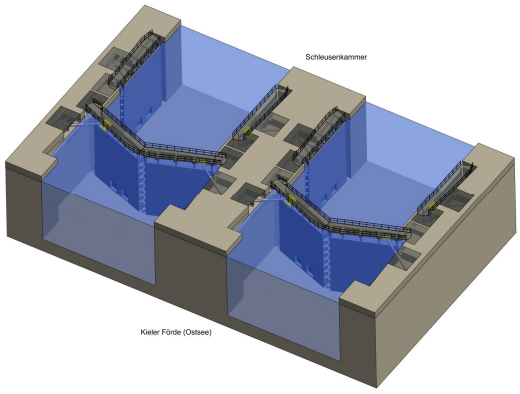
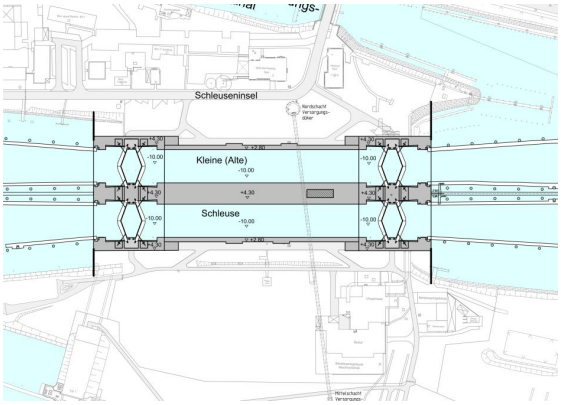
WSV.de
Wasserstraßen- und
Schifffahrtsverwaltung
des Bundes

Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Kiel-Holtenau
Grundinstandsetzung
Alte Schleuse Kiel - Holtenau





Anlage 2 zur Sensitivitätsbetrachtung
Statische Berechnungen

PLANUNGSGEMEIN
SCHAFT

Bauherr: Wasser- und Schifffahrtsamt Kiel-Holtenau
(WSA Kiel-Holtenau)

Schleuseninsel 2
24159 Kiel

B

Massivbau – Vorstatik
MSA 2100

Bauvorhaben: **Machbarkeitsstudie**
Alte Schleuse Kiel-Holtenau
Kiel

Auftrag: **H13188**

Inhalt: **Statische Berechnung**
Vorstatik – Sensitivitätsbetrachtung MSA 2100
Tiefbau / Massivbau

Tragwerksplanung: WTM ENGINEERS GMBH
Beratende Ingenieure im Bauwesen

Johannisbollwerk 6-8
20459 Hamburg

Bearbeiter:
Dipl.-Ing. Joachim Spang
Telefon: 040 / 35 00 9 - 286
Telefax: 040 / 35 00 9 - 486
Mail: j.spang@wtm-hh.de
Dipl.-Ing. Torben Pichler
Telefon: 040 / 35 00 9 - 109
Telefax: 040 / 35 00 9 - 309
Mail: t.pichler@wtm-hh.de

REVISIONSBLATT

Index	Seiten	Ersteller / gesehen	Datum	Unterschrift	Bemerkung
-	I – III, 1 - 56 A. (21 S.), B. (10 S.), C. (9 S.), D. (4 S.), E. (8 S.), F. (2 S.), G. (25 S.) H. (4 S.)	Hr. Spang	19.12.17	Spang	Erstentellung
		Hr. Sunderdiek		SW	

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1. Allgemeines 1
1.1 Vorbemerkungen 1
1.2 Unterlagen 1
1.2.1 Normen 1
1.2.2 Normenhandbücher, Erläuterungen, etc. 2
1.2.3 Empfehlungen 2
1.2.4 Bisherige Planungsunterlagen 2
1.2.5 Sonstige Literatur 3
1.3 Programme 3
1.4 Untersuchte Bauteile 3
1.5 Baustoffe 4
2. Lastannahmen 5
3. Häupter 6
3.1 Allgemein 6
3.2 Baugrube 6
3.3 Abmessungen Massivbau 6
3.4 Äußere Standsicherheit 10
3.4.1 Sicherheit gegen Aufschwimmen 10
3.4.2 Sicherheit gegen Gleiten 11
3.5 Schnittgrößen und Stahlbetonbemessung 15
3.5.1 Allgemeines 15
3.5.2 Erddruck 15
3.5.3 Wasserdruck 16
3.5.4 Stahlwasserbau 17
3.5.5 Bemessungssituationen 22
3.5.6 Zusammenstellung Schnittgrößen Wand 23
3.5.7 Zusammenstellung Schnittgrößen Sohle 24
3.5.8 Lasten aus Revisionsverschluss und Rollbalkenverschluss 25
3.5.9 Stahlbetonbemessung 27
3.5.10 Ermüdung 29
3.5.11 Rissbreitenbegrenzung 29
3.5.12 Zusammenfassung der Stahlbetonbemessung: 30
4. Schleusenkammer 32
4.1 Abmessungen 32
4.2 Äußere Standsicherheit 33

4.2.1 Sicherheit gegen Aufschwimmen 33
4.2.2 Robustheit bei Revision 35
4.2.3 Sicherheit gegen Gleiten 37
4.3 Schnittgrößen und Stahlbetonbemessung 38
4.3.1 Schnittgrößen Kammerwand 38
4.3.2 Stahlbetonbemessung 40
4.3.3 Rissbreitenbegrenzung 42
4.3.4 Querkraftbewehrung 43
4.3.5 Ermüdung 44
5. Flügelwände 50
5.1 Allgemeines 50
5.2 Zusätzliche Beanspruchungen 51
5.3 Wasserdrücke 53
5.4 Ergebnisse 55
6. Zusammenfassung 56

Anhang A: Erddrucke Häupter (BP 3) 1
Anhang B: Spundwand – Lastabtrag H-Kräfte Endzustand („Gleiten“) 1
Anhang C: Stahlwasserbaulasten - Schnittgrößen 1
Anhang D: Häupter – Rissbreite unter Last 1
Anhang E: Erddruck Schleusenkammerwand 1
Anhang F: Schleusenkammer - Rissbreite 1
Anhang G: Flügelwände 1
Anhang H: Stahlwasserbau 2

1. Allgemeines

Das vorliegende Dokument enthält die Sensitivitätsuntersuchung zum Meeresspiegelanstieg bis zum Jahr 2100 (MSA 2100) zur statischen Vorbemessungen der Machbarkeitsstudie (Vorzugsvariante) zur Grundinstandsetzung der Alten Schleusen Kiel-Holtenau [20].

1.1 Vorbemerkungen

Die statischen Berechnungen sind prüfbar aufbereitet, enthalten jedoch weiterhin tlw. Näherungen und Vereinfachungen.

Die Untersuchungen und Berechnungen gelten nur als Ergänzung zur geprüften Vorstatik vom 22.10.2015 [20]. Sie beziehen sich auf die Vorzugsvariante Doppel-U-Rahmen aus Stahlbeton.

Es soll untersucht werden, ob die Bauwerksabmessungen der Machbarkeitsstudie beibehalten werden können bzw. wie sie gegebenenfalls für die aus der MSA 2100 resultierenden größeren Beanspruchungen ausreichend dimensioniert werden können.

Es wird angestrebt, die Baugrubentiefe nicht zu vergrößern.

1.2 Unterlagen

1.2.1 Normen

[1] DIN 19702:2013-02, Massivbauwerke im Wasserbau – Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit

[2] DIN 4085:2011-05, Baugrund – Berechnung des Erddrucks

[3] DIN EN 14199:2013-06 (Entwurf), Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Pfähle mit kleinen Durchmessern (Mikropfähle)

[4] DIN EN 1536:2010-12, Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Bohrpfähle

[5] DIN SPEC 18140:2012-02, Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 1536:2010-12, Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Bohrpfähle

1.2.2 Normenhandbücher, Erläuterungen, etc.

[6] Handbuch Eurocode 2, Betonbau, Band 1: Allgemeine Regeln, 1. Auflage, 2012

[7] Handbuch Eurocode 3, Stahlbau, Band 6: Pfähle und Spundwände, 1. Auflage, 2011

[8] Handbuch Eurocode 7, Geotechnische Bemessung, Band 1: Allgemeine Regeln, 1. Auflage, 2011

[9] Heft 240, Deutscher Ausschuss für Stahlbetonbau (DAfStb), Beuth Verlag, Berlin, 1991

1.2.3 Empfehlungen

[10] EAB 2012

[11] EAU 2012 inkl. [12] und [13]

[12] EAU, Technischer Jahresbericht 2013 des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“

[13] EAU, Technischer Jahresbericht 2014 des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“

1.2.4 Bisherige Planungsunterlagen

[14] Entwurfsplanung, Alte Schleuse, Kiel-Holtenau, 28.01.2015

[15] Geotechnische Bemessungsprofile und Bauteilwiderstände für Sicherungsmaßnahmen und für die Machbarkeitsstudie zur Grundinstandsetzung, BAW Hamburg, Nr. A395501 10387_Lie, 03.12.2014

[16] Geotechnischer Untersuchungsbericht, Neubau eines Leitungsdükers, Schleusenanlage Kiel-Holtenau, BAW-Hamburg, Nr. A395501 10292, 06.10.2011

[17] Lastenheft für die Machbarkeitsstudie der Grundinstandsetzung, Alte Schleuse Kiel-Holtenau, Rev. 0.3, WTM Hamburg, 30.01.2015

[18] Lastenheft für die Machbarkeitsstudie zur Grundinstandsetzung Alte Schleuse Kiel-Holtenau, MSA 2100 Sensitivitätsbetrachtung zum Meeresspiegelanstieg Rev. 0.0, WTM Hamburg, 13.09.2017

[19] Lastenheft für die Sicherungsmaßnahmen an den alten Schleusen, Alte Schleuse Kiel-Holtenau – Genehmigungsplanung, Rev. 1.0, WTM Hamburg, 19.01.2015

[20] Massivbau – Vorstatik Vorzugsvarianten, WTM Hamburg, 22.10.2015

[21] Stellungnahme zur Auswirkungen von Erschütterungen aus Ramm- und Bauarbeiten, BAW, 07.05.2015

[22] Geohydraulische Untersuchungen im Rahmen einer Machbarkeitsstudie, IGB Ingenieurgesellschaft, 21.04.2015

1.2.5 Sonstige Literatur

[23] Anker Handbuch, Anker Schröder, 2013

[24] Bautabellen für Ingenieure, Schneider, 22. Auflage

[25] Spundwandhandbuch Berechnungen, Hoesch, 1977

[26] Spundwandhandbuch Berechnungen, ThyssenKrupp GfT Bautechnik GmbH, 2007

[27] Stahlspundwände, ArcelorMittal, 2011

1.3 Programme

GGU-Retain, Version 8.33, 24.07.2015, Prof. Dr.-Ing. Johann Buß

Fides, WWDim, Version 2015.050-U

Microsoft Office 2010 Softwarepaket

mb AEC Softwarepaket, Version 2015.070, mb AEC Software GmbH

RIB, RTool, einachsige Stahlbetonbemessung, Version 16.0

1.4 Untersuchte Bauteile

Folgenden Bauteile werden untersucht:

Bauteilkatalog
1. Außenhaupt
2. Binnenhaupt
3. Nördliche Schleusenkammerwand
4. Südliche Schleusenkammerwand
5. Mittelwand
6. Sohle
7. Flügelwände

1.5 Baustoffe

Stahlbeton (Kammer, Häupter)	C20/25, B500B
Bohrpfahlwände	C20/25, C30/37, B500B
Unterwasserbetonsohle	C20/25
Spundwände	S240 GP bis S430 GP
Verpressanker	St 1570/1770
Mikropfähle (z.B. Gewi, Titan)	nach Zulassung
Rundstahlanker	S355
Profilstahl, -rohre	S235 bis S355

Aufgrund der Mindestanforderungen einzelner Expositionsklassen können sich für Bauteile aus Stahlbeton höhere Festigkeitsklassen und weitere Anforderungen ergeben.

2. Lastannahmen

Bezüglich der Wasserstände, des Baugrundes, der Einwirkungen und Bemessungssituationen wird auf das Lastenheft zur Grundinstandsetzung der Alten Schleusen Kiel-Holtenau [17] und [18] für MSA 2100 verwiesen.
Abweichende Lastannahmen oder Sonderfälle werden im jeweiligen Abschnitt der Statik separat aufgeführt.

3. Häupter

3.1 Allgemein

Binnen- und Außenhaupt sind symmetrisch.
Die Vorbemessung im Rahmen der Sensitivitätsanalyse MSA 2100 zur Machbarkeitsstudie erfolgt jeweils nur für ein Haupt.

3.2 Baugrube

Die Baugruben für AH bzw.BH werden Richtung Förde bzw. NOK verschoben. Bemessungsprofil und Aushubtiefen ändern sich nicht. Deshalb sind keine zusätzlichen statischen Nachweise für MSA 2100 erforderlich.

3.3 Abmessungen Massivbau

Die Schleusenhäupter werden in Stahlbetonbauweise als doppelter U-Rahmen in einer wasserdichten Baugrube mit UWB-Sohle erstellt.

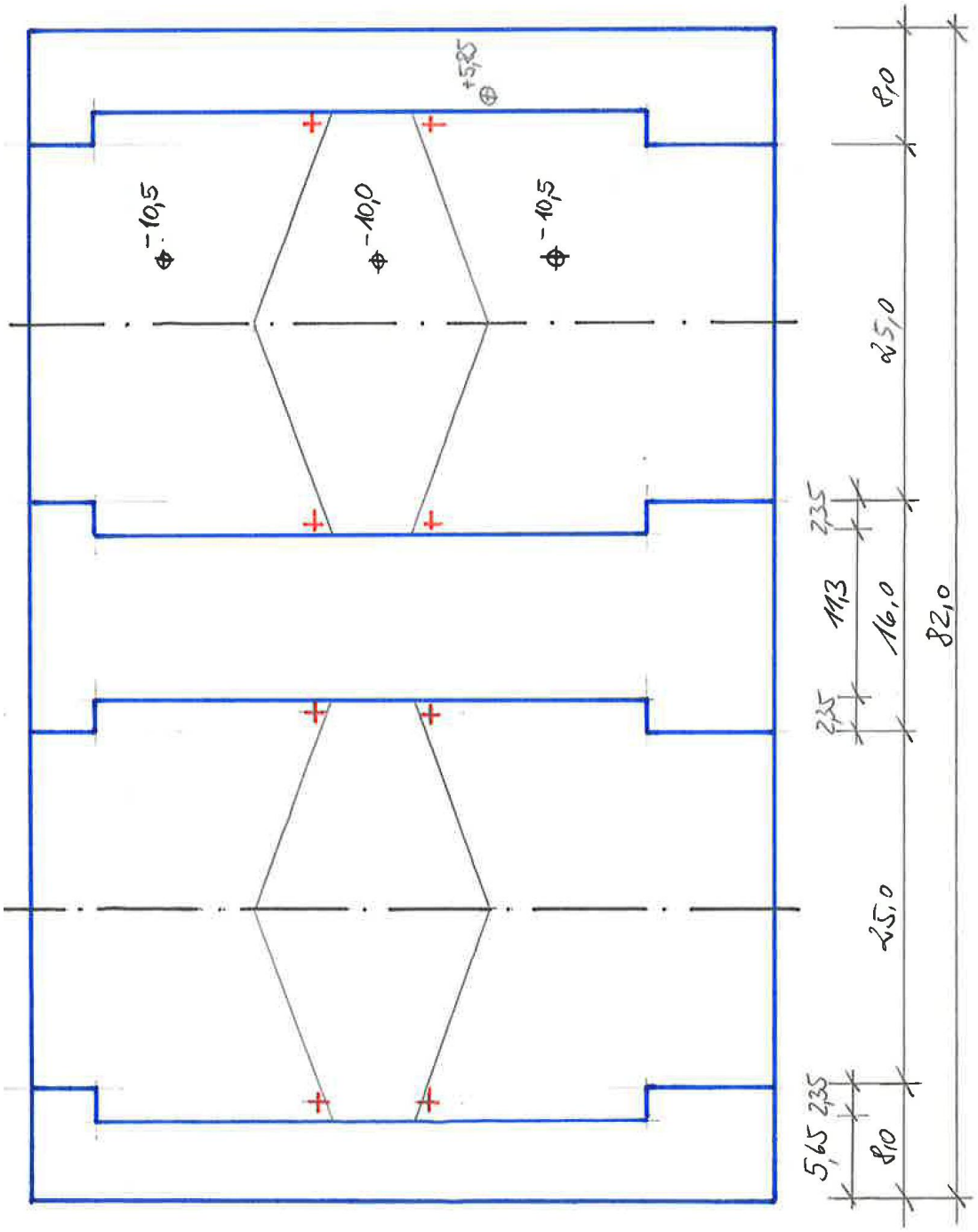
Abweichend zur bisherigen Planung werden die Schleusentore für das Szenario MSA 2100 als klassische doppelt kehrende Stemmtore geplant. Die Längen der Häupter werden entsprechend vergrößert.

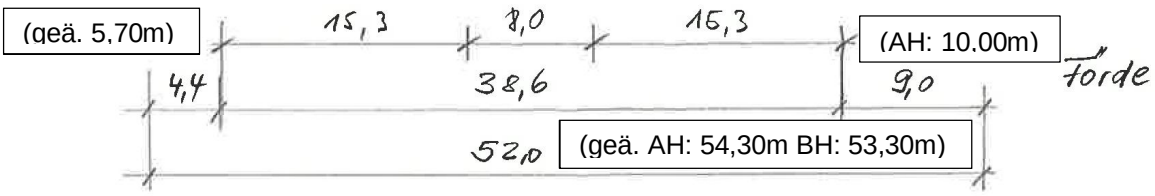
Die folgenden Skizzen zeigen Grundriss und Querschnitt des Massivbaus.

<u>Anmerkungen</u>

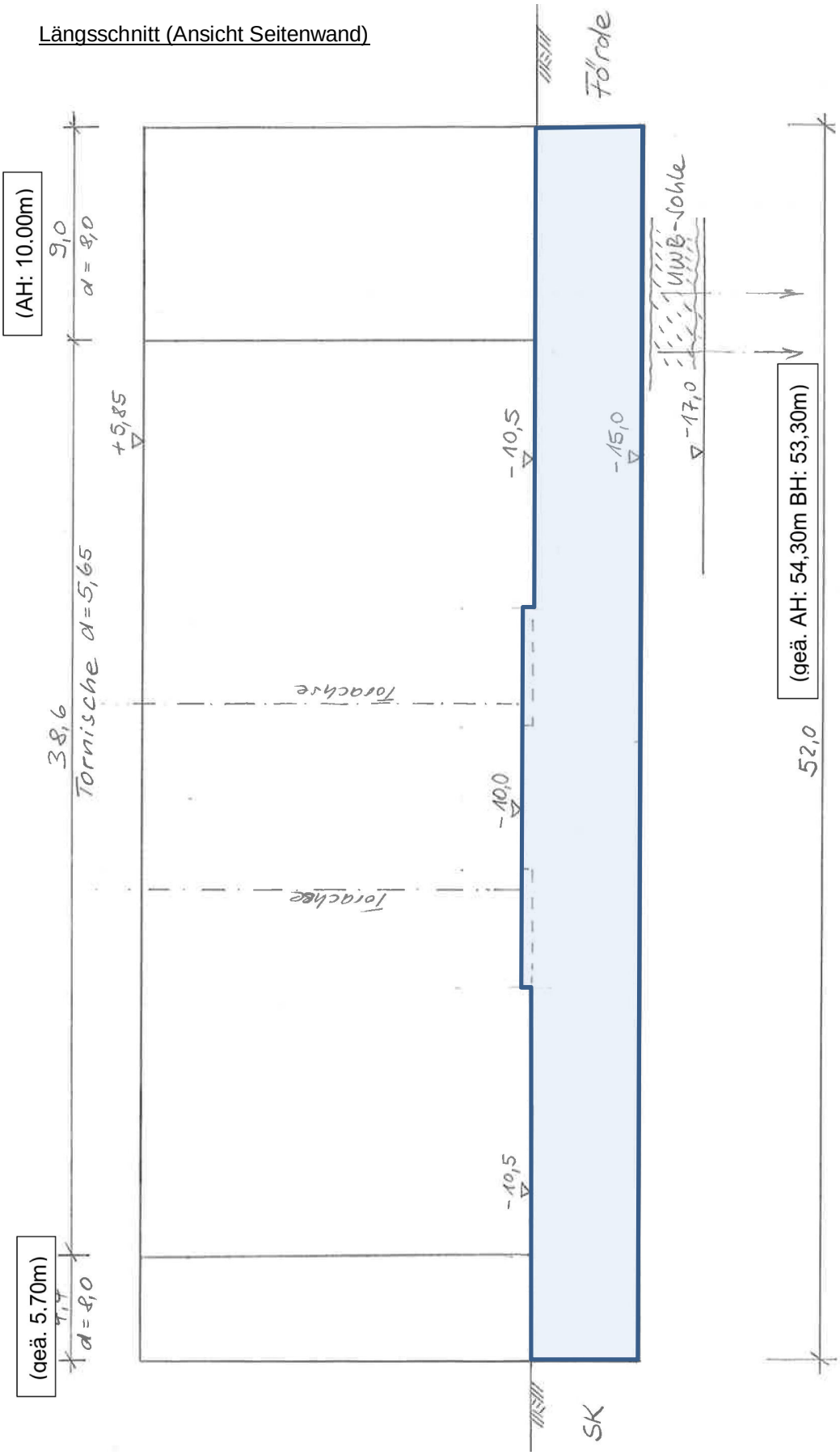
- Das AH ist wegen des Rolldammbalkenverschlusses 1 m länger als das BH.
- Die Längen der Häupter wurden im Zuge der Sensitivitätsuntersuchung leicht vergrößert (von 52,0 auf 53,30 bzw. 54,30 m). Die Nachweise erfolgen mit den kürzeren Längen, dies liegt auf der sicheren Seite.
- In den nachfolgenden Skizzen sind die geänderten Maße eingerahmt dargestellt.

Grundriss

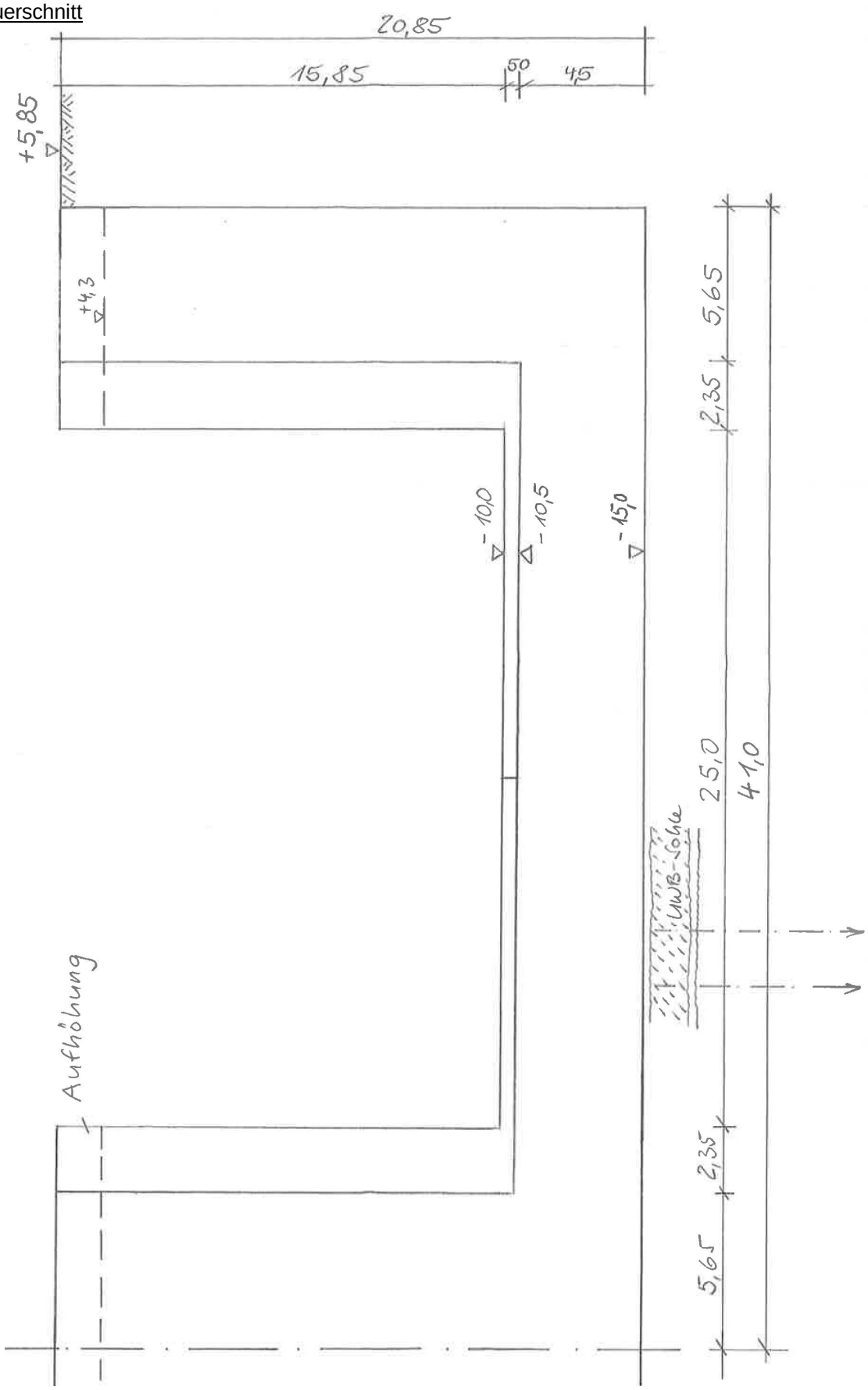

+5,25
-10,5
-10,0
-10,5
8,0
25,0
2,35
11,3
16,0
2,35
82,0
25,0
5,65
2,35
8,0


(geä. 5,70m)
15,3
8,0
15,3
(AH: 10.00m)
Forde
4,4
38,6
9,0
52,0
(geä. AH: 54,30m BH: 53,30m)

Längsschnitt (Ansicht Seitenwand)



Querschnitt



3.4 Äußere Standsicherheit

3.4.1 Sicherheit gegen Aufschwimmen

stabilisierende Einwirkungen						
Seitenwand	$G_{1,k}$ =	16,35	5,65	24	2.217	kN/m
Sohle	$G_{2,k}$ =	41	4,5	24	4.428	kN/m
Mittelmauer	$G_{3,k}$ =	16,35	5,65	24	2.217	kN/m
				$G_{stb,k}$ =	8.862	kN/m
destabilisierende Einwirkungen						
BS-T GW	3,48	mNHN (BWo)				
BS-A GW	4,60	mNHN (BHW_{2100})				
BS-T	$G_{dst,k}$ =	18,48	41	10	7.577	kN/m
BS-A	$G_{dst,k}$ =	19,60	41	10	8.036	kN/m
Nachweise						
BS-T	$G_{dst,d}$ =	1,05	7.577	7.956	kN/m	
	$G_{stb,d}$ =	0,95	8.862	8.419	kN/m	
			m=	0,95		
BS-A	$G_{dst,d}$ =	1,00	8.036	8.036	kN/m	
	$G_{stb,d}$ =	0,95	8.862	8.419	kN/m	
			m=	0,95		

3.4.2 Sicherheit gegen Gleiten

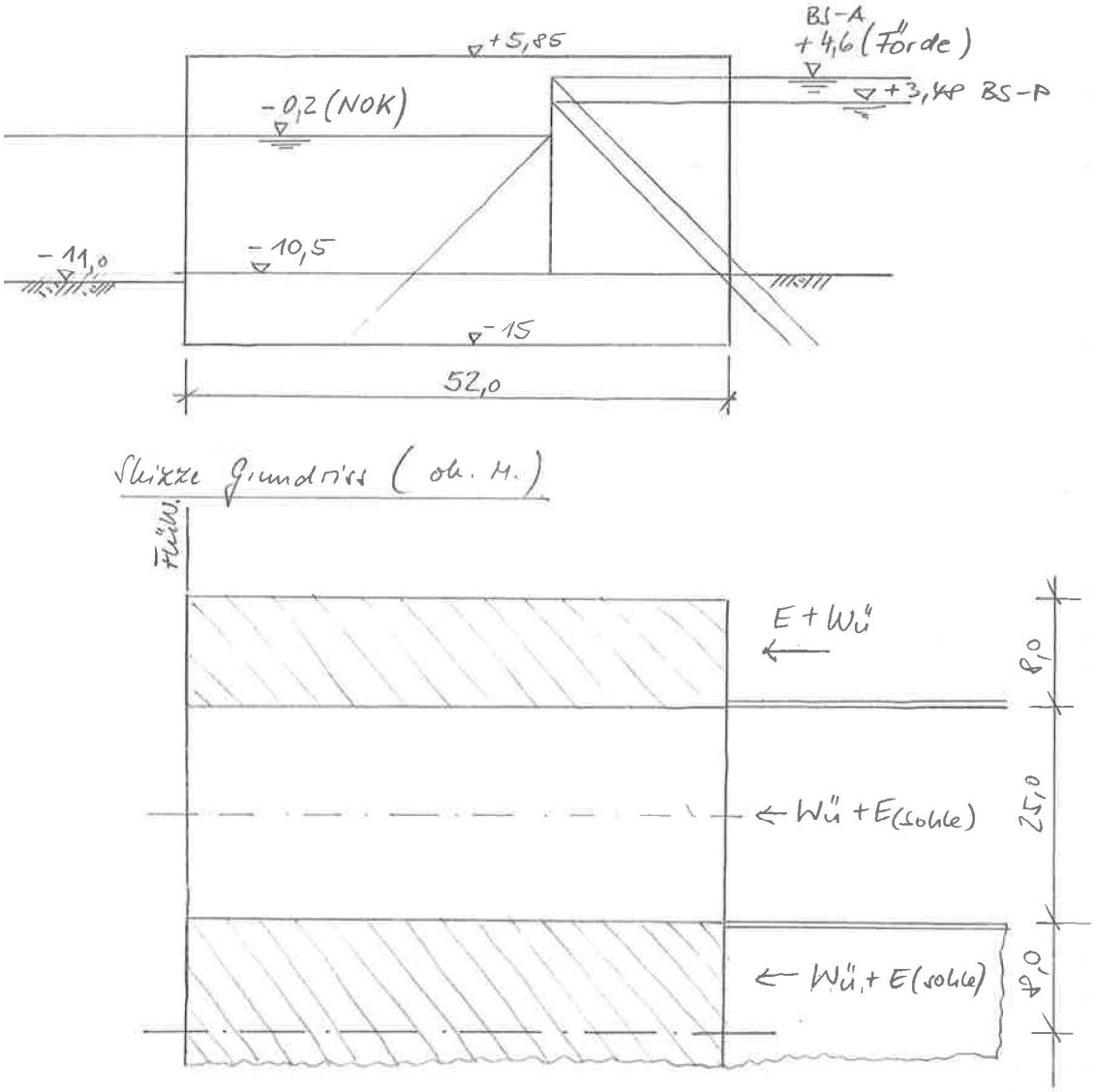
Bei der MSA 2100 treten schon in der ständigen Bemessungssituation Wasserspiegelunterschiede bis zu 3,68 m auf, in der außergewöhnlichen Bemessungssituation bis zu 4,80 m.

Es wird ein Nachweis der Sicherheit gegen Gleiten geführt für den Fall, dass Raumfugen zwischen Schleusenkammern und Häuptern angeordnet werden.

Der Nachweis wird am Binnenhaupt geführt, weil das Außenhaupt sich gegen die Schleusenkammer und deren Hinterfüllung abstützen kann.

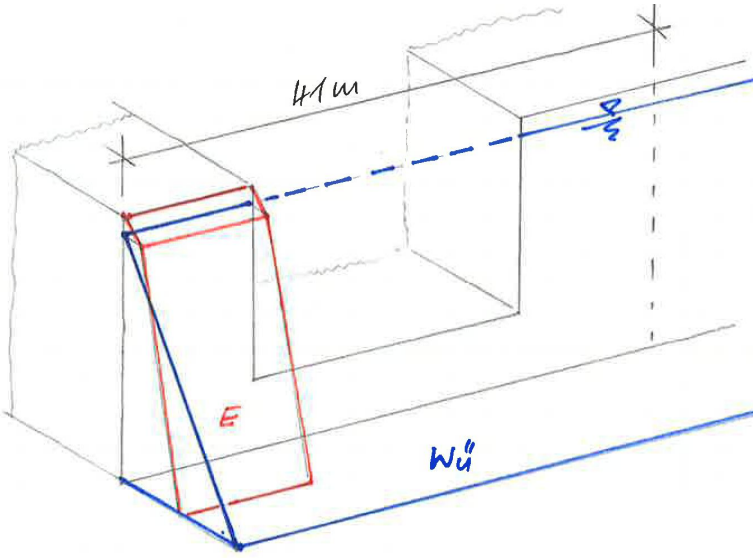
Im Falle des Ausfalls des Außentores kann auch am Binnenhaupt der Sturmflutwasserstand von NHN +4,60 m wirken.

Skizze



$E_{(Sohle)} \approx 0$, wegen UWB-Sohle

Skizze Lasten



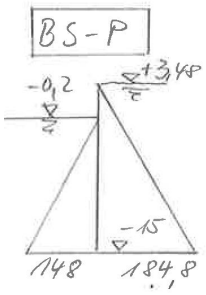
Eigengewicht Haupt

Stahlbeton	$G_{1,k}$ = 8.862 ·52,0 / 1000 =	461 MN
Wasser	$G_{2,k}$ = 25 ·9,8 ·52,0 / 1000 =	127 MN (NHN -0,20 m)
	(nur Bereich B=25m angesetzt, um Hohlräume im Beton abzudecken)	

Auftrieb

NHN +3,48 m:	$F_{A,k}$ = 18,48 ·10 ·52,0 ·41,0 / 1000 =	-394 MN
NHN +4,60 m:	$F_{A,k}$ = 19,60 ·10 ·52,0 ·41,0 / 1000 =	-418 MN

Wasserdruck horizontal

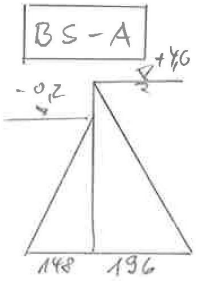


$$H'_{W1,k} = \frac{18,48}{2} \cdot 184,8 - \frac{14,8}{2} \cdot 148 = 612,3 \text{ kN/m}$$

$$H_{W1k} = 612,3 \cdot 41 \cdot 10^{-3} = 25,1 \text{ MN}$$

$$M'_{W1k} = 184,8 \cdot \frac{18,48^2}{6} - 148 \cdot \frac{14,8^2}{6} = 5115,5 \text{ kNm/m}$$

$$M_{W1k} = 5115,5 \cdot 41 \cdot 10^{-3} = 210 \text{ MNm}$$



$$H'_{W2k} = \frac{19,6}{2} \cdot 196 - \frac{14,8}{2} \cdot 148 = 825,6 \text{ kN/m}$$

$$H_{W2,k} = 825,6 \cdot 41 \cdot 10^{-3} = 33,9 \text{ MN}$$

$$M'_{W2k} = 196 \cdot \frac{19,6^2}{6} - 148 \cdot \frac{14,8^2}{6} = 7.147 \text{ kNm/m}$$

$$M_{W2,k} = 7.147 \cdot 41 \cdot 10^{-3} = 293 \text{ MNm}$$

Erddruck Stirnseite

GW NHN +3,48 m $Eo_{H,k}$ = 8,0 ·1.494 = 11.949 kN (Anhang A)

GW NHN +4,60 m $Eo_{H,k}$ = 8,0 ·1.371 = 10.970 kN (Anhang A)

Untersucht werden 2 Modelle

a) klassischer Gleitnachweis

b) Abtrag der H-Kraft über die verbleibende Fangedamm-Spundwand

Das Haupt steht auf der Unterwasserbetonsohle, die für den Bauzustand mit Mikropfählen gegen Auftrieb gesichert war. Ein Teil der Vertikallasten könnte von diesen Pfählen abgetragen werden. Dieser Anteil könnte damit nicht zur Aktivierung eines Reibungswiderstands herangezogen werden.

In Form einer Extremwertbetrachtung wird auf der sicheren Seite angenommen, dass die Vertikallasten komplett von den Mikropfählen abgetragen werden. Die gesamte Horizontallast wird auf die Spundwand angesetzt.

a) Klassischer Gleitnachweis

BS-P

H_d = 1,20 ·11,949 + 1,35 ·25,1 = 48,2 MN

V_k = 461 + 127 – 394 = 194 MN

j'_k ≥ 25° (Beckenton)

$R_{H,k}$ = 194 ·tan 25° = 90 MN

$R_{H,d}$ = 90 / 1,10 = 82 MN > 48,2 MN

m= 48,2 / 109 = 0,59 < 1,0

BS-A

H_d = 1,00 ·(10,97 + 33,9) = 44,9 MN

V_k = 461 + 127 – 418 = 170 MN

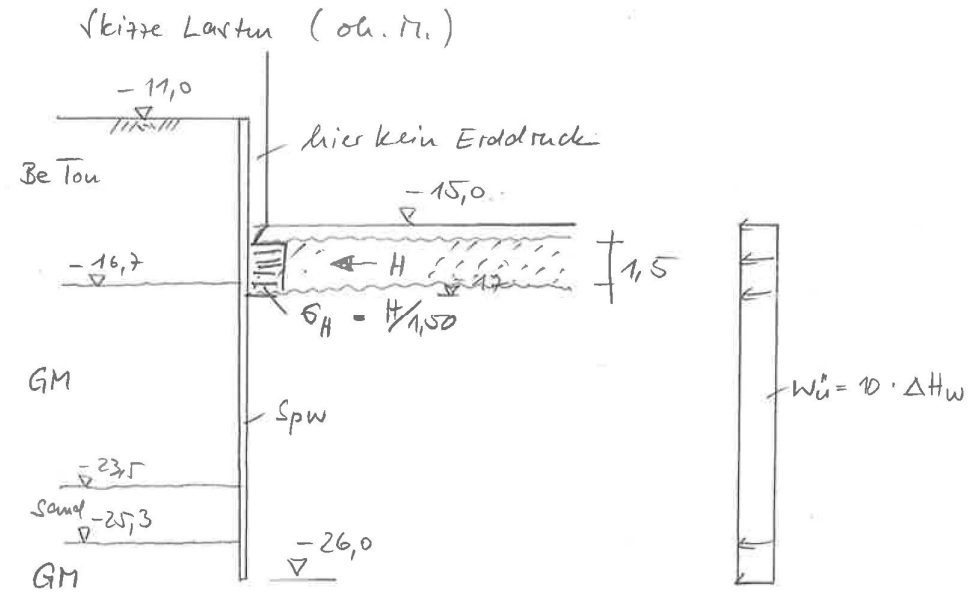
j'_k ≥ 25° (Beckenton)

$R_{H,k}$ = 170 ·tan 25° = 79 MN

$R_{H,d}$ = 79 / 1,10 = 72 MN > 44,9 MN

m= 44,9 / 98,7 = 0,63 < 1,0

b) Lastabtrag über Fangedamm-Spundwand



Bettungsmoduli

	EAB EB 102		
Beckenton st - hf	st - hf 3 bis 9	angesetzt	3 MN/m³
Geschiebemergel **hf - f**	st - hf 3 bis 9	angesetzt	9 MN/m³
Sand gr. - s.gr. Fest.	 8 bis 20	angesetzt	12 MN/m³

Horizontallasten (charakteristisch)

BS-P: H_k = 11.949 + 25.100 = 37.049 kN (mit Eo statt Ea)

s_k = 37.049 / (41 ·1,5) = 601 kN/m²

BS-A: H_k = 10.970 + 33.900 = 44.870 kN (mit Eo statt Ea)

s_k = 44.870 / (41 ·1,0) = 1094 kN/m²

Die Nachweise für die Spundwände sind im Anhang B dokumentiert.

BS-P: max m= 0,92 < 1 max f = 33 mm

BS-A: max m= 0,91 < 1 max f = 83 mm (S 430 GP statt S 355 GP)

Wenn zwischen Häuptern und Schleusenkammer eine Raumfuge angeordnet werden soll, muss der Abtrag der Horizontalkräfte genauer betrachtet werden.

3.5 Schnittgrößen und Stahlbetonbemessung

3.5.1 Allgemeines

Die Bemessung des Wand und Sohlanschnittes erfolgt für die Bemessungssituationen und „Betrieb“ (BS-P), „Revision“ (BS-T) und „Sturmflut“ (BS-A).
Der Revisionszustand (BS-T) braucht hier nicht betrachtet zu werden, da die Stahlwasserbaulasten maßgebend sind.

3.5.2 Erddruck

Die GOK wird bei NHN +5,85 m angesetzt. Belastend wird der der Erdruhedruck, entlastend der aktive Erddruck angesetzt.
Folgende Erddrücke werden ermittelt (sh. Anhang A):

	Erddruck	GW	g	q	
		[m NHN]	[kN/m^2]	[kN/m^2]	
1)	Eo	3,48	10	-	BS - P
2)	Eo	3,48	10	50	BS - T
3)	Eo	4,60	10	-	BS - A
4)	Ea	-0,20	-	-	BS - P
5)	Ea	-0,78	-	-	BS - A

Aus den Erddrücken ergeben sich folgende Biegemomente:

	Erddruck	Wand	Sohle	
		[kNm/m]	[kNm/m]	
1)	Eo	5.769	7.888	BS - P
2)	Eo, g	5.769	7.888	BS - T
	Eo, q	596	687	BS - T
3)	Eo	5.388	7.381	BS - A
4)	Ea	1.898	2.828	BS - P
5)	Ea	1.944	2.901	BS - A

3.5.3 Wasserdruck

Biegemomente aus Grundwasser

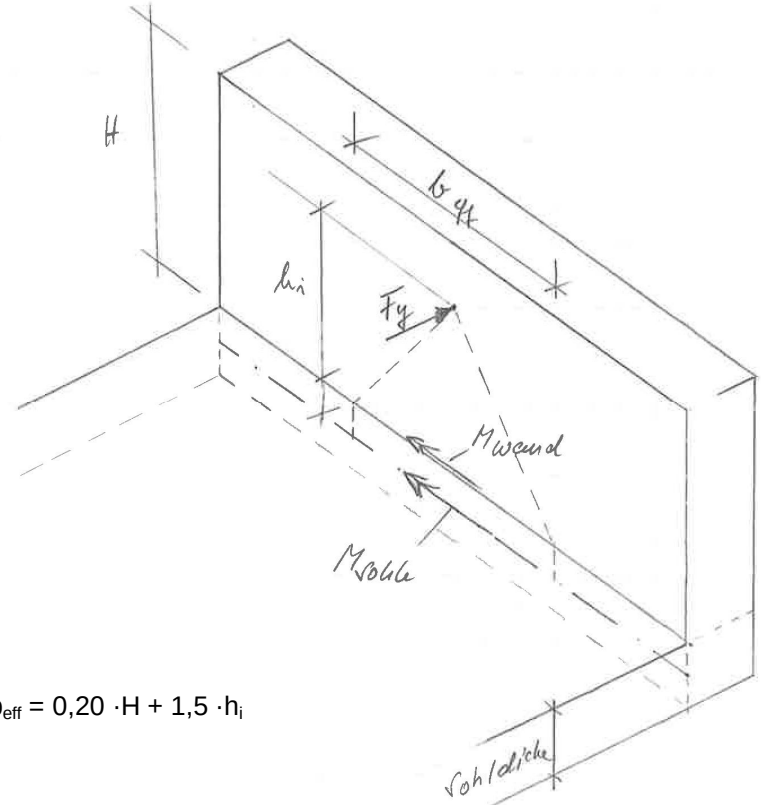
		Wand			Sohle		
	GW	UK	h_w	M_k	Achse	h_w	M_k
	[mNHN]	[mNHN]	[m]	[kNm/m]	[mNHN]	[m]	[kNm/m]
BS-P	3,48	-10,5	13,98	4.554	-12,75	16,23	7.125
BS-P	-0,2	-10,5	10,30	1.821	-12,75	12,55	3.294
BS-A	4,6	-10,5	15,10	5.738	-12,75	17,35	8.705
BS-A	-0,78	-10,5	9,72	1.531	-12,75	11,97	2.858

Biegemomente aus Schleusenwasser

		Wand			Sohle		
	W	UK	h_w	M_k	Achse	H_w	M_k
	[mNHN]	[mNHN]	[m]	[kNm/m]	[mNHN]	[kN/m]	[kNm/m]
BS-P	3,48	-10,5	13,98	4.554	-12,75	977	6.752
BS-P	-0,2	-10,5	10,30	1.821	-12,75	530	3.014
BS-A	4,6	-10,5	15,10	5.738	-12,75	1140	8.303
BS-A	-0,78	-10,5	9,72	1.531	-12,75	472	2.593

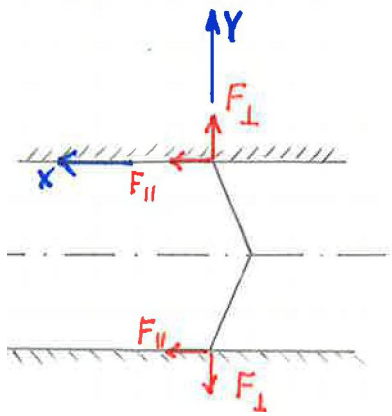
3.5.4 Stahlwasserbau

Bei den Lasten aus den Toren handelt es sich um Einzellasten. Für die Stahlbetonbemessung wird die Lastausbreitung nach Heft 240 angesetzt.



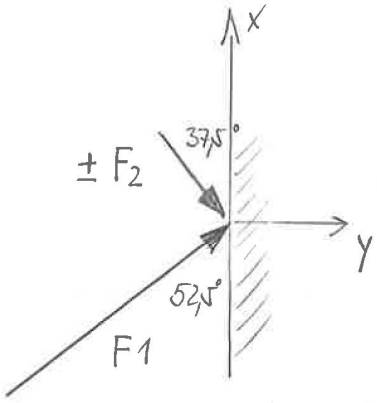
$b_{eff} = 0{,}20 \cdot H + 1{,}5 \cdot h_i$

Die Kräfte werden in die x- und y-Komponente, d. h. in Schleusenlängs- und querrichtung zerlegt. Für die Biegebemessung werden nur die Kräfte in Querrichtung (Fy) angesetzt.



Für die Zerlegung der Kräfte gelten folgende Beziehungen:

Stemmknaggen

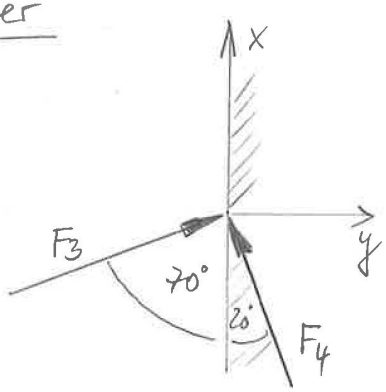


F_2 tritt pos. + neg. auf !

$$F_x = F_1 \cdot \cos 52{,}5° - F_2 \cdot \sin 52{,}5°$$

$$F_y = F_1 \cdot \sin 52{,}5 + F_2 \cdot \cos 52{,}5°$$

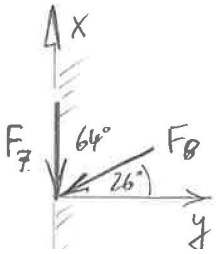
Spurlager



$$F_x = F_3 \cdot \sin 20° + F_4 \cdot \cos 20°$$

$$F_y = F_3 \cdot \cos 20° - F_4 \cdot \sin 20°$$

Halslager



$$F_x = -F_7 - F_8 \cdot \sin 26°$$

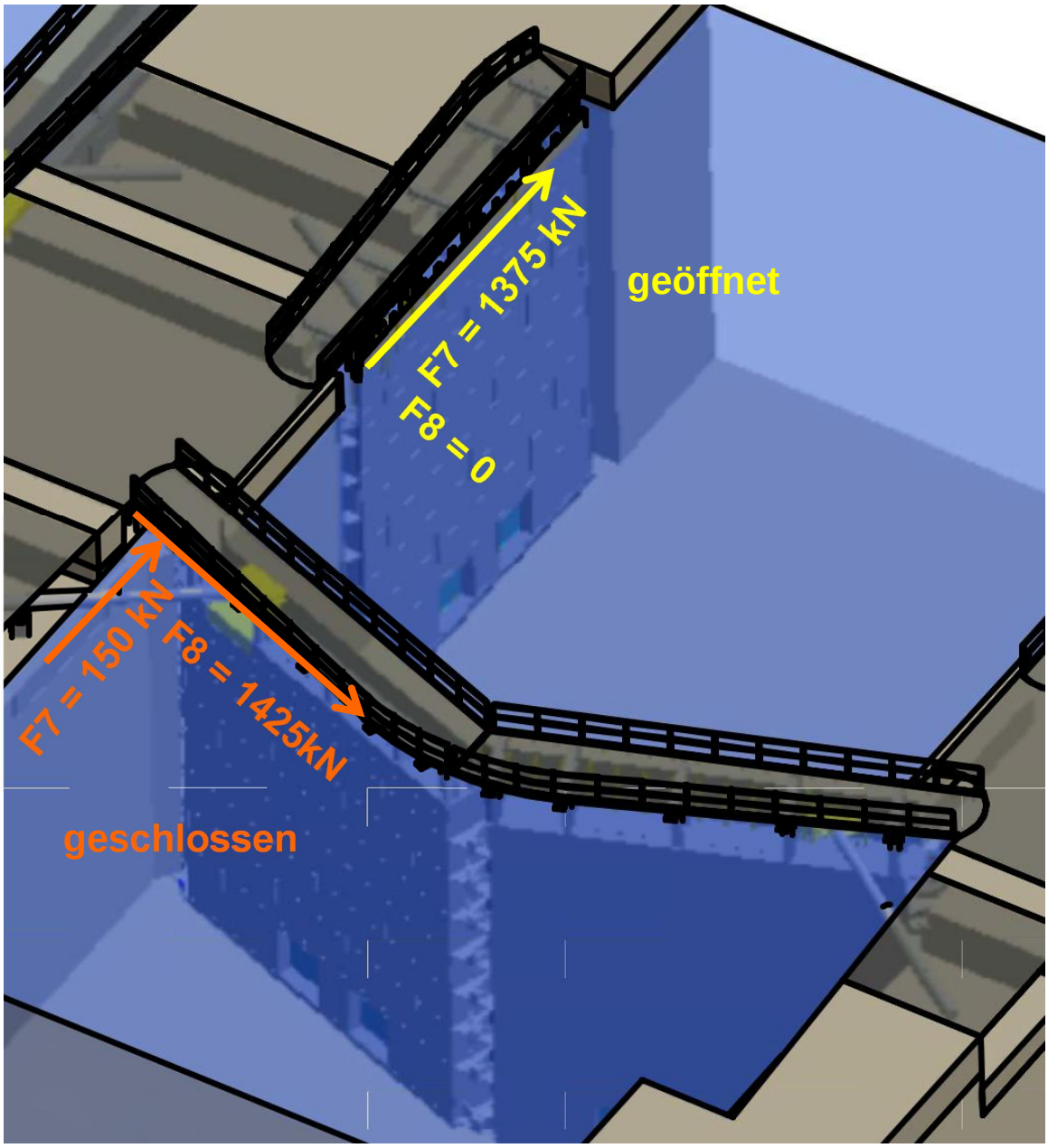
$$F_y = -F_8 \cdot \cos 26°$$

Die angegebenen charakteristischen Kräfte enthalten einen Zuschlag von 20%. Wenn die Kräfte entlastend wirken werden sie deshalb mit dem Faktor 1/1,20 = 5/6 reduziert.

Hinweise:

Das Eigengewicht der Stemmtore wird ausschließlich über Hals- und Spurlager abgetragen. Zur Veranschaulichung werden nachfolgend diese Lasten skizzenhaft dargestellt.

Halslager



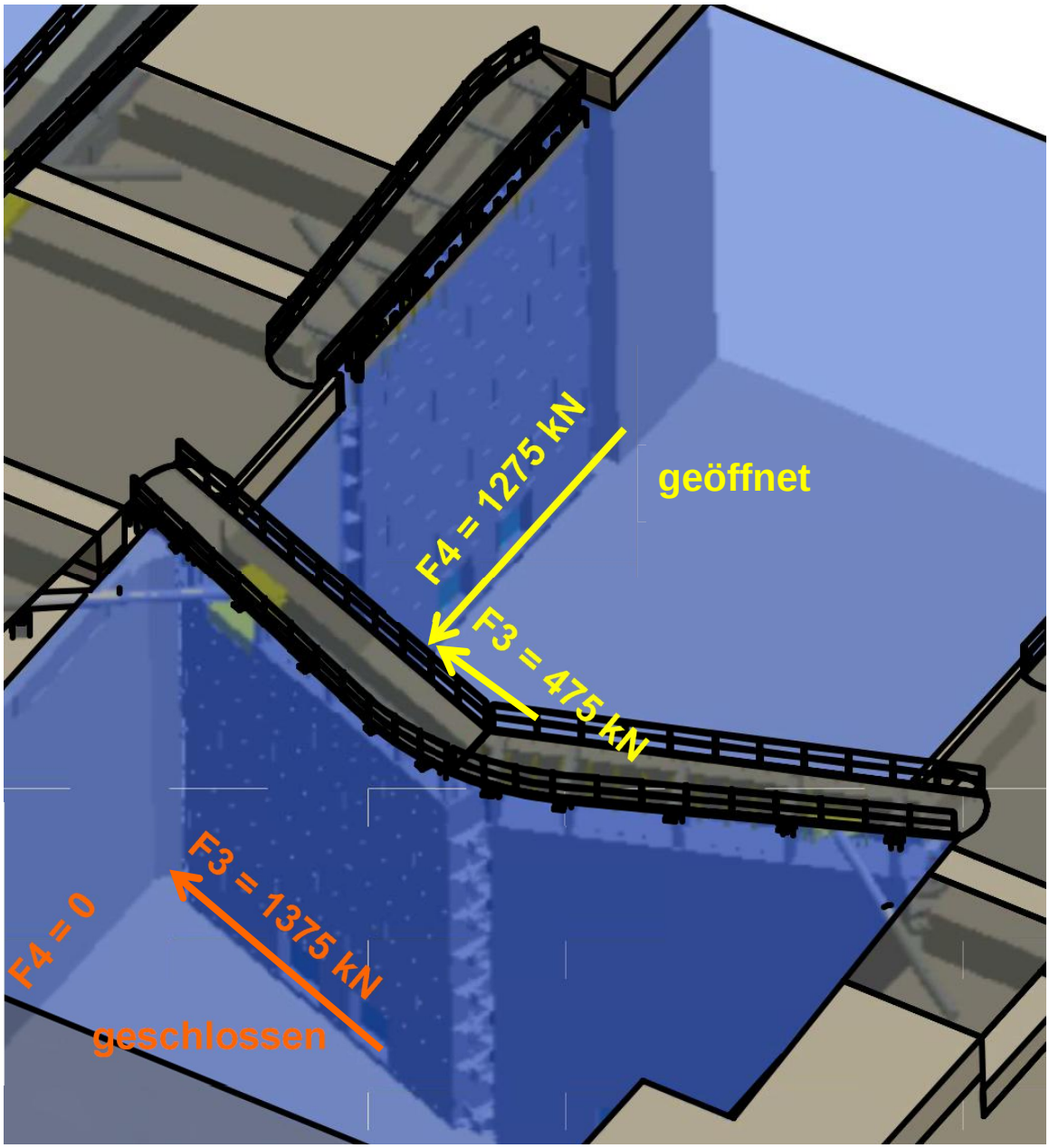
F_7 a = 0° zur Schleusenachse

F_8 a = 64° zur Schleusenachse bzw. 26° zur Querachse

Lastangriff ca. bei NHN +3,20 m

Biegemomente sh. Anhang C

Spurlager



F_3 a = 70° zur Schleusenachse

F_4 a = 20° zur Schleusenachse

Lastangriff ca. bei NHN -10,50 m (OK Sohle) à keine Momente angesetzt.

Stemmknaggen

Nr.	Bem.-Sit.	Biegemoment Wand	Biegemoment Sohle
		[kNm/m]	[kNm/m]
2	BS - A	2.673	4.987
		2.073	3.868
3	BS - A	7.078	11.088
		5.487	8.595
4	BS - P	5.102	8.231
		3.956	6.381
5	BS - P	1.597	2.347
		1.239	1.820
6	BS - P (Eis)	6.306	9.363
		4.888	7.257

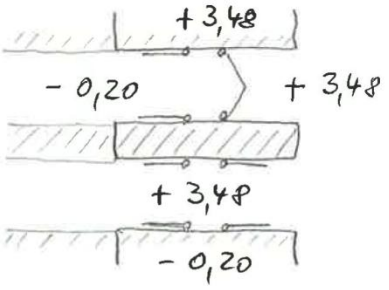
Für jeden LF gibt es 2 Ergebnisse, weil die Kraft F_2 positiv oder negativ sein kann.

Halslager

	Biegemoment Wand	Biegemoment Sohle
	[kNm/m]	[kNm/m]
geöffnet	0	0
geschlossen	737	858

3.5.5 Bemessungssituationen

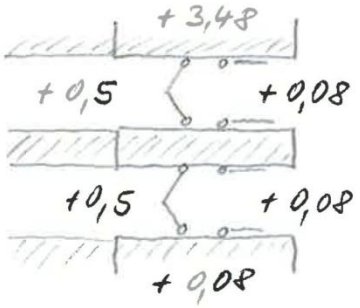
BS-P



(1A)

(1B) à maßg. für Bewehrung Luftseite
sh. Darstellung (3B) Tor geschlossen

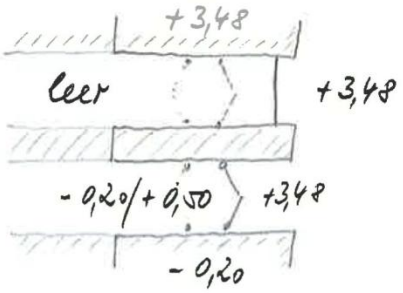
BS-P



(2A)

(2B)

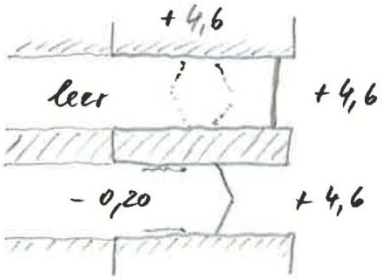
BS-T



(3A) à maßg. für Bewehrung Erdseite

(3B)

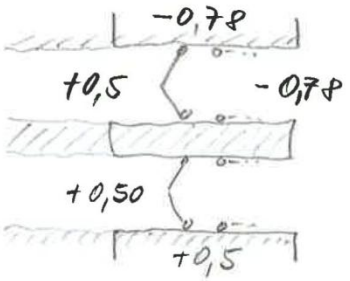
BS-A



(4A)

(4B)

BS-A



(5A)

3.5.6 Zusammenstellung Schnittgrößen Wand

BS-P (1A)		GW	+3,48	(dreht nach innen)	
		Schleuse	-0,20		
		M'_k	g	M'_d	
		[kNm/m]	[-]	[kNm/m]	
Erddruck	ständig	5.769	1,35	7.788	
GW	veränderlich	4.554	1,50	6.831	
KaWa	günstig	-1.821	1,00	-1.821	
Halslager	veränderlich	737	1,50	1.106	
Stemmknaggen	günstig	0	0,00	0	
			M'd =	13.904	kNm/m

BS-P (1B)		GW	-0,20	(dreht nach außen)	
		Schleuse	+3,48		
Erddruck	günstig	1.898	1,00	1.898	
GW	günstig	1.821	1,00	1.821	
KaWa (+3,48)		-4.554			
KaWa (-0,20)		-1.821			
KaWa (i. M.)*)	veränderlich	-3.188	1,50	-4.781	
Halslager	günstig	737	0,00	0	
Stemmknaggen	veränderlich	-5.102	1,50	-7.653	
			M'd =	-8.715	kNm/m

*) außen +3,48, innen -0,20, sonst keine Stemmkräfte

BS-T (3A)		GW	+3,48	(dreht nach innen)	
Revision		Schleuse	leer		
Erddruck	ständig	5.769	1,20	6.923	
Erddruck	veränderlich	596	1,30	775	
GW	veränderlich	4.554	1,30	5.920	
KaWa	günstig	0	0,00	0	
Halslager	veränderlich	737	1,30	958	
Stemmknaggen	günstig	0	0,00	14.576	
			M'd =	14.576	kNm/m

BS-A (4A)		GW	+4,60	(dreht nach innen)	
Revision		Schleuse	leer		
Erddruck	ständig	5.388	1,00	5.388	
GW	veränderlich	5.738	1,00	5.738	
KaWa	günstig	0	1,00	0	
Halslager	veränderlich	737	1,00	737	
Stemmknaggen	günstig	0	0,00	0	
			M'd =	11.863	kNm/m

3.5.7 Zusammenstellung Schnittgrößen Sohle

BS-P (1A)		GW	+3,48	(dreht nach innen)	
		Schleuse	-0,20		
Erddruck	ständig	7.888	1,35	10.649,0	
GW	veränderlich	7.125	1,50	10.688,0	
KaWa	günstig	-3.014	1,00	-3.014,0	
Halslager	veränderlich	858	1,50	1.287,0	
Stemmknaggen	günstig	0	0,00	0,0	
			M'd =	19.610	kNm/m

BS-P (1B)		GW	-0,20	(dreht nach außen)	
		Schleuse	+3,48		
Erddruck	günstig	2.828	1,00	2.828,0	
GW	günstig	3.294	1,00	3.294,0	
KaWa (+3,48)		-6.752			
KaWa (-0,20)		-3.014			
KaWa (i. M.)*)	veränderlich	-4.883	1,50	-7.325,0	
Halslager	günstig	858	0,00	0,0	
Stemmknaggen	veränderlich	-8.231	1,50	-12.347,0	
			M'd =	-13.550	kNm/m

*) außen +3,48, innen -0,20, sonst keine Stemmkräfte

BS-T (3A)		GW	+3,48	(dreht nach innen)	
Revision		Schleuse	leer		
Erddruck	ständig	7.888	1,20	9.466,0	
Erddruck	veränderlich	1.090	1,30	1.417,0	
GW	veränderlich	7.125	1,30	9.263,0	
KaWa	günstig	0	0,00	0,0	
Halslager	veränderlich	858	1,30	1.115,0	
Stemmknaggen	günstig	0	0,00	0,0	
			M'd =	21.261	kNm/m

BS-A (4A)		GW	+4,60	(dreht nach innen)	
Revision		Schleuse	leer		
Erddruck	ständig	7.381,0	1,00	7.381,0	
GW	veränderlich	8.303,0	1,00	8.303,0	
KaWa	günstig	0,0	1,00	0,0	
Halslager	veränderlich	858	1,00	858,0	
Stemmknaggen	günstig	0	0,00	0,0	
			M'd =	16.542	kNm/m

BS-A		GW	-0,78
		Schleuse	+0,5
		nicht maßgebend	

Normalkräfte Sohle siehe nächste Seite

Normalkräfte Sohle

BS-P (1B)		GW	-0,20	(dreht nach außen)	
		Schleuse	+3,48		
		N'_k [kN/m]	g [-]	N'_d [kN/m]	
Erddruck	günstig	-878	1,00	-878	
GW	günstig	-1.095	1,00	-1.095	
KaWa (+3,48)		980			
KaWa (-0,20)		530			
KaWa (i. M.)*)	veränderlich	755	1,50	1.133	
Halslager	günstig	858	0,00	0	
Stemmknaggen	veränderlich	1.359	1,50	2.039	
			N'd =	1.199	kNm/m

*) außen +3,48, innen -0,20, sonst keine Stemmkräfte

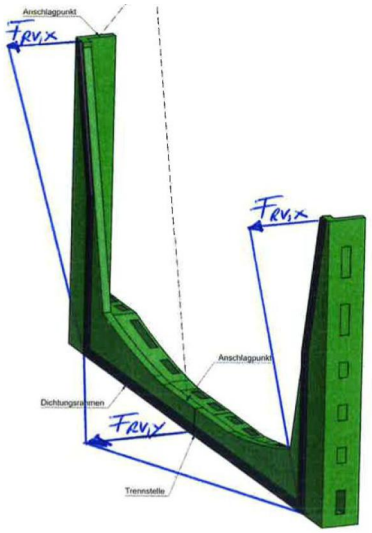
BS-T (3A)		GW	+3,48	(dreht nach innen)	
Revision		Schleuse	leer		
Erddruck	ständig	-1.449	1,00	-1.449	
Erddruck	veränderlich	0	1,00	0	
GW	veränderlich	-1.707	1,00	-1.707	
KaWa	günstig	0	0,00	0	
Halslager	veränderlich	0	1,30	0	
Stemmknaggen	günstig	0	0,00	0	
			N'd =	-3.156	kNm/m

3.5.8 Lasten aus Revisionsverschluss und Rollbalkenverschluss

Revisionsverschluss

Die vorhandenen Revisionsverschlüsse sollen für die höheren Wasserstände entsprechend modifiziert werden. Die Konstruktion und Lasten sind in Anlage H dargestellt.

Lastangaben (char. Lasten incl. 20% Zuschlag)



$F_{RV,y}$ = 850 kN/m

$F_{RV,x}$ = 2650 kN/m

f_{RV} = 700 kN/m

Die vertikalen Lasten von 700 kN/m sind vernachlässigbar, weil bei Revision die Wasserauflast entfällt. Diese ist deutlich größer.

Für die Horizontalkräfte, deren Maximum in Höhe der Planie angegeben ist, wird die Lage der Resultierenden ermittelt.

$SF_{RV,x}$ = 2 ·1/2 ·(5,85 + 10,5) ·2650 = 43327,50 kN

$SF_{RV,y}$= 1/2 ·29,25 ·850 = 12431,25 kN

SF_{RV} = 55758,75 kN

M = 43327,50 kN ·2/3 ·(5,85 + 10,5)m = 472269,75 kNm

z_s = 472269,75 / 55758,75 = 8,47 m

e = 8,47 – ½ ·(5,85 + 10,5)m = 0,29 m << H / 6 = (5,85 + 10,5) / 6 = 2,72 m

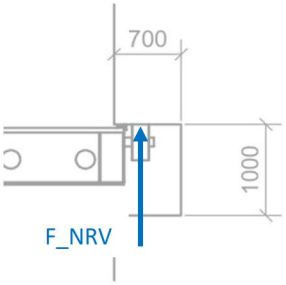
Die Resultierende Kraft wirkt als nahezu zentrische Druckkraft. Sie kann bei der Bemessung vernachlässigt werden.

<u>Rollbalkenverschluss</u>

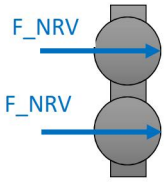
Die Rollbalken sollen bei einer möglichen Havarie als Notverschluss gegen Hochwasser dienen. Die Rollbalken tragen ihre Belastung horizontal ab und leiten sie in die Nischen als Längsdruckkräfte in den Massivbau ein.

Die maximale Last ergibt sich für den unteren Rollbalken.

<u>Lastangaben (char. Lasten incl. 20% Zuschlag)</u>



Draufsicht



Seitenansicht

F_{NRV} = 425 kN

f_{NRV} = 90 kN/m

Die vertikalen Lasten von 90 kN/m sind vernachlässigbar.

Die horizontalen Lasten (max H‘ ≈ 2 ·425 = 950 kN/m) sind kleiner als z. B. die Lasten aus dem RV und damit ebenfalls vernachlässigbar.

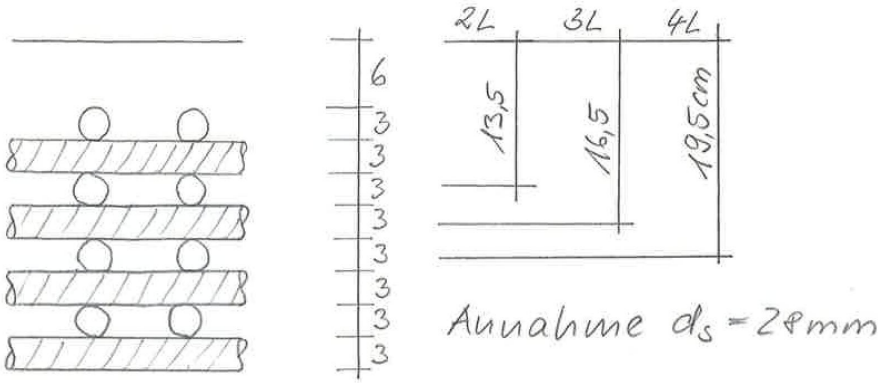
3.5.9 Stahlbetonbemessung

Bewehrungsanordnung

Querrichtung = Haupttragrichtung

- Bewehrung Querrichtung bzw. vertikal in 2. (4./6.) Lage
- Bewehrung Längsrichtung bzw. horizontal in 1. (3./5.) Lage

Achsdeckung Bewehrung



Wandanschnitt außen (Vernachlässigung der günstig wirkenden Druckkraft)

```
Querschnitt: Rechteck       b    =    1.000 m  h    =    5.650 m
             Achsdeckung    d1o  =    0.135 m  d1u  =    0.135 m
              Verlegemaß   cv.l  =    0.135 m

Belastung  : Biegemoment    MEd = 14576.00 kNm
             Normalkraft    NEd =     0.00 kN
```

Ergebnis

```
Biegebemessung:  erf. As, oben =     0.00 cm2
                 erf. As,unten =    62.96 cm2
                 eps-B / eps-S =    -1.09 / 10.00 o/oo
                 inn. Hebelarm =    532.4 cm  kz  =    0.965
                Höhe Druckzone =     54.2 cm  kx  =    0.098
```

Wasserdruck im Bauteilinneren

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{Eds}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{14{,}576}{1 \cdot 5{,}5^2 \cdot 11{,}3} = 0{,}043$$

$$h_w = 3{,}5 - (-10{,}5) = 14{,}0\,m$$

$$h = 5{,}65\,m \quad d = 5{,}50\,m$$

$$\gamma_F = 1{,}5$$

$\alpha_w \sim 0{,}5$ nach Tabelle 2 aus DIN 19702

$$\Delta A_s = \alpha_w \cdot h_w \cdot h \cdot b \cdot 100 \cdot \frac{\gamma_F}{f_{y,d}} = 0{,}5 \cdot 14{,}0 \cdot 5{,}65 \cdot 1 \cdot 100\ \frac{1{,}5}{435} = 13{,}6\ cm^2/m.$$

Wandanschnitt innen (Vernachlässigung der günstig wirkenden Druckkraft)

```
Querschnitt: Rechteck       b    =    1.000 m  h    =    5.650 m
             Achsdeckung    d1o  =    0.150 m  d1u  =    0.150 m
              Verlegemaß   cv.l  =    0.150 m

Belastung  : Biegemoment    MEd  =  8715.00 kNm
             Normalkraft    NEd  =     0.00 kN
```

Ergebnis

```
Biegebemessung:  erf. As, oben =     0.00 cm2
                 erf. As,unten =    37.41 cm2
                 eps-B / eps-S =    -0.81 / 10.00 o/oo
                 inn. Hebelarm =    535.8 cm  kz  =    0.974
                Höhe Druckzone =     41.1 cm  kx  =    0.075
```

Wasserdruck im Bauteilinneren

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{Eds}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{8{,}715}{1 \cdot 5{,}5^2 \cdot 11{,}3} = 0{,}025$$

$$h_w = 3{,}5 - (-10{,}5) = 14{,}0\,m$$

$$h = 5{,}65\,m \quad d = 5{,}50\,m$$

$$\gamma_F = 1{,}5$$

$\alpha_w \sim 0{,}5$ nach Tabelle 2 aus DIN 19702

$$\Delta A_s = \alpha_w \cdot h_w \cdot h \cdot b \cdot 100 \cdot \frac{\gamma_F}{f_{y,d}} = 0{,}5 \cdot 14{,}0 \cdot 5{,}65 \cdot 1 \cdot 100\ \frac{1{,}5}{435} = 13{,}6\ cm^2/m.$$

Sohlanschnitt unten

```
Querschnitt: Rechteck       b    =    1.000 m  h    =    4.500 m
             Achsdeckung    d1o  =    0.195 m  d1u  =    0.165 m
              Verlegemaß   cv.l  =    0.165 m

Belastung  : Biegemoment    MEd  = 21261.00 kNm
             Normalkraft    NEd  = -3156.00 kN
```

Ergebnis

```
Biegebemessung:  erf. As, oben =     0.00 cm2
                 erf. As,unten =    87.26 cm2
                 eps-B / eps-S =    -2.42 / 10.00 o/oo
                 inn. Hebelarm =    400.6 cm  kz  =    0.924
                Höhe Druckzone =     84.6 cm  kx  =    0.195
```

Wasserdruck im Bauteilinneren

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{Eds}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{21{,}261 + 3{,}156 \cdot 2{,}05}{1 \cdot 4{,}3^2 \cdot 11{,}3} = 0{,}133$$

$$h_w = 3{,}5 - (-15{,}0) = 18{,}5\,m$$

$$h = 4{,}5\,m \quad d = 4{,}3\,m$$

$$\gamma_F = 1{,}5$$

$\alpha_w \sim 0{,}46$ nach Tabelle 2 aus DIN 19702

$$\Delta A_s = \alpha_w \cdot h_w \cdot h \cdot b \cdot 100 \cdot \frac{\gamma_F}{f_{y,d}} = 0{,}46 \cdot 18{,}5 \cdot 4{,}5 \cdot 1 \cdot 100\ \frac{1{,}5}{435} = 13{,}2\ cm^2/m.$$

Sohlanschnitt oben

```
Querschnitt: Rechteck       b    =    1.000 m  h    =    4.500 m
             Achsdeckung    dlo  =    0.165 m  dlu  =    0.165 m
              Verlegemaß   cv.l  =    0.165 m

Belastung  : Biegemoment    MEd = 13550.00 kNm
             Normalkraft    NEd =  1199.00 kN
```

Ergebnis

```
Biegebemessung:  erf. As, oben =     0.00 cm2
                 erf. As,unten =    88.58 cm2
                 eps-B / eps-S =    -1.24 / 10.00 o/oo
                 inn. Hebelarm =    416.6 cm  kz  =    0.961
                Höhe Druckzone =     47.7 cm  kx  =    0.110
```

Wasserdruck im Bauteilinneren

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{Eds}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{11{,}09}{1 \cdot 4{,}3^2 \cdot 11{,}3} = 0{,}05$$

$$h_w = 3{,}5 - (-10{,}5) = 14{,}0\,m$$

$$h = 4{,}5\,m \quad d = 4{,}35\,m$$

$$\gamma_F = 1{,}5$$

$\alpha_w \sim 0{,}50$ nach Tabelle 2 aus DIN 19702

$$\Delta A_s = \alpha_w \cdot h_w \cdot h \cdot b \cdot 100 \cdot \frac{\gamma_F}{f_{y,d}} = 0{,}50 \cdot 14{,}0 \cdot 4{,}5 \cdot 1 \cdot 100\ \frac{1{,}5}{435} = 10{,}9\ cm^2/m.$$

3.5.10 Ermüdung

Die Nachweise gegen Ermüdung werden in ausführlicherer Form in Kapitel 4.3.5 zur Schleusenkammer dargestellt.

Dort hat sich gezeigt, dass die Ermüdungsnachweise nicht maßgebend sind.

Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse MSA 2100 zur Machbarkeitsstudie kann deshalb o. w. N. angenommen werden, dass dies auch für die Schleusenhäupter gilt.

3.5.11 Rissbreitenbegrenzung

Die Nachweise der Rissbreite unter äußerer Belastung werden in Anlage D dokumentiert.

Der Lastfall (1B) ist wegen der kleinen Schnittgrößen o. w. N. nicht maßgebend.

BS-P (1A)		GW	+3,48	(dreht nach innen)	
		Schleuse	-0,20		
		Wand		**Sohle**	
Erddruck	ständig	5.769		7.888	
GW	veränderlich	4.554		7.125	
KaWa	günstig	-1.821		-3.014	
Halslager	veränderlich	737		858	
Stemmknagg	günstig	0		0	
	M'd =	9.239	kNm/m	12.857	kNm/m

BS-P (1B)		GW	-0,20	(dreht nach außen)	
		Schleuse	+3,48		
		Wand		**Sohle**	
Erddruck	günstig	1.898		2.828,0	
GW	günstig	1.821		3.294,0	
KaWa	veränderlich	-3.188		-4.883,0	
Halslager	günstig	0		0,0	
Stemmknagg	veränderlich	-5.102		-8.231,0	
	M'd =	-4.571	kNm/m	-6.992	kNm/m

Wandanschnitt außen: Serf A_s = 74,8 cm^2/m à 2-lagige Bewehrung erf. à machbar

Wandanschnitt innen: Serf A_s = 27,0 cm^2/m à 1-lagige Bewehrung erf. à machbar

Sohlanschnitt unten: Serf A_s = 120 cm^2/m à 3-lagige Bewehrung erf. à machbar

Sohlanschnitt oben: Serf A_s = 91 cm^2/m à 3-lagige Bewehrung erf. à machbar

3.5.12 Zusammenfassung der Stahlbetonbemessung:

	$A_{s,erf}$	$DA_{s,erf}$	$SA_{s,erf}$		
	[cm^2/m]	[cm^2/m]	[cm^2/m]	Bew.	Bewertung
Wandanschnitt außen	63,0	13,6	76,6	2-lagig	machbar
	Riss		74,8		
Wandanschnitt innen	37,4	13,6	51,0	2-lagig	machbar
	Riss		27,0		
Sohlanschnitt unten *)	87,3	13,2	100,5		
	Riss		120,0	3-lagig	machbar
Sohlanschnitt oben	88,6	10,9	99,5	3-lagig	machbar
	Riss		91,0		

*) Wenn am Sohlanschnitt die günstig wirkende Normalkraft vernachlässigt wird, ergibt sich erf A_s = 120 cm^2/m.

Hierbei ist das rückdrehende Moment aus dem Wandeigengewicht auf der sicheren Seite liegend nicht berücksichtigt.

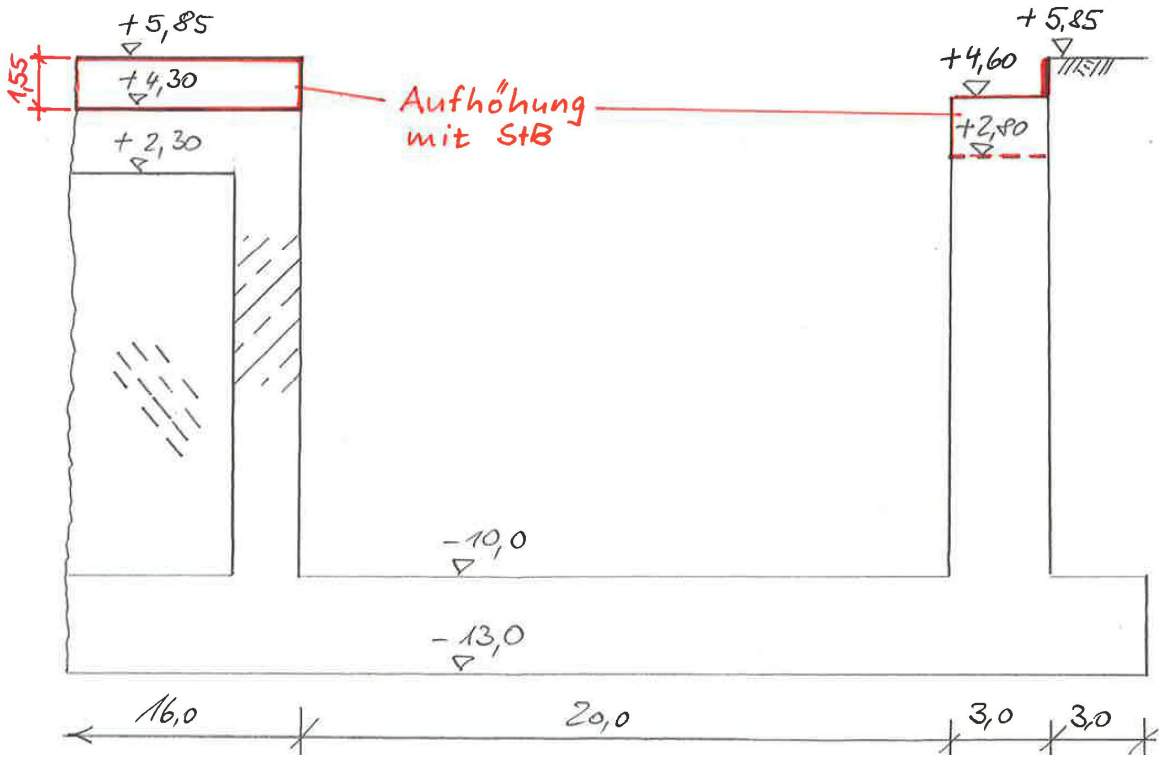
Serf A_s = 120 + 13,2 = 133,2 cm^2/m à 4-lagige Bewehrung erf. à machbar

Die Nachweise der Längsbewehrung für den frühen und späten Zwang erfolgen im Zuge der weiteren Planung.

4. Schleusenkammer

4.1 Abmessungen

Querschnitt



Für MSA 2100 wird die Mittelmauer auf OK Haupt NHN +5,85 m aufgehöht, die Kammerwände auf HHW bei NHN +4,6 m mit Berücksichtigung des Erddrucks auf einer möglichen GOK bei NHN +5,85 m.

4.2 Äußere Standsicherheit

4.2.1 Sicherheit gegen Aufschwimmen

Stabilisierende Einwirkungen

Ansatz des Eigengewichts der Betonkonstruktion.
Der Nachweis wird für das halbe Bauwerk geführt.

Seitenwand : $G_1 = 12{,}8 \cdot 3{,}0 \cdot 24 = 922$ kN/m

Sohle : $G_2 = 31{,}0 \cdot 3{,}0 \cdot 24 = 2.232$ kN/m

MW : $G_3 = 12{,}3 \cdot 2{,}0 \cdot 24 = 590$ kN/m

$G_4 = 12{,}3 \cdot 6{,}0 \cdot 23 = 1.697$ kN/m

$G_5 = 8{,}0 \cdot 3{,}55 \cdot 24 = 682$ kN/m

ohne 3m-Sporn]
sichere Seite

$G_{stb,k} = 6.123$ kN/m

Destabilisierende Einwirkungen

Untersucht werden die Revisionslastfälle in

BS-T → GW + 3,48 m NHN

BS-A → GW + 4,60 m NHN

BS-T : $G_{dst,k} = 31 \cdot (3{,}48 + 13{,}0) \cdot 10 = 5.109$ kN/m

BS-A : $G_{dst,k} = 31 \cdot (4{,}6 + 13{,}0) \cdot 10 = 5.456$ kN/m

Anmerkung:

OK Seitenwand bei NHN +2,8 m angesetzt à sichere Seite für Auftriebsnachweis

Nachweise

BS-T:

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

$\gamma_{G,dst} = 1{,}05$

$G_{stb,d} = 0{,}95 \cdot 6.123 = 5{,}817$ kN/m

$G_{dst,d} = 1{,}05 \cdot 5.109 = 5{,}365$ kN/m

$\mu = 5365 / 5817 = 0{,}92 < 1{,}0$

→ UPL standsicher

BS-A:

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

$\gamma_{G,dst} = 1{,}00$

$G_{stb,d} = 5.817$ kN/m

$G_{dst,d} = 5.456$ kN/m

$\mu = 5.456 / 5.817 = 0{,}94 < 1{,}0$

→ UPL standsicher

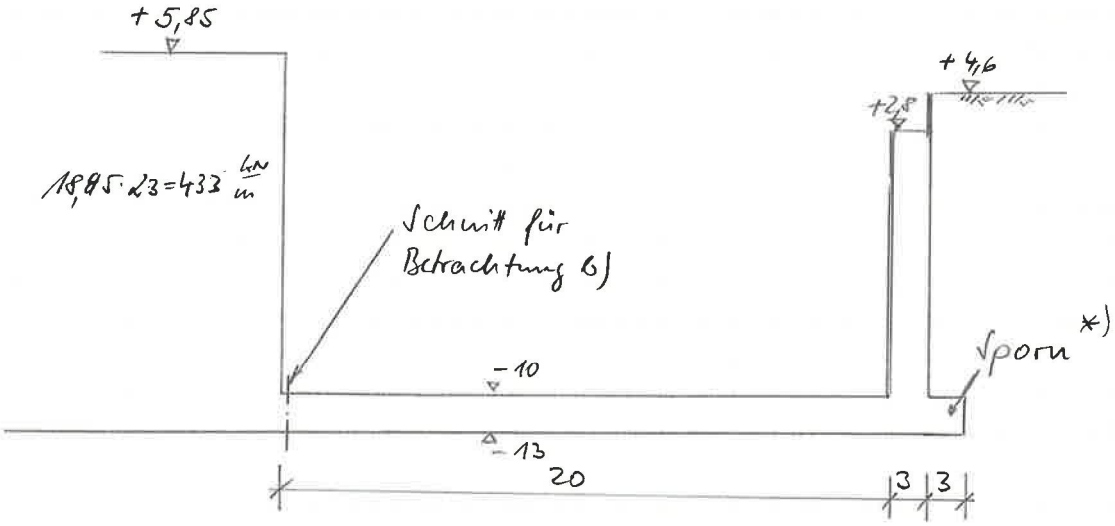
4.2.2 Robustheit bei Revision

Folgende Punkte werden betrachtet

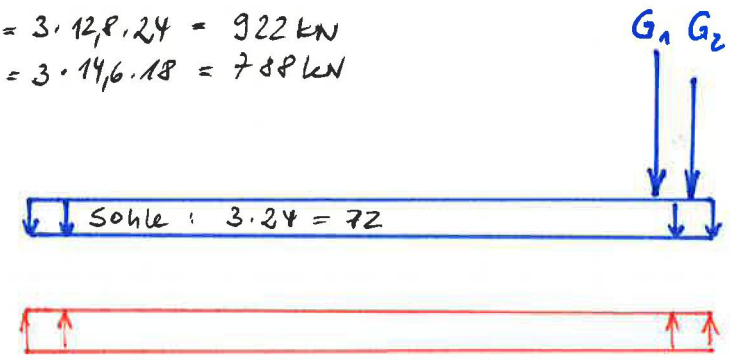
i) Mittelmauer: welche Breite ist für SV = 0 erforderlich?

ii) Hängt die Schleusenkammer bei Revision an der Mittelmauer? Das wäre der Fall, wenn sich am Sohlanschnitt bei der Mittelmauer ein nach oben gerichtetes Moment ergäbe.

System



$G_1 = 3 \cdot 12{,}8 \cdot 2{,}4 = 922$ kN
$G_2 = 3 \cdot 14{,}6 \cdot 1{,}8 = 788$ kN



BS-T $F_A' = 164{,}8$ kN/m $[= (3{,}48 + 13) \cdot 10]$

BS-A $F_A = 176$ kN/m $[= (4{,}6 + 13) \cdot 10]$

*) Der Sporn kann ggf. noch verlängert werden.

<u>Anmerkung:</u>

OK Seitenwand bei NHN +2,8 m und GOK bei NHN +4,6 m angesetzt

à sichere Seite für Auftriebsnachweis

i) SV = 0

charakt. bei BS – A :

$$V_{dst,k} = 26 \cdot 176 = 4.576 \text{ kN}$$

$$V_{stb,k} = \left.\begin{array}{l} 26 \cdot 72 \\ + \ 922 \\ + \ 788 \end{array}\right\} = 3.582 \text{ kN}$$

$$\Delta V = 994 \text{ kN}$$

$$\text{erf } b = \frac{944}{433 - 176} = 3{,}7 \text{ m}$$

$$\text{vorh } b = \frac{16}{2} = 8 \text{ m}$$

Die Mittelmauer ist etwa doppelt so breit, wie hier erforderlich wäre.

ii) Moment am Sohlanschnitt

BS – A

$$M_{dst,k} = 176 \cdot 26^2/2 = 59.488 \text{ kNm}$$

$$M_{stb,k} = 72 \cdot 26^2/2 + 922 \cdot 21{,}5 + 788 \cdot 24{,}5$$

$$= 24.336 + 19.823 + 19.306$$

$$= 63.465$$

Sicherheit $\eta = \frac{63.465}{59.488} = 1{,}066 > 1{,}05$

bzw. mit $\gamma_{stb} = 0{,}95$

$$M_{stb,d} = 0{,}95 \cdot 63.465 = 60.292 \text{ kNm}$$

$$> M_{dst,d} = 1{,}0 \cdot 59.488 = 59.488 \text{ kNm}$$

$$\mu = 0{,}99 < 1{,}0$$

In der BS-A ergibt sich ein nach unten drehendes Moment. à Die Schleusenkammer hängt sich nicht in die Mittelmauer.

BS-T

$M_{dst,k} = 164{,}8 \cdot 26^2/2 = 55.702$ kNm

Sicherheit $\eta = \frac{63.465}{55.702} = 1{,}14 > 1{,}10$

bzw. $M_{dst,d} = 1{,}05 \cdot 55.702 = 58.487$ kNm

$\mu = 0{,}97 < 1{,}0$

In der BS-T ergibt sich ein nach unten drehendes Moment. à Die Schleusenkammer hängt sich nicht in die Mittelmauer.

Die Konstruktion ist für den Lastfall Auftrieb ausreichend robust.

4.2.3 Sicherheit gegen Gleiten

Nachweis nicht erforderlich

4.3 Schnittgrößen und Stahlbetonbemessung

4.3.1 Schnittgrößen Kammerwand

Die Stahlbetonkonstruktion wird in einer trockenen Baugrube hergestellt. Die Baugrubenwand liegt ca. 7,5 m erdseitig der Wandhinterkante. Somit ist für die Erddruckermittlung die Auffüllung maßgebend.

Die Schnittgrößenermittlung für Erddruck erfolgt im Anhang E.

Übersicht Schnittgrößen

		H'_k	$M'_{Wand,\ k}$	$M'_{Sohle,\ k}$
		[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
Erdduck				
Eo	GW +3,48	808	4.971	6.183
Eo	GW +4,60	755	4.629	5.762
Ea	GW -0,20	565	3.218	4.066
Grundwasser				
	GW +3,48	909	4.082	5.446
	GW +4,60	1.066	5.187	6.786
	GW -0,20	480	1.569	2.289
Schleusenwasser				
	W +3,48	909	4.082	5.446
	W +4,60	1.066	5.187	6.786
	W -0,20	480	1.569	2.289
Poller				
	GW +3,49	20	290	320
	GW +4,61	0		
	GW -0,21	20	216	246

Bemessungsschnittgrößen

		H'_d	$M'_{Wand,\ d}$	$M'_{Sohle,\ d}$
		[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
1.1	BS-P	1.868	**10.977**	**13.779**
1.2	BS-P	-182	-724	-997
1.3	BS-T	2.060	10.864	**13.955**
1.10	BS-A	1.821	9.816	12.548

4.3.2 Stahlbetonbemessung

Beton und Betondeckung siehe 0

Maßgebend ist der Lastfall 1.1 in der BS-P.

Wand außen

Normalkraft: G = 3,0 ·14,6 ·25 = 1095 kN Druck

```
Querschnitt: Rechteck       b    =    1.000 m   h    =    3.000 m
             Achsdeckung    dlo  =    0.165 m   dlu  =    0.165 m
              Verlegemaß   cv.l  =    0.150 m

Belastung  : Biegemoment    MEd = 10977.00 kNm
             Normalkraft    NEd = -1095.00 kN
```

Ergebnis

```
Biegebemessung:  erf. As, oben =     0.00 cm2
                 erf. As,unten =    84.38 cm2
                 eps-B / eps-S =    -2.52 / 10.00 o/oo
                 inn. Hebelarm =    261.1 cm   kz   =    0.921
                Höhe Druckzone =     57.1 cm   kx   =    0.202
```

Wasserdruck im Bauteilinneren

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{Eds}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{12{,}44}{1 \cdot 2{,}835^2 \cdot 11{,}3} = 0{,}14$$

$$h_w = 3{,}48 - (-10{,}0) = 13{,}5\,m$$

$$h = 3{,}0\,m \quad d = 2{,}835\,m$$

$$\gamma_F = 1{,}5$$

$\alpha_w \sim 0{,}45$ nach Tabelle 2 aus DIN 19702

$$\Delta A_s = \alpha_w \cdot h_w \cdot h \cdot b \cdot 100 \cdot \frac{\gamma_F}{f_{y,d}} = 0{,}45 \cdot 13{,}5 \cdot 3{,}0 \cdot 1 \cdot 100\ \frac{1{,}5}{435} = 6{,}3\,cm^2/m.$$

Wand innen

Bemessungsmoment M'_d = 724 kNm/m o. w. N. aufnehmbar.

Sohle unten

BS-P

```
Querschnitt: Rechteck        b    =    1.000 m   h    =    3.000 m
             Achsdeckung     d1o  =    0.165 m   d1u  =    0.165 m
              Verlegemaß    cv.l  =    0.150 m

Belastung  : Biegemoment    MEd = 13779.00 kNm
             Normalkraft    NEd = -1868.00 kN
```

Ergebnis

```
Biegebemessung:  erf. As, oben =     0.00 cm2
                 erf. As,unten =   104.21 cm2
                 eps-B / eps-S =    -3.32 / 10.00 o/oo
                 inn. Hebelarm =    254.4 cm   kz   =    0.897
                Höhe Druckzone =     70.7 cm   kx   =    0.249
```

BS-T

```
Querschnitt: Rechteck        b    =    1.000 m   h    =    3.000 m
             Achsdeckung     d1o  =    0.165 m   d1u  =    0.165 m
              Verlegemaß    cv.l  =    0.150 m

Belastung  : Biegemoment    MEd = 13955.00 kNm
             Normalkraft    NEd = -2060.00 kN
```

Ergebnis

```
Biegebemessung:  erf. As, oben =     0.00 cm2
                 erf. As,unten =   104.14 cm2
                 eps-B / eps-S =    -3.42 / 10.00 o/oo
                 inn. Hebelarm =    253.6 cm   kz   =    0.894
                Höhe Druckzone =     72.2 cm   kx   =    0.255
```

Wasserdruck im Bauteilinneren

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{Eds}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{14{,}66}{1 \cdot 2{,}835^2 \cdot 11{,}3} = 0{,}16$$

$$h_w = 3{,}48 - (-13{,}0) = 16{,}5\,m$$

$$h = 3{,}0\,m \quad d = 2{,}835\,m$$

$$\gamma_F = 1{,}5$$

$\alpha_w \sim 0{,}42$ nach Tabelle 2 aus DIN 19702

$$\Delta A_s = \alpha_w \cdot h_w \cdot h \cdot b \cdot 100 \cdot \frac{\gamma_F}{f_{y,d}} = 0{,}42 \cdot 16{,}5 \cdot 3{,}0 \cdot 1 \cdot 100\ \frac{1{,}5}{435} = 7{,}2\,cm^2/m.$$

Sohle oben

Bemessungsmoment M'_d =997 kNm/m o. w. N. aufnehmbar.

4.3.3 Rissbreitenbegrenzung

Die Nachweise der Rissbreite unter äußerer Belastung werden in Anlage F dokumentiert.

Der Lastfall (1B) ist wegen der kleinen Schnittgrößen o. w. N. nicht maßgebend.

	Bemessungsschnittgrößen für Rissbreitenbegrenzu			
		H	**M_{Wand}**	**M_{Sohle}**
		[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
1.1	BS-P	1.237	7.484	9.340

Wand: erf A_s = 108,3 cm^2/m

Sohle: erf A_s = 126,0 cm^2/m

Zusammenfassung:

	$A_{s,erf}$	$DA_{s,erf}$	$SA_{s,erf}$		
	[cm^2/m]	[cm^2/m]	[cm^2/m]	Bew.	Bewertung
Wandanschnitt außen	84,4	6,3	90,7	3-lagig	machbar
Rissbreite			108,3	3-lagig	machbar
Sohlanschnitt unten	104,2	7,2	111,4	3-lagig	machbar
Rissbreite			126,0	3-lagig	machbar
	z. B. 3 Lagen d28 / s = 14 cm			131,9	cm^2/m

4.3.4 Querkraftbewehrung

Wand

Sichere Seite: H'_d = 2.060 kN/m im Wandanschnitt

aus programmtech. Gründen: Bemessung für 15 m breite Wand (à b / h ≥ 5 à Platte)

H_d = 2.060 ·15 = 30.900 kN

N_d = 3,0 ·14,6 ·25 ·15 = 16425 kN

max.V_{ed} =	**30900 kN**	(Bemessungsauflagerlast bzw. Auflagerlast bei autom. obiger Abminderung)
N_d =	**16425 kN**	(Normalkraft: Druck = positiv)
h =	**3,00 m**	(Querschnittshöhe; Platten:h_{min}=20cm bei Bügeln; h_{min}=16cm bei aufgebogener Bew.)
d =	**2,85 m**	(stat. Höhe)
b_w =	**15,00 m**	(kleinste Balkenbreite)
b_{sub} =	**0,00 m**	(Auflagerbreite)
$c_{v,l}$ =	**165 mm**	(Betondeckung der tragenden Längsbewehrung in der Betondruckzone)
z =	2,57 m	(min[0,9 · d; max[d - $c_{v,l}$ - 30mm; d - 2 · $c_{v,l}$]])
b / h =	5,0	**=> Es handelt sich um eine Platte!**
α =	**90°**	(Neigung der Bügel → 90° = senkrecht)
Auflagerung:	**direkt**	(Abminderung der auflagernahen Einzellast nur bei direkter Auflagerung)

max.$V_{Ed,c}$ = 30900 kN $V_{Eds,red}$= 30900 kN $V_{Rd,cc}$= 24093 kN

$V_{Rd,max}$= 141195 kN = $b_w \cdot z \cdot 0{,}75 \cdot f_{cd} \cdot (\cot\theta + \cot\alpha) / (1 + \cot^2\theta)$

θ = **30,00°** 18,44° ≤ theta ≤ 45° (Nur bei geneigter Bügelbewehrung bis 60° ausnutzbar!)

cotθ = 1,73 Kontrolle über: cot θ ≤ $(1{,}2+1{,}4\sigma_{cd}/f_{cd})/(1-V_{Rd,cc}/V_{ed})$

für die Bemessung gewählt:

θ = 30,00° **α = 90°**

cotθ = 1,73 **cotα = -**

erf.Querkraftbewehrung:

$a_{sw,stat}$ = 10,66 cm²/m **maßgebend!** = VEds,red / (z · f_{ywd} · (cotθ + cotα) · sinα)

$a_{sw,min}$ = 4,26 cm²/m = ρ_w / (b_w·sinα) $\rho_{w,min}$= 0,043 %

z. B. 6 Æ16/m² = 12,1 cm²/m²

4.3.5 Ermüdung

Abweichend zur bisherigen Planung sind die Wasserstände bei MSA2100 in der Regel nicht ausgeglichen. Die mittlere Wasserspiegeldifferenz steigt bis zum Jahr 2100 an.

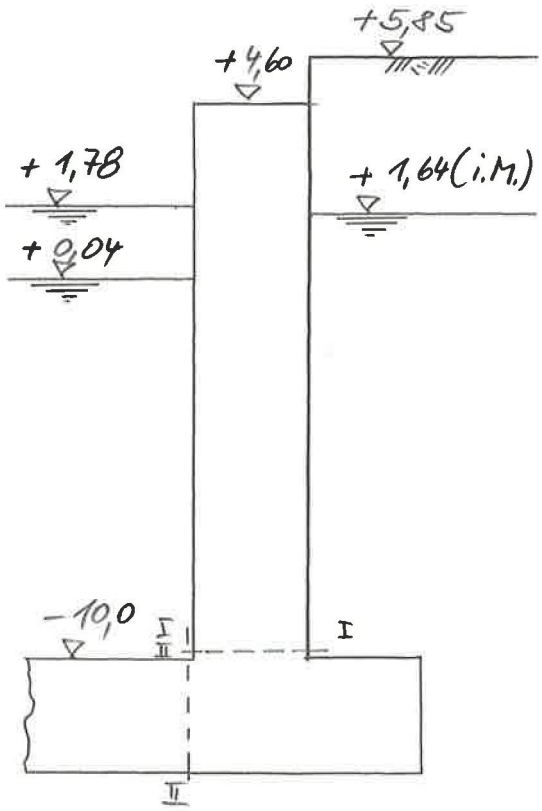
Auf der sicheren Seite liegend wird zunächst der einfache Ansatz betrachtet, dass die Wasserspiegeldifferenz während der gesamten Lebensdauer des Bauwerks vorliegt. Wenn die Nachweise bei diesem Ansatz nicht erfüllt sind, kann ein genauerer Ansatz verfolgt werden. (siehe [18])

Als Querkraft wird vereinfachend und auf der sicheren Seite liegend die Horizontalkraft in OK Sohle angesetzt.

Die Nachweise werden nur für den Sohlanschnitt geführt.

<u>Lastspielzahl</u> N = 816.000 = $0{,}816 \cdot 10^6 < 1 \cdot 10^6$

<u>Skizze Bemessungswasserstände</u>



Schnittgrößen (Erddruck à Anhang E)

		H	M_{Wand}	M_{Sohle}
		[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
Erddruck				
Eo	GW +1,64	795	4.554	5.747
Grundwasser				
	GW +1,64	677	2.628	3.644
Schleusenwasser				
	W +1,78	694	2.724	3.765
	W +0,04	504	1.687	2.443
	Bemessungsschnittgrößen Ermüdung			
		H'_d	$M'_{Wand, d}$	$M'_{Sohle, d}$
		[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
	min	778	4.458	5.626
	max	968	5.495	6.948

Kammerwand:

Schwingbreite Betonstahlspannung Biegebewehrung

Betongüte	**C 20/25**	η = 1,00	α = 0,85
f_{ck} =	20 MN/m²	f_{cd} = 11,3 MN/m²	(= $\alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c$)
γ_c =	1,5	**Ortbeton** E_{c0m} = 28848 N/mm²	(= $9500 \cdot (f_{ck}+8)^{1/3}$)
α_e =	6,93	(=E_{c0m} / E_s) E_s = 200000 N/mm²	
A_s =	**123,00 cm²**	(ermittelte Bewehrung entsprechend Nachweis Tragfähigkeit)	
d =	**283,5 cm**	(statische Nutzhöhe)	
$c_{v,l}$ =	**16,5 cm**	(Betondeckung der tragenden Längsbewehrung in der Betondruckzone)	
b =	**100,0 cm**	(Balkenbreite bzw. 100cm-Plattenstreifen)	
max $M_{d,freq}$ =	**5495,0 kNm**	(maximales Biegemoment aus häufiger Einwirkungskombination)	
min $M_{d,freq}$ =	**4458,0 kNm**	(minimales Biegemoment aus häufiger Einwirkungskombination)	
$\Delta M_{d,freq}$ =	1037 kNm	(= $maxM_{d,freq}$-$minM_{d,freq}$; bei Vorzeichenwechsel d. max.-Wert bezogen a. Nulldurchgang)	
ρ =	0,434 %	(= As / (b·d) → Bewehrungsgehalt ≤ 8%)	
ξ =	0,21703	(= $-\alpha_e \cdot \rho + ((\alpha_e \cdot \rho)^2 + 2 \cdot \alpha_e \cdot \rho)^{0,5}$	
x =	61,5 cm	(= $\xi \cdot$ d: Druckzonenhöhe)	
z =	263,0 cm	(= d - x/3: innerer Hebelarm)	
σ_s =	**32,1 N/mm²**	(= $\Delta M / (z \cdot A_s)$: Zugspannungen im Betonstahl infolge ΔM)	
Bewehrungsart:	**Stabstahl**		
d_s =	**28 mm**	(Stabdurchmesser)	
d_{br} =	**gerade**	(Biegerollenradius)	
	nein	**höhere zul. Spannungen gem. Erläuterungen zum EC2 (Tab.11)?**	
$\Delta\sigma_{s,zul}$ =	70,0 N/mm²		

$\Delta\sigma_s$ = 32,1 N/mm² < 70,0 N/mm² = $\Delta\sigma_{zul}$

Schwingbreite Betonstahlspannung Schubbewehrung

Betongüte **C 20/25**	η = 1,00		α = 0,85
f_{ck} = 20 MN/m²	f_{cd} = 11,3 MN/m²	(= $\alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c$)	
γ_c = 1,5	Ortbeton		
a_s = **12,00 cm²/m**	(gewählte Querkraftbewehrung aus Nachweis Tragfähigkeit)		
$c_{v,l}$ = 16,5 cm	(Betondeckung)		
d = 285,0 cm	(statische Nutzhöhe)	x = 61,7 cm	(Druckzonenhöhe)
b = 100,0 cm	(Balkenbreite bzw. 100cm-Plattenstreifen)		
z = 264,4 cm	min[d - x/3; max[d - $c_{v,l}$ - 30mm; d - 2 · $c_{v,l}$]]		
max V_{ed} = **968,0 kN/m**	(maximale Querkraft aus ermüdungswirksamer Einwirkungskombination)		
min V_{ed} = **778,0 kN/m**	(minimale Querkraft aus ermüdungswirksamer Einwirkungskombination)		
ΔV_{ed} = 190 kNm	(=max $V_{ed,freq}$ - min $V_{ed,freq}$; bei Vorzeichenwechsel d. max-Wert bezogen a. Nulldurchgang)		
$V_{Rd,cc}$ = 1722,7 kN/m	(gem. Gl.6.7bDE mit σ_{cd}=0: c_j(0,5) ·0,48 · $f_{ck}^{1/3}$ ·b_w · z)		
θ = **30,0°**	(Druckstrebenneigungswinkel **aus dem Nachweis des GZT**)		
cot θ_{fat} = 1,32	(tan θ_{fat} = $\sqrt{\tan \theta}$ ≤ 1,0: gemäß Gl.6.65)		
σ_s = 45,5 N/mm²	(= ΔV / (a_s·z·cotθ_{fat}): Zugspannungen im Betonstahl infolge ΔV)		
$\gamma_{F,fat}$ = 1,0	$\gamma_{Ed,fat}$ = 1,0		$\gamma_{s,fat}$ = 1,15
Lastspielzahl N= **≤1·10^7**	(Näherung: N = Jahre · (Arbeitstage/Jahr) · (Betriebsstunden/Tag) · (Lastzyklen/Stunde))		
Bewehrungsart: **Stabstahl**			
d_s = **16 mm**	(Stabdurchmesser)		
d_{br} = **4·ds**	(Biegerollenradius)		
XC1	(Expositionsklasse)		
ζ_1 = 1,0000	(für d_{br}<25·d_s: 0,35 + 0,026·d_{br}/d_s gem. Tab. 6.3DE)		
$\Delta\sigma_{Rsk}$(N*) = 175,0 N/mm²	(Tab. 16)	k_1 = 5	k_2 = 9
$\Delta\sigma_{Rsk}$(N) = 135 N/mm²	(für N<N*: min(σ_{zul};(N*/N)$^{1/K1}$·$\Delta\sigma_{Rsk}$(N*)) sonst (N*/N)$^{1/K2}$ · $\Delta\sigma_{Rsk}$(N*) gem. Heft525 zu 10.8.3(5)		
	(bei N≤1·10^8 gilt mind. $\Delta\sigma$Rsk(N)=70N/mm² wie bei 6.8.6, gem. Tech-News 11/06)		
$\gamma_{F,fat}$·$\gamma_{Ed,fat}$·σ_s = 45,5 N/mm²	**<**	**117,8 N/mm²**	**= $\Delta\sigma_{Rsk}/\gamma_{s,Fat}$**

m= 0,39 < 1,0 Nachweis erfüllt

Schwingbreite Betondruckspannung Biegung

Nachweis der Betondruckstrebe auf Biegung:

A_s = 123,0 cm² ξ = 0,21653 (= $-\alpha_e \cdot \rho + ((\alpha_e \cdot \rho)^2 + 2 \cdot \alpha_e \cdot \rho)^{0,5}$)

ρ = 0,432 % x = 61,7 cm (= $\xi \cdot d$) d = 285,0 cm

b = 100,0 cm z = 264,4 cm (= d - x/3)

$F'_{cd,min}$ = 1685,9 kN = $M_{d,freq}$ / z = $F'_{cd,max}$ = 2078,1 kN

$\sigma_{cd,min}$ = 5,46 MN/m² = $2 \cdot F_{cd}$ / (x·b) = $\sigma_{cd,max}$ = 6,73 MN/m²

(gilt nur für reine Biegebeanspruchung ohne Normalkrafteinfluss! bei Zugspannungen ist $\sigma_{cd,min}$ = 0)

t_0 = **700 Tage** (Zeitpunkt der Erstbelastung des Betons)

Zement: CEM 42,5 R, CEM 52,5N, CEM 52,5R (Klasse s = 0,20

$\beta_{cc}(t_0)$ = 1,17 (= $e^{s \cdot (1 - (28 / t0)^{0,5})}$)

$f_{cd,fat}$ = 12,24 MN/m² (= $\beta_{cc}(t0) \cdot f_{cd} \cdot (1 - f_{ck}/250)$)

$\sigma_{cd,max}/f_{cd,Fat}$ = 0,550 < 0,701 = 0,5 + 0,45 · $\sigma_{cd,min}$ / $f_{cd,Fat}$

< 0,900 bis C50/60

m= 0,79 < 1,0 Nachweis erfüllt

Schwingbreite Betondruckspannung Querkraft

$\sigma_{cd} = v_{ed} \cdot (\cot\theta + 1/\cot\theta) / (b \cdot z)$ mit:

cot θ = 1,73 b = 100,0 cm

1 / cot θ = 0,58 $c_{v,l}$ = 16,5 cm

z = 264,4 cm wenn Schubbew.: min[d - x/3; max[d - $c_{v,l}$ - 30mm; d - 2 · $c_{v,l}$]] sonst: (d - x/3)

υ = 0,750 mit Schubbewehrung: 0,75 (6.9) / ohne: 0,675 (6.5)

$\sigma_{cd,min}$ = 0,68 MN/m² $\sigma_{cd,max}$ = 0,85 MN/m²

$\sigma_{cd,max}/(\upsilon \cdot f_{cd,Fat})$ = 0,092 < 0,533 = 0,5 + 0,45 · $\sigma_{cd,min}$ / (υ · $f_{cd,fat}$)

m= 0,17 < 1,0 Nachweis erfüllt

Sohle

Schwingbreite Betonstahlspannung Biegebewehrung

Betongüte **C 20/25**	η = 1,00		α = 0,85
f_{ck} = 20 MN/m²	f_{cd} = 11,3 MN/m²		(= $\alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c$)
γ_c = 1,5	**Ortbeton**	E_{c0m} = 28848 N/mm²	(= $9500 \cdot (f_{ck} + 8)^{1/3}$)
α_e = 6,93	(=E_{c0m} / E_s)	E_s = 200000 N/mm²	
A_s = **123,00 cm²**	(ermittelte Bewehrung entsprechend Nachweis Tragfähigkeit)		
d = **283,5 cm**	(statische Nutzhöhe)		
$c_{v,l}$ = **16,5 cm**	(Betondeckung der tragenden Längsbewehrung in der Betondruckzone)		
b = **100,0 cm**	(Balkenbreite bzw. 100cm-Plattenstreifen)		
max $M_{d,freq}$ = **6948,0 kNm**	(maximales Biegemoment aus häufiger Einwirkungskombination)		
min $M_{d,freq}$ = **5625,0 kNm**	(minimales Biegemoment aus häufiger Einwirkungskombination)		
$\Delta M_{d,freq}$ = 1323 kNm	(= $\max M_{d,freq} - \min M_{d,freq}$; bei Vorzeichenwechsel d. max.-Wert bezogen a. Nulldurchgang)		
ρ = 0,434 %	(= As / (b·d) → Bewehrungsgehalt ≤ 8%)		
ξ = 0,21703	(= $-\alpha_e \cdot \rho + ((\alpha_e \cdot \rho)^2 + 2 \cdot \alpha_e \cdot \rho)^{0,5}$		
x = 61,5 cm	(= $\xi \cdot$ d: Druckzonenhöhe)		
z = 263,0 cm	(= d - x/3: innerer Hebelarm)		
σ_s = 40,9 N/mm²	(= $\Delta M / (z \cdot A_s)$: Zugspannungen im Betonstahl infolge ΔM)		
Bewehrungsart: **Stabstahl**			
d_s = **28 mm**	(Stabdurchmesser)		
d_{br} = **gerade**	(Biegerollenradius)		
nein	**höhere zul. Spannungen gem. Erläuterungen zum EC2 (Tab.11)?**		
$\Delta\sigma_{s,zul}$ = 70,0 N/mm²			
$\Delta\sigma_s$ = 40,9 N/mm²	**<**	**70,0 N/mm²**	**= $\Delta\sigma_{zul}$**

Aufgrund der geringen Ausnutzung bei der Schwingbreite Betonstahlspannung Biegebewehrung sind auch bei den übrigen Nachweisen in der Sohle im Rahmen der Machbarkeitsstudie keine maßgebenden Ausnutzungsgrade zu erwarten.

Die Nachweise gegen Ermüdung sind mit vereinfachten, auf der sicheren Seite liegenden Annahmen und Ansätzen erfüllt.

5. Flügelwände

5.1 Allgemeines

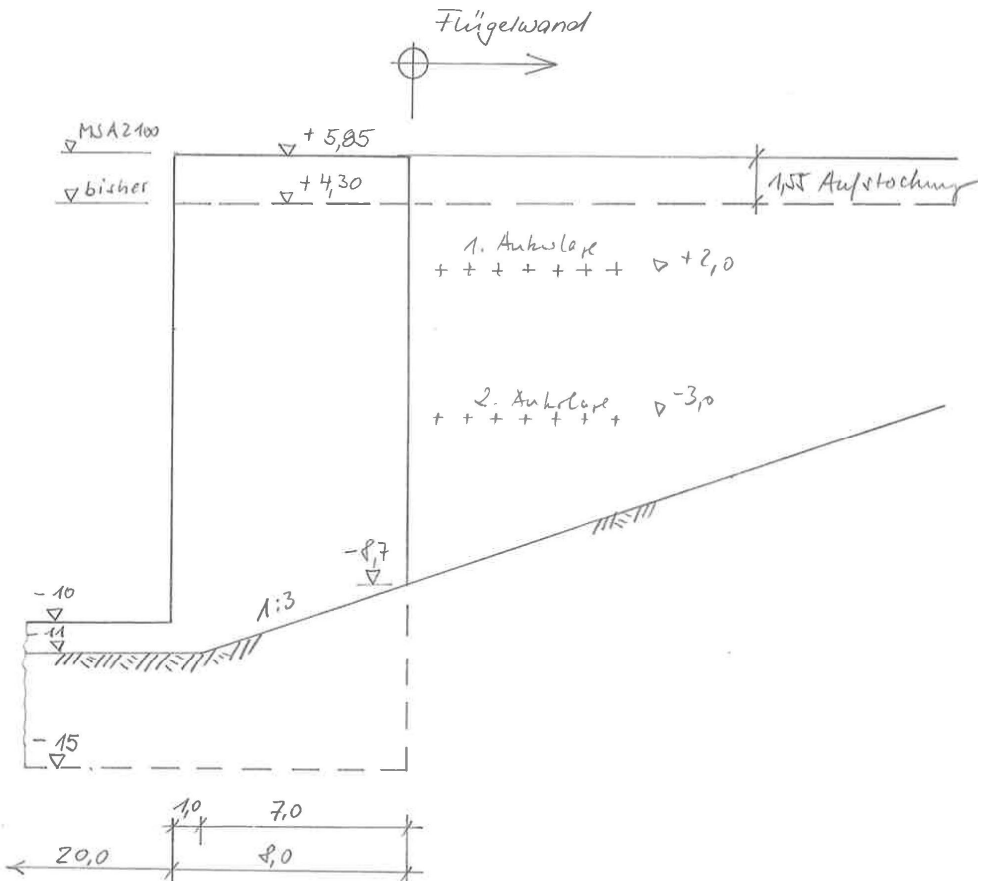
Die Flügelwände für das Außenhaupt müssen für das Szenario MSA2100 aufgehöht werden. Die Geländeoberkante wird bei NHN + 5,85 m angeordnet, also 1,55 m höher als in der bisherigen Planung.

Die Nachweise für die zusätzliche Beanspruchung aus der Aufhöhung erfolgen an den statischen Modellen der bisherigen Planung. Die zusätzlichen Beanspruchungen aus der Aufhöhung werden als Flächenlasten auf der GOK und Einzellasten bzw. –momente in OK der Wand aufgebracht.

Als Vorverformungen werden die Verformungen der BS-P der bisherigen Planung ([20], siehe dort, Anhang I 19 ff.) berücksichtigt.

Das bisher gewählte Profil AU 25 mit Verstärkung wird beibehalten, die Verstärkung kann erforderlichenfalls vergrößert werden. Im Zuge der weiteren Planung kann das Profil auch noch geändert werden.

Der ursprünglich angesetzte Wasserüberdruck in der BS-A liegt weit auf der sicheren Seite und birgt daher deutliche Reserven für das Szenario MSA 2100.

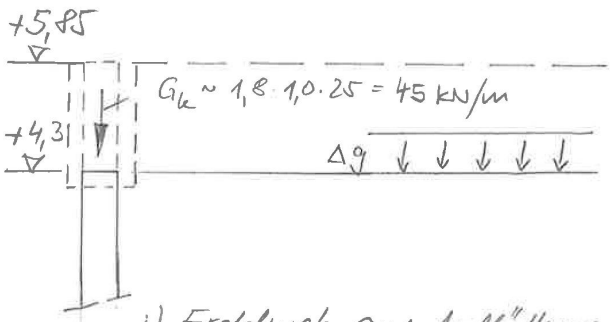


5.2 Zusätzliche Beanspruchungen

Auffüllung Sand: g / g' = 18 / 10 kN/m^3

j '$_k$ ≥ 32,5°

c'$_k$ = 0



$\Delta g = 1{,}55 \cdot 18 = 27{,}9 \approx 28$ kN/m^2

i) Erddruck aus Auffüllung $k_{aga} = 0{,}25$

$e_{agh,k} = 1{,}55 \cdot 18 \cdot 0{,}25 = 7$ kN/m^2

$E_{agh,k} = \frac{1}{2} \cdot 1{,}55 \cdot 7 = 5{,}4$ kN/m

$M_{Eagh,k} = 7 \cdot 1{,}55^2 / 6 = 2{,}8$ kNm/m

ii) Erddruck aus Gleichlast 10 kN/m^2

$e_{agah} = 0{,}25 \cdot 10 = 2{,}5$ kN/m^2

$E_{agh,k} = 2{,}5 \cdot 1{,}55 = 3{,}9$ kN/m

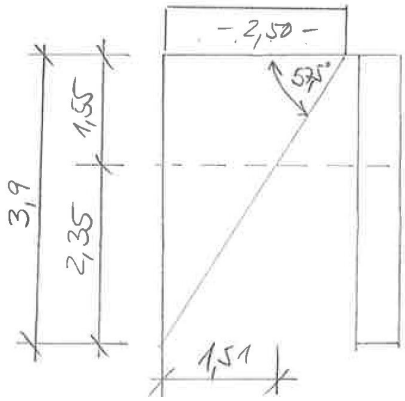
$M_{Eagh,k} = 2{,}5 \cdot 1{,}55^2 / 2 = 3{,}0$ kNm/m

iii) $\Sigma \overleftarrow{H}_{gk} = 5{,}4 + 3{,}9 = 9{,}3$ kN/m

$\Sigma \overset{\curvearrowleft}{M}_{gk} = 2{,}8 + 3{,}0 = 5{,}8$ kNm/m

iv) Für BS-T : Streifenlast $q_k = 50\ kN/m^2$ $b = 2{,}5\ m$

$k_h^* = 0{,}39$



$$e_{qhk} = \frac{2{,}5 \cdot 50 \cdot 0{,}39}{3{,}9} = 12{,}5\ kN/m^2$$

$$H'_{qk} = 12{,}5 \cdot 1{,}55 = 19{,}4\ kN/m$$

$$M'_{qk} = 12{,}5 \cdot 1{,}55^2/2 = 15\ kNm/m$$

5.3 Wasserdrücke

In der bisherigen Vorplanung wurden die Wasserdrücke sehr auf der sicheren Seite angesetzt

BS - P : $GW = BW_0 = NHN + 1{,}70\,m$

$W_{anker} = BW_{u,Node} = NHN - 1{,}00\,m$ (incl. Sunk)

BS - A $GW = GOK = NHN + 4{,}30\,m > HHW = +3{,}47\,m$

$W_{anker} = BW_u = NHN - 2{,}20\,m$

$\rightarrow h_w = 6{,}50\,m$

Diese Ansätze beinhalten deutliche Reserven.

Für die Sensitivitätsuntersuchung werden die Wasserstände in Anlehnung an die EAU 2012, Bild E 19-1 angesetzt.

kein Tidegewässer, Wasserstandsschwankungen > 0,5 m

-> Situation 2 b

BS - P Die ermittelte Wasserspiegeldifferenz $h_w = 2\,m$ wird a) in Bezug auf $MW = NHN + 0{,}08\,m$

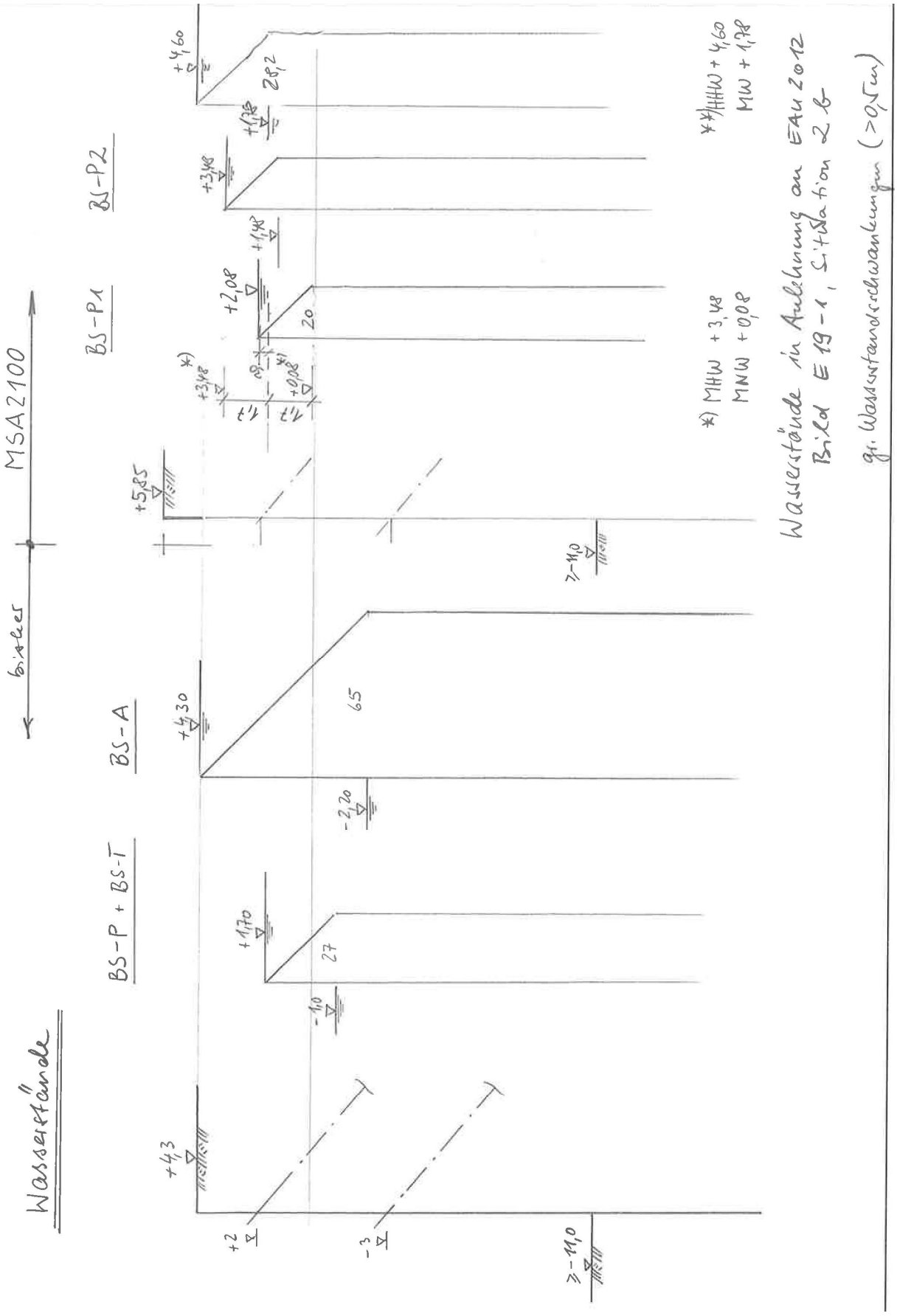
b) in Bezug auf $BW_0 = NHN + 3{,}48\,m$

angesetzt (s.h. nächste Seite).

BS - A Bild EB 19-1 gibt keine Lastbilder vor

Ansatz: $GW = HHW = NHN + 4{,}60\,m$

$W_{anker} = MW = NHN + 1{,}78\,m$


Wasserstände
MSA2100
binnen
BS-P + BS-T
BS-A
BS-P1
BS-P2
+4,3
+2
-3
≥-11,0
+1,70
27
-1,0
+4,30
65
-2,20
≥-11,0
+5,85
+3,48
+2,08
20
+1,48
+0,08
+1,48
+4,60
28,2
+1,78
*) MHW + 3,48
MNW + 0,08
**) MHW + 4,60
MW + 1,78
Wasserstände in Anlehnung an EAU 2012
Bild E 19-1, Situation 2b
gr. Wasserstandsschwankungen (>0,5m)

5.4 Ergebnisse

Die Berechnungsausdrucke befinden sich in Anhang I.

Die Absetztiefe der Flügelwand bleibt unverändert bei NHN -33,7 m

Zusammenfassung der Ergebnisse der Flügelwände:

	BS - P (1)		BS - P (2)		BS - T (1)		BS - TP (2)		BS - A	
M'_{Ed} [kNm/m]	1.008	-1.135	958	-1.095	825	-982	785	-946	671	-810
N'_{Ed} [kN/m]	-1.155	-1.082	-1.161	-1.052	-1.100	-1.010	-1.070	-986	-878	-800
A'_{1Ed} [kN/m]	186		230		358		400		272	
A'_{2Ed} [kN/m]	1.120		1.052		999		934		739	
vert. TF [-]	0,88		0,86		0,79		0,77		0,62	

(Ankerkräfte mit starren Auflagern ermittelt)

Biegemoment

MSA2100 max M'_{Ed} = 1.135 kNm/m

Hauptstatik: M'_{Ed} = 1.138 kNm/m

Ankerkräfte

MSA2100 max $A'_{1,Ed}$ = 400 kN/m

Hauptstatik $A'_{1,Ed}$ = 469 kN/m

MSA2100 max $A'_{2,Ed}$ = 1.120 kN/m

Hauptstatik $A'_{2,Ed}$ = 1.127 kN/m

Spundwandlänge

UK NHN -33,7 m aus Hauptstatik beibehalten

Vertikale Tragfähigkeit

max m= 0,88

Die Beanspruchungen aus MSA2100 sind nicht größer als die bisher [20] ermittelten Beanspruchungen.

6. Zusammenfassung

Die Sensitivitätsuntersuchung hat gezeigt, dass die bisherige Vorzugsvariante (doppelter Stahlbeton-U-Rahmen) für den erhöhten Meeresspiegelanstieg MSA2100 ohne große Änderungen machbar ist.

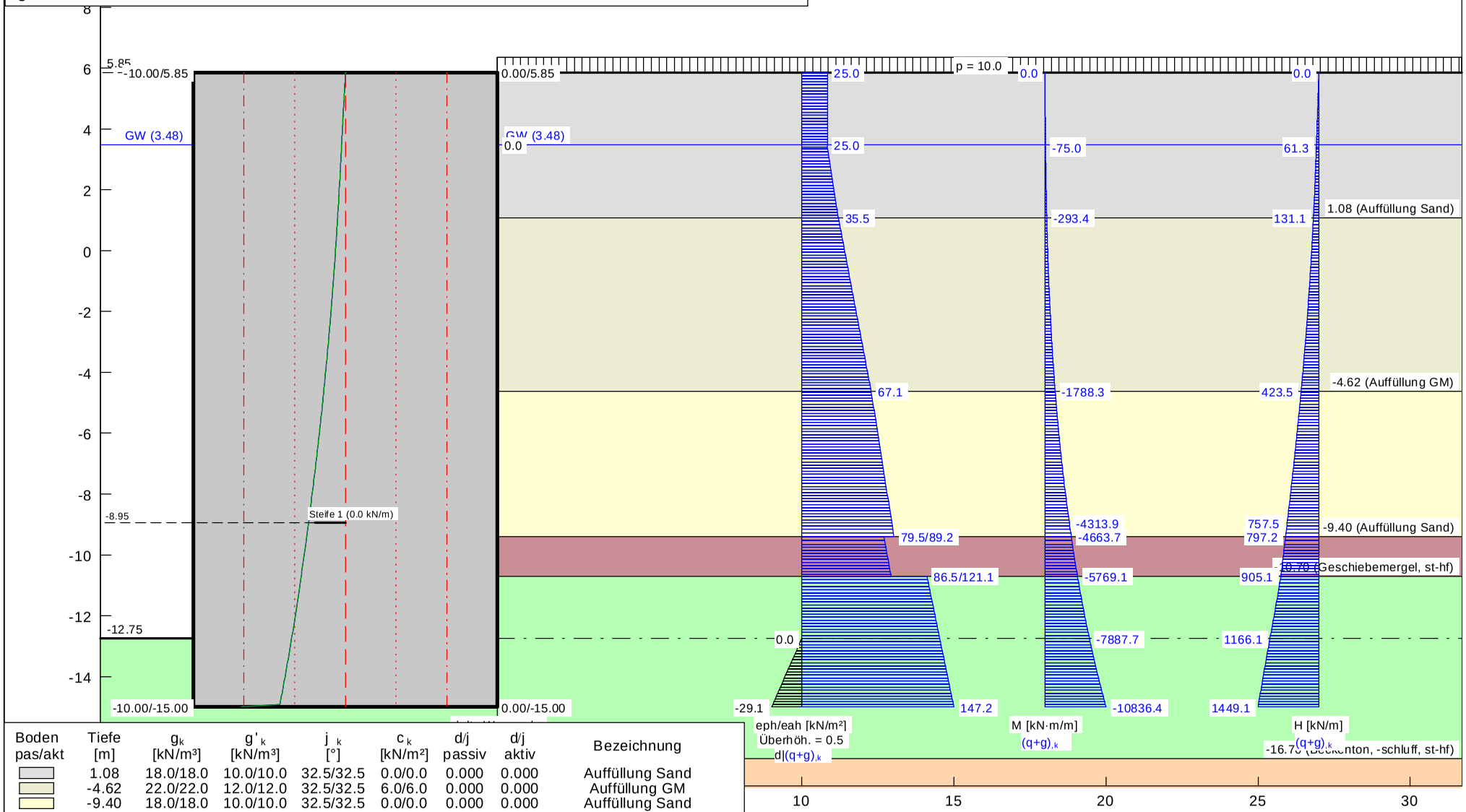
<u>Änderungen</u>

- Längen der Schleusenhäupter L = 52 m (wg. geändertem Torsystem)
- Bewehrung Schleusenhäupter tlw. 3-lagig
- Bewehrung Schleusenkammer 3-lagig
- Sporn B = 3,0 m an der Schleusenkammersohle (keine Auswirkung auf Baugrubenbreite, die Spornlänge kann bis max. 5 m vergrößert werden)
- Wenn zwischen Häuptern und Schleusenkammer eine Raumfuge angeordnet werden soll, muss der Abtrag der Horizontalkräfte genauer betrachtet werden. In der überschlägigen Vorbemessung wurde für die lastabtragende Spundwand die Stahlgüte S 430 GP statt S 355 GP gewählt. Alternativ sind auch ein größeres Profil oder eine Verstärkung durch aufgeschweißte Lamellen möglich.
- Flügelwand ggf. größeres Spundwandprofil

Anhang A: Erddrucke Häupter (BP 3)

GGU-UNDERPIN / Version 7.15 / 13.10.2017
Eo + Ev + 10 GW+3,48
Norm: EC 7
Berechnungsgrundlagen:
keine Erddruckumlagerung
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Erdruhedruck
Ersatzerddruck-Beiwert k_{ah} [-] = 0.200
Passiver Erddruck nach: DIN 4085:2011
g_G = 1.00

g_{E0g} = 1.00
g_Q = 1.00
g_{Ep} = 1.00
Faktor(Ep) = 0.50
Hydraulischer Gradient (Passivseite) für Erddruck
Datei: 1.AH-BP3-Eo-GW3.48-10.ufg
Datum: 22.11.2017
Uhrzeit: 13:58:34



Boden pas/akt	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	c_k [kN/m²]	d/j passiv	d/j aktiv	Bezeichnung
	1.08	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	0.000	0.000	Auffüllung Sand
	-4.62	22.0/22.0	12.0/12.0	32.5/32.5	6.0/6.0	0.000	0.000	Auffüllung GM
	-9.40	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	0.000	0.000	Auffüllung Sand
	-10.70	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	0.000	0.000	Geschiebemergel, st-hf
	-16.70	20.0/20.0	10.5/10.5	25.0/25.0	0.0/0.0	0.000	0.000	Beckenton, -schluff, st-hf
	<-16.70	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	0.000	0.000	Geschiebemergel, hf-f

OK Wand = 5.85 m

Eo + Ev + 10 GW +3,48

GGU-UNDERPIN / Version 7.15 / 13.10.2017

Unterfangung
==========

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Eo + Ev + 10 GW+3,48

Datei: 1.AH-BP3-Eo-GW3.48-10.ufg

Datum: 22.11.2017
Uhrzeit: 13:58:34

Wandkopf = 5.85 m

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

Baugrubensohle = -12.75 m

Grundwasserstand (rechts) = 3.48 m
Grundwasserstand (links) = 3.48 m

Teilsicherheiten
gamma,g = 1.00
gamma,g,Ruhe = 1.00
gamma,q = 1.00
gamma,Ep = 1.00 (Gleiten)

Unterfangungskörper
g 24.00 kN/m³
E-Modul = 2.2000E+7 kN/m²
Vertikallast(G) = 0.00 kN/m
Vertikallast(Q) = 0.00 kN/m
Horizontallast(G) = 0.00 kN/m
Horizontallast(Q) = 0.00 kN/m
x (Last) = -0.50 m
Fundamentlänge a = 100.00 m

Tiefe [m]	links [m]	rechts [m]	Breite [m]
5.85	-10.00	0.00	10.00
-15.00	-10.00	0.00	10.00

Flächenlast p = 10.00 kN/m²

Zusatzdrücke

Nr. [-]	e(oben) [kN/m²]	e(unten) [kN/m²]	z(oben) [m]	z(unten) [m]	Verkehrslast [-]
1	20.37	0.00	5.85	3.40	nein

keine Erddruckumlagerung

Art des Fußlagers:
Fuß ist voll eingespannt

Anker und Steifen

Nr. [-]	y [m]	Neigung [°]	Länge [m]	N,d [kN/m]	N,g+q [kN/m]	N,g [kN/m]	EA [kN/m]	EI [kN·m²/m]	
1	-8.95	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.000E-3	1.000E-3	Steife

Zusätzlich für Steifen
Steife 1
Vertikallast [kN/m²/m]: 0.00
max M [kN·m/m]: 0.00
gelenkig an Wand angeschlossen
Bemessungswerte

x	y	wx	wy	N	Q	M

Eo + Ev + 10 GW +3,48

[m]	[m]	[mm]	[mm]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
-6.00	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.90	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.90	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.80	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.70	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.60	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.50	-8.95	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.40	-8.95	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.30	-8.95	-0.1	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.20	-8.95	-0.1	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.10	-8.95	-0.1	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.00	-8.95	-0.1	0.1	0.00	0.00	0.00

Bodenkennwerte

Schicht pas/akt	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	c_k [kN/m²]	dp/j [-]	da/j [-]	E_s [MN/m²]
1	1.08	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	0.000	0.000	10.0
2	-4.62	22.0/22.0	12.0/12.0	32.5/32.5	6.0/6.0	0.000	0.000	10.0
3	-9.40	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	0.000	0.000	10.0
4	-10.70	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	0.000	0.000	10.0
5	-16.70	20.0/20.0	10.5/10.5	25.0/25.0	0.0/0.0	0.000	0.000	10.0
6	-23.50	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	0.000	0.000	10.0

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

Schicht [-]	k_{agh} [-]	k_{ach} [-]	j_k [°]	d [°]
1	0.463	0.000	32.500	0.00
2	0.463	0.000	32.500	0.00
3	0.463	0.000	32.500	0.00
4	0.412	0.000	36.000	0.00
5	0.577	0.000	25.000	0.00
6	0.412	0.000	36.000	0.00

Aktive Erddruckordinaten (g+q),k
mit Zusatzdrücken

von [m]	bis [m]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]	Wasserdruck oben[kN/m²]	Wasserdruck unten[kN/m²]
5.850	3.480	25.005	25.031	0.00	0.00
3.480	3.400	25.031	24.736	0.00	0.00
3.400	1.080	24.736	35.471	0.00	0.00
1.080	-4.620	35.471	67.119	0.00	0.00
-4.620	-8.950	67.119	87.154	0.00	0.00
-8.950	-9.400	87.154	89.236	0.00	0.00
-9.400	-10.700	79.500	86.466	0.00	0.00
-10.700	-12.750	121.112	133.540	0.00	0.00
-12.750	-14.913	133.540	146.650	0.00	0.00
-14.913	-15.000	146.650	147.180	0.00	0.00
-15.000	-16.700	147.180	157.487	0.00	0.00
-16.700	-23.500	112.436	148.875	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte
Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützlinie)
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00
bestimmt nach: DIN 4085:2011

Schicht [-]	k_{pgh} [-]	k_{pch} [-]	j_k [°]	d [°]
5	2.464	3.139	25.000	0.00
6	3.852	3.925	36.000	0.00

Passive Erddruckordinaten mit:
Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützlinie)
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von [m]	bis [m]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]

Eo + Ev + 10 GW +3,48

-10.70	-12.75	0.00	0.00
-12.75	-14.91	0.00	-27.97
-14.91	-15.00	-27.97	-29.10
-15.00	-16.70	-29.10	-51.10
-16.70	-23.50	-79.88	-250.13

Schnittgrößen (g+q),k

Tiefe [m]	H [kN/m]	M [kN·m/m]	V [kN/m]	e [m]	b/3 [m]	
5.85	0.0	0.0	0.0	0.000	3.333	
3.48	59.3	-70.2	568.8	-0.123	3.333	
3.40	61.3	-75.0	588.0	-0.128	3.333	
1.08	131.1	-293.4	1144.8	-0.256	3.333	
-4.62	423.5	-1788.3	2512.8	-0.712	3.333	
-8.95	757.5	-4313.9	3552.0	-1.214	3.333	
-9.40	797.2	-4663.7	3660.0	-1.274	3.333	
-10.70	905.1	-5769.1	3972.0	-1.452	3.333	
-12.75	1166.1	-7887.7	4464.0	-1.767	3.333	
-14.91	1438.8	-10710.0	4983.0	-2.149	3.333	
-15.00	1449.1	-10836.4	3156.0	-3.434	3.333	*

*) Bedingung: |e| < b / 3 nicht eingehalten.

Kippsicherheit
Maßgebend: g+q
Exzentrizität e(Fuß) = -3.434 m
b/6 = 1.667 m ; b/3 = 3.333 m
Keine Kippsicherheit

Nachweis Gebrauchstauglichkeit
Resultierende liegt unter ständigen
Lasten nicht in der 1. Kernweite!
Nachweis nicht erbracht!

Hydraulischer Gradient auf Passivseite für Erddruckberechnung verwendet !

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Ausnutzungsgrad hydraulische Grundbruchsicherheit = 0.00
gamma(Gewicht) = 0.95
gamma(Strömungskraft) = 1.35
UK Schicht = 5.85

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

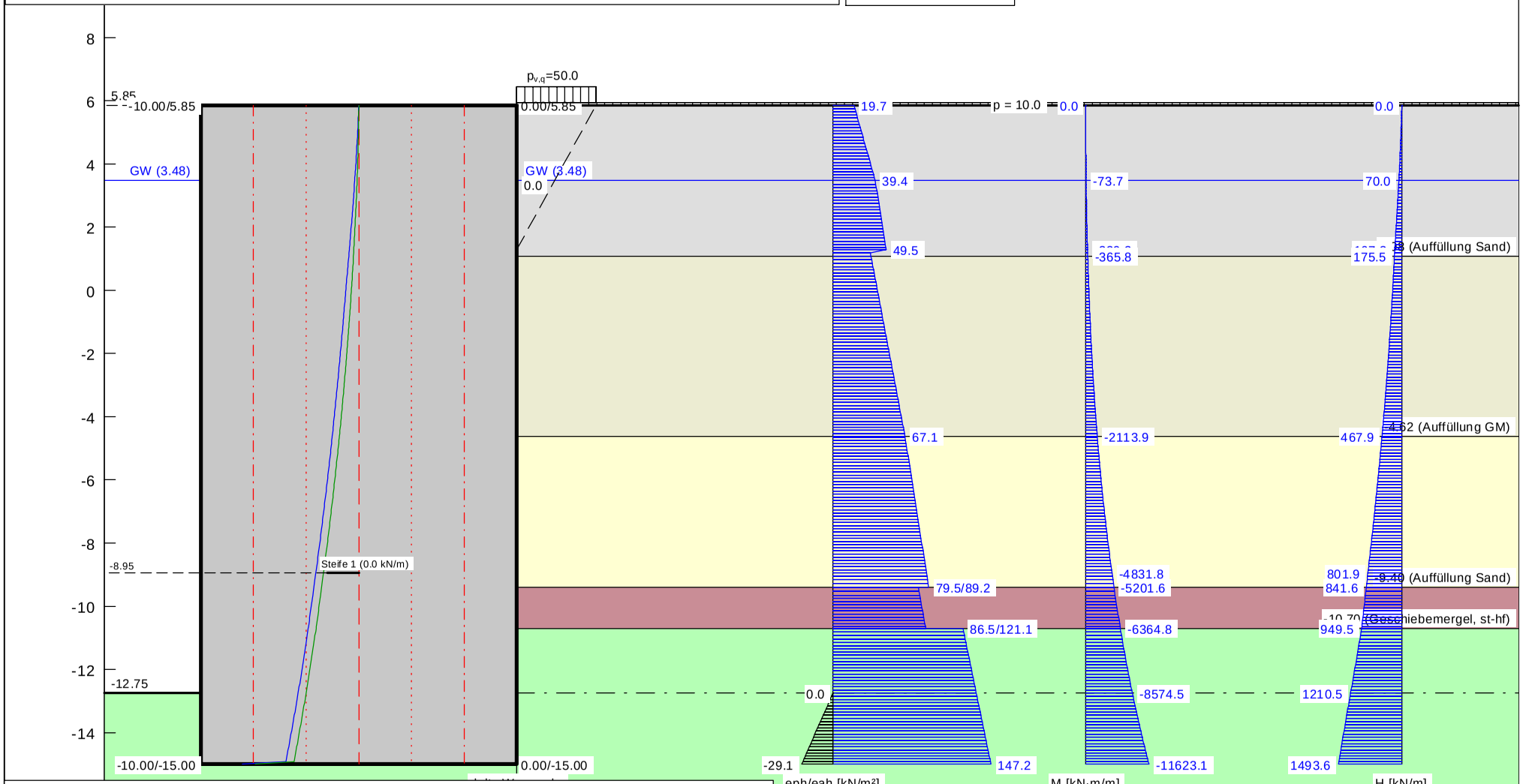
Anker- und Steifenkräfte

Nr [-]	Tiefe [m]	Länge [m]	Kraft,d [kN/m]	Kraft,g+q [kN/m]	Kraft,g [kN/m]	
1	-8.95	-1.00	0.00	0.00	0.00	Steife

GGU-UNDERPIN / Version 7.15 / 13.10.2017
Eo + Ev + 10 + q50 GW+3,48
Norm: EC 7
Berechnungsgrundlagen:
keine Erddruckumlagerung
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Erdruhedruck
Erdruhedruck für Blocklasten
Konzentrationsfaktor = 4
Ersatzerddruck-Beiwert k_{ah} [-] = 0.200

Passiver Erddruck nach: DIN 4085:2011
g_G = 1.00
g_{E0g} = 1.00
g_Q = 1.00
g_{Ep} = 1.00
Faktor(Ep) = 0.50
Hydraulischer Gradient (Passivseite) für Erddruck
Datei: AH-BP3-Eo-GW3.48-50.ufg
Datum: 22.11.2017
Uhrzeit: 14:06:54

Revision



Boden pas/akt	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	c_k [kN/m²]	d/j passiv	d/j aktiv	Bezeichnung
	1.08	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	0.000	0.000	Auffüllung Sand
	-4.62	22.0/22.0	12.0/12.0	32.5/32.5	6.0/6.0	0.000	0.000	Auffüllung GM
	-9.40	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	0.000	0.000	Auffüllung Sand
	-10.70	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	0.000	0.000	Geschiebemergel, st-hf
	-16.70	20.0/20.0	10.5/10.5	25.0/25.0	0.0/0.0	0.000	0.000	Beckenton, -schluff, st-hf
	<-16.70	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	0.000	0.000	Geschiebemergel, hf-f

OK Wand = 5.85 m

13188 Kiel-Holtenau

MSA 2100

Anhang A A.5

Eo + Ev + 10 + q50 GW +3,48

GGU-UNDERPIN / Version 7.15 / 13.10.2017

Unterfangung
==========

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Eo + Ev + 10 + q50 GW+3,48

Datei: AH-BP3-Eo-GW3.48-50.ufg

Datum: 22.11.2017
Uhrzeit: 14:06:54

Wandkopf = 5.85 m

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

Baugrubensohle = -12.75 m

Grundwasserstand (rechts) = 3.48 m
Grundwasserstand (links) = 3.48 m

Teilsicherheiten
gamma,g = 1.00
gamma,g,Ruhe = 1.00
gamma,q = 1.00
gamma,Ep = 1.00 (Gleiten)

Unterfangungskörper
g 24.00 kN/m³
E-Modul = 2.2000E+7 kN/m²
Vertikallast(G) = 0.00 kN/m
Vertikallast(Q) = 0.00 kN/m
Horizontallast(G) = 0.00 kN/m
Horizontallast(Q) = 0.00 kN/m
x (Last) = -0.50 m
Fundamentlänge a = 100.00 m

Tiefe [m]	links [m]	rechts [m]	Breite [m]
5.85	-10.00	0.00	10.00
-15.00	-10.00	0.00	10.00

Flächenlast p = 10.00 kN/m²

Blocklasten
Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr. [-]	sig(v) [kN/m²]	sig(h) [kN/m²]	x(links) [m]	x(rechts) [m]	Tiefe [m]
1	50.00	0.00	0.00	2.50	5.85

Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr. [-]	y(oben) [m]	y(mitte) [m]	y(unten) [m]	p(oben) [kN/m²]	p(mitte) [kN/m²]	p(unten) [kN/m²]	Typ	
1	5.85	5.85	1.29	15.05	15.05	15.05	0	Verkehrslast

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

keine Erddruckumlagerung

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:
Fuß ist voll eingespannt

Anker und Steifen

Nr.	y	Neigung	Länge	N,d	N,g+q	N,g	EA	EI

Eo + Ev + 10 + q50 GW +3,48

[-]	[m]	[°]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m²/m]	
1	-8.95	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.000E-3	1.000E-3	Steife

Zusätzlich für Steifen
Steife 1
Vertikallast [kN/m²/m]: 0.00
max M [kN·m/m]: 0.00
gelenkig an Wand angeschlossen
Bemessungswerte

x [m]	y [m]	wx [mm]	wy [mm]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
-6.00	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.90	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.90	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.80	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.70	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.60	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.50	-8.95	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.40	-8.95	-0.1	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.30	-8.95	-0.1	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.20	-8.95	-0.1	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.10	-8.95	-0.1	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.00	-8.95	-0.1	0.1	0.00	0.00	0.00

Bodenkennwerte

Schicht pas/akt	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	c_k [kN/m²]	dp/j [-]	da/j [-]	E_s [MN/m²]
1	1.08	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	0.000	0.000	10.0
2	-4.62	22.0/22.0	12.0/12.0	32.5/32.5	6.0/6.0	0.000	0.000	10.0
3	-9.40	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	0.000	0.000	10.0
4	-10.70	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	0.000	0.000	10.0
5	-16.70	20.0/20.0	10.5/10.5	25.0/25.0	0.0/0.0	0.000	0.000	10.0
6	-23.50	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	0.000	0.000	10.0

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

Schicht [-]	k_{agh} [-]	k_{ach} [-]	j_k [°]	d [°]
1	0.463	0.000	32.500	0.00
2	0.463	0.000	32.500	0.00
3	0.463	0.000	32.500	0.00
4	0.412	0.000	36.000	0.00
5	0.577	0.000	25.000	0.00
6	0.412	0.000	36.000	0.00

Aktive Erddruckordinaten (g+q),k

von [m]	bis [m]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]	Wasserdruck oben[kN/m²]	Wasserdruck unten[kN/m²]
5.850	3.480	19.676	39.415	0.00	0.00
3.480	1.293	39.415	49.534	0.00	0.00
1.293	1.080	49.534	35.471	0.00	0.00
1.080	-4.620	35.471	67.119	0.00	0.00
-4.620	-8.950	67.119	87.154	0.00	0.00
-8.950	-9.400	87.154	89.236	0.00	0.00
-9.400	-10.700	79.500	86.466	0.00	0.00
-10.700	-12.750	121.112	133.540	0.00	0.00
-12.750	-14.913	133.540	146.650	0.00	0.00
-14.913	-15.000	146.650	147.180	0.00	0.00
-15.000	-16.700	147.180	157.487	0.00	0.00
-16.700	-23.500	112.436	148.875	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte
Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützlinie)
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00
bestimmt nach: DIN 4085:2011

Schicht	k_{pgh}	k_{pch}	j_k	d

Eo + Ev + 10 + q50 GW +3,48

[-]	[-]	[-]	[°]	[°]
5	2.464	3.139	25.000	0.00
6	3.852	3.925	36.000	0.00

Passive Erddruckordinaten mit:
Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützlinie)
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von [m]	bis [m]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]
-10.70	-12.75	0.00	0.00
-12.75	-14.91	0.00	-27.97
-14.91	-15.00	-27.97	-29.10
-15.00	-16.70	-29.10	-51.10
-16.70	-23.50	-79.88	-250.13

Schnittgrößen (g+q),k

Tiefe [m]	H [kN/m]	M [kN·m/m]	V [kN/m]	e [m]	b/3 [m]	
5.85	0.0	0.0	0.0	0.000	3.333	
3.48	70.0	-73.7	568.8	-0.130	3.333	
1.29	167.3	-329.2	1093.7	-0.301	3.333	
1.08	175.5	-365.8	1144.8	-0.320	3.333	
-4.62	467.9	-2113.9	2512.8	-0.841	3.333	
-8.95	801.9	-4831.8	3552.0	-1.360	3.333	
-9.40	841.6	-5201.6	3660.0	-1.421	3.333	
-10.70	949.5	-6364.8	3972.0	-1.602	3.333	
-12.75	1210.5	-8574.5	4464.0	-1.921	3.333	
-14.91	1483.2	-11492.9	4983.0	-2.306	3.333	
-15.00	1493.6	-11623.1	3156.0	-3.683	3.333	*

*) Bedingung: |e| < b / 3 nicht eingehalten.

Kippsicherheit
Maßgebend: g+q
Exzentrizität e(Fuß) = -3.683 m
b/6 = 1.667 m ; b/3 = 3.333 m
Keine Kippsicherheit

Nachweis Gebrauchstauglichkeit
Resultierende liegt unter ständigen
Lasten nicht in der 1. Kernweite!
Nachweis nicht erbracht!

Setzungen
Steifemodulprofil und
Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten
infolge ständiger Lasten

Tiefe [m u. GS]	E_s [MN/m²]	s(links) [cm]	s(rechts) [cm]
1.70	10.00	15.01	3.02
> 1.70	10.00	38.88	27.79

Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefe = 18.08 m u. GS
V,k = 3156.00 kN/m
a = 100.00 m
b = 5.17 m
sigma (links) = 1219.84 kN/m²
sigma (rechts) = 0.00 kN/m²
Setzungen in den beiden kennzeichnenden Punkten:
links: s = 53.89 cm
rechts: s = 30.81 cm

Hydraulischer Gradient auf Passivseite für Erddruckberechnung verwendet !

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Ausnutzungsgrad hydraulische Grundbruchsicherheit = 0.00

Eo + Ev + 10 + q50 GW +3,48

gamma(Gewicht) = 0.95
gamma(Strömungskraft) = 1.35
UK Schicht = 5.85

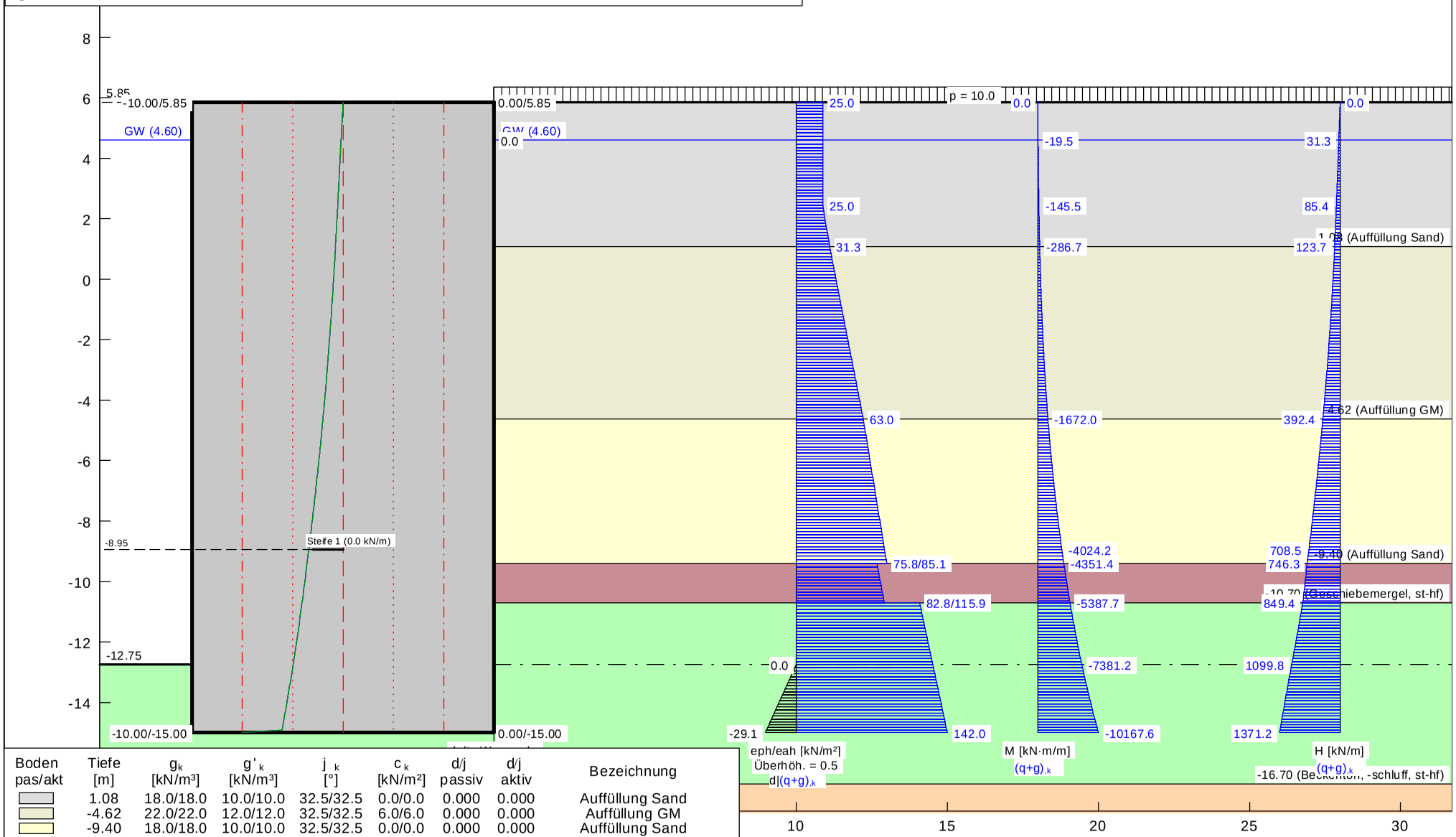
Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Anker- und Steifenkräfte

Nr	Tiefe	Länge	Kraft,d	Kraft,g+q	Kraft,g	
[-]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	
1	-8.95	-1.00	0.00	0.00	0.00	Steife

GGU-UNDERPIN / Version 7.15 / 13.10.2017
Eo + Ev + 10 GW+4,6
Norm: EC 7
Berechnungsgrundlagen:
keine Erddruckumlagerung
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Erdruhedruck
Ersatzerddruck-Beiwert k_{ah} [-] = 0.200
Passiver Erddruck nach: DIN 4085:2011
g_G = 1.00

g_{E0g} = 1.00
g_Q = 1.00
g_{Ep} = 1.00
Faktor(Ep) = 0.50
Hydraulischer Gradient (Passivseite) für Erddruck
Datei: AH-BP3-Eo-GW4.60-10.ufg
Datum: 22.11.2017
Uhrzeit: 14:12:06



Boden pas/akt	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	c_k [kN/m²]	d/j passiv	d/j aktiv	Bezeichnung
	1.08	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	0.000	0.000	Auffüllung Sand
	-4.62	22.0/22.0	12.0/12.0	32.5/32.5	6.0/6.0	0.000	0.000	Auffüllung GM
	-9.40	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	0.000	0.000	Auffüllung Sand
	-10.70	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	0.000	0.000	Geschiebemergel, st-hf
	-16.70	20.0/20.0	10.5/10.5	25.0/25.0	0.0/0.0	0.000	0.000	Beckenton, -schluff, st-hf
	<-16.70	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	0.000	0.000	Geschiebemergel, hf-f

OK Wand = 5.85 m

Eo + Ev + 10 GW +4,60

GGU-UNDERPIN / Version 7.15 / 13.10.2017

Unterfangung
==========

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Eo + Ev + 10 GW+4,6

Datei: AH-BP3-Eo-GW4.60-10.ufg

Datum: 22.11.2017
Uhrzeit: 14:12:06

Wandkopf = 5.85 m

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

Baugrubensohle = -12.75 m

Grundwasserstand (rechts) = 4.60 m
Grundwasserstand (links) = 4.60 m

Teilsicherheiten
gamma,g = 1.00
gamma,g,Ruhe = 1.00
gamma,q = 1.00
gamma,Ep = 1.00 (Gleiten)

Unterfangungskörper
g 24.00 kN/m³
E-Modul = 2.2000E+7 kN/m²
Vertikallast(G) = 0.00 kN/m
Vertikallast(Q) = 0.00 kN/m
Horizontallast(G) = 0.00 kN/m
Horizontallast(Q) = 0.00 kN/m
x (Last) = -0.50 m
Fundamentlänge a = 100.00 m

Tiefe [m]	links [m]	rechts [m]	Breite [m]
5.85	-10.00	0.00	10.00
-15.00	-10.00	0.00	10.00

Flächenlast p = 10.00 kN/m²

Zusatzdrücke

Nr. [-]	e(oben) [kN/m²]	e(unten) [kN/m²]	z(oben) [m]	z(unten) [m]	Verkehrslast [-]
1	20.40	10.00	5.85	4.60	nein
2	10.00	0.00	4.60	2.44	nein

keine Erddruckumlagerung

Art des Fußlagers:
Fuß ist voll eingespannt

Anker und Steifen

Nr. [-]	y [m]	Neigung [°]	Länge [m]	N,d [kN/m]	N,g+q [kN/m]	N,g [kN/m]	EA [kN/m]	EI [kN·m²/m]	
1	-8.95	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.000E-3	1.000E-3	Steife

Zusätzlich für Steifen
Steife 1
Vertikallast [kN/m²/m]: 0.00
max M [kN·m/m]: 0.00
gelenkig an Wand angeschlossen
Bemessungswerte

Eo + Ev + 10 GW +4,60

x [m]	y [m]	wx [mm]	wy [mm]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
-6.00	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.90	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.90	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.80	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.70	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.60	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.50	-8.95	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.40	-8.95	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.30	-8.95	-0.1	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.20	-8.95	-0.1	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.10	-8.95	-0.1	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.00	-8.95	-0.1	0.1	0.00	0.00	0.00

Bodenkennwerte

Schicht pas/akt	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	c_k [kN/m²]	dp/j [-]	da/j [-]	E_s [MN/m²]
1	1.08	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	0.000	0.000	10.0
2	-4.62	22.0/22.0	12.0/12.0	32.5/32.5	6.0/6.0	0.000	0.000	10.0
3	-9.40	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	0.000	0.000	10.0
4	-10.70	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	0.000	0.000	10.0
5	-16.70	20.0/20.0	10.5/10.5	25.0/25.0	0.0/0.0	0.000	0.000	10.0
6	-23.50	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	0.000	0.000	10.0

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

Schicht [-]	k_{agh} [-]	k_{ach} [-]	j_k [°]	d [°]
1	0.463	0.000	32.500	0.00
2	0.463	0.000	32.500	0.00
3	0.463	0.000	32.500	0.00
4	0.412	0.000	36.000	0.00
5	0.577	0.000	25.000	0.00
6	0.412	0.000	36.000	0.00

Aktive Erddruckordinaten (g+q),k
mit Zusatzdrücken

von [m]	bis [m]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]	Wasserdruck oben[kN/m²]	Wasserdruck unten[kN/m²]
5.850	4.600	25.035	25.038	0.00	0.00
4.600	2.440	25.038	25.032	0.00	0.00
2.440	1.080	25.032	31.325	0.00	0.00
1.080	-4.620	31.325	62.974	0.00	0.00
-4.620	-8.950	62.974	83.008	0.00	0.00
-8.950	-9.400	83.008	85.091	0.00	0.00
-9.400	-10.700	75.806	82.773	0.00	0.00
-10.700	-12.750	115.938	128.366	0.00	0.00
-12.750	-14.913	128.366	141.477	0.00	0.00
-14.913	-15.000	141.477	142.007	0.00	0.00
-15.000	-16.700	142.007	152.313	0.00	0.00
-16.700	-23.500	108.742	145.182	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte
Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützlinie)
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00
bestimmt nach: DIN 4085:2011

Schicht [-]	k_{pgh} [-]	k_{pch} [-]	j_k [°]	d [°]
5	2.464	3.139	25.000	0.00
6	3.852	3.925	36.000	0.00

Passive Erddruckordinaten mit:
Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützlinie)
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten

Eo + Ev + 10 GW +4,60

[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]
-10.70	-12.75	0.00	0.00
-12.75	-14.91	0.00	-27.97
-14.91	-15.00	-27.97	-29.10
-15.00	-16.70	-29.10	-51.10
-16.70	-23.50	-79.88	-250.13

Schnittgrößen (g+q),k

Tiefe [m]	H [kN/m]	M [kN·m/m]	V [kN/m]	e [m]	b/3 [m]	
5.85	0.0	0.0	0.0	0.001	3.333	
4.60	31.3	-19.5	300.0	-0.065	3.333	
2.44	85.4	-145.5	818.4	-0.178	3.333	
1.08	123.7	-286.7	1144.8	-0.250	3.333	
-4.62	392.4	-1672.0	2512.8	-0.665	3.333	
-8.95	708.5	-4024.2	3552.0	-1.133	3.333	
-9.40	746.3	-4351.4	3660.0	-1.189	3.333	
-10.70	849.4	-5387.7	3972.0	-1.356	3.333	
-12.75	1099.8	-7381.2	4464.0	-1.653	3.333	
-14.91	1361.3	-10048.1	4983.0	-2.016	3.333	
-15.00	1371.2	-10167.6	3044.0	-3.340	3.333	*

*) Bedingung: |e| < b / 3 nicht eingehalten.

Kippsicherheit
Maßgebend: g+q
Exzentrizität e(Fuß) = -3.340 m
b/6 = 1.667 m ; b/3 = 3.333 m
Keine Kippsicherheit

Nachweis Gebrauchstauglichkeit
Resultierende liegt unter ständigen
Lasten nicht in der 1. Kernweite!
Nachweis nicht erbracht!

Hydraulischer Gradient auf Passivseite für Erddruckberechnung verwendet !

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Ausnutzungsgrad hydraulische Grundbruchsicherheit = 0.00
gamma(Gewicht) = 0.95
gamma(Strömungskraft) = 1.35
UK Schicht = 5.85

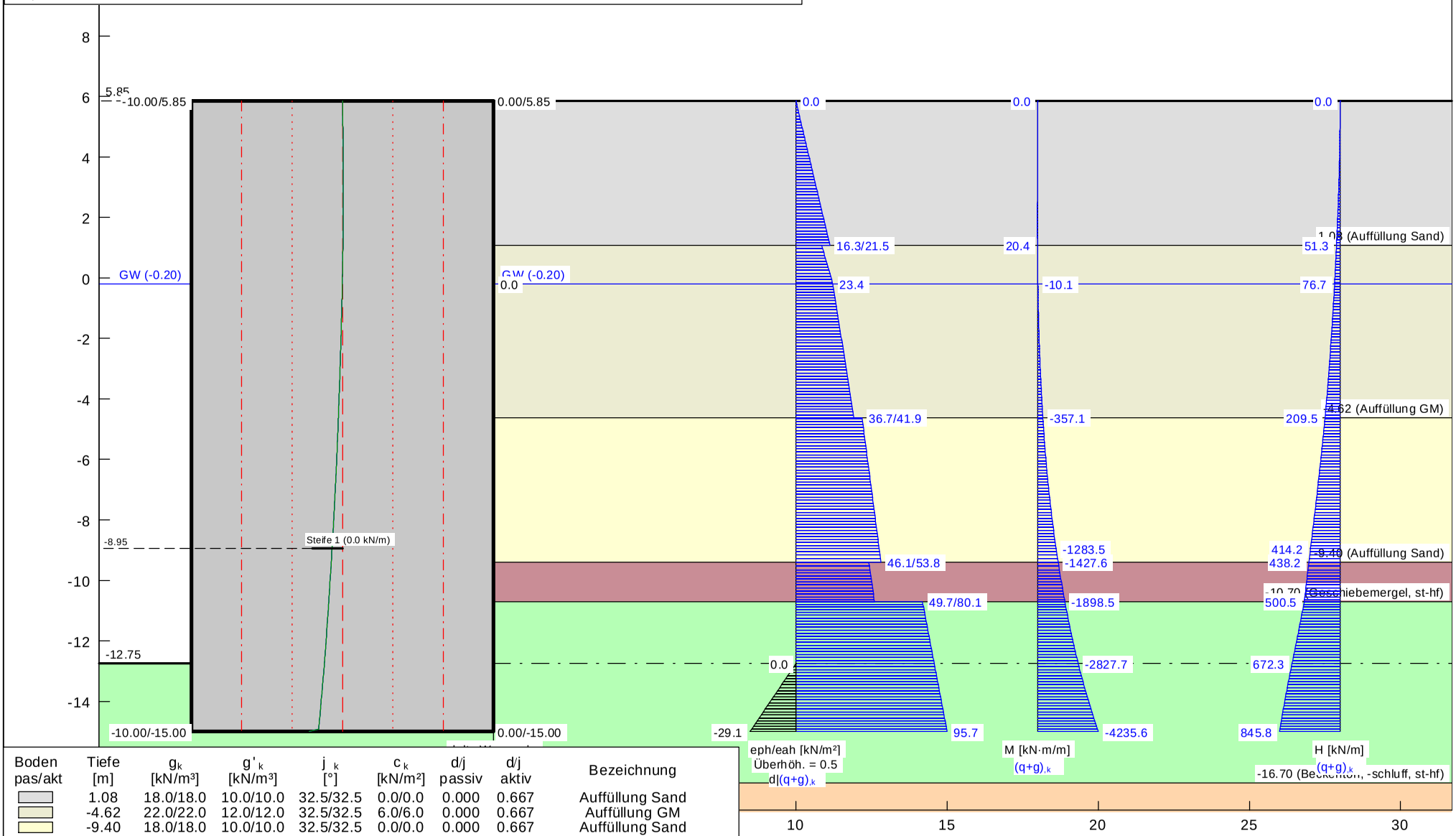
Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Anker- und Steifenkräfte

Nr [-]	Tiefe [m]	Länge [m]	Kraft,d [kN/m]	Kraft,g+q [kN/m]	Kraft,g [kN/m]	
1	-8.95	-1.00	0.00	0.00	0.00	Steife

GGU-UNDERPIN / Version 7.15 / 13.10.2017
Ea + GW -0,20
Norm: EC 7
Berechnungsgrundlagen:
keine Erddruckumlagerung
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Passiver Erddruck nach: DIN 4085:2011
g_G = 1.00
g_Q = 1.00
g_{Ep} = 1.00

Faktor(Ep) = 0.50
Hydraulischer Gradient (Passivseite) für Erddruck
Datei: AH-BP3-Ea-GW-0.20.ufg
Datum: 22.11.2017
Uhrzeit: 14:14:57



Boden pas/akt	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	c_k [kN/m²]	d/j passiv	d/j aktiv	Bezeichnung
	1.08	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	0.000	0.667	Auffüllung Sand
	-4.62	22.0/22.0	12.0/12.0	32.5/32.5	6.0/6.0	0.000	0.667	Auffüllung GM
	-9.40	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	0.000	0.667	Auffüllung Sand
	-10.70	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	0.000	0.667	Geschiebemergel, st-hf
	-16.70	20.0/20.0	10.5/10.5	25.0/25.0	0.0/0.0	0.000	0.667	Beckenton, -schluff, st-hf
	<-16.70	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	0.000	0.667	Geschiebemergel, hf-f

OK Wand = 5.85 m

Ea + GW -0,20

GGU-UNDERPIN / Version 7.15 / 13.10.2017

Unterfangung
==========

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Ea + GW -0,20

Datei: AH-BP3-Ea-GW-0.20.ufg

Datum: 22.11.2017
Uhrzeit: 14:14:57

Wandkopf = 5.85 m

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

Baugrubensohle = -12.75 m

Grundwasserstand (rechts) = -0.20 m
Grundwasserstand (links) = -0.20 m

Teilsicherheiten
gamma,g = 1.00
gamma,q = 1.00
gamma,Ep = 1.00 (Gleiten)

Unterfangungskörper
g 24.00 kN/m³
E-Modul = 2.2000E+7 kN/m²
Vertikallast(G) = 0.00 kN/m
Vertikallast(Q) = 0.00 kN/m
Horizontallast(G) = 0.00 kN/m
Horizontallast(Q) = 0.00 kN/m
x (Last) = -0.50 m
Fundamentlänge a = 100.00 m

Tiefe [m]	links [m]	rechts [m]	Breite [m]
5.85	-10.00	0.00	10.00
-15.00	-10.00	0.00	10.00

Flächenlast p = 0.00 kN/m²

keine Erddruckumlagerung

Art des Fußlagers:
Fuß ist voll eingespannt

Anker und Steifen

Nr. [-]	y [m]	Neigung [°]	Länge [m]	N,d [kN/m]	N,g+q [kN/m]	N,g [kN/m]	EA [kN/m]	EI [kN·m²/m]	
1	-8.95	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.000E-3	1.000E-3	Steife

Zusätzlich für Steifen
Steife 1
Vertikallast [kN/m²/m]: 0.00
max M [kN·m/m]: 0.00
gelenkig an Wand angeschlossen
Bemessungswerte

x [m]	y [m]	wx [mm]	wy [mm]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
-6.00	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.90	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.90	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.80	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.70	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00

Ea + GW -0,20

-5.60	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.50	-8.95	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.40	-8.95	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.30	-8.95	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.20	-8.95	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.10	-8.95	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.00	-8.95	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00

Bodenkennwerte

Schicht pas/akt	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	c_k [kN/m²]	dp/j [-]	da/j [-]	E_s [MN/m²]
1	1.08	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	0.000	0.667	10.0
2	-4.62	22.0/22.0	12.0/12.0	32.5/32.5	6.0/6.0	0.000	0.667	10.0
3	-9.40	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	0.000	0.667	10.0
4	-10.70	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	0.000	0.667	10.0
5	-16.70	20.0/20.0	10.5/10.5	25.0/25.0	0.0/0.0	0.000	0.667	10.0
6	-23.50	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	0.000	0.667	10.0

Aktive Erddruckbeiwerte
bestimmt nach: DIN 4085

Schicht [-]	k_{agh} [-]	k_{ach} [-]	j_k [°]	d [°]
1	0.251	0.866	32.500	21.68
2	0.251	0.866	32.500	21.68
3	0.251	0.866	32.500	21.68
4	0.215	0.792	36.000	24.01
5	0.346	1.043	25.000	16.67
6	0.215	0.792	36.000	24.01

Aktive Erddruckordinaten (g+q),k

von [m]	bis [m]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]	Wasserdruck oben[kN/m²]	Wasserdruck unten[kN/m²]
5.850	1.080	0.000	21.518	0.00	0.00
1.080	-0.200	16.324	23.382	0.00	0.00
-0.200	-4.620	23.382	36.675	0.00	0.00
-4.620	-8.950	41.868	52.720	0.00	0.00
-8.950	-9.400	52.720	53.848	0.00	0.00
-9.400	-10.700	46.101	49.727	0.00	0.00
-10.700	-12.750	80.102	87.542	0.00	0.00
-12.750	-14.913	87.542	95.389	0.00	0.00
-14.913	-15.000	95.389	95.707	0.00	0.00
-15.000	-16.700	95.707	101.876	0.00	0.00
-16.700	-23.500	63.245	82.212	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte
Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützlinie)
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00
bestimmt nach: DIN 4085:2011

Schicht [-]	k_{pgh} [-]	k_{pch} [-]	j_k [°]	d [°]
5	2.464	3.139	25.000	0.00
6	3.852	3.925	36.000	0.00

Passive Erddruckordinaten mit:
Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützlinie)
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von [m]	bis [m]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]
-10.70	-12.75	0.00	0.00
-12.75	-14.91	0.00	-27.97
-14.91	-15.00	-27.97	-29.10
-15.00	-16.70	-29.10	-51.10
-16.70	-23.50	-79.88	-250.13

Schnittgrößen (g+q),k

Tiefe [m]	H [kN/m]	M [kN·m/m]	V [kN/m]	e [m]	b/3 [m]
5.85	0.0	0.0	0.0	0.000	3.333

Ea + GW -0,20

1.08	51.3	20.4	1165.2	0.018	3.333
-0.20	76.7	-10.1	1482.5	-0.007	3.333
-4.62	209.5	-357.1	2596.1	-0.138	3.333
-8.95	414.2	-1283.5	3716.7	-0.345	3.333
-9.40	438.2	-1427.6	3834.2	-0.372	3.333
-10.70	500.5	-1898.5	4173.9	-0.455	3.333
-12.75	672.3	-2827.7	4720.0	-0.599	3.333
-14.91	839.9	-4174.4	5298.3	-0.788	3.333
-15.00	845.8	-4235.6	3841.8	-1.103	3.333

Kippsicherheit
Maßgebend: g+q
Exzentrizität e(Fuß) = -1.103 m
b/6 = 1.667 m ; b/3 = 3.333 m
sig1/sig2(Fuß) = 638.3 / 130.0 kN/m²

Setzungen
Steifemodulprofil und
Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten
infolge ständiger Lasten

Tiefe [m u. GS]	E_s [MN/m²]	s(links) [cm]	s(rechts) [cm]
1.70	10.00	9.15	3.26
> 1.70	10.00	36.91	24.98

Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefe = 18.62 m u. GS
V,k = 3841.78 kN/m
a = 100.00 m
b = 10.00 m
sigma (links) = 638.31 kN/m²
sigma (rechts) = 130.04 kN/m²
Setzungen in den beiden kennzeichnenden Punkten:
links: s = 46.06 cm
rechts: s = 28.24 cm

Hydraulischer Gradient auf Passivseite für Erddruckberechnung verwendet !

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Ausnutzungsgrad hydraulische Grundbruchsicherheit = 0.00
gamma(Gewicht) = 0.95
gamma(Strömungskraft) = 1.35
UK Schicht = 5.85

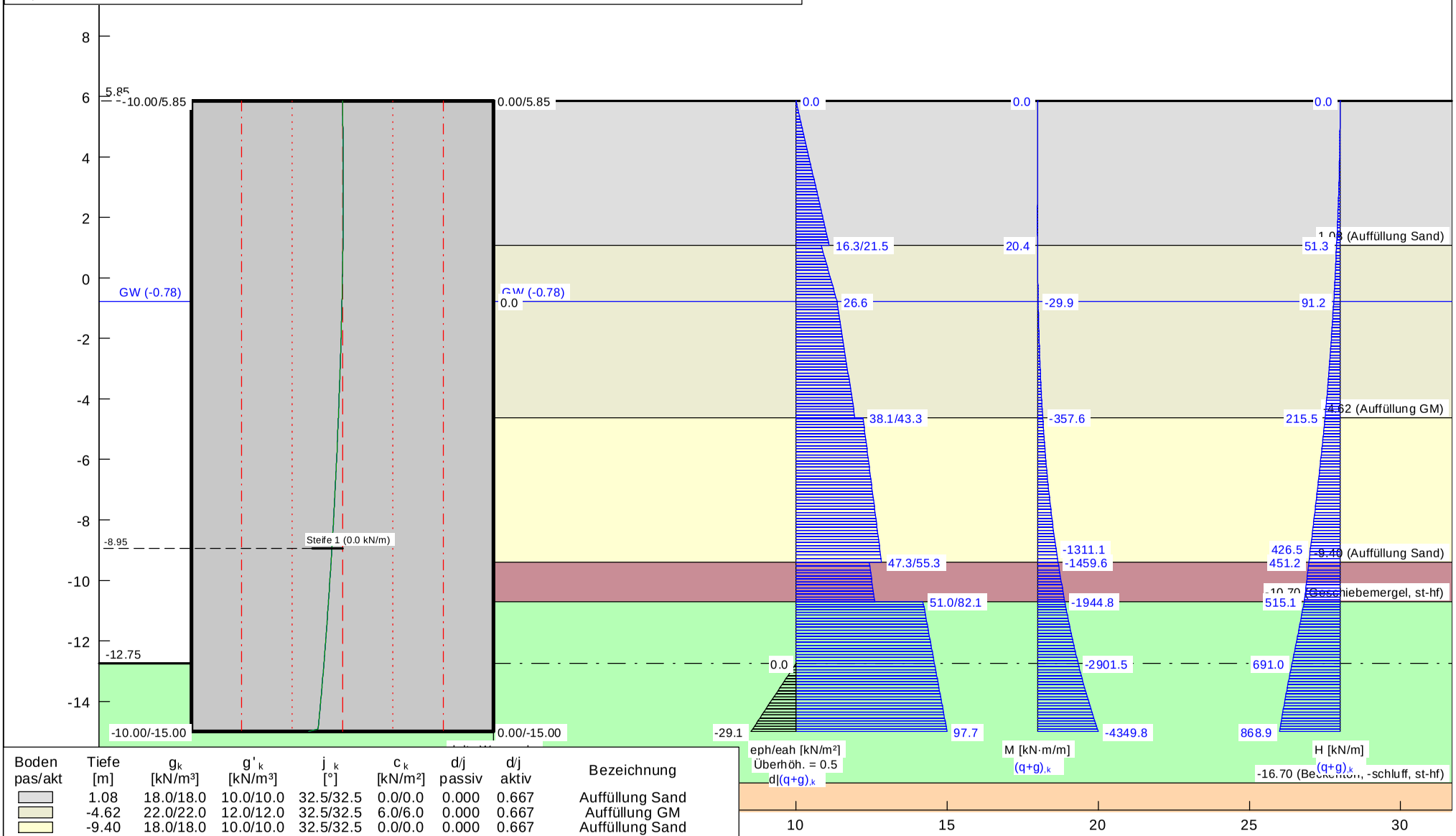
Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Anker- und Steifenkräfte

Nr [-]	Tiefe [m]	Länge [m]	Kraft,d [kN/m]	Kraft,g+q [kN/m]	Kraft,g [kN/m]	
1	-8.95	-1.00	0.00	0.00	0.00	Steife

GGU-UNDERPIN / Version 7.15 / 13.10.2017
Ea + GW -0,78
Norm: EC 7
Berechnungsgrundlagen:
keine Erddruckumlagerung
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Passiver Erddruck nach: DIN 4085:2011
g_G = 1.00
g_Q = 1.00
g_{Ep} = 1.00

Faktor(Ep) = 0.50
Hydraulischer Gradient (Passivseite) für Erddruck
Datei: AH-BP3-Ea-GW-0.78.ufg
Datum: 22.11.2017
Uhrzeit: 14:17:52



Boden pas/akt	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	c_k [kN/m²]	d/j passiv	d/j aktiv	Bezeichnung
	1.08	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	0.000	0.667	Auffüllung Sand
	-4.62	22.0/22.0	12.0/12.0	32.5/32.5	6.0/6.0	0.000	0.667	Auffüllung GM
	-9.40	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	0.000	0.667	Auffüllung Sand
	-10.70	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	0.000	0.667	Geschiebemergel, st-hf
	-16.70	20.0/20.0	10.5/10.5	25.0/25.0	0.0/0.0	0.000	0.667	Beckenton, -schluff, st-hf
	<-16.70	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	0.000	0.667	Geschiebemergel, hf-f

OK Wand = 5.85 m

Ea + GW -0,78

GGU-UNDERPIN / Version 7.15 / 13.10.2017

Unterfangung
==========

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Ea + GW -0,78

Datei: AH-BP3-Ea-GW-0.78.ufg

Datum: 22.11.2017
Uhrzeit: 14:17:52

Wandkopf = 5.85 m

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

Baugrubensohle = -12.75 m

Grundwasserstand (rechts) = -0.78 m
Grundwasserstand (links) = -0.78 m

Teilsicherheiten
gamma,g = 1.00
gamma,q = 1.00
gamma,Ep = 1.00 (Gleiten)

Unterfangungskörper
g 24.00 kN/m³
E-Modul = 2.2000E+7 kN/m²
Vertikallast(G) = 0.00 kN/m
Vertikallast(Q) = 0.00 kN/m
Horizontallast(G) = 0.00 kN/m
Horizontallast(Q) = 0.00 kN/m
x (Last) = -0.50 m
Fundamentlänge a = 100.00 m

Tiefe [m]	links [m]	rechts [m]	Breite [m]
5.85	-10.00	0.00	10.00
-15.00	-10.00	0.00	10.00

Flächenlast p = 0.00 kN/m²

keine Erddruckumlagerung

Art des Fußlagers:
Fuß ist voll eingespannt

Anker und Steifen

Nr. [-]	y [m]	Neigung [°]	Länge [m]	N,d [kN/m]	N,g+q [kN/m]	N,g [kN/m]	EA [kN/m]	EI [kN·m²/m]	
1	-8.95	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.000E-3	1.000E-3	Steife

Zusätzlich für Steifen
Steife 1
Vertikallast [kN/m²/m]: 0.00
max M [kN·m/m]: 0.00
gelenkig an Wand angeschlossen
Bemessungswerte

x [m]	y [m]	wx [mm]	wy [mm]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
-6.00	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.90	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.90	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.80	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.70	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00

Ea + GW -0,78

-5.60	-8.95	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
-5.50	-8.95	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.40	-8.95	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.30	-8.95	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.20	-8.95	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.10	-8.95	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00
-5.00	-8.95	0.0	0.1	0.00	0.00	0.00

Bodenkennwerte

Schicht pas/akt	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	c_k [kN/m²]	dp/j [-]	da/j [-]	E_s [MN/m²]
1	1.08	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	0.000	0.667	10.0
2	-4.62	22.0/22.0	12.0/12.0	32.5/32.5	6.0/6.0	0.000	0.667	10.0
3	-9.40	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	0.000	0.667	10.0
4	-10.70	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	0.000	0.667	10.0
5	-16.70	20.0/20.0	10.5/10.5	25.0/25.0	0.0/0.0	0.000	0.667	10.0
6	-23.50	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	0.000	0.667	10.0

Aktive Erddruckbeiwerte
bestimmt nach: DIN 4085

Schicht [-]	k_{agh} [-]	k_{ach} [-]	j_k [°]	d [°]
1	0.251	0.866	32.500	21.68
2	0.251	0.866	32.500	21.68
3	0.251	0.866	32.500	21.68
4	0.215	0.792	36.000	24.01
5	0.346	1.043	25.000	16.67
6	0.215	0.792	36.000	24.01

Aktive Erddruckordinaten (g+q),k

von [m]	bis [m]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]	Wasserdruck oben[kN/m²]	Wasserdruck unten[kN/m²]
5.850	1.080	0.000	21.518	0.00	0.00
1.080	-0.780	16.324	26.580	0.00	0.00
-0.780	-4.620	26.580	38.128	0.00	0.00
-4.620	-8.950	43.322	54.174	0.00	0.00
-8.950	-9.400	54.174	55.301	0.00	0.00
-9.400	-10.700	47.346	50.972	0.00	0.00
-10.700	-12.750	82.107	89.546	0.00	0.00
-12.750	-14.913	89.546	97.394	0.00	0.00
-14.913	-15.000	97.394	97.712	0.00	0.00
-15.000	-16.700	97.712	103.881	0.00	0.00
-16.700	-23.500	64.489	83.457	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte
Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützlinie)
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00
bestimmt nach: DIN 4085:2011

Schicht [-]	k_{pgh} [-]	k_{pch} [-]	j_k [°]	d [°]
5	2.464	3.139	25.000	0.00
6	3.852	3.925	36.000	0.00

Passive Erddruckordinaten mit:
Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützlinie)
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von [m]	bis [m]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]
-10.70	-12.75	0.00	0.00
-12.75	-14.91	0.00	-27.97
-14.91	-15.00	-27.97	-29.10
-15.00	-16.70	-29.10	-51.10
-16.70	-23.50	-79.88	-250.13

Schnittgrößen (g+q),k

Tiefe [m]	H [kN/m]	M [kN·m/m]	V [kN/m]	e [m]	b/3 [m]
5.85	0.0	0.0	0.0	0.000	3.333

Ea + GW -0,78

1.08	51.3	20.4	1165.2	0.018	3.333
-0.78	91.2	-29.9	1627.5	-0.018	3.333
-4.62	215.5	-357.6	2598.4	-0.138	3.333
-8.95	426.5	-1311.1	3721.5	-0.352	3.333
-9.40	451.2	-1459.6	3839.3	-0.380	3.333
-10.70	515.1	-1944.8	4179.8	-0.465	3.333
-12.75	691.0	-2901.5	4727.2	-0.614	3.333
-14.91	862.9	-4286.8	5306.7	-0.808	3.333
-15.00	868.9	-4349.8	3908.3	-1.113	3.333

Kippsicherheit
Maßgebend: g+q
Exzentrizität e(Fuß) = -1.113 m
b/6 = 1.667 m ; b/3 = 3.333 m
sig1/sig2(Fuß) = 651.8 / 129.8 kN/m²

Setzungen
Steifemodulprofil und
Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten
infolge ständiger Lasten

Tiefe [m u. GS]	E_s [MN/m²]	s(links) [cm]	s(rechts) [cm]
1.70	10.00	9.34	3.29
> 1.70	10.00	37.69	25.43

Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefe = 18.69 m u. GS
V,k = 3908.29 kN/m
a = 100.00 m
b = 10.00 m
sigma (links) = 651.82 kN/m²
sigma (rechts) = 129.84 kN/m²
Setzungen in den beiden kennzeichnenden Punkten:
links: s = 47.02 cm
rechts: s = 28.72 cm

Hydraulischer Gradient auf Passivseite für Erddruckberechnung verwendet !

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Ausnutzungsgrad hydraulische Grundbruchsicherheit = 0.00
gamma(Gewicht) = 0.95
gamma(Strömungskraft) = 1.35
UK Schicht = 5.85

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Anker- und Steifenkräfte

Nr [-]	Tiefe [m]	Länge [m]	Kraft,d [kN/m]	Kraft,g+q [kN/m]	Kraft,g [kN/m]	
1	-8.95	-1.00	0.00	0.00	0.00	Steife

Anhang B: Spundwand – Lastabtrag H-Kräfte Endzustand („Gleiten“)

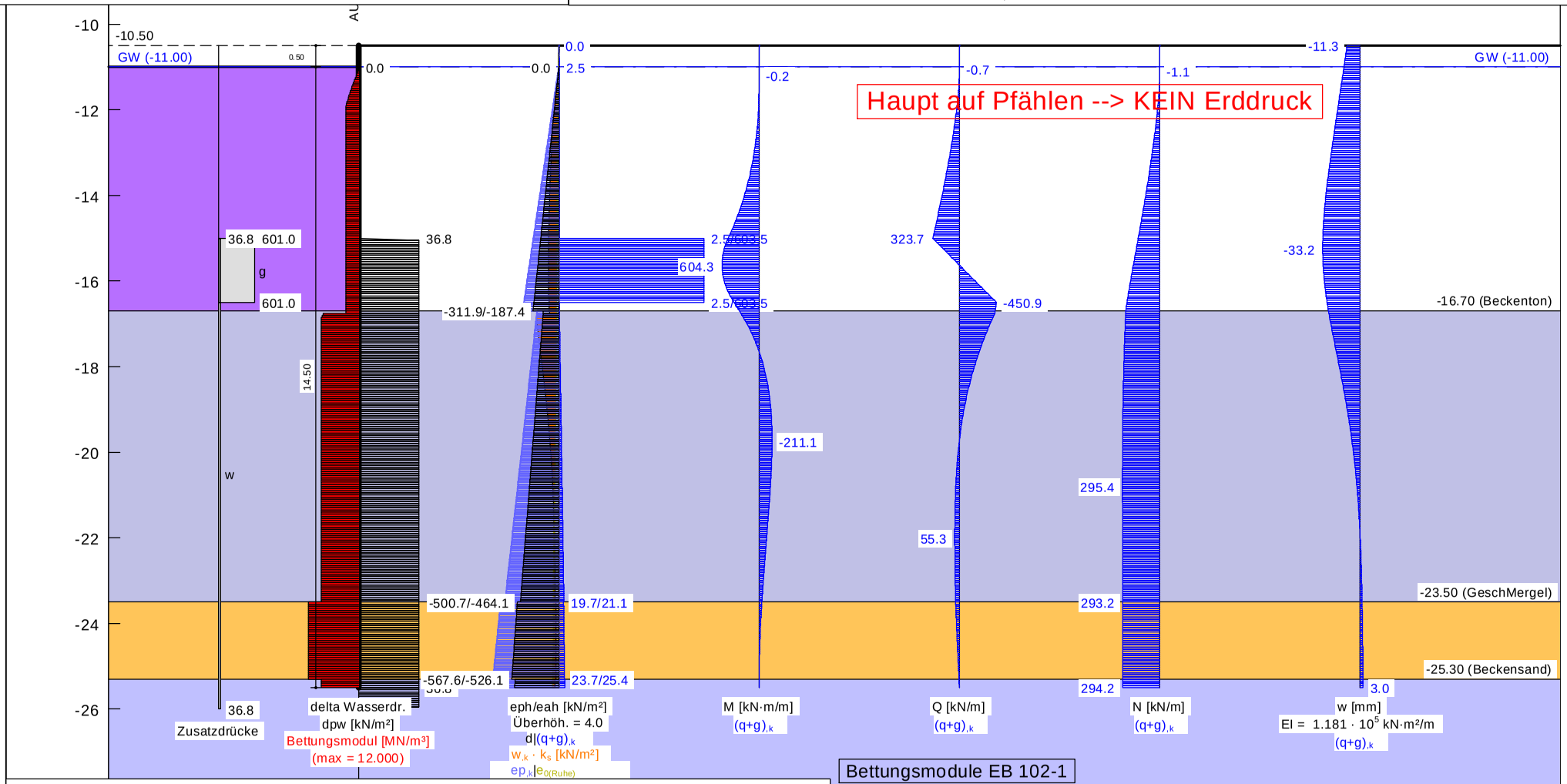
Norm: EC 7
Spundwand
AU 25
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2011
Bettung gemäß EB 102
Ruhedruckkote: -10.50
Erf. Profillänge = 15.00 m
Erf. Einbindetiefe = 14.50 m
BS: DIN 1054: BS-P

g_G = 1.35
g_Q = 1.50
g_{Ep} = 1.40
mob. Ep erfüllt / m= 0.70
Datei: FD-Spw-GLEITEN_BS-P.vrb
Datum: 22.11.2017
Uhrzeit: 14:59:35

Bemessungswerte:
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)
Bemessungssituation: max M,gq
M_{Ed} = 815.8 kN·m/m
V_{Ed} = 7.6 kN (50 % abgemindert)
N_{Ed} = 283.4 kN/m (Zug)
Profil: AU 25 Stahlgüte: S 355 GP
b = 750.0 mm / b_f = 406.0 mm
t_f = 14.5 mm / t_w = 10.2 mm / A = 188.0 cm²/m
h = 450.0 mm / a = 59.6 °

W_{el} = 2500.0 cm³/m / I = 56240.0 cm⁴/m
U-Bohle ist eine Doppelbohle
g_{M0} = 1.00 / g_{M1} = 1.10
e = 0.810 -> b_f / t_f / e = 34.6
Querschnittsklasse: 2
b_B = 1.000 / b_D = 1.000
$f_{y,red}$ = 355.0 N/mm²
$M_{c,Rd}$ = 887.5 kN·m/m
$V_{pl,Rd}$ = 1213.9 kN/m (µ = 0.006)
$N_{pl,Rd}$ = 6674.0 kN/m (µ = 0.042)

Querkraft-Interaktion
V_{Ed} <= 0.5 · $V_{pl,Rd}$ -> keine Abm.
Normalkraft-Interaktion
keine Abm.
Nachweis M_{Rd}
$M_{c,Rd}$ = 887.5 kN·m/m
µ = M_{Ed} / $M_{c,Rd}$ = 0.919
N_{Ed} > 0.0 (Zug)
-> Kein Knicknachweis
max µ = 0.919

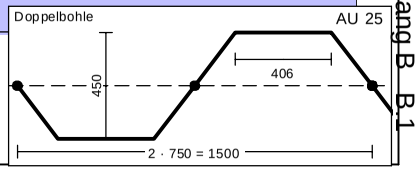


Boden pas/akt	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	c_k [kN/m²]	d/j passiv	d/j aktiv	Bezeichnung
	-16.70	20.0/20.0	10.5/0.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-1.000	0.667	Beckenton
	-23.50	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	-0.100	0.667	GeschMergel
	-25.30	19.0/19.0	11.0/11.0	37.5/37.5	0.0/0.0	-0.100	0.667	Beckensand
	<-25.30	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	-0.100	0.667	GeschMergel

OK Wand = -10.50 m

Bettungsmodule EB 102-1

Bettungsmodule Tiefe [m]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
-11.00 - -16.70	3.000	3.000
-16.70 - -23.50	9.000	9.000
-23.50 - -25.30	12.000	12.000
-25.30 - -30.00	9.000	9.000



BS-P "Gleiten" Abtrag über Spundwand

Spundwand
==========

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Datei: FD-Spw-GLEITEN_BS-P.vrb

Datum: 22.11.2017
Uhrzeit: 14:59:35

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

Wandkopf = -10.50 m

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

Baugrubensohle = -11.00 m
Grundwasserstand (rechts) = -11.00 m
Grundwasserstand (links) = -11.00 m
Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten
BS: DIN 1054: BS-P
g_G = 1.35
g_Q = 1.50
g_{Ep} = 1.40
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Zusatzdrücke

Nr.	e(oben)	e(unten)	z(oben)	z(unten)	Typ
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[-]
1	601.00	601.00	-15.00	-16.50	Ständig
2	36.80	36.80	-15.00	-26.00	Wasserdruck

Art des Fußlagers:
Profillänge von 15.00 m fest und Fuß gebettet

Bettungsmodule

von	bis	ks(oben)	ks(unten)
[m]	[m]	[MN/m³]	[MN/m³]
-11.00	-16.70	3.000	3.000
-16.70	-23.50	9.000	9.000
-23.50	-25.30	12.000	12.000
-25.30	-30.00	9.000	9.000

Bettung gemäß EB 102
Ruhedruckkote: -10.50
Erdruhedruck (verbleibend) Ev,d = 753.455 kN/m
Bettungslager Bh,d = 1278.930 kN/m
Erdwiderstand Eph,d = 4172.291 kN/m
Ausnutzungsgrad mue = (1278.930 + 753.455) / 4172.291 = 0.487
Erdruhedruck (verbleibend) Ev,k = 558.115
Bettungslager $B_{h,k}$ = 1278.930 kN/m
Erdwiderstand $E_{ph,k}$ = 5841.207 kN/m

Ruhedruck für Bettungsreaktion

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]
-10.500	-11.000	0.000	4.627
-11.000	-11.500	4.627	7.056

BS-P "Gleiten" Abtrag über Spundwand

-11.500	-12.500	7.056	11.915
-12.500	-13.550	11.915	17.016
-13.550	-14.550	17.016	21.874
-14.550	-15.000	21.874	24.060
-15.000	-15.550	24.060	26.733
-15.550	-15.650	26.733	27.218
-15.650	-16.500	27.218	31.348
-16.500	-16.550	31.348	31.591
-16.550	-16.700	31.591	32.320
-16.700	-17.550	28.793	33.348
-17.550	-18.550	33.348	38.707
-18.550	-19.550	38.707	44.066
-19.550	-20.500	44.066	49.157
-20.500	-20.800	49.157	50.764
-20.800	-21.500	50.764	54.515
-21.500	-22.500	54.515	59.874
-22.500	-23.500	59.874	65.233
-23.500	-24.500	61.914	66.217
-24.500	-25.300	66.217	69.660
-25.300	-25.501	73.395	74.473
-25.501	-26.000	74.473	77.146
-26.000	-30.000	77.146	98.581

Bodenkennwerte

Schicht	UK	g_k	g'_k	$j_{,k}$	c_k	d(a)/j	d(p)/phiAusnutzungsgrad mue = (1278.930 + 753.455) / 4172.291 = 0.487
pas/akt	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[-]	[-]
1	-16.70	20.00/20.00	10.50/ 0.00	32.50/32.50	0.00/ 0.00	-1.000	0.667
2	-23.50	22.50/22.50	13.00/13.00	36.00/36.00	0.00/ 0.00	-0.100	0.667
3	-25.30	19.00/19.00	11.00/11.00	37.50/37.50	0.00/ 0.00	-0.100	0.667
4	-30.00	22.50/22.50	13.00/13.00	36.00/36.00	0.00/ 0.00	-0.100	0.667

Aktive Erddruckbeiwerte
bestimmt nach: DIN 4085

Schicht	UK	k_{agh}	k_{ach}	$j_{,k}$	d	q	kagh(40°)
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	-16.70	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46	0.179
2	-23.50	0.215	0.792	36.000	24.01	59.53	0.179
3	-25.30	0.200	0.762	37.500	25.01	60.41	0.179
4	-30.00	0.215	0.792	36.000	24.01	59.53	0.179

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)
mit Zusatzdrücke

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
-10.500	-11.000	0.000	2.506	0.00	0.00
-11.000	-11.500	2.506	2.506	0.00	0.00
-11.500	-12.500	2.506	2.506	0.00	0.00
-12.500	-13.550	2.506	2.506	0.00	0.00
-13.550	-14.550	2.506	2.506	0.00	0.00
-14.550	-15.000	2.506	2.506	0.00	0.00
-15.000	-15.550	603.506	603.506	36.80	36.80
-15.550	-15.650	603.506	603.506	36.80	36.80
-15.650	-16.500	603.506	603.506	36.80	36.80
-16.500	-16.550	2.506	2.506	36.80	36.80
-16.550	-16.700	2.506	2.506	36.80	36.80
-16.700	-17.550	2.146	4.517	36.80	36.80
-17.550	-18.550	4.517	7.306	36.80	36.80
-18.550	-19.550	7.306	10.095	36.80	36.80
-19.550	-20.500	10.095	12.745	36.80	36.80
-20.500	-20.800	12.745	13.582	36.80	36.80
-20.800	-21.500	13.582	15.534	36.80	36.80
-21.500	-22.500	15.534	18.324	36.80	36.80
-22.500	-23.500	18.324	21.113	36.80	36.80
-23.500	-24.500	19.725	21.930	36.80	36.80
-24.500	-25.300	21.930	23.694	36.80	36.80
-25.300	-25.501	25.361	25.923	36.80	36.80
-25.501	-26.000	25.923	27.314	36.80	36.80
-26.000	-30.000	27.314	38.471	0.00	0.00

BS-P "Gleiten" Abtrag über Spundwand

Passive Erddruckbeiwerte
bestimmt nach: DIN 4085:2011

Schicht	UK	k_{pgh}	k_{pch}	$j_{,k}$	d	q
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	-16.70	7.296	6.847	32.500	-32.50	11.38
2	-23.50	4.383	4.443	36.000	-3.60	24.67
3	-25.30	4.729	4.637	37.500	-3.75	23.87
4	-30.00	4.383	4.443	36.000	-3.60	24.67

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)
Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.40
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]
-10.50	-11.00	0.00	0.00
-11.00	-11.50	0.00	-27.36
-11.50	-12.50	-27.36	-82.08
-12.50	-13.55	-82.08	-139.53
-13.55	-14.55	-139.53	-194.25
-14.55	-15.00	-194.25	-218.87
-15.00	-15.55	-218.87	-248.97
-15.55	-15.65	-248.97	-254.44
-15.65	-16.50	-254.44	-300.95
-16.50	-16.55	-300.95	-303.69
-16.55	-16.70	-303.69	-311.89
-16.70	-17.55	-187.38	-221.97
-17.55	-18.55	-221.97	-262.68
-18.55	-19.55	-262.68	-303.38
-19.55	-20.50	-303.38	-342.04
-20.50	-20.80	-342.04	-354.25
-20.80	-21.50	-354.25	-382.74
-21.50	-22.50	-382.74	-423.44
-22.50	-23.50	-423.44	-464.14
-23.50	-24.50	-500.73	-537.89
-24.50	-25.30	-537.89	-567.61
-25.30	-25.50	-526.13	-534.32
-25.50	-26.00	-534.32	-554.62
-26.00	-30.00	-554.62	-717.43

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
-10.50	0.0	0.0	0.0
-11.00	-1.3	-0.8	-0.1
-11.50	2.9	9.2	0.9
-12.50	48.4	93.2	47.5
-13.55	115.6	218.8	208.5
-14.55	192.1	364.9	498.5
-15.00	229.1	437.0	678.9
-15.55	275.1	54.2	813.9
-15.65	283.3	-15.2	815.8
-16.50	350.3	-608.7	551.2
-16.55	353.9	-603.3	520.9
-16.70	364.6	-587.5	431.6
-17.55	378.4	-352.9	31.3
-18.55	390.1	-143.8	-209.7
-19.55	396.5	-16.0	-283.5
-20.50	398.7	47.1	-265.0
-20.80	398.8	58.3	-249.1
-21.50	398.2	72.4	-202.5
-22.50	396.6	72.7	-128.5
-23.50	395.9	60.7	-61.2
-24.50	396.4	31.2	-14.8
-25.30	397.2	4.2	-0.4
-25.50	397.2	0.0	0.0

Schnittgrößen ([g+q],k)

BS-P "Gleiten" Abtrag über Spundwand

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
-10.50	0.0	0.0	0.0
-11.00	-1.0	-0.6	-0.1
-11.50	2.1	6.8	0.7
-12.50	35.8	69.0	35.2
-13.55	85.6	162.1	154.5
-14.55	142.2	270.3	369.3
-15.00	169.7	323.7	502.9
-15.55	203.7	40.2	602.9
-15.65	209.8	-11.3	604.3
-16.50	259.4	-450.9	408.3
-16.55	262.1	-446.9	385.8
-16.70	270.1	-435.2	319.7
-17.55	280.2	-261.4	23.2
-18.55	288.9	-106.5	-155.3
-19.55	293.6	-11.9	-210.0
-20.50	295.3	34.9	-196.3
-20.80	295.4	43.2	-184.5
-21.50	294.9	53.6	-150.0
-22.50	293.8	53.8	-95.2
-23.50	293.2	45.0	-45.3
-24.50	293.6	23.1	-10.9
-25.30	294.2	3.1	-0.3
-25.50	294.2	0.0	0.0

Weggrößen ([g+q],k)
berechnet mit EI = 1.181E+5 kN·m²/m

Tiefe	w	ks	e0,g,k	sig,$B_{h,k}$	eph,k
[m]	[mm]	[kN/m³]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]
-10.50	-11.3	-	-	-	-
-10.55	-11.6	-	-	-	-
-10.95	-13.9	-	-	-	-
-11.00	-14.1	0.00	4.63	0.00	0.00
-11.00	-14.1	0.00	4.63	0.00	0.00
-11.05	-14.4	0.00	4.87	0.00	3.83
-11.45	-16.7	1.63	6.81	27.23	34.47
-11.50	-17.0	1.63	7.06	27.69	38.30
-11.50	-17.0	1.81	7.06	30.77	38.30
-11.55	-17.3	1.81	7.30	31.29	42.13
-12.45	-22.4	3.00	11.67	67.27	111.08
-12.50	-22.7	3.00	11.91	68.12	114.91
-12.50	-22.7	3.00	11.91	68.12	114.91
-12.55	-23.0	3.00	12.16	68.96	118.74
-13.50	-28.0	3.00	16.77	84.14	191.51
-13.55	-28.3	3.00	17.02	84.87	195.34
-13.55	-28.3	3.00	17.02	84.87	195.34
-13.60	-28.5	3.00	17.26	85.59	199.17
-14.50	-32.1	3.00	21.63	96.24	268.12
-14.55	-32.2	3.00	21.87	96.65	271.95
-14.55	-32.2	3.00	21.87	96.65	271.95
-14.60	-32.3	3.00	22.12	97.05	275.78
-14.95	-33.0	3.00	23.82	99.07	302.59
-15.00	-33.1	3.00	24.06	99.25	306.42
-15.00	-33.1	3.00	24.06	99.25	306.42
-15.05	-33.1	3.00	24.30	99.39	310.25
-15.50	-33.0	3.00	26.49	99.09	344.72
-15.55	-33.0	3.00	26.73	98.87	348.55
-15.55	-33.0	3.00	26.73	98.87	348.55
-15.60	-32.9	3.00	26.98	98.61	352.39
-15.60	-32.9	3.00	26.98	98.61	352.39
-15.65	-32.8	3.00	27.22	98.32	356.22
-15.65	-32.8	3.00	27.22	98.32	356.22
-15.70	-32.7	3.00	27.46	97.99	360.05
-16.45	-29.5	3.00	31.11	88.63	417.50
-16.50	-29.2	3.00	31.35	87.75	421.33
-16.50	-29.2	3.00	31.35	87.75	421.33
-16.55	-28.9	3.00	31.59	86.84	425.16

BS-P "Gleiten" Abtrag über Spundwand

-16.55	-28.9	3.00	31.59	86.84	425.16
-16.60	-28.6	3.00	31.83	85.91	428.99
-16.65	-28.3	3.00	32.08	84.95	432.82
-16.70	-28.0	3.00	32.32	83.97	436.65
-16.70	-28.0	3.00	28.79	83.97	262.33
-16.75	-27.7	3.00	29.06	82.98	265.18
-17.50	-22.1	9.00	33.08	199.34	307.92
-17.55	-21.8	9.00	33.35	195.87	310.76
-17.55	-21.8	9.00	33.35	195.87	310.76
-17.60	-21.4	9.00	33.62	192.39	313.61
-18.50	-14.6	9.00	38.44	131.45	364.90
-18.55	-14.3	9.00	38.71	128.26	367.75
-18.55	-14.3	9.00	38.71	128.26	367.75
-18.60	-13.9	9.00	38.97	125.11	370.59
-19.50	-8.2	9.00	43.80	74.18	421.88
-19.55	-8.0	9.00	44.07	71.71	424.73
-19.55	-8.0	9.00	44.07	71.71	424.73
-19.60	-7.7	9.00	44.33	69.28	427.58
-20.45	-3.8	9.00	48.89	34.12	476.01
-20.50	-3.6	9.00	49.16	32.40	478.86
-20.50	-3.6	9.00	49.16	32.40	478.86
-20.55	-3.4	9.00	49.42	30.72	481.71
-20.75	-2.7	9.00	50.50	24.36	493.10
-20.80	-2.5	9.00	50.76	22.87	495.95
-20.80	-2.5	9.00	50.76	22.87	495.95
-20.85	-2.4	9.00	51.03	21.40	498.80
-21.45	-0.7	9.00	54.25	6.42	532.99
-21.50	-0.6	9.00	54.52	5.37	535.84
-21.50	-0.6	9.00	54.52	5.37	535.84
-21.55	-0.5	9.00	54.78	4.35	538.69
-22.45	1.1	9.00	59.61	-9.70	589.97
-22.50	1.1	9.00	59.87	-10.28	592.82
-22.50	1.1	9.00	59.87	-10.28	592.82
-22.55	1.2	9.00	60.14	-10.84	595.67
-23.45	2.0	9.00	64.97	-18.34	646.95
-23.50	2.1	9.00	65.23	-18.64	649.80
-23.50	2.1	12.00	61.91	-24.86	701.03
-23.55	2.1	12.00	62.13	-25.25	703.63
-24.45	2.6	12.00	66.00	-31.00	750.44
-24.50	2.6	12.00	66.22	-31.27	753.04
-24.50	2.6	12.00	66.22	-31.27	753.04
-24.55	2.6	12.00	66.43	-31.54	755.64
-25.25	2.9	12.00	69.44	-35.12	792.05
-25.30	2.9	12.00	69.66	-35.37	794.65
-25.30	2.9	9.00	73.39	-26.53	736.59
-25.35	3.0	9.00	73.66	-26.72	739.45
-25.45	3.0	9.00	74.20	-27.10	745.19
-25.50	3.0	9.00	74.47	-27.28	748.05

Nachweis (EB 102):
e0,g,k + sig,$B_{h,k}$ <= eph,k
(nur erforderlich, wenn sig,$B_{h,k}$ > 0.0)

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]
phi,[g+q],k: -0.02396509
Theoretischer Fußpunkt = -25.501 m

Bemessung nach EC 3 (el.-el.)
Bemessungssituation: max M,gq
M_{Ed} = 815.8 kN·m/m
V_{Ed} = 7.6 kN (50 % abgemindert)
N_{Ed} = 283.4 kN/m (Zug)
Profil: AU 25 Stahlgüte: S 355 GP
b = 750.0 mm / b_f = 406.0 mm
t_f = 14.5 mm / t_w = 10.2 mm / A = 188.0 cm²/m
h = 450.0 mm / a = 59.6 °
W_{el} = 2500.0 cm³/m / I = 56240.0 cm^4/m

BS-P "Gleiten" Abtrag über Spundwand

U-Bohle ist eine Doppelbohle
g_{M0} = 1.00 / g_{M1} = 1.10
e = 0.810 -> b_f / t_f / e = 34.6
Querschnittsklasse: 2
b_B = 1.000 / b_D = 1.000
$f_{y,red}$ = 355.0 N/mm²
$M_{c,Rd}$ = 887.5 kN·m/m
$V_{pl,Rd}$ = 1213.9 kN/m (μ = 0.006)
$N_{pl,Rd}$ = 6674.0 kN/m (μ = 0.042)
Querkraft-Interaktion
V_{Ed} <= 0.5 · $V_{pl,Rd}$ -> keine Abm.
Normalkraft-Interaktion
keine Abm.
Nachweis M_{Rd}
$M_{c,Rd}$ = 887.5 kN·m/m
μ = M_{Ed} / $M_{c,Rd}$ = 0.919
N_{Ed} > 0.0 (Zug)
-> Kein Knicknachweis
max μ = 0.919

max M_d = 815.8 kN·m/m (Tiefe = -15.65 m)
Zugehörige Werte: N_d = 283.3 kN/m; Q_d = -15.2 kN/m; w_k = 32.8 mm

max Q_d = 608.7 kN·m/m (Tiefe = -16.50 m)
Zugehörige Werte: N_d = 350.3 kN/m; M_d = 551.2 kN·m/m; w_k = 39.5 mm

max N_d = 398.8 kN/m (Tiefe = -20.80 m)
Zugehörige Werte: Q_d = 58.3 kN/m; M_d = -249.1 kN·m/m; w_k = 3.4 mm

max w_k = 33.2 mm (Tiefe = -15.25 m)
Zugehörige Werte: N_d = 250.0 kN/m; Q_d = 262.8 kN/m; M_d = 766.3 kN·m/m

Einbindetiefe t_g = 14.50 m
Profillänge = 15.00 m

Nachweis Summe V
Das Vorzeichen ist positiv, wenn Kraftgröße
nach unten gerichtet ist.
Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
Bedingung: $P_{v,k}$ + G_k + $E_{av,k}$ >= Bv,k
G_k = 22.14 kN/m
$P_{v,k}$ = 0.00 kN/m
$E_{av,k}$ = 420.03 kN/m ($E_{ah,k}$ = 1039.73 kN/m)
$B_{v,k}$ = 311.48
Summe V_k = 130.68 kN/m (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit
Nachweis mit Bemessungsgrößen
$Q_{g,k}$ / g_P >= $P_{v,d}$ + $E_{av,d}$ + G,d
($Q_{g,k}$ = Druckkraft infolge Mantelreibung und Spitzendruck)
(Mantelreibung nur unterhalb des rechnerischen Fußpunktes)
g_P i.a. = 1.40
$P_{v,d}$ = 0.00 kN/m
$E_{av,d}$ = 567.04 kN/m
G_d = 29.88 kN/m

Folgender Nachweis ist zu erbringen:
$Q_{g,k}$ / g_P >= 596.92

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Hydraulische Grundbruchsicherheit
UK Schicht = -10.50
gamma(Gewicht) = 0.95
gamma(Strömungskraft) = 1.45
Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.000
= 0.000 = (1.45 · 0.00) / (0.95 · 0.00)

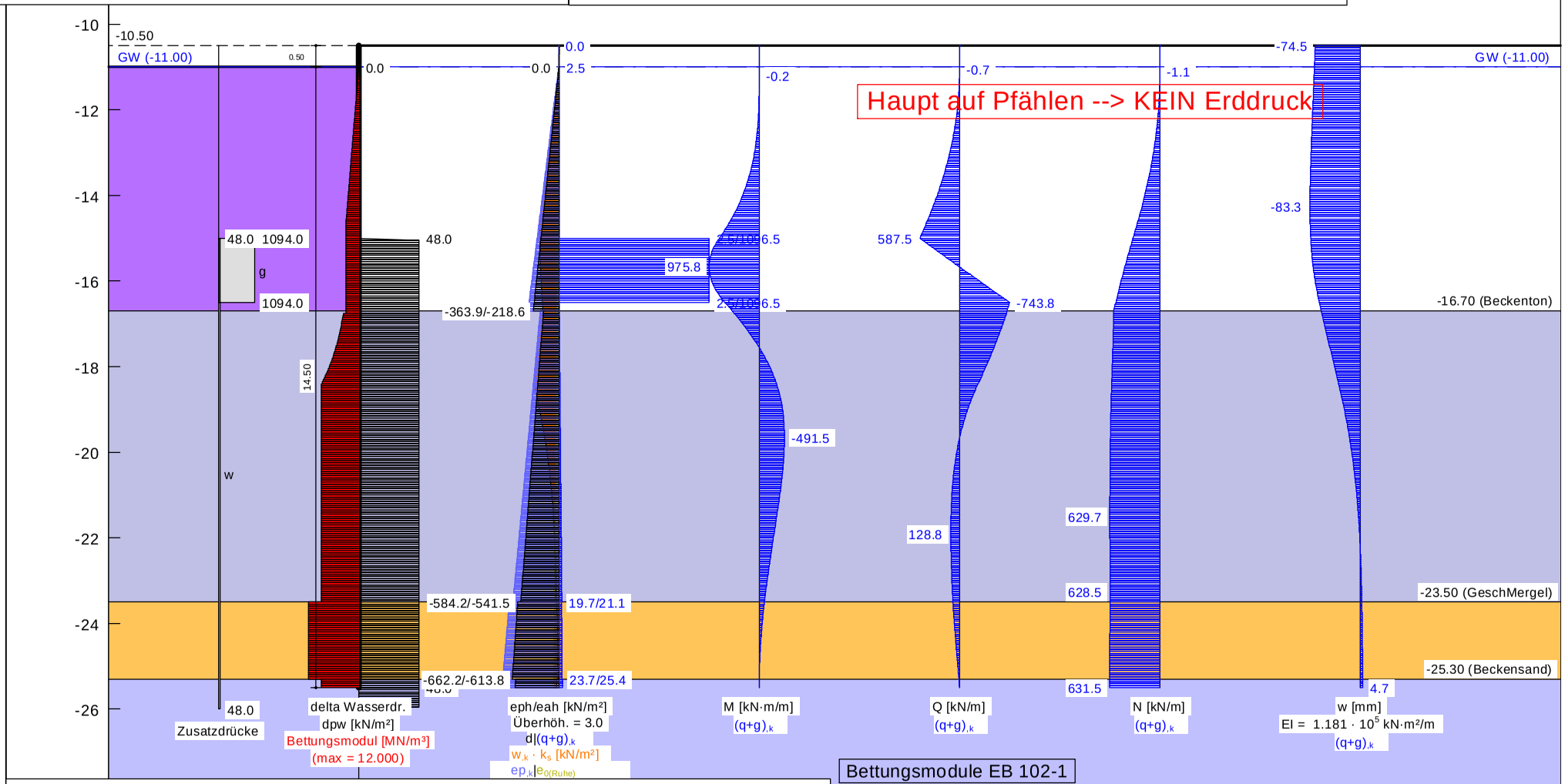
BS-P "Gleiten" Abtrag über Spundwand	Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Norm: EC 7
Spundwand
AU 25
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2011
Bettung gemäß EB 102
Ruhedruckkote: -10.50
Erf. Profillänge = 15.00 m
Erf. Einbindetiefe = 14.50 m
BS: EAB/EAU: BS-A

g_G = 1.00
g_Q = 1.00
g_{Ep} = 1.20
mob. Ep erfüllt / m= 0.88
Datei: FD-Spw-GLEITEN_BS-A.vrb
Datum: 28.11.2017
Uhrzeit: 14:41:47

Bemessungswerte:
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)
Bemessungssituation: max M,g
M_{Ed} = 975.8 kN·m/m
V_{Ed} = 8.5 kN (50 % abgemindert)
N_{Ed} = 436.6 kN/m (Zug)
Profil: AU 25 Stahlgüte: S 355 GP
b = 750.0 mm / b_f = 406.0 mm
t_f = 14.5 mm / t_w = 10.2 mm / A = 188.0 cm²/m
h = 450.0 mm / a = 59.6 °

W_{el} = 2500.0 cm³/m / I = 56240.0 cm⁴/m
U-Bohle ist eine Doppelbohle
g_{M0} = 1.00 / g_{M1} = 1.10
e = 0.810 -> b_f / t_f / e = 34.6
Querschnittsklasse: 2
b_B = 1.000 / b_D = 1.000
$f_{y,red}$ = 355.0 N/mm²
$M_{c,Rd}$ = 887.5 kN·m/m
M_{Ed} > $M_{c,Rd}$!
Nachweis nicht erfüllt !! größeres Profil (PU 28 oder vstk erf)

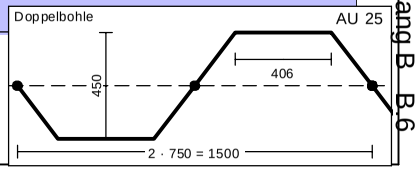


Boden pas/akt	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	c_k [kN/m²]	d/j passiv	d/j aktiv	Bezeichnung
	-16.70	20.0/20.0	10.5/0.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-1.000	0.667	Beckenton
	-23.50	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	-0.100	0.667	GeschMergel
	-25.30	19.0/19.0	11.0/11.0	37.5/37.5	0.0/0.0	-0.100	0.667	Beckensand
	<-25.30	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	-0.100	0.667	GeschMergel

OK Wand = -10.50 m

Bettungsmodule EB 102-1

Bettungsmodule Tiefe [m]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
-11.00 - -16.70	3.000	3.000
-16.70 - -23.50	9.000	9.000
-23.50 - -25.30	12.000	12.000
-25.30 - -30.00	9.000	9.000



Spundwand
==========

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Datei: FD-Spw-GLEITEN_BS-A.vrb

Datum: 28.11.2017
Uhrzeit: 14:41:47

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

Wandkopf = -10.50 m

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

Baugrubensohle = -11.00 m
Grundwasserstand (rechts) = -11.00 m
Grundwasserstand (links) = -11.00 m
Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten
BS: EAB/EAU: BS-A
g_G = 1.00
g_Q = 1.00
g_{Ep} = 1.20
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Zusatzdrücke

Nr.	e(oben)	e(unten)	z(oben)	z(unten)	Typ
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[-]
1	1094.00	1094.00	-15.00	-16.50	Ständig
2	48.00	48.00	-15.00	-26.00	Wasserdruck

Art des Fußlagers:
Profillänge von 15.00 m fest und Fuß gebettet

Bettungsmodule

von	bis	ks(oben)	ks(unten)
[m]	[m]	[MN/m³]	[MN/m³]
-11.00	-16.70	3.000	3.000
-16.70	-23.50	9.000	9.000
-23.50	-25.30	12.000	12.000
-25.30	-30.00	9.000	9.000

Bettung gemäß EB 102
Ruhedruckkote: -10.50
Erdruhedruck (verbleibend) Ev,d = 558.115 kN/m
Bettungslager Bh,d = 1838.299 kN/m
Erdwiderstand Eph,d = 4867.673 kN/m
Ausnutzungsgrad mue = (1838.299 + 558.115) / 4867.673 = 0.492
Erdruhedruck (verbleibend) Ev,k = 558.115
Bettungslager $B_{h,k}$ = 1838.299 kN/m
Erdwiderstand $E_{ph,k}$ = 5841.207 kN/m

Ruhedruck für Bettungsreaktion

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]
-10.500	-11.000	0.000	4.627
-11.000	-11.500	4.627	7.056

BS-A "Gleiten" Abtrag über Spundwand

-11.500	-12.500	7.056	11.915
-12.500	-13.550	11.915	17.016
-13.550	-14.550	17.016	21.874
-14.550	-15.000	21.874	24.060
-15.000	-15.550	24.060	26.733
-15.550	-15.650	26.733	27.218
-15.650	-16.500	27.218	31.348
-16.500	-16.550	31.348	31.591
-16.550	-16.700	31.591	32.320
-16.700	-17.550	28.793	33.348
-17.550	-18.550	33.348	38.707
-18.550	-19.550	38.707	44.066
-19.550	-20.500	44.066	49.157
-20.500	-21.500	49.157	54.515
-21.500	-22.500	54.515	59.874
-22.500	-23.500	59.874	65.233
-23.500	-24.500	61.914	66.217
-24.500	-25.300	66.217	69.660
-25.300	-25.501	73.395	74.473
-25.501	-26.000	74.473	77.146
-26.000	-30.000	77.146	98.581

Bodenkennwerte

d(p)/phiAusnutzungsgrad mue = (1838.299 + 558.115) / 4867.673 = 0.492

Schicht	UK	g_k	g'_k	j_k	c_k	d(a)/j	
pas/akt	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[-]	[-]
1	-16.70	20.00/20.00	10.50/ 0.00	32.50/32.50	0.00/ 0.00	-1.000	0.667
2	-23.50	22.50/22.50	13.00/13.00	36.00/36.00	0.00/ 0.00	-0.100	0.667
3	-25.30	19.00/19.00	11.00/11.00	37.50/37.50	0.00/ 0.00	-0.100	0.667
4	-30.00	22.50/22.50	13.00/13.00	36.00/36.00	0.00/ 0.00	-0.100	0.667

Aktive Erddruckbeiwerte
bestimmt nach: DIN 4085

Schicht	UK	k_{agh}	k_{ach}	$j_{,k}$	d	q	kagh(40°)
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	-16.70	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46	0.179
2	-23.50	0.215	0.792	36.000	24.01	59.53	0.179
3	-25.30	0.200	0.762	37.500	25.01	60.41	0.179
4	-30.00	0.215	0.792	36.000	24.01	59.53	0.179

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)
mit Zusatzdrücke

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
-10.500	-11.000	0.000	2.506	0.00	0.00
-11.000	-11.500	2.506	2.506	0.00	0.00
-11.500	-12.500	2.506	2.506	0.00	0.00
-12.500	-13.550	2.506	2.506	0.00	0.00
-13.550	-14.550	2.506	2.506	0.00	0.00
-14.550	-15.000	2.506	2.506	0.00	0.00
-15.000	-15.550	1096.506	1096.506	48.00	48.00
-15.550	-15.650	1096.506	1096.506	48.00	48.00
-15.650	-16.500	1096.506	1096.506	48.00	48.00
-16.500	-16.550	2.506	2.506	48.00	48.00
-16.550	-16.700	2.506	2.506	48.00	48.00
-16.700	-17.550	2.146	4.517	48.00	48.00
-17.550	-18.550	4.517	7.306	48.00	48.00
-18.550	-19.550	7.306	10.095	48.00	48.00
-19.550	-20.500	10.095	12.745	48.00	48.00
-20.500	-21.500	12.745	15.534	48.00	48.00
-21.500	-22.500	15.534	18.324	48.00	48.00
-22.500	-23.500	18.324	21.113	48.00	48.00
-23.500	-24.500	19.725	21.930	48.00	48.00
-24.500	-25.300	21.930	23.694	48.00	48.00
-25.300	-25.501	25.361	25.923	48.00	48.00
-25.501	-26.000	25.923	27.314	48.00	48.00
-26.000	-30.000	27.314	38.471	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte

BS-A "Gleiten" Abtrag über Spundwand

bestimmt nach: DIN 4085:2011

Schicht [-]	UK [m]	k_{pgh} [-]	k_{pch} [-]	$j_{,k}$ [°]	d [°]	q [°]
1	-16.70	7.296	6.847	32.500	-32.50	11.38
2	-23.50	4.383	4.443	36.000	-3.60	24.67
3	-25.30	4.729	4.637	37.500	-3.75	23.87
4	-30.00	4.383	4.443	36.000	-3.60	24.67

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)
Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.20
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von [m]	bis [m]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]
-10.50	-11.00	0.00	0.00
-11.00	-11.50	0.00	-31.92
-11.50	-12.50	-31.92	-95.76
-12.50	-13.55	-95.76	-162.79
-13.55	-14.55	-162.79	-226.62
-14.55	-15.00	-226.62	-255.35
-15.00	-15.55	-255.35	-290.46
-15.55	-15.65	-290.46	-296.85
-15.65	-16.50	-296.85	-351.11
-16.50	-16.55	-351.11	-354.30
-16.55	-16.70	-354.30	-363.88
-16.70	-17.55	-218.61	-258.97
-17.55	-18.55	-258.97	-306.45
-18.55	-19.55	-306.45	-353.94
-19.55	-20.50	-353.94	-399.05
-20.50	-21.50	-399.05	-446.53
-21.50	-22.50	-446.53	-494.02
-22.50	-23.50	-494.02	-541.50
-23.50	-24.50	-584.19	-627.53
-24.50	-25.30	-627.53	-662.21
-25.30	-25.50	-613.82	-623.38
-25.50	-26.00	-623.38	-647.06
-26.00	-30.00	-647.06	-837.00

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
-10.50	0.0	0.0	0.0
-11.00	-1.0	-0.6	-0.1
-11.50	2.2	6.9	0.7
-12.50	42.3	79.1	37.3
-13.55	133.6	237.4	196.1
-14.55	267.4	466.7	541.8
-15.00	337.8	587.5	779.1
-15.55	421.8	105.1	969.7
-15.65	436.7	16.9	975.8
-16.50	554.7	-743.8	668.5
-16.55	561.1	-734.6	631.6
-16.70	579.7	-707.7	523.4
-17.55	591.9	-512.4	1.4
-18.55	609.1	-233.3	-375.0
-19.55	622.1	-18.2	-490.4
-20.50	628.0	86.5	-451.6
-21.50	629.7	126.2	-340.5
-22.50	628.8	123.3	-213.2
-23.50	628.5	98.7	-101.1
-24.50	629.8	51.7	-25.1
-25.30	631.3	8.3	-0.8
-25.50	631.6	0.0	0.0

Schnittgrößen ([g+q],k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
-10.50	0.0	0.0	0.0
-11.00	-1.0	-0.6	-0.1

BS-A "Gleiten" Abtrag über Spundwand

-11.50	2.1	6.9	0.7
-12.50	42.2	79.1	37.3
-13.55	133.5	237.4	196.1
-14.55	267.4	466.7	541.8
-15.00	337.8	587.5	779.1
-15.55	421.8	105.1	969.7
-15.65	436.6	16.9	975.8
-16.50	554.6	-743.8	668.5
-16.55	561.0	-734.6	631.6
-16.70	579.7	-707.7	523.4
-17.55	591.8	-512.4	1.4
-18.55	609.0	-233.3	-375.0
-19.55	622.0	-18.2	-490.4
-20.50	628.0	86.5	-451.6
-21.50	629.7	126.2	-340.5
-22.50	628.7	123.3	-213.2
-23.50	628.5	98.7	-101.1
-24.50	629.8	51.7	-25.1
-25.30	631.3	8.3	-0.8
-25.50	631.5	0.0	0.0

Weggrößen ([g+q],k)
berechnet mit EI = 1.181E+5 kN·m²/m

Tiefe [m]	w [mm]	ks [kN/m³]	e0,g,k [kN/m²]	sig,$B_{h,k}$ [kN/m²]	eph,k [kN/m²]
-10.50	-74.5	-	-	-	-
-10.55	-74.6	-	-	-	-
-10.95	-75.7	-	-	-	-
-11.00	-75.9	0.00	4.63	0.00	0.00
-11.00	-75.9	0.00	4.63	0.00	0.00
-11.05	-76.0	0.00	4.87	0.00	3.83
-11.45	-77.1	0.36	6.81	27.61	34.47
-11.50	-77.3	0.36	7.06	27.66	38.30
-11.50	-77.3	0.40	7.06	31.20	38.30
-11.55	-77.4	0.40	7.30	31.25	42.13
-12.45	-79.9	1.24	11.67	99.25	111.08
-12.50	-80.1	1.24	11.91	99.42	114.91
-12.50	-80.1	1.28	11.91	102.83	114.91
-12.55	-80.2	1.28	12.16	103.01	118.74
-13.50	-82.5	2.12	16.77	174.57	191.51
-13.55	-82.5	2.12	17.02	174.76	195.34
-13.55	-82.5	2.16	17.02	178.16	195.34
-13.60	-82.6	2.16	17.26	178.35	199.17
-14.50	-83.1	2.96	21.63	246.51	268.12
-14.55	-83.1	2.96	21.87	246.35	271.95
-14.55	-83.1	3.00	21.87	249.29	271.95
-14.60	-83.0	3.00	22.12	249.10	275.78
-14.95	-82.2	3.00	23.82	246.64	302.59
-15.00	-82.0	3.00	24.06	246.12	306.42
-15.00	-82.0	3.00	24.06	246.12	306.42
-15.05	-81.8	3.00	24.30	245.54	310.25
-15.50	-79.3	3.00	26.49	237.88	344.72
-15.55	-78.9	3.00	26.73	236.73	348.55
-15.55	-78.9	3.00	26.73	236.73	348.55
-15.60	-78.5	3.00	26.98	235.52	352.39
-15.60	-78.5	3.00	26.98	235.52	352.39
-15.65	-78.1	3.00	27.22	234.25	356.22
-15.65	-78.1	3.00	27.22	234.25	356.22
-15.70	-77.6	3.00	27.46	232.92	360.05
-16.45	-68.6	3.00	31.11	205.85	417.50
-16.50	-67.9	3.00	31.35	203.62	421.33
-16.50	-67.9	3.00	31.35	203.62	421.33
-16.55	-67.1	3.00	31.59	201.35	425.16
-16.55	-67.1	3.00	31.59	201.35	425.16
-16.60	-66.3	3.00	31.83	199.05	428.99
-16.65	-65.6	3.00	32.08	196.70	432.82
-16.70	-64.8	3.00	32.32	194.32	436.65
-16.70	-64.8	3.00	28.79	194.32	262.33

BS-A "Gleiten" Abtrag über Spundwand

-16.75	-64.0	3.00	29.06	191.90	265.18
-17.50	-51.0	5.38	33.08	274.85	307.92
-17.55	-50.2	5.38	33.35	270.06	310.76
-17.55	-50.2	5.53	33.35	277.43	310.76
-17.60	-49.3	5.53	33.62	272.51	313.61
-18.50	-33.8	9.00	38.44	304.28	364.90
-18.55	-33.0	9.00	38.71	297.05	367.75
-18.55	-33.0	9.00	38.71	297.05	367.75
-18.60	-32.2	9.00	38.97	289.88	370.59
-19.50	-19.5	9.00	43.80	175.06	421.88
-19.55	-18.8	9.00	44.07	169.53	424.73
-19.55	-18.8	9.00	44.07	169.53	424.73
-19.60	-18.2	9.00	44.33	164.10	427.58
-20.45	-9.5	9.00	48.89	85.88	476.01
-20.50	-9.1	9.00	49.16	82.09	478.86
-20.50	-9.1	9.00	49.16	82.09	478.86
-20.55	-8.7	9.00	49.42	78.39	481.71
-21.45	-2.8	9.00	54.25	25.35	532.99
-21.50	-2.6	9.00	54.52	23.09	535.84
-21.50	-2.6	9.00	54.52	23.09	535.84
-21.55	-2.3	9.00	54.78	20.89	538.69
-22.45	1.0	9.00	59.61	-8.88	589.97
-22.50	1.1	9.00	59.87	-10.07	592.82
-22.50	1.1	9.00	59.87	-10.07	592.82
-22.55	1.2	9.00	60.14	-11.22	595.67
-23.45	2.9	9.00	64.97	-26.28	646.95
-23.50	3.0	9.00	65.23	-26.87	649.80
-23.50	3.0	12.00	61.91	-35.83	701.03
-23.55	3.0	12.00	62.13	-36.59	703.63
-24.45	3.9	12.00	66.00	-47.18	750.44
-24.50	4.0	12.00	66.22	-47.66	753.04
-24.50	4.0	12.00	66.22	-47.66	753.04
-24.55	4.0	12.00	66.43	-48.13	755.64
-25.25	4.5	12.00	69.44	-54.34	792.05
-25.30	4.6	12.00	69.66	-54.77	794.65
-25.30	4.6	9.00	73.39	-41.08	736.59
-25.35	4.6	9.00	73.66	-41.41	739.45
-25.45	4.7	9.00	74.20	-42.06	745.19
-25.50	4.7	9.00	74.47	-42.38	748.05

Nachweis (EB 102):
e0,g,k + sig,$B_{h,k}$ <= eph,k
(nur erforderlich, wenn sig,$B_{h,k}$ > 0.0)

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]
phi,[g+q],k: -0.04125549
Theoretischer Fußpunkt = -25.501 m

max M_d = 975.8 kN·m/m (Tiefe = -15.65 m)
Zugehörige Werte: N_d = 436.7 kN/m; Q_d = 16.9 kN/m; w_k = 78.1 mm

max Q_d = 743.8 kN·m/m (Tiefe = -16.50 m)
Zugehörige Werte: N_d = 554.7 kN/m; M_d = 668.5 kN·m/m; w_k = 67.9 mm

max N_d = 631.6 kN/m (Tiefe = -25.50 m)
Zugehörige Werte: Q_d = 0.0 kN/m; M_d = 0.0 kN·m/m; w_k = 4.7 mm

max w_k = 83.3 mm (Tiefe = -14.25 m)
Zugehörige Werte: N_d = 222.5 kN/m; Q_d = 389.9 kN/m; M_d = 413.5 kN·m/m

Einbindetiefe t_g = 14.50 m
Profillänge = 15.00 m

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

BS-A "Gleiten" Abtrag über Spundwand

Bedingung: $P_{v,k}$ + G_k + $E_{av,k}$ >= Bv,k
G_k = 22.14 kN/m
$P_{v,k}$ = 0.00 kN/m
$E_{av,k}$ = 713.97 kN/m ($E_{ah,k}$ = 1779.23 kN/m)
$B_{v,k}$ = 646.58
Summe V_k = 89.53 kN/m (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit
Nachweis mit Bemessungsgrößen
$Q_{g,k}$ / g_P >= $P_{v,d}$ + $E_{av,d}$ + G,d
($Q_{g,k}$ = Druckkraft infolge Mantelreibung und Spitzendruck)
(Mantelreibung nur unterhalb des rechnerischen Fußpunktes)
g_P i.a. = 1.40
$P_{v,d}$ = 0.00 kN/m
$E_{av,d}$ = 713.97 kN/m
G_d = 22.14 kN/m

Folgender Nachweis ist zu erbringen:
$Q_{g,k}$ / g_P >= 736.11

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Hydraulische Grundbruchsicherheit
UK Schicht = -10.50
gamma(Gewicht) = 0.95
gamma(Strömungskraft) = 1.45
Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.000
= 0.000 = (1.45 · 0.00) / (0.95 · 0.00)

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Ermittlung erf. Profil bzw. Verstärkung

Gemäß Seite B.6 max M_{Ed} = 975,8 kNm/m

Profil AU25, S 355 GP $M_{c,Rd}$ = 887,5 kNm/m

μ = 1,10 > 1,00

Möglichkeit 1a AU 25, S 390 GP

M_{cRd} = 975 kNm/m

μ = 1,0

1b AU 25, S 430 GP

$M_{c,Rd}$ = 1.075 kNm/m

μ = 0,91 < 1,0

Möglichkeit 2 PU 28, S 355 GP

M_{cRd} = 2,84 · 355 = 1.008,2 kNm/m

μ = 0,97 < 1,0

Möglichkeit 3 Verstärkung 2 FL 200 × 10 S 355 pro DB

$\Delta J_y = 2\left(20 \cdot \frac{1^3}{12} + 20 \cdot 23^2\right) = 21.163\ cm^4/DB$

$\Sigma J_y = 56.240 + 21.163 = 70.349\ cm^4/m$

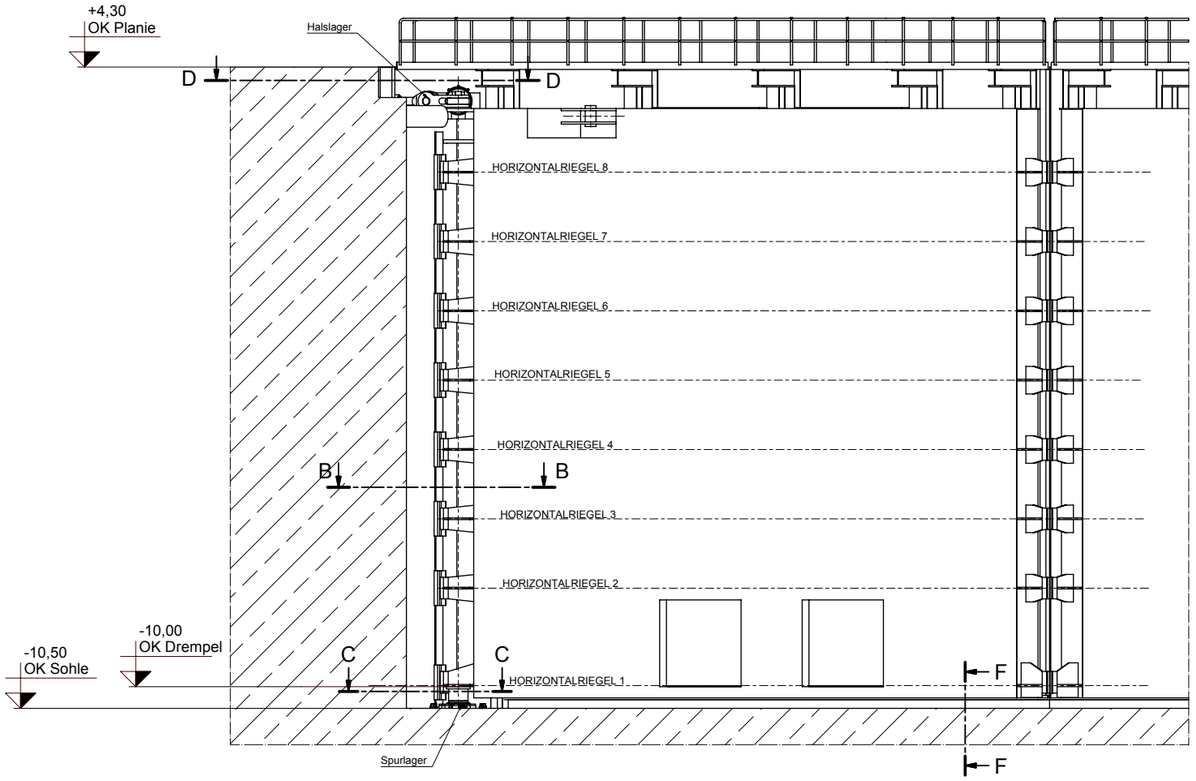
$\Sigma W_y = 70.349 / 23,5 = 2.993,6\ cm^3/m$

$M_{cRd} = 2,99 \cdot 355 = 1.062$ kNm/m

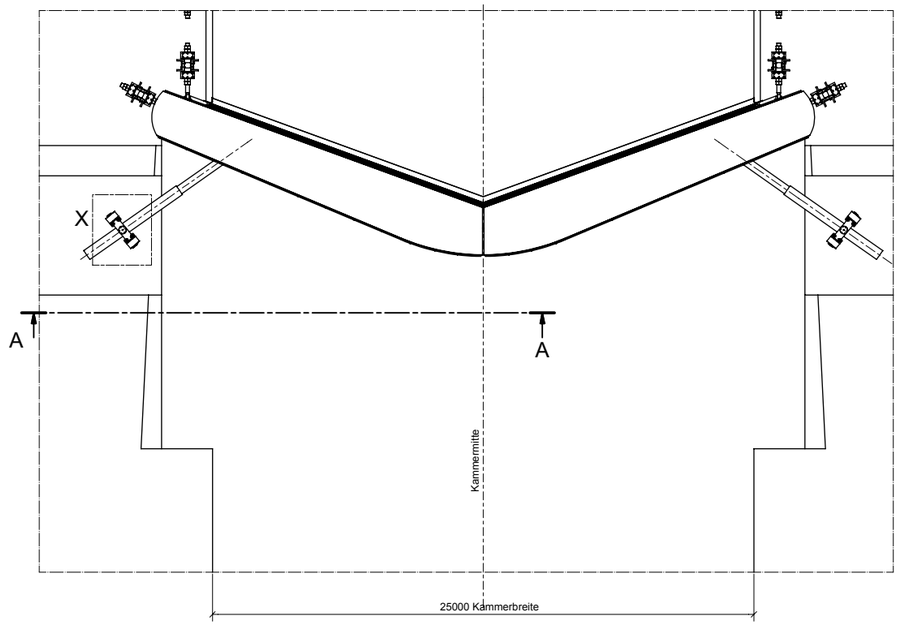
μ = 0,92 < 1,0

Anhang C: Stahlwasserbaulasten - Schnittgrößen

A-A (1 : 50)

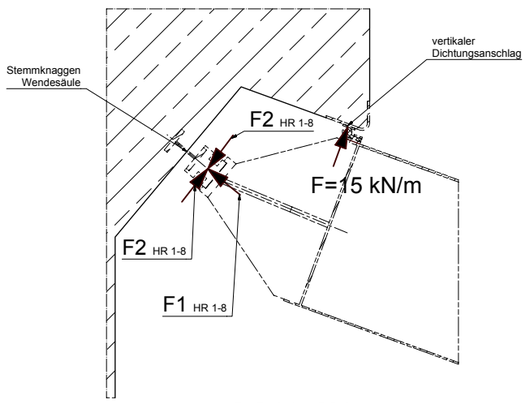


Übersicht Nische (1 : 100)



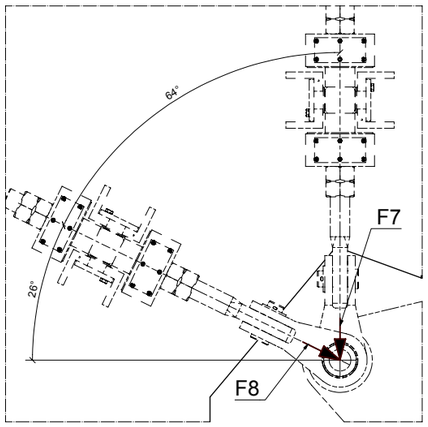
B-B (1 : 20)

Stemmknaggen Wendesäule
Horizontalriegel 1-8
+ vertikaler Dichtungsanschlag



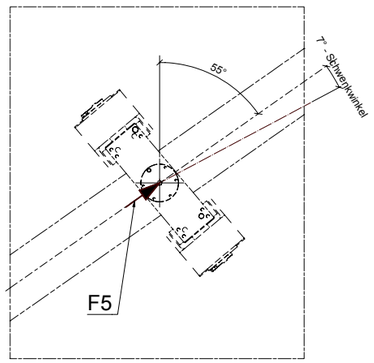
D-D (1 : 20)

Halslager



X (1 : 20)

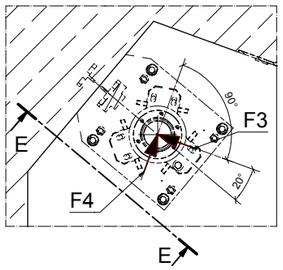
Zylinder



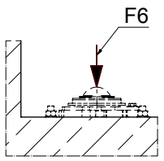
Mitte Torzylinder (T=0): +3,16
Mitte Torzylinder (T=2100): +4,26

C-C (1 : 20)

Spurlager



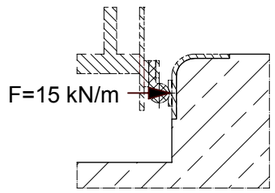
E-E (1 : 20)



F6 : (Eigengewicht im Trockeneinbau)

F-F (1 : 10)

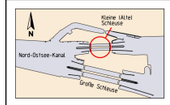
horizontaler Toranschlag



Allgemeine Hinweise:

Lasten s.beigefügte Tabelle

Version/Index	Änderungen bzw. Ergänzungen / zugehörige Pläne	Datum	Name



13188
Grundinstandsetzung
Alte Schleuse Kiel - Holtenau
Machbarkeitsstudie

Genehmigt Kiel, den GDWS Außenstelle Nord	Unterschrift Im Auftrag	Amts-/Dienstbezeichnung
Geprüft Kiel, den GDWS Außenstelle Nord	Unterschrift Im Auftrag	Amts-/Dienstbezeichnung
Aufgestellt Kiel, den GDWS Außenstelle Nord	Unterschrift	Amts-/Dienstbezeichnung
Zeichnung gefertigt / bearbeitet (Datum, Name) PKS Planungsgemeinschaft Kieler Schleusen WTM ENGINEERS GMBH Beratende Ing. im Bauwesen Consulting AG IRS Stahlwasserbau 06.11.2017 gezeichnet: IRS/Moser	Vermerk des bearbeitenden Ingenieurbüros 06.11.2017 geprüft: IRS/Sattler Zeichnung geprüft	

VORABZUG
Stand: 23.11.2017

WSV.de

Sensitivitätsbetrachtung

Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt
Wasser- und Schifffahrtsamt Kiel - Holtenau

OrgEinh Amt	AB	BWaStr Nr	ZB	Kilometer	S	OArt	ObjektidentNr.	Objekt-Teil	ZK	OB
114	A2	34	08	097,888	0	311	1726002	000	--	1

Objektbenennung: Schiffsschleusenanlage Alte Schleuse Kiel-Holtenau Grundinstandsetzung
Objektteil: Schleusentore
Einzelheit: Lastenplan - Variante 1 - Einfach kehrendes Stemmtor

Die Übereinstimmung mit der Ausführung wird bestätigt:	Entwurf Nr.	Blatt-Nr.	DVtU-Identifikation
Datum Unterschrift, Funktion	Zeichnung Nr. B-2-B02-LS-0017–	Maßstab 1:100/ 1:50/1:20/1:10	DVtU-Index

Anlage zum Lastenplan Variante 1, Einfach kehrendes Stemmtor (Zeichnung Nr. B-2-B02-LS-0017) (v 04)
Stand: 23.11.2017

Fall	Beschreibung
1a	Eigengewicht Tor (ohne Schlagsäule) geschl. Pos.
1b	Eigengewicht Tor (ohne Schlagsäule) offene Pos.
2	max. Delta (NOK +0,5m / Förde -2,29m) + Schall/Sunk
3	max. Delta (NOK -0,2m / Förde +4,6m) + Schall/Sunk
4	Schleus-Betrieb max. Delta (NOK -0,2m / Förde +3,48m) + Schall/Sunk
5	Eis - Schleus-Betrieb max. Delta (NOK +0,5m / Förde +0,08m)
6	Eis - Schleus-Betrieb max. Delta (NOK -0,2m / Förde +3,48m)

Charakteristische Werte

Zuschlag 20%

[kN]	Bemessungssituation														MAX	
	1a		1b		2		3		4		5		6			
	F_1,HR,i	F_2,HR,i	F_1,HR,i	F_2,HR,i	F_1,HR,i	F_2,HR,i	F_1,HR,i	F_2,HR,i	F_1,HR,i	F_2,HR,i	F_1,HR,i	F_2,HR,i	F_1,HR,i	F_2,HR,i	F_1,HR,i	F_2,HR,i
Stemmknagge 8					-	-	1725	+/-284,6	725	+/-119,6	275	+/-45,4	2575	+/-424,9	2575	+/-424,9
Stemmknagge 7					-	-	1750	+/-288,8	1275	+/-210,4	525	+/-86,6	1450	+/-239,3	1750	+/-288,8
Stemmknagge 6					475	+/-78,4	1975	+/-325,9	1425	+/-235,1	575	+/-94,9	1725	+/-284,6	1975	+/-325,9
Stemmknagge 5					1000	+/-165,0	2150	+/-354,8	1600	+/-264,0	575	+/-94,9	1850	+/-305,3	2150	+/-354,8
Stemmknagge 4					1175	+/-193,9	2325	+/-383,6	1800	+/-297,0	550	+/-90,8	1925	+/-317,6	2325	+/-383,6
Stemmknagge 3					1400	+/-231,0	2475	+/-408,4	1950	+/-321,8	550	+/-90,8	1950	+/-321,8	2475	+/-408,4
Stemmknagge 2					1950	+/-321,8	3200	+/-528,0	2525	+/-416,6	450	+/-74,3	2325	+/-383,6	3200	+/-528,0
Stemmknagge 1					2250	+/-371,3	2800	+/-462,0	2350	+/-387,8	400	+/-66,0	1750	+/-288,8	2800	+/-462,0

Charakteristische Werte

Zuschlag 20%

[kN]	Bemessungssituation			
	1a		1b	
	F_3	F_4	F_3	F_4
Spurlager	1375	-	475	1275

Charakteristische Werte

Zuschlag	20%
[kN]	**F_5**
Zylinder	+/-2025

Bemessungssituation Zylinder:

- UW: max. Betriebswasser 3,48m + 0,10m Schwall (=3,58m) / OW: Differenz zu Betriebswasser 0,15m (=3,33m)

Charakteristischer Wert

Zuschlag 20%

Spurlager F_6 = 2275 kN

Charakteristische Werte

Zuschlag 20%

[kN]	Bemessungssituation			
	1a		1b	
	F_7	F_8	F_7	F_8
Halslager	-150	1425	1375	-

Charakteristischer Wert

Dichtungsanschlag horizontal 15 kN/m

vertikal 15 kN/m

Charakteristischer Wert gem. Lastenheft

Abhebesicherung 250 kN

Charakteristische Werte

Zuschlag 10% (geringerer Zuschlag, Aufgrund außergewöhnlicher Kombination)

[kN]	Ausfall einer Stemmknagge																MAX	
	Ausfall 1		Ausfall 2		Ausfall 3		Ausfall 4		Ausfall 5		Ausfall 6		Ausfall 7		Ausfall 7			
	F_1,HR,i	F_2,HR,i	F_1,HR,i	F_2,HR,i	F_1,HR,i	F_2,HR,i	F_1,HR,i	F_2,HR,i	F_1,HR,i	F_2,HR,i	F_1,HR,i	F_2,HR,i	F_1,HR,i	F_2,HR,i	F_1,HR,i	F_2,HR,i	F_1,HR,i	F_2,HR,i
Stemmknagge 8	1150	+/-189,8	1550	+/-255,8	1600	+/-264,0	1625	+/-268,1	1650	+/-272,3	1575	+/-259,9	2325	+/-383,6	Ausfall		2325	+/-383,6
Stemmknagge 7	1650	+/-272,3	1650	+/-272,3	1675	+/-276,4	1650	+/-272,3	1550	+/-255,8	2500	+/-412,5	Ausfall		3425	+/-565,1	3425	+/-565,1
Stemmknagge 6	1875	+/-309,4	1850	+/-305,3	1875	+/-309,4	1750	+/-288,8	2775	+/-457,9	Ausfall		2625	+/-433,1	1675	+/-276,4	2775	+/-457,9
Stemmknagge 5	2050	+/-338,3	2050	+/-338,3	1925	+/-317,6	3025	+/-499,1	Ausfall		2850	+/-470,3	1925	+/-317,6	2025	+/-334,1	3025	+/-499,1
Stemmknagge 4	2200	+/-363,0	2025	+/-334,1	3250	+/-536,3	Ausfall		3100	+/-511,5	2075	+/-342,4	2175	+/-358,9	2150	+/-354,8	3250	+/-536,3
Stemmknagge 3	1875	+/-309,4	4100	+/-676,5	Ausfall		3325	+/-548,6	2200	+/-363,0	2300	+/-379,5	2300	+/-379,5	2275	+/-375,4	4100	+/-676,5
Stemmknagge 2	6050	+/-998,3	Ausfall		4025	+/-664,1	2875	+/-474,4	2975	+/-490,9	2950	+/-486,8	2950	+/-486,8	2875	+/-474,4	6050	+/-998,3
Stemmknagge 1	Ausfall		3625	+/-598,1	2500	+/-412,5	2600	+/-429,0	2600	+/-429,0	2575	+/-424,9	2575	+/-424,9	2425	+/-400,1	3625	+/-598,1

BS 2 max Delta (NOK +0,5 / Förde -2,29) + Schwall/Sunk

F_2 positiv

						a [°]	a [rad]		
					0,165	52,5	0,916	Wandanschnitt	Achse Sohle
	Kote	h	b_{eff}	F_1	F_2	F_X	F_Y	$M'_{X,Wand}$	$M'_{X,Sohle}$
	[mNHN]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm/m]	[kNm/m]
8	1,875	12,375	21,83	0	0	0	0	0	0
7	0,275	10,775	19,43	0	0	0	0	0	0
6	-1,325	9,175	17,03	475	78,4	227	425	229	285
5	-2,925	7,575	14,63	1000	165	478	894	463	600
4	-4,525	5,975	12,23	1175	193,9	561	1050	513	706
3	-6,125	4,375	9,83	1400	231	669	1251	557	843
2	-7,725	2,775	7,43	1950	321,8	932	1743	651	1179
1	-9,975	0,525	4,06	2250	371,3	1075	2011	260	1374
	UK Wand	-10,5	mNHN		Summen:	3942	7374	2673	4987
	Wandhöhe	16,35	m					Sohldicke [m]:	4,5

BS 2 max Delta (NOK +0,5 / Förde -2,29) + Schwall/Sunk

F_2 negativ

						a [°]	a [rad]		
					-0,165	52,5	0,916	Wandanschnitt	Achse Sohle
	Kote	h	b_{eff}	F_1	F_2	F_X	F_Y	$M'_{X,Wand}$	$M'_{X,Sohle}$
	[mNHN]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm/m]	[kNm/m]
8	1,875	12,375	21,83	0	0	0	0	0	0
7	0,275	10,775	19,43	0	0	0	0	0	0
6	-1,325	9,175	17,03	475	-78,4	351	329	177	220
5	-2,925	7,575	14,63	1000	-165	740	693	359	466
4	-4,525	5,975	12,23	1175	-193,9	869	814	398	548
3	-6,125	4,375	9,83	1400	-231	1036	970	432	654
2	-7,725	2,775	7,43	1950	-321,8	1442	1351	505	914
1	-9,975	0,525	4,06	2250	-371,3	1664	1559	202	1066
	UK Wand	-10,5	mNHN		Summen:	6102	5716	2073	3868
	Wandhöhe	16,35	m					Sohldicke [m]:	4,5

BS 3 max Delta (NOK -0,2 / Förde +4,6) + Schwall/Sunk

F_2 positiv

						a [°]	a [rad]		
					0,165	52,5	0,916	Wandanschn	Achse Sohle
	Kote	h	b_{eff}	F_1	F_2	F_X	F_Y	$M'_{X,Wand}$	$M'_{X,Sohle}$
	[mNHN]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm/m]	[kNm/m]
8	1,875	12,375	21,83	1725	284,6	824	1542	874	1033
7	0,275	10,775	19,43	1750	288,8	836	1564	867	1048
6	-1,325	9,175	17,03	1975	325,9	944	1765	951	1184
5	-2,925	7,575	14,63	2150	354,8	1027	1922	995	1291
4	-4,525	5,975	12,23	2325	383,6	1111	2078	1015	1397
3	-6,125	4,375	9,83	2475	408,4	1183	2212	984	1490
2	-7,725	2,775	7,43	3200	528	1529	2860	1068	1934
1	-9,975	0,525	4,06	2800	462	1338	2503	324	1711
	UK Wand	-10,5	mNHN		Summen:	8792	16446	7078	11088
	Wandhöhe	16,35	m					Sohldicke [m	4,5

BS 3 max Delta (NOK -0,2 / Förde +4,6) + Schwall/Sunk

F_2 negativ

						a [°]	a [rad]		
					-0,165	52,5	0,916	Wandanschn	Achse Sohle
	Kote	h	b_{eff}	F_1	F_2	F_X	F_Y	$M'_{X,Wand}$	$M'_{X,Sohle}$
	[mNHN]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm/m]	[kNm/m]
8	1,875	12,375	21,83	1725	-284,6	1276	1195	677	800
7	0,275	10,775	19,43	1750	-288,8	1294	1213	673	813
6	-1,325	9,175	17,03	1975	-325,9	1461	1368	737	918
5	-2,925	7,575	14,63	2150	-354,8	1590	1490	771	1000
4	-4,525	5,975	12,23	2325	-383,6	1720	1611	787	1083
3	-6,125	4,375	9,83	2475	-408,4	1831	1715	763	1156
2	-7,725	2,775	7,43	3200	-528	2367	2217	828	1499
1	-9,975	0,525	4,06	2800	-462	2071	1940	251	1326
	UK Wand	-10,5	mNHN		Summen:	13610	12749	5487	8595
	Wandhöhe	16,35	m					Sohldicke [m	4,5

BS 4 Schleusenbetrieb max Delta (NOK -0,2 / Förde +3,48) + Schwall/Sunk

F_2 positiv

						a [°]	a [rad]		
					0,165	52,5	0,916	Wandanschn	Achse Sohle
	Kote	h	b_{eff}	F_1	F_2	F_X	F_Y	$M'_{X,Wand}$	$M'_{X,Sohle}$
	[mNHN]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm/m]	[kNm/m]
8	1,875	12,375	21,83	725	119,6	346	648	367	434
7	0,275	10,775	19,43	1275	210,4	609	1140	632	764
6	-1,325	9,175	17,03	1425	235,1	681	1274	686	854
5	-2,925	7,575	14,63	1600	264	765	1430	740	960
4	-4,525	5,975	12,23	1800	297	860	1609	786	1082
3	-6,125	4,375	9,83	1950	321,8	932	1743	776	1175
2	-7,725	2,775	7,43	2525	416,6	1207	2257	843	1526
1	-9,975	0,525	4,06	2350	387,8	1123	2100	272	1436
	UK Wand	-10,5	mNHN		Summen:	6523	12201	5102	8231
	Wandhöhe	16,35	m					Sohldicke [m	4,5

BS 4 Schleusenbetrieb max Delta (NOK -0,2 / Förde +3,48) + Schwall/Sunk

F_2 negativ

						a [°]	a [rad]		
					-0,165	52,5	0,916	Wandanschn	Achse Sohle
	Kote	h	b_{eff}	F_1	F_2	F_X	F_Y	$M'_{X,Wand}$	$M'_{X,Sohle}$
	[mNHN]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm/m]	[kNm/m]
8	1,875	12,375	21,83	725	-119,6	536	502	285	337
7	0,275	10,775	19,43	1275	-210,4	943	883	490	592
6	-1,325	9,175	17,03	1425	-235,1	1054	987	532	662
5	-2,925	7,575	14,63	1600	-264	1183	1109	574	745
4	-4,525	5,975	12,23	1800	-297	1331	1247	609	838
3	-6,125	4,375	9,83	1950	-321,8	1442	1351	601	910
2	-7,725	2,775	7,43	2525	-416,6	1868	1750	654	1184
1	-9,975	0,525	4,06	2350	-387,8	1738	1628	211	1113
	UK Wand	-10,5	mNHN		Summen:	10095	9457	3956	6381
	Wandhöhe	16,35	m					Sohldicke [m	4,5

BS 5 Eis - Schleusenbetrieb max Delta (NOK +0,5 / Förde +0,08)

F_2 positiv

						a [°]	a [rad]		
					0,165	52,5	0,916	Wandanschn	Achse Sohle
	Kote	h	b_{eff}	F_1	F_2	F_X	F_Y	$M'_{X,Wand}$	$M'_{X,Sohle}$
	[mNHN]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm/m]	[kNm/m]
8	1,875	12,375	21,83	275	45,4	131	246	139	164
7	0,275	10,775	19,43	525	86,6	251	469	260	314
6	-1,325	9,175	17,03	575	94,9	275	514	277	345
5	-2,925	7,575	14,63	575	94,9	275	514	266	345
4	-4,525	5,975	12,23	550	90,8	263	492	240	331
3	-6,125	4,375	9,83	550	90,8	263	492	219	332
2	-7,725	2,775	7,43	450	74,3	215	402	150	272
1	-9,975	0,525	4,06	400	66	191	358	46	244
	UK Wand	-10,5	mNHN		Summen:	1864	3487	1597	2347
	Wandhöhe	16,35	m					Sohldicke [m	4,5

BS 5 Eis - Schleusenbetrieb max Delta (NOK +0,5 / Förde +0,08)

F_2 negativ

						a [°]	a [rad]		
					-0,165	52,5	0,916	Wandanschn	Achse Sohle
	Kote	h	b_{eff}	F_1	F_2	F_X	F_Y	$M'_{X,Wand}$	$M'_{X,Sohle}$
	[mNHN]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm/m]	[kNm/m]
8	1,875	12,375	21,83	275	-45,4	203	191	108	128
7	0,275	10,775	19,43	525	-86,6	388	364	202	244
6	-1,325	9,175	17,03	575	-94,9	425	398	214	267
5	-2,925	7,575	14,63	575	-94,9	425	398	206	267
4	-4,525	5,975	12,23	550	-90,8	407	381	186	256
3	-6,125	4,375	9,83	550	-90,8	407	381	170	257
2	-7,725	2,775	7,43	450	-74,3	333	312	117	211
1	-9,975	0,525	4,06	400	-66	296	277	36	190
	UK Wand	-10,5	mNHN		Summen:	2884	2702	1239	1820
	Wandhöhe	16,35	m					Sohldicke [m	4,5

BS 6 Eis - Schleusenbetrieb max Delta (NOK -0,2 / Förde +3,48)

F_2 positiv

						a [°]	a [rad]			
					0,165	52,5	0,916	Wandanschn	Achse Sohle	
	Kote	h	b_{eff}	F_1	F_2	F_X	F_Y	$M'_{X,Wand}$	$M'_{X,Sohle}$	F'_Y
	[mNHN]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]
8	1,875	12,375	21,83	2575	424,9	1230	2302	1305	1542	105
7	0,275	10,775	19,43	1450	239,3	693	1296	719	869	67
6	-1,325	9,175	17,03	1725	284,6	824	1542	831	1035	91
5	-2,925	7,575	14,63	1850	305,3	884	1654	856	1110	113
4	-4,525	5,975	12,23	1925	317,6	920	1721	841	1158	141
3	-6,125	4,375	9,83	1950	321,8	932	1743	776	1175	177
2	-7,725	2,775	7,43	2325	383,6	1111	2078	776	1405	280
1	-9,975	0,525	4,06	1750	288,8	836	1564	202	1069	385
	UK Wand	-10,5	mNHN		Summen:	7430	13900	6306	9363	1359
	Wandhöhe	16,35	m					Sohldicke [m	4,5	

BS 6 Eis - Schleusenbetrieb max Delta (NOK -0,2 / Förde +3,48)

F_2 negativ

						a [°]	a [rad]		
					-0,165	52,5	0,916	Wandanschn	Achse Sohle
	Kote	h	b_{eff}	F_1	F_2	F_X	F_Y	$M'_{X,Wand}$	$M'_{X,Sohle}$
	[mNHN]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm/m]	[kNm/m]
8	1,875	12,375	21,83	2575	-424,9	1905	1784	1011	1195
7	0,275	10,775	19,43	1450	-239,3	1073	1005	557	673
6	-1,325	9,175	17,03	1725	-284,6	1276	1195	644	802
5	-2,925	7,575	14,63	1850	-305,3	1368	1282	664	861
4	-4,525	5,975	12,23	1925	-317,6	1424	1334	652	897
3	-6,125	4,375	9,83	1950	-321,8	1442	1351	601	910
2	-7,725	2,775	7,43	2325	-383,6	1720	1611	602	1090
1	-9,975	0,525	4,06	1750	-288,8	1294	1213	157	829
	UK Wand	-10,5	mNHN		Summen:	11502	10775	4888	7257
	Wandhöhe	16,35	m					Sohldicke [m	4,5

Halslager

Tor geschlossen

						a [°]	a [rad]		
						26	0,454	Wandanschnitt	Achse Sohle
	Kote	h	b_{eff}	F_7	F_8	F_X	F_Y	$M'_{X,Wand}$	$M'_{X,Sohle}$
	[mNHN]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm/m]	[kNm/m]
8	3,2	13,7	23,82	150	1425	-775	-1281	-737	-858
7									
6									
5									
4									
3									
2									
1									
	UK Wand	-10,5	mNHN		Summen:	-775	-1281	-737	-858
	Wandhöhe	16,35	m					Sohldicke [m]:	4,5

Tor geöffnet

						a [°]	a [rad]		
						26	0,454	Wandanschnitt	Achse Sohle
	Kote	h	b_{eff}	F_1	F_2	F_X	F_Y	$M'_{X,Wand}$	$M'_{X,Sohle}$
	[mNHN]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm/m]	[kNm/m]
8	3,2	13,7	23,82	1375	0	-1375	0	0	0
7									
6									
5									
4									
3									
2									
1									
	UK Wand	-10,5	mNHN		Summen:	-1375	0	0	0
	Wandhöhe	16,35	m					Sohldicke [m]:	4,5

Anhang D: Häupter – Rissbreite unter Last

WTM ENGINEERS

Direkte Berechnung der Rissbreiten

Eurocode 2: DIN EN 1992-1-1 (NA)

Projekt:

Seite:

$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm})$

$= 373 \cdot 0{,}067\ \%$

$= \mathbf{0{,}25}$ **mm**

$w_{maxl} =$ 0,25 mm

Dabei ist
- w_k der Rechenwert der Rissbreite
- $s_{r,max}$ der maximale Risssabstand bei abgeschlossenem Rissbild
- e_{sm} die mittlere Dehnung der Bewehrung unter der maßgebenden Einwirkungskombination unter Berücksichtigung der Mitwirkung des Betons auf Zug zwischen den Rissen
- e_{cm} die mittlere Dehnung des Betons zwischen den Rissen

Bauteilquerschnitt / Material

h = 5,650 m
b = 1,000 m
A_c = 5,650 m²
$A_{c,eff}$ = 0,338 m²

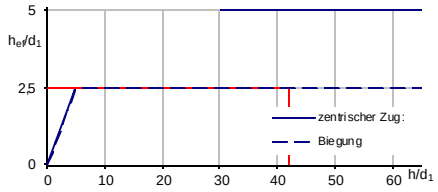
Beton: C 20 / 25
f_{ct} = 2,21 N/mm²
E_{cm} = 30000 N/mm²

Stahl: BSt 500
f = 28 mm
E_s = 200000 N/mm²

A_s = 70,29 cm²

Vergrößerung der Höhe hc,ef des Wirkungsbereichs der Bewehrung:

d_1 = 13,5 cm
h / d_1 = 41,85
$h_{c,ef} / d_1$ = 2,50
h_{ef} = 0,3375 m



Dehnungszustand:
e_{Druck} = 0 ‰
e_{Zug} = 1,174 ‰
x = 0 cm --> $h_{eff} \leq$ (h - x) / 3 = 1,88 m

Beanspruchung des Bauteils:

Zeitpunkt der Rissbildung:
zu einem beliebiten Zeitpunkt
--> $f_{ct,eff}$ = 3,00 N/mm²

Ursache der Zugspannungen im Bauteil:
äußere Einwirkung / extern ermittelte Zwangseinwirkungen

Die Stahlspannungen werden durch ein einfaches Hebelgesetz überschlägig ermittelt:

M = 9239 kNm
N = -1000 kN (Druck) --> $s_{c,Rand}$ = 1,56 N/mm²

$s_s = [N + (M - N \cdot z_{s1}) / (0{,}9 \cdot d)] / A_s$ mit $z_{s1} = h/2 - d_1$

$= -[1000 + (9239 - -1000 \cdot 2{,}690) / (0{,}9 \cdot 5{,}52)] / 70{,}29$ $= 5{,}65/2 - 0{,}14$

$= 20{,}0$ kN/cm² --> 199,6 N/mm² $= 2{,}690$ m

Differenz der mittleren Dehnungen von Beton und Betonstahl:

$$e_{sm} - e_{cm} = \frac{s_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{r_{p,eff}} \cdot (1 + a_e \cdot r_{p,eff})}{E_s} \geq 0{,}6 \frac{s_s}{E_s}$$

mit $a_e = E_s/E_{cm} = 6{,}7$
$r_{p,eff} = A_s / A_{c,eff}^* = 2{,}08\%$
$k_t = 0{,}4$

$$e_{sm} - e_{cm} = \frac{200 - 0{,}4 \frac{3{,}00}{0{,}021} \cdot (1 + 6{,}7 \cdot 0{,}021)}{200000} \geq 0{,}6 \frac{200}{200000}$$

$= \underline{0{,}067\%} \geq 0{,}060\%$

Maximaler Rissabstand:

$$s_{r,max} = \frac{f}{3{,}6\ r_{p,eff}} \leq \frac{s_s\ f}{3{,}6 \cdot f_{ct,eff}}$$

mit $r_{p,eff} = A_s / A_{c,eff}^* = 2{,}08\%$

$$s_{r,max} = \frac{28}{3{,}6\ 0{,}021} \leq \frac{200 \cdot 28}{3{,}6 \cdot 3{,}00}$$

$\underline{373} \leq 518$

WTM ENGINEERS	Direkte Berechnung der Rissbreiten Eurocode 2: DIN EN 1992-1-1 (NA)	Projekt: Seite:

$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm})$

$= 268 \cdot 0{,}093\ \%$

$= \mathbf{0{,}25}$ **mm**

$w_{maxl} =$ 0,25 mm

Dabei ist
- w_k der Rechenwert der Rissbreite
- $s_{r,max}$ der maximale Risssabstand bei abgeschlossenem Rissbild
- e_{sm} die mittlere Dehnung der Bewehrung unter der maßgebenden Einwirkungskombination unter Berücksichtigung der Mitwirkung des Betons auf Zug zwischen den Rissen
- e_{cm} die mittlere Dehnung des Betons zwischen den Rissen

Bauteilquerschnitt / Material

$h =$ 4,500 m
$b =$ 1,000 m
$A_c =$ 4,500 m²
$A_{c,eff} =$ 0,413 m²

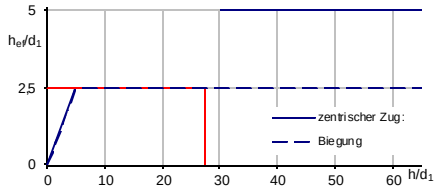
Beton: C 20 / 25
$f_{ct} =$ 2,21 N/mm²
$E_{cm} =$ 30000 N/mm²

Stahl: BSt 500
$f =$ 28 mm
$E_s =$ 200000 N/mm²

$A_s =$ 119,82 cm²

Vergrößerung der Höhe hc,ef des Wirkungsbereichs der Bewehrung:

$d_1 =$ 16,5 cm
$h / d_1 =$ 27,27
$h_{c,ef} / d_1 =$ 2,50
$h_{ef} =$ 0,4125 m



Dehnungszustand:
$e_{Druck} =$ 0 ‰
$e_{Zug} =$ 1,174 ‰
x = 0 cm --> $h_{ef} \leq$ (h - x) / 3 = 1,50 m

Beanspruchung des Bauteils:

Zeitpunkt der Rissbildung:
zu einem beliebiten Zeitpunkt
--> $f_{ct,eff} =$ 3,00 N/mm²

Ursache der Zugspannungen im Bauteil:
äußere Einwirkung / extern ermittelte Zwangseinwirkungen

Die Stahlspannungen werden durch ein einfaches Hebelgesetz überschlägig ermittelt:

M = 12857 kNm
N = -1000 kN (Druck) --> $s_{c,Rand} =$ 3,59 N/mm²

$s_s = [\,N + (\,M - N \cdot z_{s1}\,) / (\,0{,}9 \cdot d\,)\,] / A_s$ mit $z_{s1} = h/2 - d_1$

$= -[\,1000 + (\,12857 - -1000 \cdot 2{,}085\,) / (\,0{,}9 \cdot 4{,}34\,)\,] / 119{,}82$ $= 4{,}50/2 - 0{,}17$

$= 23{,}6$ kN/cm² --> 236,2 N/mm² $= 2{,}085$ m

Differenz der mittleren Dehnungen von Beton und Betonstahl:

$$e_{sm} - e_{cm} = \frac{s_s - k_t \dfrac{f_{ct,eff}}{r_{p,eff}} \cdot (1 + a_e \cdot r_{p,eff})}{E_s} \geq 0{,}6 \frac{s_s}{E_s}$$

mit $a_e = E_s/E_{cm} =$ 6,7
$r_{p,eff} = A_s / A_{c,eff}^* =$ 2,90%
$k_t =$ 0,4

$$e_{sm} - e_{cm} = \frac{236 - 0{,}4 \dfrac{3{,}00}{0{,}029} \cdot (1 + 6{,}7 \cdot 0{,}029)}{200000} \geq 0{,}6 \frac{236}{200000}$$

$= \underline{0{,}093\%} \geq 0{,}071\%$

Maximaler Rissabstand:

$$s_{r,max} = \frac{f}{3{,}6\ r_{p,eff}} \leq \frac{s_s\ f}{3{,}6 \cdot f_{ct,eff}}$$

mit $r_{p,eff} = A_s / A_{c,eff}^* =$ 2,90%

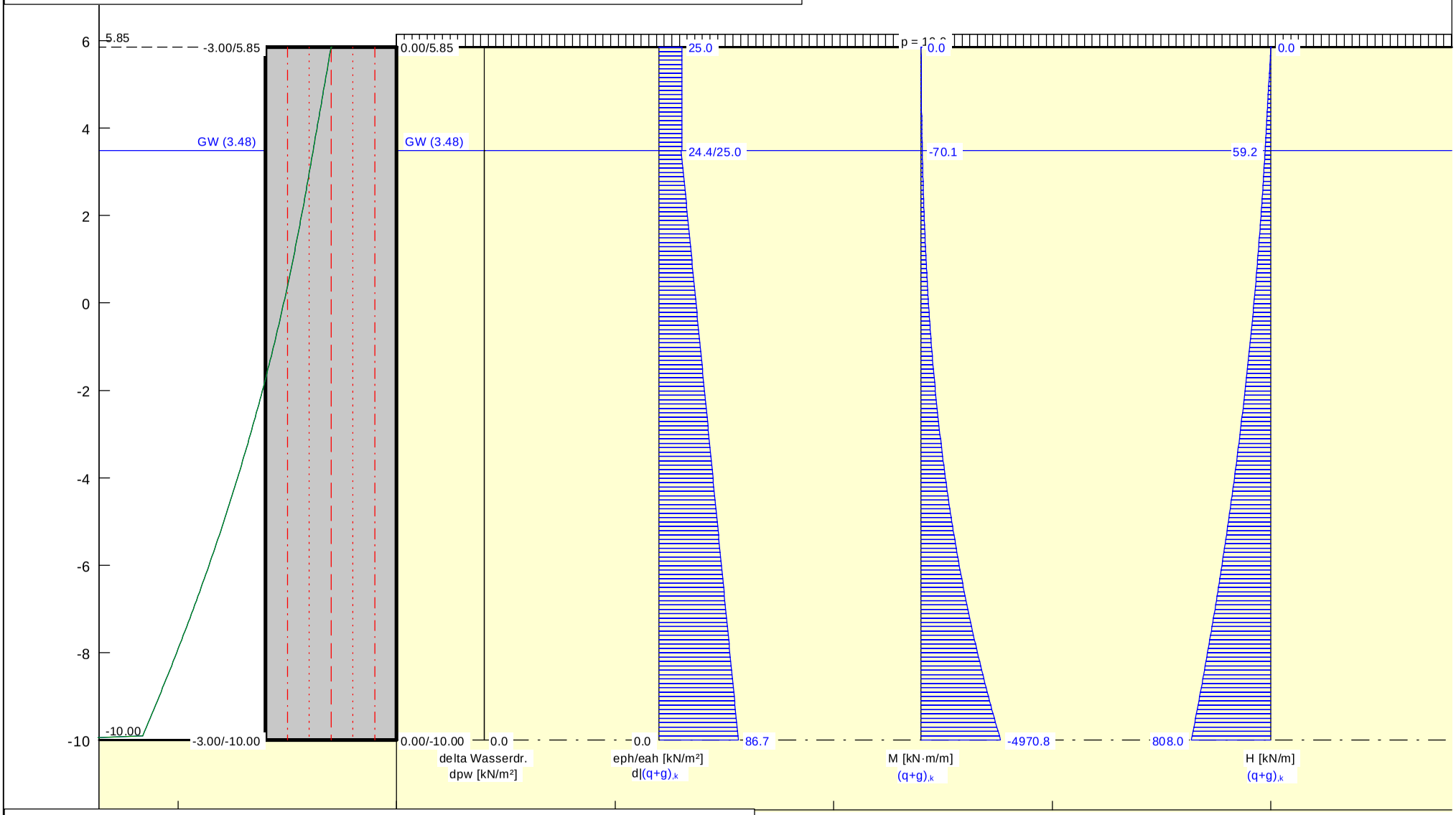
$$s_{r,max} = \frac{28}{3{,}6\ \ 0{,}029} \leq \frac{236 \cdot 28}{3{,}6 \cdot 3{,}00}$$

$\underline{268} \leq 612$

Anhang E: Erddruck Schleusenkammerwand

GGU-UNDERPIN / Version 7.15 / 13.10.2017
Eo + Ev + 10 GW +3,48
Norm: EC 7
Berechnungsgrundlagen:
keine Erddruckumlagerung
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Erdruhedruck
Ersatzerddruck-Beiwert k_{ah} [-] = 0.200
Passiver Erddruck nach: DIN 4085:2011
g_G = 1.20

g_{E0g} = 1.10
g_Q = 1.30
g_{Ep} = 1.30
Faktor(Ep) = 0.50
Hydraulischer Gradient (Passivseite) für Erddruck
Datei: 2_Eo_MSA2100_3.48_10.ufg
Datum: 04.12.2017
Uhrzeit: 14:31:58



Boden	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	d/j passiv	d/j aktiv	Bezeichnung
	-13.75	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	0.000	0.000	Auff/Sand

OK Wand = 5.85 m

13188 Kiel-Holtenau
MSA 2100
Anhang E E.1

Eo + Ev + 10 GW +3,48

GGU-UNDERPIN / Version 7.15 / 13.10.2017

Unterfangung
==========

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Eo + Ev + 10 GW +3,48

Datei: 2_Eo_MSA2100_3.48_10.ufg

Datum: 04.12.2017
Uhrzeit: 14:31:58

Wandkopf = 5.85 m

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

Baugrubensohle = -10.00 m

Grundwasserstand (rechts) = 3.48 m
Grundwasserstand (links) = 3.48 m

Kippnachweis nicht untersucht.

Teilsicherheiten
gamma,g = 1.20
gamma,g,Ruhe = 1.10
gamma,q = 1.30
gamma,Ep = 1.30 (Gleiten)

Unterfangungskörper
g 24.00 kN/m³
E-Modul = 2.2000E+7 kN/m²
Vertikallast(G) = 0.00 kN/m
Vertikallast(Q) = 0.00 kN/m
Horizontallast(G) = 0.00 kN/m
Horizontallast(Q) = 0.00 kN/m
x (Last) = 0.00 m
Fundamentlänge a = 100.00 m

Tiefe [m]	links [m]	rechts [m]	Breite [m]
5.85	-3.00	0.00	3.00
-10.00	-3.00	0.00	3.00

Flächenlast p = 10.00 kN/m²

Zusatzdrücke

Nr. [-]	e(oben) [kN/m²]	e(unten) [kN/m²]	z(oben) [m]	z(unten) [m]	Verkehrslast [-]
1	20.36	0.60	5.85	3.48	nein

keine Erddruckumlagerung

Bodenkennwerte

Schicht [-]	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	d(p)/j [-]	d(a)/j [-]	E_s [MN/m²]
1	-13.75	18.00	10.00	32.50	0.00	0.00	0.000	0.000	10.0

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

Schicht [-]	k_{agh} [-]	k_{ach} [-]	j_k [°]	d [°]
1	0.463	0.000	32.500	0.00

Eo + Ev + 10 GW +3,48

Aktive Erddruckordinaten (g+q),k
mit Zusatzdrücken

von [m]	bis [m]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]	Wasserdruck oben[kN/m²]	Wasserdruck unten[kN/m²]
5.850	3.480	24.995	24.966	0.00	0.00
3.480	-9.900	24.366	86.276	0.00	0.00
-9.900	-10.000	86.276	86.738	0.00	0.00
-10.000	-13.750	86.738	104.089	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte
Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützlinie)
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00
bestimmt nach: DIN 4085:2011

Schicht [-]	k_{pgh} [-]	k_{pch} [-]	j_k [°]	d [°]
1	3.322	3.646	32.500	0.00

Passive Erddruckordinaten mit:
Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützlinie)
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von [m]	bis [m]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]
-9.90	-10.00	0.00	0.00
-10.00	-13.75	0.00	-62.30

Schnittgrößen (g+q),k

Tiefe [m]	H [kN/m]	M [kN·m/m]	V [kN/m]	e [m]	b/3 [m]	
5.85	0.0	0.0	0.0	0.000	1.000	
3.48	59.2	-70.1	170.6	-0.411	1.000	
-9.90	799.4	-4890.5	1134.0	-4.313	1.000	*
-10.00	808.0	-4970.8	736.8	-6.746	1.000	*

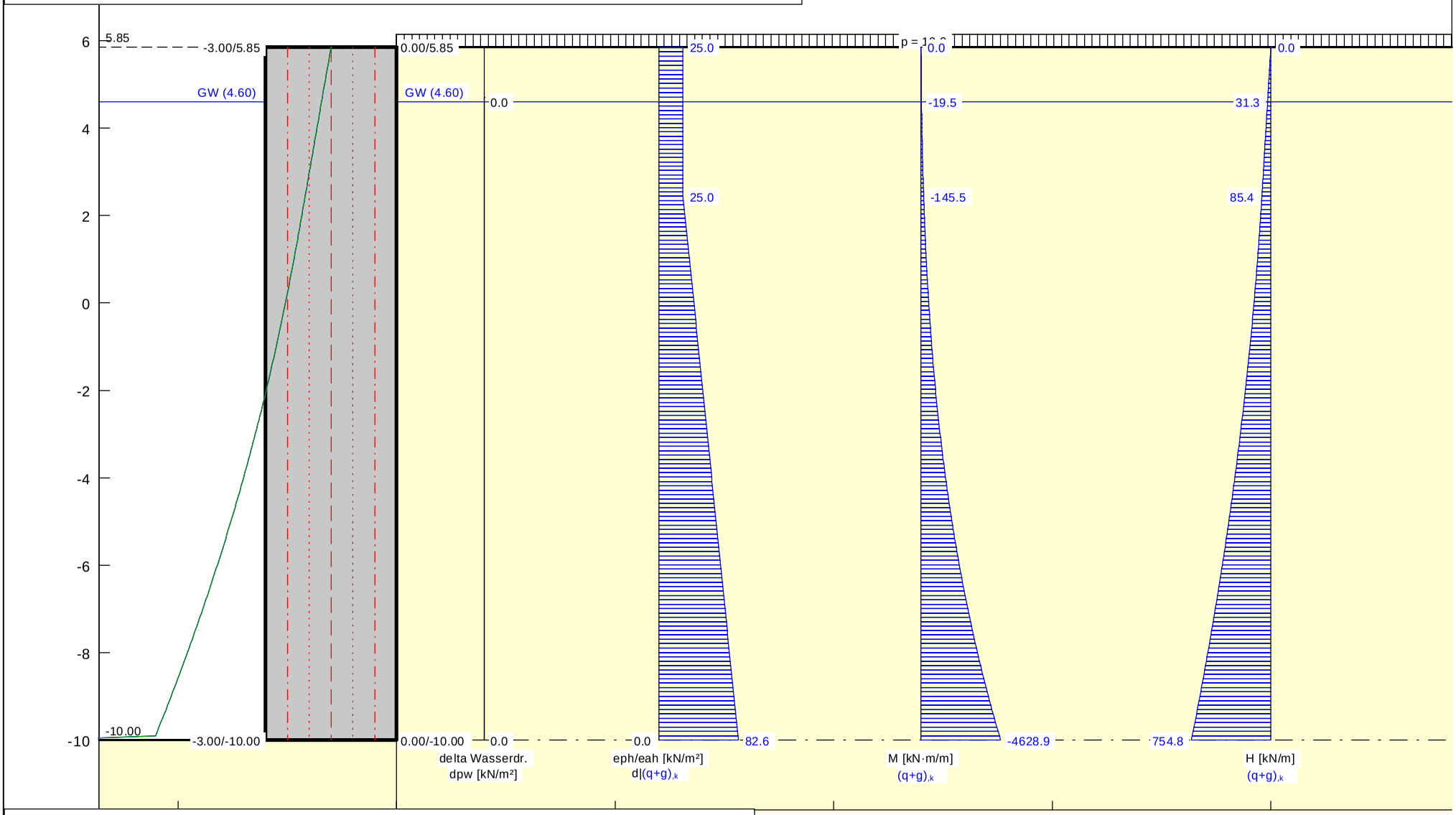
*) Bedingung: |e| < b / 3 nicht eingehalten.

Hydraulischer Gradient auf Passivseite für Erddruckberechnung verwendet !

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

GGU-UNDERPIN / Version 7.15 / 13.10.2017
Eo + Ev + 10 GW +4,60
Norm: EC 7
Berechnungsgrundlagen:
keine Erddruckumlagerung
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Erdruhedruck
Ersatzerddruck-Beiwert k_{ah} [-] = 0.200
Passiver Erddruck nach: DIN 4085:2011
g_G = 1.20

g_{E0g} = 1.10
g_Q = 1.30
g_{Ep} = 1.30
Faktor(Ep) = 0.50
Hydraulischer Gradient (Passivseite) für Erddruck
Datei: 2_Eo_MSA2100_4.60_10.ufg
Datum: 04.12.2017
Uhrzeit: 14:52:55



Boden	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	d/j passiv	d/j aktiv	Bezeichnung
	-13.75	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	0.000	0.000	Auff/Sand

OK Wand = 5.85 m

13188 Kiel-Holtenau
MSA 2100
Anhang E E.3

Eo + Ev + 10 GW +4,60

GGU-UNDERPIN / Version 7.15 / 13.10.2017

Unterfangung
==========

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Eo + Ev + 10 GW +4,60

Datei: 2_Eo_MSA2100_4.60_10.ufg

Datum: 04.12.2017
Uhrzeit: 14:52:55

Wandkopf = 5.85 m

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

Baugrubensohle = -10.00 m

Grundwasserstand (rechts) = 4.60 m
Grundwasserstand (links) = 4.60 m

Kippnachweis nicht untersucht.

Teilsicherheiten
gamma,g = 1.20
gamma,g,Ruhe = 1.10
gamma,q = 1.30
gamma,Ep = 1.30 (Gleiten)

Unterfangungskörper
g 24.00 kN/m³
E-Modul = 2.2000E+7 kN/m²
Vertikallast(G) = 0.00 kN/m
Vertikallast(Q) = 0.00 kN/m
Horizontallast(G) = 0.00 kN/m
Horizontallast(Q) = 0.00 kN/m
x (Last) = 0.00 m
Fundamentlänge a = 100.00 m

Tiefe [m]	links [m]	rechts [m]	Breite [m]
5.85	-3.00	0.00	3.00
-10.00	-3.00	0.00	3.00

Flächenlast p = 10.00 kN/m²

Zusatzdrücke

Nr. [-]	e(oben) [kN/m²]	e(unten) [kN/m²]	z(oben) [m]	z(unten) [m]	Verkehrslast [-]
1	20.40	10.00	5.85	4.60	nein
2	10.00	0.00	4.60	2.44	nein

keine Erddruckumlagerung

Bodenkennwerte

Schicht [-]	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	d(p)/j [-]	d(a)/j [-]	E_s [MN/m²]
1	-13.75	18.00	10.00	32.50	0.00	0.00	0.000	0.000	10.0

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

Schicht [-]	k_{agh} [-]	k_{ach} [-]	j_k [°]	d [°]
1	0.463	0.000	32.500	0.00

Eo + Ev + 10 GW +4,60

Aktive Erddruckordinaten (g+q),k
mit Zusatzdrücken

von [m]	bis [m]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]	Wasserdruck oben[kN/m²]	Wasserdruck unten[kN/m²]
5.850	4.600	25.035	25.038	0.00	0.00
4.600	2.440	25.038	25.032	0.00	0.00
2.440	-9.900	25.032	82.128	0.00	0.00
-9.900	-10.000	82.128	82.592	0.00	0.00
-10.000	-13.750	82.592	99.943	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte
Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützlinie)
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00
bestimmt nach: DIN 4085:2011

Schicht [-]	k_{pgh} [-]	k_{pch} [-]	j_k [°]	d [°]
1	3.322	3.646	32.500	0.00

Passive Erddruckordinaten mit:
Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützlinie)
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von [m]	bis [m]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]
-10.00	-13.75	0.00	-62.30

Schnittgrößen (g+q),k

Tiefe [m]	H [kN/m]	M [kN·m/m]	V [kN/m]	e [m]	b/3 [m]	
5.85	0.0	0.0	0.0	0.000	1.000	
4.60	31.3	-19.5	90.0	-0.217	1.000	
2.44	85.4	-145.5	245.5	-0.593	1.000	
-9.90	746.5	-4553.6	1134.0	-4.016	1.000	*
-10.00	754.8	-4628.9	703.2	-6.583	1.000	*

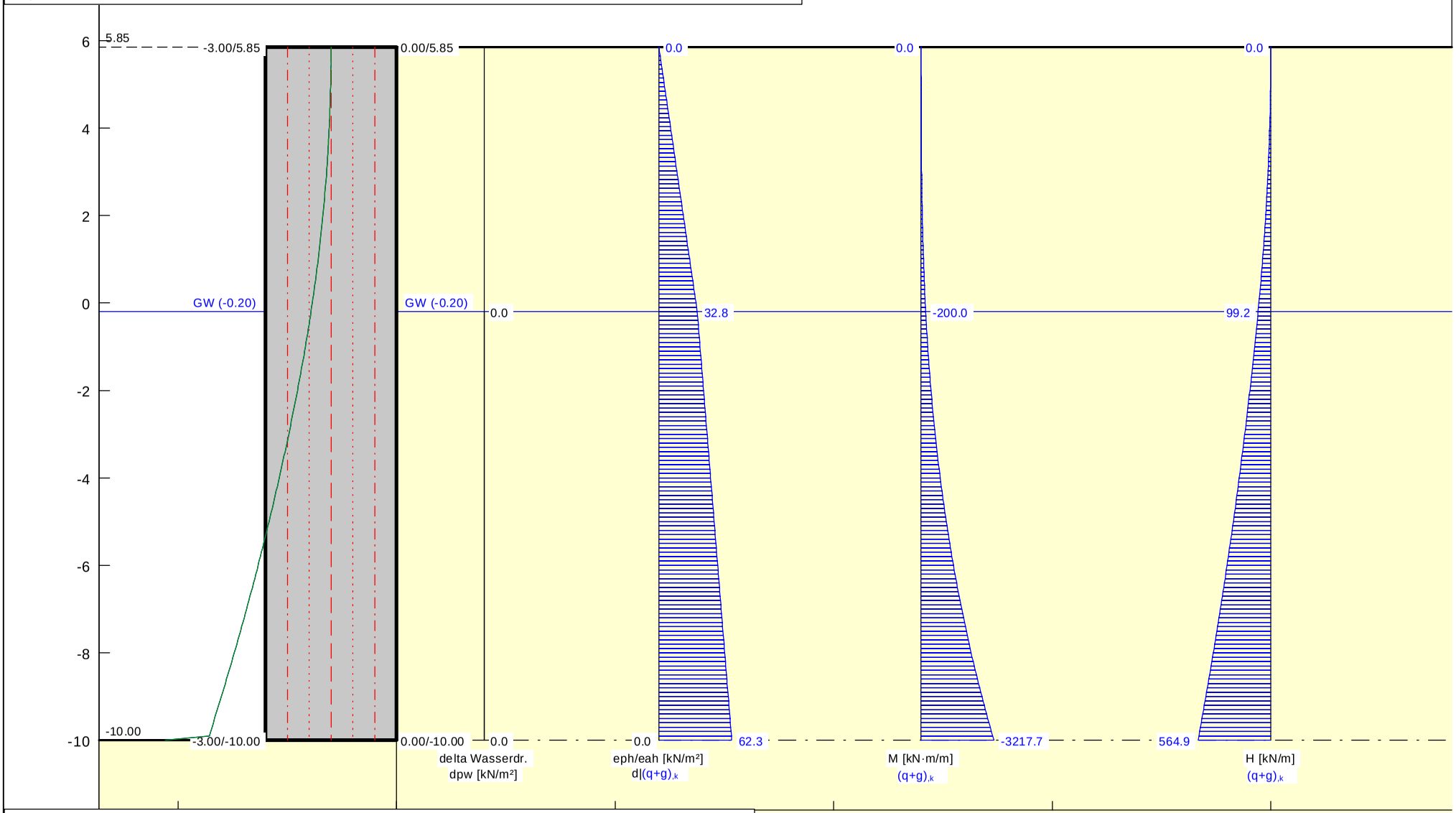
*) Bedingung: |e| < b / 3 nicht eingehalten.

Hydraulischer Gradient auf Passivseite für Erddruckberechnung verwendet !

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

GGU-UNDERPIN / Version 7.15 / 13.10.2017
Ea GW -0,20
Norm: EC 7
Berechnungsgrundlagen:
keine Erddruckumlagerung
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Ersatzerddruck-Beiwert k_{ah} [-] = 0.200
Passiver Erddruck nach: DIN 4085:2011
g_G = 1.20
g_Q = 1.30

g_{Ep} = 1.30
Faktor(Ep) = 0.50
Hydraulischer Gradient (Passivseite) für Erddruck
Datei: 2_Ea_MSA2100_-0.20.ufg
Datum: 04.12.2017
Uhrzeit: 18:17:52



Boden	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	d/j passiv	d/j aktiv	Bezeichnung
	-13.75	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	0.000	0.000	Auff/Sand

OK Wand = 5.85 m

13188 Kiel-Holtenau
MSA 2100
Anhang E E.5

Ea+ GW -0,20

GGU-UNDERPIN / Version 7.15 / 13.10.2017

Unterfangung
==========

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Ea GW -0,20

Datei: 2_Ea_MSA2100_-0.20.ufg

Datum: 04.12.2017
Uhrzeit: 18:17:52

Wandkopf = 5.85 m

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

Baugrubensohle = -10.00 m

Grundwasserstand (rechts) = -0.20 m
Grundwasserstand (links) = -0.20 m

Kippnachweis nicht untersucht.

Teilsicherheiten
gamma,g = 1.20
gamma,q = 1.30
gamma,Ep = 1.30 (Gleiten)

Unterfangungskörper
g 24.00 kN/m³
E-Modul = 2.2000E+7 kN/m²
Vertikallast(G) = 0.00 kN/m
Vertikallast(Q) = 0.00 kN/m
Horizontallast(G) = 0.00 kN/m
Horizontallast(Q) = 0.00 kN/m
x (Last) = 0.00 m
Fundamentlänge a = 100.00 m

Tiefe [m]	links [m]	rechts [m]	Breite [m]
5.85	-3.00	0.00	3.00
-10.00	-3.00	0.00	3.00

Flächenlast p = 0.00 kN/m²

keine Erddruckumlagerung

Bodenkennwerte

Schicht [-]	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	d(p)/j [-]	d(a)/j [-]	E_s [MN/m²]
1	-13.75	18.00	10.00	32.50	0.00	0.00	0.000	0.000	10.0

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

Schicht [-]	k_{agh} [-]	k_{ach} [-]	j_k [°]	d [°]
1	0.301	1.097	32.500	0.00

Aktive Erddruckordinaten (g+q),k

von [m]	bis [m]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]	Wasserdruck oben[kN/m²]	Wasserdruck unten[kN/m²]
5.850	-0.200	0.000	32.777	0.00	0.00
-0.200	-9.900	32.777	61.972	0.00	0.00
-9.900	-10.000	61.972	62.273	0.00	0.00
-10.000	-13.750	62.273	73.560	0.00	0.00

Ea+ GW -0,20

Passive Erddruckbeiwerte
Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützlinie)
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00
bestimmt nach: DIN 4085:2011

Schicht [-]	k_{pgh} [-]	k_{pch} [-]	j_k [°]	d [°]
1	3.322	3.646	32.500	0.00

Passive Erddruckordinaten mit:
Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützlinie)
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von [m]	bis [m]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]
-10.00	-13.75	0.00	-62.30

Schnittgrößen (g+q),k

Tiefe [m]	H [kN/m]	M [kN·m/m]	V [kN/m]	e [m]	b/3 [m]	
5.85	0.0	0.0	0.0	0.000	1.000	
-0.20	99.2	-200.0	435.6	-0.459	1.000	
-9.90	558.7	-3161.5	1134.0	-2.788	1.000	*
-10.00	564.9	-3217.7	847.2	-3.798	1.000	*

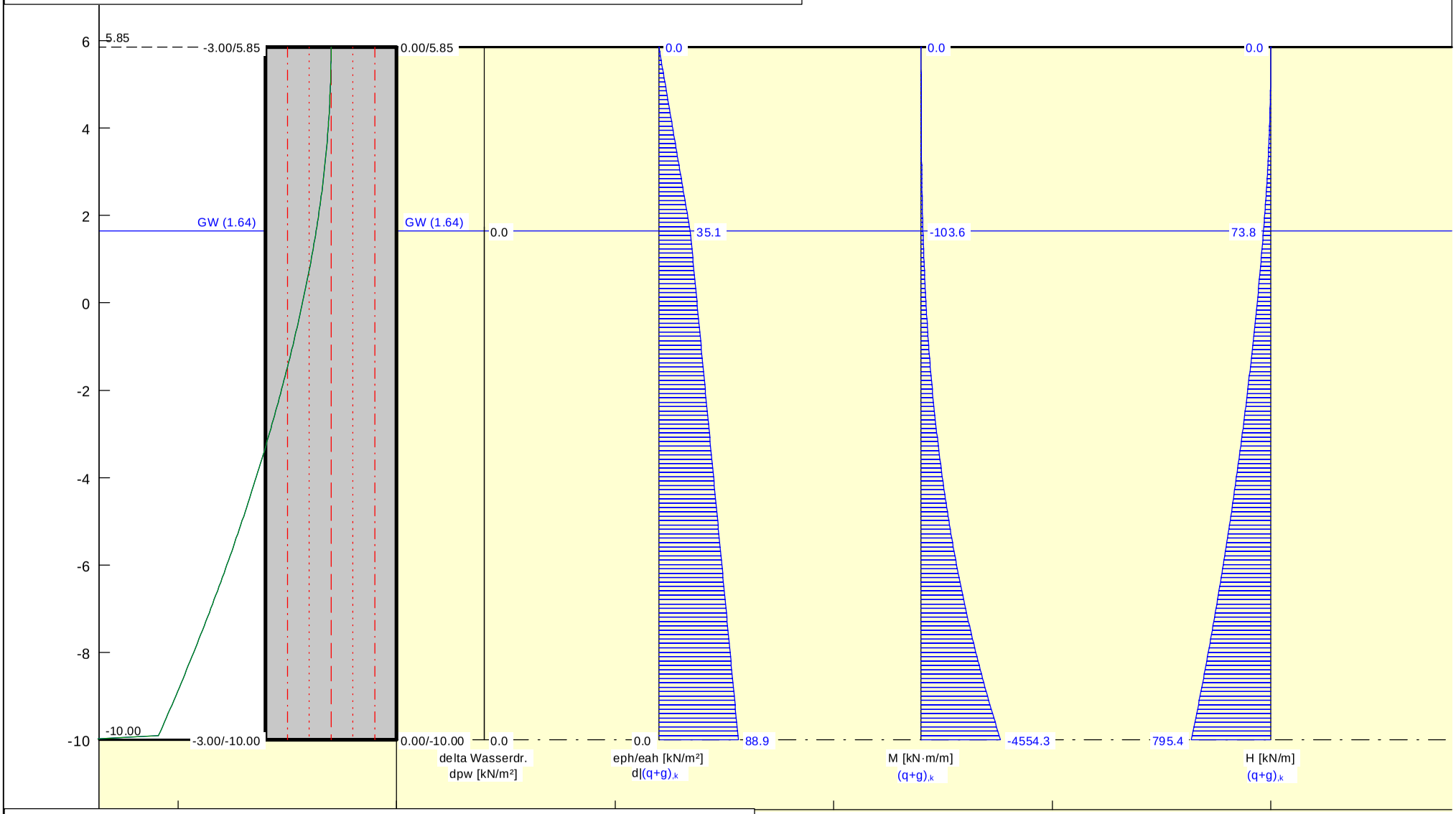
*) Bedingung: |e| < b / 3 nicht eingehalten.

Hydraulischer Gradient auf Passivseite für Erddruckberechnung verwendet !

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

GGU-UNDERPIN / Version 7.15 / 13.10.2017
Eo + Ev + GW +1,64
Norm: EC 7
Berechnungsgrundlagen:
keine Erddruckumlagerung
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Erdruhedruck
Ersatzerddruck-Beiwert k_{ah} [-] = 0.200
Passiver Erddruck nach: DIN 4085:2011
g_G = 1.20

g_{E0g} = 1.10
g_Q = 1.30
g_{Ep} = 1.30
Faktor(Ep) = 0.50
Hydraulischer Gradient (Passivseite) für Erddruck
Datei: 2_Eo_MSA2100_1.64_10.ufg
Datum: 05.12.2017
Uhrzeit: 12:53:41



Boden	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	d/j passiv	d/j aktiv	Bezeichnung
	-13.75	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	0.000	0.000	Auff/Sand

OK Wand = 5.85 m

13188 Kiel-Holtenau
MSA 2100
Anhang E E.7

Eo + Ev + GW +1,64

GGU-UNDERPIN / Version 7.15 / 13.10.2017

Unterfangung
==========

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Eo + Ev + GW +1,64

Datei: 2_Eo_MSA2100_1.64_10.ufg

Datum: 05.12.2017
Uhrzeit: 12:53:41

Wandkopf = 5.85 m

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

Baugrubensohle = -10.00 m

Grundwasserstand (rechts) = 1.64 m
Grundwasserstand (links) = 1.64 m

Kippnachweis nicht untersucht.

Teilsicherheiten
gamma,g = 1.20
gamma,g,Ruhe = 1.10
gamma,q = 1.30
gamma,Ep = 1.30 (Gleiten)

Unterfangungskörper
g 24.00 kN/m³
E-Modul = 2.2000E+7 kN/m²
Vertikallast(G) = 0.00 kN/m
Vertikallast(Q) = 0.00 kN/m
Horizontallast(G) = 0.00 kN/m
Horizontallast(Q) = 0.00 kN/m
x (Last) = 0.00 m
Fundamentlänge a = 100.00 m

Tiefe [m]	links [m]	rechts [m]	Breite [m]
5.85	-3.00	0.00	3.00
-10.00	-3.00	0.00	3.00

Flächenlast p = 0.00 kN/m²

keine Erddruckumlagerung

Bodenkennwerte

Schicht [-]	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	d(p)/j [-]	d(a)/j [-]	E_s [MN/m²]
1	-13.75	18.00	10.00	32.50	0.00	0.00	0.000	0.000	10.0

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

Schicht [-]	k_{agh} [-]	k_{ach} [-]	j_k [°]	d [°]
1	0.463	0.000	32.500	0.00

Aktive Erddruckordinaten (g+q),k

von [m]	bis [m]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]	Wasserdruck oben[kN/m²]	Wasserdruck unten[kN/m²]
5.850	1.640	0.000	35.063	0.00	0.00
1.640	-9.900	35.063	88.457	0.00	0.00
-9.900	-10.000	88.457	88.922	0.00	0.00
-10.000	-13.750	88.922	106.273	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte
Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützlinie)
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00
bestimmt nach: DIN 4085:2011

Schicht [-]	k_{pgh} [-]	k_{pch} [-]	j_k [°]	d [°]
1	3.322	3.646	32.500	0.00

Passive Erddruckordinaten mit:
Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützlinie)
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von [m]	bis [m]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]
-9.90	-10.00	0.00	0.00
-10.00	-13.75	0.00	-62.30

Schnittgrößen (g+q),k

Tiefe [m]	H [kN/m]	M [kN·m/m]	V [kN/m]	e [m]	b/3 [m]	
5.85	0.0	0.0	0.0	0.000	1.000	
1.64	73.8	-103.6	303.1	-0.342	1.000	
-9.90	786.5	-4474.9	1134.0	-3.946	1.000	*
-10.00	795.4	-4554.3	792.0	-5.750	1.000	*

*) Bedingung: |e| < b / 3 nicht eingehalten.

Hydraulischer Gradient auf Passivseite für Erddruckberechnung verwendet !

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Anhang F: Schleusenkammer - Rissbreite

Wand außen

$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm})$

$= 296 \cdot 0{,}084\ \%$

$= \mathbf{0{,}25}$ **mm**

$w_{maxl} =$ 0,25 mm

Dabei ist
- w_k der Rechenwert der Rissbreite
- $s_{r,max}$ der maximale Risssabstand bei abgeschlossenem Rissbild
- e_{sm} die mittlere Dehnung der Bewehrung unter der maßgebenden Einwirkungskombination unter Berücksichtigung der Mitwirkung des Betons auf Zug zwischen den Rissen
- e_{cm} die mittlere Dehnung des Betons zwischen den Rissen

Bauteilquerschnitt / Material

h = 3,000 m
b = 1,000 m
A_c = 3,000 m²
$A_{c,eff}$ = 0,413 m²

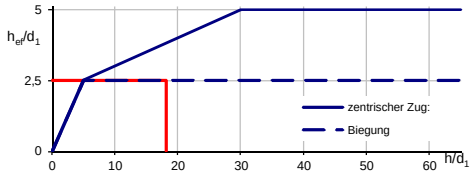
Beton: C 20 / 25
f_{ct} = 2,21 N/mm²
E_{cm} = 30000 N/mm²

Stahl: BSt 500
f = 28 mm
E_s = 200000 N/mm²

A_s = 108,34 cm²

Vergrößerung der Höhe hc,ef des Wirkungsbereichs der Bewehrung:

d_1 = 16,5 cm
h / d_1 = 18,18
$h_{c,ef}$ / d_1 = 2,50
h_{ef} = 0,4125 m



Dehnungszustand:
e_{Druck} = 0 ‰
e_{Zug} = 1,174 ‰
x = 0 cm --> $h_{eff} \leq$ (h - x) / 3 = 1,00 m

Beanspruchung des Bauteils:

Zeitpunkt der Rissbildung:
zu einem beliebiten Zeitpunkt
--> $f_{ct,eff}$ = 3,00 N/mm²

Ursache der Zugspannungen im Bauteil:
äußere Einwirkung / extern ermittelte Zwangseinwirkungen
Die Stahlspannungen werden durch ein einfaches Hebelgesetz überschlägig ermittelt:

M = 7484 kNm
N = -1095 kN (Druck) --> $s_{c,Rand}$ = 4,62 N/mm²

$s_s = [\,N + (M - N \cdot z_{s1}) / (0{,}9 \cdot d)\,] / A_s$ mit $z_{s1} = h/2 - d_1$

$= -[\,1095 + (7484 - -1095 \cdot 1{,}335) / (0{,}9 \cdot 2{,}84)\,] / 108{,}34$ $= 3{,}00/2 - 0{,}17$

$= 22{,}3$ kN/cm² --> 222,6 N/mm² $= 1{,}335$ m

Differenz der mittleren Dehnungen von Beton und Betonstahl:

$$e_{sm} - e_{cm} = \frac{s_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{r_{p,eff}} \cdot (1 + a_e \cdot r_{p,eff})}{E_s} \geq 0{,}6 \frac{s_s}{E_s}$$

mit $a_e = E_s/E_{cm} = 6{,}7$
$r_{p,eff} = A_s / A_{c,eff}^* = 2{,}63\%$
$k_t = 0{,}4$

$$e_{sm} - e_{cm} = \frac{223 - 0{,}4 \frac{3{,}00}{0{,}026} \cdot (1 + 6{,}7 \cdot 0{,}026)}{200000} \geq 0{,}6 \frac{223}{200000}$$

$$= \underline{0{,}084\%} \geq 0{,}067\%$$

Maximaler Rissabstand:

$$s_{r,max} = \frac{f}{3{,}6\ r_{p,eff}} \leq \frac{s_s\ f}{3{,}6 \cdot f_{ct,eff}}$$

mit $r_{p,eff} = A_s / A_{c,eff}^* = 2{,}63\%$

$$s_{r,max} = \frac{28}{3{,}6\ 0{,}026} \leq \frac{223 \cdot 28}{3{,}6 \cdot 3{,}00}$$

$$\underline{296} \leq 577$$

Sohle unten

$w_k = s_{r,max} \cdot (e_{sm} - e_{cm})$

$= 255 \cdot 0{,}098\ \%$

$= \mathbf{0{,}25}$ **mm**

$w_{maxl} =$ 0,25 mm

Dabei ist
- w_k der Rechenwert der Rissbreite
- $s_{r,max}$ der maximale Risssabstand bei abgeschlossenem Rissbild
- e_{sm} die mittlere Dehnung der Bewehrung unter der maßgebenden Einwirkungskombination unter Berücksichtigung der Mitwirkung des Betons auf Zug zwischen den Rissen
- e_{cm} die mittlere Dehnung des Betons zwischen den Rissen

Bauteilquerschnitt / Material

h = 3,000 m
b = 1,000 m
A_c = 3,000 m²
$A_{c,eff}$ = 0,413 m²

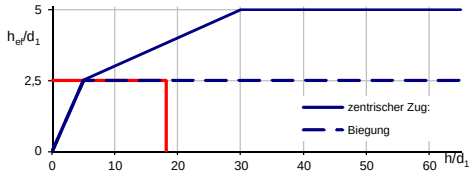
Beton: C 20 / 25
f_{ct} = 2,21 N/mm²
E_{cm} = 30000 N/mm²

Stahl: BSt 500
f = 28 mm
E_s = 200000 N/mm²

A_s = 125,95 cm²

Vergrößerung der Höhe hc,ef des Wirkungsbereichs der Bewehrung:

d_1 = 16,5 cm
h / d_1 = 18,18
$h_{c,ef} / d_1$ = 2,50
h_{ef} = 0,4125 m



Dehnungszustand:
e_{Druck} = 0 ‰
e_{Zug} = 1,174 ‰
x = 0 cm --> $h_{eff} \leq$ (h - x) / 3 = 1,00 m

Beanspruchung des Bauteils:

Zeitpunkt der Rissbildung:
zu einem beliebiten Zeitpunkt
--> $f_{ct,eff}$ = 3,00 N/mm²

Ursache der Zugspannungen im Bauteil:
äußere Einwirkung / extern ermittelte Zwangseinwirkungen
Die Stahlspannungen werden durch ein einfaches Hebelgesetz überschlägig ermittelt:

M = 9340 kNm
N = -1237 kN (Druck) --> $s_{c,Rand}$ = 5,81 N/mm²

$s_s = [\,N + (M - N \cdot z_{s1}) / (0{,}9 \cdot d)\,] / A_s$ mit $z_{s1} = h/2 - d_1$

$= -[\,1237 + (9340 - -1237 \cdot 1{,}335) / (0{,}9 \cdot 2{,}84)\,] / 125{,}95$ $= 3{,}00/2 - 0{,}17$

$= 24{,}4$ kN/cm² --> 243,8 N/mm² $= 1{,}335$ m

Differenz der mittleren Dehnungen von Beton und Betonstahl:

$$e_{sm} - e_{cm} = \frac{s_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{r_{p,eff}} \cdot (1 + a_e \cdot r_{p,eff})}{E_s} \geq 0{,}6 \frac{s_s}{E_s}$$

mit $a_e = E_s/E_{cm} = 6{,}7$
$r_{p,eff} = A_s / A_{c,eff}^* = 3{,}05\%$
$k_t = 0{,}4$

$$e_{sm} - e_{cm} = \frac{244 - 0{,}4 \frac{3{,}00}{0{,}031} \cdot (1 + 6{,}7 \cdot 0{,}031)}{200000} \geq 0{,}6 \frac{244}{200000}$$

$= \underline{0{,}098\%} \geq 0{,}073\%$

Maximaler Rissabstand:

$$s_{r,max} = \frac{f}{3{,}6\ r_{p,eff}} \leq \frac{s_s\ f}{3{,}6 \cdot f_{ct,eff}}$$

mit $r_{p,eff} = A_s / A_{c,eff}^* = 3{,}05\%$

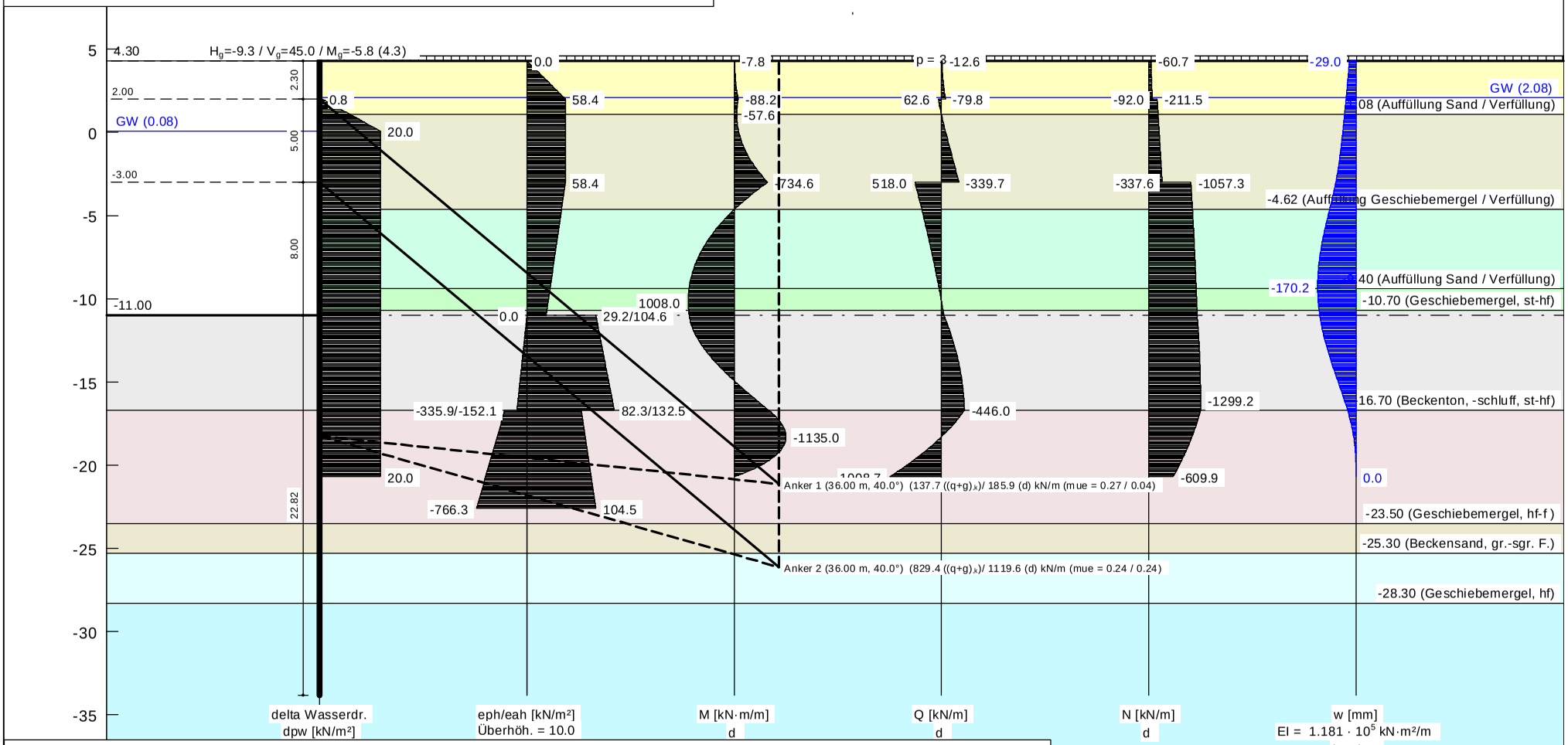
$$s_{r,max} = \frac{28}{3{,}6\ 0{,}031} \leq \frac{244 \cdot 28}{3{,}6 \cdot 3{,}00}$$

$\underline{255} \leq 632$

Anhang G: Flügelwände

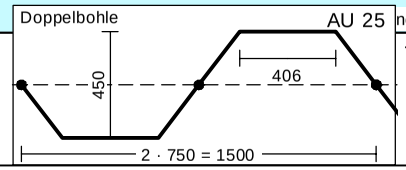
GGU-RETAIN / Version 9.21 / 18.09.2017
MSA2100 Flügelwand / EZ 1 / BS-P1
Norm: EC 7
Spundwand
AU 25
Selbst definierte Erddruckumlagerung
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2011
Einspanngrad = 1.000
Erf. Profillänge = 38.12 m
Erf. Einbindetiefe = 22.82 m

Verlängerung (S V) = 11.18 m
g_G = 1.35
g_Q = 1.50
g_{Ep} = 1.40
Vorverformung über Datei berücksichtigt
aus: Flügelwand / EZ 1 / BS-P
mob. Ep erfüllt / m= 0.45
µ(Vert. Tragfähigkeit) = 0.88
Datei: MSA2100_Fluegelwand_EZ-01_BS-P1.vrb
Datum: 16.11.2017
Uhrzeit: 10:26:30



Boden pas/akt	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	c_k [kN/m²]	d/j passiv	d/j aktiv	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	1.08	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Auffüllung Sand / Verfüllung
	-4.62	18.0/22.0	10.0/12.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Auffüllung Geschiebemergel / Verfüllung
	-9.40	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Auffüllung Sand / Verfüllung
	-10.70	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Geschiebemergel, st-hf
	-16.70	20.0/20.0	10.5/10.5	25.0/25.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Beckenton, -schluff, st-hf
	-23.50	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	3.00	20.00	Geschiebemergel, hf-f
	-25.30	19.0/19.0	11.0/11.0	37.5/37.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	3.00	40.00	Beckensand, gr.-sgr. F.
	-28.30	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	3.00	20.00	Geschiebemergel, hf
	<-28.30	19.0/19.0	11.0/11.0	37.5/37.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	15.00	40.00	Beckensand, gr.-sgr. F.

OK Wand = 4.30 m



13188 Kiel-Holtenau
MSA 2100
Anhang G G-1

GGU-RETAIN / Version 9.21 / 18.09.2017

Spundwand
==========

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

MSA2100 Flügelwand / EZ 1 / BS-P1

Datei: MSA2100_Fluegelwand_EZ-01_BS-P1.vrb

Datum: 16.11.2017
Uhrzeit: 10:26:30

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

Wandkopf = 4.30 m

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

Baugrubensohle = -11.00 m
Grundwasserstand (rechts) = 2.08 m
Grundwasserstand (links) = 0.08 m
Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten
g_G = 1.35
g_Q = 1.50
g_{Ep} = 1.40
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Flächenlast p = 38.00 kN/m²

Momente (im Uhrzeigersinn positiv)
Horizontalkräfte (nach rechts positiv)
Vertikalkräfte (nach unten positiv)

Nr. [-]	Tiefe [m]	M,g,k [kN·m/m]	M,q,k [kN·m/m]	H,g,k [kN/m]	H,q,k [kN/m]	V,g,k [kN/m]	V,q,k [kN/m]
1	4.30	-5.80	0.00	-9.30	0.00	45.00	0.00

Selbst definierte Erddruckumlagerung
4 Aufpunkte

Nr. [-]	Tiefe [m]	eah' [-]
1	4.300	0.000
2	2.000	1.000
3	-3.000	1.000
4	1.300	0.500

Art des Fußlagers:
Profillänge automatisch und Einspanngrad von 1.000 vorgegeben

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:
Eph,d = 2360.54 kN/m (Epv,d = -988.31 kN/m)
Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000
Bh(g+q),d = 2360.54 kN/m
Bh,g,d = 2360.54 kN/m
Bh,q,d = 0.00 kN/m
Bh,w,d = 495.64 kN/m

Ersatzkräfte C_h (Blum)
$C_{h,k}$ = 747.18 kN/m
$C_{h,g,k}$ = 747.18 kN/m
$C_{h,q,k}$ = 0.00 kN/m
$C_{h,w,k}$ = 152.36 kN/m

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

Nr. [-]	y [m]	Neigung [°]	Länge [m]	N_d [kN/m]	N_k [kN/m]	$N_{g,k}$ [kN/m]	$N_{w,k}$ [kN/m]	EA [kN/m]	EI [kN·m²/m]	
1	2.00	40.00	36.00	185.91	137.71	137.71	-29.45	1.022E+8	-	Anker
2	-3.00	40.00	36.00	1119.62	829.35	829.35	318.97	1.022E+8	-	Anker

Vorverformungen an Ankern / Steifen berücksichtigt
Vorverformungen wurden aus der Datei
P:\13XXX\13188\02_Statik\10_Machbarkeit_B_MSA2100\09_Fluegelwand\Fluegelwand_EZ-01_BS-P.vrb
eingelesen.

Anker/Steife [-]	Tiefe [m]	Vorverformung [m]
1	2.00	-0.0408
2	-3.00	-0.0860

Bodenkennwerte

Schicht pas/akt	UK [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	c_k [kN/m²]	d(a)/j [-]	d(p)/phiAnker [-]
1	1.08	18.00/18.00	10.00/10.00	32.50/32.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
2	-4.62	18.00/22.00	10.00/12.00	32.50/32.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
3	-9.40	18.00/18.00	10.00/10.00	32.50/32.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
4	-10.70	22.50/22.50	13.00/13.00	36.00/36.00	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
5	-16.70	20.00/20.00	10.50/10.50	25.00/25.00	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
6	-23.50	22.50/22.50	13.00/13.00	36.00/36.00	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
7	-25.30	19.00/19.00	11.00/11.00	37.50/37.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
8	-28.30	22.50/22.50	13.00/13.00	36.00/36.00	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
9	-43.38	19.00/19.00	11.00/11.00	37.50/37.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667

Aktive Erddruckbeiwerte
bestimmt nach: DIN 4085

Schicht [-]	UK [m]	k_{agh} [-]	k_{ach} [-]	j_k [°]	d [°]	q [°]	kagh(40°) [-]
1	1.08	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46	0.179
2	-4.62	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46	0.179
3	-9.40	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46	0.179
4	-10.70	0.215	0.792	36.000	24.01	59.53	0.179
5	-16.70	0.346	1.043	25.000	16.67	53.00	0.179
6	-23.50	0.215	0.792	36.000	24.01	59.53	0.179
7	-25.30	0.200	0.762	37.500	25.01	60.41	0.179
8	-28.30	0.215	0.792	36.000	24.01	59.53	0.179
9	-43.38	0.200	0.762	37.500	25.01	60.41	0.179

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

von [m]	bis [m]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]	Wasserdruck oben[kN/m²]	Wasserdruck unten[kN/m²]
4.300	3.200	0.000	20.701	0.00	0.00
3.200	2.300	20.701	37.637	0.00	0.00
2.300	2.080	37.637	41.778	0.00	0.00
2.080	2.000	41.778	43.283	0.00	0.80
2.000	1.300	43.283	43.283	0.80	7.80
1.300	1.080	43.283	43.283	7.80	10.00
1.080	0.300	43.283	43.283	10.00	17.80
0.300	0.080	43.283	43.283	17.80	20.00
0.080	-0.800	43.283	43.283	20.00	20.00
-0.800	-1.800	43.283	43.283	20.00	20.00
-1.800	-2.800	43.283	43.283	20.00	20.00
-2.800	-3.000	43.283	43.283	20.00	20.00
-3.000	-3.800	43.283	41.119	20.00	20.00
-3.800	-4.620	41.119	38.901	20.00	20.00
-4.620	-4.800	38.901	38.414	20.00	20.00
-4.800	-5.800	38.414	35.709	20.00	20.00

1. BS-P1

-5.800	-6.800	35.709	33.003	20.00	20.00
-6.800	-7.800	33.003	30.298	20.00	20.00
-7.800	-8.800	30.298	27.593	20.00	20.00
-8.800	-9.400	27.593	25.970	20.00	20.00
-9.400	-9.800	25.970	24.888	20.00	20.00
-9.800	-10.700	24.888	22.453	20.00	20.00
-10.700	-10.800	22.453	22.183	20.00	20.00
-10.800	-11.000	22.183	21.642	20.00	20.00
-11.000	-11.800	77.493	80.396	20.00	20.00
-11.800	-12.800	80.396	84.025	20.00	20.00
-12.800	-13.800	84.025	87.654	20.00	20.00
-13.800	-14.700	87.654	90.920	20.00	20.00
-14.700	-15.700	90.920	94.549	20.00	20.00
-15.700	-16.100	94.549	96.001	20.00	20.00
-16.100	-16.700	96.001	98.178	20.00	20.00
-16.700	-17.700	60.949	63.738	20.00	20.00
-17.700	-18.300	63.738	65.412	20.00	20.00
-18.300	-18.700	65.412	66.528	20.00	20.00
-18.700	-19.700	66.528	69.317	20.00	20.00
-19.700	-20.700	69.317	72.106	20.00	20.00
-20.700	-23.500	72.106	79.916	20.00	20.00
-23.500	-25.300	74.663	78.632	20.00	20.00
-25.300	-28.300	84.165	92.533	20.00	20.00
-28.300	-43.380	86.450	119.702	20.00	20.00

Passive Erddruckbeiwerte
bestimmt nach: DIN 4085:2011

Schicht	UK	k_{pgh}	k_{pch}	$j_{,k}$	d	q
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
5	-16.70	3.558	4.330	25.000	-16.67	21.54
6	-23.50	7.856	7.185	36.000	-24.01	13.86
7	-25.30	8.859	7.755	37.500	-25.01	12.77
8	-28.30	7.856	7.185	36.000	-24.01	13.86
9	-43.38	8.859	7.755	37.500	-25.01	12.77

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)
Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.40
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]
-10.80	-11.00	0.00	0.00
-11.00	-11.80	0.00	-21.35
-11.80	-12.80	-21.35	-48.03
-12.80	-13.80	-48.03	-74.71
-13.80	-14.70	-74.71	-98.73
-14.70	-15.70	-98.73	-125.41
-15.70	-16.10	-125.41	-136.08
-16.10	-16.70	-136.08	-152.09
-16.70	-17.70	-335.86	-408.81
-17.70	-18.30	-408.81	-452.59
-18.30	-18.70	-452.59	-481.77
-18.70	-19.70	-481.77	-554.72
-19.70	-20.70	-554.72	-627.67
-20.70	-23.50	-627.67	-831.94
-23.50	-25.30	-938.08	-1063.37
-25.30	-28.30	-943.05	-1161.91
-28.30	-43.38	-1310.15	-2359.79

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
4.30	-60.7	-12.6	7.8	
3.20	-69.1	-27.9	-27.3	
2.30	-84.9	-63.4	-66.8	
2.08	-90.1	-75.2	-82.0	
2.00	-92.0	-79.8	-88.2	142.4
2.00	-211.5	62.6	-88.2	
1.30	-229.2	17.7	-59.7	

1. BS-P1

1.08	-234.7	2.2	-57.6	
0.30	-254.4	-58.1	-78.8	
0.08	-260.0	-76.5	-93.6	
-0.80	-282.2	-151.7	-194.0	
-1.80	-307.4	-237.1	-388.5	
-2.80	-332.6	-322.6	-668.3	
-3.00	-337.6	-339.7	-734.6	857.7
-3.00	-1057.3	518.0	-734.6	
-3.80	-1077.0	450.8	-347.2	
-4.62	-1096.3	384.4	-4.9	
-4.80	-1100.4	370.2	63.0	
-5.80	-1122.2	293.1	394.4	
-6.80	-1142.7	219.7	650.5	
-7.80	-1161.6	150.0	835.1	
-8.80	-1179.2	83.9	951.8	
-9.40	-1189.0	46.0	990.7	
-9.80	-1195.9	21.5	1004.2	
-10.70	-1210.5	-31.5	999.4	
-10.80	-1211.6	-37.3	996.0	
-11.00	-1213.8	-48.6	987.4	
-11.80	-1238.4	-146.9	908.3	
-12.80	-1263.2	-250.3	707.9	
-13.80	-1281.6	-332.0	414.9	
-14.70	-1292.6	-386.9	90.1	
-15.70	-1298.6	-427.3	-318.8	
-16.10	-1299.2	-437.4	-491.9	
-16.70	-1298.1	-446.0	-757.3	
-17.70	-1172.1	-185.9	-1079.0	
-18.30	-1081.8	3.4	-1135.0	
-18.70	-1015.5	143.3	-1106.0	
-19.70	-828.0	541.5	-769.4	
-20.70	-609.9	1008.7	0.0	

Schnittgrößen ([g+q],k)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
4.30	-45.0	-9.3	5.8	
3.20	-51.1	-20.7	-20.2	
2.30	-62.9	-46.9	-49.5	
2.08	-66.7	-55.7	-60.8	
2.00	-68.2	-59.1	-65.4	105.5
2.00	-156.7	46.4	-65.4	
1.30	-169.8	13.1	-44.3	
1.08	-173.9	1.6	-42.6	
0.30	-188.5	-43.0	-58.4	
0.08	-192.6	-56.7	-69.3	
-0.80	-209.0	-112.4	-143.7	
-1.80	-227.7	-175.7	-287.8	
-2.80	-246.4	-238.9	-495.1	
-3.00	-250.1	-251.6	-544.1	635.3
-3.00	-783.2	383.7	-544.1	
-3.80	-797.8	334.0	-257.2	
-4.62	-812.0	284.8	-3.6	
-4.80	-815.1	274.2	46.7	
-5.80	-831.3	217.1	292.1	
-6.80	-846.4	162.8	481.9	
-7.80	-860.5	111.1	618.6	
-8.80	-873.5	62.2	705.0	
-9.40	-880.7	34.1	733.8	
-9.80	-885.9	15.9	743.8	
-10.70	-896.7	-23.4	740.3	
-10.80	-897.5	-27.6	737.8	
-11.00	-899.1	-36.0	731.4	
-11.80	-917.3	-108.8	672.8	
-12.80	-935.7	-185.4	524.4	
-13.80	-949.3	-245.9	307.4	
-14.70	-957.5	-286.6	66.7	
-15.70	-961.9	-316.5	-236.2	

-16.10	-962.3	-324.0	-364.4
-16.70	-961.5	-330.4	-561.0
-17.70	-868.3	-137.7	-799.3
-18.30	-801.4	2.5	-840.7
-18.70	-752.2	106.2	-819.3
-19.70	-613.4	401.1	-569.9
-20.70	-451.8	747.2	0.0

Querkraftnullpunkte (Bemessungswerte)

Tiefe [m]
2.00
1.05
-3.00
-10.16
-18.29

Querkraftnullpunkte ([g+q],k)

Tiefe [m]
2.00
1.05
-3.00
-10.16
-18.29

Weggrößen ([g+q],k)
berechnet mit EI = 1.181E+5 kN·m²/m

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
4.30	-29.0	4.20	-29.7	3.30	-35.5	3.20	-36.2	3.20	-36.2	3.10	-36.8	2.40	-41.5
2.30	-42.2	2.30	-42.2	2.19	-42.9	2.19	-42.9	2.08	-43.7	2.08	-43.7	2.00	-44.3
2.00	-44.3	1.90	-45.0	1.40	-48.5	1.30	-49.3	1.30	-49.3	1.19	-50.1	1.19	-50.1
1.08	-50.9	1.08	-50.9	0.99	-51.6	0.40	-56.0	0.30	-56.7	0.30	-56.7	0.19	-57.6
0.19	-57.6	0.08	-58.4	0.08	-58.4	-0.01	-59.2	-0.70	-64.7	-0.80	-65.6	-0.80	-65.6
-0.90	-66.5	-1.70	-73.9	-1.80	-74.9	-1.80	-74.9	-1.90	-76.0	-2.70	-85.4	-2.80	-86.8
-2.80	-86.8	-2.90	-88.2	-2.90	-88.2	-3.00	-89.6	-3.00	-89.6	-3.10	-91.1	-3.70	-100.7
-3.80	-102.4	-3.80	-102.4	-3.90	-104.1	-4.51	-115.1	-4.62	-117.0	-4.62	-117.0	-4.70	-118.4
-4.70	-118.4	-4.80	-120.2	-4.80	-120.2	-4.90	-122.0	-5.70	-136.0	-5.80	-137.7	-5.80	-137.7
-5.90	-139.3	-6.70	-151.4	-6.80	-152.7	-6.80	-152.7	-6.90	-154.0	-7.70	-162.8	-7.80	-163.7
-7.80	-163.7	-7.90	-164.5	-8.70	-169.2	-8.80	-169.5	-8.80	-169.5	-8.90	-169.8	-9.30	-170.2
-9.40	-170.2	-9.40	-170.2	-9.50	-170.1	-9.70	-169.7	-9.80	-169.4	-9.80	-169.4	-9.90	-169.0
-10.60	-164.7	-10.70	-163.9	-10.70	-163.9	-10.80	-162.9	-10.80	-162.9	-10.90	-162.0	-10.90	-162.0
-11.00	-160.9	-11.00	-160.9	-11.10	-159.8	-11.70	-151.9	-11.80	-150.3	-11.80	-150.3	-11.90	-148.7
-12.70	-134.1	-12.80	-132.1	-12.80	-132.1	-12.90	-130.0	-13.70	-111.8	-13.80	-109.4	-13.80	-109.4
-13.90	-107.0	-14.60	-89.4	-14.70	-86.8	-14.70	-86.8	-14.80	-84.2	-15.60	-63.7	-15.70	-61.2
-15.70	-61.2	-15.80	-58.7	-16.00	-53.8	-16.10	-51.4	-16.10	-51.4	-16.20	-49.0	-16.60	-39.8
-16.70	-37.6	-16.70	-37.6	-16.80	-35.5	-17.60	-20.3	-17.70	-18.7	-17.70	-18.7	-17.80	-17.2
-18.20	-11.7	-18.30	-10.5	-18.30	-10.5	-18.40	-9.4	-18.60	-7.4	-18.70	-6.5	-18.70	-6.5
-18.80	-5.6	-19.60	-1.2	-19.70	-0.9	-19.70	-0.9	-19.80	-0.7	-20.60	0.0	-20.70	0.0

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]
phi,[g+q],k: 0.00000000
Theoretischer Fußpunkt = -20.700 m

max M_d = 1135.0 kN·m/m (Tiefe = -18.30 m)
Zugehörige Werte: N_d = -1081.8 kN/m; Q_d = 3.4 kN/m; w_k = 10.5 mm

max Q_d = 1008.7 kN·m/m (Tiefe = -20.70 m)
Zugehörige Werte: N_d = -609.9 kN/m; M_d = 0.0 kN·m/m; w_k = 0.0 mm

max N_d = 1299.2 kN/m (Tiefe = -16.10 m)
Zugehörige Werte: Q_d = -437.4 kN/m; M_d = -491.9 kN·m/m; w_k = 69.3 mm

max w_k = 170.2 mm (Tiefe = -9.30 m)
Zugehörige Werte: N_d = -1187.4 kN/m; Q_d = 52.3 kN/m; M_d = 985.8 kN·m/m

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %
Einbindetiefe t_g = 22.82 m
Profillänge = 38.12 m
Verlängerung (Summe V) = 11.18 m

Nachweis Summe V
Das Vorzeichen ist positiv, wenn Kraftgröße
nach unten gerichtet ist.
Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
Bedingung: $G_k + P_{v,k} + E_{av,k} + 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(d_C) >= (B_{h,k} - 0.5 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(d_p)$
G_k = 39.76 kN/m
$P_{v,k}$ = 666.61 kN/m
$E_{av,k}$ = 478.14 kN/m ($E_{ah,k}$ = 1292.66 kN/m)
$C_{h,k}$ = 747.18 kN/m
$B_{v,k}$ = -730.15 kN/m
d_p [°] = -24.0
d_C [°] = 12.0
Summe V_k = 700.11 kN/m (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit
(Eigene Erfahrungswerte)
Verfahren 1: EAU Bild E 4-3 (links)
Profil: AU 25
$R_{Bv,d} = (B_{h,k} - 1/2 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(d_B) / g_{Ep}$
$R_{Bv,d}$ = (1743.93 - 1/2 · 747.18) · tan(29.8°) / 1.40 = 561.47 kN/m
$R_{Cv,d} = 1/2 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(d_C) / g_{Ep}$
$R_{Cv,d}$ = 1/2 · 747.18 · tan(36.0°) / 1.40 = 193.88 kN/m

$q_{b,k}$ = 15.00 MN/m²
$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / g_{Rb,k}$ = 0.0188 · 15.00 · 1000 / 1.40 = 201.43 kN/m

Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k}$ [kN/m²]	Bezeichnung
-11.00	-16.70	20.00	Beckenton, -schluff, st-hf
-16.70	-23.50	20.00	Geschiebemergel, hf-f
-23.50	-25.30	40.00	Beckensand, gr.-sgr. F.
-25.30	-28.30	20.00	Geschiebemergel, hf
-28.30	-33.82	40.00	Beckensand, gr.-sgr. F.

Mantelfläche bis -22.64 m = 1.237 m²/m ==> $R_{s1,d}$
Mantelfläche ab -22.64 m = 2.474 m²/m ==> $R_{s2,d}$
Profilverlängerung = 11.18 m ==> $R_{s2,d}$
Mantelfläche (TF + dt1) von -20.70 bis -22.64 m = 1.237 m²/m ==> $R_{s3,d}$
$R_{s1,d} = R_{s1,k} / g_{Rs,k}$ = 287.97 / 1.40 = 205.69 kN/m
$R_{s2,d} = R_{s2,k} / g_{Rs,k}$ = 915.36 / 1.40 = 653.83 kN/m
$R_{s3,d} = R_{s3,k} / g_{Rs,k}$ = 47.99 / 1.40 = 34.28 kN/m
$R_d = R_{Bv,d} + R_{Cv,d} + R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s2,d} + R_{s3,d}$ = 1850.58 kN/m

Einwirkungen
$V_d = G_d + E_{av,d} + P_{v,d}$ = 75.95 + 645.48 + 899.93 = 1621.36 kN/m
==> $\mu = V_d / R_d$ = 1621.36 / 1850.58 = 0.88

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Hydraulische Grundbruchsicherheit
UK Schicht = -16.70
Gewicht = 59.85 kN/m²
Strömungskraft = 2.61 kN/m²
gamma(Gewicht) = 0.95
gamma(Strömungskraft) = 1.35
Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.062
= 0.062 = (1.35 · 2.61) / (0.95 · 59.85)

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Nachweis Tiefe Gleitfuge
Ansatzpunkt der Gleitfuge im Wandbereich = 22.55 m
$A_{h,g,d} = A_{h,g,k} \cdot g_G$ und Ah,d = $A_{h,g,k} \cdot g_G + A_{h,q,k} \cdot g_Q$

1. BS-P1

mögl $A_{h,g,d}$ = mögl $A_{h,g,k}$ / g_{Ep} und mögl A_d = mögl A_k / g_{Ep}
mue = Ausnutzungsgrad <= 1.0

Nr [-]	Tiefe [m]	Länge [m]	Höhe(Ankerw.) [m]	Ah,d [kN/m]	mögl Ah,d [kN/m]	mue,gq [-]	$A_{h,g,d}$ [kN/m]	mögl $A_{h,g,d}$ [kN/m]	mue,g [-]
1	2.00	36.00	0.00	857.68	3213.36	0.267	142.41	3213.36	0.044
2	-3.00	36.00	0.00	1000.09	4252.92	0.235	1000.09	4252.92	0.235

Werte für ungünstigste Gleitfuge (Anker 2)
Lastfall: g+q

x [m]	y [m]	G_k [kN/m]	$E_{ah,k}$ [kN/m]	$E_{av,k}$ [kN/m]	Q_x [kN/m]	Q_y [kN/m]	C_k [kN/m]	H [kN/m]	q [°]	j [°]
0.00	-18.25	-	1124.4	403.2	-	-	-	-	-	-
27.58	-21.14	8907.5	1324.7	492.4	-4699.0	-5221.9	0.0	0.0	-5.98	36.0
24.64	-25.30	2405.5	1643.5	637.3	-1636.5	-1212.4	0.0	0.0	-125.23	37.5
27.58	-26.14	1168.2	1715.2	669.3	-777.3	-608.0	0.0	0.0	-15.97	36.0

Werte für ungünstigste Gleitfuge (Anker 2)
Lastfall: g

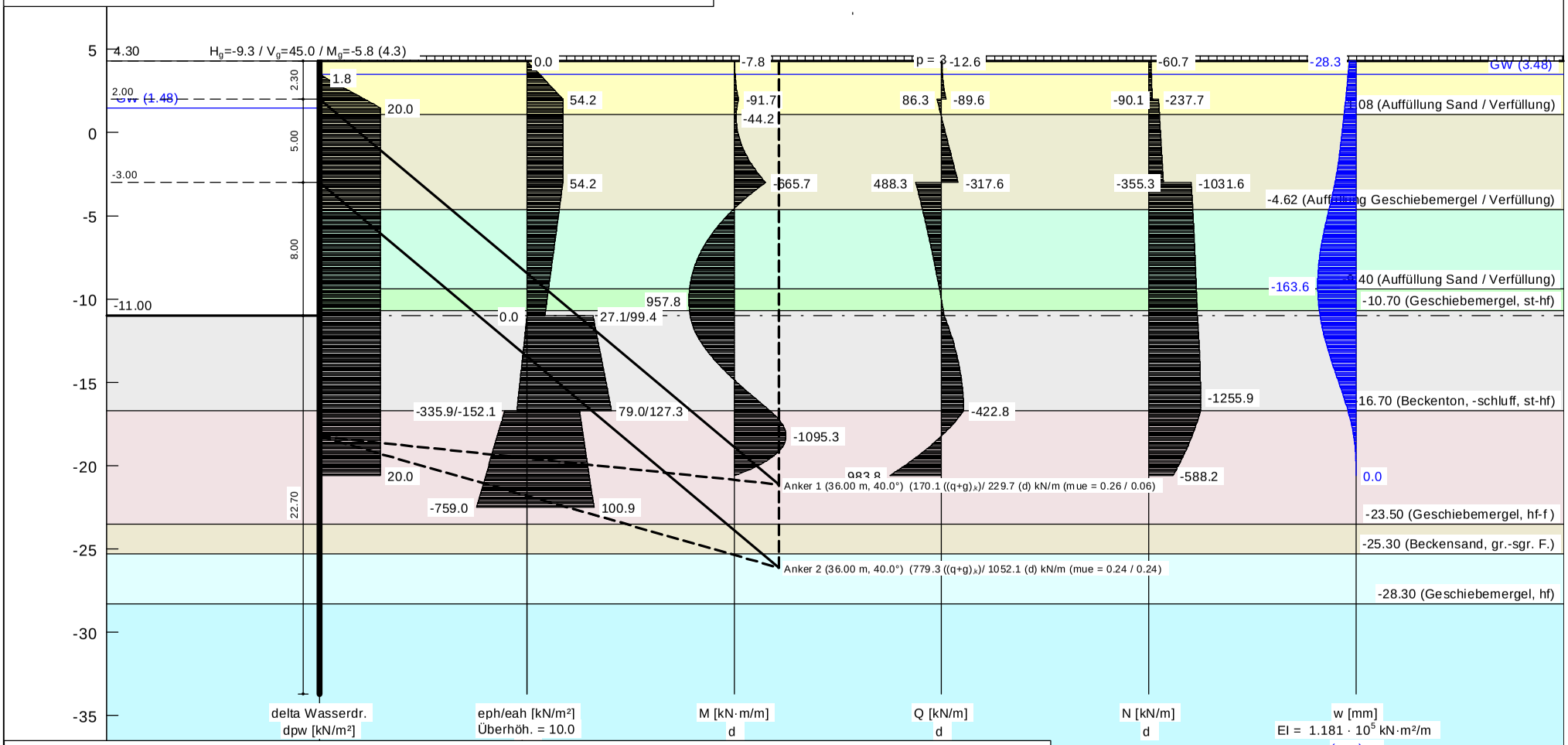
x [m]	y [m]	G_k [kN/m]	$E_{ah,k}$ [kN/m]	$E_{av,k}$ [kN/m]	Q_x [kN/m]	Q_y [kN/m]	C_k [kN/m]	H [kN/m]	q [°]	j [°]
0.00	-18.25	-	1124.4	403.2	-	-	-	-	-	-
18.35	-23.50	6208.2	1505.5	572.9	-4131.1	-3231.4	0.0	0.0	-15.97	36.0
24.64	-25.30	2405.5	1643.5	637.3	-1636.5	-1212.4	0.0	0.0	-15.97	37.5
27.58	-26.14	1168.2	1715.2	669.3	-777.3	-608.0	0.0	0.0	-15.97	36.0

(H = Horizontalkraft infolge Erdbeben)

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99
Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt
Faktor Verkehrslasten fQ = 1.500 / 1.350 = 1.111
Teilsicherheit (Grundbruch) gamma(Rv) = 1.400
Breite = 3.06 m
Gewicht G_k (einschließlich Verkehr) = 1861.95 [kN/m]
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.111)
$E_{av,k}$ (d = 2/3 · j) = 542.49 [kN/m]
Kohäsionskraft K_k = 0.00 [kN/m]
Grundbruchlast $R_{n,k}$ = 29776.19 [kN/m]
Grundbruch mit:
Reibungswinkel j_k = 34.85 [°]
Kohäsion c_k = 0.00 [kN/m²]
N_d = 32.664 / N_b = 22.044 / N_c = 45.481
$s_ü$ = 253.470 [kN/m²]
mue = [G_k · g_S] / [($P_{g,k}$ + K_k + $E_{av,k}$) / g_{Gr}] = 0.116
mue = [1861.95 · 1.35] / [(29776.19 + 0.00 + 542.49) / 1.400] = 0.116

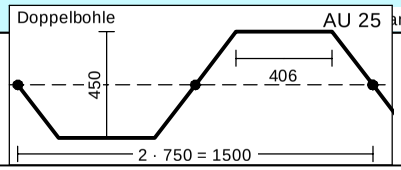
GGU-RETAIN / Version 9.21 / 18.09.2017
MSA2100 Flügelwand / EZ 1 / BS-P2
Norm: EC 7
Spundwand
AU 25
Selbst definierte Erddruckumlagerung
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2011
Einspanngrad = 1.000
Erf. Profillänge = 38.00 m
Erf. Einbindetiefe = 22.70 m

Verlängerung (S V) = 11.18 m
g_G = 1.35
g_Q = 1.50
g_{Ep} = 1.40
Vorverformung über Datei berücksichtigt
aus: Flügelwand / EZ 1 / BS-P
mob. Ep erfüllt / m= 0.44
μ(Vert. Tragfähigkeit) = 0.86
Datei: MSA2100_Fluegelwand_EZ-01_BS-P2.vrb
Datum: 27.11.2017
Uhrzeit: 14:23:55



Boden pas/akt	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	c_k [kN/m²]	d/j passiv	d/j aktiv	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	1.08	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Auffüllung Sand / Verfüllung
	-4.62	18.0/22.0	10.0/12.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Auffüllung Geschiebemergel / Verfüllung
	-9.40	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Auffüllung Sand / Verfüllung
	-10.70	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Geschiebemergel, st-hf
	-16.70	20.0/20.0	10.5/10.5	25.0/25.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Beckenton, -schluff, st-hf
	-23.50	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	3.00	20.00	Geschiebemergel, hf-f
	-25.30	19.0/19.0	11.0/11.0	37.5/37.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	3.00	40.00	Beckensand, gr.-sgr. F.
	-28.30	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	3.00	20.00	Geschiebemergel, hf
	<-28.30	19.0/19.0	11.0/11.0	37.5/37.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	15.00	40.00	Beckensand, gr.-sgr. F.

OK Wand = 4.30 m



13188 Kiel-Holtenau
MSA 2100
Anhang G G-6

GGU-RETAIN / Version 9.21 / 18.09.2017

Spundwand
==========

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

MSA2100 Flügelwand / EZ 1 / BS-P2

Datei: MSA2100_Fluegelwand_EZ-01_BS-P2.vrb

Datum: 27.11.2017
Uhrzeit: 14:23:55

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

Wandkopf = 4.30 m

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

Baugrubensohle = -11.00 m
Grundwasserstand (rechts) = 3.48 m
Grundwasserstand (links) = 1.48 m
Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten
g_G = 1.35
g_Q = 1.50
g_{Ep} = 1.40
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Flächenlast p = 38.00 kN/m²

Momente (im Uhrzeigersinn positiv)
Horizontalkräfte (nach rechts positiv)
Vertikalkräfte (nach unten positiv)

Nr.	Tiefe	M,g,k	M,q,k	H,g,k	H,q,k	V,g,k	V,q,k
[-]	[m]	[kN·m/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	4.30	-5.80	0.00	-9.30	0.00	45.00	0.00

Selbst definierte Erddruckumlagerung
4 Aufpunkte

Nr.	Tiefe	eah'
[-]	[m]	[-]
1	4.300	0.000
2	2.000	1.000
3	-3.000	1.000
4	1.300	0.500

Art des Fußlagers:
Profillänge automatisch und Einspanngrad von 1.000 vorgegeben

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:
Eph,d = 2298.14 kN/m (Epv,d = -960.51 kN/m)
Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000
Bh(g+q),d = 2298.14 kN/m
Bh,g,d = 2298.14 kN/m
Bh,q,d = 0.00 kN/m
Bh,w,d = 498.00 kN/m

Ersatzkräfte C_h (Blum)
$C_{h,k}$ = 728.74 kN/m
$C_{h,g,k}$ = 728.74 kN/m
$C_{h,q,k}$ = 0.00 kN/m
$C_{h,w,k}$ = 153.34 kN/m

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

Nr.	y	Neigung	Länge	N_d	N_k	$N_{g,k}$	$N_{w,k}$	EA	EI	
[-]	[m]	[°]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m²/m]	
1	2.00	40.00	36.00	229.70	170.15	170.15	6.01	1.022E+8	-	Anker
2	-3.00	40.00	36.00	1052.10	779.34	779.34	319.28	1.022E+8	-	Anker

Vorverformungen an Ankern / Steifen berücksichtigt
Vorverformungen wurden aus der Datei
P:\13XXX\13188\02_Statik\10_Machbarkeit_B_MSA2100\09_Fluegelwand\Fluegelwand_EZ-01_BS-P.vrb
eingelesen.

Anker/Steife	Tiefe	Vorverformung
[-]	[m]	[m]
1	2.00	-0.0408
2	-3.00	-0.0860

Bodenkennwerte

Schicht	UK	g_k	g'_k	j_k	c_k	d(a)/j	d(p)/phiAnker
pas/akt	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[-]	[-]
1	1.08	18.00/18.00	10.00/10.00	32.50/32.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
2	-4.62	18.00/22.00	10.00/12.00	32.50/32.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
3	-9.40	18.00/18.00	10.00/10.00	32.50/32.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
4	-10.70	22.50/22.50	13.00/13.00	36.00/36.00	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
5	-16.70	20.00/20.00	10.50/10.50	25.00/25.00	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
6	-23.50	22.50/22.50	13.00/13.00	36.00/36.00	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
7	-25.30	19.00/19.00	11.00/11.00	37.50/37.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
8	-28.30	22.50/22.50	13.00/13.00	36.00/36.00	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
9	-43.38	19.00/19.00	11.00/11.00	37.50/37.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667

Aktive Erddruckbeiwerte
bestimmt nach: DIN 4085

Schicht	UK	k_{agh}	k_{ach}	j_k	d	q	kagh(40°)
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	1.08	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46	0.179
2	-4.62	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46	0.179
3	-9.40	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46	0.179
4	-10.70	0.215	0.792	36.000	24.01	59.53	0.179
5	-16.70	0.346	1.043	25.000	16.67	53.00	0.179
6	-23.50	0.215	0.792	36.000	24.01	59.53	0.179
7	-25.30	0.200	0.762	37.500	25.01	60.41	0.179
8	-28.30	0.215	0.792	36.000	24.01	59.53	0.179
9	-43.38	0.200	0.762	37.500	25.01	60.41	0.179

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
4.300	3.480	0.000	14.302	0.00	0.00
3.480	3.200	14.302	19.186	0.00	2.80
3.200	2.300	19.186	34.884	2.80	11.80
2.300	2.000	34.884	40.117	11.80	14.80
2.000	1.480	40.117	40.117	14.80	20.00
1.480	1.190	40.117	40.117	20.00	20.00
1.190	1.080	40.117	40.117	20.00	20.00
1.080	0.300	40.117	40.117	20.00	20.00
0.300	-0.800	40.117	40.117	20.00	20.00
-0.800	-1.800	40.117	40.117	20.00	20.00
-1.800	-2.800	40.117	40.117	20.00	20.00
-2.800	-3.000	40.117	40.117	20.00	20.00
-3.000	-3.800	40.117	38.111	20.00	20.00
-3.800	-4.620	38.111	36.055	20.00	20.00
-4.620	-4.800	36.055	35.603	20.00	20.00
-4.800	-5.800	35.603	33.096	20.00	20.00

2. BS-P2

-5.800	-6.800	33.096	30.589	20.00	20.00
-6.800	-7.800	30.589	28.082	20.00	20.00
-7.800	-8.800	28.082	25.574	20.00	20.00
-8.800	-9.400	25.574	24.070	20.00	20.00
-9.400	-9.800	24.070	23.067	20.00	20.00
-9.800	-10.700	23.067	20.810	20.00	20.00
-10.700	-10.800	20.810	20.560	20.00	20.00
-10.800	-11.000	20.560	20.058	20.00	20.00
-11.000	-11.800	73.622	76.525	20.00	20.00
-11.800	-12.800	76.525	80.154	20.00	20.00
-12.800	-13.800	80.154	83.783	20.00	20.00
-13.800	-14.700	83.783	87.049	20.00	20.00
-14.700	-15.700	87.049	90.678	20.00	20.00
-15.700	-15.900	90.678	91.404	20.00	20.00
-15.900	-16.700	91.404	94.307	20.00	20.00
-16.700	-17.700	58.546	61.335	20.00	20.00
-17.700	-18.200	61.335	62.730	20.00	20.00
-18.200	-18.700	62.730	64.124	20.00	20.00
-18.700	-19.700	64.124	66.914	20.00	20.00
-19.700	-20.600	66.914	69.424	20.00	20.00
-20.600	-23.500	69.424	77.513	20.00	20.00
-23.500	-25.300	72.417	76.387	20.00	20.00
-25.300	-28.300	81.762	90.130	20.00	20.00
-28.300	-43.380	84.204	117.456	20.00	20.00

Passive Erddruckbeiwerte
bestimmt nach: DIN 4085:2011

Schicht	UK	k_{pgh}	k_{pch}	$j_{,k}$	d	q
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
5	-16.70	3.558	4.330	25.000	-16.67	21.54
6	-23.50	7.856	7.185	36.000	-24.01	13.86
7	-25.30	8.859	7.755	37.500	-25.01	12.77
8	-28.30	7.856	7.185	36.000	-24.01	13.86
9	-43.38	8.859	7.755	37.500	-25.01	12.77

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)
Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.40
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]
-10.80	-11.00	0.00	0.00
-11.00	-11.80	0.00	-21.35
-11.80	-12.80	-21.35	-48.03
-12.80	-13.80	-48.03	-74.71
-13.80	-14.70	-74.71	-98.73
-14.70	-15.70	-98.73	-125.41
-15.70	-15.90	-125.41	-130.75
-15.90	-16.70	-130.75	-152.09
-16.70	-17.70	-335.86	-408.81
-17.70	-18.20	-408.81	-445.29
-18.20	-18.70	-445.29	-481.77
-18.70	-19.70	-481.77	-554.72
-19.70	-20.60	-554.72	-620.38
-20.60	-23.50	-620.38	-831.94
-23.50	-25.30	-938.08	-1063.37
-25.30	-28.30	-943.05	-1161.91
-28.30	-43.38	-1310.15	-2359.79

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
4.30	-60.7	-12.6	7.8	
3.48	-65.5	-20.5	-20.3	
3.20	-68.6	-27.3	-26.9	
2.30	-83.5	-69.0	-68.0	
2.00	-90.1	-89.6	-91.7	176.0
2.00	-237.7	86.3	-91.7	
1.48	-250.0	46.0	-57.2	

2. BS-P2

1.19	-256.8	22.4	-47.3	
1.08	-259.4	13.5	-45.3	
0.30	-277.7	-49.8	-59.5	
-0.80	-303.6	-139.1	-163.3	
-1.80	-327.1	-220.2	-343.0	
-2.80	-350.6	-301.4	-603.8	
-3.00	-355.3	-317.6	-665.7	806.0
-3.00	-1031.6	488.3	-665.7	
-3.80	-1050.0	424.5	-300.7	
-4.62	-1067.9	361.3	21.3	
-4.80	-1071.8	347.7	85.1	
-5.80	-1092.2	274.4	395.9	
-6.80	-1111.3	204.4	634.9	
-7.80	-1129.0	137.8	805.7	
-8.80	-1145.4	74.6	911.6	
-9.40	-1154.6	38.2	945.4	
-9.80	-1161.0	14.7	956.0	
-10.70	-1174.7	-36.2	946.1	
-10.80	-1175.8	-41.7	942.2	
-11.00	-1177.8	-52.6	932.8	
-11.80	-1201.1	-146.8	852.1	
-12.80	-1224.5	-245.2	654.3	
-13.80	-1241.4	-322.0	368.9	
-14.70	-1251.1	-372.7	55.0	
-15.70	-1255.8	-408.5	-337.5	
-15.90	-1255.9	-413.1	-419.6	
-16.70	-1253.9	-422.8	-754.9	
-17.70	-1127.5	-161.6	-1052.9	
-18.20	-1052.9	-5.2	-1095.3	
-18.70	-970.6	168.2	-1055.2	
-19.70	-783.1	566.6	-693.5	
-20.60	-588.2	983.8	0.0	

Schnittgrößen ([g+q],k)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
4.30	-45.0	-9.3	5.8	
3.48	-48.5	-15.2	-15.0	
3.20	-50.8	-20.2	-19.9	
2.30	-61.8	-51.1	-50.4	
2.00	-66.7	-66.4	-68.0	130.3
2.00	-176.1	64.0	-68.0	
1.48	-185.2	34.0	-42.4	
1.19	-190.2	16.6	-35.0	
1.08	-192.1	10.0	-33.6	
0.30	-205.7	-36.9	-44.0	
-0.80	-224.9	-103.0	-121.0	
-1.80	-242.3	-163.1	-254.1	
-2.80	-259.7	-223.3	-447.3	
-3.00	-263.2	-235.3	-493.1	597.0
-3.00	-764.2	361.7	-493.1	
-3.80	-777.8	314.4	-222.8	
-4.62	-791.1	267.6	15.8	
-4.80	-793.9	257.6	63.0	
-5.80	-809.0	203.2	293.2	
-6.80	-823.2	151.4	470.3	
-7.80	-836.3	102.1	596.8	
-8.80	-848.4	55.2	675.3	
-9.40	-855.2	28.3	700.3	
-9.80	-860.0	10.9	708.1	
-10.70	-870.2	-26.8	700.8	
-10.80	-870.9	-30.9	697.9	
-11.00	-872.4	-39.0	690.9	
-11.80	-889.7	-108.8	631.2	
-12.80	-907.0	-181.6	484.6	
-13.80	-919.6	-238.5	273.2	
-14.70	-926.8	-276.1	40.7	
-15.70	-930.2	-302.6	-250.0	

-15.90	-930.3	-306.0	-310.8
-16.70	-928.8	-313.2	-559.2
-17.70	-835.2	-119.7	-779.9
-18.20	-779.9	-3.9	-811.3
-18.70	-718.9	124.6	-781.7
-19.70	-580.0	419.7	-513.7
-20.60	-435.7	728.7	0.0

Querkraftnullpunkte (Bemessungswerte)

Tiefe [m]
2.00
0.91
-3.00
-10.06
-18.22

Querkraftnullpunkte ([g+q],k)

Tiefe [m]
2.00
0.91
-3.00
-10.06
-18.22

Weggrößen ([g+q],k)
berechnet mit EI = 1.181E+5 kN·m²/m

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
4.30	-28.3	4.20	-28.9	3.59	-33.1	3.48	-33.8	3.48	-33.8	3.39	-34.4	3.30	-35.1
3.20	-35.7	3.20	-35.7	3.10	-36.4	2.40	-41.3	2.30	-42.0	2.30	-42.0	2.20	-42.7
2.10	-43.5	2.00	-44.2	2.00	-44.2	1.90	-44.9	1.59	-47.2	1.48	-48.0	1.48	-48.0
1.39	-48.7	1.30	-49.4	1.19	-50.2	1.19	-50.2	1.08	-51.0	1.08	-51.0	0.99	-51.8
0.40	-56.3	0.30	-57.1	0.30	-57.1	0.20	-57.9	-0.70	-65.2	-0.80	-66.1	-0.80	-66.1
-0.90	-66.9	-1.70	-74.3	-1.80	-75.3	-1.80	-75.3	-1.90	-76.3	-2.70	-85.5	-2.80	-86.8
-2.80	-86.8	-2.90	-88.1	-2.90	-88.1	-3.00	-89.5	-3.00	-89.5	-3.10	-90.9	-3.70	-100.0
-3.80	-101.6	-3.80	-101.6	-3.90	-103.2	-4.51	-113.6	-4.62	-115.3	-4.62	-115.3	-4.70	-116.7
-4.70	-116.7	-4.80	-118.4	-4.80	-118.4	-4.90	-120.1	-5.70	-133.1	-5.80	-134.6	-5.80	-134.6
-5.90	-136.2	-6.70	-147.2	-6.80	-148.5	-6.80	-148.5	-6.90	-149.7	-7.70	-157.6	-7.80	-158.4
-7.80	-158.4	-7.90	-159.1	-8.70	-163.0	-8.80	-163.2	-8.80	-163.2	-8.90	-163.4	-9.30	-163.5
-9.40	-163.4	-9.40	-163.4	-9.50	-163.3	-9.70	-162.7	-9.80	-162.4	-9.80	-162.4	-9.90	-162.0
-10.60	-157.4	-10.70	-156.5	-10.70	-156.5	-10.80	-155.6	-10.80	-155.6	-10.90	-154.6	-10.90	-154.6
-11.00	-153.5	-11.00	-153.5	-11.10	-152.4	-11.70	-144.5	-11.80	-142.9	-11.80	-142.9	-11.90	-141.4
-12.70	-127.0	-12.80	-125.0	-12.80	-125.0	-12.90	-122.9	-13.70	-105.3	-13.80	-103.0	-13.80	-103.0
-13.90	-100.6	-14.60	-83.6	-14.70	-81.2	-14.70	-81.2	-14.80	-78.7	-15.60	-59.1	-15.70	-56.7
-15.70	-56.7	-15.80	-54.3	-15.80	-54.3	-15.90	-52.0	-15.90	-52.0	-16.00	-49.6	-16.60	-36.4
-16.70	-34.3	-16.70	-34.3	-16.80	-32.3	-17.60	-18.2	-17.70	-16.7	-17.70	-16.7	-17.80	-15.3
-18.10	-11.4	-18.20	-10.2	-18.20	-10.2	-18.30	-9.1	-18.60	-6.3	-18.70	-5.5	-18.70	-5.5
-18.80	-4.7	-19.60	-0.9	-19.70	-0.7	-19.70	-0.7	-19.80	-0.5	-20.50	0.0	-20.60	0.0

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]
phi,[g+q],k: 0.00000000
Theoretischer Fußpunkt = -20.600 m

max M_d = 1095.3 kN·m/m (Tiefe = -18.20 m)
Zugehörige Werte: N_d = -1052.9 kN/m; Q_d = -5.2 kN/m; w_k = 10.2 mm

max Q_d = 983.8 kN·m/m (Tiefe = -20.60 m)
Zugehörige Werte: N_d = -588.2 kN/m; M_d = 0.0 kN·m/m; w_k = 0.0 mm

max N_d = 1255.9 kN/m (Tiefe = -15.90 m)
Zugehörige Werte: Q_d = -413.1 kN/m; M_d = -419.6 kN·m/m; w_k = 70.2 mm

max w_k = 163.6 mm (Tiefe = -9.20 m)
Zugehörige Werte: N_d = -1151.6 kN/m; Q_d = 50.2 kN/m; M_d = 936.6 kN·m/m

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %
Einbindetiefe t_g = 22.70 m
Profillänge = 38.00 m
Verlängerung (Summe V) = 11.18 m

Nachweis Summe V
Das Vorzeichen ist positiv, wenn Kraftgröße
nach unten gerichtet ist.
Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
Bedingung: $G_k + P_{v,k} + E_{av,k} + 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(d_C) >= (B_{h,k} - 0.5 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(d_p)$
G_k = 39.58 kN/m
$P_{v,k}$ = 655.32 kN/m
$E_{av,k}$ = 448.82 kN/m ($E_{ah,k}$ = 1215.55 kN/m)
$C_{h,k}$ = 728.74 kN/m
$B_{v,k}$ = -705.44 kN/m
d_p [°] = -24.0
d_C [°] = 12.0
Summe V_k = 677.96 kN/m (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit
(Eigene Erfahrungswerte)
Verfahren 1: EAU Bild E 4-3 (links)
Profil: AU 25
$R_{Bv,d} = (B_{h,k} - 1/2 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(d_B) / g_{Ep}$
$R_{Bv,d}$ = (1687.85 - 1/2 · 728.74) · tan(29.8°) / 1.40 = 540.76 kN/m
$R_{Cv,d} = 1/2 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(d_C) / g_{Ep}$
$R_{Cv,d}$ = 1/2 · 728.74 · tan(36.0°) / 1.40 = 189.09 kN/m

$q_{b,k}$ = 15.00 MN/m²
$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / g_{Ib,k}$ = 0.0188 · 15.00 · 1000 / 1.40 = 201.43 kN/m

Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k}$ [kN/m²]	Bezeichnung
-11.00	-16.70	20.00	Beckenton, -schluff, st-hf
-16.70	-23.50	20.00	Geschiebemergel, hf-f
-23.50	-25.30	40.00	Beckensand, gr.-sgr. F.
-25.30	-28.30	20.00	Geschiebemergel, hf
-28.30	-33.70	40.00	Beckensand, gr.-sgr. F.

Mantelfläche bis -22.52 m = 1.237 m²/m ==> $R_{s1,d}$
Mantelfläche ab -22.52 m = 2.474 m²/m ==> $R_{s2,d}$
Profilverlängerung = 11.18 m ==> $R_{s2,d}$
Mantelfläche (TF + dt1) von -20.60 bis -22.52 m = 1.237 m²/m ==> $R_{s3,d}$
$R_{s1,d} = R_{s1,k} / g_{Is,k}$ = 285.00 / 1.40 = 203.57 kN/m
$R_{s2,d} = R_{s2,k} / g_{Is,k}$ = 909.42 / 1.40 = 649.59 kN/m
$R_{s3,d} = R_{s3,k} / g_{Is,k}$ = 47.50 / 1.40 = 33.93 kN/m
$R_d = R_{Bv,d} + R_{Cv,d} + R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s2,d} + R_{s3,d}$ = 1818.37 kN/m

Einwirkungen
$V_d = G_d + E_{av,d} + P_{v,d}$ = 75.71 + 605.90 + 884.68 = 1566.29 kN/m
==> $\mu = V_d / R_d$ = 1566.29 / 1818.37 = 0.86

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Hydraulische Grundbruchsicherheit
UK Schicht = -16.70
Gewicht = 59.85 kN/m²
Strömungskraft = 2.46 kN/m²
gamma(Gewicht) = 0.95
gamma(Strömungskraft) = 1.35
Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.058
= 0.058 = (1.35 · 2.46) / (0.95 · 59.85)

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Nachweis Tiefe Gleitfuge
Ansatzpunkt der Gleitfuge im Wandbereich = 22.55 m
$A_{h,g,d} = A_{h,g,k} \cdot g_G$ und Ah,d = $A_{h,g,k} \cdot g_G + A_{h,q,k} \cdot g_Q$

2. BS-P2

mögl $A_{h,g,d}$ = mögl $A_{h,g,k}$ / g_{Ep} und mögl A_d = mögl A_k / g_{Ep}
mue = Ausnutzungsgrad <= 1.0

Nr [-]	Tiefe [m]	Länge [m]	Höhe(Ankerw.) [m]	Ah,d [kN/m]	mögl Ah,d [kN/m]	mue,gq [-]	$A_{h,g,d}$ [kN/m]	mögl $A_{h,g,d}$ [kN/m]	mue,g [-]
1	2.00	36.00	0.00	805.96	3101.94	0.260	175.96	3101.94	0.057
2	-3.00	36.00	0.00	981.92	4118.71	0.238	981.92	4118.71	0.238

Werte für ungünstigste Gleitfuge (Anker 2)
Lastfall: g+q

x [m]	y [m]	G_k [kN/m]	$E_{ah,k}$ [kN/m]	$E_{av,k}$ [kN/m]	Q_x [kN/m]	Q_y [kN/m]	C_k [kN/m]	H [kN/m]	q [°]	j [°]
0.00	-18.25	-	1060.1	379.6	-	-	-	-	-	-
27.58	-21.14	8598.6	1253.5	465.7	-4536.1	-5040.8	0.0	0.0	-5.98	36.0
24.64	-25.30	2335.0	1562.5	606.2	-1588.6	-1176.9	0.0	0.0	-125.23	37.5
27.58	-26.14	1135.3	1632.2	637.3	-755.4	-590.9	0.0	0.0	-15.97	36.0

Werte für ungünstigste Gleitfuge (Anker 2)
Lastfall: g

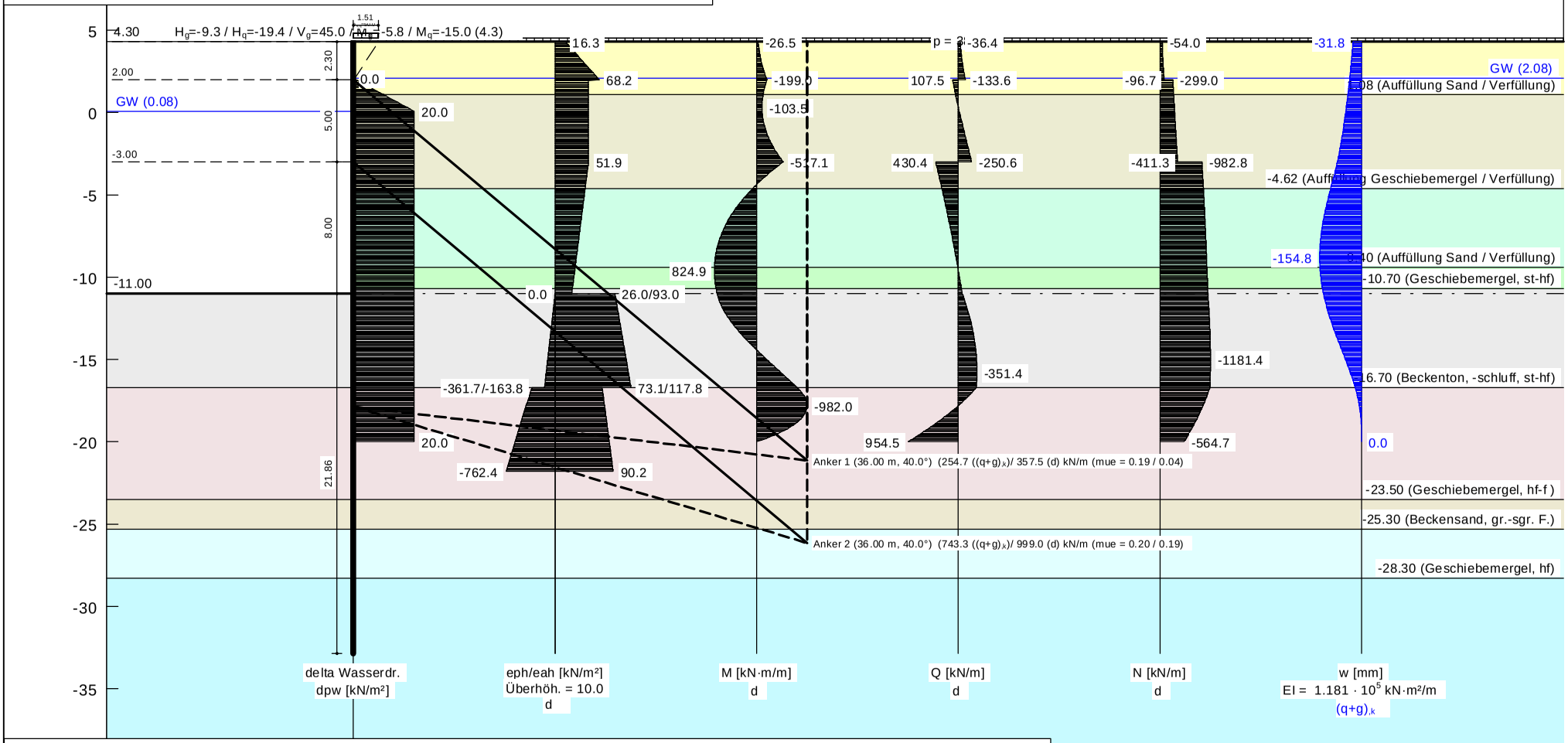
x [m]	y [m]	G_k [kN/m]	$E_{ah,k}$ [kN/m]	$E_{av,k}$ [kN/m]	Q_x [kN/m]	Q_y [kN/m]	C_k [kN/m]	H [kN/m]	q [°]	j [°]
0.00	-18.25	-	1060.1	379.6	-	-	-	-	-	-
18.35	-23.50	6002.7	1428.6	543.7	-3994.3	-3124.4	0.0	0.0	-15.97	36.0
24.64	-25.30	2335.0	1562.5	606.2	-1588.6	-1176.9	0.0	0.0	-15.97	37.5
27.58	-26.14	1135.3	1632.2	637.3	-755.4	-590.9	0.0	0.0	-15.97	36.0

(H = Horizontalkraft infolge Erdbeben)

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99
Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt
Faktor Verkehrslasten fQ = 1.500 / 1.350 = 1.111
Teilsicherheit (Grundbruch) gamma(Rv) = 1.400
Breite = 3.06 m
Gewicht G_k (einschließlich Verkehr) = 1862.07 [kN/m]
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.111)
$E_{av,k}$ (d = 2/3 · j) = 510.21 [kN/m]
Kohäsionskraft K_k = 0.00 [kN/m]
Grundbruchlast $R_{n,k}$ = 29500.33 [kN/m]
Grundbruch mit:
Reibungswinkel j_k = 34.85 [°]
Kohäsion c_k = 0.00 [kN/m²]
N_d = 32.664 / N_b = 22.044 / N_c = 45.481
$s_ü$ = 250.710 [kN/m²]
mue = [G_k · g_G] / [($P_{g,k}$ + K_k + $E_{av,k}$) / g_{Gr}] = 0.117
mue = [1862.07 · 1.35] / [(29500.33 + 0.00 + 510.21) / 1.400] = 0.117

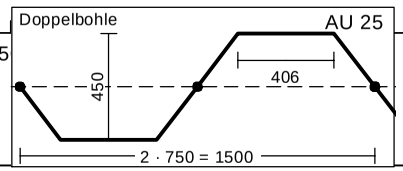
GGU-RETAIN / Version 9.21 / 18.09.2017
MSA2100 Flügelwand / EZ 1 / BS-T1
Norm: EC 7
Spundwand
AU 25
Selbst definierte Erddruckumlagerung
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2011
Einspanngrad = 1.000
Erf. Profillänge = 37.16 m
Erf. Einbindetiefe = 21.86 m

Verlängerung (S V) = 11.06 m
g_G = 1.20
g_Q = 1.30
g_{Ep} = 1.30
Vorverformung über Datei berücksichtigt
aus: Flügelwand / EZ 1 / BS-P
mob. Ep erfüllt / m= 0.44
μ(Vert. Tragfähigkeit) = 0.79
Datei: MSA2100_Fluegelwand_EZ-01_BS-T1.vrb
Datum: 27.11.2017
Uhrzeit: 14:19:22



Boden pas/akt	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	c_k [kN/m²]	d/j passiv	d/j aktiv	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	1.08	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Auffüllung Sand / Verfüllung
	-4.62	18.0/22.0	10.0/12.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Auffüllung Geschiebemergel / Verfüllung
	-9.40	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Auffüllung Sand / Verfüllung
	-10.70	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Geschiebemergel, st-hf
	-16.70	20.0/20.0	10.5/10.5	25.0/25.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Beckenton, -schluff, st-hf
	-23.50	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	3.00	20.00	Geschiebemergel, hf-f
	-25.30	19.0/19.0	11.0/11.0	37.5/37.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	3.00	40.00	Beckensand, gr.-sgr. F.
	-28.30	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	3.00	20.00	Geschiebemergel, hf
	<-28.30	19.0/19.0	11.0/11.0	37.5/37.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	15.00	40.00	Beckensand, gr.-sgr. F.

OK Wand = 4.30 m



13188 Kiel-Holtenau
MSA 2100
Anhang G G-11

GGU-RETAIN / Version 9.21 / 18.09.2017

Spundwand
==========

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

MSA2100 Flügelwand / EZ 1 / BS-T1

Datei: MSA2100_Fluegelwand_EZ-01_BS-T1.vrb

Datum: 27.11.2017
Uhrzeit: 14:19:22

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

Wandkopf = 4.30 m

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

Baugrubensohle = -11.00 m
Grundwasserstand (rechts) = 2.08 m
Grundwasserstand (links) = 0.08 m
Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten
g_G = 1.20
g_Q = 1.30
g_{Ep} = 1.30
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Flächenlast p = 38.00 kN/m²

Blocklasten
Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]
1	50.00	0.00	0.00	1.51	4.30

Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ	
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]		
1	4.30	4.30	1.93	12.53	12.53	12.53	0	Verkehrslast

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Momente (im Uhrzeigersinn positiv)
Horizontalkräfte (nach rechts positiv)
Vertikalkräfte (nach unten positiv)

Nr.	Tiefe	M,g,k	M,q,k	H,g,k	H,q,k	V,g,k	V,q,k
[-]	[m]	[kN·m/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	4.30	-5.80	-15.00	-9.30	-19.40	45.00	0.00

Selbst definierte Erddruckumlagerung
4 Aufpunkte

Nr.	Tiefe	eah'
[-]	[m]	[-]
1	4.300	0.000
2	2.000	1.000
3	-3.000	1.000
4	1.300	0.500

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:
Profillänge automatisch und Einspanngrad von 1.000 vorgegeben

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:
Eph,d = 2088.20 kN/m (Epv,d = -862.12 kN/m)
Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000
Bh(g+q),d = 2088.20 kN/m
Bh,g,d = 2082.89 kN/m
Bh,q,d = 5.31 kN/m
Bh,w,d = 434.79 kN/m

Ersatzkräfte C_h (Blum)
$C_{h,k}$ = 795.13 kN/m
$C_{h,g,k}$ = 792.11 kN/m
$C_{h,q,k}$ = 3.02 kN/m
$C_{h,w,k}$ = 160.41 kN/m

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

Nr.	y	Neigung	Länge	N_d	N_k	$N_{g,k}$	$N_{w,k}$	EA	EI	
[-]	[m]	[°]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m²/m]	
1	2.00	40.00	36.00	357.50	254.66	163.29	-24.25	1.022E+8	-	Anker
2	-3.00	40.00	36.00	999.02	743.32	773.08	307.53	1.022E+8	-	Anker

Vorverformungen an Ankern / Steifen berücksichtigt
Vorverformungen wurden aus der Datei
P:\13XXX\13188\02_Statik\10_Machbarkeit_B_MSA2100\09_Fluegelwand\Fluegelwand_EZ-01_BS-P.vrb
eingelesen.

Anker/Steife	Tiefe	Vorverformung
[-]	[m]	[m]
1	2.00	-0.0408
2	-3.00	-0.0860

Bodenkennwerte

Schicht	UK	g_k	$g'_{,k}$	$j_{,k}$	$c_{,k}$	d(a)/j	d(p)/phiAnker
pas/akt	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[-]	[-]
1	1.08	18.00/18.00	10.00/10.00	32.50/32.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
2	-4.62	18.00/22.00	10.00/12.00	32.50/32.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
3	-9.40	18.00/18.00	10.00/10.00	32.50/32.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
4	-10.70	22.50/22.50	13.00/13.00	36.00/36.00	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
5	-16.70	20.00/20.00	10.50/10.50	25.00/25.00	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
6	-23.50	22.50/22.50	13.00/13.00	36.00/36.00	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
7	-25.30	19.00/19.00	11.00/11.00	37.50/37.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
8	-28.30	22.50/22.50	13.00/13.00	36.00/36.00	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
9	-43.38	19.00/19.00	11.00/11.00	37.50/37.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667

Aktive Erddruckbeiwerte
bestimmt nach: DIN 4085

Schicht	UK	k_{agh}	k_{ach}	$j_{,k}$	d	q	kagh(40°)
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	1.08	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46	0.179
2	-4.62	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46	0.179
3	-9.40	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46	0.179
4	-10.70	0.215	0.792	36.000	24.01	59.53	0.179
5	-16.70	0.346	1.043	25.000	16.67	53.00	0.179
6	-23.50	0.215	0.792	36.000	24.01	59.53	0.179
7	-25.30	0.200	0.762	37.500	25.01	60.41	0.179
8	-28.30	0.215	0.792	36.000	24.01	59.53	0.179
9	-43.38	0.200	0.762	37.500	25.01	60.41	0.179

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
4.300	3.200	12.531	33.232	0.00	0.00

3. BS-T1

3.200	2.300	33.232	50.168	0.00	0.00
2.300	2.080	50.168	54.308	0.00	0.00
2.080	2.000	54.308	55.814	0.00	0.80
2.000	1.933	55.814	43.283	0.80	1.47
1.933	1.300	43.283	43.283	1.47	7.80
1.300	1.080	43.283	43.283	7.80	10.00
1.080	0.300	43.283	43.283	10.00	17.80
0.300	0.080	43.283	43.283	17.80	20.00
0.080	-0.800	43.283	43.283	20.00	20.00
-0.800	-1.800	43.283	43.283	20.00	20.00
-1.800	-2.800	43.283	43.283	20.00	20.00
-2.800	-3.000	43.283	43.283	20.00	20.00
-3.000	-3.800	43.283	41.119	20.00	20.00
-3.800	-4.620	41.119	38.901	20.00	20.00
-4.620	-4.800	38.901	38.414	20.00	20.00
-4.800	-5.800	38.414	35.709	20.00	20.00
-5.800	-6.800	35.709	33.003	20.00	20.00
-6.800	-7.800	33.003	30.298	20.00	20.00
-7.800	-8.800	30.298	27.593	20.00	20.00
-8.800	-9.400	27.593	25.970	20.00	20.00
-9.400	-9.800	25.970	24.888	20.00	20.00
-9.800	-10.700	24.888	22.453	20.00	20.00
-10.700	-10.800	22.453	22.183	20.00	20.00
-10.800	-11.000	22.183	21.642	20.00	20.00
-11.000	-11.800	77.493	80.396	20.00	20.00
-11.800	-12.800	80.396	84.025	20.00	20.00
-12.800	-13.800	84.025	87.654	20.00	20.00
-13.800	-14.700	87.654	90.920	20.00	20.00
-14.700	-15.000	90.920	92.009	20.00	20.00
-15.000	-15.700	92.009	94.549	20.00	20.00
-15.700	-16.700	94.549	98.178	20.00	20.00
-16.700	-17.700	60.949	63.738	20.00	20.00
-17.700	-17.800	63.738	64.017	20.00	20.00
-17.800	-18.700	64.017	66.528	20.00	20.00
-18.700	-19.700	66.528	69.317	20.00	20.00
-19.700	-20.000	69.317	70.154	20.00	20.00
-20.000	-23.500	70.154	79.916	20.00	20.00
-23.500	-25.300	74.663	78.632	20.00	20.00
-25.300	-28.300	84.165	92.533	20.00	20.00
-28.300	-43.380	86.450	119.702	20.00	20.00

Passive Erddruckbeiwerte
bestimmt nach: DIN 4085:2011

Schicht	UK	k_{pgh}	k_{pch}	$j_{,k}$	d	q
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
5	-16.70	3.558	4.330	25.000	-16.67	21.54
6	-23.50	7.856	7.185	36.000	-24.01	13.86
7	-25.30	8.859	7.755	37.500	-25.01	12.77
8	-28.30	7.856	7.185	36.000	-24.01	13.86
9	-43.38	8.859	7.755	37.500	-25.01	12.77

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

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]
-10.80	-11.00	0.00	0.00
-11.00	-11.80	0.00	-22.99
-11.80	-12.80	-22.99	-51.72
-12.80	-13.80	-51.72	-80.46
-13.80	-14.70	-80.46	-106.32
-14.70	-15.00	-106.32	-114.94
-15.00	-15.70	-114.94	-135.06
-15.70	-16.70	-135.06	-163.79
-16.70	-17.70	-361.70	-440.26
-17.70	-17.80	-440.26	-448.12
-17.80	-18.70	-448.12	-518.83
-18.70	-19.70	-518.83	-597.39

3. BS-T1

-19.70	-20.00	-597.39	-620.96
-20.00	-23.50	-620.96	-895.93
-23.50	-25.30	-1010.24	-1145.17
-25.30	-28.30	-1015.59	-1251.29
-28.30	-43.38	-1410.93	-2541.31

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
4.30	-54.0	-36.4	26.5	
3.20	-68.5	-68.0	-81.3	
2.30	-88.4	-114.1	-161.9	
2.08	-94.4	-128.2	-188.5	
2.00	-96.7	-133.6	-199.0	241.1
2.00	-299.0	107.5	-199.0	
1.93	-300.7	103.4	-192.0	
1.30	-314.9	67.0	-137.8	
1.08	-319.9	53.2	-124.6	
0.30	-337.3	-0.3	-103.5	
0.08	-342.3	-16.7	-105.3	
-0.80	-362.0	-83.6	-149.5	
-1.80	-384.4	-159.5	-271.0	
-2.80	-406.8	-235.5	-468.5	
-3.00	-411.3	-250.6	-517.1	681.0
-3.00	-982.8	430.4	-517.1	
-3.80	-1000.3	370.7	-196.9	
-4.62	-1017.4	311.6	82.7	
-4.80	-1021.0	298.9	137.7	
-5.80	-1040.5	230.5	402.1	
-6.80	-1058.6	165.2	599.7	
-7.80	-1075.5	103.3	733.7	
-8.80	-1091.1	44.5	807.3	
-9.40	-1099.8	10.8	823.9	
-9.80	-1105.9	-11.0	823.8	
-10.70	-1118.9	-58.1	792.5	
-10.80	-1119.9	-63.2	786.5	
-11.00	-1121.8	-73.3	772.8	
-11.80	-1143.2	-159.0	678.9	
-12.80	-1163.2	-244.0	475.3	
-13.80	-1175.9	-304.4	199.1	
-14.70	-1181.0	-337.7	-91.4	
-15.00	-1181.4	-344.4	-193.7	
-15.70	-1179.7	-351.4	-438.0	
-16.70	-1171.0	-340.5	-786.0	
-17.70	-1026.1	-35.3	-980.2	
-17.80	-1009.8	-0.6	-982.0	
-18.70	-847.4	345.8	-831.3	
-19.70	-635.0	802.6	-263.4	
-20.00	-564.7	954.5	0.0	

Schnittgrößen ([g+q],k)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
4.30	-45.0	-28.7	20.8	
3.20	-56.6	-53.9	-64.1	
2.30	-72.9	-91.4	-128.4	
2.08	-77.8	-102.9	-149.7	
2.00	-79.6	-107.3	-158.1	195.1
2.00	-243.3	87.8	-158.1	
1.93	-244.7	84.4	-152.4	
1.30	-256.6	54.0	-108.3	
1.08	-260.7	42.5	-97.7	
0.30	-275.3	-2.1	-81.5	
0.08	-279.4	-15.7	-83.5	
-0.80	-295.8	-71.4	-121.8	
-1.80	-314.5	-134.7	-224.9	
-2.80	-333.2	-198.0	-391.2	
-3.00	-336.9	-210.6	-432.1	569.4

-3.00	-814.7	358.8	-432.1
-3.80	-829.3	309.0	-165.1
-4.62	-843.5	259.8	68.0
-4.80	-846.6	249.2	113.8
-5.80	-862.8	192.2	334.3
-6.80	-877.9	137.8	499.0
-7.80	-892.0	86.2	610.8
-8.80	-905.0	37.2	672.3
-9.40	-912.2	9.2	686.2
-9.80	-917.4	-9.0	686.2
-10.70	-928.2	-48.3	660.2
-10.80	-929.0	-52.5	655.2
-11.00	-930.6	-60.9	643.8
-11.80	-948.4	-132.4	565.6
-12.80	-965.1	-203.2	396.1
-13.80	-975.7	-253.6	166.0
-14.70	-979.9	-281.4	-76.0
-15.00	-980.2	-286.9	-161.2
-15.70	-978.8	-292.8	-364.7
-16.70	-971.6	-283.7	-654.7
-17.70	-850.9	-29.4	-816.5
-17.80	-837.3	-0.5	-818.0
-18.70	-702.0	288.0	-692.5
-19.70	-525.0	668.6	-219.4
-20.00	-466.5	795.1	0.0

Querkraftnullpunkte (Bemessungswerte)

Tiefe [m]
2.00
0.30
-3.00
-9.60
-17.80

Querkraftnullpunkte ([g+q],k)

Tiefe [m]
2.00
0.33
-3.00
-9.60
-17.80

Weggrößen ([g+q],k)
berechnet mit EI = 1.181E+5 kN·m²/m

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
4.30	-31.8	4.20	-32.3	3.30	-36.9	3.20	-37.4	3.20	-37.4	3.10	-38.0	2.40	-41.9
2.30	-42.5	2.30	-42.5	2.19	-43.2	2.19	-43.2	2.08	-43.9	2.08	-43.9	2.00	-44.4
2.00	-44.4	1.93	-44.8	1.93	-44.8	1.80	-45.7	1.40	-48.4	1.30	-49.2	1.30	-49.2
1.19	-50.0	1.19	-50.0	1.08	-50.8	1.08	-50.8	0.99	-51.5	0.40	-56.0	0.30	-56.8
0.30	-56.8	0.19	-57.6	0.19	-57.6	0.08	-58.5	0.08	-58.5	-0.01	-59.3	-0.70	-65.1
-0.80	-66.0	-0.80	-66.0	-0.90	-66.9	-1.70	-74.4	-1.80	-75.5	-1.80	-75.5	-1.90	-76.5
-2.70	-85.6	-2.80	-86.9	-2.80	-86.9	-2.90	-88.2	-2.90	-88.2	-3.00	-89.5	-3.00	-89.5
-3.10	-90.9	-3.70	-99.7	-3.80	-101.3	-3.80	-101.3	-3.90	-102.8	-4.51	-112.6	-4.62	-114.2
-4.62	-114.2	-4.70	-115.5	-4.70	-115.5	-4.80	-117.1	-4.80	-117.1	-4.90	-118.7	-5.70	-130.6
-5.80	-132.0	-5.80	-132.0	-5.90	-133.3	-6.70	-143.0	-6.80	-144.1	-6.80	-144.1	-6.90	-145.1
-7.70	-151.4	-7.80	-152.0	-7.80	-152.0	-7.90	-152.5	-8.70	-154.7	-8.80	-154.8	-8.80	-154.8
-8.90	-154.7	-9.30	-154.1	-9.40	-153.7	-9.40	-153.7	-9.50	-153.4	-9.70	-152.4	-9.80	-151.9
-9.80	-151.9	-9.90	-151.3	-10.60	-145.4	-10.70	-144.4	-10.70	-144.4	-10.80	-143.2	-10.80	-143.2
-10.90	-142.1	-10.90	-142.1	-11.00	-140.8	-11.00	-140.8	-11.10	-139.5	-11.70	-130.7	-11.80	-129.1
-11.80	-129.1	-11.90	-127.4	-12.70	-112.2	-12.80	-110.2	-12.80	-110.2	-12.90	-108.1	-13.70	-90.3
-13.80	-88.0	-13.80	-88.0	-13.90	-85.6	-14.60	-69.1	-14.70	-66.7	-14.70	-66.7	-14.80	-64.4
-14.90	-62.0	-15.00	-59.7	-15.00	-59.7	-15.10	-57.4	-15.60	-46.0	-15.70	-43.8	-15.70	-43.8
-15.80	-41.7	-16.60	-25.8	-16.70	-24.0	-16.70	-24.0	-16.80	-22.3	-17.60	-10.8	-17.70	-9.7
-17.70	-9.7	-17.80	-8.6	-17.80	-8.6	-17.90	-7.6	-18.60	-2.5	-18.70	-2.0	-18.70	-2.0
-18.80	-1.6	-19.60	-0.1	-19.70	0.0	-19.70	0.0	-19.80	0.0	-19.90	0.0	-20.00	0.0

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]
phi,[g+q],k: 0.00000000
Theoretischer Fußpunkt = -20.000 m

max M_d = 982.0 kN·m/m (Tiefe = -17.80 m)
Zugehörige Werte: N_d = -1009.8 kN/m; Q_d = -0.6 kN/m; w_k = 8.6 mm

max Q_d = 954.5 kN·m/m (Tiefe = -20.00 m)
Zugehörige Werte: N_d = -564.7 kN/m; M_d = 0.0 kN·m/m; w_k = 0.0 mm

max N_d = 1181.4 kN/m (Tiefe = -15.00 m)
Zugehörige Werte: Q_d = -344.4 kN/m; M_d = -193.7 kN·m/m; w_k = 71.6 mm

max w_k = 154.8 mm (Tiefe = -8.80 m)
Zugehörige Werte: N_d = -1091.1 kN/m; Q_d = 44.5 kN/m; M_d = 807.3 kN·m/m

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %
Einbindetiefe t_g = 21.86 m
Profillänge = 37.16 m
Verlängerung (Summe V) = 11.06 m

Nachweis Summe V
Das Vorzeichen ist positiv, wenn Kraftgröße
nach unten gerichtet ist.
Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
Bedingung: $G_k + P_{v,k} + E_{av,k} + 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(d_C) >= (B_{h,k} - 0.5 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(d_p)$
G_k = 38.52 kN/m
$P_{v,k}$ = 646.88 kN/m
$E_{av,k}$ = 467.58 kN/m ($E_{ah,k}$ = 1272.11 kN/m)
$C_{h,k}$ = 795.13 kN/m
$B_{v,k}$ = -723.75 kN/m
d_p [°] = -24.0
d_C [°] = 12.0
Summe V_k = 690.75 kN/m (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit
(Eigene Erfahrungswerte)
Verfahren 1: EAU Bild E 4-3 (links)
Profil: AU 25
$R_{Bv,d} = (B_{h,k} - 1/2 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(d_B) / g_{Ep}$
$R_{Bv,d}$ = (1753.04 - 1/2 · 795.13) · tan(29.3°) / 1.30 = 585.70 kN/m
$R_{Cv,d} = 1/2 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(d_C) / g_{Ep}$
$R_{Cv,d}$ = 1/2 · 795.13 · tan(36.0°) / 1.30 = 222.19 kN/m

$q_{b,k}$ = 15.00 MN/m²
$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / g_{Ib,k}$ = 0.0188 · 15.00 · 1000 / 1.40 = 201.43 kN/m

Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k}$ [kN/m²]	Bezeichnung
-11.00	-16.70	20.00	Beckenton, -schluff, st-hf
-16.70	-23.50	20.00	Geschiebemergel, hf-f
-23.50	-25.30	40.00	Beckensand, gr.-sgr. F.
-25.30	-28.30	20.00	Geschiebemergel, hf
-28.30	-32.86	40.00	Beckensand, gr.-sgr. F.

Mantelfläche bis -21.80 m = 1.237 m²/m ==> $R_{s1,d}$
Mantelfläche ab -21.80 m = 2.474 m²/m ==> $R_{s2,d}$
Profilverlängerung = 11.06 m ==> $R_{s2,d}$
Mantelfläche (TF + dt1) von -20.00 bis -21.80 m = 1.237 m²/m ==> $R_{s3,d}$
$R_{s1,d} = R_{s1,k} / g_{Is,k}$ = 267.19 / 1.40 = 190.85 kN/m
$R_{s2,d} = R_{s2,k} / g_{Is,k}$ = 861.92 / 1.40 = 615.66 kN/m
$R_{s3,d} = R_{s3,k} / g_{Is,k}$ = 44.53 / 1.40 = 31.81 kN/m
$R_d = R_{Bv,d} + R_{Cv,d} + R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s2,d} + R_{s3,d}$ = 1847.63 kN/m

Einwirkungen
$V_d = G_d + E_{av,d} + P_{v,d}$ = 65.81 + 562.26 + 827.75 = 1455.81 kN/m
==> $\mu = V_d / R_d$ = 1455.81 / 1847.63 = 0.79

3. BS-T1

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Hydraulische Grundbruchsicherheit
UK Schicht = -16.70
Gewicht = 59.85 kN/m²
Strömungskraft = 2.69 kN/m²
gamma(Gewicht) = 0.95
gamma(Strömungskraft) = 1.35
Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.064
= 0.064 = (1.35 · 2.69) / (0.95 · 59.85)

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Nachweis Tiefe Gleitfuge
(Blocklasten rechteckig auf Ersatzwand)
Ansatzpunkt der Gleitfuge im Wandbereich = 22.15 m
$A_{h,g,d} = A_{h,g,k} \cdot g_G$ und Ah,d = $A_{h,g,k} \cdot g_G + A_{h,q,k} \cdot g_Q$
mögl $A_{h,g,d}$ = mögl $A_{h,g,k} / g_{Ep}$ und mögl A_d = mögl A_k / g_{Ep}
mue = Ausnutzungsgrad <= 1.0

Nr	Tiefe	Länge	Höhe(Ankerw.)	Ah,d	mögl Ah,d	mue,gq	$A_{h,g,d}$	mögl $A_{h,g,d}$	mue,g
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
1	2.00	36.00	0.00	681.02	3522.71	0.193	150.10	3484.58	0.043
2	-3.00	36.00	0.00	922.12	4648.86	0.198	860.75	4607.54	0.187

Werte für ungünstigste Gleitfuge (Anker 2)
Lastfall: g+q

x	y	G_k	$E_{ah,k}$	$E_{av,k}$	Q_x	Q_y	C_k	H	q	j
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[°]
0.00	-17.85	-	1127.2	403.1	-	-	-	-	-	-
18.79	-23.50	6385.5	1505.5	572.9	-4295.4	-3268.5	0.0	0.0	-16.73	36.0
24.78	-25.30	2289.4	1643.5	637.3	-1583.6	-1140.8	0.0	0.0	-16.73	37.5
27.58	-26.14	1111.8	1715.2	669.3	-752.4	-572.5	0.0	0.0	-16.73	36.0

Werte für ungünstigste Gleitfuge (Anker 2)
Lastfall: g

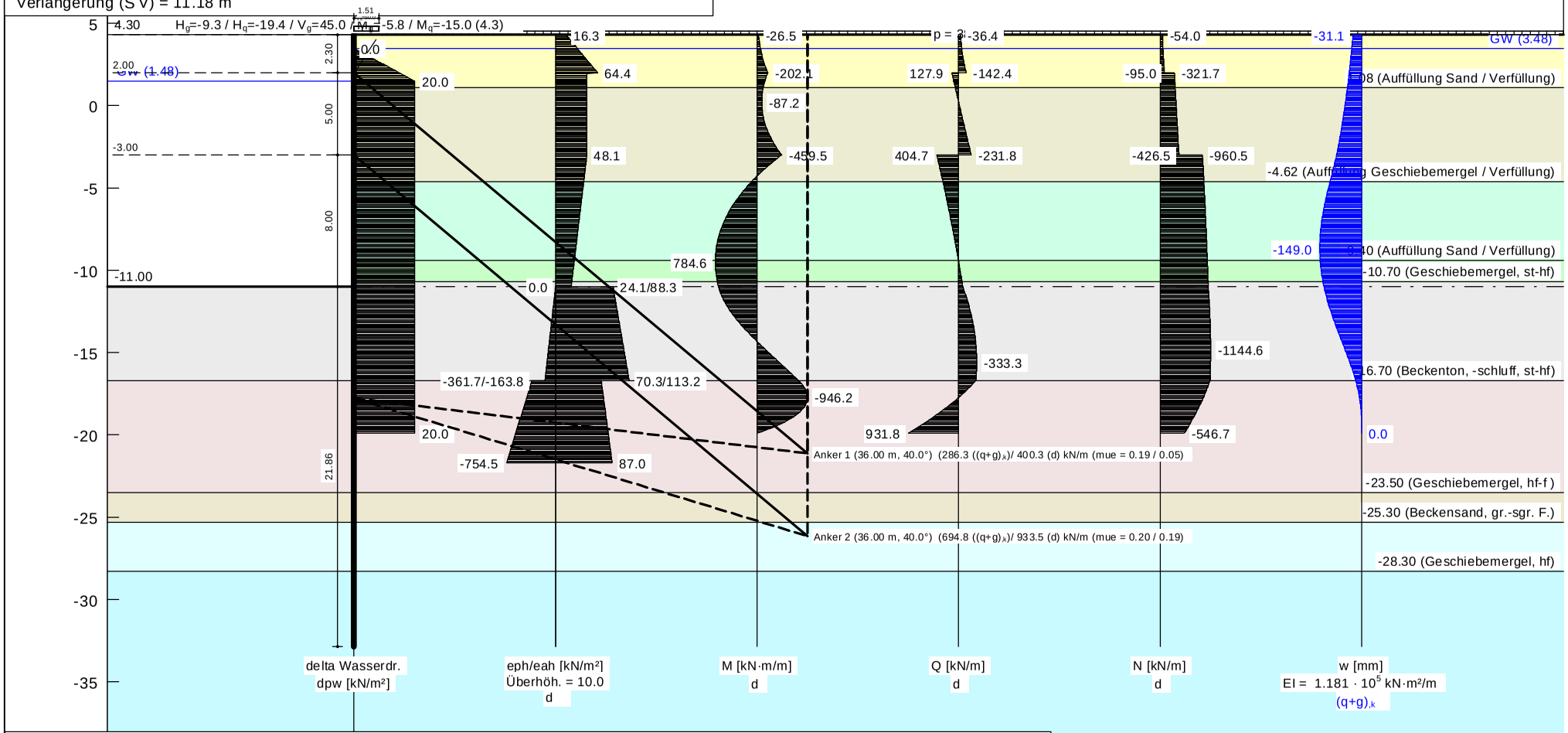
x	y	G_k	$E_{ah,k}$	$E_{av,k}$	Q_x	Q_y	C_k	H	q	j
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[°]
0.00	-17.85	-	1098.5	391.6	-	-	-	-	-	-
18.79	-23.50	6310.0	1505.5	572.9	-4270.5	-3249.5	0.0	0.0	-16.73	36.0
24.78	-25.30	2289.4	1643.5	637.3	-1583.6	-1140.8	0.0	0.0	-16.73	37.5
27.58	-26.14	1111.8	1715.2	669.3	-752.4	-572.5	0.0	0.0	-16.73	36.0

(H = Horizontalkraft infolge Erdbeben)

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99
Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt
Faktor Verkehrslasten fQ = 1.300 / 1.200 = 1.083
Teilsicherheit (Grundbruch) gamma(Rv) = 1.300
Breite = 3.06 m
Gewicht G_k (einschließlich Verkehr) = 1884.62 [kN/m]
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)
$E_{av,k}$ (d = 2/3 · j) = 513.94 [kN/m]
Kohäsionskraft K_k = 0.00 [kN/m]
Grundbruchlast $R_{n,k}$ = 27845.13 [kN/m]
Grundbruch mit:
Reibungswinkel j_k = 34.85 [°]
Kohäsion c_k = 0.00 [kN/m²]
N_d = 32.664 / N_b = 22.044 / N_c = 45.481
s_u = 234.150 [kN/m²]
mue = $[G_k \cdot g_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / g_{Gr}]$ = 0.104
mue = [1884.62 · 1.20] / [(27845.13 + 0.00 + 513.94) / 1.300] = 0.104

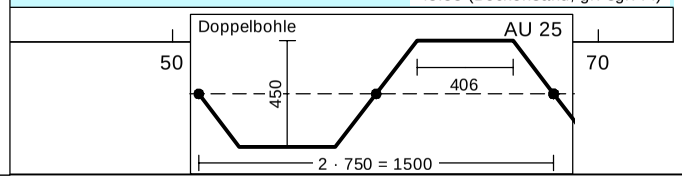
GGU-RETAIN / Version 9.21 / 18.09.2017
MSA2100 Flügelwand / EZ 1 / BS-T2
Norm: EC 7
Spundwand
AU 25
Selbst definierte Erddruckumlagerung
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2011
Einspanngrad = 1.000
Erf. Profillänge = 37.16 m
Erf. Einbindetiefe = 21.86 m
Verlängerung (S V) = 11.18 m

BS: DIN 1054: BS-T
g_G = 1.20
g_Q = 1.30
g_{Ep} = 1.30
Vorverformung über Datei berücksichtigt
aus: Flügelwand / EZ 1 / BS-P
mob. Ep erfüllt / m= 0.44
μ(Vert. Tragfähigkeit) = 0.77
Datei: MSA2100_Fluegelwand_EZ-01_BS-T2.vrb
Datum: 27.11.2017
Uhrzeit: 14:15:56



Boden pas/akt	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	c_k [kN/m²]	d/j passiv	d/j aktiv	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	1.08	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Auffüllung Sand / Verfüllung
	-4.62	18.0/22.0	10.0/12.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Auffüllung Geschiebemergel / Verfüllung
	-9.40	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Auffüllung Sand / Verfüllung
	-10.70	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Geschiebemergel, st-hf
	-16.70	20.0/20.0	10.5/10.5	25.0/25.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Beckenton, -schluff, st-hf
	-23.50	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	3.00	20.00	Geschiebemergel, hf-f
	-25.30	19.0/19.0	11.0/11.0	37.5/37.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	3.00	40.00	Beckensand, gr.-sgr. F.
	-28.30	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	3.00	20.00	Geschiebemergel, hf
	<-28.30	19.0/19.0	11.0/11.0	37.5/37.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	15.00	40.00	Beckensand, gr.-sgr. F.

OK Wand = 4.30 m



GGU-RETAIN / Version 9.21 / 18.09.2017

Spundwand
==========

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

MSA2100 Flügelwand / EZ 1 / BS-T2

Datei: MSA2100_Fluegelwand_EZ-01_BS-T2.vrb

Datum: 27.11.2017
Uhrzeit: 14:15:56

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

Wandkopf = 4.30 m

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

Baugrubensohle = -11.00 m
Grundwasserstand (rechts) = 3.48 m
Grundwasserstand (links) = 1.48 m
Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten
BS: DIN 1054: BS-T
g_G = 1.20
g_Q = 1.30
g_{Ep} = 1.30
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Flächenlast p = 38.00 kN/m²

Blocklasten
Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]
1	50.00	0.00	0.00	1.51	4.30

Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ	
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]		
1	4.30	4.30	1.93	12.53	12.53	12.53	0	Verkehrslast

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Momente (im Uhrzeigersinn positiv)
Horizontalkräfte (nach rechts positiv)
Vertikalkräfte (nach unten positiv)

Nr.	Tiefe	M,g,k	M,q,k	H,g,k	H,q,k	V,g,k	V,q,k
[-]	[m]	[kN·m/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	4.30	-5.80	-15.00	-9.30	-19.40	45.00	0.00

Selbst definierte Erddruckumlagerung
4 Aufpunkte

Nr.	Tiefe	eah'
[-]	[m]	[-]
1	4.300	0.000
2	2.000	1.000
3	-3.000	1.000
4	1.300	0.500

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:
Profillänge automatisch und Einspanngrad von 1.000 vorgegeben

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:
Eph,d = 2026.49 kN/m (Epv,d = -834.63 kN/m)
Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000
Bh(g+q),d = 2026.49 kN/m
Bh,g,d = 2021.09 kN/m
Bh,q,d = 5.40 kN/m
Bh,w,d = 435.34 kN/m

Ersatzkräfte C_h (Blum)
$C_{h,k}$ = 776.23 kN/m
$C_{h,g,k}$ = 773.16 kN/m
$C_{h,q,k}$ = 3.07 kN/m
$C_{h,w,k}$ = 161.51 kN/m

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

Nr.	y	Neigung	Länge	N_d	N_k	$N_{g,k}$	$N_{w,k}$	EA	EI	
[-]	[m]	[°]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m²/m]	
1	2.00	40.00	36.00	400.25	286.33	194.94	11.21	1.022E+8	-	Anker
2	-3.00	40.00	36.00	933.53	694.81	724.60	307.80	1.022E+8	-	Anker

Vorverformungen an Ankern / Steifen berücksichtigt
Vorverformungen wurden aus der Datei
P:\13XXX\13188\02_Statik\10_Machbarkeit_B_MSA2100\09_Fluegelwand\Fluegelwand_EZ-01_BS-P.vrb
eingelesen.

Anker/Steife	Tiefe	Vorverformung
[-]	[m]	[m]
1	2.00	-0.0408
2	-3.00	-0.0860

Bodenkennwerte

Schicht	UK	g_k	g'_k	$j_{,k}$	$c_{,k}$	d(a)/j	d(p)/phiAnker
pas/akt	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[-]	[-]
1	1.08	18.00/18.00	10.00/10.00	32.50/32.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
2	-4.62	18.00/22.00	10.00/12.00	32.50/32.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
3	-9.40	18.00/18.00	10.00/10.00	32.50/32.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
4	-10.70	22.50/22.50	13.00/13.00	36.00/36.00	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
5	-16.70	20.00/20.00	10.50/10.50	25.00/25.00	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
6	-23.50	22.50/22.50	13.00/13.00	36.00/36.00	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
7	-25.30	19.00/19.00	11.00/11.00	37.50/37.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
8	-28.30	22.50/22.50	13.00/13.00	36.00/36.00	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
9	-43.38	19.00/19.00	11.00/11.00	37.50/37.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667

Aktive Erddruckbeiwerte
bestimmt nach: DIN 4085

Schicht	UK	k_{agh}	k_{ach}	$j_{,k}$	d	q	kagh(40°)
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	1.08	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46	0.179
2	-4.62	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46	0.179
3	-9.40	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46	0.179
4	-10.70	0.215	0.792	36.000	24.01	59.53	0.179
5	-16.70	0.346	1.043	25.000	16.67	53.00	0.179
6	-23.50	0.215	0.792	36.000	24.01	59.53	0.179
7	-25.30	0.200	0.762	37.500	25.01	60.41	0.179
8	-28.30	0.215	0.792	36.000	24.01	59.53	0.179
9	-43.38	0.200	0.762	37.500	25.01	60.41	0.179

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]

4. BS-T2

4.300	3.480	12.531	26.833	0.00	0.00
3.480	3.300	26.833	29.973	0.00	1.80
3.300	2.300	29.973	47.415	1.80	11.80
2.300	2.000	47.415	52.647	11.80	14.80
2.000	1.933	52.647	40.117	14.80	15.47
1.933	1.480	40.117	40.117	15.47	20.00
1.480	1.300	40.117	40.117	20.00	20.00
1.300	1.080	40.117	40.117	20.00	20.00
1.080	0.300	40.117	40.117	20.00	20.00
0.300	-0.800	40.117	40.117	20.00	20.00
-0.800	-1.800	40.117	40.117	20.00	20.00
-1.800	-2.800	40.117	40.117	20.00	20.00
-2.800	-3.000	40.117	40.117	20.00	20.00
-3.000	-3.800	40.117	38.111	20.00	20.00
-3.800	-4.620	38.111	36.055	20.00	20.00
-4.620	-4.800	36.055	35.603	20.00	20.00
-4.800	-5.800	35.603	33.096	20.00	20.00
-5.800	-6.800	33.096	30.589	20.00	20.00
-6.800	-7.800	30.589	28.082	20.00	20.00
-7.800	-8.800	28.082	25.574	20.00	20.00
-8.800	-9.400	25.574	24.070	20.00	20.00
-9.400	-9.800	24.070	23.067	20.00	20.00
-9.800	-10.700	23.067	20.810	20.00	20.00
-10.700	-10.800	20.810	20.560	20.00	20.00
-10.800	-11.000	20.560	20.058	20.00	20.00
-11.000	-11.800	73.622	76.525	20.00	20.00
-11.800	-12.800	76.525	80.154	20.00	20.00
-12.800	-13.800	80.154	83.783	20.00	20.00
-13.800	-14.700	83.783	87.049	20.00	20.00
-14.700	-14.800	87.049	87.412	20.00	20.00
-14.800	-15.700	87.412	90.678	20.00	20.00
-15.700	-16.700	90.678	94.307	20.00	20.00
-16.700	-17.700	58.546	61.335	20.00	20.00
-17.700	-18.700	61.335	64.124	20.00	20.00
-18.700	-19.700	64.124	66.914	20.00	20.00
-19.700	-19.900	66.914	67.472	20.00	20.00
-19.900	-23.500	67.472	77.513	20.00	20.00
-23.500	-25.300	72.417	76.387	20.00	20.00
-25.300	-28.300	81.762	90.130	20.00	20.00
-28.300	-43.380	84.204	117.456	20.00	20.00

Passive Erddruckbeiwerte
bestimmt nach: DIN 4085:2011

Schicht	UK	k_{pgh}	k_{pch}	$j_{,k}$	d	q
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
5	-16.70	3.558	4.330	25.000	-16.67	21.54
6	-23.50	7.856	7.185	36.000	-24.01	13.86
7	-25.30	8.859	7.755	37.500	-25.01	12.77
8	-28.30	7.856	7.185	36.000	-24.01	13.86
9	-43.38	8.859	7.755	37.500	-25.01	12.77

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

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]
-10.80	-11.00	0.00	0.00
-11.00	-11.80	0.00	-22.99
-11.80	-12.80	-22.99	-51.72
-12.80	-13.80	-51.72	-80.46
-13.80	-14.70	-80.46	-106.32
-14.70	-14.80	-106.32	-109.20
-14.80	-15.70	-109.20	-135.06
-15.70	-16.70	-135.06	-163.79
-16.70	-17.70	-361.70	-440.26
-17.70	-18.70	-440.26	-518.83
-18.70	-19.70	-518.83	-597.39
-19.70	-19.90	-597.39	-613.10

4. BS-T2

-19.90	-23.50	-613.10	-895.93
-23.50	-25.30	-1010.24	-1145.17
-25.30	-28.30	-1015.59	-1251.29
-28.30	-43.38	-1410.93	-2541.31

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
4.30	-54.0	-36.4	26.5	
3.48	-63.6	-56.8	-63.7	
3.30	-66.4	-63.3	-74.5	
2.30	-87.1	-119.2	-163.0	
2.00	-95.0	-142.4	-202.1	270.2
2.00	-321.7	127.9	-202.1	
1.93	-323.3	122.9	-193.8	
1.48	-332.8	91.4	-145.1	
1.30	-336.6	78.4	-129.8	
1.08	-341.2	62.6	-114.3	
0.30	-357.5	6.3	-87.5	
-0.80	-380.5	-73.1	-124.2	
-1.80	-401.4	-145.2	-233.3	
-2.80	-422.3	-217.3	-414.6	
-3.00	-426.5	-231.8	-459.5	636.4
-3.00	-960.5	404.7	-459.5	
-3.80	-976.8	347.9	-158.6	
-4.62	-992.8	291.7	103.5	
-4.80	-996.2	279.7	155.0	
-5.80	-1014.3	214.5	401.8	
-6.80	-1031.3	152.3	584.9	
-7.80	-1047.1	93.1	707.3	
-8.80	-1061.6	36.9	772.0	
-9.40	-1069.8	4.6	784.4	
-9.80	-1075.5	-16.3	782.0	
-10.70	-1087.7	-61.6	746.8	
-10.80	-1088.6	-66.5	740.4	
-11.00	-1090.4	-76.2	726.1	
-11.80	-1110.7	-158.2	631.3	
-12.80	-1129.3	-238.6	430.8	
-13.80	-1140.7	-294.5	162.2	
-14.70	-1144.6	-323.9	-117.6	
-14.80	-1144.6	-325.9	-150.1	
-15.70	-1141.9	-333.1	-448.1	
-16.70	-1131.9	-317.9	-775.7	
-17.70	-986.1	-10.6	-946.2	
-18.70	-806.6	372.4	-771.6	
-19.70	-593.4	831.0	-176.2	
-19.90	-546.7	931.8	0.0	

Schnittgrößen ([g+q],k)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
4.30	-45.0	-28.7	20.8	
3.48	-52.6	-44.8	-50.1	
3.30	-54.9	-50.1	-58.7	
2.30	-71.8	-95.6	-129.3	
2.00	-78.2	-114.6	-160.7	219.3
2.00	-262.2	104.7	-160.7	
1.93	-263.6	100.6	-153.9	
1.48	-271.5	74.4	-114.1	
1.30	-274.6	63.6	-101.7	
1.08	-278.4	50.4	-89.2	
0.30	-292.0	3.5	-68.2	
-0.80	-311.2	-62.7	-100.7	
-1.80	-328.6	-122.8	-193.5	
-2.80	-346.0	-182.9	-346.3	
-3.00	-349.5	-194.9	-384.1	532.3
-3.00	-796.1	337.3	-384.1	
-3.80	-809.7	290.1	-133.2	

-4.62	-823.0	243.2	85.3
-4.80	-825.9	233.2	128.2
-5.80	-841.0	178.8	334.0
-6.80	-855.1	127.0	486.7
-7.80	-868.3	77.7	588.8
-8.80	-880.4	30.8	642.9
-9.40	-887.2	3.9	653.3
-9.80	-892.0	-13.5	651.3
-10.70	-902.1	-51.2	622.1
-10.80	-902.9	-55.3	616.7
-11.00	-904.4	-63.4	604.9
-11.80	-921.3	-131.7	526.0
-12.80	-936.8	-198.8	359.0
-13.80	-946.3	-245.4	135.3
-14.70	-949.5	-269.8	-97.8
-14.80	-949.6	-271.5	-124.9
-15.70	-947.4	-277.6	-373.2
-16.70	-939.0	-264.9	-646.1
-17.70	-817.6	-8.9	-788.2
-18.70	-668.0	310.2	-642.8
-19.70	-490.4	692.3	-146.8
-19.90	-451.5	776.2	0.0

Querkraftnullpunkte (Bemessungswerte)

Tiefe [m]
2.00
0.21
-3.00
-9.49
-17.73

Querkraftnullpunkte ([g+q],k)

Tiefe [m]
2.00
0.24
-3.00
-9.49
-17.73

Weggrößen ([g+q],k)
berechnet mit EI = 1.181E+5 kN·m²/m

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
4.30	-31.1	4.20	-31.6	3.59	-34.9	3.48	-35.5	3.48	-35.5	3.39	-36.0	3.39	-36.0
3.30	-36.5	3.30	-36.5	3.20	-37.0	2.40	-41.7	2.30	-42.4	2.30	-42.4	2.20	-43.0
2.10	-43.6	2.00	-44.3	2.00	-44.3	1.93	-44.8	1.93	-44.8	1.80	-45.7	1.59	-47.2
1.48	-47.9	1.48	-47.9	1.39	-48.6	1.39	-48.6	1.30	-49.3	1.30	-49.3	1.19	-50.1
1.19	-50.1	1.08	-50.9	1.08	-50.9	0.99	-51.6	0.40	-56.3	0.30	-57.1	0.30	-57.1
0.20	-57.9	-0.70	-65.5	-0.80	-66.4	-0.80	-66.4	-0.90	-67.3	-1.70	-74.8	-1.80	-75.8
-1.80	-75.8	-1.90	-76.8	-2.70	-85.7	-2.80	-86.9	-2.80	-86.9	-2.90	-88.1	-2.90	-88.1
-3.00	-89.4	-3.00	-89.4	-3.10	-90.7	-3.70	-99.1	-3.80	-100.5	-3.80	-100.5	-3.90	-102.0
-4.51	-111.2	-4.62	-112.7	-4.62	-112.7	-4.70	-113.9	-4.70	-113.9	-4.80	-115.4	-4.80	-115.4
-4.90	-116.8	-5.70	-127.9	-5.80	-129.2	-5.80	-129.2	-5.90	-130.4	-6.70	-139.2	-6.80	-140.1
-6.80	-140.1	-6.90	-141.0	-7.70	-146.6	-7.80	-147.0	-7.80	-147.0	-7.90	-147.5	-8.70	-149.0
-8.80	-149.0	-8.80	-149.0	-8.90	-148.9	-9.30	-148.0	-9.40	-147.6	-9.40	-147.6	-9.50	-147.2
-9.70	-146.1	-9.80	-145.5	-9.80	-145.5	-9.90	-144.9	-10.60	-138.8	-10.70	-137.7	-10.70	-137.7
-10.80	-136.6	-10.80	-136.6	-10.90	-135.4	-10.90	-135.4	-11.00	-134.2	-11.00	-134.2	-11.10	-132.9
-11.70	-124.1	-11.80	-122.5	-11.80	-122.5	-11.90	-120.8	-12.70	-106.0	-12.80	-104.0	-12.80	-104.0
-12.90	-101.9	-13.70	-84.7	-13.80	-82.4	-13.80	-82.4	-13.90	-80.2	-14.60	-64.3	-14.70	-62.0
-14.70	-62.0	-14.80	-59.8	-14.80	-59.8	-14.90	-57.5	-15.60	-42.3	-15.70	-40.2	-15.70	-40.2
-15.80	-38.2	-16.60	-23.3	-16.70	-21.6	-16.70	-21.6	-16.80	-20.0	-17.60	-9.4	-17.70	-8.4
-17.70	-8.4	-17.80	-7.4	-18.60	-2.0	-18.70	-1.6	-18.70	-1.6	-18.80	-1.2	-19.60	0.0
-19.70	0.0	-19.70	0.0	-19.80	0.0	-19.80	0.0	-19.90	0.0				

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]
phi,[g+q],k: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = -19.900 m

max M_d = 946.2 kN·m/m (Tiefe = -17.70 m)
Zugehörige Werte: N_d = -986.1 kN/m; Q_d = -10.6 kN/m; w_k = 8.4 mm

max Q_d = 931.8 kN·m/m (Tiefe = -19.90 m)
Zugehörige Werte: N_d = -546.7 kN/m; M_d = 0.0 kN·m/m; w_k = 0.0 mm

max N_d = 1144.6 kN/m (Tiefe = -14.80 m)
Zugehörige Werte: Q_d = -325.9 kN/m; M_d = -150.1 kN·m/m; w_k = 71.8 mm

max w_k = 149.0 mm (Tiefe = -8.70 m)
Zugehörige Werte: N_d = -1060.2 kN/m; Q_d = 42.3 kN/m; M_d = 768.1 kN·m/m

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %
Einbindetiefe t_g = 21.86 m
Profillänge = 37.16 m
Verlängerung (Summe V) = 11.18 m

Nachweis Summe V
Das Vorzeichen ist positiv, wenn Kraftgröße
nach unten gerichtet ist.
Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
Bedingung: $G_k + P_{v,k} + E_{av,k} + 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(d_C) >= (B_{h,k} - 0.5 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(d_p)$
G_k = 38.34 kN/m
$P_{v,k}$ = 636.07 kN/m
$E_{av,k}$ = 439.10 kN/m ($E_{ah,k}$ = 1196.88 kN/m)
$C_{h,k}$ = 776.23 kN/m
$B_{v,k}$ = -699.26 kN/m
d_p [°] = -24.0
d_C [°] = 12.0
Summe V_k = 669.55 kN/m (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit
(Eigene Erfahrungswerte)
Verfahren 1: EAU Bild E 4-3 (links)
Profil: AU 25
$R_{Bv,d} = (B_{h,k} - 1/2 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(d_B) / g_{Ep}$
$R_{Bv,d}$ = (1697.81 - 1/2 · 776.23) · tan(29.2°) / 1.30 = 564.05 kN/m
$R_{Cv,d} = 1/2 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(d_C) / g_{Ep}$
$R_{Cv,d}$ = 1/2 · 776.23 · tan(36.0°) / 1.30 = 216.91 kN/m

$q_{b,k}$ = 15.00 MN/m²
$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / g_{tb,k}$ = 0.0188 · 15.00 · 1000 / 1.40 = 201.43 kN/m

Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k}$ [kN/m²]	Bezeichnung
-11.00	-16.70	20.00	Beckenton, -schluff, st-hf
-16.70	-23.50	20.00	Geschiebemergel, hf-f
-23.50	-25.30	40.00	Beckensand, gr.-sgr. F.
-25.30	-28.30	20.00	Geschiebemergel, hf
-28.30	-32.86	40.00	Beckensand, gr.-sgr. F.

Mantelfläche bis -21.68 m = 1.237 m²/m ==> $R_{s1,d}$
Mantelfläche ab -21.68 m = 2.474 m²/m ==> $R_{s2,d}$
Profilverlängerung = 11.18 m ==> $R_{s2,d}$
Mantelfläche (TF + dt1) von -19.90 bis -21.68 m = 1.237 m²/m ==> $R_{s3,d}$
$R_{s1,d} = R_{s1,k} / g_{ts,k}$ = 264.22 / 1.40 = 188.73 kN/m
$R_{s2,d} = R_{s2,k} / g_{ts,k}$ = 867.86 / 1.40 = 619.90 kN/m
$R_{s3,d} = R_{s3,k} / g_{ts,k}$ = 44.04 / 1.40 = 31.45 kN/m
$R_d = R_{Bv,d} + R_{Cv,d} + R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s2,d} + R_{s3,d}$ = 1822.47 kN/m

Einwirkungen
$V_d = G_d + E_{av,d} + P_{v,d}$ = 65.81 + 528.08 + 814.76 = 1408.64 kN/m
==> $\mu = V_d / R_d$ = 1408.64 / 1822.47 = 0.77

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

4. BS-T2

Hydraulische Grundbruchsicherheit
UK Schicht = -16.70
Gewicht = 59.85 kN/m²
Strömungskraft = 2.54 kN/m²
gamma(Gewicht) = 0.95
gamma(Strömungskraft) = 1.35
Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.060
= 0.060 = (1.35 · 2.54) / (0.95 · 59.85)

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Nachweis Tiefe Gleitfuge
(Blocklasten rechteckig auf Ersatzwand)
Ansatzpunkt der Gleitfuge im Wandbereich = 22.05 m
$A_{h,g,d} = A_{h,g,k} \cdot g_G$ und Ah,d = $A_{h,g,k} \cdot g_G + A_{h,q,k} \cdot g_Q$
mögl $A_{h,g,d}$ = mögl $A_{h,g,k}$ / g_{Ep} und mögl A_d = mögl A_k / g_{Ep}
mue = Ausnutzungsgrad <= 1.0

Nr	Tiefe	Länge	Höhe(Ankerw.)	Ah,d	mögl Ah,d	mue,gq	$A_{h,g,d}$	mögl $A_{h,g,d}$	mue,g
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
1	2.00	36.00	0.00	636.43	3406.69	0.187	179.20	3368.25	0.053
2	-3.00	36.00	0.00	906.64	4508.94	0.201	845.29	4467.40	0.189

Werte für ungünstigste Gleitfuge (Anker 2)
Lastfall: g+q

x	y	G_k	$E_{ah,k}$	$E_{av,k}$	Q_x	Q_y	C_k	H	q	j
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[°]
0.00	-17.75	-	1058.7	377.5	-	-	-	-	-	-
18.90	-23.50	6196.7	1428.6	543.7	-4184.4	-3162.1	0.0	0.0	-16.92	36.0
24.82	-25.30	2195.9	1562.5	606.2	-1525.1	-1091.0	0.0	0.0	-16.92	37.5
27.58	-26.14	1067.6	1632.2	637.3	-725.6	-548.3	0.0	0.0	-16.92	36.0

Werte für ungünstigste Gleitfuge (Anker 2)
Lastfall: g

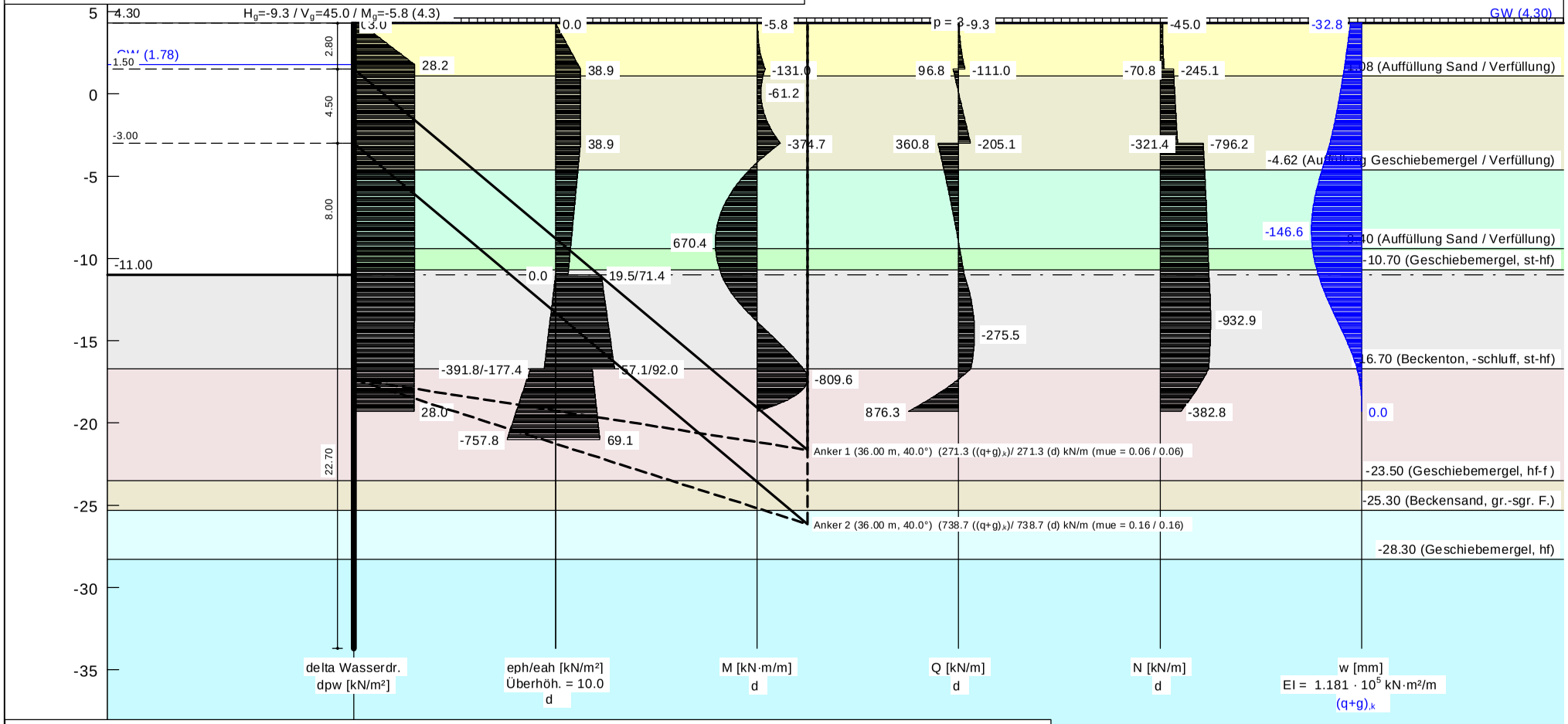
x	y	G_k	$E_{ah,k}$	$E_{av,k}$	Q_x	Q_y	C_k	H	q	j
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[°]
0.00	-17.75	-	1029.0	365.7	-	-	-	-	-	-
18.90	-23.50	6121.2	1428.6	543.7	-4160.1	-3143.7	0.0	0.0	-16.92	36.0
24.82	-25.30	2195.9	1562.5	606.2	-1525.1	-1091.0	0.0	0.0	-16.92	37.5
27.58	-26.14	1067.6	1632.2	637.3	-725.6	-548.3	0.0	0.0	-16.92	36.0

(H = Horizontalkraft infolge Erdbeben)

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99
Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt
Faktor Verkehrslasten fQ = 1.300 / 1.200 = 1.083
Teilsicherheit (Grundbruch) gamma(Rv) = 1.300
Breite = 3.06 m
Gewicht G_k (einschließlich Verkehr) = 1884.74 [kN/m]
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)
$E_{av,k}$ (d = 2/3 · j) = 482.68 [kN/m]
Kohäsionskraft K_k = 0.00 [kN/m]
Grundbruchlast $R_{n,k}$ = 27569.26 [kN/m]
Grundbruch mit:
Reibungswinkel j_k = 34.85 [°]
Kohäsion c_k = 0.00 [kN/m²]
N_d = 32.664 / N_b = 22.044 / N_c = 45.481
$s_ü$ = 231.390 [kN/m²]
mue = [$G_k \cdot g_S$] / [($P_{g,k}$ + K_k + $E_{av,k}$) / g_{Sr}] = 0.105
mue = [1884.74 · 1.20] / [(27569.26 + 0.00 + 482.68) / 1.300] = 0.105

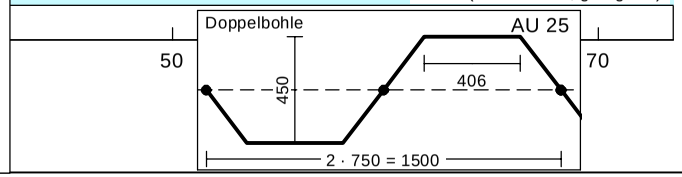
GGU-RETAIN / Version 9.21 / 18.09.2017
MSA2100 Flügelwand / EZ 2 / BS-A / nach Hochwasser
Norm: EC 7
Spundwand
AU 25
Selbst definierte Erddruckumlagerung
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2011
Einspanngrad = 1.000
Erf. Profillänge = 38.00 m
Erf. Einbindetiefe = 22.70 m
Verlängerung (S V) = 12.74 m

g_G = 1.00
g_Q = 1.00
g_{Ep} = 1.20
Wasserdruck mit Stromröhre
Keine Umströmung der Wand
Vorverformung über Datei berücksichtigt
aus: MSA2100 Flügelwand / EZ 1 / BS-P2
mob. Ep erfüllt / m= 0.45
µ(Vert. Tragfähigkeit) = 0.62
Datei: MSA2100_Fluegelwand_EZ-02_BS-A.vrb
Datum: 27.11.2017
Uhrzeit: 14:12:44



Boden pas/akt	Tiefe [m]	g_k [kN/m³]	g'_k [kN/m³]	j_k [°]	c_k [kN/m²]	d/j passiv	d/j aktiv	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	1.08	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Auffüllung Sand / Verfüllung
	-4.62	18.0/22.0	10.0/12.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Auffüllung Geschiebemergel / Verfüllung
	-9.40	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Auffüllung Sand / Verfüllung
	-10.70	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Geschiebemergel, st-hf
	-16.70	20.0/20.0	10.5/10.5	25.0/25.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	0.00	20.00	Beckenton, -schluff, st-hf
	-23.50	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	3.00	20.00	Geschiebemergel, hf-f
	-25.30	19.0/19.0	11.0/11.0	37.5/37.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	3.00	20.00	Beckensand, gr.-sgr. F.
	-28.30	22.5/22.5	13.0/13.0	36.0/36.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	3.00	20.00	Geschiebemergel, hf
	<-28.30	19.0/19.0	11.0/11.0	37.5/37.5	0.0/0.0	-0.667	0.667	15.00	40.00	Beckensand, gr.-sgr. F.

OK Wand = 4.30 m



5. BS-A

GGU-RETAIN / Version 9.21 / 18.09.2017

Spundwand
==========

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

MSA2100 Flügelwand / EZ 2 / BS-A / nach Hochwasser

Datei: MSA2100_Fluegelwand_EZ-02_BS-A.vrb

Datum: 27.11.2017
Uhrzeit: 14:12:44

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

Wandkopf = 4.30 m

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

Baugrubensohle = -11.00 m
Grundwasserstand (rechts) = 4.30 m
Grundwasserstand (links) = 1.78 m
Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten
g_G = 1.00
g_Q = 1.00
g_{Ep} = 1.20
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Flächenlast p = 38.00 kN/m²

Momente (im Uhrzeigersinn positiv)
Horizontalkräfte (nach rechts positiv)
Vertikalkräfte (nach unten positiv)

Nr.	Tiefe	M,g,k	M,q,k	H,g,k	H,q,k	V,g,k	V,q,k
[-]	[m]	[kN·m/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	4.30	-5.80	0.00	-9.30	0.00	45.00	0.00

Selbst definierte Erddruckumlagerung

4	Aufpunkte	
Nr.	Tiefe	eah'
[-]	[m]	[-]
1	4.300	0.000
2	1.500	1.000
3	-3.000	1.000
4	1.300	0.500

Art des Fußlagers:
Profillänge automatisch und Einspanngrad von 1.000 vorgegeben

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:
Eph,d = 1812.17 kN/m (Epv,d = -733.48 kN/m)
Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000
Bh(g+q),d = 1812.17 kN/m
Bh,g,d = 1812.17 kN/m
Bh,q,d = 0.00 kN/m
Bh,w,d = 507.45 kN/m

5. BS-A

Ersatzkräfte C_h (Blum)
$C_{h,k}$ = 876.34 kN/m
$C_{h,g,k}$ = 876.34 kN/m
$C_{h,q,k}$ = 0.00 kN/m
$C_{h,w,k}$ = 237.94 kN/m

Anker und Steifen

Nr.	y	Neigung	Länge	N_d	N_k	$N_{g,k}$	$N_{w,k}$	EA	EI	
[-]	[m]	[°]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m²/m]	
1	1.50	40.00	36.00	271.25	271.25	271.25	59.78	1.022E+8	-	Anker
2	-3.00	40.00	36.00	738.74	738.74	738.74	406.63	1.022E+8	-	Anker

Vorverformungen an Ankern / Steifen berücksichtigt
Vorverformungen wurden aus der Datei
P:\13XXX\13188\02_Statik\10_Machbarkeit_B_MSA2100\09_Fluegelwand\MSA2100_Fluegelwand_EZ-01_BS-P2.vrb
eingelesen.

Anker/Steife	Tiefe	Vorverformung
[-]	[m]	[m]
1	1.50	-0.0479
2	-3.00	-0.0895

Bodenkennwerte

Schicht	UK	g_k	g'_k	$j_{,k}$	$c_{,k}$	d(a)/j	d(p)/phiAnker
pas/akt	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[-]	[-]
1	1.08	18.00/18.00	10.00/10.00	32.50/32.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
2	-4.62	18.00/22.00	10.00/12.00	32.50/32.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
3	-9.40	18.00/18.00	10.00/10.00	32.50/32.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
4	-10.70	22.50/22.50	13.00/13.00	36.00/36.00	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
5	-16.70	20.00/20.00	10.50/10.50	25.00/25.00	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
6	-23.50	22.50/22.50	13.00/13.00	36.00/36.00	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
7	-25.30	19.00/19.00	11.00/11.00	37.50/37.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
8	-28.30	22.50/22.50	13.00/13.00	36.00/36.00	0.00/ 0.00	-0.667	0.667
9	-43.38	19.00/19.00	11.00/11.00	37.50/37.50	0.00/ 0.00	-0.667	0.667

Aktive Erddruckbeiwerte
bestimmt nach: DIN 4085

Schicht	UK	k_{agh}	k_{ach}	$j_{,k}$	d	q	kagh(40°)
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	1.08	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46	0.179
2	-4.62	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46	0.179
3	-9.40	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46	0.179
4	-10.70	0.215	0.792	36.000	24.01	59.53	0.179
5	-16.70	0.346	1.043	25.000	16.67	53.00	0.179
6	-23.50	0.215	0.792	36.000	24.01	59.53	0.179
7	-25.30	0.200	0.762	37.500	25.01	60.41	0.179
8	-28.30	0.215	0.792	36.000	24.01	59.53	0.179
9	-43.38	0.200	0.762	37.500	25.01	60.41	0.179

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
4.300	3.200	0.000	15.287	0.00	14.00
3.200	2.300	15.287	27.795	14.00	23.00
2.300	1.780	27.795	35.021	23.00	28.20
1.780	1.500	35.021	38.912	28.20	28.20
1.500	1.300	38.912	38.912	28.20	28.20
1.300	1.080	38.912	38.912	28.20	28.20
1.080	0.300	38.912	38.912	28.20	28.19
0.300	-0.800	38.912	38.912	28.19	28.18
-0.800	-1.800	38.912	38.912	28.18	28.17
-1.800	-2.800	38.912	38.912	28.17	28.17
-2.800	-3.000	38.912	38.912	28.17	28.17
-3.000	-3.800	38.912	36.967	28.17	28.16
-3.800	-4.620	36.967	34.972	28.16	28.16
-4.620	-4.800	34.972	34.535	28.16	28.15
-4.800	-5.800	34.535	32.103	28.15	28.15
-5.800	-6.800	32.103	29.671	28.15	28.14
-6.800	-7.800	29.671	27.239	28.14	28.13

-7.800	-8.800	27.239	24.807	28.13	28.13
-8.800	-9.400	24.807	23.347	28.13	28.12
-9.400	-9.800	23.347	22.375	28.12	28.12
-9.800	-10.700	22.375	20.186	28.12	28.11
-10.700	-10.800	20.186	19.943	28.11	28.11
-10.800	-11.000	19.943	19.456	28.11	28.11
-11.000	-11.800	71.354	74.258	28.11	28.10
-11.800	-12.800	74.258	77.887	28.10	28.09
-12.800	-13.700	77.887	81.153	28.09	28.07
-13.700	-13.800	81.153	81.516	28.07	28.07
-13.800	-14.700	81.516	84.782	28.07	28.06
-14.700	-15.700	84.782	88.411	28.06	28.05
-15.700	-16.700	88.411	92.040	28.05	28.03
-16.700	-17.300	57.138	58.812	28.03	28.02
-17.300	-17.700	58.812	59.928	28.02	28.02
-17.700	-18.700	59.928	62.717	28.02	28.00
-18.700	-19.300	62.717	64.390	28.00	27.99
-19.300	-23.500	64.390	76.106	27.99	27.95
-23.500	-25.300	71.102	75.072	27.95	27.93
-25.300	-28.300	80.354	88.722	27.93	27.92
-28.300	-43.380	82.889	116.141	27.92	27.87

Passive Erddruckbeiwerte
bestimmt nach: DIN 4085:2011

Schicht	UK	k_{pgh}	k_{pch}	$j_{,k}$	d	q
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
5	-16.70	3.558	4.330	25.000	-16.67	21.54
6	-23.50	7.856	7.185	36.000	-24.01	13.86
7	-25.30	8.859	7.755	37.500	-25.01	12.77
8	-28.30	7.856	7.185	36.000	-24.01	13.86
9	-43.38	8.859	7.755	37.500	-25.01	12.77

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)
Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.20
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]
-10.80	-11.00	0.00	0.00
-11.00	-11.80	0.00	-24.90
-11.80	-12.80	-24.90	-56.03
-12.80	-13.70	-56.03	-84.05
-13.70	-13.80	-84.05	-87.17
-13.80	-14.70	-87.17	-115.18
-14.70	-15.70	-115.18	-146.31
-15.70	-16.70	-146.31	-177.44
-16.70	-17.30	-391.84	-442.91
-17.30	-17.70	-442.91	-476.95
-17.70	-18.70	-476.95	-562.06
-18.70	-19.30	-562.06	-613.13
-19.30	-23.50	-613.13	-970.60
-23.50	-25.30	-1094.43	-1240.60
-25.30	-28.30	-1100.23	-1355.56
-28.30	-43.38	-1528.51	-2753.09

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
4.30	-45.0	-9.3	5.8	
3.20	-50.0	-27.1	-23.1	
2.30	-59.0	-63.1	-62.3	
1.78	-66.3	-92.7	-102.5	
1.50	-70.8	-111.0	-131.0	207.8
1.50	-245.1	96.8	-131.0	
1.30	-248.5	83.4	-113.0	
1.08	-252.3	68.6	-96.3	
0.30	-265.5	16.3	-63.1	
-0.80	-284.1	-57.5	-85.8	
-1.80	-301.1	-124.6	-176.9	

-2.80	-318.0	-191.7	-335.1	
-3.00	-321.4	-205.1	-374.7	565.9
-3.00	-796.2	360.8	-374.7	
-3.80	-809.5	307.9	-107.4	
-4.62	-822.4	255.3	123.4	
-4.80	-825.2	244.0	168.4	
-5.80	-839.9	182.5	381.4	
-6.80	-853.6	123.5	534.3	
-7.80	-866.4	66.9	629.3	
-8.80	-878.3	12.8	668.9	
-9.40	-884.9	-18.6	667.1	
-9.80	-889.5	-39.0	655.6	
-10.70	-899.4	-83.4	600.4	
-10.80	-900.2	-88.2	591.8	
-11.00	-901.6	-97.8	573.2	
-11.80	-917.2	-168.5	465.5	
-12.80	-929.3	-231.7	263.1	
-13.70	-932.9	-264.9	37.9	
-13.80	-932.9	-267.2	11.3	
-14.70	-929.1	-275.3	-234.5	
-15.70	-917.0	-257.9	-503.4	
-16.70	-896.5	-212.6	-741.0	
-17.30	-800.2	-11.2	-809.6	
-17.70	-728.6	139.7	-784.4	
-18.70	-523.6	575.1	-433.9	
-19.30	-382.8	876.3	0.0	

Schnittgrößen ([g+q],k)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
4.30	-45.0	-9.3	5.8	
3.20	-50.0	-27.1	-23.1	
2.30	-59.0	-63.1	-62.3	
1.78	-66.3	-92.7	-102.5	
1.50	-70.8	-111.0	-131.0	207.8
1.50	-245.1	96.8	-131.0	
1.30	-248.5	83.4	-113.0	
1.08	-252.3	68.6	-96.3	
0.30	-265.5	16.3	-63.1	
-0.80	-284.1	-57.5	-85.8	
-1.80	-301.1	-124.6	-176.9	
-2.80	-318.0	-191.7	-335.1	
-3.00	-321.4	-205.1	-374.7	565.9
-3.00	-796.2	360.8	-374.7	
-3.80	-809.5	307.9	-107.4	
-4.62	-822.4	255.3	123.4	
-4.80	-825.2	244.0	168.4	
-5.80	-839.9	182.5	381.4	
-6.80	-853.6	123.5	534.3	
-7.80	-866.4	66.9	629.3	
-8.80	-878.3	12.8	668.9	
-9.40	-884.9	-18.6	667.1	
-9.80	-889.5	-39.0	655.6	
-10.70	-899.4	-83.4	600.4	
-10.80	-900.2	-88.2	591.8	
-11.00	-901.6	-97.8	573.2	
-11.80	-917.2	-168.5	465.5	
-12.80	-929.3	-231.7	263.1	
-13.70	-932.9	-264.9	37.9	
-13.80	-932.9	-267.2	11.3	
-14.70	-929.1	-275.3	-234.5	
-15.70	-917.0	-257.9	-503.4	
-16.70	-896.5	-212.6	-741.0	
-17.30	-800.2	-11.2	-809.6	
-17.70	-728.6	139.7	-784.4	
-18.70	-523.6	575.1	-433.9	
-19.30	-382.8	876.3	0.0	

Querkraftnullpunkte (Bemessungswerte)

Tiefe [m]
1.50
0.06
-3.00
-9.04
-17.33

Querkraftnullpunkte ([g+q],k)

Tiefe [m]
1.50
0.06
-3.00
-9.04
-17.33

Weggrößen ([g+q],k)
berechnet mit EI = 1.181E+5 kN·m²/m

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
4.30	-32.8	4.30	-32.8	4.30	-32.8	4.20	-33.4	3.30	-39.1	3.20	-39.7	3.20	-39.7
3.10	-40.4	2.40	-44.9	2.30	-45.6	2.30	-45.6	2.20	-46.3	1.80	-49.0	1.78	-49.2
1.78	-49.2	1.69	-49.8	1.59	-50.5	1.50	-51.2	1.50	-51.2	1.40	-51.9	1.40	-51.9
1.30	-52.7	1.30	-52.7	1.19	-53.5	1.19	-53.5	1.08	-54.4	1.08	-54.4	0.99	-55.1
0.40	-59.8	0.30	-60.6	0.30	-60.6	0.20	-61.4	-0.70	-69.1	-0.80	-70.0	-0.80	-70.0
-0.90	-70.9	-1.70	-78.4	-1.80	-79.4	-1.80	-79.4	-1.90	-80.4	-2.70	-89.1	-2.80	-90.3
-2.80	-90.3	-2.90	-91.5	-2.90	-91.5	-3.00	-92.7	-3.00	-92.7	-3.10	-94.0	-3.70	-102.2
-3.80	-103.6	-3.80	-103.6	-3.90	-105.0	-4.51	-113.9	-4.62	-115.4	-4.62	-115.4	-4.70	-116.5
-4.70	-116.5	-4.80	-117.9	-4.80	-117.9	-4.90	-119.3	-5.70	-129.7	-5.80	-130.9	-5.80	-130.9
-5.90	-132.0	-6.70	-139.8	-6.80	-140.6	-6.80	-140.6	-6.90	-141.4	-7.70	-145.6	-7.80	-145.9
-7.80	-145.9	-7.90	-146.1	-8.70	-146.1	-8.80	-145.8	-8.80	-145.8	-8.90	-145.5	-9.30	-143.7
-9.40	-143.1	-9.40	-143.1	-9.50	-142.5	-9.70	-141.0	-9.80	-140.2	-9.80	-140.2	-9.90	-139.3
-10.60	-131.7	-10.70	-130.4	-10.70	-130.4	-10.80	-129.0	-10.80	-129.0	-10.90	-127.6	-10.90	-127.6
-11.00	-126.2	-11.00	-126.2	-11.10	-124.7	-11.70	-114.7	-11.80	-112.9	-11.80	-112.9	-11.90	-111.0
-12.70	-95.0	-12.80	-92.9	-12.80	-92.9	-12.90	-90.7	-13.60	-75.2	-13.70	-72.9	-13.70	-72.9
-13.80	-70.6	-13.80	-70.6	-13.90	-68.4	-14.60	-52.7	-14.70	-50.5	-14.70	-50.5	-14.80	-48.3
-15.60	-32.0	-15.70	-30.1	-15.70	-30.1	-15.80	-28.3	-16.60	-15.3	-16.70	-13.9	-16.70	-13.9
-16.80	-12.6	-17.20	-8.1	-17.30	-7.1	-17.30	-7.1	-17.40	-6.2	-17.60	-4.6	-17.70	-3.9
-17.70	-3.9	-17.80	-3.3	-18.60	-0.4	-18.70	-0.2	-18.70	-0.2	-18.80	-0.1	-19.20	0.0
-19.30	0.0												

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]
phi,[g+q],k: 0.00000000
Theoretischer Fußpunkt = -19.300 m

max M_d = 809.6 kN·m/m (Tiefe = -17.30 m)
Zugehörige Werte: N_d = -800.2 kN/m; Q_d = -11.2 kN/m; w_k = 7.1 mm

max Q_d = 876.3 kN·m/m (Tiefe = -19.30 m)
Zugehörige Werte: N_d = -382.8 kN/m; M_d = 0.0 kN·m/m; w_k = 0.0 mm

max N_d = 932.9 kN/m (Tiefe = -13.70 m)
Zugehörige Werte: Q_d = -264.9 kN/m; M_d = 37.9 kN·m/m; w_k = 72.9 mm

max w_k = 146.6 mm (Tiefe = -8.30 m)
Zugehörige Werte: N_d = -872.5 kN/m; Q_d = 39.5 kN/m; M_d = 655.8 kN·m/m

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %
Einbindetiefe t_g = 22.70 m
Profillänge = 38.00 m
Verlängerung (Summe V) = 12.74 m

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

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
Bedingung: $G_k + P_{v,k} + E_{av,k} + 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(d_C) >= (B_{h,k} - 0.5 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(d_p)$
G_k = 37.28 kN/m
$P_{v,k}$ = 694.21 kN/m
$E_{av,k}$ = 394.46 kN/m ($E_{ah,k}$ = 1086.72 kN/m)
$C_{h,k}$ = 876.34 kN/m
$B_{v,k}$ = -740.95 kN/m
d_p [°] = -24.0
d_C [°] = 12.0
Summe V_k = 673.23 kN/m (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit
(Eigene Erfahrungswerte)
Verfahren 1: EAU Bild E 4-3 (links)
Profil: AU 25
$R_{Bv,d} = (B_{h,k} - 1/2 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(d_B) / g_{Ep}$
$R_{Bv,d}$ = (1830.63 - 1/2 · 876.34) · tan(28.7°) / 1.20 = 635.69 kN/m
$R_{Cv,d} = 1/2 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(d_C) / g_{Ep}$
$R_{Cv,d}$ = 1/2 · 876.34 · tan(24.0°) / 1.20 = 162.66 kN/m

$q_{b,k}$ = 15.00 MN/m²
$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / g_{Ib,k}$ = 0.0188 · 15.00 · 1000 / 1.40 = 201.43 kN/m

Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k}$ [kN/m²]	Bezeichnung
-11.00	-16.70	20.00	Beckenton, -schluff, st-hf
-16.70	-23.50	20.00	Geschiebemergel, hf-f
-23.50	-25.30	20.00	Beckensand, gr.-sgr. F.
-25.30	-28.30	20.00	Geschiebemergel, hf
-28.30	-33.70	40.00	Beckensand, gr.-sgr. F.

Mantelfläche bis -20.96 m = 1.237 m²/m ==> $R_{s1,d}$
Mantelfläche ab -20.96 m = 2.474 m²/m ==> $R_{s2,d}$
Profilverlängerung = 12.74 m ==> $R_{s2,d}$
Mantelfläche (TF + dt1) von -19.30 bis -20.96 m = 1.237 m²/m ==> $R_{s3,d}$
$R_{s1,d} = R_{s1,k} / g_{Is,k}$ = 246.41 / 1.40 = 176.00 kN/m
$R_{s2,d} = R_{s2,k} / g_{Is,k}$ = 897.55 / 1.40 = 641.11 kN/m
$R_{s3,d} = R_{s3,k} / g_{Is,k}$ = 41.07 / 1.40 = 29.33 kN/m
$R_d = R_{Bv,d} + R_{Cv,d} + R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s2,d} + R_{s3,d}$ = 1846.22 kN/m

Einwirkungen
$V_d = G_d + E_{av,d} + P_{v,d}$ = 56.08 + 394.46 + 694.21 = 1144.75 kN/m
==> $\mu = V_d / R_d$ = 1144.75 / 1846.22 = 0.62

Horizontaler Wasserdruck mit Stromröhre bestimmt.

Hydraulische Grundbruchsicherheit
UK Schicht = -16.70
Gewicht = 59.85 kN/m²
Strömungskraft = 0.04 kN/m²
gamma(Gewicht) = 0.95
gamma(Strömungskraft) = 1.35
Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.001
= 0.001 = (1.35 · 0.04) / (0.95 · 59.85)

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Nachweis Tiefe Gleitfuge
Ansatzpunkt der Gleitfuge im Wandbereich = 21.65 m
$A_{h,g,d} = A_{h,g,k} \cdot g_G$ und Ah,d = $A_{h,g,k} \cdot g_G + A_{h,q,k} \cdot g_Q$
mögl $A_{h,g,d}$ = mögl $A_{h,g,k} / g_{Ep}$ und mögl A_d = mögl A_k / g_{Ep}
mue = Ausnutzungsgrad <= 1.0

Nr [-]	Tiefe [m]	Länge [m]	Höhe(Ankerw.) [m]	Ah,d [kN/m]	mögl Ah,d [kN/m]	mue,gq [-]	$A_{h,g,d}$ [kN/m]	mögl $A_{h,g,d}$ [kN/m]	mue,g [-]
1	1.50	36.00	0.00	207.79	3699.98	0.056	207.79	3699.98	0.056
2	-3.00	36.00	0.00	773.70	4772.24	0.162	773.70	4772.24	0.162

Werte für ungünstigste Gleitfuge (Anker 2)

5. BS-A

Lastfall: g+q

x [m]	y [m]	G_k [kN/m]	$E_{ah,k}$ [kN/m]	$E_{av,k}$ [kN/m]	Q_x [kN/m]	Q_y [kN/m]	C_k [kN/m]	H [kN/m]	q [°]	j [°]
0.00	-17.35	-	966.5	340.9	-	-	-	-	-	-
19.29	-23.50	6072.3	1381.8	525.9	-4196.3	-3084.8	0.0	0.0	-17.68	36.0
24.94	-25.30	2058.9	1513.3	587.3	-1453.6	-1011.0	0.0	0.0	-17.68	37.5
27.58	-26.14	1001.7	1581.8	617.8	-692.2	-508.9	0.0	0.0	-17.68	36.0

Werte für ungünstigste Gleitfuge (Anker 2)
Lastfall: g

x [m]	y [m]	G_k [kN/m]	$E_{ah,k}$ [kN/m]	$E_{av,k}$ [kN/m]	Q_x [kN/m]	Q_y [kN/m]	C_k [kN/m]	H [kN/m]	q [°]	j [°]
0.00	-17.35	-	966.5	340.9	-	-	-	-	-	-
19.29	-23.50	6072.3	1381.8	525.9	-4196.3	-3084.8	0.0	0.0	-17.68	36.0
24.94	-25.30	2058.9	1513.3	587.3	-1453.6	-1011.0	0.0	0.0	-17.68	37.5
27.58	-26.14	1001.7	1581.8	617.8	-692.2	-508.9	0.0	0.0	-17.68	36.0

(H = Horizontalkraft infolge Erdbeben)

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99
Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt
Faktor Verkehrslasten fQ = 1.000 / 1.000 = 1.000
Teilsicherheit (Grundbruch) gamma(Rv) = 1.200
Breite = 3.06 m
Gewicht G_k (einschließlich Verkehr) = 1757.30 [kN/m]
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.000)
$E_{av,k}$ (d = 2/3 · j) = 443.54 [kN/m]
Kohäsionskraft K_k = 0.00 [kN/m]
Grundbruchlast $R_{n,k}$ = 25914.07 [kN/m]
Grundbruch mit:
Reibungswinkel j_k = 34.85 [°]
Kohäsion c_k = 0.00 [kN/m²]
N_d = 32.664 / N_b = 22.044 / N_c = 45.481
s_u = 214.830 [kN/m²]
mue = [G_k · g_G] / [($P_{g,k}$ + K_k + $E_{av,k}$) / g_{Gr}] = 0.080
mue = [1757.30 · 1.00] / [(25914.07 + 0.00 + 443.54) / 1.200] = 0.080

Anhang H: Stahlwasserbau

- **Revisionsverschluss**
- **Rollbalkenverschluss**

Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Kiel-Holtenau
Machbarkeitsstudie MSA 2100 / Sensitivitätsbetrachtung zum Meeresspiegelanstieg
Alte Schleuse, Kiel-Holtenau

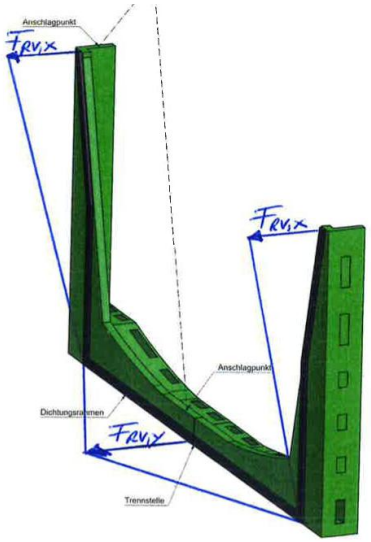
Planungsgemeinschaft Kieler Schleusen

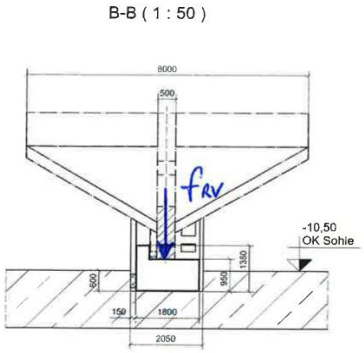
IRS Stahlwasserbau Consulting AG
Max-von-Laue-Str. 12
97080 Würzburg

WTM ENGINEERS GmbH
Johannisbollwerk 6-8
20459 Hamburg

Anlage zum Revisionsverschluss, Lastenplan (Zeichnung Nr. B-2-B02-UE-0010, UE-0011)
Stand: **01.12.2017**

Skizze:





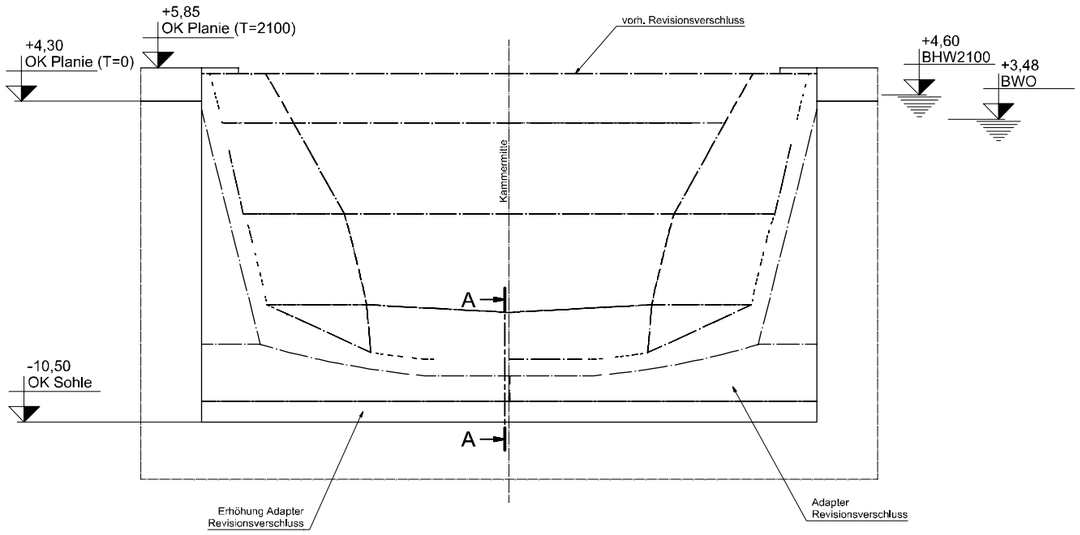
$F_{RV,y}$ = 850 kN/m
$F_{RV,x}$ = 2650 kN/m
f_{RV} = 700 kN/m

Anmerkung:
- Lasten als charakteristische Lasten inkl. Zuschlag 20%
- Lasten resultieren aus max. Wasser Kieler Förde und gelenzter Schleusenkammer.

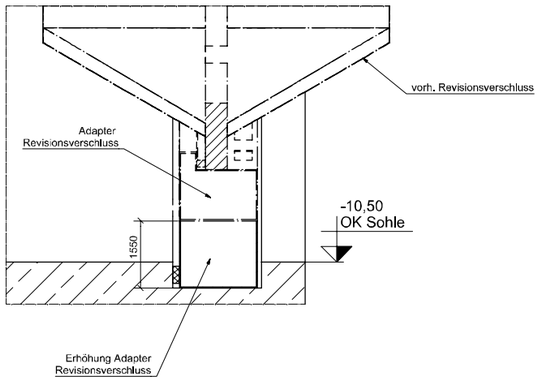
[- In Gegenrichtung (von NOK zur Kieler Förde) sind die Lasten geringer, dies sollte in einer weiteren Untersuchung berücksichtigt werden.]

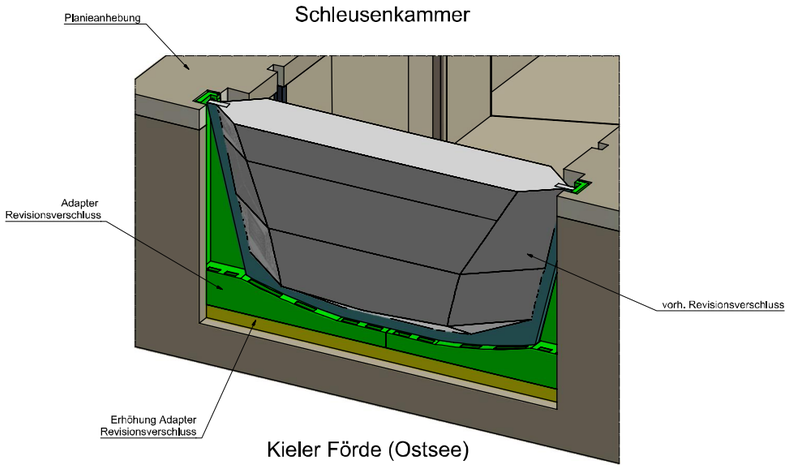
Variante 1

13188 Kiel-Holtenau Von Kieler Förde (Ostsee) aus gesehen (1 : 100)



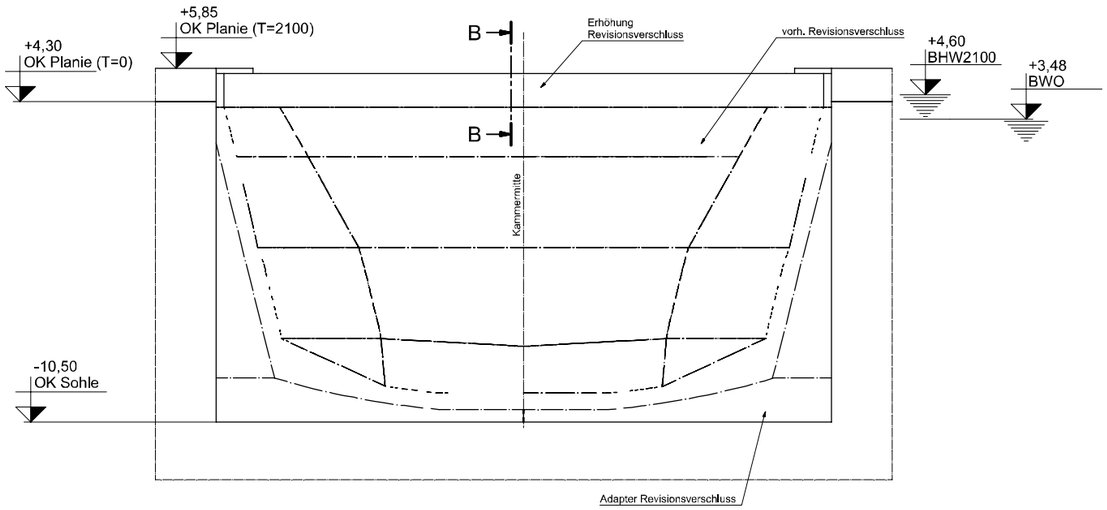
A-A (1 : 50)



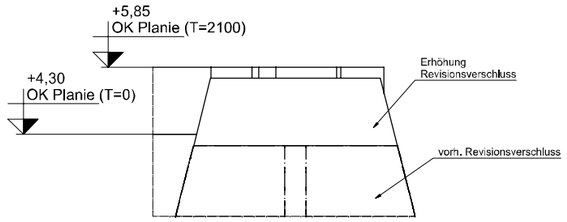


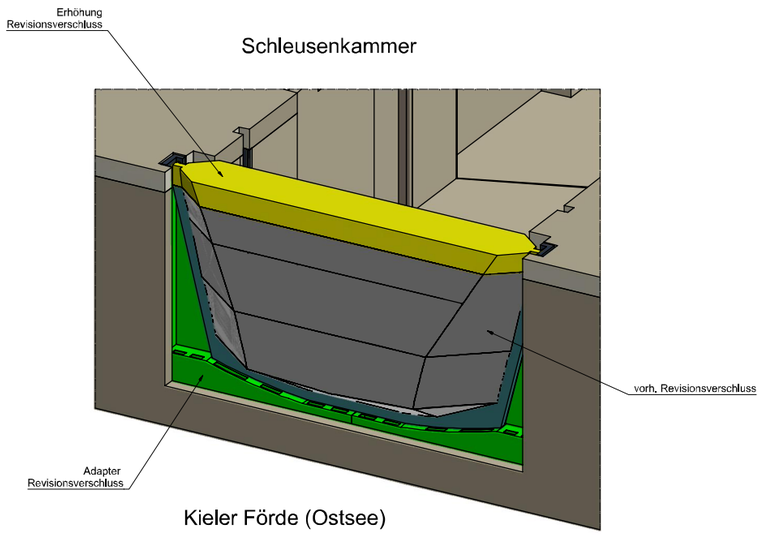
Variante 2

MSA 2100 Von Kieler Förde (Ostsee) aus gesehen (1 : 100) Anhang H H.2

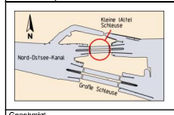


B-B (1 : 50)





Version Index	Änderungen bzw. Ergänzungen / zugehörige Pläne	Datum	Name



13188
Grundinstandsetzung
Alte Schleuse Kiel - Holtenau
Machbarkeitsstudie

VORABZUG
Stand: 04.12.2017

Genehmigt Kiel, den GDWS Außenstelle Nord	Unterschrift Im Auftrag	Amts-/Dienstbezeichnung
Geprüft Kiel, den GDWS Außenstelle Nord	Unterschrift Im Auftrag	Amts-/Dienstbezeichnung
Aufgestellt Kiel, den GDWS Außenstelle Nord	Unterschrift	Amts-/Dienstbezeichnung
Zeichnung gefertigt / bearbeitet (Datum, Name) PKS Planungsgemeinschaft Kieler Schleusen WTM ENGINEERS WTM Engineers GmbH Beratende Ing. im Bauwesen IRS Consulting AG IRS Schiffbauberatung 04.12.2017 gezeichnet: IRS/Moser	Vermerk des bearbeitenden Ingenieurbüros 04.12.2017 geprüft: IRS/Sattler Zeichnung geprüft	

WSV.de **Sensitivitätsbetrachtung**
Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt
Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Kiel - Holtenau

OrgEinh Amt	OrgEinh AB	BWaStr Nr	BWaStr ZB	Kilometer	S	OArt	ObjektIdentNr.	Objekt- Teil	Objekt- ZK	OB
114	A2	34	08	097,888	0	311	1726002	000	--	1

Objektbenennung	Schiffsschleusenanlage Alte Schleuse Kiel-Holtenau Grundinstandsetzung
Objektteil	Schleusentore
Einzelheit	Übersicht - Revisionsverschluss (T=2100)

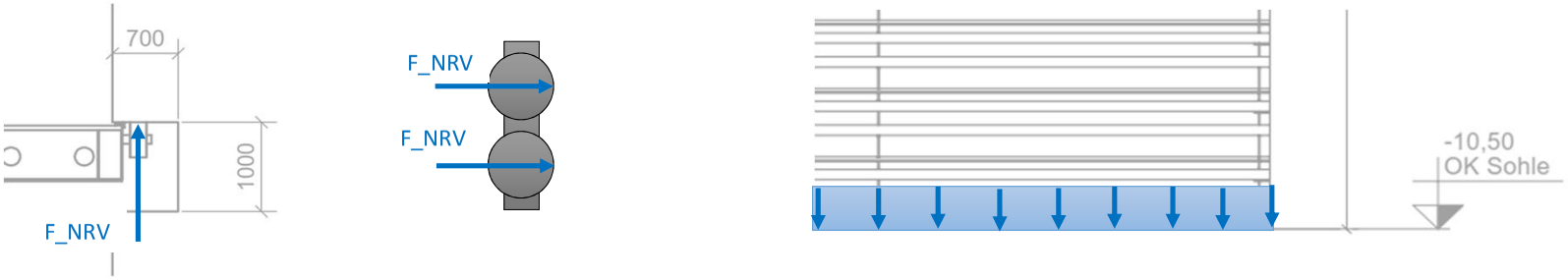
Die Übereinstimmung mit der Ausführung wird bestätigt:	Entwurf Nr.	Blatt-Nr.	DVWU-Identifikation
Datum Unterschrift, Funktion	Zeichnung Nr. B-2-502-UE-0011--	Maßstab 1:100 / 1:50	DVWU-Index

Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Kiel-Holtenau
Machbarkeitsstudie MSA 2100 / Sensitivitätsbetrachtung zum Meeresspiegelanstieg
Alte Schleuse, Kiel-Holtenau

Planungsgemeinschaft Kieler Schleusen
IRS Stahlwasserbau Consulting AG
Max-von-Laue-Str. 12
97080 Würzburg
WTM ENGINEERS GmbH
Johannisbollwerk 6-8
20459 Hamburg

Anlage zum Rolldammbalken, Lastenplan (Zeichnung Nr. B-2-B02-UE-0014, UE-0015)
Stand: **01.12.2017**

Skizze:



Draufsicht Seitenansicht Ansicht

F_{NRV} = 425 kN
f_{NRV} = 90 kN/m

Anmerkung:
- Lasten als charakteristische Lasten inkl. Zuschlag 20%
- Lasten sollten im Rahmen der weiteren Untersuchung mittels nummerischer Strömungsanalyse für alle Bauzustände ermittelt werden.
- Lasten resultieren aus max. Betriebswasser Kieler Förde und min. Betriebswasser NOK.

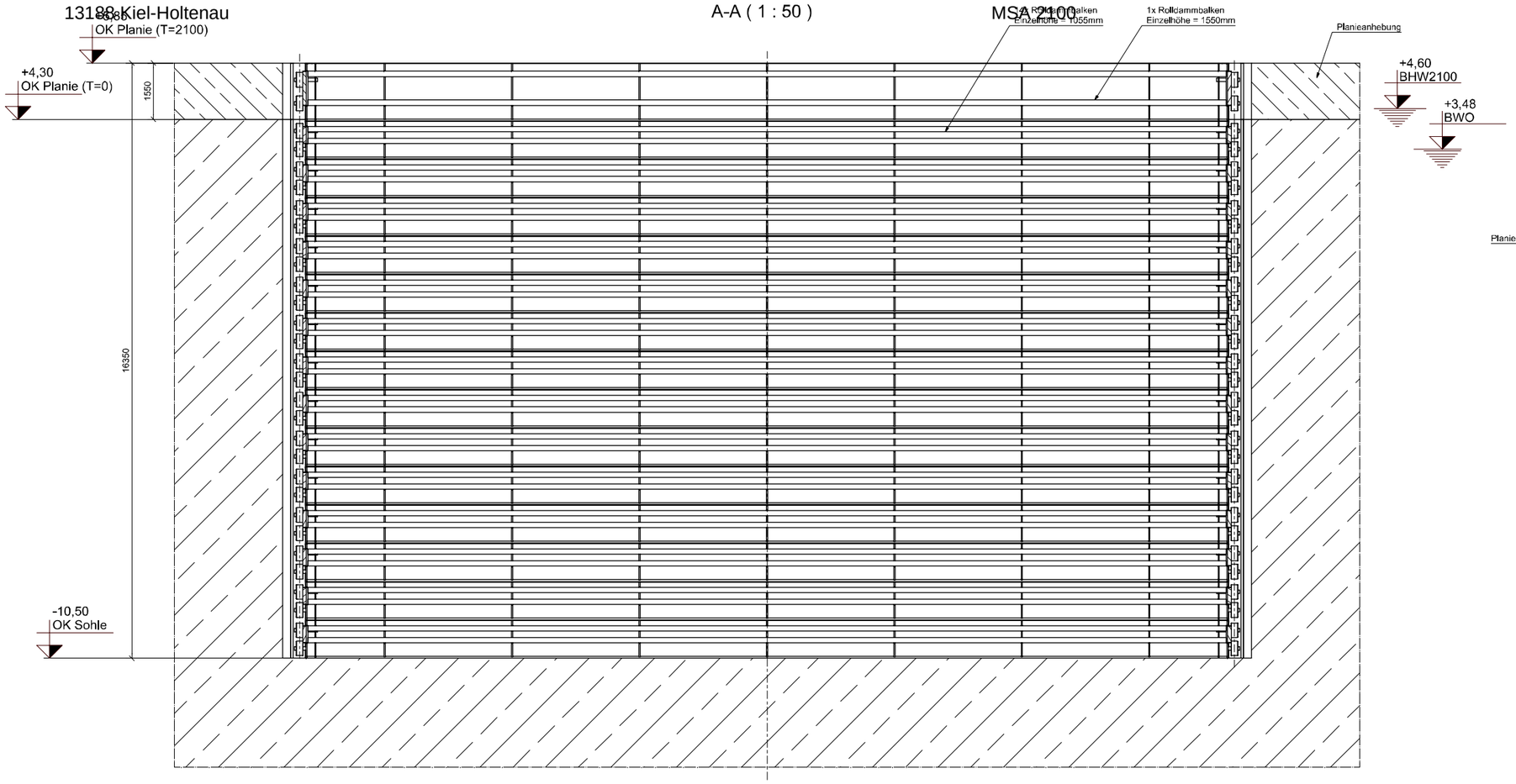
[- In Gegenrichtung (von NOK zur Kieler Förde) sind die Lasten geringer, diese sollte in einer weiteren Untersuchung berücksichtigt werden.]

13188 Kiel-Holtenau

MSA 2100

Anhang H H.4

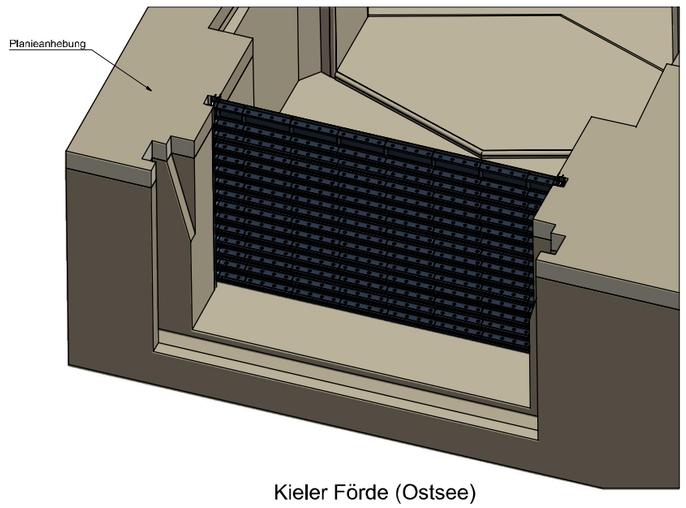
A-A (1 : 50)



Draufsicht (1 : 50)

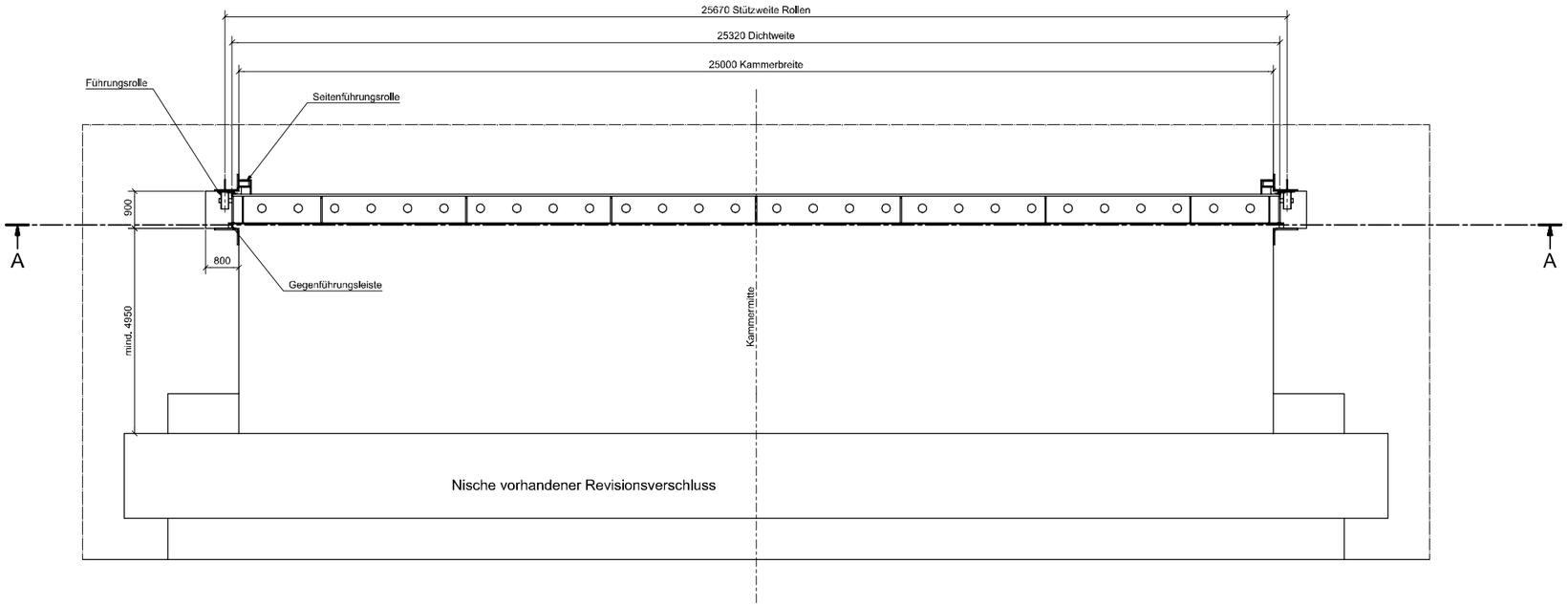
Übersicht

Schleusenkammer



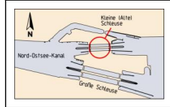
Kieler Förde (Ostsee)

Schleusenkammer



Kieler Förde (Ostsee)

Version/Index	Änderungen bzw. Ergänzungen / zugehörige Pläne	Datum	Name



13188
Grundinstandsetzung
Alte Schleuse Kiel - Holtenau
Machbarkeitsstudie

Genehmigt Kiel, den GDWS Außenstelle Nord	Unterschrift Im Auftrag	Amts-/Dienstbezeichnung
Geprüft Kiel, den GDWS Außenstelle Nord	Unterschrift	Amts-/Dienstbezeichnung
Aufgestellt Kiel, den GDWS Außenstelle Nord	Unterschrift	Amts-/Dienstbezeichnung
Zeichnung gefertigt / bearbeitet (Datum, Name) PKS Planungsgemeinschaft Kieler Schleusen WTM ENGINEERS WTM ENGINEERS GMBH Beratende Ing. im Bauwesen 04.12.2017	IRS Consulting AG IRS Stellwerkerbau gezeichnet: IRS/Moser	Vermerk des bearbeitenden Ingenieurbüros 04.12.2017 geprüft: IRS/Sattler Zeichnung geprüft

VORABZUG
Stand: 04.12.2017

WSV.de

Sensitivitätsbetrachtung

Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt
Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Kiel - Holtenau

OrgEinh Amt	OrgEinh AB	BWaStr Nr	BWaStr ZB	Kilometer	S	OArt	ObjektIdentNr.	Objekt-Teil	Objekt-ZK	OB
114	A2	34	08	097,888	0	311	1726002	000	--	1

Objektbenennung	Schiffsschleusenanlage Alte Schleuse Kiel-Holtenau Grundinstandsetzung
Objektteil	Schleusentore
Einzelheit	Übersicht - Rolldammbalken Meeresspiegelanstieg (T=2100)

Die Übereinstimmung mit der Ausführung wird bestätigt	Entwurf Nr.	Blatt-Nr.	DVtU-Identifikation
Datum Unterschrift, Funktion	Zeichnung Nr. B-Z-B02-UE-0015-	Maßstab 1:50	DVtU-Index

PLANUNGSGEMEIN

SCHAFT

IRS WTM ENGINEERS

Statische Berechnung für das Projekt

Bauvorhaben:	Machbarkeitsstudie Alte Schleusen - Kiel-Holtenau Schleuseninsel 2 24159 Kiel
Auftrag:	**Vorstatik – Sensitivitätsbetrachtung MSA 2100** Tiefbau / Massivbau
Seiten:	I bis III und 1 bis 56
Anhänge:	A bis H
wurde aufgestellt von:	WTM ENGINEERS GMBH Beratende Ingenieure im Bauwesen Johannisbollwerk 6-8 20459 Hamburg
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Joachim Spang
Projektleiter:	Dipl.-Ing. Hinnerk Sunderdiek
	Geschäftsführer

Hamburgische Ingenieurkammer-Bau
Dres.- Ing.
A. Steffens Li-Nr. 417
S. Ehmann Li-Nr. 298
U. Jäppelt Li-Nr. 250
K. Morgen Li-Nr. 6
Beratende Ingenieure

Hamburg, den 19.12.17