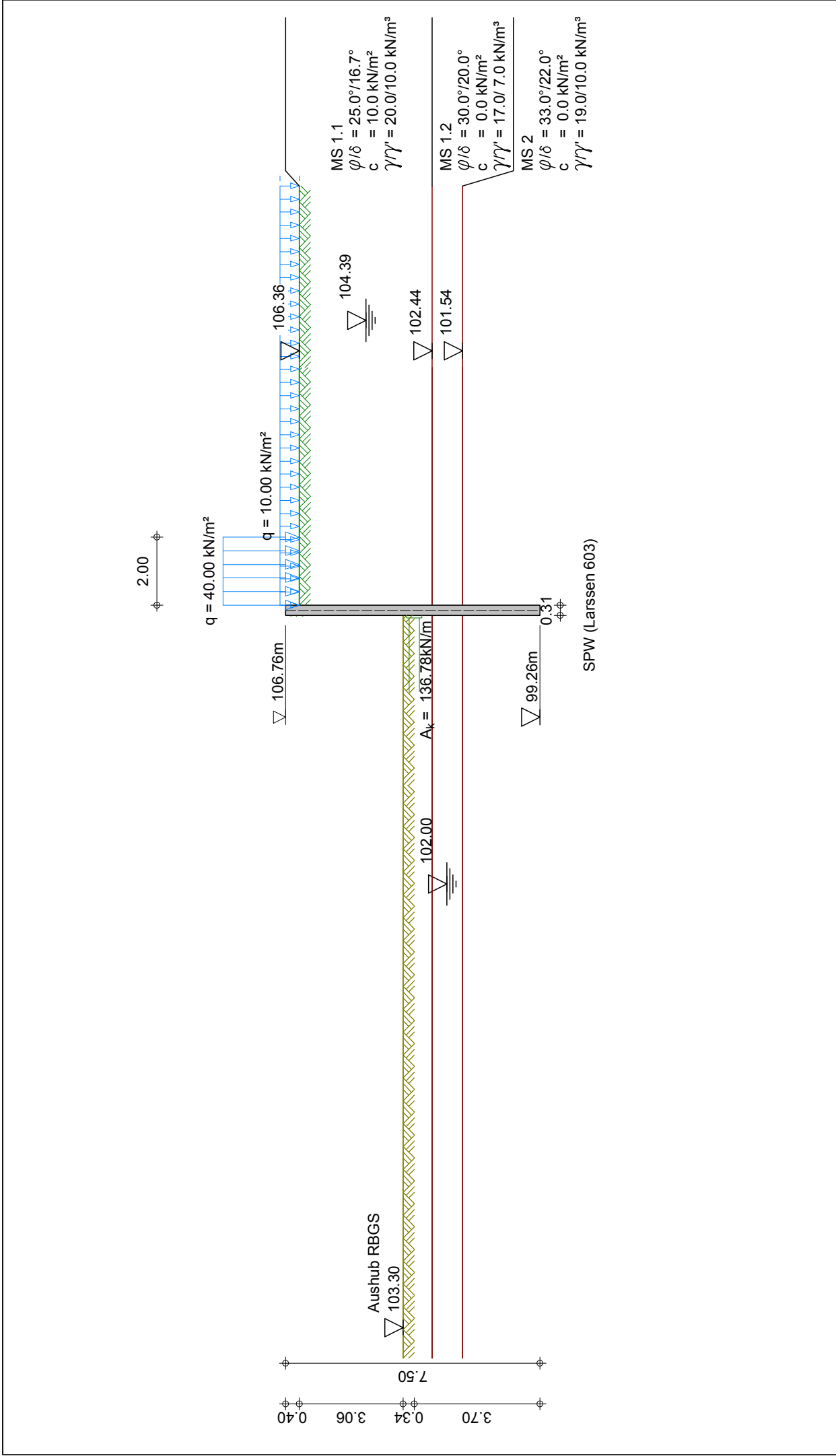
Aushub Nr. RBGS	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	84.16	zugM	-153.64
	minM	-153.64	zugQ	-89.35,	minQ	-89.35	zugM	-153.64
	maxw	44.9 mm						

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte

(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	7.50	195.17	67.53	(δ_a)
Wasserdruck:	2.37	7.50	29.96	0.00	
Anker/Steifen:			-173.52	0.00	(α)
Summe:			51.61	67.53	
Erdwiderstand:	3.46	7.50	-51.61	-20.10	(*)
Wandeingengewicht:				9.77	
Auftriebskraft:				-0.65	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	56.54	(nach unten)

* Summe der Vertikalanteile für Aktiv-(δ_a) u. Passivseite(δ_p)



Staupendahl & Partner Bauplanungsgesellschaft Leipzig mbH Programm DC-Baugrube/Win Version 24.2.5 Leipzig, Sanierung 2. nördliche Hauptsammler im Rosental	Seite	110
	Aushub	RBGS
	Schnitt	EZG1
	Maßstab	: 1: 150

System (char.)

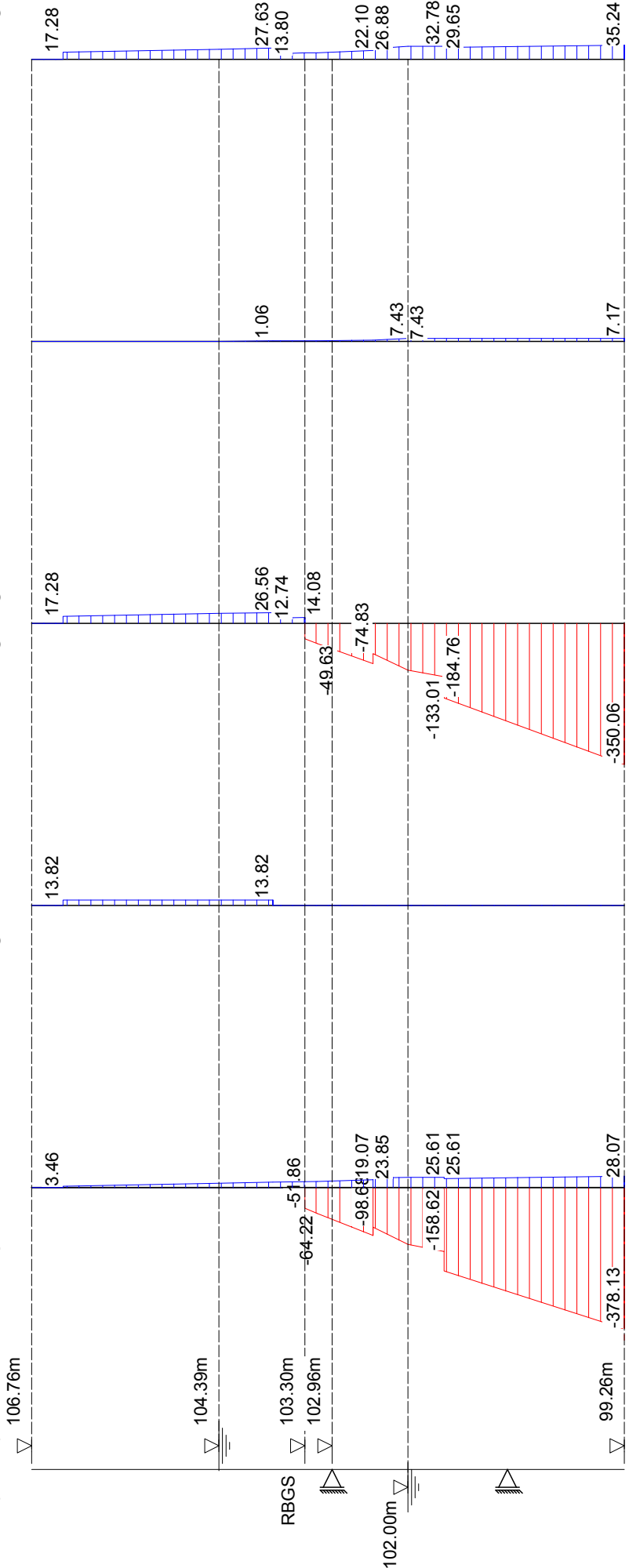
Erddruck passiv/aktiv

Erddruck aus begr. Lasten

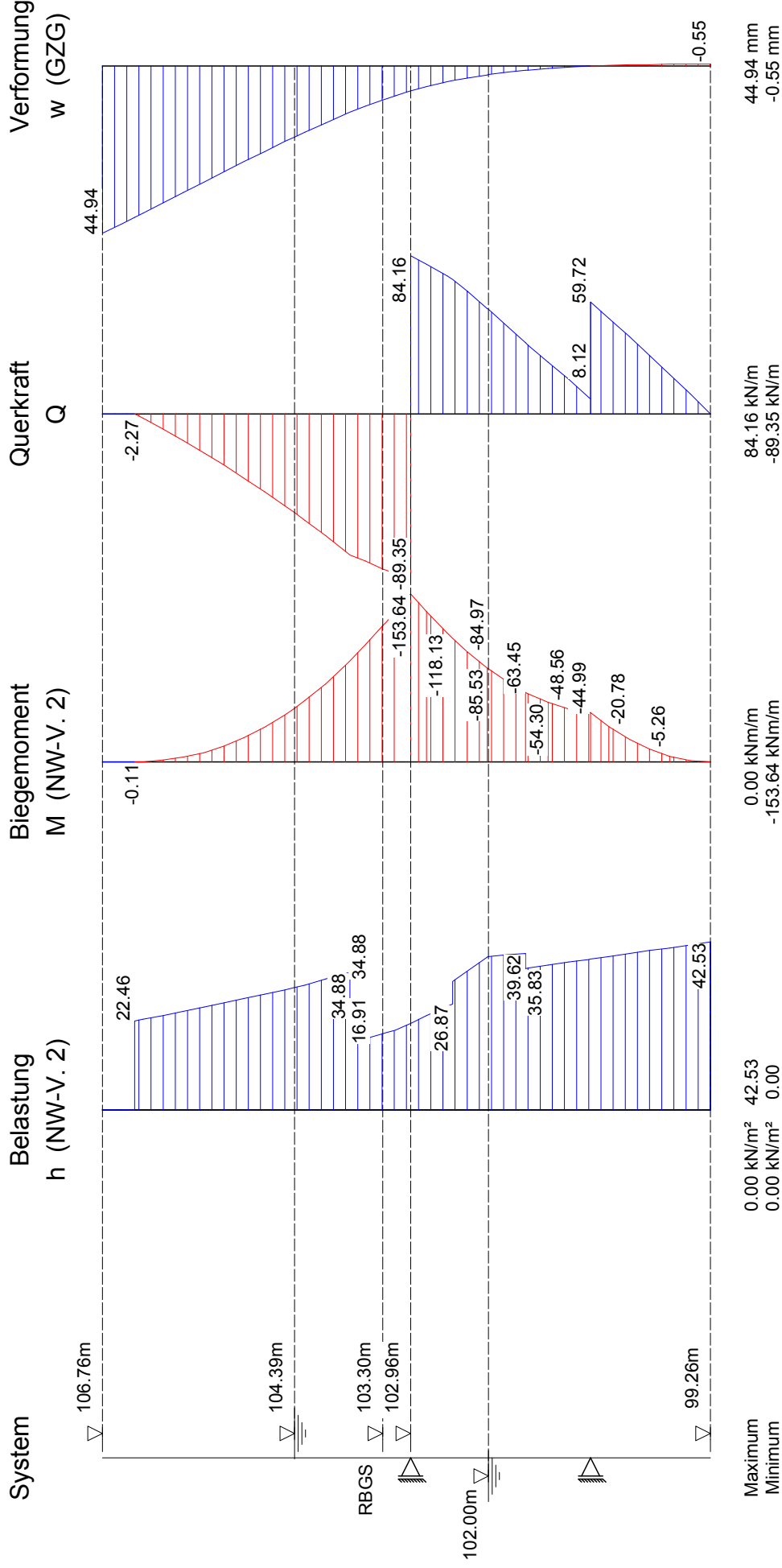
Erddruck umgelagert

Wasserdruck

Gesamtbelastung



Schnittgrößen aus Gesamtlasten, Bemessungswerte



Seite	112
Aushub	RBGS
Schnitt	EZG1
Maßstab	: 1: 75

Maximalwerte der Ankerkräfte aus allen Aushüben/Lastfällen

Zusammenstellung der maßgebenden Ankerkräfte pro lfm Wand

Anker	charakteristische Werte				Bemessungswerte			
	G	Q	W	Gesamt	G	Q	W	Gesamt
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	27.9	43.8	0.0	71.7	37.6	65.7	0.0	103.3*
2	39.3	93.8	3.7	136.8	53.0	140.7	5.0	198.7*

* Ankerkraft mit BS-P ermittelt (nach EB44 bzw. gem. DIN 1054:2021)

Maßgebende Bemessungswerte der Ankerkräfte pro Anker

Anker	z	z	Neigung	Abst.	Verpr.str.	Bem.
	Vorderk.	Achse	α	a-H	L_{vs}	kraft
	[m]	[m]	[°]	[m]	[m]	[kN]
1	1.00	1.00	0.00	4.00	-	413.2*
2	3.80	3.80	0.00	1.00	-	198.7*

* Ankerkraft mit BS-P ermittelt (nach EB44 bzw. gem. DIN 1054:2021)

Geländebruch-Nachweis, Aushub UWB

Eingabedatei: EZG1@UWB.dbb

Datum: 10.07.2025

Berechnung nach: DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2010

Nachweis nach DIN 4084:2009

Berechnung mit Nachweisverfahren 3

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

Schichtdaten		MS 1.1	MS 1.2	MS 2
Innere Reibung $\text{cal } \phi'$	[Grad]	25.00	30.00	33.00
Kohäsion $\text{cal } c'$	[kN/m ²]	10.0	0.0	0.0
Wichte Boden	[kN/m ³]	20.0	17.0	19.0
Wichte wassergesättigt	[kN/m ³]	20.0	17.0	20.0
Wichte unter Auftrieb	[kN/m ³]	10.0	7.0	10.0

Geländeverlauf und Schichten

x [m]		-3.90	-0.16	-0.15	-0.15	0.16
		0.16	0.16	0.16	3.90	15.00
z Gelände		-4.76	-4.76	-5.22	-7.50	-7.50
		-5.22	-4.32	-0.40	-0.40	-0.40
z Schicht	MS 1.1	-4.76	-4.76	-5.22	-7.50	-7.50
		-5.22	-4.32	-4.32	-4.32	-4.32
z Schicht	MS 1.2	-5.22	-5.22	-7.50	-7.50	-7.50
		-5.22	-5.22	-5.22	-5.22	-5.22
z Schicht	MS 2	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00
		-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00

Verlauf des Grundwasserspiegels

x [m]	z [m]
-3.90	-2.37
0.16	-2.37
3.90	-2.37

Lage von Bauwerken

Nummer	x _{von} [m]	x _{bis} [m]	z _{von} [m]	z _{bis} [m]	Gewicht [kN/m]
1	-0.16	0.16	-7.50	0.00	8.10

Lage von Ankern

Nummer	x [m]	z [m]	Winkel [Grad]	Länge [m]	max. L [m]	Kraft [kN/m]
1	-0.16	-1.00	0.00	11.41	11.41	71.66

Streckenlasten

Alle Lasten beziehen sich auf 1 m Länge

LF-Komb.	q	x _A	x _E	z _Q	γ	ψ
1 Q	10.0	0.2	15.0	-0.40	1.20	1.00
Q	40.0	0.2	2.2	-0.40	1.20	1.00

Lamellenbreiten

Von x [m]	bis x [m]	Breite [m]
-10000.00	10000.00	0.25

Teilsicherheitsbeiwerte (GEO) für NW-Verf. 3

γ	G	Q	W	E	φ	c	c_u	R_a	R_b
BS-P	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.25	1.10	1.40
BS-T	1.00	1.20	1.00	1.20	1.15	1.15	1.15	1.10	1.30
BS-A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.20
BS-T/A	1.00	1.10	1.00	1.10	1.12	1.12	1.12	1.10	1.25

γ	Teilsicherheitsbeiwert für...
G	Ständige Lasten
Q	Veränderliche Lasten
W	Wasserdruck
E	Erdbeben
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
c_u	Kohäsion undränert c_u
R_a	Anker
R_b	Bauteile

Bestimmung der Sicherheit nach Krey-Bishop

Raster mit x von -7.15 m bis 2.84 m, z von -3.00 m bis 2.00 m

$\Delta x = 1.00$ m, $\Delta z = 1.00$ m,

mit Radius von R = 5.78 m bis 15.78 m, $\Delta R = 1.00$ m

Lastfallkomb. 1 (Typ: BS-T)

Gleitkörper von x = -7.95 bis 4.75 m

Gleitkreis: $x_M = -2.15$ m, $z_M = -1.00$ m, R = 6.91 m

Bestimmung der Lamellen-Anteile

x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m²]	[Grad]
-5.35	0.20	9.16	0.00	4.77	33.00	0.0	-27.56
-5.13	0.25	12.02	0.00	5.98	33.00	0.0	-25.48
-4.88	0.25	12.58	0.00	5.98	33.00	0.0	-23.20
-4.63	0.25	13.09	0.00	5.98	33.00	0.0	-20.96
-4.38	0.25	13.54	0.00	5.98	33.00	0.0	-18.75
-4.13	0.25	13.94	0.00	5.98	33.00	0.0	-16.58
-3.88	0.25	14.29	0.00	5.98	33.00	0.0	-14.42
-3.63	0.25	14.59	0.00	5.98	33.00	0.0	-12.29
-3.38	0.25	14.83	0.00	5.98	33.00	0.0	-10.18
-3.13	0.25	15.03	0.00	5.98	33.00	0.0	-8.08
-2.88	0.25	15.19	0.00	5.98	33.00	0.0	-5.99
-2.63	0.25	15.30	0.00	5.98	33.00	0.0	-3.90
-2.37	0.25	15.36	0.00	5.98	33.00	0.0	-1.83
-2.12	0.25	15.38	0.00	5.98	33.00	0.0	0.25
-1.87	0.25	15.35	0.00	5.98	33.00	0.0	2.32
-1.62	0.25	15.28	0.00	5.98	33.00	0.0	4.40
-1.38	0.25	15.16	0.00	5.98	33.00	0.0	6.49
-1.12	0.25	14.99	0.00	5.98	33.00	0.0	8.58
-0.88	0.25	14.78	0.00	5.98	33.00	0.0	10.68
-0.63	0.25	14.52	0.00	5.98	33.00	0.0	12.80
-0.38	0.25	14.21	0.00	5.98	33.00	0.0	14.94
-0.13	0.25	5.57	0.00	10.22	33.00	0.0	17.10
0.13	0.25	13.32	0.00	7.95	33.00	0.0	19.28
0.38	0.25	34.45	0.00	0.00	33.00	0.0	21.49
0.63	0.25	33.92	0.00	0.00	33.00	0.0	23.74

Staupendahl & Partner Bauplanungsgesellschaft Leipzig mbH Programm DC-Baugrube/Win Version 24.2.5 Leipzig, Sanierung 2. nördliche Hauptsammler im Rosental						Seite	116
						Schnitt	EZG1
x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m ²]	[Grad]
0.88	0.25	33.34	0.00	0.00	33.00	0.0	26.03
1.12	0.25	32.70	0.00	0.00	33.00	0.0	28.36
1.38	0.25	31.99	0.00	0.00	33.00	0.0	30.75
1.62	0.25	31.21	8.66	0.00	33.00	0.0	33.19
1.87	0.25	30.35	15.00	0.00	33.00	0.0	35.71
2.12	0.25	29.41	10.68	0.00	33.00	0.0	38.30
2.37	0.25	28.38	3.00	0.00	33.00	0.0	41.00
2.63	0.25	27.23	3.00	0.00	33.00	0.0	43.81
2.88	0.25	25.97	3.00	0.00	33.00	0.0	46.76
3.13	0.25	24.56	3.00	0.00	33.00	0.0	49.88
3.38	0.25	23.06	3.00	0.00	30.00	0.0	53.21
3.63	0.25	21.53	3.00	0.00	30.00	0.0	56.83
3.88	0.25	19.74	3.00	0.00	30.00	0.0	60.84
4.13	0.25	17.31	3.00	0.00	25.00	10.0	65.43
4.38	0.25	14.14	3.00	0.00	25.00	10.0	71.03
4.63	0.25	8.57	3.00	0.00	25.00	10.0	79.08
x_M	Porenwasser- druck u	Porenwasser- überdruck Δu				$R \cdot T_i$	$R \cdot G^* \sin(\vartheta)$
[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]				[kNm/m]	[kNm/m]
-5.35	47.51	0.00				23.79	-44.51
-5.13	48.64	0.00				30.13	-53.44
-4.88	49.77	0.00				30.43	-50.48
-4.63	50.78	0.00				30.63	-47.10
-4.38	51.68	0.00				30.75	-43.33
-4.13	52.48	0.00				30.80	-39.24
-3.88	53.17	0.00				30.78	-34.85
-3.63	53.77	0.00				30.70	-30.22
-3.38	54.26	0.00				30.58	-25.39
-3.13	54.67	0.00				30.40	-20.38
-2.88	54.97	0.00				30.18	-15.24
-2.63	55.19	0.00				29.91	-10.00
-2.37	55.31	0.00				29.61	-4.69
-2.12	55.35	0.00				29.26	0.64
-1.87	55.29	0.00				28.87	5.97
-1.62	55.15	0.00				28.44	11.26
-1.38	54.91	0.00				27.97	16.48
-1.12	54.58	0.00				27.45	21.59
-0.88	54.15	0.00				26.89	26.56
-0.63	53.63	0.00				26.28	31.36
-0.38	53.02	0.00				25.63	35.93
-0.13	52.30	0.00				10.03	32.06
0.13	51.48	0.00				30.99	48.50
0.38	50.55	0.00				80.52	87.15
0.63	49.51	0.00				79.76	94.31
0.88	48.35	0.00				79.01	101.03
1.12	47.06	0.00				78.28	107.26
1.38	45.64	0.00				77.56	112.94
1.62	44.08	0.00				109.79	150.70
1.87	42.37	0.00				133.92	182.78
2.12	40.49	0.00				117.18	171.59
2.37	38.41	0.00				86.65	142.13
2.63	36.13	0.00				86.20	144.51
2.88	33.61	0.00				85.78	145.71
3.13	30.80	0.00				85.43	145.53
3.38	27.65	0.00				78.74	144.11
3.63	24.08	0.00				79.99	141.78
3.88	19.94	0.00				81.70	137.14

x_M	Porenwasser- druck u	Porenwasser- überdruck Δu	$R \cdot T_i$	$R \cdot G^* \sin(\vartheta)$
[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm/m]	[kNm/m]
4.13	15.01	0.00	95.96	127.57
4.38	8.75	0.00	101.94	111.91
4.63	0.00	0.00	109.95	78.45

Summen: 2298.82 2138.10

Einfluss von Bauwerken

Gewicht	Hebelarm	φ	ϑ	$M_{rückh.}$	$M_{abtr.}$
[kN/m]	[m]	[Grad]	[Grad]	[kNm/m]	[kNm/m]
8.10	2.15	29.45	18.19	29.88	17.46

Anker

Länge	Ankerkraft	Hebelarm	Winkel ϑ	φ	$M_{rückh.}$	$M_{abtr.}$
[m]	[kN/m]	[m]	[Grad]	[Grad]	[kNm/m]	[kNm/m]
#& 11.41	65.15	6.91	90.00	22.07	0.00	0.00

= Zugglied ist vorgespannt
 & = Zugglied ist nicht selbstspannend

Ansatz des Erdwiderstands bei $x = -5.45$ m:

Kraft E_p	Hebelarm	Wasserdruck W	Hebelarm	$M_{rückh.}$	$M_{abtr.}$
[kN/m]	[m]	[kN/m]	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
69.54	5.34	81.81	5.04	371.06	-412.25

Wasserdruckkraft

[kN/m]	$M_{abtr.}$
[kNm/m]	[kNm/m]
28.56	-84.63

Kohäsionskraft im senkr. Bereich

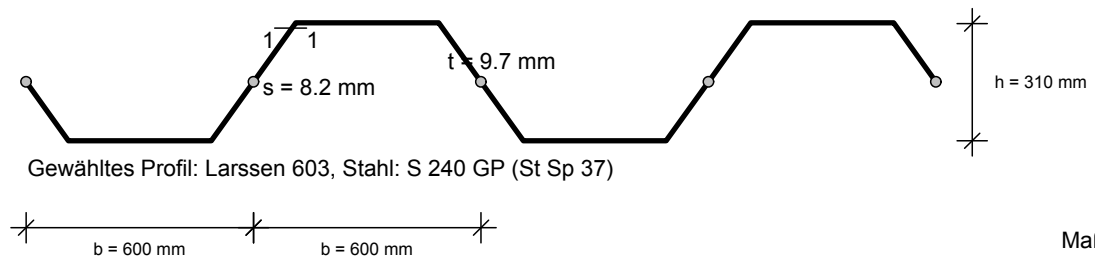
[kN/m]	Hebelarm	$M_{rückh.}$
[kNm/m]	[m]	[kNm/m]
5.22	6.91	36.03

Einwirkungen $E_d = 1658.67$ kN
 Widerstände $R_d = 2735.78$ kN

$E_d/R_d = 0.61 < 1.0$

*** Nachweis erfüllt ***

Bemessung der Spundwand (bis 99.26 m)



Maßgebende Schnittgrößen (je lfm Wand):

Sicherheitsbeiwerte

 für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2
 für Widerstände: $\gamma_M = 1.00$

Bemessungsschnittgrößen

maßgebendes Moment	max. $M_d = 68.01$ kNm im Aushub UWB
	zug. $N_d = -31.57$ kN
	$V_d = 0.00$ kN
	bei $z = 3.42$ m
maßgebendes Moment	min. $M_d = -153.64$ kNm im Aushub RBGS
	zug. $N_d = -30.79$ kN
	$V_d = 89.35$ kN
	bei $z = 3.80$ m
maßgebende Querkraft	max. $V_d = 89.35$ kN im Aushub RBGS
	zug. $M_d = -153.64$ kNm
	zug. $N_d = -30.79$ kN
	bei $z = 3.80$ m

Gewähltes Profil: Larssen 603 (als Doppelbohlen), Stahlsorte: S 240 GP (St Sp 37)

Querschnittswerte des Trägers:

Gewicht	= 108.00 kg/m
$W_{y,el}$	= 1200.00 cm ³
$W_{y,pl}$	= 1300.00 cm ³
A	= 138.30 cm ²
A_v	= 41.04 cm ²
EI	= 39.06 MNm ²

Abminderung der Steifigkeit um $\beta_B = 0.80$

 Streckgrenze $f_{yk} = 240.00$ MN/m²

Nachweise nach DIN EN 1993 (Eurocode 3):

Bemessung elastisch-plastisch

max. M (z = 3.42)	Querschnittsklasse:		3		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	0.00	568.67	0.00	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{c,Rd}$	$N_{Ed}/N_{c,Rd}$		
	-31.57	3319.20	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{el,Rd}$	$M_{Ed}/M_{el,Rd}$		
($\beta_B = 0.80$)	68.01	230.40	0.30	-	Ja

min. M (z = 3.80)	Querschnittsklasse:		3		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	89.35	568.67	0.16	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{c,Rd}$	$N_{Ed}/N_{c,Rd}$		
	-30.79	3319.20	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung ($\beta_B = 0.80$)	M_{Ed}	$M_{el,Rd}$	$M_{Ed}/M_{el,Rd}$	-	Ja
	-153.64	230.40	0.67		
max. V (z = 3.80)	Querschnittsklasse:		3		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	89.35	568.67	0.16	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{c,Rd}$	$N_{Ed}/N_{c,Rd}$		
	-30.79	3319.20	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung ($\beta_B = 0.80$)	M_{Ed}	$M_{el,Rd}$	$M_{Ed}/M_{el,Rd}$	-	Ja
	-153.64	230.40	0.67		
Stegbeulwiderstand	c/t_w	72 ε		NW ok	
	22.81	< 71.25		Ja	

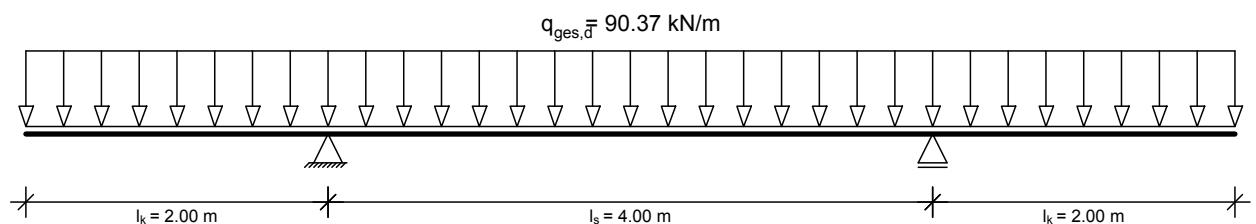
Stabilitätsnachweis nach EN 1993-1-1:

L	=	3.80 m	($z_1 = 0.00$, $z_2 = -3.80$)
N_{Ed}	=	-30.79 kN	
M_{Ed}	=	-153.64 kNm	
$s_k = 3.17 \cdot L$	=	12.04 m	
$\lambda = s_k / 0.116$	=	103.82	
λ_1	=	92.93	
$\lambda' = \lambda / \lambda_1$	=	1.12	
nach EN 1993-1-1, Tab.6.1:	α	=	0.49
ϕ	=	1.35	
ρ	=	0.48	
M_{cr}	=	259.34 kNm	
nach EN 1993-1-1, Tab.B.1:	k_{yy}	=	1.01

Nachweis nach EN 1993-1-1, 6.3.3:

$N_{Rd} = N_{Rk} / \gamma_{M1} = A \cdot f_y / 1.10$	=	3017.45 kN
$M_{Rd} = M_{Rk} / \gamma_{M1} = \beta_B \cdot W_{el} \cdot f_y / 1.10$	=	209.45 kNm

$N_{Ed} / (\rho \cdot N_{Rd}) + k_{yy} \cdot M_{Ed} / M_{Rd}$	=	0.02 + 0.74 = 0.76 < 1.0	NW ok
			Ja

Gurtbemessung für Ankerlage bei Tiefe = 1.00 m


Maßstab: 1:50

Belastung: Streckenlast $q_d = 90.37 \text{ kN/m}$
 Neigung $= 0.00^\circ$
 Lastfaktor $= 1.00$
 Belastung $q_{ges,d} = 1.00 \cdot 90.37 = 90.37 \text{ kN/m}$

Statisches System: Einfeldträger
 Stützweite $l_s = 4.00 \text{ m}$
 Kraglängen $l_k = 2.00 \text{ m (links)}$
 $l_k = 2.00 \text{ m (rechts)}$

Sicherheitsbeiwerte
 für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2
 für Widerstände: $\gamma_M = 1.00$

Bemessungsschnittgrößen
 Auflager: $A_d = 361.49 \text{ kN}$
 $V_{ld} = -180.75 \text{ kN}$
 $V_{rd} = 180.75 \text{ kN}$
 $M_{Ad} = -180.75 \text{ kNm}$
 Feld: $M_{Fd} = 0.00 \text{ kNm}$

Gewähltes Profil: HEB 260, Stahlsorte: S 235 (St 37-2)

Querschnittswerte des Trägers:

$W_{y,el} = 1150.00 \text{ cm}^3$
 $W_{y,pl} = 1283.00 \text{ cm}^3$
 $A = 118.00 \text{ cm}^2$
 $A_v = 37.20 \text{ cm}^2$

Streckgrenze $f_{yk} = 235.00 \text{ MN/m}^2$

Nachweise nach DIN EN 1993 (Eurocode 3):

Bemessung elastisch-plastisch

Feld:	Querschnittsklasse:		1		
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		NW ok
	0.00	301.51	0.00	-	Ja
Auflager:	Querschnittsklasse:		1		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	180.75	504.72	0.36	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
	-180.75	301.51	0.60	-	Ja

Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen

Die Baugrubenwände bilden keinen mit der in Höhe der Baugrubensohle liegenden Unterwasserbeton-Sohle gemeinsamen Baukörper. Der Nachweis einer ausreichenden Sicherheit gegen Aufschwimmen ist im Bauzustand nach Einbau der Unterwasserbeton-Sohle und vor Errichtung der Wände und Einbauten im Schachtbauwerk zu erbringen.

Fläche der auftriebsgefährdeten Baugrub	$A_i =$	1,0 m ²
Fläche der Unterwasserbeton-Sohle	$B_i =$	1,0 m ²
Umfang der Spundwand	$U_i =$	4,0 m

a_i	b_i	A_i
1,00	1,00	1,0
		0,0
		0,0
		0,0

a_i	b_i	B_i	U_i
1,00	1,00	1,0	4,0
		0,0	0,0
		0,0	0,0
		0,0	0,0

OK Spundwand	106,76 müNN
max. Wasserstand vor Flutung der Baugrube	104,39 müNN
UK Spundwand	99,26 müNN

OK Unterwasserbeton-Sohle	103,30 müNN
UK Unterwasserbeton-Sohle	102,00 müNN
Baugrubensohle	103,30 müNN
Dicke Unterwasserbeton-Sohle	1,30 m
Dicke Erdauflast auf Bodenplatte	1,30 m

Bemessungswasserstand in der Baugrube abgesenkt um	102,00 müNN
	2,39 m

<u>Auftrieb</u>	$V_{dst,k} =$	23,9 kN/m ²
	$V_{dst,k} =$	24 kN
	$\gamma_{G,dst} =$	1,05
	$V_{dst,d} =$	25,1 kN/m ²
	$V_{dst,d} =$	25 kN

Einwirkungen

Unterwasserbeton

$$\gamma = \boxed{23} \text{ kN/m}^3$$

29,9	kN/m ²
30	kN

Erdauflast auf Bodenplatte

$$\gamma = \boxed{0} \text{ kN/m}^3$$

0,0	kN/m ²
0	kN

Aussteifung $G_{w,k} =$

$$\boxed{0} \text{ kg}$$

0	kN
----------	----

Erddruck $T_k =$

$$\boxed{0} \text{ kN/r}$$

0	kN
----------	----

(incl. Eigengewicht Spundwand)

Summe $G_{B,k} =$

29,9	kN/m ²
30	kN

$$= G_{B,k} + G_{w,k} + T_k$$

$$\gamma_{G,stb} = 0,95$$

$$G_{B,d} = \begin{array}{|c|c|} \hline \mathbf{28,405} & \text{kN/m}^2 \\ \hline \mathbf{28} & \text{kN} \\ \hline \end{array}$$

$$= G_{B,d} + G_{w,d} + T_d$$

Aufschwimmen der Unterwasserbeton-Sohle ohne Ansatz der Einwirkung aus Eigengewicht Spundwand, Aussteifungskonstruktion und Vertikalem Erddruck

Bedingung im GZ 1A : $V_{dst,k} \times \gamma_{G,dst} \leq$

$$\mathbf{25} \text{ kN} <$$

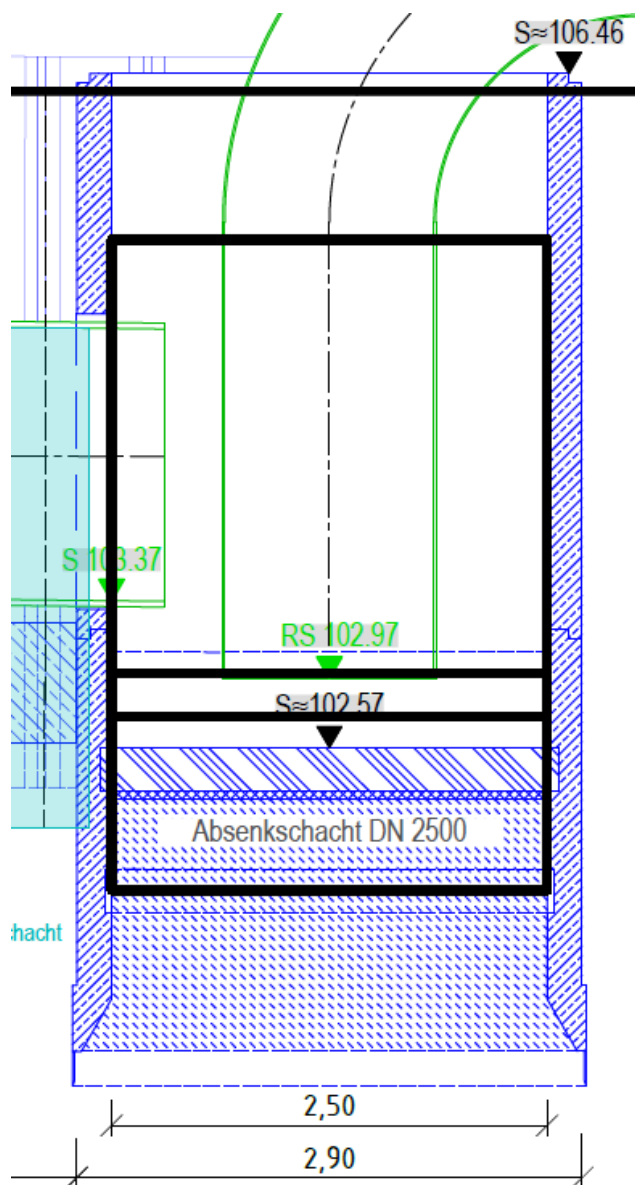
$G_{B,k} \times \gamma_{G,stb}$

$$\mathbf{28} \text{ kN}$$

Nachweis erfüllt

UWB Schacht

Schnitt nach Angaben des Bauherrn



Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen

Die Baugrubenwände bilden keinen mit der in Höhe der Baugrubensohle liegenden Unterwasserbeton-Sohle gemeinsamen Baukörper. Der Nachweis einer ausreichenden Sicherheit gegen Aufschwimmen ist im Bauzustand nach Einbau der Unterwasserbeton-Sohle und vor Errichtung der Wände und Einbauten im Schachtbauwerk zu erbringen.

Fläche der auftriebsgefährdeten Baugrubenwand	$A_i =$	1,0 m ²
Fläche der Unterwasserbeton-Sohle	$B_i =$	1,0 m ²
Umfang der Spundwand	$U_i =$	4,0 m

a_i	b_i	A_i
1,00	1,00	1,0
		0,0
		0,0
		0,0

a_i	b_i	B_i	U_i
1,00	1,00	1,0	4,0
		0,0	0,0
		0,0	0,0
		0,0	0,0

OK Schacht	106,46 müNN
max. Wasserstand vor Flutung der Baugrube	104,39 müNN
UK Schacht	100,30 müNN

OK Unterwasserbeton-Sohle	102,32 müNN
UK Unterwasserbeton-Sohle	100,30 müNN
Baugrubensohle	102,32 müNN
Dicke Unterwasserbeton-Sohle	2,02 m
Dicke Erdauflast auf Bodenplatte	2,02 m

Bemessungswasserstand in der Baugrube abgesenkt um	100,30 müNN
	4,09 m

<u>Auftrieb</u>	$V_{dst,k} =$	40,9 kN/m ²
	$V_{dst,k} =$	41 kN
	$\gamma_{G,dst} =$	1,05
	$V_{dst,d} =$	42,9 kN/m ²
	$V_{dst,d} =$	43 kN

Einwirkungen

Unterwasserbeton

$$\gamma = 23 \text{ kN/m}^3$$

46,5	kN/m ²
46	kN

Erdauflast auf Bodenplatte

$$\gamma = 0 \text{ kN/m}^3$$

0,0	kN/m ²
0	kN

Aussteifung $G_{w,k} =$

$$0 \text{ kg}$$

0	kN
---	----

Erddruck $T_k =$

$$0 \text{ kN/r}$$

0	kN
---	----

(incl. Eigengewicht Spundwand)

Summe $G_{B,k} =$

46,46	kN/m ²
46	kN

$$= G_{B,k} + G_{w,k} + T_k$$

$$\gamma_{G,stab} = 0,95$$

$$G_{B,d} = 44,137 \text{ kN/m}^2$$

44	kN
----	----

$$= G_{B,d} + G_{w,d} + T_d$$

Aufschwimmen der Unterwasserbeton-Sohle ohne Ansatz der Einwirkung aus Eigengewicht Spundwand, Aussteifungskonstruktion und Vertikalem Erddruck

Bedingung im GZ 1A : $V_{dst,k} \times \gamma_{G,dst}$

43	kN
----	----

\leq

$G_{B,k} \times \gamma_{G,stab}$

44	kN
----	----

Nachweis erfüllt

Schnitt EZG 1-HDI

unverankerte HDI-Unterfangung

BZ –BUWB, Aushub zum Einbau UW-Beton:

$h \leq 103,15 \text{ mNHN} - 102,00 \text{ mNHN} \leq 1,15 \text{ m},$

BZ – RBGS, nach Einbau UW-Beton:

$h \leq 103,15 \text{ mNHN} - 103,30 \text{ mNHN} \leq -0,15 \text{ m},$

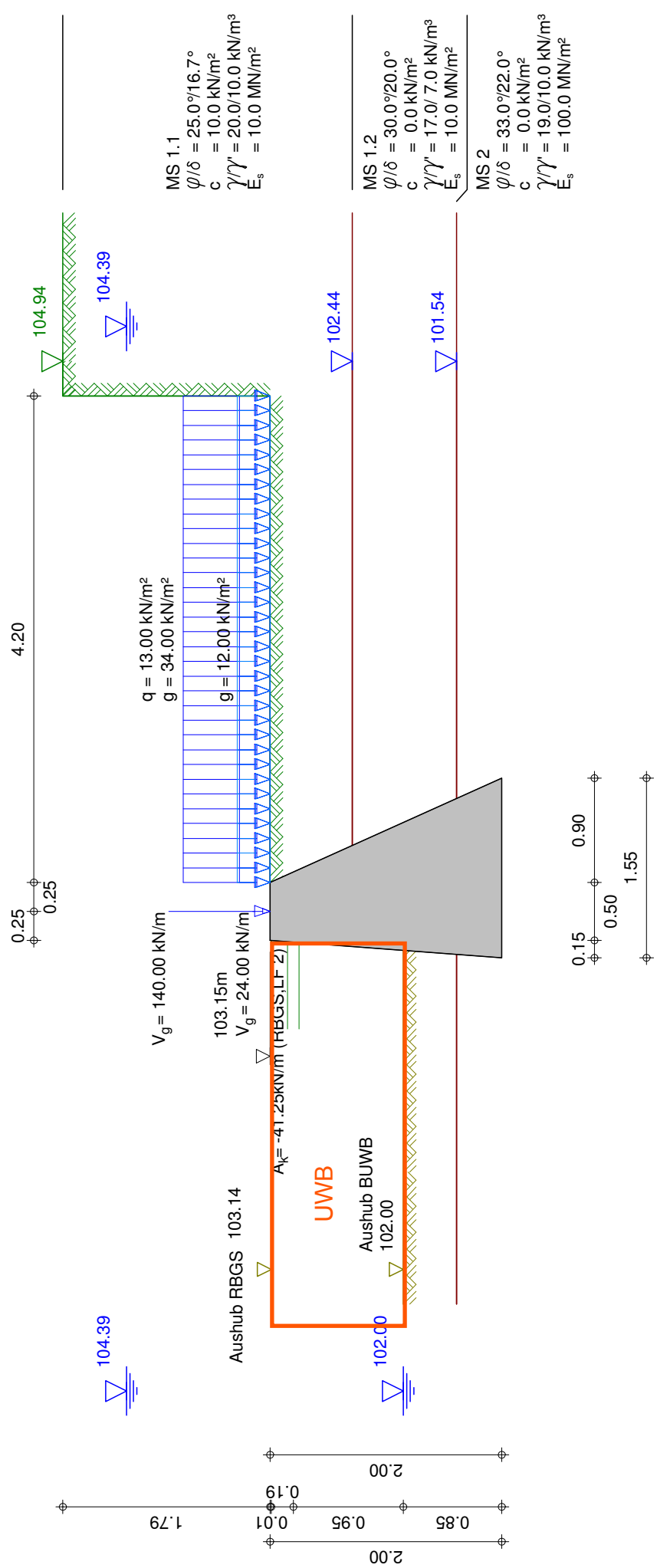
GW außen = 104,39 mNHN,

GW innen = 104,39 (BZ -BUWB) / 102,00 (BZ - RBGS),

Lastfall BS-P,

Berechnung mit 50% erhöhtem aktivem Erddruck,

UK HDI-Körper = 101,15 mNHN.



Eingabedatei: EZG1-HDI_BS-P.dbu
Datum: 10.07.2025

Berechnung nach 1.0 (Eurocode 7-1)

Systemwerte

Wandkopf frei beweglich
Erhöhter aktiver Erddruck, Ruhedruckanteil: 50.00 %
Nichtbindiger Boden
Geländeoberkante auf 103.15 m
Grundwasserstand 104.39 m
1. Geländeböschung Anfang [m] 4.20
 Ende [m] 4.20
 Höhe [m] 1.79

Erddruckbeiwerte nach Eurocode 7

Erdschichtwerte			MS 1.1	MS 1.2	MS 2
Schichthöhe	h	[m]	0.71	0.90	98.39
Steifemodul	E _s	[MN/m²]	10.0	10.0	100.0
Innere Reibung	φ'	[Grad]	25.00	30.00	33.00
Wandreib. aktiv	δ _a	[Grad]	16.70	20.00	22.00
Wandreib. pass.	δ _p	[Grad]	-16.70	-20.00	-22.00
Kohäsion aktiv	c _a '	[kN/m²]	10.0	0.0	0.0
Kohäsion passiv	c _p '	[kN/m²]	10.0	0.0	0.0
Wichte Boden		[kN/m³]	20.0	17.0	19.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	10.0	7.0	10.0
Erddruckbeiwerte					
Erddruckbeiwert	K _{agh}	(aktiv)	0.353	0.285	0.250
Erddruckbeiwert	K ₀	(Ruhe-)	0.577	0.500	0.455
Angesetzt: 50%K _{agh} + 50%K ₀			0.465	0.393	0.353
Konzentrationsfaktor nach Fröhlich n = 4					
Kohäsionsbeiwert	K _{ach}	(aktiv)	1.388	0.000	0.000
Beiwert Auflast	K _{aph}	(aktiv)	0.353	0.285	0.250
Beiwert Auflast	K _{0ph}	(Ruhe-)	0.577	0.500	0.455
Erdwid. Beiwert	K _{pgh}	(passiv)	3.414	4.633	5.655
Koh.wid. Beiwert	K _{pch}	(passiv)	5.177	0.000	0.000
Beiwert Auflast	K _{pph}	(passiv)	3.414	4.633	5.655

Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Einzellasten auf die Unterfangung

LFK-Name	H-Last	V-Last	Moment	x	z
1 G	0.0	24.0	0.0	0.25	0.00
2 G	0.0	140.0	0.0	0.25	0.00

Streckenlasten auf das Gelände

LFK-Name	q	x _A	x _E	z _Q	Typ
1 G	12.00	0.50	4.70	0.00	0
2 G	34.00	0.50	4.70	0.00	0
Q	13.00	0.50	4.70	0.00	0

Ansatz der Blocklasten:
0 = Standard: nach Eurocode 7

Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

γ -	H	G, stb
	1.350	0.900

Teilsicherheitsbeiwerte für Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Berechnung mit Nachweisverfahren 1

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R1

γ -	G	E0g	W	L	Ol	Q	Qv
	1.350	1.350	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500
γ -	Ep	Wg	γ	φ	c	cu	
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	

Ermittlung der Schnittgrößen (STR) mit gleichen Beiwerten wie
 Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Verformungen
 mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen (GEO) mit gleichen Beiwerten wie
 Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Grundbruchsicherheit mit gleichen Beiwerten wie
 Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R1

γ -	R,v
	1.000

Ermittlung der Gleitsicherheit (GEO) mit gleichen Beiwerten wie
 Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R1

γ -	R,h
	1.000

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für...
H	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G, stb	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
Ol	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undrained
R,h	Gleitwiderstand
R,v	Grundbruchwiderstand

Geometrie des Unterfangungskörpers

Punkt	x	z
1	0.50	0.00
2	1.40	2.00
3	-0.15	2.00
4	0.00	0.00

Kubatur: 2.05 m³/lfm

Materialparameter des Unterfangungskörpers nach DIN 4093

Wichte = 18.00 kN/m³, Materialfestigkeit $f_{mk} = 3.50$ MN/m²,

E-Modul = 15000 MN/m², Sicherheitsbeiwert $\gamma_M = 1.50$, $\alpha_{cc} = 0.85$, Abmind.faktor Druck = 0.70, Schub = 0.20

Lastfallkomb. 1

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe- e_v	e_h -Summe	e_h -Boden+Großfl.	e_h -Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
0.00	0.000	2.825	0.000	2.825
0.71	0.405	5.850	3.025	2.825
0.71	0.405	6.105	3.280	2.825
1.61	1.579	9.015	6.190	2.825
1.61	1.579	8.525	5.700	2.825
1.81	1.920	9.367	6.542	2.825
1.81	1.920	19.320	16.495	2.825
2.00	2.638	20.137	17.312	2.825
2.00	2.638	20.137	17.312	2.825
2.77	5.813	23.408	20.583	2.825
2.77	5.813	23.408	20.583	2.825
6.96	31.405	41.229	38.404	2.825
6.96	31.405	38.404	38.404	0.000
100.00	4159.083	434.156	434.156	0.000
100.00	4159.083	434.156	434.156	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver
 Mindesterddruck mit $\varphi_{Ers} = 40.0^\circ$ berücksichtigt

Aushub Nr. BUWB

Wand kragt voll aus
 Wandfuß eingespannt

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Gesamtlänge der Wand: 2.00 m

Aushubtiefe $z = 1.15$ m, Einbindetiefe $t = 0.85$ m, W-Stand = -1.24 m
 $E_d = -20.85$ kN, $E_k = -15.44$ kN

Blocklasten mit kleinem Abstand zur Wand wurden nach EAB EB 22 als
 aktive Erddrucklasten angesetzt (höhere Gesamtlast)

Schnittgrößen Bemessungswerte

Aushub Nr. BUWB	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	1.49	zugM	-12.30
	minM	-13.95	zugQ	-28.80,	minQ	-28.80	zugM	-13.95
	maxw	0.0 mm						

* = Vorgabe der Verformung im nächsten Aushub zu 100 %

Max. $\sigma = 0.117$ N/mm², max. $e/d = 0.102$, min. $e/d = 0.000$

Max. $\tau_{cp} = 0.032$ N/mm²

Sohlwasserdruck wurde berücksichtigt mit $z = -1.24$ m vor, $z = -1.24$ m
 hinter der Wand: $\Delta N = 49.36$ kN, $\Delta M = 0.00$ kNm

$$e_{\text{vorh}} = 0.101 \text{ m} < e_{\text{zul}} = 0.167 \cdot d = 0.255 \text{ m}$$

Schnittgrößen in der Sohlfuge (char.):

Ohne Sohlwasserdruck:	M =	-4.04 kNm,	V =	-87.96 kN,	H =	-5.48 kN
Mit Sohlwasserdruck:	M =	-4.04 kNm,	V =	-37.74 kN,	H =	-5.48 kN
Bodenpressung:	d =	1.55 m,	e =	0.08 m		
(Bemess.werte)	b' =	1.39,	$\sigma_d = N/b' =$	49.2 kN/m ²		

Die zul. Bodenpressung = 210.0 kN/m² ist eingehalten.

Nachweis der Gleitsicherheit

$$\begin{aligned} H_d &= 20.85 \text{ kN} \\ R_d + R_{p,d} &= V \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h} + R_{p,d} = \\ &= (37.74 \cdot 0.649) / 1.000 + 13.45 = 37.97 \\ H_d / (R_d + R_{p,d}) &= 20.85 / 37.97 = 0.55 < 1.0 \end{aligned}$$

*** Nachweis erfüllt ***

Nachweis der Grundbruchsicherheit

Einbindetiefe t [m]	=	0.85
Ersatzbreite b' [m]	=	1.31

Neigung der Resultierenden	$\tan(\delta_s) = H_k / V_k$	=	
	= 8.71 kN / 38.75 kN	=	0.22

$$\begin{aligned} H_k &= 5.48 \text{ kN (H-Kraft Sohlfuge)} \\ &+ 9.97 \text{ kN (mob. } E_{phk} = 0.741 \cdot 13.45) \\ &- 6.73 \text{ kN (0.500} \cdot E_{phk}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_k &= 37.74 \text{ kN (V-Kraft Sohlfuge)} \\ &+ 3.09 \text{ kN (mob. } E_{pvk} = 0.741 \cdot 4.18) \\ &- 2.09 \text{ kN (0.500} \cdot E_{pvk}) \end{aligned}$$

Maßgebende Bodenkennwerte:	γ oberhalb Gründungssohle	=	8.38
	γ unterhalb Gründungssohle	=	10.00
	Reibungswinkel φ [Grad]	=	33.00
	Kohäsion c [kN/m ²]	=	0.00

Tragfähigkeitsbeiwerte N_c, N_q, N_γ	=	38.64	26.09	32.59
Neigungsbeiwerte i_c, i_q, i_b	=	0.59	0.60	0.47

Bemessungswert Beanspruchung V_d	=	50.61 kN
Bemessungswert Grundbruchwiderstand R_d	=	405.65 kN

$$\begin{aligned} V_d &= 48.52 \text{ kN (V-Kraft Sohlfuge, Bem.wert)} \\ &+ 2.09 \text{ kN (0.5} \cdot E_{pvd}) \end{aligned}$$

$$V_d / R_d = 0.12 < 1.0$$

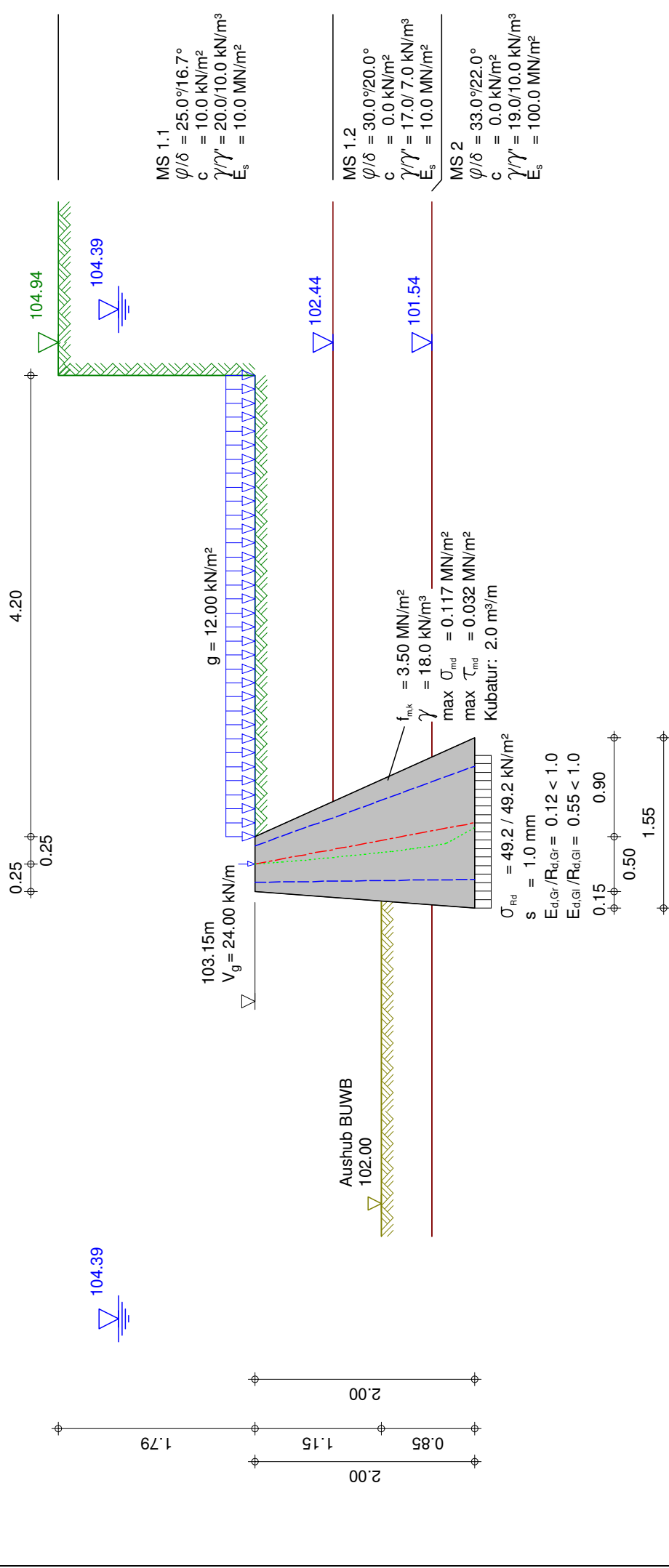
*** Nachweis erfüllt ***

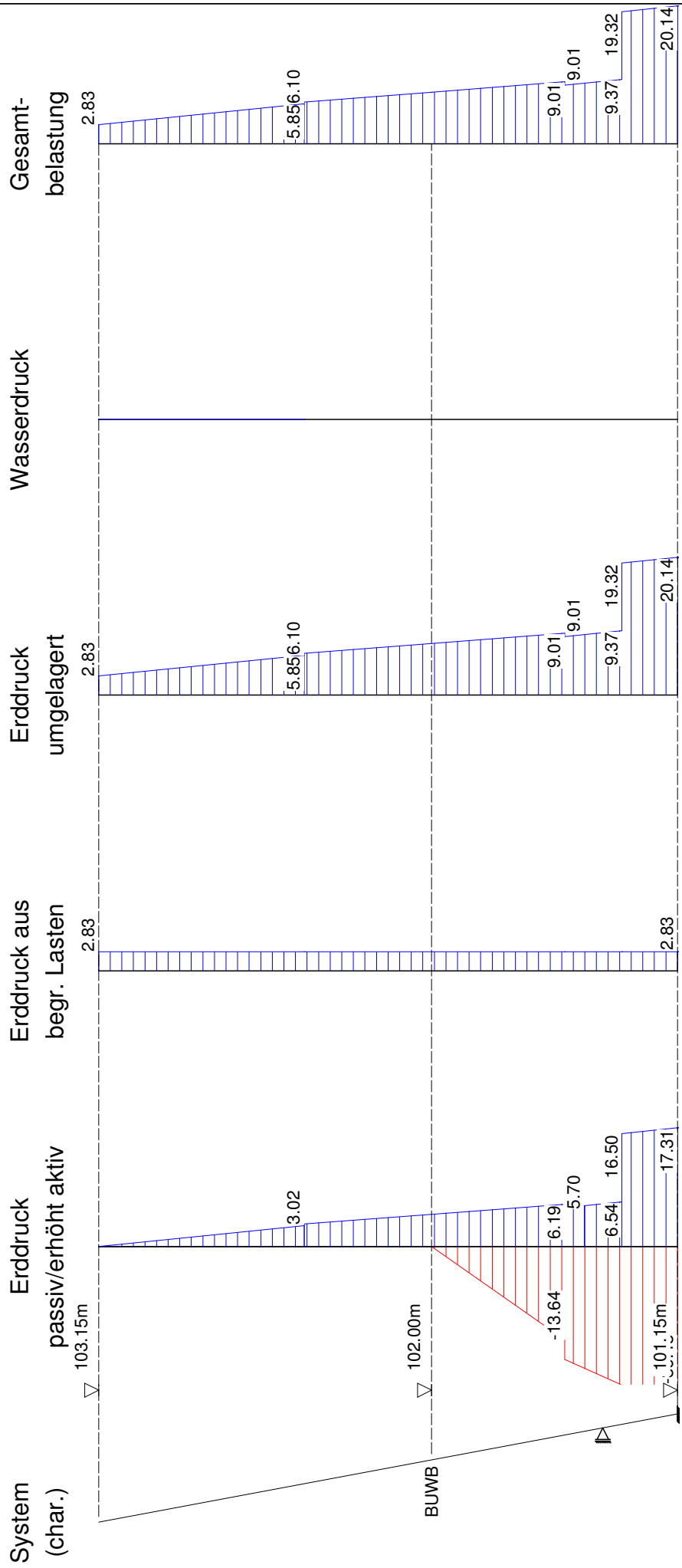
Setzungsberechnung

$\sigma_0 = V/A = 87.96/(1.00 \cdot 1.55) = 56.75 \text{ kN/m}^2$

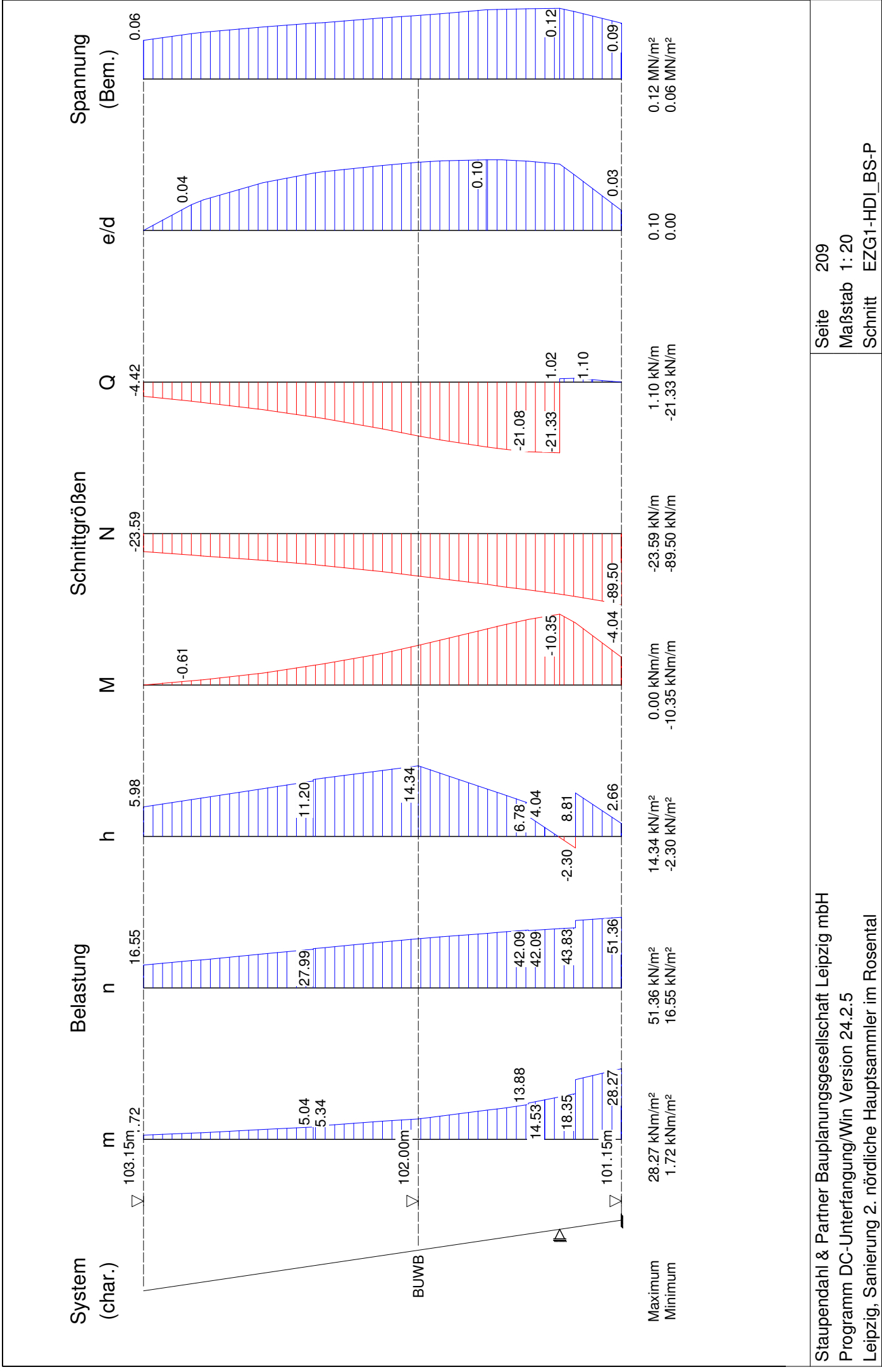
z	$\sigma_{\bar{u}}$	dz/b	i	σ_b	σ_1	$\tan(\alpha)$	cal.s
[m]	[kN/m²]	[-]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[mm]
2.00	17.30	0.00	1.00	56.75	39.45	0.00	0.00
3.00	27.30	0.65	0.58	32.71	22.74	0.00	0.35
4.00	37.30	1.29	0.40	22.81	15.86	0.00	0.58
5.00	47.30	1.94	0.30	17.29	12.02	0.00	0.77
6.00	57.30	2.58	0.25	13.94	9.69	0.00	0.93

Setzung s = cal.s = 1 mm





Maximum 0.00 17.31 kN/m²
Minimum -36.43 0.00 kN/m²



Aushub Nr. RBGS

Wand 1-fach gestützt
Wandfuß eingespannt

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System
1. Rückbauzustand
Der Erddruckverlauf wird wegen unterschiedlicher Lasten oder
Wasserstände nicht beibehalten.

Keine Umlagerung

Gesamtlänge der Wand: 2.00 m

Aushubtiefe $z = 0.01$ m, Einbindetiefe $t = 1.99$ m, W-Stand = 1.15 m
 $E_d = -83.45$ kN, $E_k = -61.63$ kN

Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch im GZ HYD

(Näherungsverfahren nach EAU, E115 (Baumgart-Davidenkoff, Brinch Hansen))

$$\begin{aligned}\gamma_w^* i^* \gamma_H &= 6.00 * 1.35 = 8.10 \\ < g^* \gamma_{Gstb} &= 14.37 * 0.90 = 12.93 \quad \text{*** Nachweis erfüllt ***}\end{aligned}$$

Blocklasten mit kleinem Abstand zur Wand wurden nach EAB EB 22 als
aktive Erddrucklasten angesetzt (höhere Gesamtlast)

Schnittgrößen Bemessungswerte

*** Warnung: Es sind negative Ankerkräfte aufgetreten.

Aushub Nr. RBGS	maxM	9.47	zugQ	0.00,	maxQ	1.36	zugM	-15.64
	minM	-15.64	zugQ	-30.01,	minQ	-30.01	zugM	-15.64
	maxw	0.0 mm						

Max. $\sigma = 0.139$ N/mm², max. $e/d = 0.247$, min. $e/d = -0.064$

Max. $\tau_{cp} = 0.066$ N/mm²

Sohlwasserdruck wurde berücksichtigt mit $z = 1.15$ m vor, $z = -1.24$ m
hinter der Wand: $\Delta N = 31.15$ kN, $\Delta M = -4.70$ kNm

Schnittgrößen in der Sohlfuge (char.):

Ohne Sohlwasserdruck:	M =	7.20 kNm,	V =	-70.80 kN,	H =	-9.54 kN
Mit Sohlwasserdruck:	M =	2.49 kNm,	V =	-39.10 kN,	H =	-9.54 kN
Bodenpressung:	d =	1.55 m,	e =	-0.07 m		
(Bemess.werte)	b' =	1.40,	$\sigma_d = N/b' =$	45.6 kN/m ²		

Die zul. Bodenpressung = 210.0 kN/m² ist eingehalten.

Nachweis der Gleitsicherheit

$$\begin{aligned}H_d &= 83.45 \text{ kN} \\ R_d + R_{p,d} &= V \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h} + R_{p,d} = \\ &= (39.10 * 0.649) / 1.000 + 179.60 = 204.99 \\ H_d / (R_d + R_{p,d}) &= 83.45 / 204.99 = 0.41 < 1.0\end{aligned}$$

*** Nachweis erfüllt ***

Nachweis der Grundbruchsicherheit

Einbindetiefe t [m] = 1.99
 Ersatzbreite b' [m] = 0.99

Neigung der Resultierenden $\tan(\delta_s) = H_k/V_k$
 $= 9.54 \text{ kN} / 39.10 \text{ kN} = 0.24$

$H_k = 9.54 \text{ kN}$ (H-Kraft Sohlfuge)
 $+ 61.63 \text{ kN}$ (mob. $E_{phk} = 0.343 \cdot 179.60$)
 $- 61.63 \text{ kN}$ ($0.343 \cdot E_{phk}$) ($0.343 < 0.5$)

$V_k = 39.10 \text{ kN}$ (V-Kraft Sohlfuge)
 $+ 17.01 \text{ kN}$ (mob. $E_{pvk} = 0.343 \cdot 49.58$)
 $- 17.01 \text{ kN}$ ($0.343 \cdot E_{pvk}$)

Maßgebende Bodenkennwerte:
 γ oberhalb Gründungssohle = 14.37
 γ unterhalb Gründungssohle = 10.00
 Reibungswinkel φ [Grad] = 33.00
 Kohäsion c [kN/m²] = 0.00

Tragfähigkeitsbeiwerte N_c, N_q, N_γ = 38.64 26.09 32.59
 Neigungsbeiwerte i_c, i_d, i_b = 0.55 0.57 0.43

Bemessungswert Beanspruchung V_d = 51.45 kN
 Bemessungswert Grundbruchwiderstand R_d = 557.82 kN

$V_d = 39.93 \text{ kN}$ (V-Kraft Sohlfuge, Bem.wert)
 $+ 11.52 \text{ kN}$ ($0.5 \cdot E_{pvd}$)

$V_d/R_d = 0.09 < 1.0$

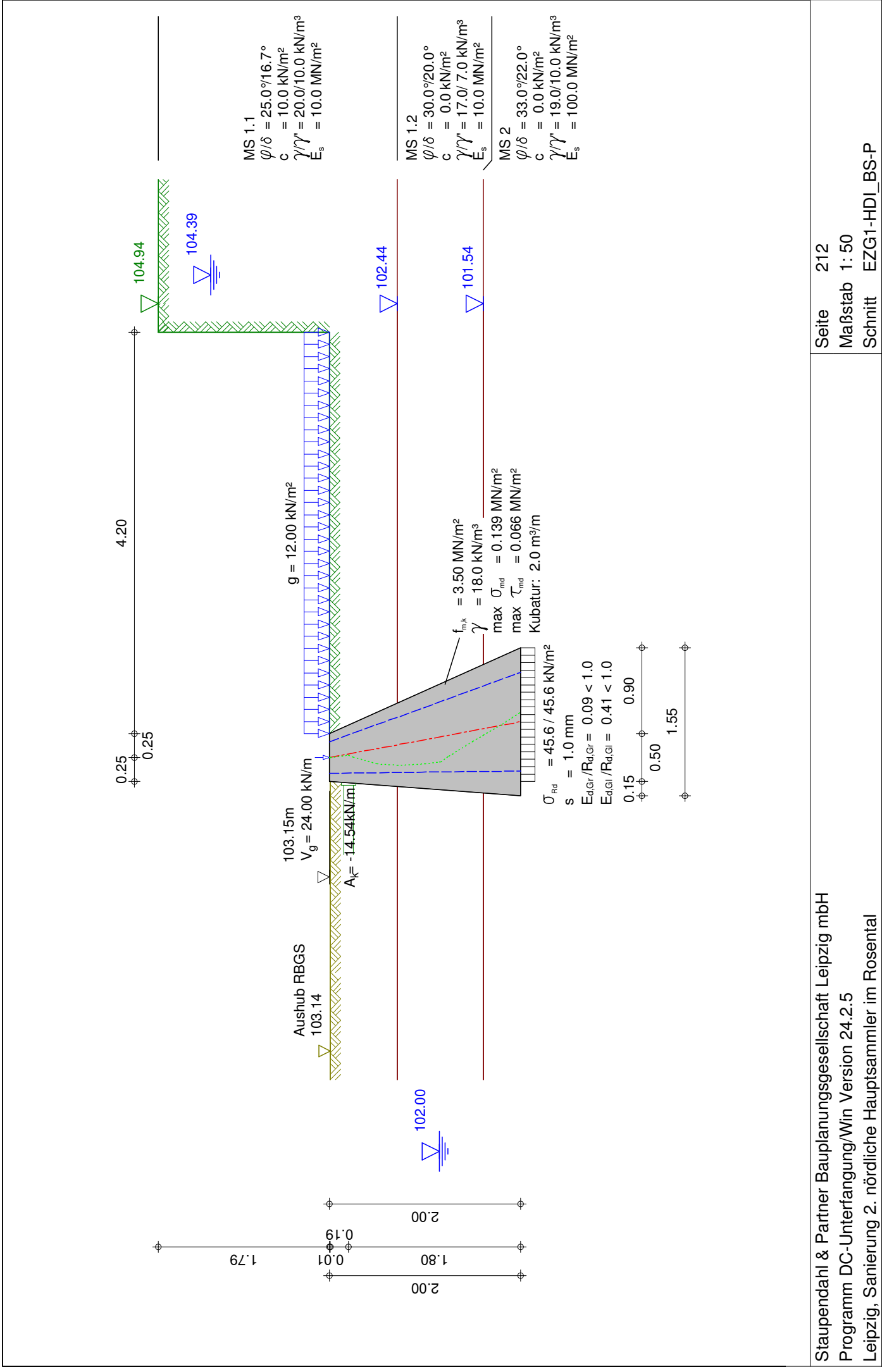
*** Nachweis erfüllt ***

Setzungsberechnung

$\sigma_0 = V/A = 70.80 / (1.00 \cdot 1.55) = 45.67 \text{ kN/m}^2$

z [m]	$\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m ²]	dz/b [-]	i [-]	σ_b [kN/m ²]	σ_1 [kN/m ²]	$\tan(\alpha)$ [-]	cal.s [mm]
2.00	17.30	0.00	1.00	45.67	28.37	0.00	0.00
3.00	27.30	0.65	0.58	26.33	16.36	0.00	0.29
4.00	37.30	1.29	0.40	18.36	11.40	0.00	0.51
5.00	47.30	1.94	0.30	13.92	8.64	0.00	0.69
6.00	57.30	2.58	0.25	11.22	6.97	0.00	0.85

Setzung $s = \text{cal.s} = 1 \text{ mm}$



Lastfallkomb. 2

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe-e _v	e _h -Summe	e _h -Boden+Großfl.	e _h -Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
0.00	0.000	11.065	0.000	11.065
0.71	1.282	14.090	3.025	11.065
0.71	1.282	14.345	3.280	11.065
1.15	2.462	15.767	4.702	11.065
1.15	2.462	15.767	4.702	11.065
1.61	3.806	17.255	6.190	11.065
1.61	3.806	16.765	5.700	11.065
1.81	4.476	17.607	6.542	11.065
1.81	4.476	27.560	16.495	11.065
2.00	5.515	28.377	17.312	11.065
2.00	5.515	28.377	17.312	11.065
2.77	9.970	31.648	20.583	11.065
2.77	9.970	31.648	20.583	11.065
6.96	42.535	49.468	38.404	11.065
6.96	42.535	38.404	38.404	0.000
100.00	4170.213	434.156	434.156	0.000
100.00	4170.213	434.156	434.156	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver
 Mindesterddruck mit $\varphi_{\text{Ers}} = 40.0^\circ$ berücksichtigt

Aushub Nr. BUWB

Wand kragt voll aus
 Wandfuß eingespannt

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Gesamtlänge der Wand: 2.00 m

Aushubtiefe $z = 1.15$ m, Einbindetiefe $t = 0.85$ m, W-Stand = -1.24 m
 $E_d = -44.01$ kN, $E_k = -31.92$ kN

Blocklasten mit kleinem Abstand zur Wand wurden nach EAB EB 22 als aktive Erddrucklasten angesetzt (höhere Gesamtlast)

Schnittgrößen Bemessungswerte

Aushub Nr. BUWB	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	4.71	zugM	-77.86
	minM	-77.86	zugQ	-80.08,	minQ	-80.08	zugM	-77.86
	maxw	0.0 mm						

* = Vorgabe der Verformung im nächsten Aushub zu 100 %

Max. $\sigma = 0.450$ N/mm², max. $e/d = 0.209$, min. $e/d = 0.000$

Max. $\tau_{cp} = 0.106$ N/mm²

Sohlwasserdruck wurde berücksichtigt mit $z = -1.24$ m vor, $z = -1.24$ m
 hinter der Wand: $\Delta N = 49.36$ kN, $\Delta M = 0.00$ kNm

$e_{vorh} = 0.305$ m < $e_{zul} = 0.333 \cdot d = 0.508$ m

Schnittgrößen in der Sohlfuge (char.):

Ohne Sohlwasserdruck:	M =	-49.49 kNm,	V =	-208.20 kN,	H =	-22.16 kN
Mit Sohlwasserdruck:	M =	-49.49 kNm,	V =	-157.98 kN,	H =	-22.16 kN
Bodenpressung:	d =	1.55 m,	e =	0.29 m		
(Bemess.werte)	b' =	0.97,	$\sigma_d = N/b' =$	238.7 kN/m ²		

Die zul. Bodenpressung = 210.0 kN/m² ist überschritten.

Nachweis der Gleitsicherheit

$$\begin{aligned}
 H_d &= 44.01 \text{ kN} \\
 R_d + R_{p,d} &= V \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h} + R_{p,d} = \\
 &= (157.98 \cdot 0.649) / 1.000 + 13.45 = 116.05 \\
 H_d / (R_d + R_{p,d}) &= 44.01 / 116.05 = 0.38 < 1.0
 \end{aligned}$$

*** Nachweis erfüllt ***

Nachweis der Grundbruchsicherheit

Einbindetiefe t [m]	=	0.85
Ersatzbreite b' [m]	=	0.92

Neigung der Resultierenden $\tan(\delta_s) = H_k/V_k$
 $= 25.19 \text{ kN} / 158.92 \text{ kN} = 0.16$

$H_k = 22.16 \text{ kN}$ (H-Kraft Sohlfuge)
 $+ 9.76 \text{ kN}$ (mob. $E_{phk} = 0.725 * 13.45$)
 $- 6.73 \text{ kN}$ ($0.500 * E_{phk}$)

$V_k = 157.98 \text{ kN}$ (V-Kraft Sohlfuge)
 $+ 3.03 \text{ kN}$ (mob. $E_{pvk} = 0.725 * 4.18$)
 $- 2.09 \text{ kN}$ ($0.500 * E_{pvk}$)

Maßgebende Bodenkennwerte:

γ oberhalb Gründungssohle	=	8.38
γ unterhalb Gründungssohle	=	10.00
Reibungswinkel φ [Grad]	=	33.00
Kohäsion c [kN/m ²]	=	0.00

Tragfähigkeitsbeiwerte N_c, N_q, N_γ	=	38.64	26.09	32.59
Neigungsbeiwerte i_c, i_d, i_b	=	0.70	0.71	0.60

Bemessungswert Beanspruchung $V_d = 213.35 \text{ kN}$
 Bemessungswert Grundbruchwiderstand $R_d = 285.13 \text{ kN}$

$V_d = 211.26 \text{ kN}$ (V-Kraft Sohlfuge, Bem.wert)
 $+ 2.09 \text{ kN}$ ($0.5 * E_{pvd}$)

$V_d/R_d = 0.75 < 1.0$

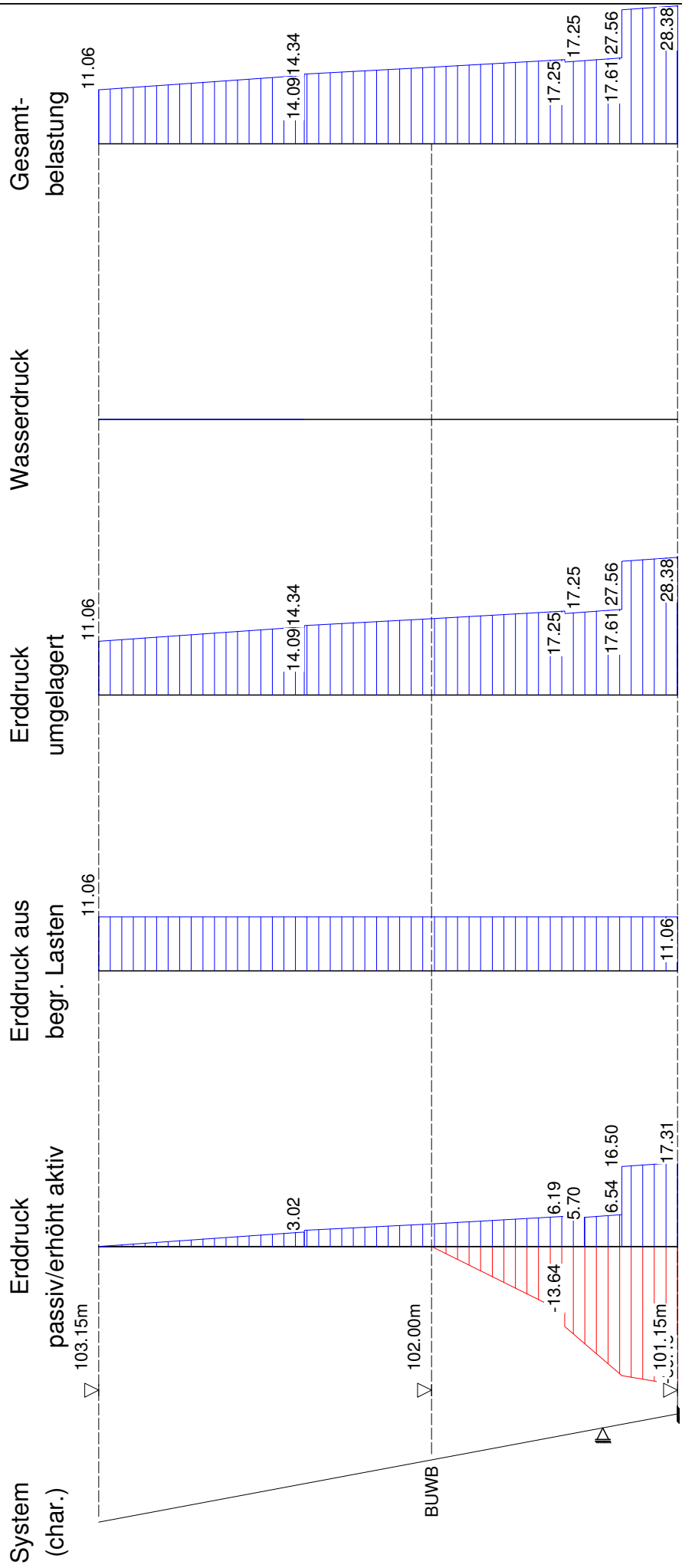
*** Nachweis erfüllt ***

Setzungsberechnung

$\sigma_0 = V/A = 208.20 / (1.00 * 1.55) = 134.32 \text{ kN/m}^2$

z	$\sigma_{\bar{u}}$	dz/b	i	σ_b	σ_1	$\tan(\alpha)$	cal.s
[m]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[mm]
2.00	17.30	0.00	1.00	134.32	117.02	0.00	0.00
3.00	27.30	0.65	0.58	77.43	67.46	0.00	1.37
4.00	37.30	1.29	0.40	53.99	47.04	0.00	2.49
5.00	47.30	1.94	0.30	40.93	35.65	0.00	3.47
6.00	57.30	2.58	0.25	33.00	28.75	0.00	4.39

Setzung $s = \text{cal.s} = 4 \text{ mm}$



Maximum	0.00	17.31 kN/m²	11.06 kN/m²	28.38 kN/m²	0.00 kN/m²	28.38 kN/m²
Minimum	-36.43	0.00 kN/m²	11.06 kN/m²	11.06 kN/m²	0.00 kN/m²	11.06 kN/m²

Aushub Nr. RBGS

Wand 1-fach gestützt
 Wandfuß eingespannt

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System
 2. Rückbauzustand
 Der Erddruckverlauf wird wegen unterschiedlicher Lasten oder
 Wasserstände nicht beibehalten.

Keine Umlagerung

Gesamtlänge der Wand: 2.00 m

Aushubtiefe $z = 0.01$ m, Einbindetiefe $t = 1.99$ m, W-Stand = 1.15 m
 $E_d = -134.91$ kN, $E_k = -99.02$ kN

Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch im GZ HYD

(Näherungsverfahren nach EAU, E115 (Baumgart-Davidenkoff, Brinch Hansen))

$$\gamma_w^* i^* \gamma_H = 6.00 * 1.35 = 8.10$$

$$< g^* \gamma_{Gstb} = 14.37 * 0.90 = 12.93 \quad \text{*** Nachweis erfüllt ***}$$

Blocklasten mit kleinem Abstand zur Wand wurden nach EAB EB 22 als
 aktive Erddrucklasten angesetzt (höhere Gesamtlast)

Schnittgrößen Bemessungswerte

*** Warnung: Es sind negative Ankerkräfte aufgetreten.

Aushub Nr. RBGS	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	0.00	zugM	0.00
	minM	-74.18	zugQ	-85.06,	minQ	-90.22	zugM	-5.63
	maxw	0.0 mm						

Max. $\sigma = 0.695$ N/mm², max. $e/d = 0.319$, min. $e/d = 0.000$

Max. $\tau_{cp} = 0.227$ N/mm²

Sohlwasserdruck wurde berücksichtigt mit $z = 1.15$ m vor, $z = -1.24$ m
 hinter der Wand: $\Delta N = 31.15$ kN, $\Delta M = -4.70$ kNm

Schnittgrößen in der Sohlfuge (char.):

Ohne Sohlwasserdruck:	M =	-35.11 kNm,	V =	-182.97 kN,	H =	-15.34 kN
Mit Sohlwasserdruck:	M =	-39.81 kNm,	V =	-151.28 kN,	H =	-15.34 kN
Bodenpressung:	d =	1.55 m,	e =	0.24 m		
(Bemess.werte)	b' =	1.07,	$\sigma_d = N/b' =$	202.3 kN/m ²		

Die zul. Bodenpressung = 210.0 kN/m² ist eingehalten.

Nachweis der Gleitsicherheit

$$H_d = 134.91 \text{ kN}$$

$$R_d + R_{p,d} = V * \tan(\varphi) / \gamma_{R,h} + R_{p,d} =$$

$$= (151.28 * 0.649) / 1.000 + 179.60 = 277.84$$

$$H_d / (R_d + R_{p,d}) = 134.91 / 277.84 = 0.49 < 1.0$$

*** Nachweis erfüllt ***

Nachweis der Grundbruchsicherheit

Einbindetiefe t [m] = 1.99
 Ersatzbreite b' [m] = 1.08

Neigung der Resultierenden $\tan(\delta_s) = H_k/V_k$
 $= 24.56 \text{ kN} / 153.82 \text{ kN} = 0.16$

$H_k = 15.34 \text{ kN}$ (H-Kraft Sohlfuge)
 $+ 99.02 \text{ kN}$ (mob. $E_{phk} = 0.551 \cdot 179.60$)
 $- 89.80 \text{ kN}$ ($0.500 \cdot E_{phk}$)

$V_k = 151.28 \text{ kN}$ (V-Kraft Sohlfuge)
 $+ 27.34 \text{ kN}$ (mob. $E_{pvk} = 0.551 \cdot 49.58$)
 $- 24.79 \text{ kN}$ ($0.500 \cdot E_{pvk}$)

Maßgebende Bodenkennwerte:
 γ oberhalb Gründungssohle = 14.37
 γ unterhalb Gründungssohle = 10.00
 Reibungswinkel φ [Grad] = 33.00
 Kohäsion c [kN/m²] = 0.00

Tragfähigkeitsbeiwerte N_c, N_q, N_γ = 38.64 26.09 32.59
 Neigungsbeiwerte i_c, i_d, i_b = 0.69 0.71 0.59

Bemessungswert Beanspruchung V_d = 202.45 kN
 Bemessungswert Grundbruchwiderstand R_d = 791.61 kN

$V_d = 183.83 \text{ kN}$ (V-Kraft Sohlfuge, Bem.wert)
 $+ 18.62 \text{ kN}$ ($0.5 \cdot E_{pvd}$)

$V_d/R_d = 0.26 < 1.0$

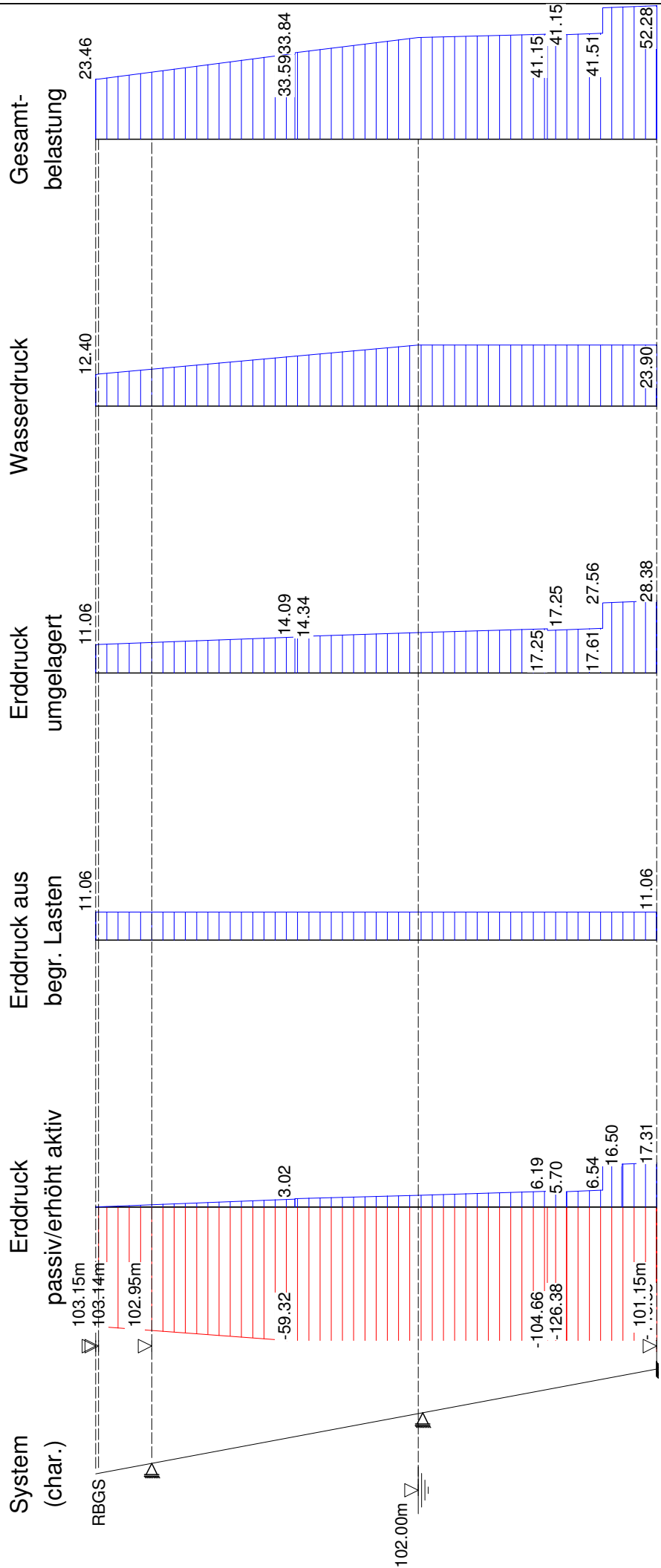
*** Nachweis erfüllt ***

Setzungsberechnung

$\sigma_0 = V/A = 182.97 / (1.00 \cdot 1.55) = 118.05 \text{ kN/m}^2$

z [m]	σ_u [kN/m ²]	dz/b [-]	i [-]	σ_b [kN/m ²]	σ_1 [kN/m ²]	$\tan(\alpha)$ [-]	cal.s [mm]
2.00	17.30	0.00	1.00	118.05	100.75	0.00	0.00
3.00	27.30	0.65	0.58	68.05	58.08	0.00	1.11
4.00	37.30	1.29	0.40	47.45	40.49	0.00	1.99
5.00	47.30	1.94	0.30	35.97	30.70	0.00	2.75
6.00	57.30	2.58	0.25	29.00	24.75	0.00	3.45

Setzung $s = \text{cal.s} = 3 \text{ mm}$



Maximum 0.00 17.31 kN/m²
Minimum -146.33 0.00 kN/m²

28.38 kN/m²
11.06 kN/m²

23.90 kN/m²
12.40 kN/m²

52.28 kN/m²
23.46 kN/m²

Maximalwerte der Ankerkräfte aus allen Aushüben>Lastfällen

Zusammenstellung der maßgebenden Ankerkräfte pro lfm Wand

Anker	charakteristische Werte	-	Bemessungswerte
	Gesamt		Gesamt
	[kN/m]		[kN/m]
1	-41.2		-56.2

Maßgebende Bemessungswerte der Ankerkräfte pro Anker

Anker	z	z	Neigung	Abst.	Verpr.str.	Bem.
	Vorderk.	Achse	α	a-H	L_{vs}	kraft
	[m]	[m]	[°]	[m]	[m]	[kN]
1	0.20	0.20	0.00	1.00	-	-56.2

Zusammenfassung

*** Folgende Nachweise sind NICHT erfüllt:

Lastfall: 2
Aushub: BUWB
Nachweis der Bodenpressungen

Hinweise/Warnungen/Fehlermeldungen

Lastfall: 1
Aushub: RBGS
*** Warnung: Es sind negative Ankerkräfte aufgetreten.

Lastfall: 2
Aushub: RBGS
*** Warnung: Es sind negative Ankerkräfte aufgetreten.

Schnitt EZG 3-SPW

ausgesteifte wasserdichte Spundwandumschließungen,
mit auftriebssicherer UW-Betonsohle

Baugrube Ablaufmengenmessung ca. 40 m²,

bis zu einer maximalen Verbauhöhe:

BZ –UWB, Aushub zum Einbau UW-Beton:

$h \leq 106,00 \text{ mNHN} - 101,80 \text{ mNHN} \leq 4,20 \text{ m}$,

Einbau Aussteifung auf 105,00 mNHN,

BZ – RBGS, nach Einbau UW-Beton:

$h \leq 106,36 \text{ mNHN} - 103,10 \text{ mNHN} \leq 3,26 \text{ m}$,

Ausbau Gurtung nach Aushärtung UW-Beton möglich,

GW außen = 104,39 mNHN,

GW innen = 104,39 (BZ - UWB) / 101,80 (BZ - RBGS),

LF 1, BS-T

qk1 = 10 kN/m², großflächige Verkehrsbelastung,

qk2 = 40 kN/m², b = 2,00 m, Ersatzlast 30-to-Bagger,

Berechnung mit aktivem Erddruck,

Spundbohlen: DB Larssen 603, l ≥ 7,50 m
einschl. 40 cm Einbauüberstand,

Gurtung: HEB 280,

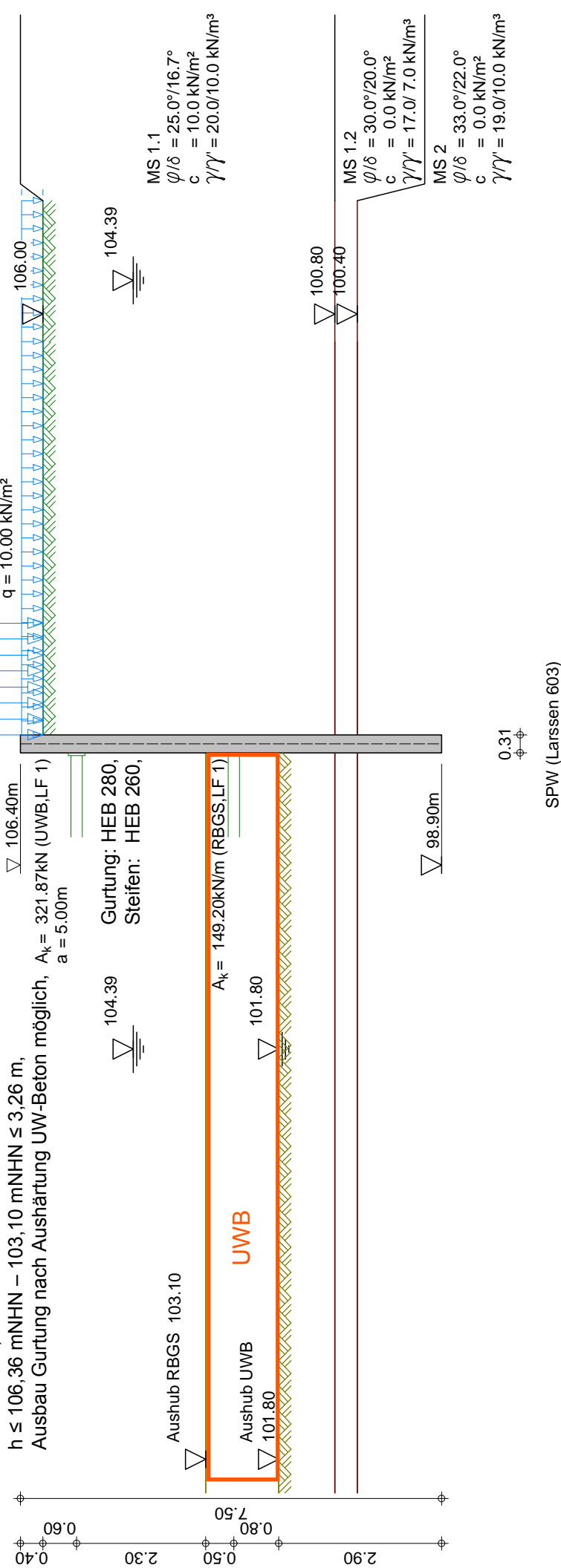
Steifen: HEB 280,

UWB Grube: OK UWB = 103,10 mNHN,
UK UWB = 101,80 mNHN, d = 1,30 m.

UWB Schacht: OK UWB = 102,15 mNHN,
UK UWB = 100,00 mNHN, d = 2,15 m.

BZ –UWB, Aushub zum Einbau UW-Beton:
 $h \leq 106,00 \text{ mNHN} - 101,80 \text{ mNHN} \leq 4,20 \text{ m}$,
Einbau Aussteifung auf 105,00 mNHN,

BZ – RBGS, nach Einbau UW-Beton:
 $h \leq 106,36 \text{ mNHN} - 103,10 \text{ mNHN} \leq 3,26 \text{ m}$,
Ausbau Gurtung nach Aushärtung UW-Beton möglich, $A_k = 321,87 \text{ kN (UWB, LF 1)}$
 $a = 5,00 \text{ m}$



MS 1.1
 $\varphi/\delta = 25.0^\circ/16.7^\circ$
 $c = 10.0 \text{ kN/m}^2$
 $\gamma/\gamma' = 20.0/10.0 \text{ kN/m}^3$

MS 1.2
 $\varphi/\delta = 30.0^\circ/20.0^\circ$
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$
 $\gamma/\gamma' = 17.0/7.0 \text{ kN/m}^3$

MS 2
 $\varphi/\delta = 33.0^\circ/22.0^\circ$
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$
 $\gamma/\gamma' = 19.0/10.0 \text{ kN/m}^3$

Seite	301
Übersicht	
Schnitt	EZG3
Maßstab	: 1: 100

Eingabedatei: C:\Program Files (x86)\DC-Grundbaustatik\Daten\
 Staupendahl\2025\Leipzig EZG\EZG3.dbw
 Datum: 10.07.2025

Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7-1) und DIN 1054:2021

Systemwerte

Wandkopf frei beweglich

Aktiver Erddruck

Nichtbindiger Boden

Geländeoberkante auf 106.40 m

Grundwasserstand 104.39 m

1. Geländeböschung
 Anfang [m] 0.00
 Ende [m] 0.00
 Höhe [m] -0.40

Erddruckbeiwerte nach DIN 4085:2017 und EAB 2021

Wandaufbau

Abs.	Wandtyp	x_1 [m]	z_1 [m]	E [MN/m ²]	A [cm ² /lfm]	g [kN/m ³]
	Profilbez.	x_2 [m]	z_2 [m]	I [cm ⁴ /lfm]	d [cm]	
				EI [MN*m ²]		
1	Spundwand	0.00	0.00	210000.00	138.30	78.50
	Larssen 603	0.00	7.50	1.8600E+04	31.00	
	(Doppelbohlen)			39.06		

El wird um den Faktor $\beta_D = 0.70$ reduziert: $EI = 27.34$

Erdschichtwerte

			MS 1.1	MS 1.2	MS 2
Schichthöhe	h	[m]	5.60	0.40	94.00
Innere Reibung	φ'	[Grad]	25.00	30.00	33.00
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	16.70	20.00	22.00
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-16.70	-20.00	-22.00
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m ²]	10.0	0.0	0.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m ²]	10.0	0.0	0.0
Wichte Boden		[kN/m ³]	20.0	17.0	19.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m ³]	10.0	7.0	10.0

Erddruckbeiwerte

Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.346	0.279	0.245
Kohäsionsbeiwert	K_{ach}	(aktiv)	1.043	0.000	0.000
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.346	0.279	0.245
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	3.912	5.737	7.496
Koh.wid.Beiwert	K_{pch}	(passiv)	5.186	0.000	0.000
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	3.912	5.737	7.496
Durchlässigkeit	k	[m/s]	1.000E-09	1.000E-06	1.000E-03

LFK-Name Typ
 1 BS-T

Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Streckenlasten auf das Gelände

LFK-Name	q	x_A	x_E	z_Q	Typ
1 Q	10.00	0.16	999.00	0.40	-
Q	40.00	0.16	2.15	0.40	0

(G = ständig, Q = veränderlich, B = aus Bodeneigengewicht)

Ansatz der Blocklasten:
0 = Standard: nach DIN 4085:2017

Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

γ -	H	G, stb
BS-P	1.900	0.950
BS-T	1.900	0.950
BS-A	1.450	0.950
BS-T/A	1.675	0.950

Teilsicherheitsbeiwerte für Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

γ -	G	E0g	W	L	Ol	Q	Qv			
BS-P	1.350	1.200	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500			
BS-T	1.200	1.100	1.200	1.200	1.200	1.300	1.300			
BS-A	1.100	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100			
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1.150	1.150	1.200	1.200			
γ -	Ep	Wg	γ	φ	c	cu	R, h	b	s	
BS-P	1.400	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	
BS-T	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	
BS-A	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	
BS-T/A	1.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	

Ermittlung der Schnittgrößen (STR) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Verformungen
mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen (GEO) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für...
H	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G, stb	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
Ol	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undrained
R, h	Gleitwiderstand
b	Spitzendruck
s	Mantelreibung

Lastfallkomb. 1, Typ BS-T

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe- e_v	e_h -Summe	e_h -Boden+Großfl.	e_h -Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000

Tiefe z	Summe-e _v	e _n -Summe	e _n -Boden+Großfl.	e _n -Auflast
0.40	0.000	0.000	0.000	0.000
0.40	0.000	17.277	3.455	13.822
0.40	0.000	17.277	3.455	13.822
2.01	9.734	23.026	9.204	13.822
2.01	9.734	23.026	9.204	13.822
3.05	17.238	24.890	11.068	13.822
3.05	17.238	11.068	11.068	0.000
5.03	24.854	14.599	14.599	0.000
5.60	27.508	16.561	16.561	0.000
5.60	27.508	21.820	21.820	0.000
6.00	30.742	22.602	22.602	0.000
6.00	30.742	19.837	19.837	0.000
7.50	43.878	23.515	23.515	0.000
7.50	43.878	23.515	23.515	0.000
100.00	5160.947	250.327	250.327	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver
 Mindesterddruck mit $\varphi_{\text{Ers}} = 40.0^\circ$ berücksichtigt

Aushub Nr. UWB

Wand 1-fach gestützt
 Wandfuß frei verschieblich

Negativer Erddruck wirkt NICHT mit auf das statische System
 1. Rückbauzustand

Umlagerungsfigur: Zwei Rechtecke mit Unterteilung bei 2.30 m
 mit Abminderung zweites Rechteck um $\varepsilon = 0.33$
 ohne Umlagerung von begrenzten Auflasten
 Umlagerung bis zur Baugrubensohle

Gesamtlänge der Wand: 7.50 m, Einbindetiefe $t = 2.90$ m

Aushubtiefe $z = 4.60$ m, Wasserstand = 2.01 m
 Fußstützkraft: $E_d = 84.06$ kN $\leq R_d = 250.63$ kN
 Angriffspunkt = 6.39 m

Schnittgrößen Bemessungswerte

Charakteristische Verformungen

Aushub Nr. UWB	maxM	54.94	zugQ	0.00,	maxQ	62.17	zugM	-5.83
	minM	-16.94	zugQ	-54.21,	minQ	-54.21	zugM	-16.94
	maxw	4.6 mm						

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte

(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	7.50	165.65	54.48	(δ_a)
Wasserdruck:	2.01	7.50	0.00	0.00	
Anker/Steifen:			-81.60	0.00	(α)
Summe:			84.06	54.48	
Erdwiderstand:	4.60	7.50	-84.06	-31.77	(*)
Wandeingengewicht:				9.77	
Auftriebskraft:				-0.91	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	31.57 (nach unten)	

* Summe der Vertikalanteile für Aktiv-(δ_a) u. Passivseite(δ_p)

2.00

$M(-2.15;-1.06)$
 $R = 6.84\text{m}$
 $E_d/R_d = 0.55 < 1.0$

$q = 40.00 \text{ kN/m}^2$

$q = 10.00 \text{ kN/m}^2$

$A_k = 321.87\text{kN}$
 $a = 5.00\text{m}$

106.00

104.39

104.39

MS 1.1
 $\varphi/\delta = 25.0^\circ/16.7^\circ$
 $c = 10.0 \text{ kN/m}^2$
 $\gamma/\gamma' = 20.0/10.0 \text{ kN/m}^3$

Aushub UWB

101.80

7.50

3.60

0.60

0.40

MS 1.2
 $\varphi/\delta = 30.0^\circ/20.0^\circ$
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$
 $\gamma/\gamma' = 17.0/7.0 \text{ kN/m}^3$

100.80
100.40

$E_p = 106.22 \text{ kN/m}$

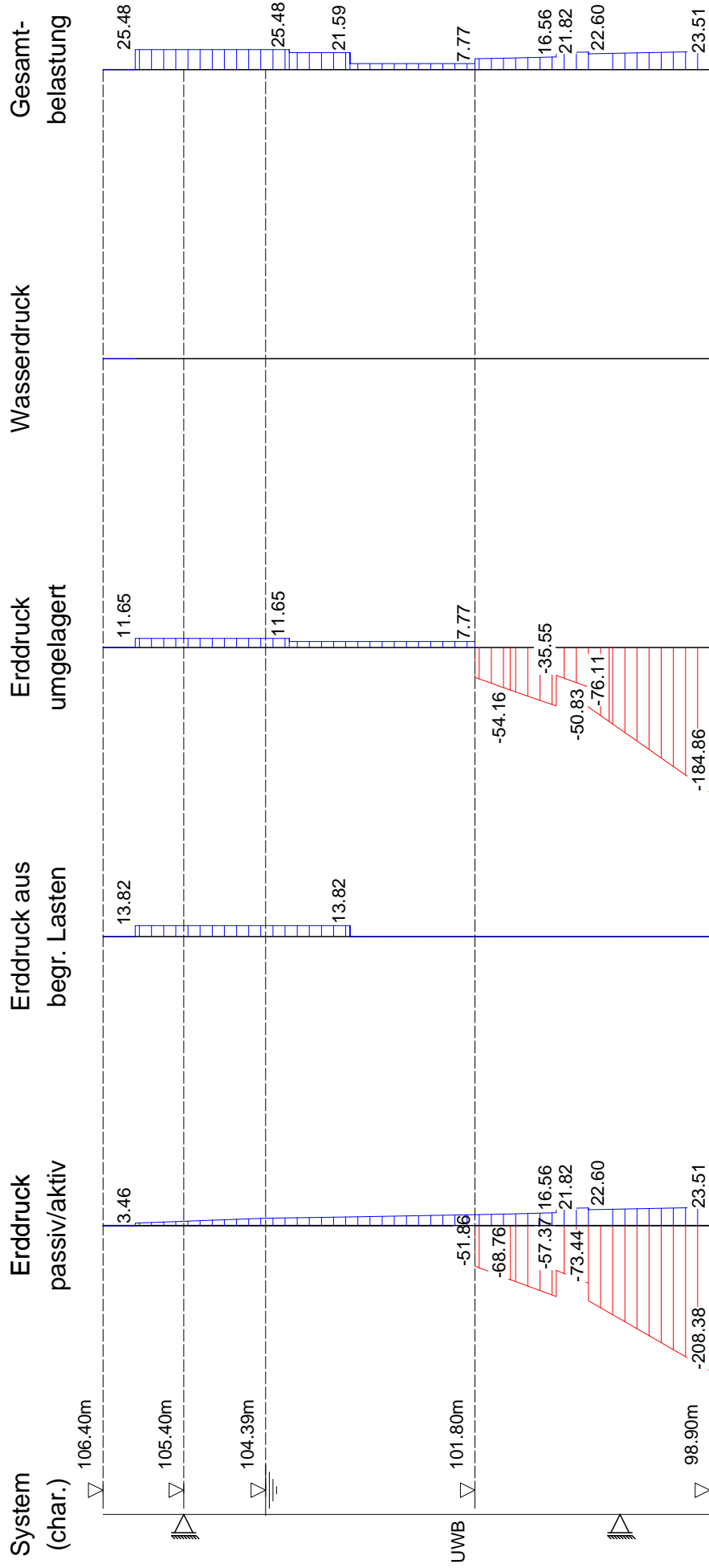
0.31

98.90m

SPW (Larsen 603)

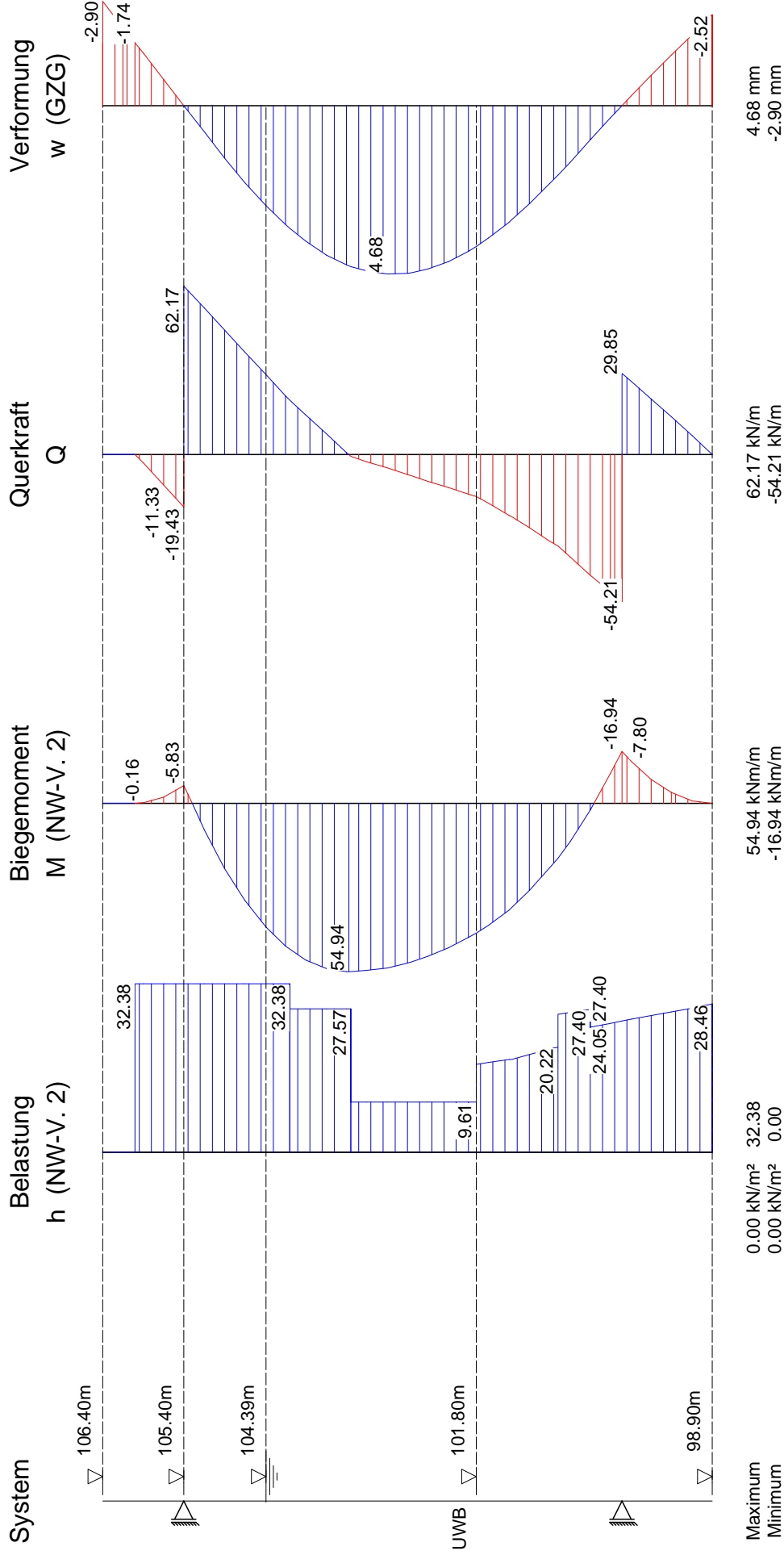
MS 2
 $\varphi/\delta = 33.0^\circ/22.0^\circ$
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$
 $\gamma/\gamma' = 19.0/10.0 \text{ kN/m}^3$

Seite	306
Aushub	UWB
Schnitt	EZG3
Maßstab	: 1: 150



Seite	307
Aushub	UWB
Schnitt	EZG3
Maßstab	: 1: 75

Schnittgrößen aus Gesamtlasten, Bemessungswerte



Seite	308
Aushub	UWB
Schnitt	EZG3
Maßstab	: 1: 75

Aushub Nr. RBGS

Wand 1-fach gestützt
 Wandfuß frei verschieblich

Negativer Erddruck wirkt NICHT mit auf das statische System
 2. Rückbauzustand
 Der Erddruckverlauf wird wegen unterschiedlicher Lasten oder
 Wasserstände nicht beibehalten.

Keine Umlagerung

Gesamtlänge der Wand: 7.50 m, Einbindetiefe t = 4.20 m

Aushubtiefe z = 3.30 m, Wasserstand = 4.60 m
 Fußstützkraft: $E_d = 50.15 \text{ kN} \leq R_d = 627.71 \text{ kN}$
 Angriffspunkt = 5.93 m

Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch im GZ HYD

$$A_k \cdot \gamma_H = 6.26 \cdot 1.90 = 11.90$$

$$< G_k \cdot \gamma_{Gstb} = 36.00 \cdot 0.95 = 34.20 \quad \text{*** Nachweis erfüllt ***}$$

Schnittgrößen Bemessungswerte

Charakteristische Verformungen

Aushub Nr. RBGS	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	90.32	zugM	-159.20
	minM	-159.20	zugQ	-98.30,	minQ	-98.30	zugM	-159.20
	maxw	40.2 mm						

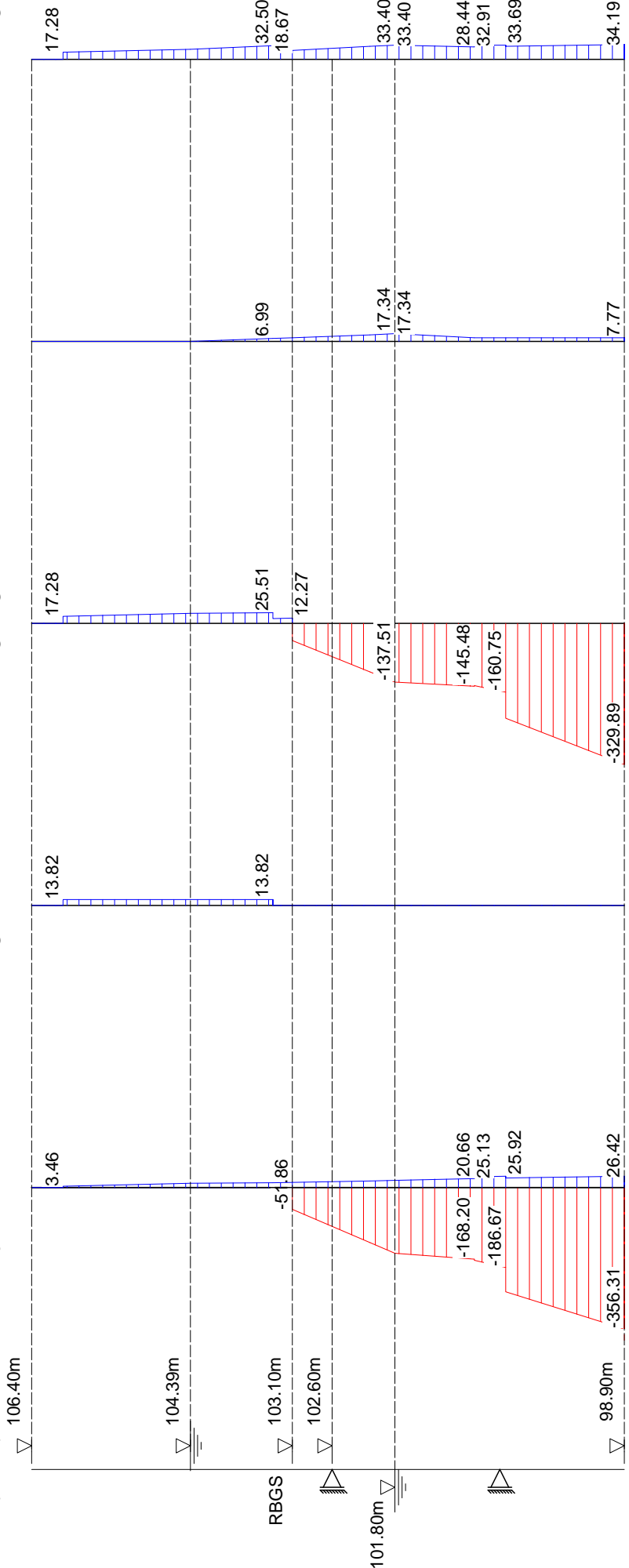
Gleichgewicht der H- und V-Kräfte

(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	7.50	179.04	59.15	(δ_a)
Wasserdruck:	2.01	7.50	59.73	0.00	
Anker/Steifen:			-188.62	0.00	(α)
Summe:			50.15	59.15	
Erdwiderstand:	3.30	7.50	-50.15	-18.20	(*)
Wandeingengewicht:				9.77	
Auftriebskraft:				-0.70	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	50.02 (nach unten)	

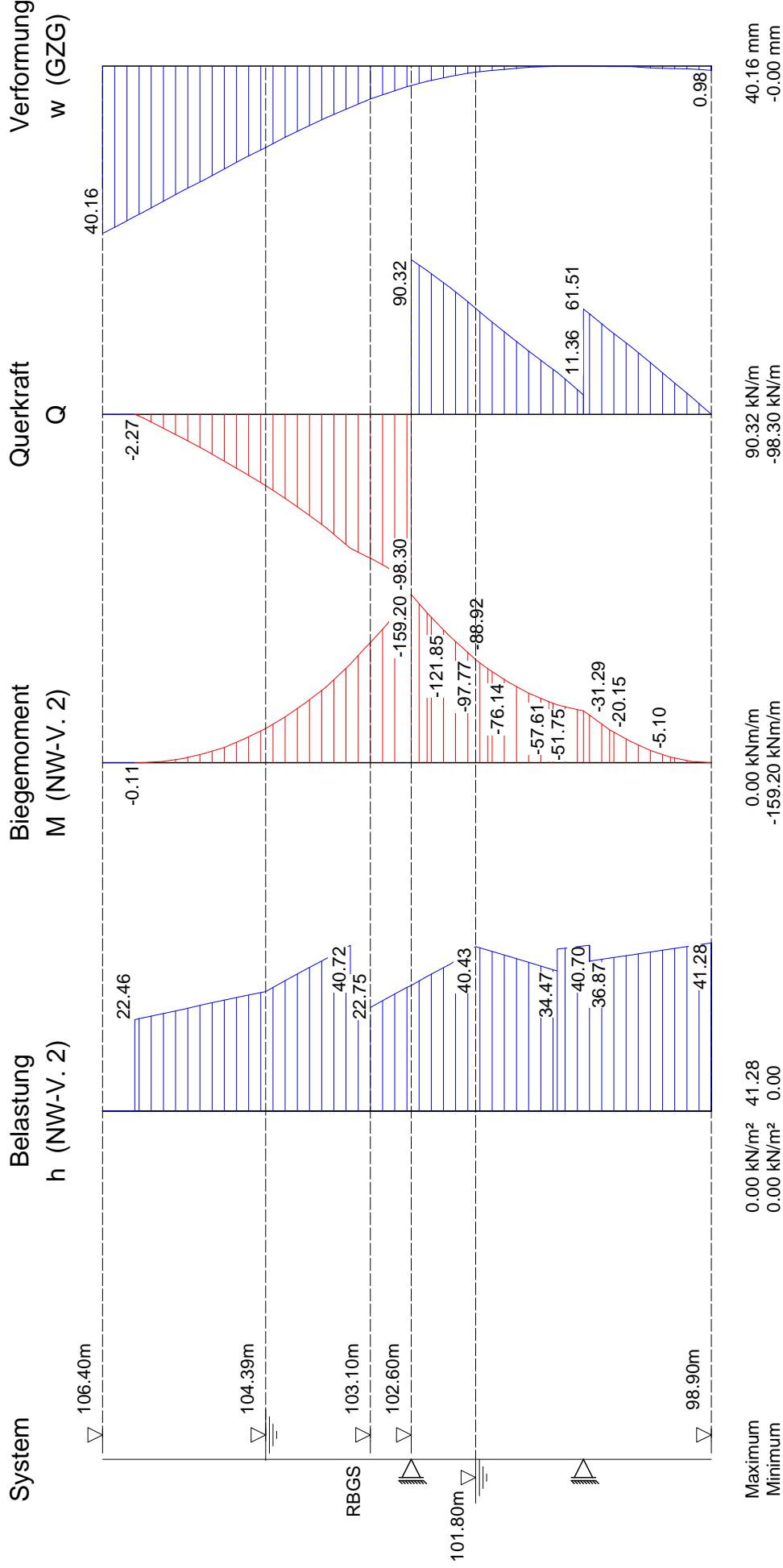
* Summe der Vertikalanteile für Aktiv-(δ_a) u. Passivseite(δ_p)

System (char.)	Erddruck passiv/aktiv	Erddruck aus begr. Lasten	Erddruck umgelagert	Wasserdruck	Gesamt- belastung
-------------------	--------------------------	------------------------------	------------------------	-------------	----------------------



Maximum	0.00	26.42 kN/m²	25.51 kN/m²	17.34 kN/m²	34.19 kN/m²
Minimum	-356.31	0.00 kN/m²	-329.89 kN/m²	0.00 kN/m²	0.00 kN/m²

Schnittgrößen aus Gesamtlasten, Bemessungswerte



Seite	312
Aushub	RBGS
Schnitt	EZG3
Maßstab	: 1: 75

Maximalwerte der Ankerkräfte aus allen Aushüben/Lastfällen

Zusammenstellung der maßgebenden Ankerkräfte pro lfm Wand

Anker	charakteristische Werte				Bemessungswerte			
	G	Q	W	Gesamt	G	Q	W	Gesamt
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	20.9	43.5	0.0	64.4	28.2	65.2	0.0	93.4*
2	29.3	95.8	24.1	149.2	39.6	143.7	32.5	215.8*

* Ankerkraft mit BS-P ermittelt (nach EB44 bzw. gem. DIN 1054:2021)

Maßgebende Bemessungswerte der Ankerkräfte pro Anker

Anker	z	z	Neigung	Abst.	Verpr.str.	Bem.
	Vorderk.	Achse	α	a-H	L_{vs}	kraft
	[m]	[m]	[°]	[m]	[m]	[kN]
1	1.00	1.00	0.00	5.00	-	467.1*
2	3.80	3.80	0.00	1.00	-	215.8*

* Ankerkraft mit BS-P ermittelt (nach EB44 bzw. gem. DIN 1054:2021)

Geländebruch-Nachweis, Aushub UWB

Eingabedatei: EZG3@UWB.dbb

Datum: 10.07.2025

Berechnung nach: DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2010

Nachweis nach DIN 4084:2009

Berechnung mit Nachweisverfahren 3

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

Schichtdaten		MS 1.1	MS 1.2	MS 2
Innere Reibung $\text{cal } \varphi'$	[Grad]	25.00	30.00	33.00
Kohäsion $\text{cal } c'$	[kN/m ²]	10.0	0.0	0.0
Wichte Boden	[kN/m ³]	20.0	17.0	19.0
Wichte wassergesättigt	[kN/m ³]	20.0	17.0	20.0
Wichte unter Auftrieb	[kN/m ³]	10.0	7.0	10.0

Geländeverlauf und Schichten

x [m]		-3.90	-0.16	-0.15	-0.15	-0.15
		0.16	0.16	0.16	0.16	3.90
		15.00				
z Gelände		-4.60	-4.60	-5.60	-6.00	-7.50
		-7.50	-6.00	-5.60	-0.40	-0.40
		-0.40				
z Schicht	MS 1.1	-5.60	-5.60	-6.00	-7.50	-7.50
		-7.50	-6.00	-5.60	-5.60	-5.60
		-5.60				
z Schicht	MS 1.2	-6.00	-6.00	-7.50	-7.50	-7.50
		-7.50	-6.00	-6.00	-6.00	-6.00
		-6.00				
z Schicht	MS 2	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00
		-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00
		-1000.00				

Verlauf des Grundwasserspiegels

x [m]	z [m]
-3.90	-2.01
0.16	-2.01
3.90	-2.01

Lage von Bauwerken

Nummer	x _{von} [m]	x _{bis} [m]	z _{von} [m]	z _{bis} [m]	Gewicht [kN/m]
1	-0.16	0.16	-7.50	0.00	8.10

Lage von Ankern

Nummer	x [m]	z [m]	Winkel [Grad]	Länge [m]	max. L [m]	Kraft [kN/m]
1	-0.16	-1.00	0.00	11.41	11.41	64.37

Streckenlasten

Alle Lasten beziehen sich auf 1 m Länge

LF-Komb.	q	x _A	x _E	z _Q	γ	ψ
1 Q	10.0	0.2	15.0	-0.40	1.20	1.00
Q	40.0	0.2	2.2	-0.40	1.20	1.00

Lamellenbreiten

Von x [m]	bis x [m]	Breite [m]
-10000.00	10000.00	0.25

Teilsicherheitsbeiwerte (GEO) für NW-Verf. 3

γ	G	Q	W	E	φ	c	c_u	R_a	R_b
BS-P	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.25	1.10	1.40
BS-T	1.00	1.20	1.00	1.20	1.15	1.15	1.15	1.10	1.30
BS-A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.20
BS-T/A	1.00	1.10	1.00	1.10	1.12	1.12	1.12	1.10	1.25

γ	Teilsicherheitsbeiwert für...
G	Ständige Lasten
Q	Veränderliche Lasten
W	Wasserdruck
E	Erdbeben
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
c_u	Kohäsion undränert c_u
R_a	Anker
R_b	Bauteile

Bestimmung der Sicherheit nach Krey-Bishop

Raster mit x von -7.15 m bis 2.84 m, z von -3.00 m bis 2.00 m

$\Delta x = 1.00$ m, $\Delta z = 1.00$ m,

mit Radius von R = 5.78 m bis 15.78 m, $\Delta R = 1.00$ m

Lastfallkomb. 1 (Typ: BS-T)

Gleitkörper von x = -8.01 bis 4.69 m

Gleitkreis: $x_M = -2.15$ m, $z_M = -1.06$ m, R = 6.84 m

Bestimmung der Lamellen-Anteile

x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m²]	[Grad]
-5.33	0.17	8.36	0.00	4.40	33.00	0.0	-27.69
-5.13	0.25	12.83	0.00	6.48	33.00	0.0	-25.72
-4.88	0.25	13.40	0.00	6.48	33.00	0.0	-23.42
-4.63	0.25	13.91	0.00	6.48	33.00	0.0	-21.16
-4.38	0.25	14.37	0.00	6.48	33.00	0.0	-18.93
-4.13	0.25	14.77	0.00	6.48	33.00	0.0	-16.73
-3.88	0.25	15.12	0.00	6.48	33.00	0.0	-14.56
-3.63	0.25	15.42	0.00	6.48	33.00	0.0	-12.41
-3.38	0.25	15.67	0.00	6.48	33.00	0.0	-10.27
-3.13	0.25	15.88	0.00	6.48	33.00	0.0	-8.15
-2.88	0.25	16.03	0.00	6.48	33.00	0.0	-6.04
-2.63	0.25	16.14	0.00	6.48	33.00	0.0	-3.94
-2.37	0.25	16.20	0.00	6.48	33.00	0.0	-1.84
-2.12	0.25	16.22	0.00	6.48	33.00	0.0	0.25
-1.87	0.25	16.19	0.00	6.48	33.00	0.0	2.35
-1.62	0.25	16.12	0.00	6.48	33.00	0.0	4.44
-1.38	0.25	16.00	0.00	6.48	33.00	0.0	6.55
-1.12	0.25	15.83	0.00	6.48	33.00	0.0	8.66
-0.88	0.25	15.62	0.00	6.48	33.00	0.0	10.78
-0.63	0.25	15.36	0.00	6.48	33.00	0.0	12.92
-0.38	0.25	15.04	0.00	6.48	33.00	0.0	15.08
-0.13	0.25	5.88	0.00	10.97	33.00	0.0	17.26
0.13	0.25	13.44	0.00	8.51	33.00	0.0	19.46
0.38	0.25	34.80	0.00	0.00	33.00	0.0	21.70
0.63	0.25	34.27	0.00	0.00	33.00	0.0	23.97

Staupendahl & Partner Bauplanungsgesellschaft Leipzig mbH Programm DC-Baugrube/Win Version 24.2.5 Leipzig, Sanierung 2. nördliche Hauptsammler im Rosental						Seite	316
						Schnitt	EZG3
x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m²]	[Grad]
0.88	0.25	33.68	0.00	0.00	33.00	0.0	26.28
1.12	0.25	33.03	0.00	0.00	33.00	0.0	28.64
1.38	0.25	32.32	0.00	0.00	33.00	0.0	31.06
1.62	0.25	31.53	10.70	0.00	33.00	0.0	33.53
1.87	0.25	30.66	15.00	0.00	33.00	0.0	36.08
2.12	0.25	29.70	10.68	0.00	33.00	0.0	38.72
2.37	0.25	28.65	3.00	0.00	33.00	0.0	41.46
2.63	0.25	27.53	3.00	0.00	30.00	0.0	44.31
2.88	0.25	26.42	3.00	0.00	30.00	0.0	47.32
3.13	0.25	25.06	3.00	0.00	25.00	10.0	50.50
3.38	0.25	23.45	3.00	0.00	25.00	10.0	53.92
3.63	0.25	21.60	3.00	0.00	25.00	10.0	57.64
3.88	0.25	19.46	3.00	0.00	25.00	10.0	61.79
4.13	0.25	16.85	3.00	0.00	25.00	10.0	66.61
4.38	0.25	13.42	3.00	0.00	25.00	10.0	72.62
4.59	0.19	6.09	2.25	0.00	25.00	10.0	80.50
x_M	Porenwasser- druck u	Porenwasser- überdruck Δu				$R \cdot T_i$	$R \cdot G^* \sin(\vartheta)$
[m]	[kN/m²]	[kN/m²]				[kNm/m]	[kNm/m]
-5.33	51.11	0.00				21.24	-40.60
-5.13	52.17	0.00				31.56	-57.34
-4.88	53.31	0.00				31.84	-54.07
-4.63	54.34	0.00				32.02	-50.36
-4.38	55.25	0.00				32.13	-46.28
-4.13	56.05	0.00				32.18	-41.86
-3.88	56.75	0.00				32.16	-37.15
-3.63	57.35	0.00				32.09	-32.19
-3.38	57.85	0.00				31.97	-27.02
-3.13	58.26	0.00				31.80	-21.68
-2.88	58.57	0.00				31.59	-16.21
-2.63	58.79	0.00				31.34	-10.63
-2.37	58.91	0.00				31.05	-4.99
-2.12	58.95	0.00				30.71	0.68
-1.87	58.89	0.00				30.34	6.35
-1.62	58.74	0.00				29.93	11.97
-1.38	58.50	0.00				29.48	17.53
-1.12	58.17	0.00				28.99	22.98
-0.88	57.74	0.00				28.45	28.28
-0.63	57.22	0.00				27.86	33.40
-0.38	56.59	0.00				27.23	38.30
-0.13	55.87	0.00				10.64	34.20
0.13	55.04	0.00				30.27	50.05
0.38	54.10	0.00				78.79	88.04
0.63	53.05	0.00				78.12	95.27
0.88	51.88	0.00				77.46	102.06
1.12	50.58	0.00				76.82	108.35
1.38	49.14	0.00				76.19	114.08
1.62	47.56	0.00				116.73	159.61
1.87	45.82	0.00				133.49	183.99
2.12	43.91	0.00				116.73	172.83
2.37	41.81	0.00				85.86	143.36
2.63	39.49	0.00				78.21	145.92
2.88	36.91	0.00				78.86	147.99
3.13	34.05	0.00				85.64	148.17
3.38	30.82	0.00				87.07	146.25
3.63	27.15	0.00				89.02	142.21
3.88	22.87	0.00				91.83	135.45

x_M	Porenwasser- druck u	Porenwasser- überdruck Δu	R^*T_i	R^*G^* $\sin(\vartheta)$
[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm/m]	[kNm/m]
4.13	17.69	0.00	96.06	124.66
4.38	10.97	0.00	103.53	107.23
4.59	1.81	0.00	86.97	56.30

Summen: 2314.26 2125.14

Einfluss von Bauwerken

Gewicht	Hebelarm	φ	ϑ	$M_{rückh.}$	$M_{abtr.}$
[kN/m]	[m]	[Grad]	[Grad]	[kNm/m]	[kNm/m]
8.10	2.15	29.45	18.36	29.91	17.46

Anker

Länge	Ankerkraft	Hebelarm	Winkel ϑ	φ	$M_{rückh.}$	$M_{abtr.}$
[m]	[kN/m]	[m]	[Grad]	[Grad]	[kNm/m]	[kNm/m]
#& 11.41	58.52	6.84	90.00	22.07	0.00	0.00

= Zugglied ist vorgespannt
 & = Zugglied ist nicht selbstspannend

Folgende Anker sind nicht wirksam (Druck):
 Nr. 1

Ansatz des Erdwiderstands bei x = -5.42 m:

Kraft E_p	Hebelarm	Wasserdruck W	Hebelarm	$M_{rückh.}$	$M_{abtr.}$
[kN/m]	[m]	[kN/m]	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
106.22	4.94	94.77	4.91	524.75	-465.22

Wasserdruckkraft

[kN/m]	$M_{abtr.}$
[kNm/m]	[kNm/m]
33.54	-89.69

Kohäsionskraft im senkr. Bereich

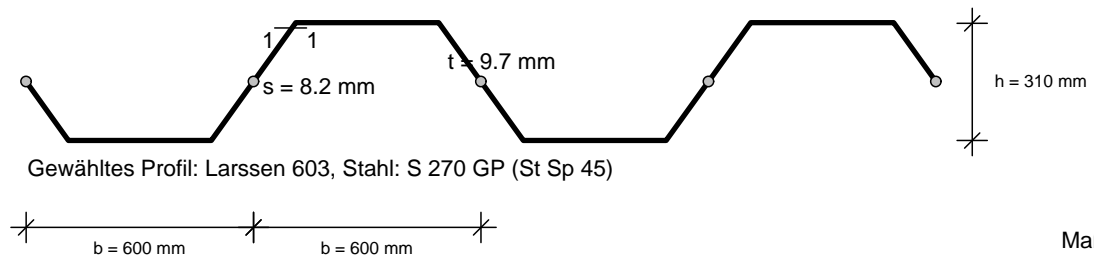
[kN/m]	Hebelarm	$M_{rückh.}$
[kNm/m]	[m]	[kNm/m]
5.76	6.84	39.42

Einwirkungen $E_d = 1587.69$ kN
 Widerstände $R_d = 2908.34$ kN

$E_d/R_d = 0.55 < 1.0$

*** Nachweis erfüllt ***

Bemessung der Spundwand (bis 98.90 m)



Maßgebende Schnittgrößen (je lfm Wand):

Sicherheitsbeiwerte

 für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2
 für Widerstände: $\gamma_M = 1.00$

Bemessungsschnittgrößen

maßgebendes Moment	max. $M_d = 54.93$ kNm im Aushub UWB
	zug. $N_d = -28.67$ kN
	$V_d = 0.71$ kN
	bei $z = 3.05$ m
maßgebendes Moment	min. $M_d = -159.20$ kNm im Aushub RBGS
	zug. $N_d = -29.92$ kN
	$V_d = 98.30$ kN
	bei $z = 3.80$ m
maßgebende Querkraft	max. $V_d = 98.30$ kN im Aushub RBGS
	zug. $M_d = -159.20$ kNm
	zug. $N_d = -29.92$ kN
	bei $z = 3.80$ m

Gewähltes Profil: Larssen 603 (als Doppelbohlen), Stahlsorte: S 270 GP (St Sp 45)

Querschnittswerte des Trägers:

Gewicht	= 108.00 kg/m
$W_{y,el}$	= 1200.00 cm ³
$W_{y,pl}$	= 1300.00 cm ³
A	= 138.30 cm ²
A_v	= 41.04 cm ²
EI	= 39.06 MNm ²
Abminderung der Steifigkeit um $\beta_B = 0.80$	

 Streckgrenze $f_{yk} = 270.00$ MN/m²

Nachweise nach DIN EN 1993 (Eurocode 3):

Bemessung elastisch-plastisch

max. M (z = 3.05)	Querschnittsklasse:		3		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	0.71	639.75	0.00	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{c,Rd}$	$N_{Ed}/N_{c,Rd}$		
	-28.67	3734.10	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{el,Rd}$	$M_{Ed}/M_{el,Rd}$		
($\beta_B = 0.80$)	54.93	259.20	0.21	-	Ja

min. M (z = 3.80)	Querschnittsklasse:		3		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	98.30	639.75	0.15	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{c,Rd}$	$N_{Ed}/N_{c,Rd}$		
	-29.92	3734.10	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{el,Rd}$	$M_{Ed}/M_{el,Rd}$		
($\beta_B = 0.80$)	-159.20	259.20	0.61	-	Ja
max. V (z = 3.80)	Querschnittsklasse:		3		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	98.30	639.75	0.15	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{c,Rd}$	$N_{Ed}/N_{c,Rd}$		
	-29.92	3734.10	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{el,Rd}$	$M_{Ed}/M_{el,Rd}$		
($\beta_B = 0.80$)	-159.20	259.20	0.61	-	Ja
Stegbeulwiderstand	c/t_w	72ε		NW ok	
	22.81	< 67.17		Ja	

Stabilitätsnachweis nach EN 1993-1-1:

L	=	3.80 m	($z_1 = 0.00$, $z_2 = -3.80$)
N_{Ed}	=	-29.92 kN	
M_{Ed}	=	-159.20 kNm	
$s_k = 3.12 \cdot L$	=	11.86 m	
$\lambda = s_k/0.116$	=	102.24	
λ_1	=	87.61	
$\lambda' = \lambda/\lambda_1$	=	1.17	
nach EN 1993-1-1, Tab.6.1:	α	=	0.49
ϕ	=	1.42	
ρ	=	0.45	
M_{cr}	=	263.35 kNm	
nach EN 1993-1-1, Tab.B.1:	k_{yy}	=	1.01

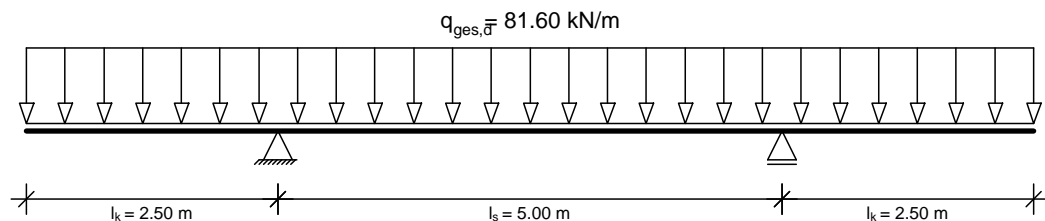
Nachweis nach EN 1993-1-1, 6.3.3:

$$N_{Rd} = N_{Rk} / \gamma_{M1} = A \cdot f_y / 1.10 = 3394.64 \text{ kN}$$

$$M_{Rd} = M_{Rk} / \gamma_{M1} = \beta_B \cdot W_{el} \cdot f_y / 1.10 = 235.64 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed}/(\rho \cdot N_{Rd}) + k_{yy} \cdot M_{Ed}/M_{Rd} = 0.02 + 0.68 = 0.70 < 1.0 \quad \text{NW ok}$$

Gurtbemessung für Ankerlage bei Tiefe = 1.00 m



Maßstab: 1:75

Belastung: Streckenlast $q_d = 81.60 \text{ kN/m}$
 Neigung $= 0.00^\circ$
 Lastfaktor $= 1.00$
 Belastung $q_{ges,d} = 1.00 \cdot 81.60 = 81.60 \text{ kN/m}$

Statisches System: Einfeldträger
 Stützweite $l_s = 5.00 \text{ m}$
 Kraglängen $l_k = 2.50 \text{ m (links)}$
 $l_k = 2.50 \text{ m (rechts)}$

Sicherheitsbeiwerte
 für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2
 für Widerstände: $\gamma_M = 1.00$

Bemessungsschnittgrößen
 Auflager: $A_d = 407.98 \text{ kN}$
 $V_{ld} = -203.99 \text{ kN}$
 $V_{rd} = 203.99 \text{ kN}$
 $M_{Ad} = -254.99 \text{ kNm}$
 Feld: $M_{Fd} = 0.00 \text{ kNm}$

Gewähltes Profil: HEB 280, Stahlsorte: S 235 (St 37-2)

Querschnittswerte des Trägers:

$W_{y,el} = 1380.00 \text{ cm}^3$
 $W_{y,pl} = 1534.00 \text{ cm}^3$
 $A = 131.00 \text{ cm}^2$
 $A_v = 40.70 \text{ cm}^2$

Streckgrenze $f_{yk} = 235.00 \text{ MN/m}^2$

Nachweise nach DIN EN 1993 (Eurocode 3):

Bemessung elastisch-plastisch

Feld:	Querschnittsklasse:		1		
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		NW ok
	0.00	360.49	0.00	-	Ja
Auflager:	Querschnittsklasse:		1		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	203.99	552.21	0.37	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
	-254.99	360.49	0.71	-	Ja

Steifen HEB 280, S 235, Länge ≤ 9 m

$\gamma = 1,5$, Ausmitte $h/6 = 24 \text{ cm} / 6 = 4 \text{ cm}$

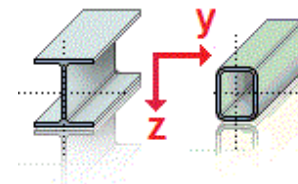
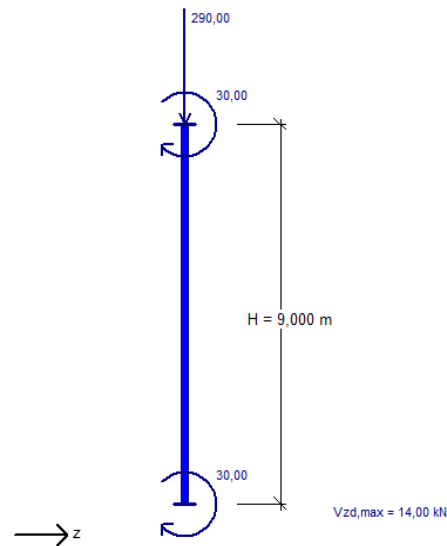
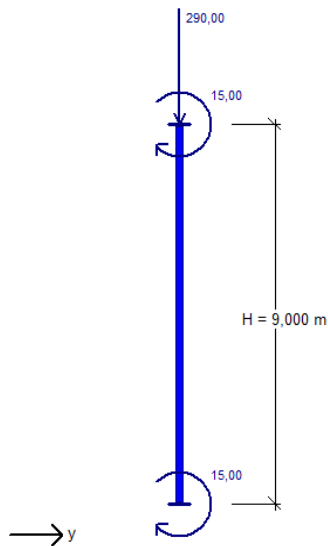
Verkehrslast auf der Steife (Eigengewicht 95 kg/m) $p = 2 \text{ kN/m}$

Lasteinfluss: $F_k = 322 \text{ kN}$ für 5 m
 $F_k = 3/5 \times 322 \text{ kN} = 193 \text{ kN}$

Längsdruckkraft $F_d = 1,5 \times 193 \text{ kN} = 290 \text{ kN}$
 $M_{d2} = 0,05 \text{ m} \times 290 \text{ kN} = 15 \text{ kNm}$
 $Q_d = 1,5 \times \frac{1}{2} \times 9 \text{ m} \times 2 \text{ kN/m} = 14 \text{ kN}$
 $M_{d1} = 1,5 \times 2 \text{ kN/m} \times (9 \text{ m})^2 / 8 = 30 \text{ kNm}$

Position: EZG 3

Stahlstütze nach EC3 (NA Deutschland)



Systemwerte:

Stützhöhe $H = 9,000 \text{ m}$

Rahmenstütze mit $\beta_{y,z} = 1,00$ / $\beta_{y,z} = 1,00$

Stütze in y - und z - Richtung frei

Belastungen:

Eigengewicht der Stütze wird nicht automatisch berücksichtigt

Typ der EW-Art Nutzlast: sonstige Nutzlast

$N_{Ed} = 290,00 \text{ kN}$

$M_{y,Ed,Kopf} = 30,00 \text{ kNm}$

$M_{y,Ed,Fuss} = 30,00 \text{ kNm}$

$V_{z,Ed,max} = 14,00 \text{ kN}$

$M_{z,Ed,Kopf} = 15,00 \text{ kNm}$

$M_{z,Ed,Fuss} = 15,00 \text{ kNm}$

$V_{y,Ed,max} = 0,00 \text{ kN}$

Bemessung:

Profil: HEB280

Profilart = I - Profil
 Material = S 235
 $f_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$
 $\gamma_{M0} = 1,00 [-]$
 $\gamma_{M1} = 1,10 [-]$
 $\eta = 1,20 [-]$ (EC3-1-5 für Querkraft)
 $A = 131,36 \text{ cm}^2$
 $I_y = 19270,26 \text{ cm}^4$
 $I_z = 6594,52 \text{ cm}^4$
 $W_{yo} = 1376,45 \text{ cm}^3$
 $W_{yu} = 1376,45 \text{ cm}^3$
 $W_{zo} = 471,04 \text{ cm}^3$
 $W_{zu} = 471,04 \text{ cm}^3$
 $A_{-Vz} = 25,62 \text{ cm}^2$
 $A_{-Vy} = 100,80 \text{ cm}^2$

Projekt :

Position : EZG 3

QK = 3 (Querschnittsklasse)

KL _ _ y-y = b

KL _ _ z-z = c

Walzprofil

Spannungsnachweis elastisch - elastisch (e-e)

massg. LFK = Bemessungslasten ($f_{y,d} = 23,50 \text{ kN/cm}^2$)

$ max.N,Ed \text{ kN}$	$ max.My,Ed \text{ kNm}$	$ max.Mz,Ed \text{ kNm}$	$ max.Vy,Ed \text{ kN}$	$ max.Vz,Ed \text{ kN}$	$\eta \sigma_v [-]$
290,00	30,00	15,00	0,00	14,00	0,32

Nachweis Stabilität: (Knicken/Drillknicken/Biegedrillknicken):

massg. LFK = Bemessungslasten

- ☒ die Stütze wird als verdrehweiches System angesetzt
- ☒ Lastangriff für BDK an OK Profil
- ☒ χ_{LT} wird gemäß (6.58) mit Faktor f erhöht
- ☒ Beiwerte C_1 , C_2 und C_3 zur Ermittlung von M_{cr} werden vom Programm ermittelt
- ☒ $h/b = 1,00 [-]$
- ☒ Knicklinie b für BDK
- ☒ $\alpha_{LT} = 0,34 [-]$
- ☒ Einspanngrad $k_z = 1,00 [-]$
- ☒ Einspanngrad $k_w = 1,00 [-]$

Knicken in	y - Richtung	z - Richtung
Knicklänge L_{cr}	9,000 m	9,000 m
Trägheitsradius i_z / i_y	7,09 cm	12,11 cm
Schlankheit λ	127,03	74,31
Bezugsschlankheit λ_1	93,91	93,91
bez. Schlankheitsgrad λ	1,35	0,79
Beiwert α	0,49	0,34
Beiwert ϕ	1,70	0,91
Beiwert χ	0,37	0,73
$N_{b,Rd}$	1030,95 kN	2048,24 kN
Momentenbeiwert $C_{mz/y}$	1,000	1,000
Momentenbeiwert C_{mLT}	---	1,000
Beiwert k_{zz} / k_{yy}	1,169	1,067
Beiwert k_{zy} / k_{yz}	0,981	1,169
Normalkraft $ N,Ed $	290,00 kN	290,00 kN
Bemessungsmoment M,Ed	15,00 kNm	30,00 kNm
Ausnutzung η , Stabilität	0,58	0,45

Werte für BDK:

$\alpha_{LT} =$	0,34 [-]
Beiwerte $C_1/C_2/C_3 =$	1,00 / 0,00 / 1,00 [-]
$M_{cr} =$	495,204 kNm
$\lambda_{LT} =$	0,81 [-]
$\phi_{LT} =$	0,81 [-]
$\chi_{LT} =$	0,81 [-]
$M_{b,Rd} =$	238,959 kNm

Nachweis Drillknicken:

$$\lambda_T = 0,72 \text{ [-]}$$

$$\chi_T = 0,71 \text{ [-]}$$

$$N_{b,Rd} = 1994,41 \text{ kN}$$

$$|N_{Ed}| = 290,00 \text{ kN}$$

$$\text{Ausnutzung } \eta_{\text{Drillknicken}}: 0,15 \leq 1,00$$

Nachweis Schubbeulen:

$$h_w/t_w = 23,238 \leq 72 \cdot \epsilon / \eta \rightarrow \text{kein Nachweis für Schubbeulen des Steges gem. EC3-1-5 notwendig!}$$

$$b_w/t_f = 15,556 \leq 72 \cdot \epsilon / \eta \rightarrow \text{kein Nachweis für Schubbeulen der Flansche gem. EC3-1-5 notwendig!}$$

Verformungen

$$|max.f_y| = 0,00 \text{ cm} \quad / \quad |max.f_z| = 0,00 \text{ cm}$$

Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen

Die Baugrubenwände bilden keinen mit der in Höhe der Baugrubensohle liegenden Unterwasserbeton-Sohle gemeinsamen Baukörper. Der Nachweis einer ausreichenden Sicherheit gegen Aufschwimmen ist im Bauzustand nach Einbau der Unterwasserbeton-Sohle und vor Errichtung der Wände und Einbauten im Schachtbauwerk zu erbringen.

Fläche der auftriebsgefährdeten Baugrubenwand	$A_i =$	1,0 m ²
Fläche der Unterwasserbeton-Sohle	$B_i =$	1,0 m ²
Umfang der Spundwand	$U_i =$	4,0 m

a_i	b_i	A_i
1,00	1,00	1,0
		0,0
		0,0
		0,0

a_i	b_i	B_i	U_i
1,00	1,00	1,0	4,0
		0,0	0,0
		0,0	0,0
		0,0	0,0

OK Spundwand	106,40 müNN
max. Wasserstand vor Flutung der Baugrube	104,39 müNN
UK Spundwand	98,90 müNN

OK Unterwasserbeton-Sohle	103,10 müNN
UK Unterwasserbeton-Sohle	101,80 müNN
Baugrubensohle	103,10 müNN
Dicke Unterwasserbeton-Sohle	1,30 m
Dicke Erdaufblast auf Bodenplatte	1,30 m

Bemessungswasserstand in der Baugrube abgesenkt um	102,00 müNN
	2,39 m

<u>Auftrieb</u>	$V_{dst,k} =$	23,9	kN/m ²
	$V_{dst,k} =$	24	kN
	$V_{G,dst} =$	1,05	
	$V_{dst,d} =$	25,1	kN/m ²
	$V_{dst,d} =$	25	kN

Einwirkungen

Unterwasserbeton

$$\gamma = 23 \text{ kN/m}^3$$

29,9	kN/m ²
30	kN

Erdauflast auf Bodenplatte

$$\gamma = 0 \text{ kN/m}^3$$

0,0	kN/m ²
0	kN

Aussteifung $G_{w,k} =$

$$0 \text{ kg}$$

0	kN
---	----

Erddruck $T_k =$

$$0 \text{ kN/m}$$

0	kN
---	----

(incl. Eigengewicht Spundwand)

Summe $G_{B,k} =$

29,9	kN/m ²
30	kN

$$= G_{B,k} + G_{w,k} + T_k$$

$$\gamma_{G,stb} = 0,95$$

$$G_{B,d} = 28,405 \text{ kN/m}^2$$

28	kN
----	----

$$= G_{B,d} + G_{w,d} + T_d$$

Aufschwimmen der Unterwasserbeton-Sohle ohne Ansatz der Einwirkung aus Eigengewicht Spundwand, Aussteifungskonstruktion und Vertikalem Erddruck

Bedingung im GZ 1A : $V_{dst,k} \times \gamma_{G,dst} \leq$

25	kN
----	----

<

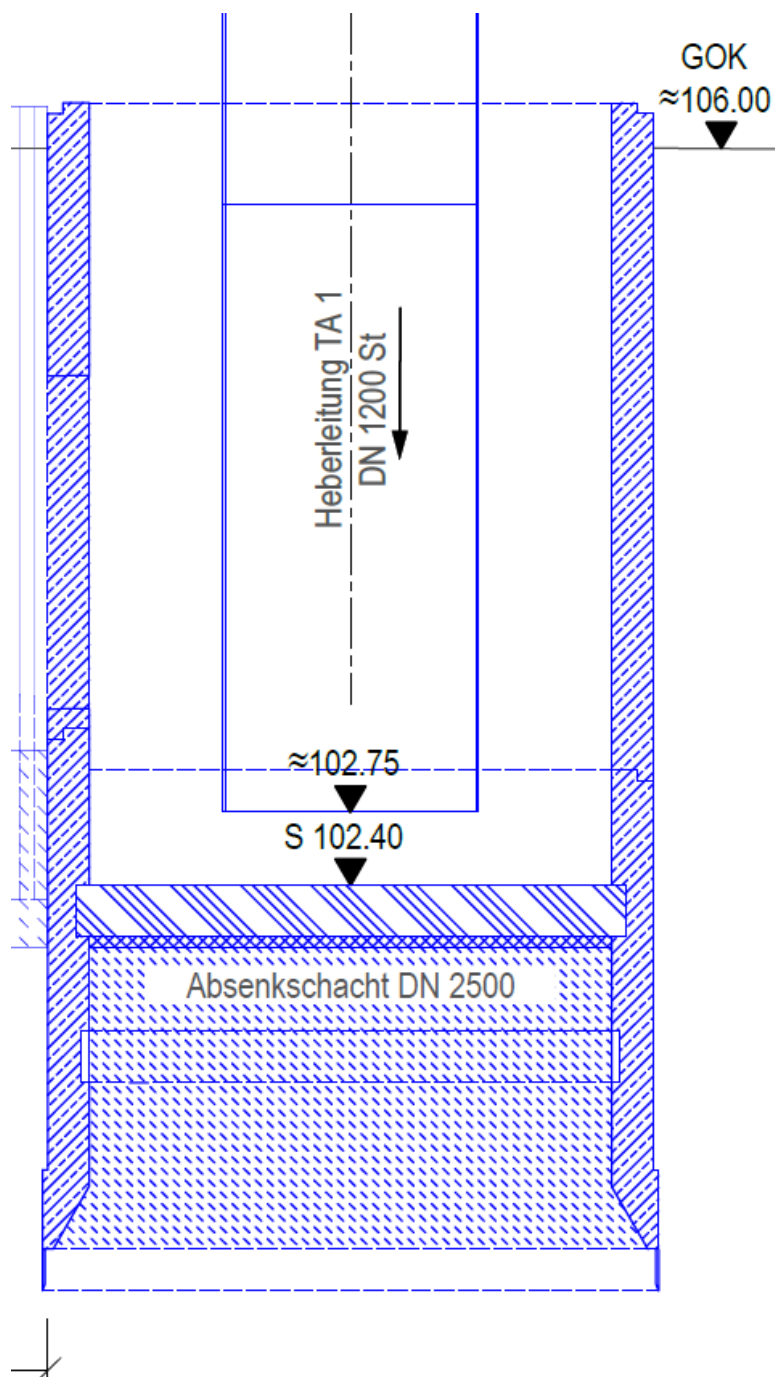
$G_{B,k} \times \gamma_{G,stb}$

28	kN
----	----

Nachweis erfüllt

UWB Schacht

Schnitt nach Angaben des Bauherrn



Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen

Die Baugrubenwände bilden keinen mit der in Höhe der Baugrubensohle liegenden Unterwasserbeton-Sohle gemeinsamen Baukörper. Der Nachweis einer ausreichenden Sicherheit gegen Aufschwimmen ist im Bauzustand nach Einbau der Unterwasserbeton-Sohle und vor Errichtung der Wände und Einbauten im Schachtbauwerk zu erbringen.

Fläche der auftriebsgefährdeten Baugrubenwand	$A_i =$	1,0 m ²
Fläche der Unterwasserbeton-Sohle	$B_i =$	1,0 m ²
Umfang der Spundwand	$U_i =$	4,0 m

a_i	b_i	A_i
1,00	1,00	1,0
		0,0
		0,0
		0,0

a_i	b_i	B_i	U_i
1,00	1,00	1,0	4,0
		0,0	0,0
		0,0	0,0
		0,0	0,0

OK Schacht	106,00 müNN
max. Wasserstand vor Flutung der Baugrube	104,39 müNN
UK Schacht	100,00 müNN

OK Unterwasserbeton-Sohle	102,15 müNN
UK Unterwasserbeton-Sohle	100,00 müNN
Baugrubensohle	102,15 müNN
Dicke Unterwasserbeton-Sohle	2,15 m
Dicke Erdaufkast auf Bodenplatte	2,15 m

Bemessungswasserstand in der Baugrube abgesenkt um	100,00 müNN
	4,39 m

<u>Auftrieb</u>	$V_{dst,k} =$	43,9 kN/m ²
	$V_{dst,k} =$	44 kN
	$\gamma_{G,dst} =$	1,05
	$V_{dst,d} =$	46,1 kN/m ²
	$V_{dst,d} =$	46 kN

Einwirkungen

Unterwasserbeton

$$\gamma = \boxed{23} \text{ kN/m}^3$$

49,5 kN/m ²
49 kN

Erdauflast auf Bodenplatte

$$\gamma = \boxed{0} \text{ kN/m}^3$$

0,0 kN/m ²
0 kN

Aussteifung; $G_{w,k} =$

$$\boxed{0} \text{ kg}$$

0 kN

Erddruck $T_k =$

$$\boxed{0} \text{ kN/r}$$

0 kN

(incl. Eigengewicht Spundwand)

Summe $G_{B,k} =$

49,45 kN/m ²
49 kN

$$= G_{B,k} + G_{w,k} + T_k$$

$\gamma_{G,stab} =$

$$0,95$$

$G_{B,d} =$

46,9775 kN/m ²
47 kN

$$= G_{B,d} + G_{w,d} + T_d$$

Aufschwimmen der Unterwasserbeton-Sohle ohne Ansatz der Einwirkung aus Eigengewicht Spundwand, Aussteifungskonstruktion und Vertikalem Erddruck

Bedingung im GZ 1A : $V_{dst,k} \times \gamma_{G,dst}$

\leq

$G_{B,k} \times \gamma_{G,stab}$

46 kN

$<$

47 kN

Nachweis erfüllt

Schnitt EZG 3-HDI

unverankerte HDI-Unterfangung

BZ –BUWB, Aushub zum Einbau UW-Beton:

$h \leq 103,20 \text{ mNHN} - 101,80 \text{ mNHN} \leq 1,40 \text{ m},$

BZ – RBGS, nach Einbau UW-Beton:

$h \leq 103,20 \text{ mNHN} - 103,10 \text{ mNHN} \leq 0,10 \text{ m},$

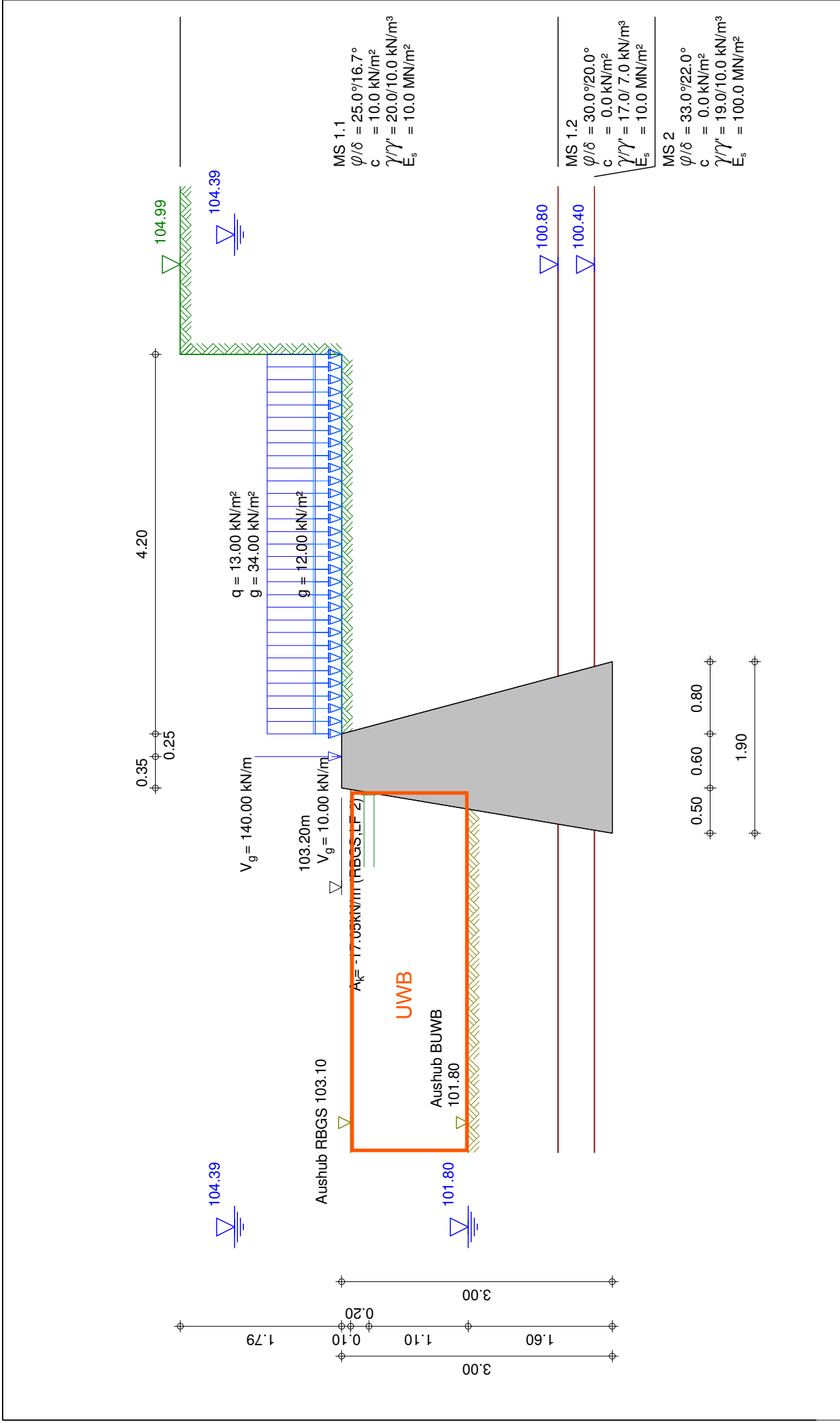
GW außen = 104,39 mNHN,

GW innen = 104,39 (BZ -BUWB) / 101,80 (BZ - RBGS),

Lastfall BS-P,

Berechnung mit 50% erhöhtem aktivem Erddruck,

UK HDI-Körper = 101,15 mNHN.



Eingabedatei: EZG3-HDI_BS-P.dbu
Datum: 10.07.2025

Berechnung nach 1.0 (Eurocode 7-1)

Systemwerte

Wandkopf frei beweglich
Erhöhter aktiver Erddruck, Ruhedruckanteil: 50.00 %
Nichtbindiger Boden
Geländeoberkante auf 103.20 m
Grundwasserstand 104.39 m
1. Geländeböschung Anfang [m] 4.20
 Ende [m] 4.20
 Höhe [m] 1.79

Erddruckbeiwerte nach Eurocode 7

Erdschichtwerte			MS 1.1	MS 1.2	MS 2
Schichthöhe	h	[m]	2.40	0.40	97.20
Steifemodul	E _s	[MN/m²]	10.0	10.0	100.0
Innere Reibung	φ'	[Grad]	25.00	30.00	33.00
Wandreib. aktiv	δ _a	[Grad]	16.70	20.00	22.00
Wandreib. pass.	δ _p	[Grad]	-16.70	-20.00	-22.00
Kohäsion aktiv	c _a '	[kN/m²]	10.0	0.0	0.0
Kohäsion passiv	c _p '	[kN/m²]	10.0	0.0	0.0
Wichte Boden		[kN/m³]	20.0	17.0	19.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	10.0	7.0	10.0
Erddruckbeiwerte					
Erddruckbeiwert	K _{agh}	(aktiv)	0.353	0.285	0.250
Erddruckbeiwert	K ₀	(Ruhe-)	0.577	0.500	0.455
Angesetzt: 50%K _{agh} + 50%K ₀			0.465	0.393	0.353
Konzentrationsfaktor nach Fröhlich n = 4					
Kohäsionsbeiwert	K _{ach}	(aktiv)	1.388	0.000	0.000
Beiwert Auflast	K _{aph}	(aktiv)	0.353	0.285	0.250
Beiwert Auflast	K _{0ph}	(Ruhe-)	0.577	0.500	0.455
Erdwid. Beiwert	K _{pgh}	(passiv)	3.414	4.633	5.655
Koh.wid. Beiwert	K _{pch}	(passiv)	5.177	0.000	0.000
Beiwert Auflast	K _{pph}	(passiv)	3.414	4.633	5.655

Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Einzellasten auf die Unterfangung

LFK-Name	H-Last	V-Last	Moment	x	z
1 G	0.0	10.0	0.0	0.25	0.00
2 G	0.0	140.0	0.0	0.25	0.00

Streckenlasten auf das Gelände

LFK-Name	q	x _A	x _E	z _Q	Typ
1 G	12.00	0.50	4.70	0.00	0
2 G	34.00	0.50	4.70	0.00	0
Q	13.00	0.50	4.70	0.00	0

Ansatz der Blocklasten:
0 = Standard: nach Eurocode 7

Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

γ -	H	G, stb
	1.350	0.900

Teilsicherheitsbeiwerte für Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Berechnung mit Nachweisverfahren 1

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R1

γ -	G	E0g	W	L	Ol	Q	Qv
	1.350	1.350	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500
γ -	Ep	Wg	γ	φ	c	cu	
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	

Ermittlung der Schnittgrößen (STR) mit gleichen Beiwerten wie
 Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Verformungen
 mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen (GEO) mit gleichen Beiwerten wie
 Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Grundbruchsicherheit mit gleichen Beiwerten wie
 Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R1

γ -	R,v
	1.000

Ermittlung der Gleitsicherheit (GEO) mit gleichen Beiwerten wie
 Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R1

γ -	R,h
	1.000

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für...
H	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G, stb	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
Ol	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undrained
R,h	Gleitwiderstand
R,v	Grundbruchwiderstand

Geometrie des Unterfangungskörpers

Punkt	x	z
1	0.50	0.00
2	1.30	3.00
3	-0.60	3.00
4	-0.10	0.00

Kubatur: 3.75 m³/lfm

Materialparameter des Unterfangungskörpers nach DIN 4093

Wichte = 18.00 kN/m³, Materialfestigkeit $f_{mk} = 3.50$ MN/m²,

E-Modul = 15000 MN/m², Sicherheitsbeiwert $\gamma_M = 1.50$, $\alpha_{cc} = 0.85$, Abmind.faktor Druck = 0.70, Schub = 0.20

Lastfallkomb. 1

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe- e_v	e_h -Summe	e_h -Boden+Großfl.	e_h -Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
0.00	0.000	3.536	0.000	3.536
1.17	0.866	8.316	4.780	3.536
1.74	1.475	10.675	7.139	3.536
1.74	1.475	18.539	15.003	3.536
2.40	2.573	21.869	18.333	3.536
2.40	2.573	24.429	20.893	3.536
2.80	4.166	25.650	22.114	3.536
2.80	4.166	23.680	20.144	3.536
2.88	4.503	23.998	20.462	3.536
2.88	4.503	23.998	20.462	3.536
3.00	5.018	24.475	20.939	3.536
3.00	5.018	24.475	20.939	3.536
6.08	21.592	36.711	33.175	3.536
6.08	21.592	33.175	33.175	0.000
100.00	3582.145	406.347	406.347	0.000
100.00	3582.145	406.347	406.347	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver
 Mindesterddruck mit $\varphi_{Ers} = 40.0^\circ$ berücksichtigt

Aushub Nr. BUWB

Wand kragt voll aus
 Wandfuß eingespannt

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Gesamtlänge der Wand: 3.00 m

Aushubtiefe $z = 1.40$ m, Einbindetiefe $t = 1.60$ m, W-Stand = -1.19 m
 $E_d = -54.68$ kN, $E_k = -40.51$ kN

Blocklasten mit kleinem Abstand zur Wand wurden nach EAB EB 22 als
 aktive Erddrucklasten angesetzt (höhere Gesamtlast)

Schnittgrößen Bemessungswerte

Aushub Nr. BUWB	maxM	14.31	zugQ	0.00,	maxQ	3.28	zugM	-0.67
	minM	-6.48	zugQ	-10.64,	minQ	-15.32	zugM	-4.85
	maxw	0.0 mm						

* = Vorgabe der Verformung im nächsten Aushub zu 100 %

Max. $\sigma = 0.111$ N/mm², max. $e/d = 0.063$, min. $e/d = -0.083$

$$\text{Max. } \tau_{cp} = 0.019 \text{ N/mm}^2$$

Sohlwasserdruck wurde berücksichtigt mit $z = -1.19 \text{ m}$ vor, $z = -1.19 \text{ m}$
 hinter der Wand: $\Delta N = 79.51 \text{ kN}$, $\Delta M = 0.00 \text{ kNm}$

$$e_{\text{vorh}} = 0.245 \text{ m} < e_{\text{zul}} = 0.167 \cdot d = 0.317 \text{ m}$$

Schnittgrößen in der Sohlfuge (char.):

Ohne Sohlwasserdruck:	M =	10.60 kNm,	V =	-122.68 kN,	H =	0.00 kN
Mit Sohlwasserdruck:	M =	10.60 kNm,	V =	-43.07 kN,	H =	0.00 kN
Bodenpressung:	d =	1.90 m,	e =	-0.17 m		
(Bemess.werte)	b' =	1.57,	$\sigma_d = N/b' =$	54.9 kN/m ²		

Die zul. Bodenpressung = 250.0 kN/m² ist eingehalten.

Nachweis der Gleitsicherheit

$$\begin{aligned} H_d &= 54.68 \text{ kN} \\ R_d + R_{p,d} &= V \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h} + R_{p,d} = \\ &= (43.07 \cdot 0.649) / 1.000 + 85.40 = 113.37 \\ H_d / (R_d + R_{p,d}) &= 54.68 / 113.37 = 0.48 < 1.0 \end{aligned}$$

*** Nachweis erfüllt ***

Nachweis der Grundbruchsicherheit

Einbindetiefe t [m]	=	1.60
Ersatzbreite b' [m]	=	1.40

Neigung der Resultierenden	$\tan(\delta_s) = H_k / V_k$	=	
	$= 0.00 \text{ kN} / 43.07 \text{ kN}$	=	0.00

$$\begin{aligned} H_k &= 0.00 \text{ kN (H-Kraft Sohlfuge)} \\ + 40.51 \text{ kN (mob. } E_{phk} &= 0.474 \cdot 85.40) \\ - 40.51 \text{ kN (} 0.474 \cdot E_{phk} &= 0.474 < 0.5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_k &= 43.07 \text{ kN (V-Kraft Sohlfuge)} \\ + 6.19 \text{ kN (mob. } E_{pvk} &= 0.474 \cdot 13.05) \\ - 6.19 \text{ kN (} 0.474 \cdot E_{pvk} &= 0.474 < 0.5) \end{aligned}$$

Maßgebende Bodenkennwerte:	γ oberhalb Gründungssohle	=	9.25
	γ unterhalb Gründungssohle	=	10.00
	Reibungswinkel φ [Grad]	=	33.00
	Kohäsion c [kN/m ²]	=	0.00

Tragfähigkeitsbeiwerte N_c, N_q, N_γ	=	38.64	26.09	32.59
Neigungsbeiwerte i_c, i_q, i_b	=	1.00	1.00	1.00

Bemessungswert Beanspruchung V_d	=	59.60 kN
Bemessungswert Grundbruchwiderstand R_d	=	1173.68 kN

$$\begin{aligned} V_d &= 55.42 \text{ kN (V-Kraft Sohlfuge, Bem.wert)} \\ + 4.18 \text{ kN (} 0.5 \cdot E_{pvd} &= 0.5 < 1.0) \end{aligned}$$

$$V_d / R_d = 0.05 < 1.0$$

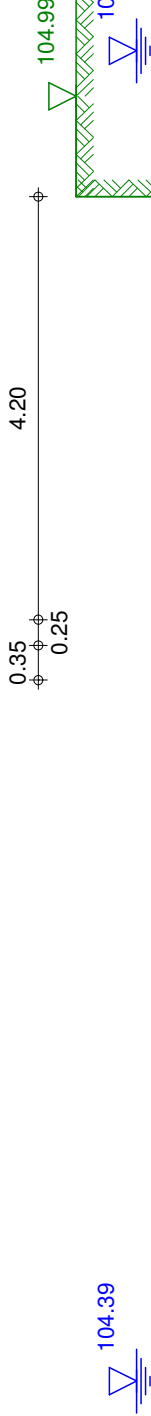
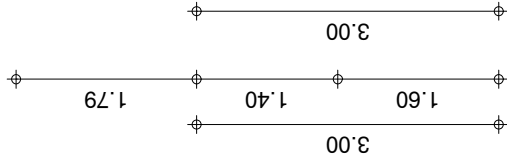
*** Nachweis erfüllt ***

Setzungsberechnung

$\sigma_0 = V/A = 122.68 / (1.00 * 1.90) = 64.57 \text{ kN/m}^2$

z	$\sigma_{\bar{u}}$	dz/b	i	σ_b	σ_1	$\tan(\alpha)$	cal.s
[m]	[kN/m²]	[-]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[mm]
3.00	28.80	0.00	1.00	64.57	35.77	0.00	0.00
4.00	38.80	0.53	0.62	40.00	22.16	0.00	0.36
5.00	48.80	1.05	0.46	29.97	16.61	0.00	0.65
6.00	58.80	1.58	0.36	23.13	12.81	0.00	0.89
7.00	68.80	2.11	0.29	18.47	10.23	0.00	1.11

Setzung s = cal.s = 1 mm



103.20m

$V_g = 10.00 \text{ kN/m}$

$g = 12.00 \text{ kN/m}^2$

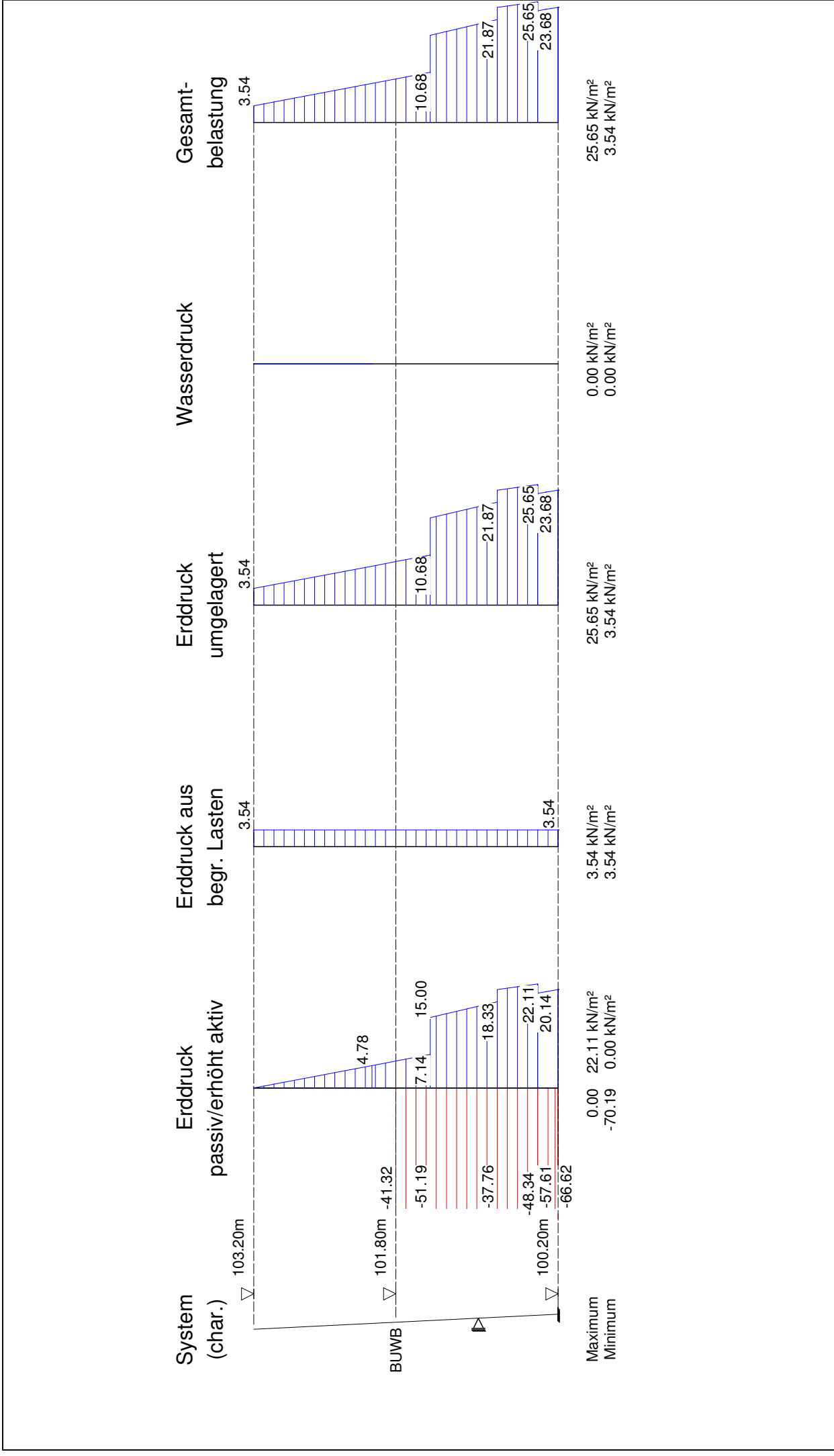
MS 1.1
 $\varphi/\delta = 25.0^\circ/16.7^\circ$
 $c = 10.0 \text{ kN/m}^2$
 $\gamma/\gamma' = 20.0/10.0 \text{ kN/m}^3$
 $E_s = 10.0 \text{ MN/m}^2$

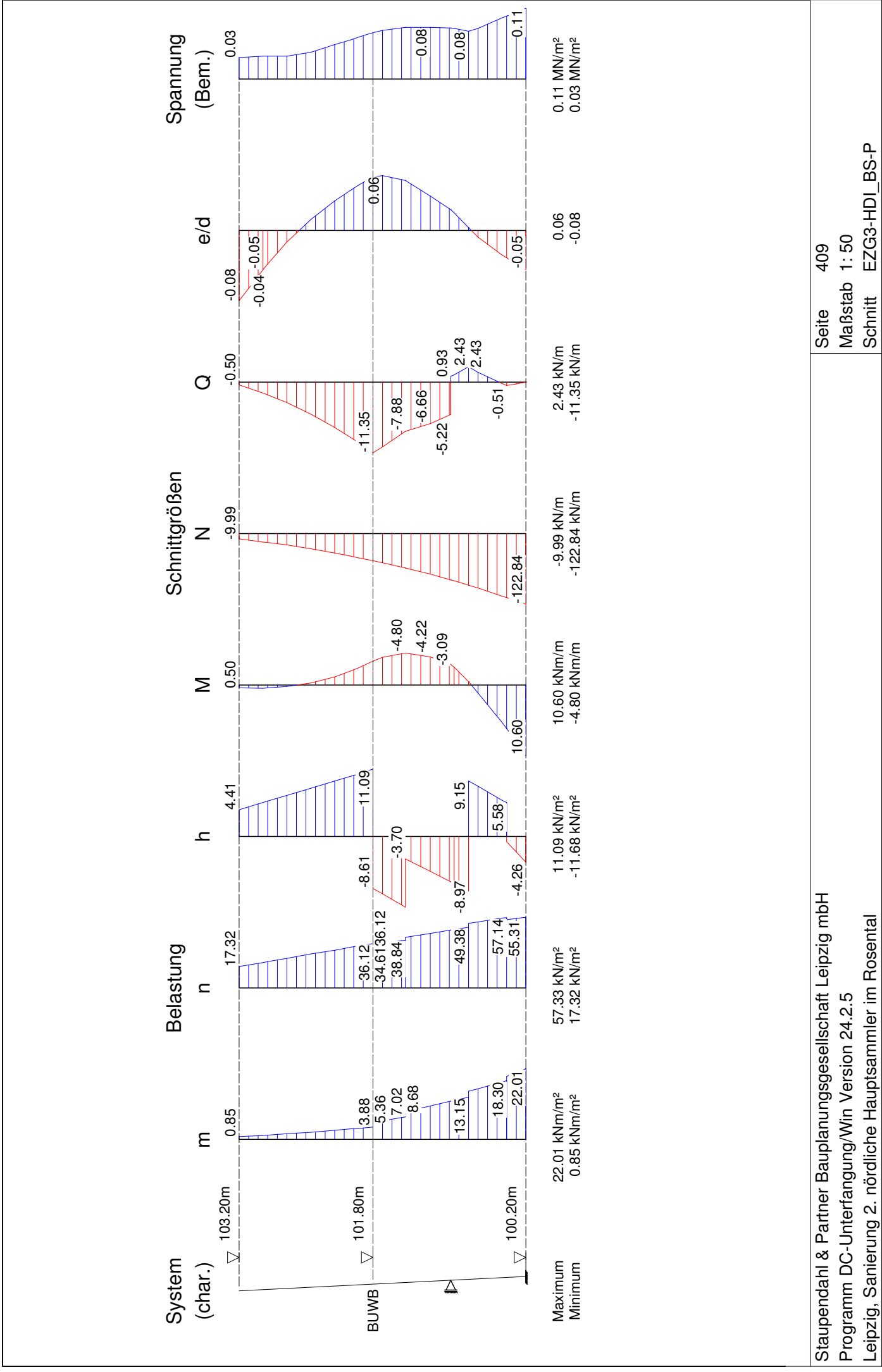
Aushub BUWB
101.80

MS 1.2
 $\varphi/\delta = 30.0^\circ/20.0^\circ$
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$
 $\gamma/\gamma' = 17.0/7.0 \text{ kN/m}^3$
 $E_s = 10.0 \text{ MN/m}^2$

$\sigma_{Rd} = 54.9 / 54.9 \text{ kN/m}^2$
 $s = 1.0 \text{ mm}$
 $f_{m,k} = 3.50 \text{ MN/m}^2$
 $E_{d,Gr}/R_{d,Gr} = 0.05 < 1.0$
 $\gamma = 18.0 \text{ kN/m}^3$
 $E_{d,Gl}/R_{d,Gl} = 0.48 < 1.0$
 $\max \sigma_{nd} = 0.111 \text{ MN/m}^2$
 $\max \tau_{nd} = 0.019 \text{ MN/m}^2$
Kubatur: $3.8 \text{ m}^3/\text{m}$

1.90





Aushub Nr. RBGS

Wand 1-fach gestützt
Wandfuß eingespannt

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System
1. Rückbauzustand
Der Erddruckverlauf wird wegen unterschiedlicher Lasten oder
Wasserstände nicht beibehalten.

Keine Umlagerung

Gesamtlänge der Wand: 3.00 m

Aushubtiefe $z = 0.10$ m, Einbindetiefe $t = 2.90$ m, W-Stand = 1.40 m
 $E_d = -138.92$ kN, $E_k = -102.90$ kN

Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch im GZ HYD

(Näherungsverfahren nach EAU, E115 (Baumgart-Davidenkoff, Brinch Hansen))

$$\begin{aligned}\gamma_w^* i^* \gamma_H &= 4.43 * 1.35 = 5.98 \\ < g^* \gamma_{Gstb} &= 14.07 * 0.90 = 12.66 \quad \text{*** Nachweis erfüllt ***}\end{aligned}$$

Blocklasten mit kleinem Abstand zur Wand wurden nach EAB EB 22 als
aktive Erddrucklasten angesetzt (höhere Gesamtlast)

Schnittgrößen Bemessungswerte

*** Warnung: Es sind negative Ankerkräfte aufgetreten.

Aushub Nr. RBGS	maxM	29.25	zugQ	0.00,	maxQ	7.47	zugM	-7.94
	minM	-8.06	zugQ	-15.85,	minQ	-16.41	zugM	-7.94
	maxw	0.0 mm						

Max. $\sigma = 0.121$ N/mm², max. $e/d = 0.115$, min. $e/d = -0.112$

Max. $\tau_{cp} = 0.028$ N/mm²

Sohlwasserdruck wurde berücksichtigt mit $z = 1.40$ m vor, $z = -1.19$ m
hinter der Wand: $\Delta N = 54.94$ kN, $\Delta M = -7.78$ kNm

Schnittgrößen in der Sohlfuge (char.):

Ohne Sohlwasserdruck:	M =	21.67 kNm,	V =	-101.78 kN,	H =	-12.58 kN
Mit Sohlwasserdruck:	M =	13.89 kNm,	V =	-46.77 kN,	H =	-12.58 kN
Bodenpressung:	d =	1.90 m,	e =	-0.26 m		
(Bemess.werte)	b' =	1.38,	$\sigma_d = N/b' =$	59.8 kN/m ²		

Die zul. Bodenpressung = 250.0 kN/m² ist eingehalten.

Nachweis der Gleitsicherheit

$$\begin{aligned}H_d &= 138.92 \text{ kN} \\ R_d + R_{p,d} &= V \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h} + R_{p,d} = \\ &= (46.77 * 0.649) / 1.000 + 325.65 = 356.02 \\ H_d / (R_d + R_{p,d}) &= 138.92 / 356.02 = 0.39 < 1.0\end{aligned}$$

*** Nachweis erfüllt ***

Nachweis der Grundbruchsicherheit

Einbindetiefe t [m] = 2.90
 Ersatzbreite b' [m] = 0.70

Neigung der Resultierenden $\tan(\delta_s) = H_k/V_k$
 $= 12.58 \text{ kN} / 46.77 \text{ kN} = 0.27$

$H_k = 12.58 \text{ kN}$ (H-Kraft Sohlfuge)
 $+ 102.90 \text{ kN}$ (mob. $E_{phk} = 0.316 * 325.65$)
 $- 102.90 \text{ kN}$ ($0.316 * E_{phk}$) ($0.316 < 0.5$)

$V_k = 46.77 \text{ kN}$ (V-Kraft Sohlfuge)
 $+ 15.20 \text{ kN}$ (mob. $E_{pvk} = 0.316 * 48.11$)
 $- 15.20 \text{ kN}$ ($0.316 * E_{pvk}$)

Maßgebende Bodenkennwerte:
 γ oberhalb Gründungssohle = 14.07
 γ unterhalb Gründungssohle = 10.00
 Reibungswinkel φ [Grad] = 33.00
 Kohäsion c [kN/m²] = 0.00

Tragfähigkeitsbeiwerte N_c, N_q, N_γ = 38.64 26.09 32.59
 Neigungsbeiwerte i_c, i_d, i_b = 0.52 0.53 0.39

Bemessungswert Beanspruchung V_d = 67.32 kN
 Bemessungswert Grundbruchwiderstand R_d = 461.74 kN

$V_d = 57.06 \text{ kN}$ (V-Kraft Sohlfuge, Bem.wert)
 $+ 10.26 \text{ kN}$ ($0.5 * E_{pvd}$)

$V_d/R_d = 0.15 < 1.0$

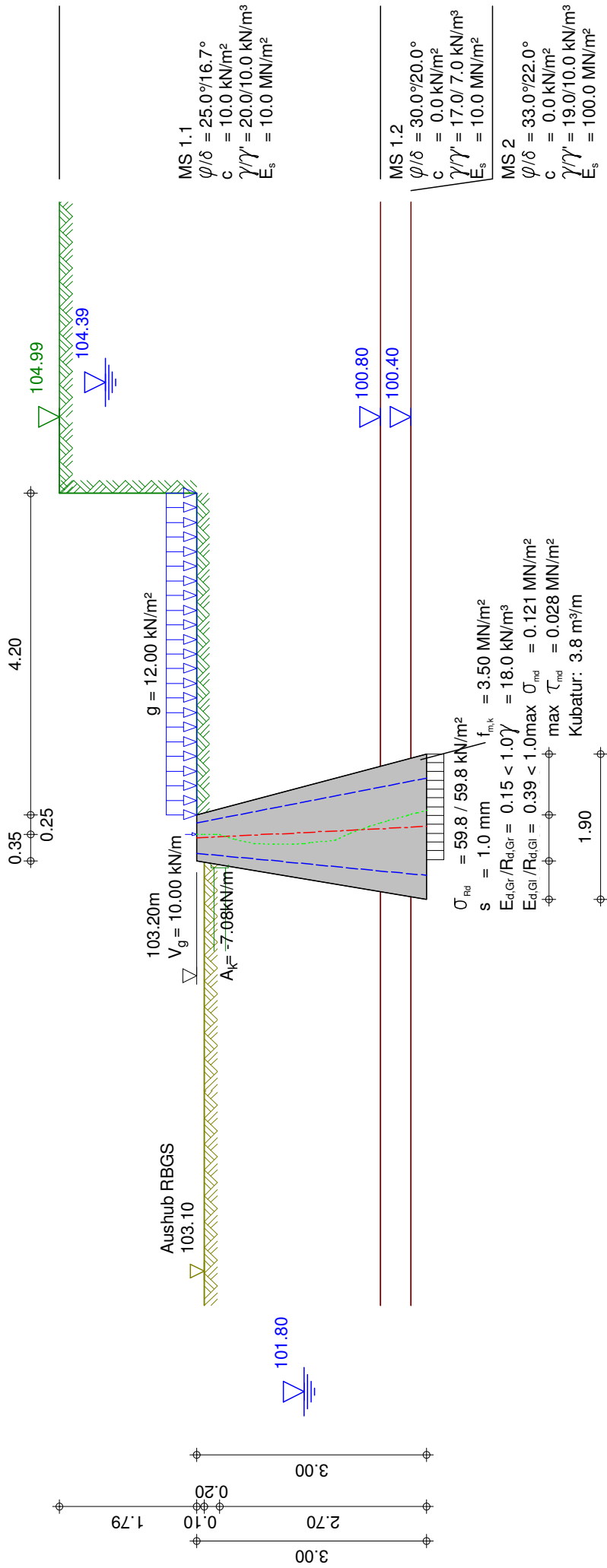
*** Nachweis erfüllt ***

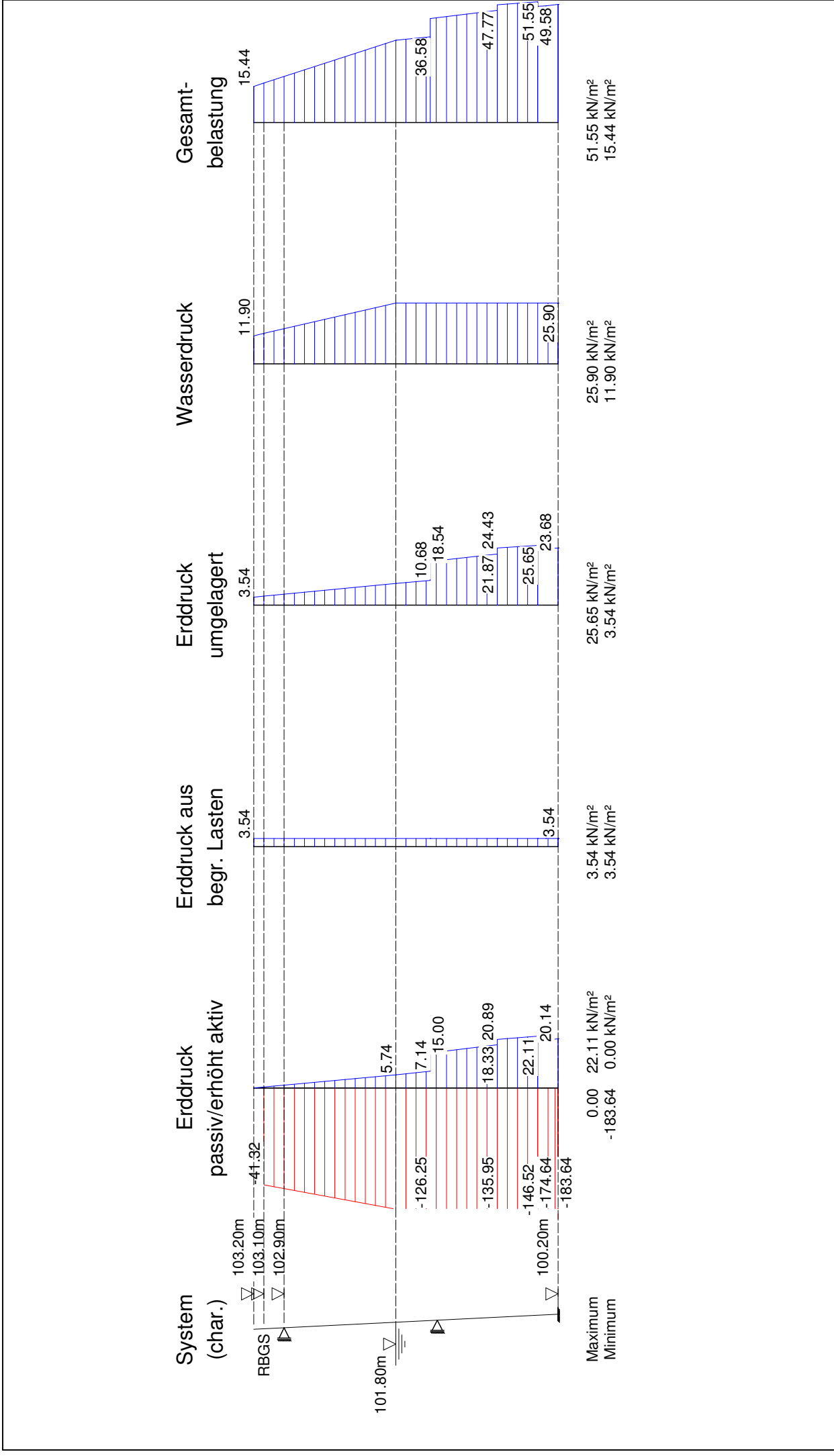
Setzungsberechnung

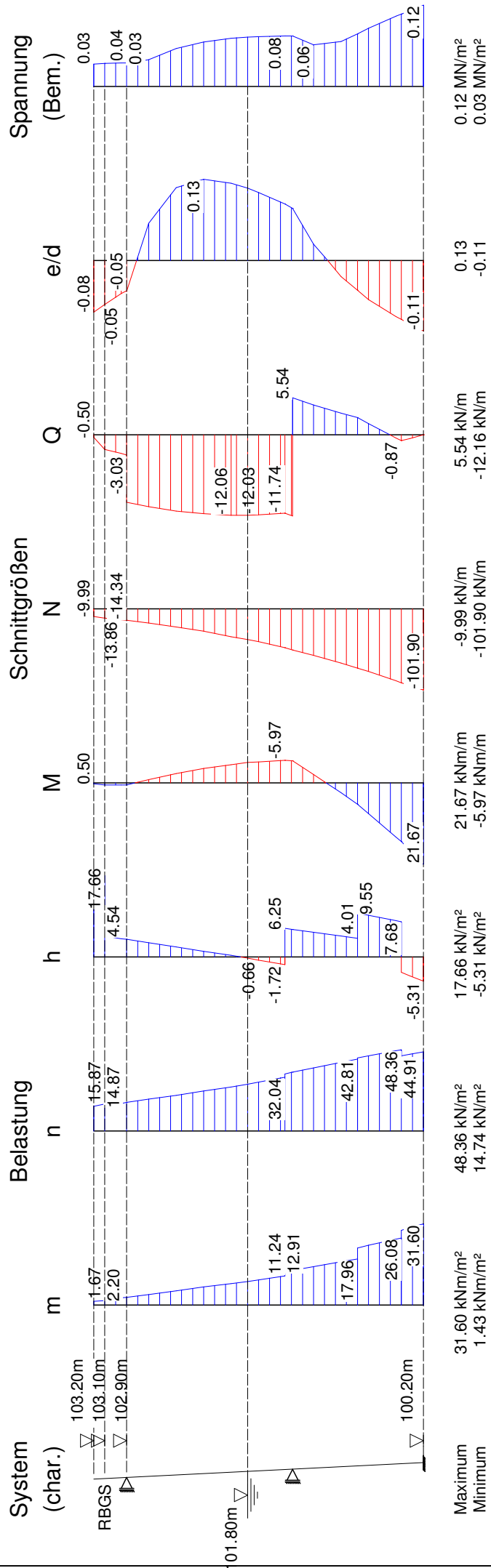
$\sigma_0 = V/A = 101.78 / (1.00 * 1.90) = 53.57 \text{ kN/m}^2$

z [m]	$\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m ²]	dz/b [-]	i [-]	σ_b [kN/m ²]	σ_1 [kN/m ²]	$\tan(\alpha)$ [-]	cal.s [mm]
3.00	28.80	0.00	1.00	53.57	24.77	0.00	0.00
4.00	38.80	0.53	0.62	33.18	15.34	0.00	0.35
5.00	48.80	1.05	0.46	24.87	11.50	0.00	0.67
6.00	58.80	1.58	0.36	19.19	8.87	0.00	0.97
7.00	68.80	2.11	0.29	15.32	7.08	0.00	1.26

Setzung $s = \text{cal.s} = 1 \text{ mm}$







Lastfallkomb. 2

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe-e _v	e _h -Summe	e _h -Boden+Großfl.	e _h -Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
0.00	0.000	13.849	0.000	13.849
1.17	2.670	18.630	4.780	13.849
1.40	3.265	19.587	5.738	13.849
1.40	3.265	19.587	5.738	13.849
1.74	4.170	20.989	7.139	13.849
1.74	4.170	28.853	15.003	13.849
2.40	6.286	32.182	18.333	13.849
2.40	6.286	34.742	20.893	13.849
2.80	8.630	35.963	22.114	13.849
2.80	8.630	33.994	20.144	13.849
2.88	9.133	34.311	20.462	13.849
2.88	9.133	34.311	20.462	13.849
3.00	9.898	34.788	20.939	13.849
3.00	9.898	34.788	20.939	13.849
6.08	32.889	47.025	33.175	13.849
6.08	32.889	33.175	33.175	0.000
100.00	3593.441	406.347	406.347	0.000
100.00	3593.441	406.347	406.347	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver
 Mindesterddruck mit $\varphi_{Ers} = 40.0^\circ$ berücksichtigt

Aushub Nr. BUWB

Wand kragt voll aus
 Wandfuß eingespannt

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Gesamtlänge der Wand: 3.00 m

Aushubtiefe $z = 1.40$ m, Einbindetiefe $t = 1.60$ m, W-Stand = -1.19 m
 $E_d = -98.17$ kN, $E_k = -71.45$ kN

Blocklasten mit kleinem Abstand zur Wand wurden nach EAB EB 22 als aktive Erddrucklasten angesetzt (höhere Gesamtlast)

Schnittgrößen Bemessungswerte

Aushub Nr. BUWB	maxM	9.43	zugQ	0.00,	maxQ	1.43	zugM	-31.84
	minM	-36.23	zugQ	-32.93,	minQ	-44.80	zugM	-18.82
	maxw	0.0 mm						

* = Vorgabe der Verformung im nächsten Aushub zu 100 %

Max. $\sigma = 0.469$ N/mm², max. $e/d = 0.080$, min. $e/d = -0.083$

Max. $\tau_{cp} = 0.056$ N/mm²

Sohlwasserdruck wurde berücksichtigt mit $z = -1.19$ m vor, $z = -1.19$ m
 hinter der Wand: $\Delta N = 79.51$ kN, $\Delta M = 0.00$ kNm

$e_{vorh} = 0.040$ m < $e_{zul} = 0.333 \cdot d = 0.632$ m

Schnittgrößen in der Sohlfuge (char.):

Ohne Sohlwasserdruck:	M =	-7.35 kNm,	V =	-261.57 kN,	H =	0.00 kN
Mit Sohlwasserdruck:	M =	-7.35 kNm,	V =	-181.96 kN,	H =	0.00 kN
Bodenpressung:	d =	1.90 m,	e =	0.04 m		
(Bemess.werte)	b' =	1.81,	$\sigma_d = N/b' =$	151.9 kN/m ²		

Die zul. Bodenpressung = 250.0 kN/m² ist eingehalten.

Nachweis der Gleitsicherheit

$$\begin{aligned}
 H_d &= 98.17 \text{ kN} \\
 R_d + R_{p,d} &= V \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h} + R_{p,d} = \\
 &= (181.96 \cdot 0.649) / 1.000 + 85.40 = 203.57 \\
 H_d / (R_d + R_{p,d}) &= 98.17 / 203.57 = 0.48 < 1.0
 \end{aligned}$$

*** Nachweis erfüllt ***

Nachweis der Grundbruchsicherheit

Einbindetiefe t [m]	=	1.60
Ersatzbreite b' [m]	=	1.78

Neigung der Resultierenden $\tan(\delta_s) = H_k/V_k$
 $= 28.75 \text{ kN} / 186.36 \text{ kN} = 0.15$

$H_k = -0.00 \text{ kN}$ (H-Kraft Sohlfuge)
 $+ 71.45 \text{ kN}$ (mob. $E_{phk} = 0.837 * 85.40$)
 $- 42.70 \text{ kN}$ ($0.500 * E_{phk}$)

$V_k = 181.96 \text{ kN}$ (V-Kraft Sohlfuge)
 $+ 10.92 \text{ kN}$ (mob. $E_{pvk} = 0.837 * 13.05$)
 $- 6.52 \text{ kN}$ ($0.500 * E_{pvk}$)

Maßgebende Bodenkennwerte:

γ oberhalb Gründungssohle	=	9.25
γ unterhalb Gründungssohle	=	10.00
Reibungswinkel φ [Grad]	=	33.00
Kohäsion c [kN/m ²]	=	0.00

Tragfähigkeitsbeiwerte N_c, N_q, N_γ	=	38.64	26.09	32.59
Neigungsbeiwerte i_c, i_d, i_b	=	0.70	0.72	0.61

Bemessungswert Beanspruchung $V_d = 249.74 \text{ kN}$
 Bemessungswert Grundbruchwiderstand $R_d = 1120.29 \text{ kN}$

$V_d = 243.22 \text{ kN}$ (V-Kraft Sohlfuge, Bem.wert)
 $+ 6.52 \text{ kN}$ ($0.5 * E_{pvd}$)

$V_d/R_d = 0.22 < 1.0$

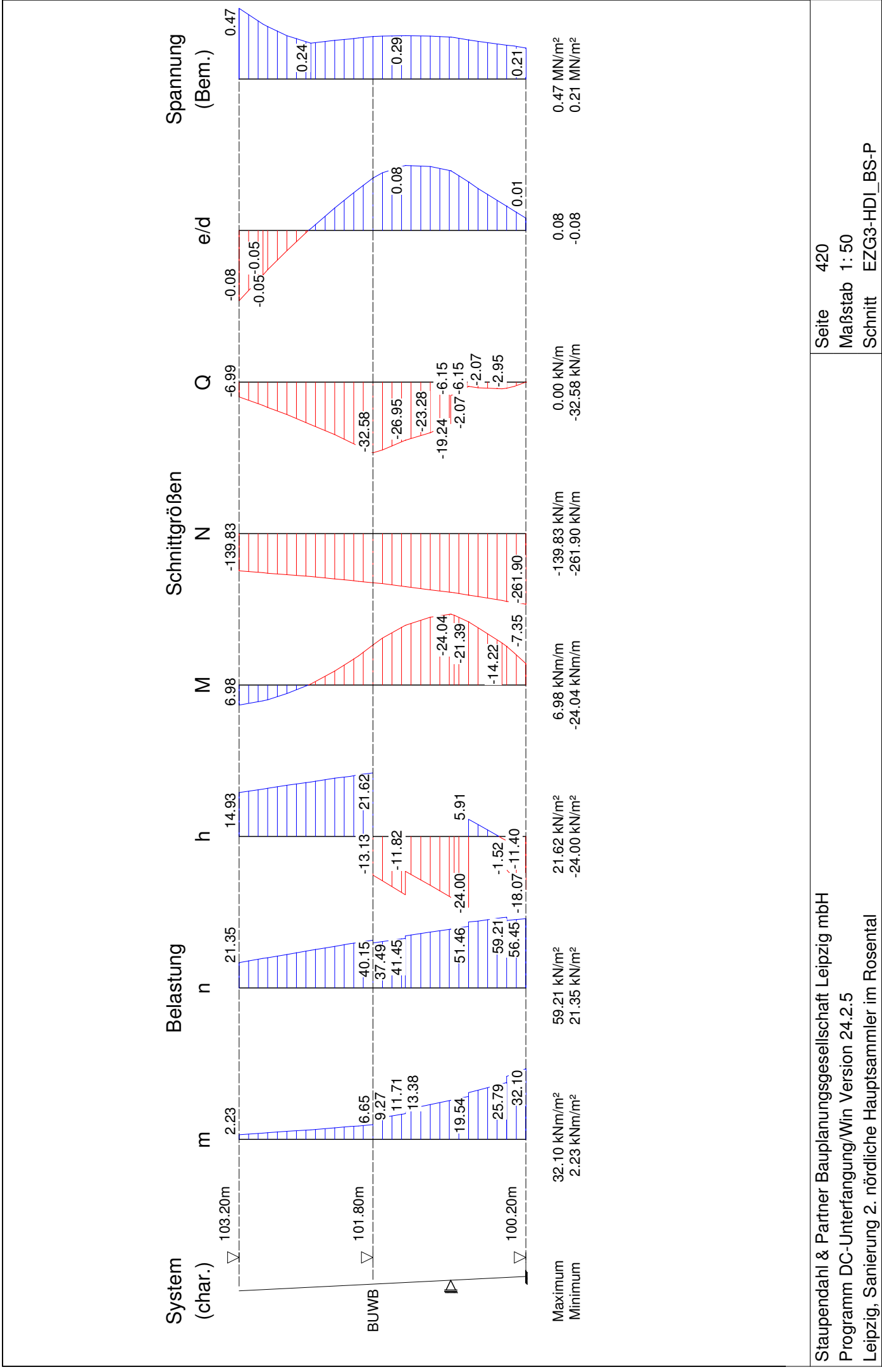
*** Nachweis erfüllt ***

Setzungsberechnung

$\sigma_0 = V/A = 261.57 / (1.00 * 1.90) = 137.67 \text{ kN/m}^2$

z [m]	$\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m ²]	dz/b [-]	i [-]	σ_b [kN/m ²]	σ_1 [kN/m ²]	$\tan(\alpha)$ [-]	cal.s [mm]
3.00	28.80	0.00	1.00	137.67	108.87	0.00	0.00
4.00	38.80	0.53	0.62	85.28	67.44	0.00	0.93
5.00	48.80	1.05	0.46	63.91	50.54	0.00	1.58
6.00	58.80	1.58	0.36	49.31	38.99	0.00	2.10
7.00	68.80	2.11	0.29	39.38	31.14	0.00	2.52

Setzung $s = \text{cal.s} = 3 \text{ mm}$



Aushub Nr. RBGS

Wand 1-fach gestützt
Wandfuß eingespannt

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System
2. Rückbauzustand
Der Erddruckverlauf wird wegen unterschiedlicher Lasten oder
Wasserstände nicht beibehalten.

Keine Umlagerung

Gesamtlänge der Wand: 3.00 m

Aushubtiefe $z = 0.10$ m, Einbindetiefe $t = 2.90$ m, W-Stand = 1.40 m
 $E_d = -190.74$ kN, $E_k = -139.36$ kN

Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch im GZ HYD

(Näherungsverfahren nach EAU, E115 (Baumgart-Davidenkoff, Brinch Hansen))

$$\begin{aligned}\gamma_w^* i^* \gamma_H &= 4.43 * 1.35 = 5.98 \\ < g^* \gamma_{Gstb} &= 14.07 * 0.90 = 12.66 \quad \text{*** Nachweis erfüllt ***}\end{aligned}$$

Blocklasten mit kleinem Abstand zur Wand wurden nach EAB EB 22 als
aktive Erddrucklasten angesetzt (höhere Gesamtlast)

Schnittgrößen Bemessungswerte

*** Warnung: Es sind negative Ankerkräfte aufgetreten.

Aushub Nr. RBGS	maxM	9.43	zugQ	0.00,	maxQ	0.00	zugM	4.20
	minM	-36.67	zugQ	-42.19,	minQ	-44.03	zugM	-27.34
	maxw	0.0 mm						

Max. $\sigma = 0.469$ N/mm², max. $e/d = 0.105$, min. $e/d = -0.083$

Max. $\tau_{cp} = 0.082$ N/mm²

Sohlwasserdruck wurde berücksichtigt mit $z = 1.40$ m vor, $z = -1.19$ m
hinter der Wand: $\Delta N = 54.94$ kN, $\Delta M = -7.78$ kNm

Schnittgrößen in der Sohlfuge (char.):

Ohne Sohlwasserdruck:	M =	4.30 kNm,	V =	-239.79 kN,	H =	-17.04 kN
Mit Sohlwasserdruck:	M =	-3.48 kNm,	V =	-184.78 kN,	H =	-17.04 kN
Bodenpressung:	d =	1.90 m,	e =	0.01 m		
(Bemess.werte)	b' =	1.87,	$\sigma_d = N/b' =$	143.6 kN/m ²		

Die zul. Bodenpressung = 250.0 kN/m² ist eingehalten.

Nachweis der Gleitsicherheit

$$\begin{aligned}H_d &= 190.74 \text{ kN} \\ R_d + R_{p,d} &= V \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h} + R_{p,d} = \\ &= (184.78 * 0.649) / 1.000 + 325.65 = 445.65 \\ H_d / (R_d + R_{p,d}) &= 190.74 / 445.65 = 0.43 < 1.0\end{aligned}$$

*** Nachweis erfüllt ***

Nachweis der Grundbruchsicherheit

Einbindetiefe t [m] = 2.90
 Ersatzbreite b' [m] = 1.83

Neigung der Resultierenden $\tan(\delta_s) = H_k/V_k$
 $= 17.04 \text{ kN} / 184.78 \text{ kN} = 0.09$

$H_k = 17.04 \text{ kN}$ (H-Kraft Sohlfuge)
 $+ 139.36 \text{ kN}$ (mob. $E_{phk} = 0.428 * 325.65$)
 $- 139.36 \text{ kN}$ ($0.428 * E_{phk}$) ($0.428 < 0.5$)

$V_k = 184.78 \text{ kN}$ (V-Kraft Sohlfuge)
 $+ 20.59 \text{ kN}$ (mob. $E_{pvk} = 0.428 * 48.11$)
 $- 20.59 \text{ kN}$ ($0.428 * E_{pvk}$)

Maßgebende Bodenkennwerte:

γ oberhalb Gründungssohle	=	14.07
γ unterhalb Gründungssohle	=	10.00
Reibungswinkel φ [Grad]	=	33.00
Kohäsion c [kN/m ²]	=	0.00

Tragfähigkeitsbeiwerte N_c, N_q, N_γ	=	38.64	26.09	32.59
Neigungsbeiwerte i_c, i_d, i_b	=	0.82	0.82	0.75

Bemessungswert Beanspruchung V_d = 255.57 kN
 Bemessungswert Grundbruchwiderstand R_d = 2416.05 kN

$V_d = 241.48 \text{ kN}$ (V-Kraft Sohlfuge, Bem.wert)
 $+ 14.09 \text{ kN}$ ($0.5 * E_{pvd}$)

$V_d/R_d = 0.11 < 1.0$

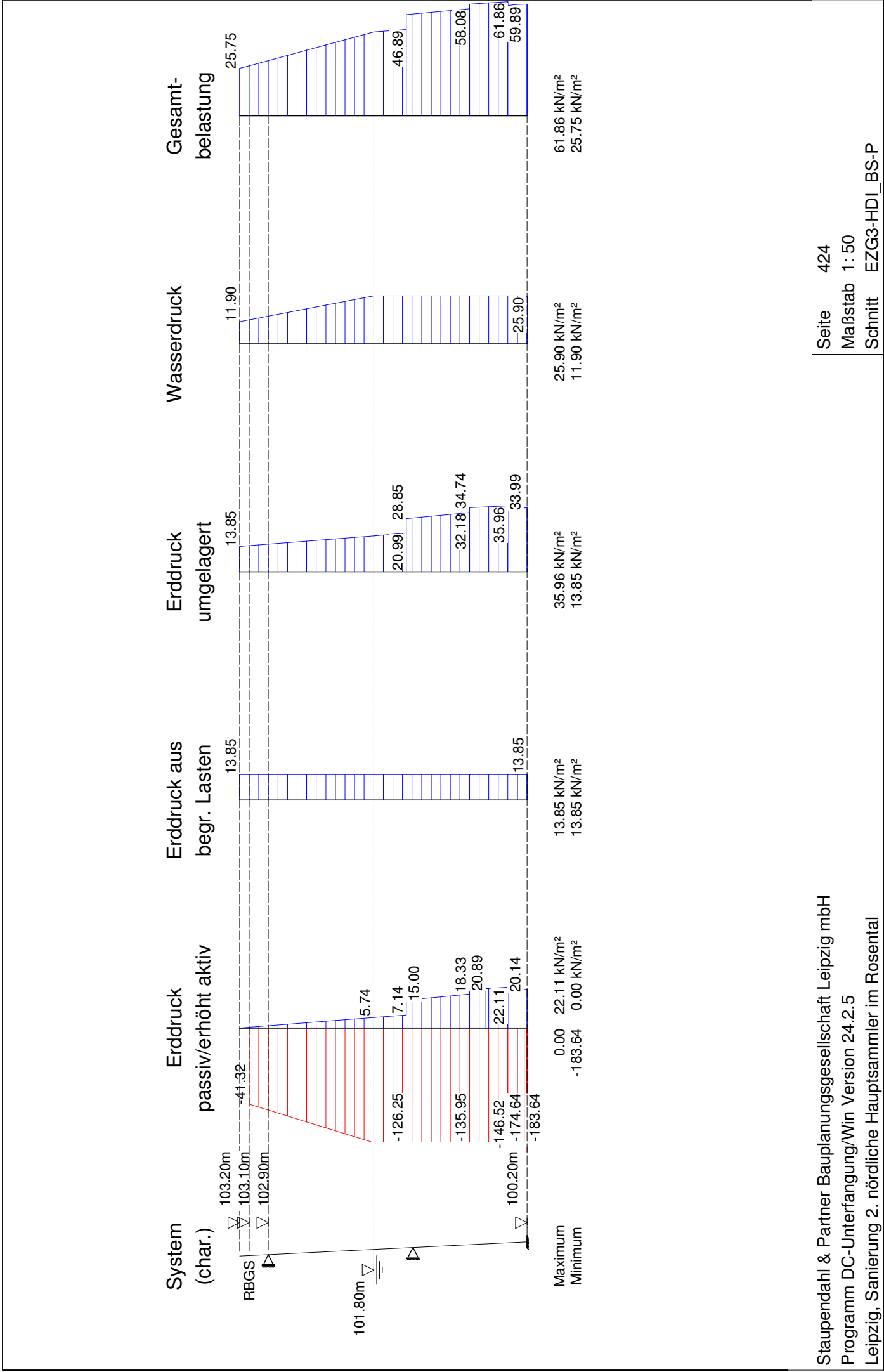
*** Nachweis erfüllt ***

Setzungsberechnung

$\sigma_0 = V/A = 239.79 / (1.00 * 1.90) = 126.20 \text{ kN/m}^2$

z [m]	$\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m ²]	dz/b [-]	i [-]	σ_b [kN/m ²]	σ_1 [kN/m ²]	$\tan(\alpha)$ [-]	cal.s [mm]
3.00	28.80	0.00	1.00	126.20	97.40	0.00	0.00
4.00	38.80	0.53	0.62	78.18	60.34	0.00	0.82
5.00	48.80	1.05	0.46	58.59	45.22	0.00	1.38
6.00	58.80	1.58	0.36	45.20	34.89	0.00	1.82
7.00	68.80	2.11	0.29	36.10	27.86	0.00	2.18

Setzung $s = \text{cal.s} = 2 \text{ mm}$



Maximalwerte der Ankerkräfte aus allen Aushüben/Lastfällen

Zusammenstellung der maßgebenden Ankerkräfte pro lfm Wand

Anker	charakteristische Werte	-	Bemessungswerte
	Gesamt		Gesamt
	[kN/m]		[kN/m]
1	-17.1		-24.2

Maßgebende Bemessungswerte der Ankerkräfte pro Anker

Anker	z	z	Neigung	Abst.	Verpr.str.	Bem.
	Vorderk.	Achse	α	a-H	L_{vs}	kraft
	[m]	[m]	[°]	[m]	[m]	[kN]
1	0.30	0.30	0.00	1.00	-	-24.2

Die statischen Berechnungen sind beendet.



Seiler

Leipzig, 16.07.2025

Dipl.-Ing. Anke Seiler