



zum 2. Prüfbericht

IN STATISCHER HINSICHT GEPRÜFT

Prüfnummer 013/2020
Bremen, den 26.09.2023

Dr. - Ing. **RENATO EUSANI**

Prüfingenieur für Baustatik
28359 Bremen
Linzer Straße 5 • Tel: 04 21 / 3 47 58-0

Auftraggeber:

Bremischer Deichverband
am rechten Weserufer

Am Lehester Deich 149
28357 Bremen

signiert | Dr. Renato Benito Eusani | 26.09.2023

Erhöhung des Landschutzdeiches in Bremen-Vegesack (Entwurf 3)

**Bremischer Deichverband
am rechten Weserufer**

**Statische Berechnung im Rahmen der Genehmigungsplanung
Bereich Haven Hööv't (Abschnitt C und D)**

Verfasser:
INROS LACKNER SE

Linzer Straße 3
28359 Bremen

Planungsleistung:
Genehmigungsplanung

Datum:
12.01.2023

Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Dokument Kontrollblatt

Projektdaten

Auftraggeber: Deichverband am rechten Weserufer
Am Lehester Deich 149
28357 Bremen

Projektbezeichnung: HWS Bremen Vegesack

Dokumentart: Statische Berechnung

Dokumentdaten

Verzeichnis: ..\Abgabe\0281-2013_HWS Bremen Vegesack.pdf

Projekt Nr: 2013-0281

Erstell-Datum: 12.01.23

Revisions-Nr.: 00

Bearbeitung und Dokumentprüfung

Bearbeitung

Clausen,
Hauke

Digital unterschrieben von Clausen,
Hauke
DN: dc=INTERN, dc=ILC, dc=ILAG,
ou=Standorte, ou=HB, ou=223,
cn=Clausen, Hauke
Datum: 2023.01.12 16:14:23 +01'00'

i.A. Hauke Clausen

Gesehen

i. V. f. Ollero

Digital signiert von Ollero,
Juan
DN: cn=Ollero, Juan, ou=223
Datum: 2023.01.13 08:37:43
+01'00'

i.V. Juan Ollero

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Kapitel:	Dokument Kontrollblatt	Seite ii
230112_HWS Bremen Vegesack		Rev. 01

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

INHALT

Dokument Kontrollblatt.....	ii
Abbildungsverzeichnis	v
Tabellenverzeichnis	vi
1 Allgemeines.....	vii
1.1 Veranlassung.....	vii
1.2 Übersicht der Bereiche	vii
1.3 Vorgeschichte des Hafengeländes.....	viii
2 Berechnungsgrundlagen.....	xi
2.1 Normen.....	xi
2.2 Technische Regelwerke	xi
2.3 Gutachten	xi
2.4 Sonstige Unterlagen	xii
2.5 EDV-Programme	xii
3 Einwirkungen und Lastannahmen	1
3.1 Eigengewicht	1
3.2 Verkehrslasten.....	1
3.3 Wellendruck und Treibgutstoß	2
3.4 Negative Mantelreibung infolge Geländeerhöhung	2
3.5 Porenwasserüberdruck infolge Geländeerhöhung	3
3.6 Erddruckansatz.....	3
3.7 Bemessungs- und Sicherheitskonzept	3
4 Baugrund.....	4
4.1 Bemessungsbodenprofile	5
4.2 Mantelreibungs- und Spitzendruckbeiwerte	9
4.3 Angaben für die Nachweise der Rückverankerung	14
5 Wasserstände	15
5.1 Weserwasserstände	15
5.2 Bemessungshochwasserstände	15
5.3 Bemessungsgrundwasserstände	15
6 Material	16
6.1 Winkelstützwand / Stahlbeton	16
6.2 Deichschart Stahlbeton.....	16
6.3 Bewehrungsstahl	17
7 Berechnung der Winkelstützmauer	17

Gesehen
Prüfung Dr.-Ing. R. BUSANI

Kapitel:	Dokument Kontrollblatt	Seite iii
----------	------------------------	-----------

230112_HWS Bremen Vegesack Rev. 01

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
7.1 Teilbereich I, Schnitt 117 7.2 Teilbereich I, Schnitt 227 7.3 Teilbereich I, Schnitt 336 7.4 Teilbereich II u. III, Schnitt 4.....44 7.5 Teilbereich IV, Schnitt 546 7.6 Teilbereich V, Schnitt 653 7.7 Teilbereich VI, Schnitt 756 7.8 Teilbereich VII, Schnitt 866 7.9 Teilbereich VIII, Schnitt 972 7.10 Abschnitt D, Teilbereich IX, Schnitt 1078 7.11 Abschnitt D, Teilbereich X, Schnitt 1186 7.12 Abschnitt D, Teilbereich X, Schnitt 1289 7.13 Abschnitt D, Teilbereich X, Schnitt 13 und Schnitt 14.....92 7.14 Abschnitt D, Teilabschnitt X, Schnitt 15 Deichschart.....96 Anlagen Anlage A: Abschnitt C: Teilbereich I, Schnitt 1 Anlage B: Abschnitt C: Teilbereich I, Schnitt 2 Anlage C: Abschnitt C: Teilbereich I, Schnitt 3 Anlage D: Abschnitt C: Teilbereich II und III, Schnitt 4 Anlage E: Abschnitt C: Teilbereich IV, Schnitt 5 Anlage F: Abschnitt C: Teilbereich V, Schnitt 6 Anlage G: Abschnitt C: Teilbereich VI, Schnitt 7 Anlage H: Abschnitt C: Teilbereich VII, Schnitt 8 Anlage I: Abschnitt C: Teilbereich VIII, Schnitt 9 Anlage J: Abschnitt D Teilbereich IX, Schnitt 10 Anlage K: Abschnitt D Teilbereich IX, Schnitt 11 Anlage L: Abschnitt D Teilbereich IX, Schnitt 12 Anlage M: Abschnitt D Teilbereich X, Schnitt 13 / 14 Anlage N: Abschnitt D Teilbereich X, Schnitt 15 Gesehen Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI			
Kapitel:	Dokument Kontrollblatt		Seite iv
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 01

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Querschnitt der Kaimauer (Altbestand)	x
Abbildung 3-1: Lastmodell 1 inklusive Fahrstreifendefinition [N.2]	1
Abbildung 4-1: Mantelreibungsbeiwerte gemäß [G.1]	14
Abbildung 7-1: Querschnitt der Winkelstützmauer im Schnitt 1.....	18
Abbildung 7-2: Angenommener Drehpunkt.....	19
Abbildung 7-3: Querschnitt an der Unterkante der Rampe im Teilbereich I.....	22
Abbildung 7-4: Abmessung der Winkelstützmauer im Teilbereich I Schnitt 2.....	28
Abbildung 7-5: Querschnitt an der Unterkante der Rampe im Teilbereich I.....	32
Abbildung 7-6: Geometrie der Winkelstützwand	36
Abbildung 7-7: Ausbau der Winkelstützwand.....	44
Abbildung 7-8: Geometrie der bestehenden Winkelstützmauer	47
Abbildung 7-9: Lastausstrahlung Freihaltestreifen	48
Abbildung 7-10: Belastungssituation Bestandswand (GOK NHN +4,85m)	49
Abbildung 7-11: Querschnitt der neuen Winkelstützwand.....	51
Abbildung 7-12: Aufbau der Winkelstützwand im Teilbereich V	54
Abbildung 7-13: Querschnitt der Spundwand im Teilabschnitt VI.....	57
Abbildung 7-14: System des Bauzustandes mit Erddruckfigur	57
Abbildung 7-15: Vereinfachtes statisches System der Spundwand	58
Abbildung 7-16: Querschnitt im Teilbereich VI	59
Abbildung 7-17: Aufbau der Winkelstützwand im Teilbereich VII	67
Abbildung 7-18: Aufbau der Winkelstützwand im Teilabschnitt VIII (Schnitt 9).....	73
Abbildung 7-19: Belastungssituation im Lastfall HW 3 (Schnitt 9).....	74
Abbildung 7-20: Geometrie der Winkelstützwand im Abschnitt D Schnitt 10.....	79
Abbildung 7-21: Belastungssituation im Lastfall HW3.....	81
Abbildung 7-22: Lageplan der Straßenanhebung [U.14]	86
Abbildung 7-23: Höhenplan der Straßenerhöhung [U.15]	87
Abbildung 7-24: Aufbau der Winkelstützwand im Schnitt 12	88
Abbildung 7-25: Aufbau der Winkelstützwand im Schnitt 12	90
Abbildung 7-26: Spundwandabmessungen Schnitt 13 und Schnitt 14	92
Abbildung 7-27: Gewählte Winkelstützwände gemäß der Rekers Produktpalette	95
Abbildung 7-28: Geometrie des Deichschartes.....	96
Abbildung 7-29: Statisches Modell der Stemmtore für die aktuelle Bestickhöhe	97
Abbildung 7-30: Stemmtormodell für die zukünftige Bestickhöhe	97

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Kapitel:	Abbildungsverzeichnis	Seite v
----------	-----------------------	---------

230112_HWS Bremen Vegesack Rev. 01

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Abbildung 7-31: Einwirkungen auf den Betonpfeiler	101
Abbildung 7-32: Bewehrungsskizze Stahlbetonpfeiler und Tornische.....	105
Abbildung 7-33: Aufbau der zweiten Deichsicherheit (Dammbalken).....	107

Tabellenverzeichnis

Tabelle 5-1: Bestickhöhen und Bemessungswasserstände	15
Tabelle 7-1: Geometrie der Winkelstützwand im Schnitt 1.....	18
Tabelle 7-2: Ausnutzungsgrade der Berechnung im Teilabschnitt I Schnitt 1.....	21
Tabelle 7-3: Abmessung der Winkelstützmauer im Schnitt 2	27
Tabelle 7-4: Ergebnisse des Teilbereiches I Schnitt 2	28
Tabelle 7-5: Abmessung der Winkelstützwand	36
Tabelle 7-6: Ergebnisse der äußeren Tragfähigkeit	37
Tabelle 7-7: Abmessungen der Winkelstützwand	44
Tabelle 7-8: Ausnutzungsgrade der Winkelstützmauer im Teilbereich II und III	45
Tabelle 7-9: Ausnutzungsgrad Bestandswand.....	50
Tabelle 7-10: Abmessung der neuen Winkelstützmauer im Teilbereich IV.....	50
Tabelle 7-11: Ausnutzungsgrad im Teilbereich IV.....	51
Tabelle 7-12: Abmessung der Winkelstützwand im Teilbereich V	53
Tabelle 7-13: Ausnutzungsgrad der äußeren Tragfähigkeit im Teilabschnitt V	54
Tabelle 7-14: Abmessung der Winkelstützwand im Teilabschnitt 6.....	59
Tabelle 7-15: Ausnutzungsgrade der äußeren Tragfähigkeit (Teilbereich VI)	60
Tabelle 7-16: Abmessung der Winkelstützwand im Teilbereich VII.....	67
Tabelle 7-17: Ausnutzungsgrad der äußeren Tragfähigkeit im Teilabschnitt VII	68
Tabelle 7-18: Abmessung der Winkelstützwand im Teilbereich VIII (Schnitt 9).....	73
Tabelle 7-19: Ausnutzungsgrade der äußeren Tragfähigkeit im Teilbereich VIII (Schnitt 9) ..	74
Tabelle 7-20: Abmessung der Winkelstützwand im Abschnitt D Schnitt 10.....	79
Tabelle 7-21: Ergebnisse der Berechnung im Abschnitt D Schnitt 10	80
Tabelle 7-22: Abmessung der Winkelstützwand Schnitt 11	87
Tabelle 7-23: Ergebnisse der Berechnung im Abschnitt D.....	88
Tabelle 7-24: Abmessung der Winkelstützwand im Schnitt 12.....	90
Tabelle 7-25: Ergebnisse der Berechnung im Abschnitt D.....	90

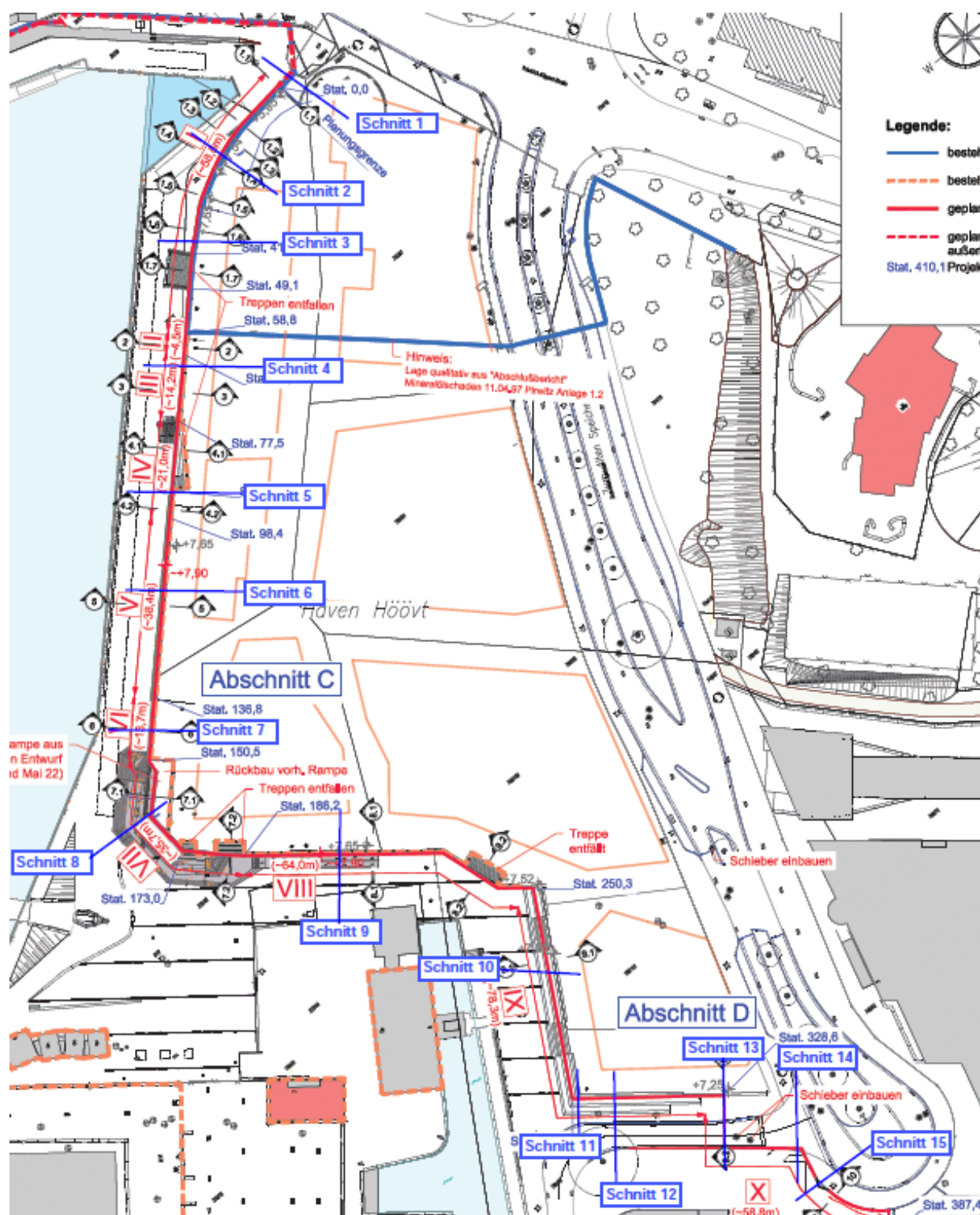
Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Kapitel:	Tabellenverzeichnis	Seite vi
----------	---------------------	----------

230112_HWS Bremen Vegesack	Rev. 01
----------------------------	---------

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
1 Allgemeines 1.1 Veranlassung Der überarbeitete Generalplan Küstenschutz (GPK) Niedersachsen/Bremen aus dem Jahr 2007 (NLWKN 2007) fordert eine Erhöhung der bestehenden Hochwasserschutzanlagen in großen Bereichen Bremens. Die festgelegten Bestickhöhen basieren auf aktuellen Messungen und Berechnungen zu Hochwasserständen, Berechnungen zum Wellenauflauf und internationalen Erkenntnissen zum säkularen Anstieg des Meeresspiels. Im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe Küstenschutz des Bundes sind die erforderlichen Planungs- und Baumaßnahmen zur Anpassung der Hochwasserschutzlinien (HWS-Linie) durchzuführen. INROS LACKNER SE (IL) wurde in diesem Zusammenhang durch den Bremischen Deichverband am rechten Weserufer (DVR) beauftragt, die Erhöhung des Landschutzdeiches in Bremen-Vegesack auf einer Länge von 1.250m zu planen. Die Planung umfasst den Bauentwurf und die Genehmigungsplanung für die Hochwasserschutzlinie. Der vorliegende statische Bericht bezieht sich auf die Planung der Hochwasserschutzlinie im Bereich Haven Höövts am Vegesacker Hafen und umfasst die Abschnitte C und D. Hierbei ist parallel zur Hafenkaje eine Winkelstützmauer als neue Hochwasserschutzwand geplant, wobei sich diese über die Teilbereiche I-XIII im Abschnitt C erstreckt. Im Abschnitt D wird die Hochwasserschutz ebenfalls als Winkelstützmauer geplant, wobei zusätzlich ein Teilbereich als Betonwand und ein Deichschart realisiert wird. I - VIII 1.2 Übersicht der Bereiche In der Planung werden folgende Teilbereiche betrachtet:			
Kapitel:	Allgemeines	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite vii
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 01

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023



1.3 Vorgeschichte des Hafengeländes

Im Laufe der Zeit wurde die Hafenanlage den verschiedenen Anforderungen der Zeit angepasst. Die Kaimauer ist dabei in Form einer rückverankerten Spundwand errichtet worden, siehe Abbildung 1-1.

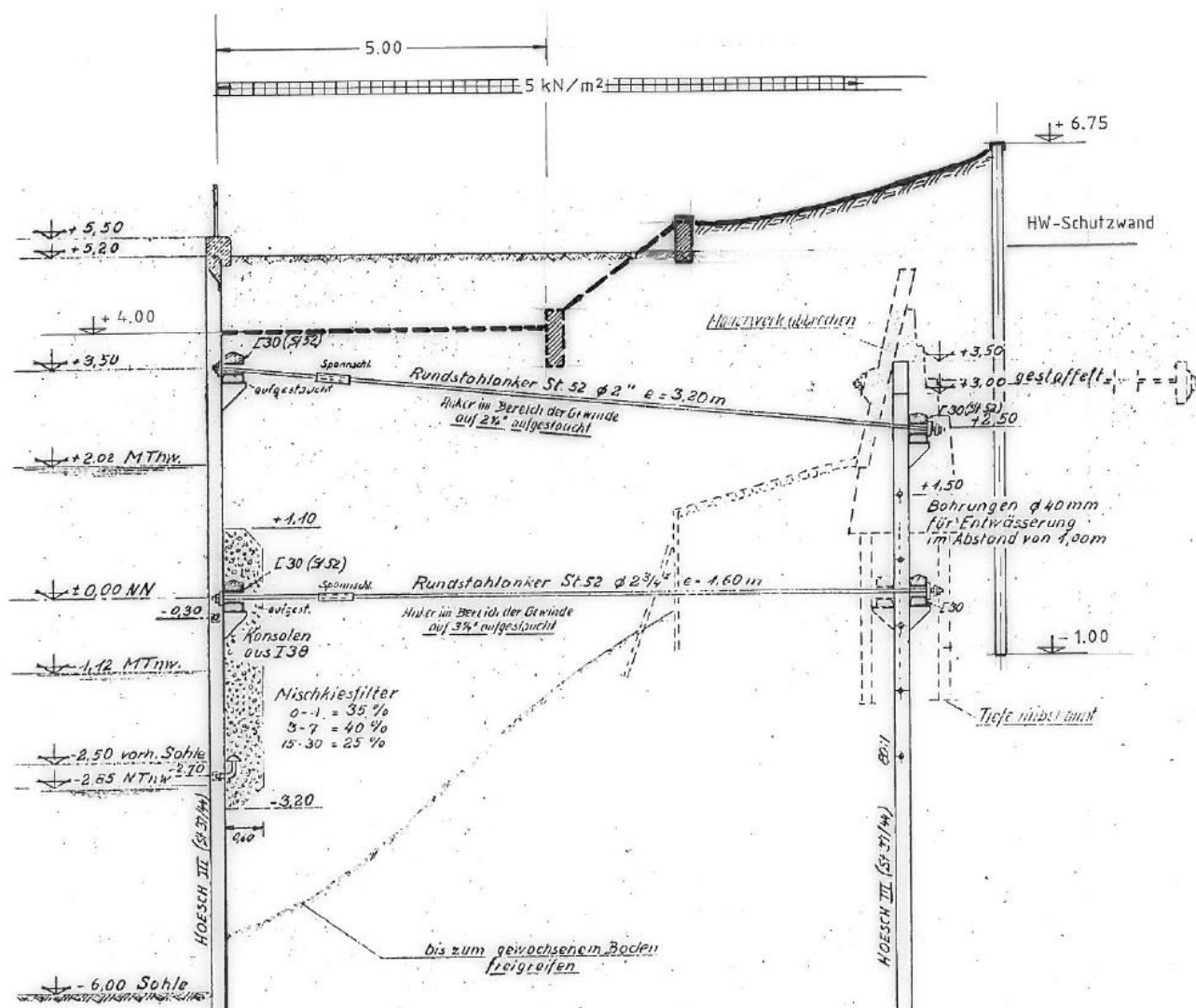
Kapitel:	Allgemeines	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite viii
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 01

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Im Laufe der Zeit wurde die vorhandene Geländehöhe angepasst, dabei wurde die Geländeoberkante von NHN +5,20m auf +4,35m abgetragen, zwischen dem Haven Hööv't Geländes und der Kaimauer. Somit ist für die vorliegende statische Berechnung der geschichtliche Hintergrund mit zu berücksichtigen.

QUERSCHNITT Q 3

Maßstab 1:100



Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

QUERSCHNITT Q 4

Maßstab 1:100

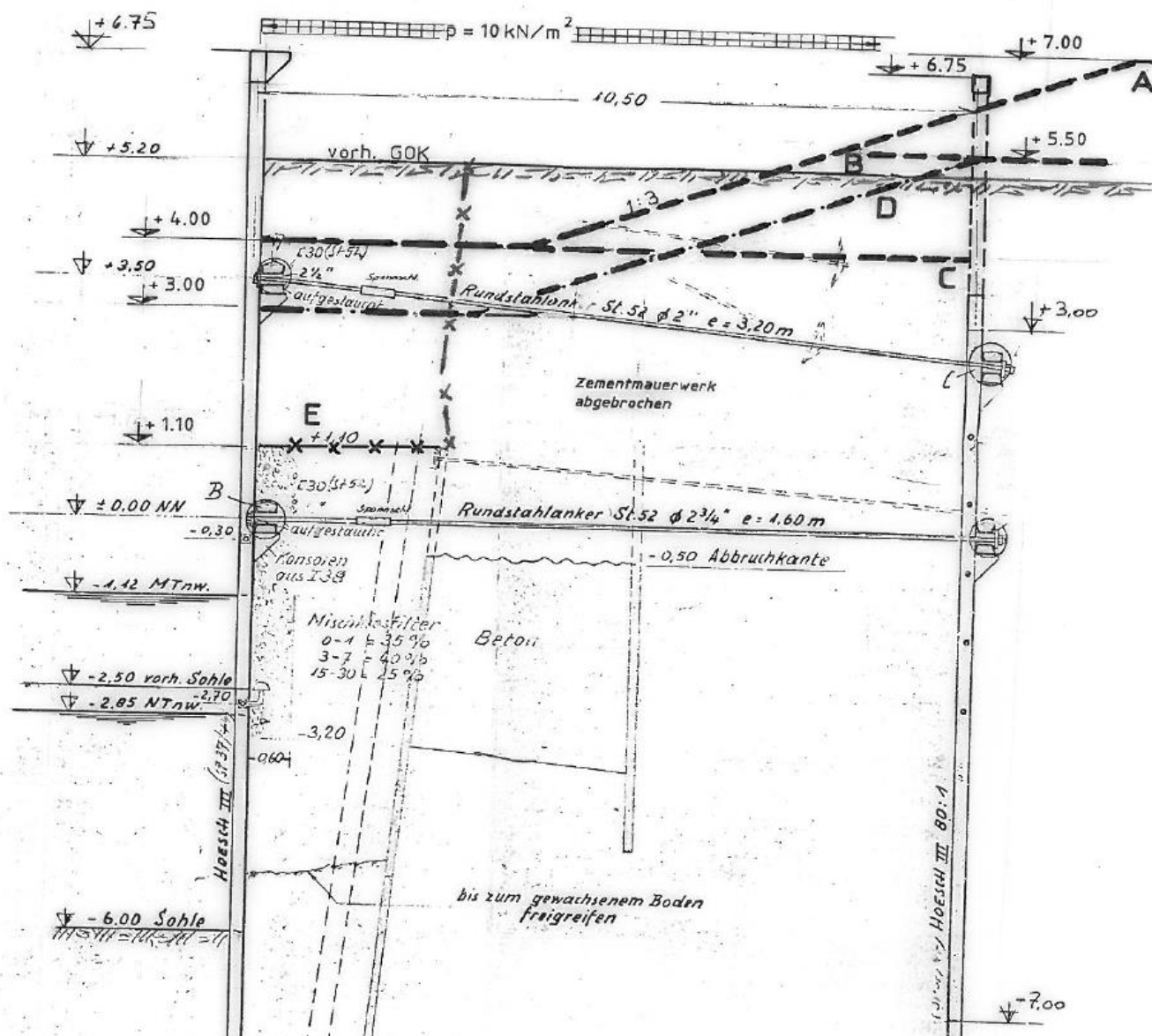


Abbildung 1-1: Querschnitt der Kaimauer (Altbestand)

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
2 Berechnungsgrundlagen 2.1 Normen [N.1] DIN EN 1990:2010-12, Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010 [N.2] DIN EN 1991:2010-12, Eurocode 1, Einwirkungen auf Tragwerke mit zugehörigen Nationalen Anhängen. [N.3] DIN EN 1991-1-4:2010-12, Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-4:2005 + A1:2010 + AC:2010 [N.4] DIN EN 1992:2011-01, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010. [N.5] DIN EN 1993:2010-12, [N.6] DIN EN 1997:2014-03, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009 + A1:2013 [N.7] DIN 1054:2010-12, Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1 [N.8] DIN 19702:2013-02, Massivbauwerke im Wasserbau – Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit. [N.9] DIN EN 12699:2015-07, Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Verdrängungspfähle; Deutsche Fassung EN 12699:2015 [N.10] DIN 4085:2017-08: Baugrund - Berechnung des Erddrucks. 2.2 Technische Regelwerke [R.1] Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen", EAU 2020 [R.2] Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben", EAB, 5. Auflage [R.3] Empfehlungen des Arbeitskreises "Pfähle", EA-Pfähle, 2. Auflage [R.4] Empfehlungen für Küstenschutzbauwerke EAK 2002, Heft 65 [R.5] Hamburg Port Authority (HPA), Berechnungsgrundsätze für Hochwasserschutzwände, Flutschutzanlagen und Uferbauwerke im Bereich der Tideelbe der Freien und Hansestadt Hamburg, April 2013 [R.6] Geotechnik, Bodenmechanik, 3. Auflage, Gerd Möller, Ernst & Sohn, Berlin 02.2016 2.3 Gutachten [G.1] Geotechnischer Bericht Nr. 1, Hochwasserschutz Vegesack Abschnitt C und D, Grundbaulabor Bremen, 05.07.2019. [G.2] Ergänzung zum Geotechnischen Bericht Nr. 1, Grundbaulabor Bremen, 25.09.2019 [G.3] Ergänzung zum 2. Geotechnischen Bericht: Angabe von Steifemoduln, Grundbaulabor Bremen, 16.04.2019. [G.4] Ergänzung zum 1. Geotechnischen Bericht: Angabe von Steifemoduln, Grundbaulabor Bremen, 23.04.2019.			
Kapitel:	Berechnungsgrundlagen	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite xi
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 01

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
[G.5] Bestandsaufnahme „Haven Höövt“ 2011. Pirwitz Umweltberatung, Bremen, April 2011. 2.4 Sonstige Unterlagen [U.1] Erhöhung des Landesschutzdeiches in Bremen-Vegesack, Erläuterungsbericht. INROS LACKNER SE, Bremen, November 2018. [U.2] Erhöhung des Landesschutzdeiches in Bremen-Vegesack, Entscheidungsvorlage Entwurf 3 Bereich Haven Höövt INROS LACKNER SE, Bremen, Juli 2021. [U.3] Erhöhung des Landesschutzdeiches in Bremen-Vegesack, Grundlagenermittlung Teil 1 – Bestandsinformation, planerischer Kenntnisstand und erforderliche Bestandsunterlagen. INROS LACKNER SE, Bremen, März 2018. [U.4] Bremen, Haven Höövt Untersuchung der Hochwasserschutzwand. Handtconsult, Bremen, Mai 2018. [U.5] Untersuchungsbericht 50275-18. Amtliche Materialprüfanstalt der Freien Hansestadt Bremen, Verfasser: Maike Peters M.Sc., Bremen, 27.06.2018. [U.6] Haven Höövt – B Einkaufs- Zentrum in Bremen – Vegesack, 1. Nachtrag „Gründung“. Knebel & Schumacher, Bremen, 2001. [U.7] Haven Höövt – B Einkaufs- Zentrum in Bremen – Vegesack, 4. Nachtrag (zu Abschnitt 4). Knebel & Schumacher, Bremen, 20.09.2002. [U.8] HAVEN HÖÖVT Bremen-Vegesack: Bt. B, Stb.-Wände. Knebel & Schumacher, Bremen, 2001. [U.9] Hochwasserschutz Fr. Lürssen-Werft, Abwicklung Station 20-175. Plan-Nr. 68239. Meier-Gefe, Bremen, Januar 1968. [U.10] Höhenübersicht HWS Vegesacker Hafen. Borstel und Horst, Bremen, 30.10.2013. [U.11] Varianten Betrachtung Anpassung des Straßenverlaufs, Lageplan, 12.05.2022 [U.12] Varianten Betrachtung Anpassung des Straßenverlaufs, Höhenentwicklung der Variante 3, 12.05.2022 [U.13] Aktuelle Planung (Stand 2018/2019), IL. [U.14] Lageplan Straßenanhebung, Erhöhung des Landschutzdeiches in Bremen-Vegesack, INROS LACKNER SE, Stand 07.2022 [U.15] Höhenplan Straßenanhebung, Erhöhung des Landschutzdeiches in Bremen-Vegesack, INROS LACKNER SE, 07.2022 [U.16] Pflichtenheft Deichscharte, Bremischer Deichverband am rechten Weserufer, Stand 18.08.2017 2.5 EDV-Programme [P.1] GGU- Stability [P.2] GGU-Footing [P.3] FRILO [P.4] RFEM, Dlubal Systems			
Kapitel:	Berechnungsgrundlagen	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite xii
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 01

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

3 Einwirkungen und Lastannahmen

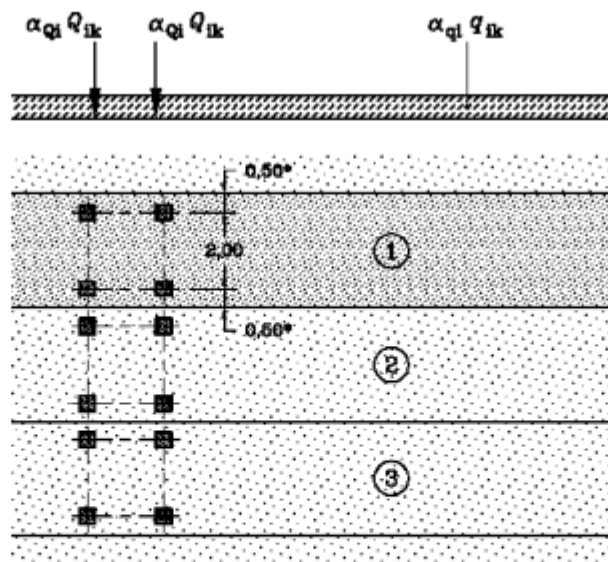
3.1 Eigengewicht

Die Wichten werden wie folgt angesetzt:

- Wasser: $\gamma_W = 10 \text{ kN/m}^3$
- Stahlbeton: $\gamma_B = 25,0 \text{ kN/m}^3$
- Stahl: $\gamma_S = 78,5 \text{ kN/m}^3$

3.2 Verkehrslasten

Hinter der Hochwasserschutzwand ist ein 5,0 m breiter Deichverteidigungsweg vorgesehen. Für diesen ist eine Ersatzflächenlast nach Fahrstreifen 2, gemäß [N.2] zu berücksichtigen (entspricht SLW 30).



Legende

- Fahrstreifen Nr 1 : $Q_{1k} = 300 \text{ kN}$; $q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$
- Fahrstreifen Nr 2 : $Q_{2k} = 200 \text{ kN}$; $q_{2k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$
- Fahrstreifen Nr 3 : $Q_{3k} = 100 \text{ kN}$; $q_{3k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$ [AC] Abstand der Doppelachsen = 1,2 m [AC]
- (*) Für $w_1 = 3 \text{ m}$

Abbildung 3-1: Lastmodell 1 inklusive Fahrstreifendefinition [N.2]

Die Lasten der Doppelachse werden auf eine Fläche von 5,0 m x 3,0 m (Längs- und Querrichtung) durch eine Flächenlast q_{ek} ersetzt:

Fahrstreifen 2:

Angepasste Achslast: $\alpha_{Q,2} * Q_{2,k} = 1,0 * 200 \text{ kN} = 200 \text{ kN}$

Angepasste Flächenlast: $\alpha_{q,2} * q_{2,k} = 2,40 * 2,50 \text{ kN/m}^2 = 6,0 \text{ kN/m}^2$

Kapitel:	Einwirkungen und Lastannahmen	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 1
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Lasteingabe unter Berücksichtigung der Lastausstrahlung von 45° zur Wandachse ([N.10]):

Last aus Doppelachse: $q_{ek} = (2 * 200kN)/(5,0m * 3,0m) = 26,67 kN/m^2$

Lastausstrahlung: $q_{ek,red} = 26,67 kN/m^2 * 5,0m/(5,0m + 2 * 3,0m)$
 $= 12,10 kN/m^2$

Gesamtlast aus Fahrstreifen 2:

$$q_k = 12,10 kN/m^2 + 6,0 kN/m^2 = 18,10 kN/m^2$$

Die gesamtlast wird auf eine Breite von 3,0m angesetzt. Auf den übrigen Flächen wird eine allgemeine **Verkehrslast von 5,0 kN/m²** angesetzt.

3.3 Wellendruck und Treibgutstoß

Auf Grundlage der technischen Baubestimmung Hamburg [R.5] wird eine Welle mit der Höhe von 30 cm angesetzt. Die Ersatzlast der Welle von 15,0 kN/m greift 0,50 m unterhalb des Bemessungswasserstandes an.

Der Treibgutstoß wird mit einer Einzellast auf der Höhe des Bemessungswasserstandes nach [R.5] berücksichtigt:

- 30 kN auf einer Breite von 3,0 m für Spundwandbauwerke
- 100 kN mit einem Lastausstrahlwinkel von 45° für Schwergewichtsbauwerke

3.4 Negative Mantelreibung infolge Geländeerhöhung

Die negative Mantelreibung kann als ständige Einwirkung verstanden werden, welche aus der Relativverschiebung zwischen dem Boden und der Spundwand in axialer Richtung stammt. Die Relativverschiebung resultiert durch die Setzung der bindigen Bodenschichten. Gemäß [G.1] brauchen die negative Mantelreibung und die veränderlichen Lasten nicht gleichzeitig angesetzt werden, sollten Verformungen für das Bauwerk verträglich sein.

Die negative Mantelreibung kann nach [R.3] wie folgt ermittelt werden:

$$\tau_{n,k} = k_0 * \gamma * z * \tan(\varphi'_k) \text{ mit } k_0 = 1 - \sin(\varphi'_k)$$

Laut Bodengutachten [G.1] ist der Wert wie folgt zu begrenzen:

negative Mantelreibungsspannungen $\tau_{n,k}$		
Auffüllungen	Sand	30 kN/m²
	Schluff	10 kN/m²
Schluff, humos, sandig		10 kN/m²

Analog zu [R.3] erfolgt der Ansatz der negativen Mantelreibung als ständige Einwirkung im BS-P.

Kapitel:	Einwirkungen und Lastannahmen	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 2
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
3.5 Porenwasserüberdruck infolge Geländeerhöhung Der Porenwasserüberdruck wird als horizontal gerichtete Kraft in der bindigen Bodenschicht. Die Höhe des Porenwasserüberdrucks lässt sich aus der Differenzhöhe der vorhandenen und geplanten Geländehöhe, unter Berücksichtigung der Wichte der Baustoffe ermittelt werden. Zum Zeitpunkt $t=0$ ist der Porenwasserüberdruck ohne Abminderung als horizontaler Zusatzdruck auf die Spundwand anzusetzen. Die Belastung infolge Porenwasserüberdruck ist zeitlich begrenzt bis zum Zeitpunkt der vollständigen Konsolidierung, somit wird dieser in die Bemessungssituation BS-T berücksichtigt. 3.6 Erddruckansatz Für die Berechnung der Winkelstützmauern werden folgende Randbedingungen betrachtet: - Für die Nachweise der äußeren Standsicherheit wird der aktive Erddruck zugrunde gelegt. Der Wandreibungswinkel wird in diesem Fall mit $\delta_a = +2/3\varphi$ angesetzt, nach [N.10]. - Für die Nachweise der inneren Tragfähigkeit wird der Erdruhedruck nach [N.10] angesetzt. - Der passive Erddruck wird für gekrümmte Gleitflächen mit einem Wandreibungswinkel von $0^\circ \leq \varphi'_k \leq -1,0 \varphi'_k$ angesetzt. 3.7 Bemessungs- und Sicherheitskonzept 3.7.1 Lastfalleinstufung <u>Niedrigwasserlastfälle nach EAU 2020 [R.1]</u> - Fall 3a: Große Wasserstandsschwankungen, Normalfall (BS-P) - Fall 3b: Extremer Niedrigwasserstand, Grenzfall (BS-A) - Fall 3c: Abfließendes Hochwasser, Grenzfall (BS-A) <u>Hochwasserlastfälle nach HPA [R.5]</u> - HW1: Bemessungshochwasserstand und halber Wellendruck (BS-T) - HW2: Bemessungshochwasserstand und Wellendruck (BS-A) - HW3: Bemessungshochwasserstand, Wellendruck und Treibgutstoß (Extremfall) 3.7.2 Lastfallkombinationen und Teilsicherheitsbeiwerte Im Fall der Winkelstützmauer werden die Einwirkungen infolge von negativen Mantelreibung und Porenwasserüberdruck in den verschiedenen Bemessungssituationen nicht berücksichtigt. Der Niedrigwasserlastfall LK 3b wird nicht maßgebend für die Bemessung, da in diesem der Grundwasserstand, weit unterhalb der Gründungssohle anzusetzen wäre. Durch den verfüllten Raum hinter der Hochwasserschutzwand, werden die aus dem Hochwasserlastfall resultierenden Kräfte direkt in das Erdreich abgetragen. Weshalb die Standsicherheitsnachweise für			
Kapitel:	Einwirkungen und Lastannahmen	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 3
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

die Winkelstützwand im Hochwasserlastfall nicht maßgebend werden. Es ist anzumerken, dass der Bereich landseitig hinter der Hochwasserschutzlinie als Deichverteidigungsweg angesetzt wird. Dadurch wird für die Berechnung angenommen, dass die Höhe des landseitig der Hochwasserschutzlinie verändert werden darf, weder erhöht noch abgegraben.

In der Stahlbetonbemessung der wasserseitigen vertikalen Bewehrung der Winkelstützwand sind die Einwirkungen auf den Hochwasserlastfällen, Treibgutstoß und Wellendruck, zu berücksichtigen.

Die betrachteten Bemessungssituationen ergeben sich wie folgt:

Niedrigwasserlastfälle				Teilsicherheitsbeiwerte nach EAU 2020		
LK	Situation (EAU)	Außenwasser-	Grundwasser-	Bodeneigen-	hydrostat. Wasser-	Verkehr
3a	BS-P	-1,85	2,00	1,35	1,35	1,50
3c	BS-A	-1,55	2,00	1,00	1,00	1,00

Hochwasserlastfälle				Teilsicherheitsbeiwerte nach EAU 2020				
LK	Situation (EAU)	Außenwasserstand [m NHN]	Grundwasserstand [m NHN]	Bodeneigen-gewicht	hydrostat. Wasser-überdruck	halbe Welle 7,5 kN/m auf NHN +7,35 m	ganze Welle 15 kN/m auf NHN +7,35 m	Treibgutstoß auf NHN +7,85 m
HW 1	BS-T	7,85 7,60	GOK	1,20	1,20	1,30	-	-
HW 3	BS-A	7,85 7,60	GOK	1,00	1,00	-	1,00	1,00

4 Baugrund

Die Bodenkennwerte und Bemessungsbodenprofile werden dem Baugrundgutachten [G.1] entnommen.

Ergänzend für **Auffüllböden**, welche für die Herstellung des Deichverteidigungsweges und für geringfügige Anpassungen des Geländes angesetzt werden, werden wie folgt angenommen.

- Sand, mitteldicht, $\varphi'_k = 32,5^\circ$
- Wichten: $\gamma/\gamma' = 18/10 \text{ kN/m}^3$

Im Fall, dass eine bindige Bodenschicht unterhalb der Gründungssohle ansteht, wird ein **Gründungspolster** vorgesehen. Dabei werden die Bodenkennwerte für das Gründungspolster wie folgt angenommen:

- Sand Kiesgemisch, mitteldicht, $\varphi'_k = 35,0^\circ$
- Wichten: $\gamma/\gamma' = 18/10 \text{ kN/m}^3$

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

4.1 Bemessungsbodenprofile

Abschnitt C (alt B)

DS 283 (Teilabschnitt I):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Wichte γ_k / γ'_k [kN/m³]	Reibungswinkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]	Homogenbereich
GOK	+ 1,4	Auffüllung	18/10	27,5	0	5	A
+ 1,4	- 3,8	Schluff, humos	17/ 7	20,0	5	1*)	B
- 3,8	- 4,2	Sand	18/10	35,0	0	80	C

DS 284 (Teilabschnitt I):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Wichte γ_k / γ'_k [kN/m³]	Reibungswinkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]	Homogenbereich
GOK	+ 2,7	Auffüllung	18/10	30,0	0	10	A
+ 2,7	- 1,2	Schluff, humos	17/ 7	20,0	5	1*)	B
- 1,2	- 4,1	Sand	18/10	35,0	0	30	C
- 4,1	- 15,30	Lauenburger Ton	20/10	22,5	10	15	D

DS 285 (Teilabschnitt II, III):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Wichte γ_k / γ'_k [kN/m³]	Reibungswinkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]	Homogenbereich
GOK	+ 3,3	Auffüllung	18/10	30,0	0	15	A
+ 3,3	- 2,2	Schluff, humos	17/ 7	20,0	5	1*)	B
- 2,2	- 4,0	Sand	18/10	35,0	0	30	C
- 4,0	- 15	Lauenburger Ton	20/10	22,5	10	15	D

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen	Fax: 0421 / 65 84 110	
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

DS 301 (Teilabschnitt IV):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Wichte γ_k / γ'_k [kN/m³]	Reibungswinkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]	Homogenbereich
GOK	+ 1,8	Auffüllung	18/10	30,0	0	15	A
+ 1,8	- 1,8	Schluff, humos	17/ 7	20,0	5	1*)	B
- 1,8	- 4,4	Sand	18/10	35,0	0	30	C
- 4,4	- 15	Lauenburger Ton	20/10	22,5	10	15	D

DS 302 (Teilabschnitt IV, V):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Wichte γ_k / γ'_k [kN/m³]	Reibungswinkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]	Homogenbereich
GOK	- 0,7	Auffüllung	18/10	30,0	0	40	A
- 0,7	- 2,6	Schluff, sandig	17/ 7	20,0	5	1*)	B
- 2,6	- 4,9	Sand	18/10	35,0	0	60	C
- 4,9	- 18	Lauenburger Ton	20/10	22,5	10	15	D

DS 303 (Teilabschnitt V, VI):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Wichte γ_k / γ'_k [kN/m³]	Reibungswinkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]	Homogenbereich
GOK	- 1,8	Auffüllung	18/10	30,0	0	15	A
- 1,8	- 2,7	Schluff, sandig	17/ 7	20,0	5	1*)	B
- 2,7	- 4,5	Sand	18/10	35,0	0	50	C
- 4,5	- 15	Lauenburger Ton	20/10	22,5	10	15	D

DS 226 (Teilabschnitt VI, VII):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Wichte γ_k / γ'_k [kN/m³]	Reibungswinkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]	Homogenbereich
+ 0,6	- 2,1	Auffüllung, Schluff	17/ 7	20,0	5	2*)	A
- 2,1	- 5,0	Sand	19/11	35,0	0	60	C
- 5,0	- 10,0	Lauenburger Ton	20/10	22,5	5	15	D

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

DS 304 (Teilabschnitt VII):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Wichte γ_k / γ'_k [kN/m³]	Reibungswinkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]	Homogenbereich
GOK	- 0,8	Auffüllung	18/10	30,0	0	30	A
	- 0,8	Schluff, sandig	17/ 7	20,0	5	1*)	B
	- 2,2	Sand	19/11	35,0	0	100	C

DS 305 (Teilabschnitt VII, VIII):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Wichte γ_k / γ'_k [kN/m³]	Reibungswinkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]	Homogenbereich
GOK	+ 0,9	Auffüllung Schluff, sandig	17/ 7	20,0	5	-	A
	+ 0,9	Schluff, humos	17/ 7	20,0	5	1*)	B
	- 2,6	Sand	18/10	35,0	0	80	C
	- 6,2	Lauenburger Ton	20/10	22,5	10	15	D

DS 231 (Teilabschnitt VIII):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Wichte γ_k / γ'_k [kN/m³]	Reibungswinkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]	Homogenbereich
	+ 0,5	Auffüllung, Schluff	17/ 7	20,0	2,5	1*)	A
	- 0,3	Schluff, sandig	17/ 7	22,5	5	2*)	B
	- 5,5	Sand, schluffig	18/ 9	30,0	2,5	60	C
	- 6,8	Lauenburger Ton	20/10	22,5	10	15	D

DS 306 (Teilabschnitt VIII):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Wichte γ_k / γ'_k [kN/m³]	Reibungswinkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]	Homogenbereich
GOK	- 0,4	Auffüllung	18/10	30	0	60	A
	- 0,4	Schluff, humos, sandig	17/ 7	20,0	5	3*)	B
	- 6,2	Lauenburger Ton	20/10	22,5	10	15	D

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

DS 232 (Teilabschnitt VIII):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Wichte γ_k / γ'_k [kN/m³]	Reibungswinkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]	Homogenbereich
+ 1,0	- 0,8	Auffüllung und Sand, schluffig	18/ 9	25,0	0	5	A
- 0,8	- 6,2	Schluff, humos	17/ 7	20,0	5,0	1*)	B
- 6,2	- 6,8	Sand	18/10	35,0	0	20	C
- 6,8	- 15	Lauenburger Ton	20/10	22,5	7,5	15	D

DS 307 (Teilabschnitt VIII):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Wichte γ_k / γ'_k [kN/m³]	Reibungswinkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]	Homogenbereich
GOK	+ 1,5	Auffüllung	18/10	32,5	0	60	A
+ 1,5	- 0,4	Schluff, sandig	17/ 7	20,0	5	2*)	B
- 2,7	- 2,1	Sand	18/10	35,0	0	40	C
- 2,1	- 18	Lauenburger Ton	20/10	22,5	10	20	D

Abschnitt D (alt C):

DS 307:

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Wichte γ_k / γ'_k [kN/m³]	Reibungswinkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]	Homogenbereich
GOK	+ 1,5	Auffüllung	18/10	32,5	0	60	A
+ 1,5	- 0,4	Schluff, humos	17/ 7	20,0	5	2*)	B
- 2,7	- 2,1	Sand	18/10	35,0	0	40	C
- 2,1	- 18	Lauenburger Ton	20/10	22,5	10	20	D

*) $E_{s,k}$ ist nicht als seitliche Bettung ansetzbar

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen	Fax: 0421 / 65 84 110	
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

DS 308 :

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Wichte γ_k / γ'_k [kN/m³]	Reibungswinkel φ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]	Homogenbereich
GOK	- 0,3	Auffüllung	18/10	32,5	0	10	A
- 0,3	- 2,2	Sand	18/10	35,0	0	60	C
- 2,2	- 13	Lauenburger Ton	20/10	22,5	10	20	D

DS 281, 279:

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Wichte γ_k / γ'_k [kN/m³]	Reibungswinkel φ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]	Homogenbereich
GOK	± 0,0	Auffüllungen, Sand und Schluff	17/ 7	25,0	0	10	A
± 0,0	- 2,0	Sand	19/11	35,0	0	60	C
- 2,0	- 14	Lauenburger Ton	20/10	22,5	7,5	20	D

DS 280:

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Wichte γ_k / γ'_k [kN/m³]	Reibungswinkel φ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]	Homogenbereich
GOK	+ 0,1	Auffüllungen, Sand, schluffig	18/ 9	27,5	0	10	A
+ 0,1	- 14	Lauenburger Ton	20/10	22,5	10	15	D

DS 309, 310:

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Wichte γ_k / γ'_k [kN/m³]	Reibungswinkel φ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]	Homogenbereich
+ 0,6	+ 0,4	Auffüllung	18/ 8	30,0	0	30	A
+ 0,4	- 1,3	Sand	19/11	35,0	0	80	C
- 1,3	- 13	Lauenburger Ton	20/10	22,5	10	15	D

4.2 Mantelreibungs- und Spitzendruckbeiwerte

In den folgenden Tabellen sind die Mantelreibung- und Spitzendruckbeiwerte gemäß [G.1] angegeben. Die angegebenen Werte können gelten für eingerammte oder eingepresste Spundwände. Sollten die Spundwand durch einvibrieren eingebracht werden, sind die Werte auf 75% zu reduzieren ([G.2]).

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Abschnitt C (alt B)

DS 283 (Teilabschnitt I):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Widerstand im Bruchzustand	
			$q_{b,k}$ [kN/m ²]	$q_{s,k}$ [kN/m ²]
GOK	+ 1,4	Auffüllung	0	0
+ 1,4	- 3,8	Schluff, humos	0	0
- 3,8	- 4,2	Sand ²⁾	25.000	50

DS 284 (Teilabschnitt I):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Widerstand im Bruchzustand	
			$q_{b,k}$ [kN/m ²]	$q_{s,k}$ [kN/m ²]
GOK	+ 2,7	Auffüllung ¹⁾	0	5
+ 2,7	- 1,2	Schluff, humos	0	0
- 1,2	- 4,1	Sand ²⁾	11.000	30
- 4,1	- 15,30	Lauenburger Ton	2.000	20

DS 285 (Teilabschnitt II, III):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Widerstand im Bruchzustand	
			$q_{b,k}$ [kN/m ²]	$q_{s,k}$ [kN/m ²]
GOK	+ 3,3	Auffüllung ¹⁾	0	5
+ 3,3	- 2,2	Schluff, humos	0	0
- 2,2	- 4,0	Sand ²⁾	9.000	20
- 4,0	- 15	Lauenburger Ton	2.000	20

DS 301 (Teilabschnitt IV):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Widerstand im Bruchzustand	
			$q_{b,k}$ [kN/m ²]	$q_{s,k}$ [kN/m ²]
GOK	+ 1,8	Auffüllung ¹⁾	0	10
+ 1,8	- 1,8	Schluff, humos	0	0
- 1,8	- 4,4	Sand ²⁾	9.000	20
- 4,4	- 15	Lauenburger Ton	2.000	20

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

DS 302 (Teilabschnitt IV, V):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Widerstand im Bruchzustand	
			$q_{b,k}$ [kN/m ²]	$q_{s,k}$ [kN/m ²]
GOK	- 0,7	Auffüllung ¹⁾	0	10
- 0,7	- 2,6	Schluff, sandig	0	0
- 2,6	- 4,9	Sand ²⁾	15.000	40
- 4,9	- 18	Lauenburger Ton	2.000	20

DS 303 (Teilabschnitt V, VI):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Widerstand im Bruchzustand	
			$q_{b,k}$ [kN/m ²]	$q_{s,k}$ [kN/m ²]
GOK	- 1,8	Auffüllung ¹⁾	0	10
- 1,8	- 2,7	Schluff, sandig	0	0
- 2,7	- 4,5	Sand ²⁾	9.000	20
- 4,5	- 15	Lauenburger Ton	2.000	20

DS 226 (Teilabschnitt VI, VII):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Widerstand im Bruchzustand	
			$q_{b,k}$ [kN/m ²]	$q_{s,k}$ [kN/m ²]
+ 0,6	- 2,1	Auffüllung, Schluff	0	0
- 2,1	- 5,0	Sand ²⁾	15.000	40
- 5,0	- 10,0	Lauenburger Ton	2.000	20

DS 304 (Teilabschnitt VII):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Widerstand im Bruchzustand	
			$q_{b,k}$ [kN/m ²]	$q_{s,k}$ [kN/m ²]
GOK	- 0,8	Auffüllung ¹⁾	0	10
- 0,8	- 2,2	Schluff, sandig	0	0
- 2,2	- 5,5	Sand ²⁾	15.000	40

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

DS 305 (Teilabschnitt VII, VIII):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Widerstand im Bruchzustand	
			$q_{b,k}$ [kN/m ²]	$q_{s,k}$ [kN/m ²]
GOK	+ 2,6	Auffüllung ¹⁾	0	20
+ 2,6	+ 0,9	Auffüllung Schluff, sandig	0	0
+ 0,9	- 2,6	Schluff, humos	0	0
- 2,6	- 6,2	Sand ²⁾	15.000	40
- 6,2	- 17	Lauenburger Ton	2.000	20

DS 231 (Teilabschnitt VIII):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Widerstand im Bruchzustand	
			$q_{b,k}$ [kN/m ²]	$q_{s,k}$ [kN/m ²]
+ 0,5	- 0,3	Auffüllung, Schluff	0	0
- 0,3	- 5,5	Schluff, sandig	0	0
- 5,5	- 6,8	Sand, schluffig ²⁾	15.000	40
- 6,8	- 14,0	Lauenburger Ton	2.000	20

DS 306 (Teilabschnitt VIII):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Widerstand im Bruchzustand	
			$q_{b,k}$ [kN/m ²]	$q_{s,k}$ [kN/m ²]
GOK	- 0,4	Auffüllung ¹⁾	0	25
- 0,4	- 5,7	Schluff, humos, sandig	0	0
- 6,2	- 14	Lauenburger Ton	1.500	15

DS 232 (Teilabschnitt VIII):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Widerstand im Bruchzustand	
			$q_{b,k}$ [kN/m ²]	$q_{s,k}$ [kN/m ²]
+ 1,0	- 0,8	Auffüllung und Sand, schluffig	0	0
- 0,8	- 6,2	Schluff, humos	0	0
- 6,2	- 6,8	Sand ²⁾	2.000	5
- 6,8	- 15	Lauenburger Ton	2.000	20

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

DS 307 (Teilabschnitt VIII):

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Widerstand im Bruchzustand	
			$q_{b,k}$ [kN/m ²]	$q_{s,k}$ [kN/m ²]
GOK	+ 1,5	Auffüllung ¹⁾	0	20
+ 1,5	- 0,4	Schluff, sandig	0	0
- 2,7	- 2,1	Sand ²⁾	9.000	20
- 2,1	- 18	Lauenburger Ton	2.000	20

Abschnitt D (alt C):

DS 307:

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Widerstand im Bruchzustand	
			$q_{b,k}$ [kN/m ²]	$q_{s,k}$ [kN/m ²]
GOK	+ 1,5	Auffüllung ¹⁾	0	20
+ 1,5	- 0,4	Schluff, sandig	0	0
- 2,7	- 2,1	Sand ²⁾	9.000	20
- 2,1	- 18	Lauenburger Ton	2.000	20

DS 279, 281:

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Widerstand im Bruchzustand	
			$q_{b,k}$ [kN/m ²]	$q_{s,k}$ [kN/m ²]
+ 3,0	- 0,1	Auffüllungen, Sand und Schluff ¹⁾	0	5
± 0,0	- 2,0	Sand ²⁾	11.000	30
- 2,0	- 14	Lauenburger Ton	2.000	20

DS 280:

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Widerstand im Bruchzustand	
			$q_{b,k}$ [kN/m ²]	$q_{s,k}$ [kN/m ²]
+ 3,0	+ 0,1	Auffüllungen, Sand, schluffig ¹⁾	0	5
+ 0,1	- 14	Lauenburger Ton	1.500	15

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen	Fax: 0421 / 65 84 110	
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

DS 308:

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Widerstand im Bruchzustand	
			$q_{b,k}$ [kN/m ²]	$q_{s,k}$ [kN/m ²]
GOK	- 0,3	Auffüllungen ¹⁾	0	5
± 0,0	- 2,0	Sand ²⁾	15.000	40
- 2,0	- 14	Lauenburger Ton	2.000	20

DS 309, 310:

Tiefe von [mNN]	Tiefe bis [mNN]	Bodenart	Widerstand im Bruchzustand	
			$q_{b,k}$ [kN/m ²]	$q_{s,k}$ [kN/m ²]
GOK	+ 0,4	Auffüllung ¹⁾	0	20 ³⁾
+ 0,4	- 1,3	Sand ²⁾	20.000	45
- 1,3	- 13	Lauenburger Ton	2.000	20

3) gilt nur für BS 310

1) Für temporäre Belastungszustände bis 24 Stunden können die Mantelreibungswerte in den Auffüllungen berücksichtigt werden.

2) $q_{b,k}$ gültig bei Absetztiefen mind. 1,0 m über bindigen Schichten

4.3 Angaben für die Nachweise der Rückverankerung

Die Angaben der Mantelreibungsbewerte können gemäß [G.1] wie folgt angesetzt werden:

Bodenart	Sondierspitzen- widerstand i. M. q_c [MN/m ²]	Bruchwert der Pfahlmantelreibung verpresster Mikropfahl $q_{s,k}$ [kN/m ²]
Auffüllung	---	0,0
Schluff, humos, z.T. sandig	---	0,0
Sand	5 - 15	175
Lauenburger Ton	2 - 4	75

Abbildung 4-1: Mantelreibungsbeiwerte gemäß [G.1]

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

5 Wasserstände

5.1 Weserwasserstände

Die Wasserstände der Weser werden den Angaben des WSV des Bundes am Pegel Vegesack entnommen:

- HHThw (28.01.1994) = NHN +5,33 m
- MThw = NHN +2,39 m
- MTnw = NHN -1,55 m
- MSpTnw = NHN -1,85 m als richtig unterstellt
- NNTnw (15.03.1964) = NHN -3,29 m

5.2 Bemessungshochwasserstände

Laut der Vorgaben des SKUMS sollen die Bestickhöhe und der Bemessungshochwasserstand (BWST) im Planungsgebiet zukünftig wie folgt angesetzt werden:

Tabelle 5-1: Bestickhöhen und Bemessungswasserstände

	rechnerische Bestickhöhe	Bemessungswasserstand
	H _{Best} [m NN]	H _{Bem} [m NN]
Erhöhung	+7,40	+7,10
Neubau	+8,15 7,90	+7,85 7,60

5.3 Bemessungsgrundwasserstände

Der Grundwasserstrom landseitig der Hochwasserschutzwand ist durch eine Dichtwand behindert, die ein Altlastvorkommen umschließt. Der Grundwasserstand innerhalb des Dichtwandtopfes wird mittels Pumpen auf einem niedrigen Niveau gehalten. Außerhalb des Dichtwandtopfes weisen Pegelmessungen einen Grundwasserstand von **NHN +2,0 m** auf, gemäß [G.5].

Des Weiteren werden die Bemessungsgrundwasserstand gemäß [G.1] wie folgt angesetzt:

Abschnitt C, Teilabschnitt I bis VII

Niedrigster Grundwasserstand: + 0,4 m NN
Mittlerer Grundwasserstand: + 0,8 m NN
Maximaler Grundwasserstand: GOK

Abschnitt C, Teilabschnitt VIII, Abschnitt D

Niedrigster Grundwasserstand: + 0,4 m NN
Mittlerer Grundwasserstand: + 0,6 m NN
Maximaler Grundwasserstand: GOK

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
6 Material 6.1 Winkelstützwand / Stahlbeton 6.1.1 Expositionsklassen Die Expositionsklassen gelten nach den anerkannten Regeln der Technik nach [N.4]. Dabei wird zwischen den unterschiedlichen Bestandteilen der Gründung unterschieden. - Wand XC4, XD1, XF2, WA - Sporn XC2, XD1, WA 6.1.2 Mindestbetondeckung Die erforderliche Betondeckung ergibt sich anhand der Normen [N.4] und [N.9] zu: - Wand $c_{nom} = 40mm + 15 = 55mm$ gewählt: $c_{nom} = 60mm$ - Sporn $c_{nom} = 20mm + 15 = 35mm$ gewählt: $c_{nom} = 60mm$ 6.1.3 Zulässige Rissbreite Die zulässige Rissbreite ergibt sich anhand [R.1] zu: - Wand $w_k = 0,25 mm$ - Sporn $w_k = 0,25 mm$ 6.1.4 Gewählte Betongüte Die notwendige Betongüte ergibt sich anhand der zugewiesenen Expositionsklassen zu: - Wand erforderlich: C35/45 gewählt: C35/45 - Sporn erforderlich: C25/30 gewählt: C35/45 6.2 Deichschart Stahlbeton 6.2.1 Expositionsklassen Die Expositionsklassen gelten nach den anerkannten Regeln der Technik nach [N.4]. nach R+ücksprache mit AG nicht Teil dieses Projektes, daher nicht zu prüfen. XC4, XD3, XF4, XM1. WF 6.2.2 Mindestbetondeckung / Zulässige Rissbreite Die Betondeckung, sowie die maximale Rissbreite wird gemäß der EAU [R.1] gewählt. - Betondeckung: $c_{nom} = 60 mm$			
Kapitel:	Material	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 16
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
- Zulässige Rissbreite: $w_k = 0,25 \text{ mm}$ 6.2.3 Betongüte Die notwendige Betongüte ergibt sich aufgrund der Expositionsklassen. - XF4 ist maßgebend: <i>gewählt: C30/37 LP</i> 6.3 Bewehrungsstahl In der Bemessung wird ein Bewehrungsstahl der Güte B500B angesetzt. 7 Berechnung der Winkelstützmauer Für die Berechnung der Winkelstützmauer werden in den Niedrigwasserlastfällen die Grundwasserstände abweichen von den Angaben aus dem Kapitel 3.7.1 angesetzt. Im Fall des Lastfalles LK3a wird der Grundwasserstand mit NHN+2,39 m angenommen, welches dem Außenwasserstand des mittleren Tidehochwassers entspricht. Gemäß Kapitel 3.7.1 wäre im Lastfall 3b und 3c der Außenwasserstand noch tiefer unter der Gründungssohle der Winkelstützmauer anzusetzen, weshalb in dem zweiter Niedrigwasserlastfall ablaufendes Hochwasserberücksichtigt wird, mit dem Grundwasserstand auf Höhe der Gründungssohle. In der Berechnung des Niedrigwasserlastfalles wird die Geländeoberkante mit NHN +7,70 m hinter der Winkelstützmauer angenommen. Für den Hochwasserfall wird die Geländeoberkante des Deichverteidigungsweges mit NHN +7,40 m abgenommen. Im Fall der Winkelstützwand wird die Annahme getroffen, dass diese als monolithisches Bauwerk errichtet wird ohne die Anordnung von Dehnfugen. Aufgrund dieser Annahme wird für die Längsbewehrung der späte Zwang maßgebend. 7.1 Teilbereich I, Schnitt 1 Der Schnitt 1 im Teilbereich I beschreibt den Bereich an der Unterkante der vorhandenen Rampe, die vollständigen Berechnungen sind der Anlage A zu entnehmen. 7.1.1 Geometrie Die Abmessungen und die Geometrie der Winkelstützmauer im Teilbereich I im Schnitt 1 können der Tabelle 7-1 und der Abbildung 7-1 entnommen werden. Das maßgebende Bodenbemessungsprofil ist im Schnitt 1 mit DS 284 gegeben.			
Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 17
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Tabelle 7-1: Geometrie der Winkelstützwand im Schnitt 1

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	5,66	m NHN
GOK wasserseitig	5,40	m NHN
OK Sporn	4,90	m NHN
UK Sporn	4,40	m NHN
Höhe Wand	3,25	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	3,50	m
Sporndicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,00	m

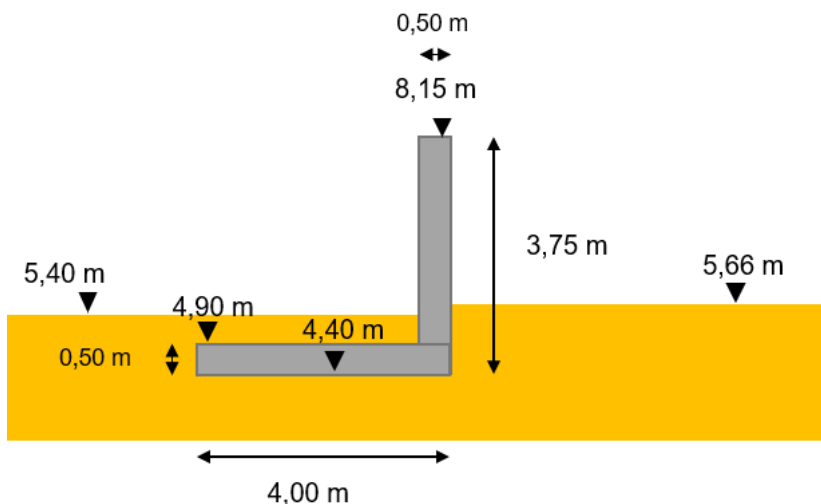


Abbildung 7-1: Querschnitt der Winkelstützmauer im Schnitt 1

7.1.2 Äußere Tragfähigkeit

Die Nachweise der äußeren Tragsicherheit der Winkelstützwand wurden mit Excel berechnet. Die vollständige Berechnung kann der Anlage A entnommen werden. Die Grundbruchnachweise wurden mit GGU-Footing berechnet und können in der Anlage A eingesehen werden.

Exemplarisch werden die Berechnungen im Niedrigwasserlastfall 3a, welche in Excel geführt werden, aufgezeigt. Hierbei sind die Einwirkungen der Berechnung aus Excel (Anlage A) zu entnehmen.

Nachweis EQU:

Für den Nachweis EQU wird der Drehpunkt gemäß der folgenden Abbildung angenommen.

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

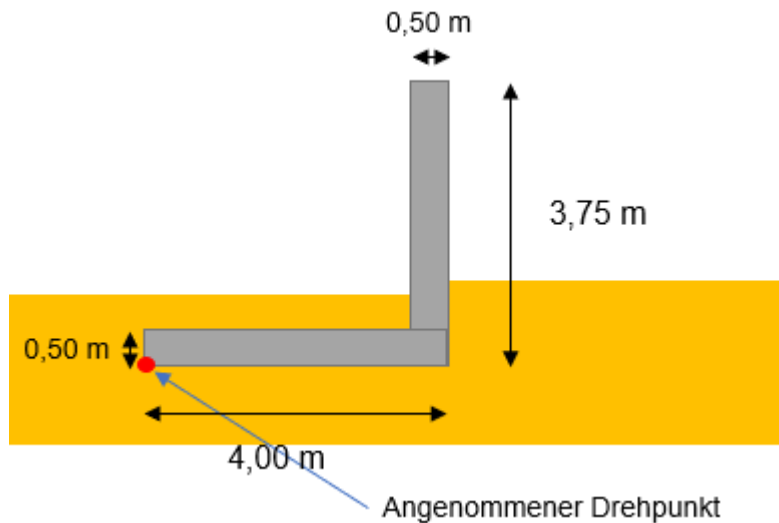


Abbildung 7-2: Angenommener Drehpunkt

Stabilisierende Einwirkung:

Die Stabilisierenden Einwirkungen ergeben sich durch das Eigengewicht der Winkelstützwand und dem Eigengewicht des Bodens auf dem Sporn.

- Eigengewicht Wand: $F_{G,W} = 40,63 \text{ kN/m}$
- Eigengewicht Sporn: $F_{G,S} = 50,00 \text{ kN/m}$
- Eigengewicht Boden: $F_{G,B} = 31,50 \text{ kN/m}$

Stabilisierendes Moment:

$$M_{k, stb} = 40,63 \text{ kN} \cdot 3,75 \text{ m} + 50,00 \text{ kN} \cdot 2,0 \text{ m} + 31,50 \text{ kN} \cdot 1,75 \text{ m}$$

$$M_{d, stb} = 307,50 \text{ kNm/m}$$

Destabilisierende Einwirkung:

Die destabilisierenden Einwirkungen werden beschrieben durch die Einwirkung infolge des Erddrucks.

- Ständige Einwirkung: $E_{agh} = 4,00 \text{ kN/m}$
- Veränderliche Einwirkung: $E_{aqh} = 6,39 \text{ kN/m}$

Destabilisierendes Moment:

$$M_{d, dstb} = 1,10 + (4,00 \text{ kN/m} \cdot 0,42 \text{ m}) + 1,50 \cdot (6,39 \text{ kN/m} \cdot 0,63 \text{ m})$$

$$M_{d, dstb} = 7,88 \text{ kNm/m}$$

Nachweis:

$$\mu = M_{d, dstb} / M_{d, stb}$$

$$\mu = 7,88 \text{ kNm/m} / (307,50 \text{ kNm/m} \cdot 0,90) \mu = 0,03 [-]$$

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützwand	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 19
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
Nachweis ist erfüllt! <u>Kippnachweis:</u> Bestimmung der Kernflächen: 1. Kernfläche B/6: $B/6 = 4,0m/6$ $B/6 = 0,667 m$ 2. Kernfläche B/3: $B/3 = 4,0m/3$ $B/6 = 1,33 m$ Summe der Vertikallasten: $F_V = 122,13 kN$ Summe der Momente: - Dreht landseitig: $M_{Ed} = 86,09 kNm$ - Dreht wasserseitig: $M_{Ed} = -13,58 kNm$ - Betrag der Momente: $M_{Ed,res} = 72,52 kNm$ Ausmitte: $e_x = M/N = 72,52 kNm/122,13 kN$ $e_x = 0,59 m$ Nachweis: $\mu = e_x/B/6$ $\mu = 0,60/0,667$ $\mu = 0,90 [-]$ Der Kippnachweis ist erfüllt! <u>Gleitnachweis / Gebrauchstauglichkeit:</u> Die Einwirkungen für den Gleitnachweis ergeben sich aus dem Eigengewicht und dem Erddruck, dabei wird unterschieden zwischen ständiger und veränderlicher Einwirkung. Reibungswinkel des Bodens: $\varphi'_k = 30,0^\circ$ Horizontale Einwirkung: - Ständige Einwirkung: $E_{agh,d} = 4,00 kN/m * 1,35$ $E_{agh,d} = 5,40 kN/m$ - Veränderliche Einwirkung: $E_{aqh,d} = 6,39 kN/m * 1,50$ $E_{aqh,d} = 9,58 kN/m$ - Passiver Erddruck: $E_{pgh,d} = 45,0 kN/m / 1,40$ $E_{pgh,d} = 32,14 kN/m$ Vertikale Einwirkung: $F_{G,k} = 122,13 kN/m$			
Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 20
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Nachweis der Gleitsicherheit:

$$\mu_{Gleit} = H_d / (V_k * \tan(\varphi_k) / \gamma_{gleit} + E_{pgh,d})$$

$$\mu_{Gleit} = (5,40 + 9,58) / (122,13 * \tan(30^\circ) / 1,10 + 32,14)$$

$$\mu_{Gleit} = 0,16 [-]$$

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit:

$$\mu_{Gebr.} = H_k / ((2/3) * V_k * \tan(\varphi_k) / \gamma_{gleit} + (1/3) * E_{pgh,k})$$

$$\mu_{Gebr.} = (10,39) / ((2/3) * 122,13 * \tan(30^\circ) / 1,10 + (1/3) * 45,0)$$

$$\mu_{Gleit} = 0,18 [-]$$

Die Nachweise sind erfüllt!

In der folgenden Tabelle sind die Ausnutzungsgrade der verschiedenen Nachweise dargestellt.
Tabelle 7-2: Ausnutzungsgrade der Berechnung im Teilabschnitt I Schnitt 1

Ausnutzungsgrad	Lastfälle	
	LK 3a	LK3b
EQU	0,03	0,02
Kippen	0,89	0,89
Gleiten	0,16	0,10
Gebrauchstauglichkeit	0,18	0,18
Grundbruch	0,232	0,168

7.1.3 Innere Tragfähigkeit

7.1.3.1 Vertikalbewehrung

Für die Bemessung der landseitigen vertikal Bewehrung wird der Niedrigwasserlastfall LK 3a angesetzt. Der Hochwasserlastfall HW3 wird für die Bemessung der wasserseitigen vertikal Bewehrung angesetzt. Die Schnittgrößen wurden mit Excel berechnet und können der Anlage A entnommen werden.

Einwirkungen Niedrigwasserlastfall 3a:

Schnittgrößen:

Querkraft:

$$Q_k = -5,21 \text{ kN/m}$$

$$Q_d = -6,52 \text{ kN/m}$$

Biegemoment:

$$M_k = -0,35 \text{ kNm/m}$$

$$M_d = -0,34 \text{ kNm/m}$$

Eigengewicht:

$$N_k = 40,625 \text{ kN/m}$$

$$N_d = 40,625 \text{ kN/m}$$

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 21
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Landseitige vertikale Bewehrung:

Aufgrund der geringen Beanspruchung im Lastfall LK 3a wird die Bewehrung analog zu dem Schnitt 2 im Teilbereich 1 gewählt.

Gewählt: $\varnothing 14/10 = 15,39 \text{ cm}^2/\text{m}$

Einwirkungen aus dem Hochwasserlastfall HW3:

Die maximale Beanspruchung der Wand resultiert im Hochwasserfall, da am Fußpunkt der Rampe.

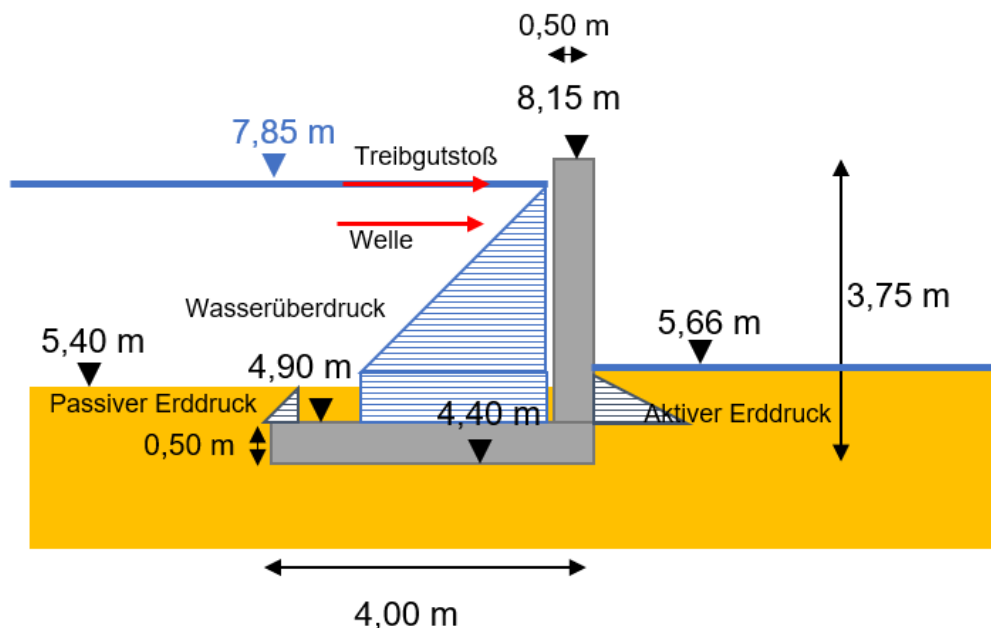


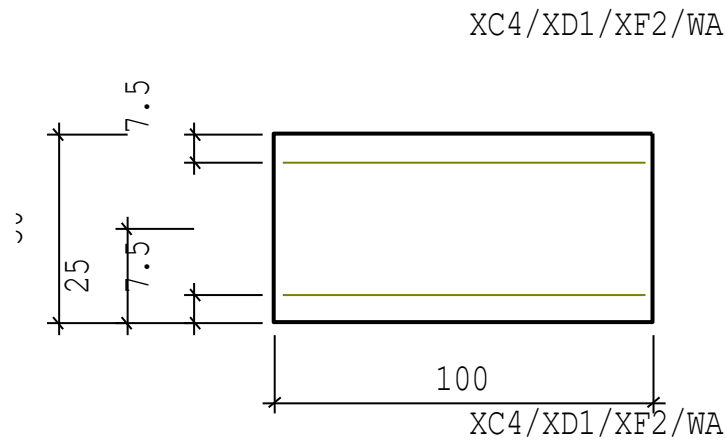
Abbildung 7-3: Querschnitt an der Unterkante der Rampe im Teilbereich I

Treibgutstoß:	$T_k = 100 \text{ kN}/(0,5 + 2 * 2,95)$	$T_k = 15,63 \text{ kN/m}$
Welle:		$W_k = 15,0 \text{ kN/m}$
Wasserüberdruck:	$Wa1_k = 0,5 * 10 \text{ kN/m}^3 * 2,19\text{m} * 2,19\text{m}$	$Wa1_k = 23,98 \text{ kN/m}$
	$Wa2_k = 22,9\text{kN/m}^2 * 0,76\text{m}$	$Wa2_k = 17,40 \text{ kN/m}$
Erdruehdruk:	$e_{agh} = 10 \text{ kN/m}^3 * 0,76\text{m} * 0,50$	$e_{agh} = 3,80 \text{ kN/m}^2$
	$E_{agh} = 3,80\text{kN/m}^2 * 0,66\text{m} * 0,5$	$E_{agh} = 1,25 \text{ kN/m}$
Passiver Erddruck:	$e_{pgh} = 10 \text{ kN/m}^3 * 0,50\text{m} * 5,00$	$e_{pgh} = 25,0 \text{ kN/m}^2$
	$E_{pgh} = 25 \text{ kN/m}^2 * 0,50\text{m} * 0,50$	$E_{agh} = 6,25 \text{ kN/m}$
Eigengewicht:	$G_k = 2,59\text{m} * 0,50\text{m} * 25,0 \text{ kN/m}^3 + 0,66\text{m} * 0,5\text{m} * 15,0 \text{ kN/m}^3$	$G_k = 37,325 \text{ kN/m}$

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
<u>Schnittgrößen</u> Normalkraft: $N_k = N_d = 37,33 \text{ kN/m}$ Querkraft: $Q_k = 15,63 \text{ kN/m} + 15 \text{ kN/m} + 23,98 \text{ kN/m} + 17,40 \text{ kN/m} + 6,25 \text{ kN/m} - 1,25 \text{ kN/m}$ $Q_k = Q_d = 77,01 \text{ kN/m}$ Biegemoment: $M_k = 15,63 * 2,95 \text{ m} + 15 * 2,45 \text{ m} + 23,98 * 1,49 \text{ m} + 17,40 * 0,38 \text{ m} + 6,25 * 0,16 - 1,25 * 0,25 \text{ m}$ $M_k = M_d = 125,88 \text{ kNm/m}$ <u>Wasserseitige vertikale Bewehrung:</u> Nachweis im GZT und GZG Position: Teilabschnitt I Schnitt 1 (HW3) Stahlbetonbemessung B2 02/20A (Frilo R-2020-2/P04) BEMESSUNG nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 + EN 1992-1-1:2004/A1:2014 GZT: ständige/vorübergehende Bemessungssituation Längsbewehrung B500A $\gamma_s = 1.150 f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$ $k = 1.050 \quad \epsilon_{uk} = 25.0 \text{ o/oo}$ Bügelbewehrung=Längsbewehrung Beton C35/45 $\gamma_c = 1.50 f_{cd} = 19.83 \text{ N/mm}^2$ $\alpha_{cc} = 0.85 E_{cm} = 34000 \text{ N/mm}^2$ QUERSCHNITT Rechteck $b = 100.0 \text{ cm} \quad h = 50.0 \text{ cm}$ Bewehrung $d_{ob} = 7.5 \text{ cm} \quad d_{un} = 7.5 \text{ cm}$ Bruttoquerschnittswerte zu = 25.0 cm $A_c = 0.5000 \text{ m}^2 \quad I_c = 0.0104166 \text{ m}^4$ Druckkräfte und Druckspannungen sind negativ soweit im Nachweis nicht anders definiert			
Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 23
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

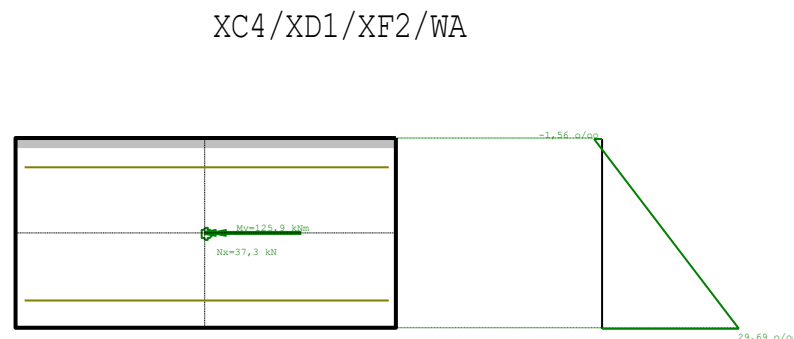
Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Maßstab 1 : 20



BIEGEBEMESSUNG		kd- Verfahren ($x/d < 0.450$)	
$N_{xd} =$	37.33 kN	$M_{yd} =$	125.88 kNm
$\epsilon_{1s} =$	-1.56‰	$\epsilon_{2s} =$	25.00‰
$x/d =$	0.06	$z/d =$	0.98
erforderlich:		$k_d =$	3.89
		$A_{su} =$	7.58 cm ²
		$A_{so} =$	0.00 cm ²
		$\mu =$	0.15 % (MinBg)

Maßstab 1 : 20



SCHUBBEMESSUNG - QUERKRAFT wie Platte			
Schubbügel rechtwinklig zur Bauteilachse			
$V_{Ed} =$	77.01 kN	$z/d =$	0.781 ($z < d - 3.0 \cdot c_{v0,l}; c_{v0,l} = c_{nomo,l}$)
$CR_{d,c} =$	0.10	$k_1 =$	0.12
$k_{vmin} =$	0.035	$v_{min} =$	0.45
$k =$	1.69	$VR_{d,c} =$	163.26 kN (6.2a)
$As_z =$	15.39 cm ²	$VR_{d,c} =$	188.85 kN (6.2b)
$VR_{d,cc} =$	261.82 kN	$\sigma_{cd} =$	-0.07N/mm ²
$\cot \Theta =$	1.00 (45.00 Grd.)		

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

SCHUBBEMESSUNG - QUERKRAFT wie Platte

$v1=0.750$	$\alpha_{cw}=1.00$
$VRd,max= 2469.25 \text{ kN}$	$aswV = 0.00 \text{ cm}^2/m$
$sl,max = 35.00 \text{ cm}$	$aswMin = 0.00 \text{ cm}^2/m \text{ maßgebend !!}$

BESCHRAENKUNG DER RISSBREITE

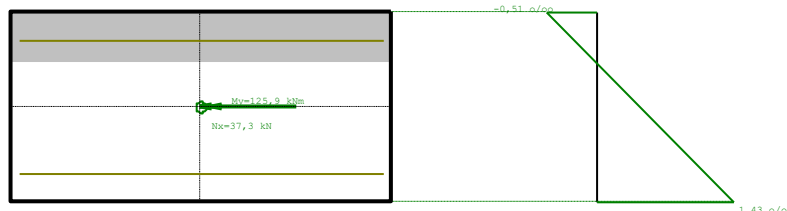
maßgebende Expositionsklasse XD1 $zul.wk = 0.25 \text{ mm}$ (nutzerdefiniert)

Rissbreitenbeschränkung unter Lastbeanspruchung

$f_{cteff} = 3.21 \text{ N/mm}^2$ (nach 28 Tagen)		
q.-stä. LK	$N_x = 37.3 \text{ kN}$	$M_y = 125.9 \text{ kNm}$
Zustand I	$\sigma_{bz} = 3.1 \text{ N/mm}^2$	
gewählt:	$A_{su} = 15.39 \text{ cm}^2$	$A_{so} = 0.00 \text{ cm}^2$
Dehn. $\phi = 2.68$	$\epsilon_1 = -0.51 \text{ o/oo}$	$\epsilon_2 = 1.43 \text{ o/oo}$
Wirkungszone A_s	$b_{un} = 100.0 \text{ cm}$	$h_{eff} = 12.3 \text{ cm}$
	$A_{ceff} = 0.12266 \text{ m}^2$	$p_{eff} = 1.3\%$
	$\sigma_s = 227.8 \text{ N/mm}^2$	$\Delta \epsilon = 0.683 \text{ o/oo}$
	$s_{rmax} = 365.8 \text{ mm}$ (Erstriss)	
	$D_{s,max} = 18.6 \text{ mm} \geq D_s = 14 \text{ mm}$	

Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA



XC4/XD1/XF2/WA

Wasserseitige vertikale Bewehrung:

Erforderliche Biegezugbewehrung:

$$A_{s,erf} = 7,58 \text{ cm}^2/m$$

Grenzdurchmesser:

$$\phi_s = 18,60 \text{ mm}$$

Gewählt:

$$\phi 14/10 = 15,39 \text{ cm}^2/m$$

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Durch Vergleichsrechnung geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 25
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

7.1.3.2 Längsbewehrung

Aufgrund der Annahme der monolithischen Bauweise ohne die Anordnung von Dehnfugen, wird der späte Zwang für die Längsbewehrung maßgebend. Für die Ermittlung der Längsbewehrung wird die erforderliche Bewehrung zur Begrenzung der Rissbreite auf $w_k = 0,20\text{mm}$ und $w_k = 0,30\text{mm}$ ermittelt und im Anschluss gemittelt. Der gemittelte Wert entspricht der erforderlichen Bewehrung zur Begrenzung der Rissbreite auf $w_k = 0,25\text{mm}$. Die Berechnung wurde mittels Excel geführt.

Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite bei Zwang

Nachweis für zentrischen Zwang bei dicken Bauteilen nach EC2-1-1:2011

Prof. Dr.-Ing. H. Hamfler - HCU Hamburg

Einzelnachweis		Auswahl/Eingabe		Einzelnachweis für Rechteckquerschnitt			
Rissbreite w_k	0,20 mm			Querschnitt eingeben:	Breite b [cm]	Höhe h [cm]	d_s [mm]
Betonfestigkeit	C 35/45			Rechteck	b ; h ; d_s	100	50
Zwangursache	im erhärteten Beton			Betondeckung	c [mm] =	60	
Beanspruchungsart	Zentrischer Zwang						
Zugfestigkeit $f_{ct,eff}$	3,210 N/mm ²			Maschenweite bei Matten	0	cm in Zugrichtung sonst = 0	
Erhärtung des Betons langsam: $f_{cm2}/f_{cm28} \leq 0,3$	normal erhärtend			Einfluss Kriechen ϕ	0		

Ergebnis		Z _{st} = 25,00 cm		Beiwerte:			
Regelbemessung	σ_{cs}	3,21	N/mm ²	x	0,00		
	σ_{ct}	3,21	N/mm ²	k	0,69		
Rissbreitenbegrenzung	$\sigma_{s1} = \sigma_{s2}$	196,26	N/mm ²	k_c	1,00	$F_{s,R}$	552,11 kN
	$A_{s1} = A_{s2}$	28,13	cm ²	A_{ct} [cm ²]	2500,00	w_k	0,20 mm
Für dicke Bauteile	$\sigma_{s1} = \sigma_{s2}$	196,26	N/mm ²			$F_{s,R}$	609,89 kN
	$A_{s1} = A_{s2}$	31,08	cm ²	A_{ceff} [cm ²]	1900,00	w_k	0,20 mm
Mindestwert	$\sigma_{s1} = \sigma_{s2}$	500,00	N/mm ²			$F_{s,R}$	552,11 kN
	$A_{s1} = A_{s2}$	11,04	cm ²	A_{ct} [cm ²]	2500,00		
maßgebend		min $A_{s1} = A_{s2} = 28,13 \text{ cm}^2$					

Bemerkungen: Nachweis nach EC2-1-1/NA:2011 - NCI zu 7.3.2 - NA.5

Stand: 02.03.2012

Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite bei Zwang

Nachweis für zentrischen Zwang bei dicken Bauteilen nach EC2-1-1:2011

Prof. Dr.-Ing. H. Hamfler - HCU Hamburg

Einzelnachweis		Auswahl/Eingabe		Einzelnachweis für Rechteckquerschnitt			
Rissbreite w_k	0,30 mm			Querschnitt eingeben:	Breite b [cm]	Höhe h [cm]	d_s [mm]
Betonfestigkeit	C 35/45			Rechteck	b ; h ; d_s	100	50
Zwangursache	im erhärteten Beton			Betondeckung	c [mm] =	60	
Beanspruchungsart	Zentrischer Zwang						
Zugfestigkeit $f_{ct,eff}$	3,210 N/mm ²			Maschenweite bei Matten	0	cm in Zugrichtung sonst = 0	
Erhärtung des Betons langsam: $f_{cm2}/f_{cm28} \leq 0,3$	normal erhärtend			Einfluss Kriechen ϕ	0		

Ergebnis		Z _{st} = 25,00 cm		Beiwerte:			
Regelbemessung	σ_{cs}	3,21	N/mm ²	x	0,00		
	σ_{ct}	3,21	N/mm ²	k	0,69		
Rissbreitenbegrenzung	$\sigma_{s1} = \sigma_{s2}$	240,37	N/mm ²	k_c	1,00	$F_{s,R}$	552,11 kN
	$A_{s1} = A_{s2}$	22,97	cm ²	A_{ct} [cm ²]	2500,00	w_k	0,30 mm
Für dicke Bauteile	$\sigma_{s1} = \sigma_{s2}$	240,37	N/mm ²			$F_{s,R}$	609,89 kN
	$A_{s1} = A_{s2}$	25,37	cm ²	A_{ceff} [cm ²]	1900,00	w_k	0,30 mm
Mindestwert	$\sigma_{s1} = \sigma_{s2}$	500,00	N/mm ²			$F_{s,R}$	552,11 kN
	$A_{s1} = A_{s2}$	11,04	cm ²	A_{ct} [cm ²]	2500,00		
maßgebend		min $A_{s1} = A_{s2} = 22,97 \text{ cm}^2$					

Bemerkungen: Nachweis nach EC2-1-1/NA:2011 - NCI zu 7.3.2 - NA.5

Stand: 02.03.2012

Erforderliche Längsbewehrung beidseitig.

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Durch Vergleichsrechnung geprüft	Seite 26
230112_HWS Bremen Vegesack		Prüfung, Dr.-Ing. R. EUSANI	Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Längsbewehrung:

$A_{s,erf} = (28,13 + 22,97)/2$
 $A_{s,erf} = 25,55 \text{ cm}^2/m$

Gewählt:

$\varnothing 20/10 \text{ } A_{s,vorh} = 31,42 \text{ cm}^2/m$

7.1.4

Geländebruch

Der Nachweis gegen Geländebruch wurde mittels GGU-Stability geführt, die die Ausnutzung im Lastfall LK 3a beträgt $\mu = 0,43 [-]$. Die Vollständige Berechnung kann der Anlage A entnommen werden.

7.1.5

Setzung

Aufgrund der Vorgeschichte des Hafens können große Setzungserscheinungen ausgeschlossen werden. Wie im Kapitel 1.3 beschrieben wurde das Hafengelände abgegraben, für den Schnitt 1 greift der Querschnitt Q3. Im Mittel lag das Höhenniveau auf NHN 6,125 m wodurch eine Sohlpressung von $\sigma = (6,125 - 4,40) \cdot 18 \text{ kN/m}^3 = 31,05 \text{ kN/m}^2$ als unbedenklich eingestuft werden kann. Die mittlere Sohlpressung im Schnitt 1 ergibt sich zu $\sigma_m = (57,72 + 3,34)/2 = 30,53 \text{ kN/m}^2$. Die vollständige Berechnung der Sohlpressung kann der Anlage A entnommen werden.

7.2

Teilbereich I, Schnitt 2

Die vollständige Berechnung der äußeren Tragfähigkeit kann dem Anlage B entnommen werden.

7.2.1

Geometrie

Die Abmessungen und die Geometrie können der folgenden Tabelle sowie der folgenden Abbildung entnommen werden. Das maßgebende Bodenbemessungsprofil für den Teilbereich Schnitt 2 ist DS 284.

Tabelle 7-3: Abmessung der Winkelstützmauer im Schnitt 2

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	6,30	m NHN
GOK wasserseitig	4,90	m NHN
OK Sporn	4,40	m NHN
UK Sporn	3,90	m NHN
Höhe Wand	3,75	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	3,50	m
Sporndicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,00	m

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 27
----------	---------------------------------	--	----------

230112 HWS Bremen Vegesack

Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

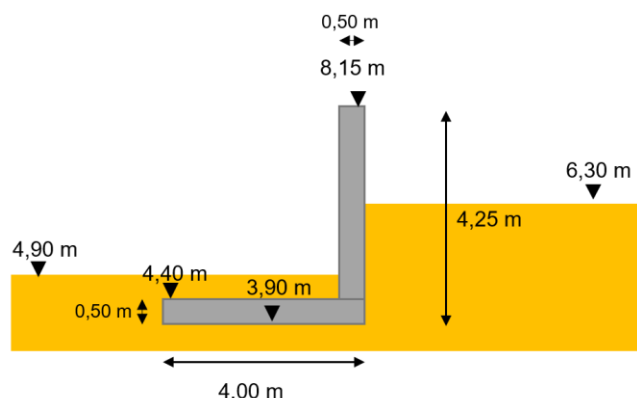


Abbildung 7-4: Abmessung der Winkelstützmauer im Teilbereich I Schnitt 2

7.2.2 Äußere Tragfähigkeit

Die Nachweise der äußeren Tragsicherheit der Winkelstützmauer wurden mit Excel berechnet. Die vollständige Berechnung kann der Anlage B entnommen werden. Die Grundbruchnachweise wurden mit GGU-Footing berechnet und können in der Anlage B eingesehen werden.

In der folgenden Tabelle sind die Ausnutzungsgrade der verschiedenen Nachweise dargestellt.

Tabelle 7-4: Ergebnisse des Teilbereiches I Schnitt 2

Ausnutzungsgrad	Lastfälle	
	LK 3a	LK3b
EQU	0,10	0,08
Kippen	0,70	0,74
Gleiten	0,36	0,27
Gebrauchstauglichkeit	0,42	0,45
Grundbruch	0,30	0,22

7.2.3 Innere Tragfähigkeit

Für die Bemessung der erforderlichen Bewehrung wird unterschieden in landseitige und wasserseitige Bewehrungslage. Für die wasserseitige Bewehrungslage wird der Niedrigwasserlastfall LK 3a maßgebend und für die landseitige Vertikalbewehrung der Hochwasserlastfall HW 3.

7.2.3.1 Vertikalbewehrung

Einwirkungen Niedrigwasserlastfall 3a:

Die Einwirkungen können der Anlage B entnommen werden.

Schnittgrößen:

Querkraft:

$$Q_k = 22,20 \text{ kN/m}$$

$$Q_d = 32,56 \text{ kN/m}$$

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 28
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
Biegemoment: $M_k = 66,64 \text{ kNm/m}$ $M_d = 98,71 \text{ kNm/m}$ Eigengewicht: $N_k = 3,75 \text{ m} * 0,50 \text{ m} * 25,0 \text{ kN/m}^3$ $N_k = 46,875 \text{ kN/m}$ $N_d = N_k * 1,0$ $N_d = 46,875 \text{ kN/m}$ <u>Landseitige vertikale Bewehrung:</u> Nachweis im GZT und GZG Position: Teilabschnitt I Schnitt 2 (LK3a) Stahlbetonbemessung B2 02/20A (Frilo R-2020-2/P04) BEMESSUNG nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 + EN 1992-1-1:2004/A1:2014 GZT: ständige/vorübergehende Bemessungssituation Längsbewehrung B500A $\gamma_s = 1.150 f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$ $k = 1.050$ $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ o/oo}$ Bügelbewehrung=Längsbewehrung Beton C35/45 $\gamma_c = 1.50 f_{cd} = 19.83 \text{ N/mm}^2$ $\alpha_{cc} = 0.85 E_{cm} = 34000 \text{ N/mm}^2$ Anforderungen Dauerhaftigkeit: Betonangriff XF2/WA Bewehrungskorrosion XC4/XD1 Mindestbetonklasse C 35/45 Bügel $d_{s,b} = 8 \text{ mm}$ Längsbewehrung $d_{s,l} = 14 \text{ mm}$ Vorhaltemaß $\Delta C_{dev} = 15 \text{ mm}$ Bügel $c_{min,b} = 40 \text{ mm}$ Betondeckung $c_{nom,b} = 55 \text{ mm}$ Längsbewehrung $c_{min,l} = 40 \text{ mm}$ Betondeckung $c_{nom,l} = 63 \text{ mm} *1$ Verlegemaß Bügel $c_{v,b} = 55 \text{ mm}$ zul. Rissbreite $w_{max} = 0.25 \text{ mm} *3$ *1: mit $c_{min,b}$ *3: nutzerdef. Kriechzahl und Schwindmaß wirksame Bauteildicke $h_0 = 33.3 \text{ cm}$ Luftfeuchte LU = 50 % Zement Typ N,R Normalbeton $f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$ Belastungsalter $t_0 = 5 \text{ Tage}$ $t = \text{unendlich}$ Kriechzahl $\phi(t_0, t) = 2.68$ Schwindmaß $\epsilon_{cs}(t) = -0.40 \text{ ‰}$ QUERSCHNITT Rechteck $b = 100.0 \text{ cm}$ $h = 50.0 \text{ cm}$ Bewehrung $d_{ob} = 7.5 \text{ cm}$ $d_{un} = 7.5 \text{ cm}$			
Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 29
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

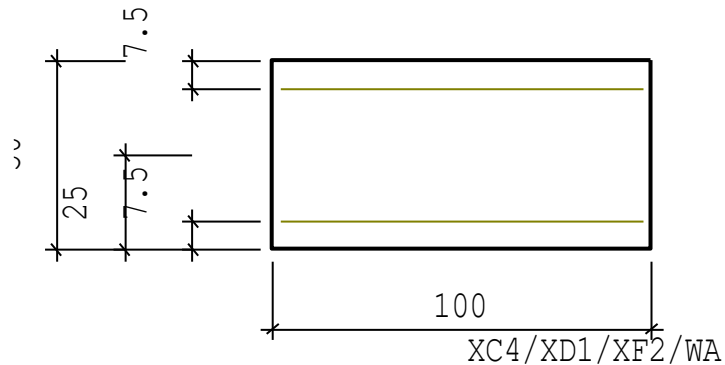
Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Bruttoquerschnittswerte

zu = 25.0 cm $A_c = 0.5000 \text{ m}^2$ $I_c = 0.0104166 \text{ m}^4$

Druckkräfte und Druckspannungen sind negativ soweit im Nachweis nicht anders definiert
Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA



BIEGEBEMESSUNG		kd- Verfahren ($x/d < 0.450$)	
$N_{xd} =$	46.88 kN	$M_{yd} =$	98.71 kNm
$\epsilon_{1s} =$	-1.32 ‰	$\epsilon_{2s} =$	25.00 ‰
$x/d =$	0.05	$z/d =$	0.98
erforderlich:		$A_{su} =$	7.73 cm ²
		$\mu =$	0.15 % (MinBg)
		$A_{so} =$	0.00 cm ²

Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA



XC4/XD1/XF2/WA

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

SCHUBBEMESSUNG - QUERKRAFT wie Platte

Schubbügel rechtwinklig zur Bauteilachse

VEd	=	32.56 kN	z/d	=	0.781 (z < d-3.0-C _{vo,I} ; C _{vo,I} =C _{nomo,I})
CRd,c	=	0.10	k1	=	0.12 $\sigma_{cp} = -0.09 \text{ N/mm}^2$
kvmin	=	0.035	vmin	=	0.45
k	=	1.69	VRd,c	=	145.98 kN (6.2a)
Asz	=	11.31 cm ²	VRd,c	=	187.87 kN (6.2b)
VRd,cc	=	262.12 kN	σ_{cd}	=	-0.09 N/mm ²
cot Θ	=	1.00 (45.00 Grd.)			
v1	=	0.750	α_{cw}	=	1.00
VRd,max	=	2469.25 kN	aswV	=	0.00 cm ² /m
sl,max	=	35.00 cm	aswMin	=	0.00 cm ² /m maßgebend !!

BESCHRAENKUNG DER RISSBREITE

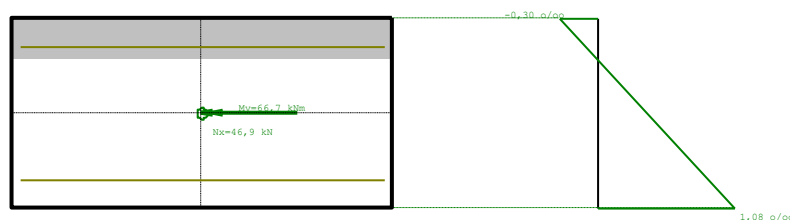
maßgebende Expositionsklasse XD1 zul.wk = 0.25 mm (nutzerdefiniert)

Rissbreitenbeschränkung unter Lastbeanspruchung

fcteff	=	3.21 N/mm ² (nach 28 Tagen)			
q.-stä. LK		Nx = 46.9 kN	My =	66.7 kNm	
Zustand I		$\sigma_{bz} = 1.7 \text{ N/mm}^2$			
gewählt:		Asu = 11.31 cm ²	Aso =	0.00 cm ²	
Dehn. $\phi = 2.68$		$\epsilon_1 = -0.30 \text{ o/oo}$	$\epsilon_2 = 1.08 \text{ o/oo}$		
Wirkungszone As		bun = 100.0 cm	heff =	13.0 cm	
		Aceff = 0.13045 m ²	peff =	0.9%	
		$\sigma_s = 174.3 \text{ N/mm}^2$	$\Delta \epsilon =$	0.523 o/oo	
		srmax = 478.0 mm (Erstriss)			
		Ds,max = 31.7 mm	$\geq D_s =$	14 mm	

Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA



XC4/XD1/XF2/WA

Erforderliche Biegezugbewehrung:

$$A_{s,erf} = 7,73 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Grenzdurchmesser:

$$\phi_s = 87,80 \text{ mm}$$

Gewählt:

$$\phi 14/12,5 = 12,32 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Durch Vergleichsrechnung geprüft Prüfung: Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 31
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Wasserseitige vertikale Bewehrung:

Nachweis im GZT und GZG

Position: Teilabschnitt I Schnitt 2 (HW3)

Stahlbetonbemessung B2 02/20A (Frilo R-2020-2/P04)

BEMESSUNG nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 + EN 1992-1-1:2004/A1:2014

GZT: ständige/vorübergehende Bemessungssituation

Längsbewehrung B500A $\gamma_s = 1.150 f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$
 $k = 1.050 \quad \epsilon_{uk} = 25.0 \text{ o/oo}$

Bügelbewehrung=Längsbewehrung

Beton C35/45 $\gamma_c = 1.50 f_{cd} = 19.83 \text{ N/mm}^2$
 $\alpha_{cc} = 0.85 E_{cm} = 34000 \text{ N/mm}^2$

QUERSCHNITT

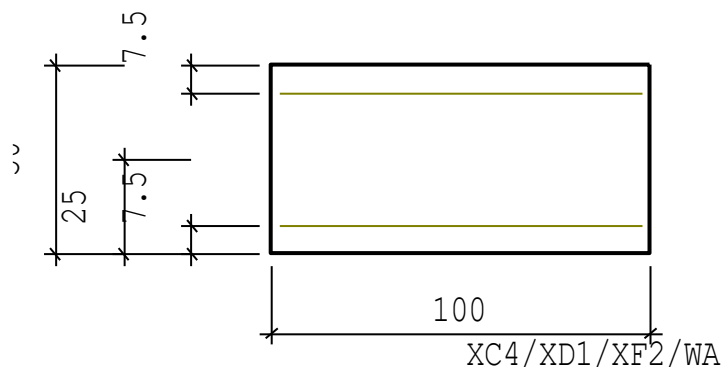
Rechteck $b = 100.0 \text{ cm} \quad h = 50.0 \text{ cm}$
 Bewehrung $d_{ob} = 7.5 \text{ cm} \quad d_{un} = 7.5 \text{ cm}$

Bruttoquerschnittswerte

zu = 25.0 cm $A_c = 0.5000 \text{ m}^2 \quad I_c = 0.0104166 \text{ m}^4$

Druckkräfte und Druckspannungen sind negativ soweit im Nachweis nicht anders definiert
 Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA



BIEGEBEMESSUNG		kd- Verfahren ($x/d < 0.450$)	
$N_{xd} = 37.38 \text{ kN}$	$M_{yd} = 153.43 \text{ kNm}$		
$\epsilon_{1s} = -1.79 \text{ o/oo}$	$\epsilon_{2s} = 25.00 \text{ o/oo}$		
$x/d = 0.07$	$z/d = 0.98$	$k_d = 3.51$	
erforderlich:	$A_{su} = 8.58 \text{ cm}^2$	$A_{so} = 0.00 \text{ cm}^2$	
	$\mu = 0.17 \%$		

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

BIEGEBEMESSUNG kd-Verfahren ($x/d < 0.450$)

Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA



XC4/XD1/XF2/WA

SCHUBBEMESSUNG - QUERKRAFT wie Platte

Schubbügel rechtwinklig zur Bauteilachse

VEd	=	66.72 kN	z/d	=	0.781	(z < d-3.0-C _{vo,l} ; C _{vo,l} =C _{nomo,l})
CRd,c	=	0.10	k1	=	0.12	$\sigma_{cp} = -0.07 \text{ N/mm}^2$
kvmin	=	0.035	vmin	=	0.45	
k	=	1.69	VRd,c	=	163.25 kN	(6.2a)
Asz	=	15.39 cm ²	VRd,c	=	188.84 kN	(6.2b)
VRd,cc	=	261.82 kN	σ_{cd}	=	-0.07 N/mm ²	
cot Θ	=	1.00	(45.00 Grd.)			
v1	=	0.750	α_{cw}	=	1.00	
VRd,max	=	2469.25 kN	aswV	=	0.00 cm ² /m	
sl,max	=	35.00 cm	aswMin	=	0.00 cm ² /m maßgebend !!	

BESCHRAENKUNG DER RISSBREITE

maßgebende Expositionsklasse XD1 zul.wk = 0.25 mm (nutzerdefiniert)

Rissbreitenbeschränkung unter Lastbeanspruchung

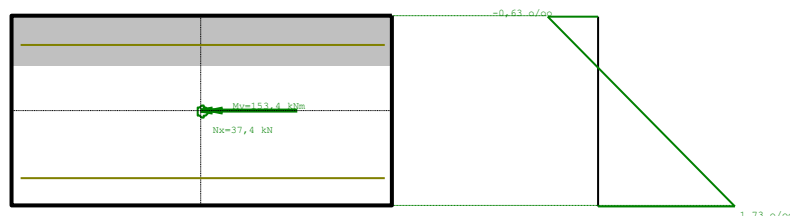
fcteff	=	3.21 N/mm ²	(nach 28 Tagen)		
q.-stä. LK		Nx	=	37.4 kN	My = 153.4 kNm
Zustand I		σ_{bz}	=	3.8 N/mm ²	
gewählt:		Asu	=	15.39 cm ²	Aso = 0.00 cm ²
Dehn. $\phi = 2.68$		ϵ_1	=	-0.63 o/oo	$\epsilon_2 = 1.73 \text{ o/oo}$
Wirkungszone As		bun	=	100.0 cm	heff = 12.2 cm
		Aceff	=	0.12229 m ²	peff = 1.3%
		σ_s	=	275.0 N/mm ²	$\Delta \epsilon = 0.825 \text{ o/oo}$
		srmax	=	303.0 mm	(Erstriss)
		Ds,max	=	13.7 mm	< Ds = 14 mm !

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Rissbreitenbeschränkung unter Lastbeanspruchung

Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA



XC4/XD1/XF2/WA

Erforderliche Biegezugbewehrung:

$$A_{s,erf} = 8,58 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Grenzdurchmesser:

$$\phi_s = 13,70 \text{ mm}$$

Gewählt:

$$\phi 14/10 = 15,39 \text{ cm}^2/\text{m}$$

7.2.3.2 Längsbewehrung

Im Fall der Winkelstützmauer im Schnitt 2 des Teilabschnittes wird die gleiche Dicke angenommen wie in Schnitt 2 (siehe Kapitel 7.1). Da sich die Abmessungen für den Nachweis des späten Zwanges nicht unterscheidet wird die gleiche Bewehrung wie im Teilabschnitt I Schnitt 2 gewählt.

Gewählt:

$$\phi 20/10 \quad A_{s,vorh} = 31,42 \text{ cm}^2/\text{m}$$

7.2.4 Geländebruch

Der Nachweis gegen Geländebruch wurde mit dem Programm GGU-Stability [P.1] geführt, maßgebend für den Nachweis wird der Lastfall 3a. Die Ausnutzung gegen Geländebruch beträgt $\mu = 0,50 [-]$, der Nachweis kann der Anlage B entnommen werden.

7.2.5 Setzung

Setzungserscheinungen können aufgrund der Vorgeschichte des Baufeldes ausgeschlossen werden, sollte die mittlere Sohlpressung eine Spannung von $\sigma = 30 - 33 \text{ kN/m}^2$ nicht überschreiten.

Der Grenzwert der Sohlpressung ergibt sich anhand der früheren Geländeoberkante von NHN +5,20 m.

$$\sigma = (5,20\text{m} - 3,35\text{m}) * 18 \text{ kN/m}^3 \quad \sigma = 33,3 \text{ kN/m}^2$$

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 35
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Die Sohlspannungen aus dem Lastfall LK3a unter Berücksichtigung der ständigen und veränderlichen Einwirkungen betragen $\sigma_1 = 55,69 \text{ kN/m}^2$ und $\sigma_2 = 8,50 \text{ kN/m}^2$, diese Werte können der Anlage B entnommen werden. Somit beträgt die mittlere Sohlspannung $\sigma_m = 32 \text{ kN/m}^2$, es kann davon ausgegangen werden dass keine zusätzlichen Setzungserscheinungen auftreten, da der vorliegende Boden für eine solche Belastung konsolidiert ist.

7.3 Teilbereich I, Schnitt 3

7.3.1 Geometrie

In der folgenden Tabelle und der folgenden Abbildung ist der Aufbau der Winkelstützwand im Teilabschnitt I Schnitt 3 zu entnehmen.

Tabelle 7-5: Abmessung der Winkelstützwand

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,70	m NHN
GOK wasserseitig	4,35	m NHN
OK Sporn	3,85	m NHN
UK Sporn	3,35	m NHN
Höhe Wand	4,30	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	4,00	m
Sporndicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,50	m

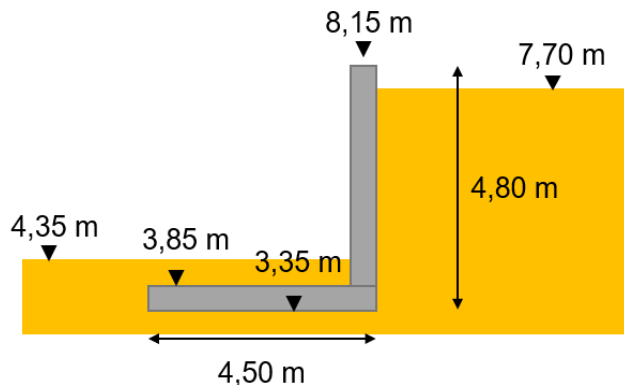


Abbildung 7-6: Geometrie der Winkelstützwand

7.3.2 Äußere Tragfähigkeit

Die Nachweise der äußeren Tragfähigkeit wurden bis auf den Grundbruchnachweis wurden mit Excel berechnet. Die vollständige Berechnung kann der Anlage C entnommen werden. Der Grundbruchnachweis wurde mit Hilfe des Programms GGU-Stability geführt, dabei wurde der Grundbruch nach dem Lamellen Verfahren nach Bishop berechnet. Dieses war notwendig, da die Bedingung $\tan(\delta) \geq \phi'$ nicht eingehalten ist, wodurch eine genauere Bruchfigur zu betrachten ist.

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Tabelle 7-6: Ergebnisse der äußeren Tragfähigkeit

Ausnutzungsgrad	Lastfälle	
	LK 3a	LK3b
EQU	0,38	0,29
Kippen	0,03	0,03
Gleiten	0,91	0,62
Gebrauchstauglichkeit	1,00	1,00
Grundbruch	0,27	0,43

7.3.3 Innere Tragfähigkeit

Bei der Biegebemessung wird der Niedrigwasserlastfall 3a und der Hochwasserlastfall HW3 berücksichtigt, da in diesem die maximalen Momente auftreten.

7.3.3.1 Vertikalbewehrung

Für die Bemessung der landseitigen vertikal Bewehrung wird der Niedrigwasserlastfall LK 3a angesetzt. Der Hochwasserlastfall HW3 wird für die Bemessung der wasserseitigen vertikal Bewehrung angesetzt. Die Schnittgrößen wurden mit Excel berechnet und können der Anlage C entnommen werden.

Einwirkungen Niedrigwasserlastfall 3a:

Schnittgrößen:

Querkraft:

$$Q_k = 91,70 \text{ kN/m}$$

$$Q_d = 129,25 \text{ kN/m}$$

Biegemoment:

$$M_k = 150,15 \text{ kNm/m}$$

$$M_d = 212,74 \text{ kNm/m}$$

Eigengewicht:

$$N_k = 53,75 \text{ kN/m}$$

$$N_d = 53,75 \text{ kN/m}$$

Landseitige vertikale Bewehrung:

Nachweis im GZT und GZG

Position: Teilabschnitt I Schnitt 3 (LK3a)

Stahlbetonbemessung B2 02/20A (Frilo R-2020-2/P04)

BEMESSUNG nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 + EN 1992-1-1:2004/A1:2014

GZT: ständige/vorübergehende Bemessungssituation

Längsbewehrung B500A $\gamma_s = 1.150 f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$
 $k = 1.050$ $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ o/oo}$

Bügelbewehrung=Längsbewehrung

Beton C35/45 $\gamma_c = 1.50 f_{cd} = 19.83 \text{ N/mm}^2$
 $\alpha_{cc} = 0.85 E_{cm} = 34000 \text{ N/mm}^2$

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	XF2/WA
Bewehrungskorrosion	XC4/XD1
Mindestbetonklasse	C 35/45
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 14 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta c_{dev} = 15 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 40 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 55 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 40 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 63 \text{ mm} \text{ *1}$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 55 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.25 \text{ mm} \text{ *3}$

*1: mit $c_{min,b}$
*3: nutzerdef.

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	$h_0 = 33.3 \text{ cm}$	
Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 5 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0,t) = 2.68$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.40 \text{ ‰}$	

QUERSCHNITT

Rechteck	$b = 100.0 \text{ cm}$	$h = 50.0 \text{ cm}$
Bewehrung	$d_{ob} = 7.5 \text{ cm}$	$d_{un} = 7.5 \text{ cm}$

Bruttoquerschnittswerte

zu = 25.0 cm $A_c = 0.5000 \text{ m}^2$ $I_c = 0.0104166 \text{ m}^4$

Druckkräfte und Druckspannungen sind negativ soweit im Nachweis nicht anders definiert
Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA

XC4/XD1/XF2/WA

Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 38
----------	---------------------------------	----------

230112 HWS Bremen Vegesack

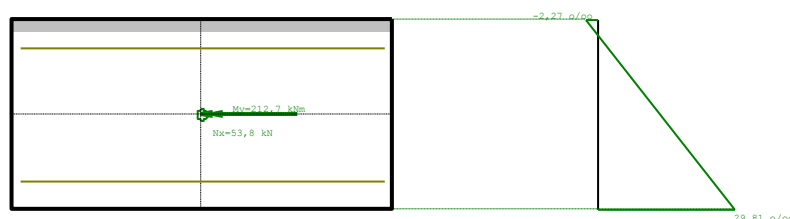
Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

BIEGEBEMESSUNG			
kd- Verfahren ($x/d < 0.450$)			
$N_{xd} = 53.75$ kN	$M_{yd} = 212.74$ kNm		
$\epsilon_1 = -2.270/00$	$\epsilon_2 = 25.000/00$		
$x/d = 0.08$	$z/d = 0.97$	$k_d = 2.98$	
erforderlich:	$A_{su} = 12.00$ cm ²	$A_{so} = 0.00$ cm ²	
	$\mu = 0.24$ %		

Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA



XC4/XD1/XF2/WA

SCHUBBEMESSUNG - QUERKRAFT wie Platte			
Schubbügel rechtwinklig zur Bauteilachse			
VEd	=	129.25 kN	z/d = 0.781 (z < d-3.0·C _{v0,l} ; C _{v0,l} =C _{nomo,l})
CRd,c	=	0.10	k1 = 0.12 σ _{cp} =-0.11N/mm2
kvmin	=	0.035	vmin = 0.45
k	=	1.69	VRd,c = 161.58 kN (6.2a)
Asz	=	15.39 cm2	VRd,c = 187.17 kN (6.2b)
VRd,cc	=	262.33 kN	σ _{cd} =-0.11N/mm2
cot Θ	=	1.00 (45.00 Grd.)	
v1=0.750			α _{cw} =1.00
VRd,max=	2469.25 kN	aswV =	0.00 cm2/m
sl,max	= 35.00 cm	aswMin =	0.00 cm2/m maßgebend !!

BESCHRAENKUNG DER RISSBREITE

maßgebende Expositionsklasse XD1 zul.wk = 0.25 mm (nutzerdefiniert)

Rissbreitenbeschränkung unter Lastbeanspruchung			
$f_{cteff} = 3.21$ N/mm ² (nach 28 Tagen)			
q.-stä. LK	$N_x = 53.8$ kN	$M_y = 150.1$ kNm	
Zustand I	$\sigma_{bz} = 3.7$ N/mm ²		
gewählt:	$A_{su} = 15.39$ cm ²	$A_{so} = 0.00$ cm ²	
Dehn. $\phi = 2.68$	$\epsilon_1 = -0.610/00$	$\epsilon_2 = 1.720/00$	
Wirkungszone As	$bun = 100.0$ cm	$heff = 12.3$ cm	
	$A_{ceff} = 0.12308$ m ²	$peff = 1.3\%$	
	$\sigma_s = 274.7$ N/mm ²	$\Delta \epsilon = 0.824$ o/o	

Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 39
230112_HWS Bremen Vegesack		Rev. 00

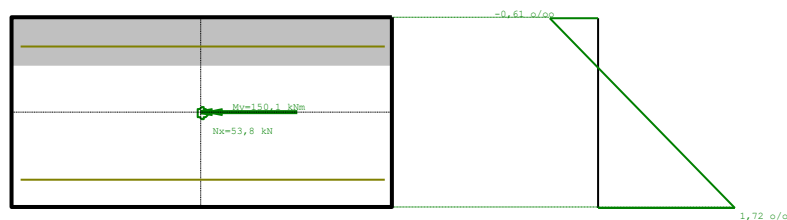
Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Rissbreitenbeschränkung unter Lastbeanspruchung

$$\begin{aligned} s_{\max} &= 303.4 \text{ mm (Erstriss)} \\ D_{s,\max} &= 13.7 \text{ mm} < D_s = 14 \text{ mm !} \end{aligned}$$

Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA



XC4/XD1/XF2/WA

Erforderliche Biegezugbewehrung:

$$A_{s,erf} = 12,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Grenzdurchmesser:

$$\phi_s = 13,70 \text{ mm}$$

Gewählt:

$$\phi 14/10 = 15,39 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Hochwasserlastfall HW3:

Die Einwirkungen können der Anlage C für den Lastfall HW 3 entnommen werden.

Wasserseitige vertikale Bewehrung:

Schnittgrößen:

Querkraft:

$$Q_k = Q_d = 20,77 \text{ kN/m}$$

Biegemoment:

$$M_k = M_d = 99,49 \text{ kNm/m}$$

Eigengewicht:

$$N_k = N_d = 36,0 \text{ kN/m}$$

Wasserseitige vertikale Bewehrung:

Nachweis im GZT und GZG

Position: Teilabschnitt I Schnitt 3 (HW3)

Stahlbetonbemessung B2 02/20A (Frilo R-2020-2/P04)

BEMESSUNG nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 + EN 1992-1-1:2004/A1:2014

GZT: ständige/vorübergehende Bemessungssituation

$$\begin{aligned} \text{Längsbewehrung} \quad B500A \quad \gamma_s &= 1.150 f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2 \\ k &= 1.050 \quad \epsilon_{uk} = 25.0 \text{ o/oo} \end{aligned}$$

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 40
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Bügelbewehrung=Längsbewehrung

Beton C35/45 $\gamma_c = 1.50 f_{cd} = 19.83 \text{ N/mm}^2$
 $\alpha_{cc} = 0.85 E_{cm} = 34000 \text{ N/mm}^2$

QUERSCHNITT

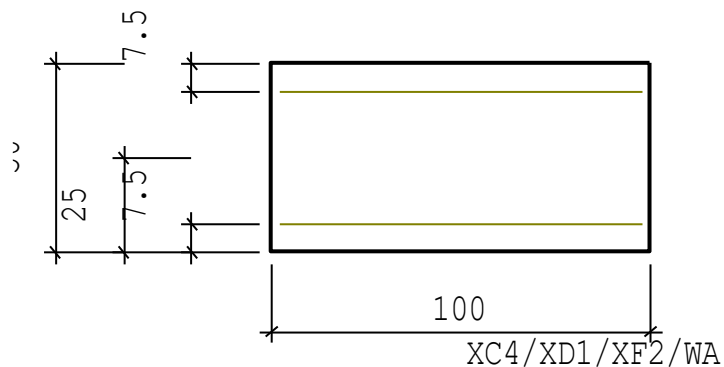
Rechteck $b = 100.0 \text{ cm}$ $h = 50.0 \text{ cm}$
 Bewehrung $d_{ob} = 7.5 \text{ cm}$ $d_{un} = 7.5 \text{ cm}$

Bruttoquerschnittswerte

zu = 25.0 cm $A_c = 0.5000 \text{ m}^2$ $I_c = 0.0104166 \text{ m}^4$

Druckkräfte und Druckspannungen sind negativ soweit im Nachweis nicht anders definiert
 Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA



BIEGEBEMESSUNG		kd- Verfahren ($x/d < 0.450$)	
$N_{xd} = 36.00 \text{ kN}$		$M_{yd} = 99.49 \text{ kNm}$	
$\epsilon_1 = -1.340/1000$		$\epsilon_2 = 25.000/1000$	
$x/d = 0.05$		$z/d = 0.98$	$k_d = 4.40$
erforderlich:		$A_{su} = 7.56 \text{ cm}^2$	$A_{so} = 0.00 \text{ cm}^2$
		$\mu = 0.15 \text{ \% (MinBg)}$	

Durch Vergleichsrechnung geprüft
 Prüfung: Dr.-Ing. R. EUSANI

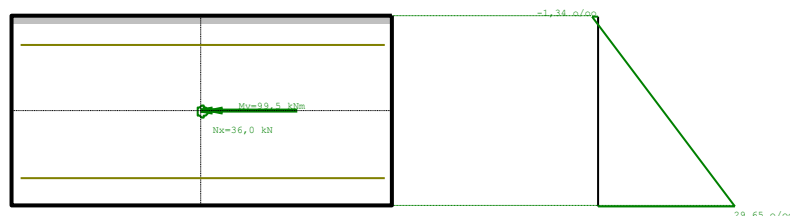
Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 41
230112_HWS Bremen Vegesack		Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

BIEGEBEMESSUNG kd-Verfahren ($x/d < 0.450$)

Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA



XC4/XD1/XF2/WA

SCHUBBEMESSUNG - QUERKRAFT wie Platte

Schubbügel rechtwinklig zur Bauteilachse

VEd	=	20.77 kN	z/d	=	0.781	(z < d-3.0-Cvo,l; Cvo,l=Cnomo,l)
CRd,c	=	0.10	k1	=	0.12	$\sigma_{cp} = -0.07 \text{ N/mm}^2$
kvmin	=	0.035	vmin	=	0.45	
k	=	1.69	VRd,c	=	151.45 kN	(6.2a)
Asz	=	12.32 cm ²	VRd,c	=	188.98 kN	(6.2b)
VRd,cc	=	261.77 kN	σ_{cd}	=	-0.07 N/mm ²	
cot Θ	=	1.00	(45.00 Grd.)			
v1	=	0.750	α_{cw}	=	1.00	
VRd,max	=	2469.25 kN	aswV	=	0.00 cm ² /m	
sl,max	=	35.00 cm	aswMin	=	0.00 cm ² /m maßgebend !!	

BESCHRAENKUNG DER RISSBREITE

maßgebende Expositionsklasse XD1 zul.wk = 0.25 mm (nutzerdefiniert)

Rissbreitenbeschränkung unter Lastbeanspruchung

fcteff	=	3.21 N/mm ²	(nach 28 Tagen)		
q.-stä. LK		Nx	=	36.0 kN	My = 99.5 kNm
Zustand I		σ_{bz}	=	2.5 N/mm ²	
gewählt:		Asu	=	12.32 cm ²	Aso = 0.00 cm ²
Dehn. $\phi = 2.68$		ϵ_1	=	-0.44 o/oo	$\epsilon_2 = 1.40 \text{ o/oo}$
Wirkungszone As		bun	=	100.0 cm	heff = 12.7 cm
		Aceff	=	0.12696 m ²	peff = 1.0%
		σ_s	=	225.5 N/mm ²	$\Delta \epsilon = 0.677 \text{ o/oo}$
		srmax	=	369.5 mm	(Erstriss)
		Ds,max	=	18.9 mm	$\geq D_s = 14 \text{ mm}$

Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

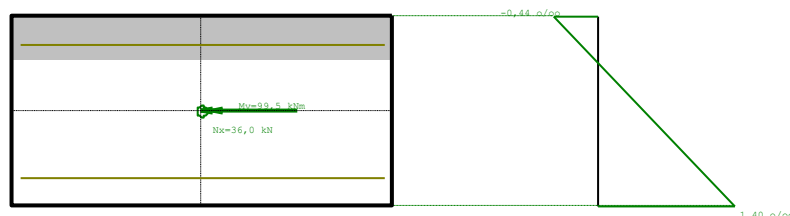
Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 42
230112_HWS Bremen Vegesack		Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Rissbreitenbeschränkung unter Lastbeanspruchung

Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA



XC4/XD1/XF2/WA

Wasserseitige Vertikalbewehrung:

Erforderliche Biegezugbewehrung:

$$A_{s,erf} = 7,56 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Grenzdurchmesser:

$$\phi_s = 18,90 \text{ mm}$$

Gewählt:

$$\phi 14/12,5 = 12,32 \text{ cm}^2/\text{m}$$

7.3.3.2 Längsbewehrung

Im Fall der Winkelstützwand im Schnitt 3 des Teilabschnittes wird die gleiche Dicke angenommen wie in Schnitt 1 (siehe Kapitel 7.1). Da sich die Abmessungen für den Nachweis des späten Zwanges nicht unterscheidet wird die gleiche Bewehrung wie im Teilabschnitt I Schnitt 1 gewählt.

Gewählt:

$$\phi 20/10 \quad A_{s,vorh} = 31,42 \text{ cm}^2/\text{m}$$

7.3.4 Geländebruch

Der Geländebruchnachweis ist eingehalten mit einer Ausnutzung von $\mu = 0,70$ [–]. Der Nachweis wurde mit dem Programm GGU-Stability für den maßgebenden Lastfall LK 3a geführt und kann der Anlage C entnommen werden.

7.3.5 Setzung

Auf eine genaue Setzungsberechnung kann verzichtet werden, da die mittlere Sohlpressung unter Berücksichtigung der ständigen und veränderlichen Lasten die Spannung von $\sigma = 33,0 \text{ kN/m}^2$ (siehe Kapitel 7.2.5) nicht überschreitet. Dadurch fällt die Belastung nicht größer aus als die Belastung, für die der Vorliegende Baugrund konsolidiert ist. Die Ergebnisse der Sohlspannungen können der Anlage C entnommen werden und diese betragen $\sigma_1 = 31,49 \text{ kN/m}^2$ und $\sigma_2 = 33,40 \text{ kN/m}^2$, daraus ergibt sich eine mittlere Sohlspannung von $\sigma_m = 32,45 \text{ kN/m}^2$.

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 43
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

7.4 Teilbereich II u. III, Schnitt 4

7.4.1 Geometrie

Die Abmessungen der Winkelstützwand können der Tabelle 7-7 entnommen werden, eine Skizze des Ausbaues ist in der Abbildung 7-7 dargestellt. Das betrachtete Bodenprofil im Teilbereich II und III, ist das Profil DS 285.

Tabelle 7-7: Abmessungen der Winkelstützwand

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,70	m NHN
GOK wasserseitig	4,35	m NHN
OK Sporn	3,85	m NHN
UK Sporn	3,35	m NHN
Höhe Wand	4,30	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	4,00	m
Sporndicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,50	m

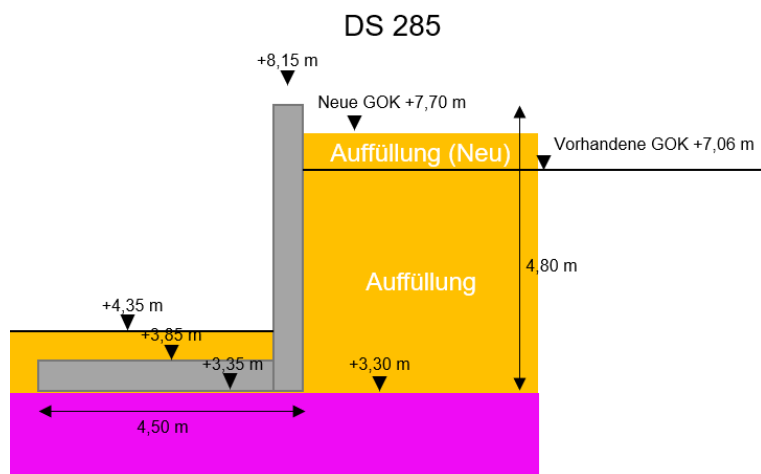


Abbildung 7-7: Ausbau der Winkelstützwand

7.4.2 Äußere Tragfähigkeit

Die Nachweise der äußeren Tragfähigkeit der Winkelstützmauer können der Tabelle 7-8 entnommen werden. Die Vollständige Berechnung der einzelnen Nachweise ist in der Anlage D einzusehen. Die Berechnung der Nachweise wurde mit Excel geführt, bis auf den Grundbruch Nachweis, dieser wurde mit GGU-Stability geführt nach der DIN 4084. Es galt den Grundbruchnachweis nach der DIN 4084 zu führen, da die Bedingung $\tan(\delta) \geq \varphi'$ nicht eingehalten wurde, weshalb eine genauere Betrachtung des Bruchkörpers erforderlich wird, siehe Anlage D.

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 44
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Tabelle 7-8: Ausnutzungsgerade der Winkelstützmauer im Teilbereich II und III

Ausnutzungsgrad	Lastfälle	
	LK 3a	LK3b
EQU	0,38	0,29
Kippen	0,03	0,17
Gleiten	0,91	0,62
Gebrauchstauglichkeit	1,00	1,00
Grundbruch	0,74	0,77

7.4.3 Innere Tragfähigkeit

Bei der Biegebemessung wird der Niedrigwasserlastfall 3a und der Hochwasserlastfall HW3 berücksichtigt, da in diesem die maximalen Momente auftreten. Vereinfacht werden die Momente aus der Berechnung der äußeren Standsicherheit infolge Erddruck, Welle und Treibgutstoß.

7.4.3.1 Vertikalbewehrung

Die Einwirkungen können der Anlage D entnommen werden.

Einwirkungen Niedrigwasserlastfall 3a:

Schnittgrößen:

Querkraft:

$$Q_k = 91,70 \text{ kN/m}$$

$$Q_d = 129,25 \text{ kN/m}$$

Biegemoment:

$$M_k = 150,15 \text{ kNm/m}$$

$$M_d = 212,74 \text{ kNm/m}$$

Eigengewicht:

$$N_k = 53,75 \text{ kN/m}$$

$$N_d = 53,75 \text{ kN/m}$$

Niedrigwasserlastfall HW3:

Wasserseitige vertikale Bewehrung:

Schnittgrößen:

Querkraft:

$$Q_k = Q_d = 20,77 \text{ kN/m}$$

Biegemoment:

$$M_k = M_d = 99,49 \text{ kNm/m}$$

Eigengewicht:

$$N_k = N_d = 36,0 \text{ kN/m}$$

Auf Grundlage des gleichen Bodenaufbaus bis zum Anschnitt zur Sohle ergeben sich im Teilbereich I Schnitt 4 die gleichen Schnittgrößen für die Biegebemessung. In diesem Fall wird die gleiche Bewehrung angenommen wie aus der Bemessung aus Kapitel 7.3.3.

Die Bewehrung wird wie folgt gewählt:

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
Landseitige vertikale Bewehrung: $\varnothing 14/10 = 15,39 \text{ cm}^2/m$ Wasserseitige Vertikal Bewehrung: $\varnothing 14/12,5 = 12,32 \text{ cm}^2/m$ 7.4.3.2 Längsbewehrung Aufgrund der gleichen Abmessungen der Winkelstützwand, ergibt sich kein abweichender Einfluss auf die Nachweise gegen späten Zwang. Deshalb wird die Längsbewehrung analog zu dem Kapitel 7.2.3.2 gewählt. Gewählt: $\varnothing 20/10 \quad A_{s,vorh} = 31,42 \text{ cm}^2/m$ 7.4.4 Nachweis Geländebruch Der Nachweis gegen Geländebruch im Teilbereich II und III wurde mit Hilfe des Programms GGU-Stability geführt. Maßgebend wird der Lastfall LK3a und die Ausnutzung beträgt $\mu = 0,61 [-]$. Die vollständige Berechnung kann der Anlage D entnommen werden. 7.4.5 Setzung Bei der Betrachtung der Sohlpressungen der Winkelstützwand im Teilabschnitt II u. III wird davon ausgegangen, dass keine Setzungserscheinungen auftreten, da der vorliegende Baugrund auf Höhe der Gründungssohle, für die sich einstellende Neubelastung konsolidiert ist. Auf Grundlage der Vorgesichte des Baufeldes können mittlere Sohlpressungen von $\sigma_m = 33,0 \text{ kN/m}^2$ als unbedenklich angenommen werden (siehe Kapitel 7.2.5). Die vorliegende Sohlpressungen können der Anlage D entnommen werden, wobei sich die mittlere Sohlpressung zu $\sigma_{ms} = (37,84 \text{ kN/m}^2 + 27,05 \text{ kN/m}^2)/2 = 32,45 \text{ kN/m}^2$ ergibt. 7.5 Teilbereich IV, Schnitt 5 Im Fall des Teilbereiches IV, ist der bestehende Geländesprung mittels einer Winkelstützwand realisiert worden. Die neu geplante Winkelstützwand mit wasserseitigem Sporn, soll direkt vor die bestehende Wand errichtet werden. Hierfür gilt es zu prüfen, ob die bestehende Winkelstützmauer im Bauzustand Standsicher ist. Das maßgebende Bodenbemessungsprofil ist DS 301. 7.5.1 Bauzustand Der Bauzustand sieht vor, dass für die neue Winkelstützmauer der Bereich vor dem Bestand auf die Höhe NHN + 3,00m abgegraben wird, um die Sauberkeitsschicht und anschließend die neue Winkelstützmauer zu betonieren. 7.5.1.1 Geometrie des Bestands Abmessungen des aktuellen Bestandes: Geländeoberkannte landseitig: $GOK_l = + 7,00 \text{ m NHN}$ Geländeoberkannte wasserseitig: $GOK_l = + 4,35 \text{ m NHN}$			
Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 46
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Oberkannte Wand:

$$OK_W = +7,67 \text{ m NHN}$$

Dicke Wand:

$$d_W = 0,25 \text{ m}$$

Oberkante Sporn:

$$OK_S = +3,25 \text{ m NHN}$$

Unterkante Sporn:

$$UK_S = +3,00 \text{ m NHN}$$

Länge Sporn:

$$L_S = 1,80 \text{ m}$$

Dicke Sporn:

$$D_S = 0,25 \text{ m}$$

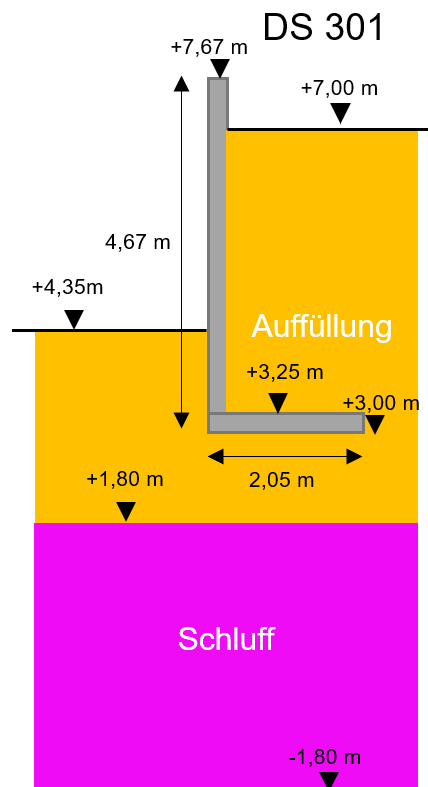
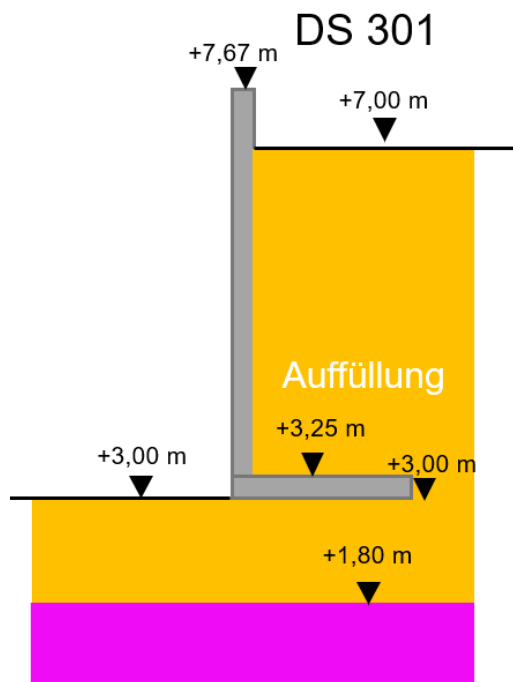


Abbildung 7-8: Geometrie der bestehenden Winkelstützmauer

Bauzeitlich Geometrie:

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023



7.5.1.2 Standsicherheitsnachweise der Bestandswand

Das System wurde im Bauzustand in der Bemessungssituation BS-T berechnet. Hierbei wurde in der Modellierung des Systems landseitig keine Verkehrslast angesetzt, da während des Bauzustandes ein Freihaltestreifen eingerichtet wird, die Breite des Freihaltestreifens entspricht der Breite den Deichvertheidigungsweg von $B = 5,0\text{ m}$. Auf dieser Grundlage wird, die im Bauzustand zu errichtende landseitige Geländehöhe bestimmt (siehe Abbildung 7-9).

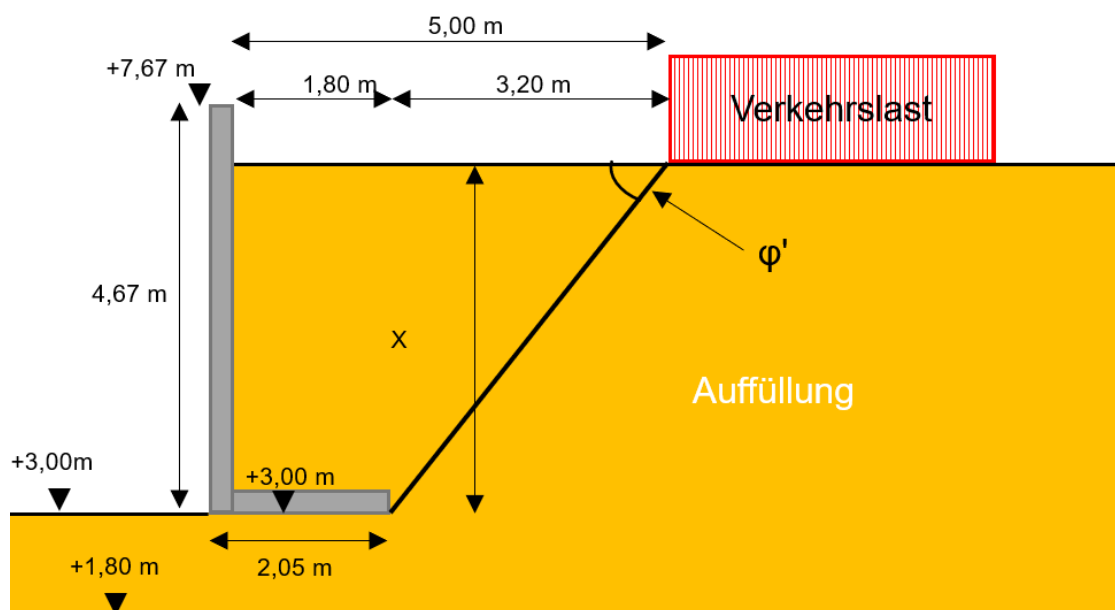


Abbildung 7-9: Lastausstrahlung Freihaltestreifen

Die Geländehöhe zum Einhalten des Freihaltestreifens ergibt sich zu:

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 48
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Reibungswinkel Auffüllung:

$$\varphi' = 30^\circ$$

Länge Sporn:

$$L_S = 1,80 \text{ m}$$

Freihaltestreifen:

$$L_{FS} = 5,0 \text{ m}$$

Ankathete:

$$An = 5,0 \text{ m} - 1,80 \text{ m}$$

$$An = 3,20 \text{ m}$$

Gegenkathete:

$$Geg = An * \tan(\varphi')$$

$$Geg = 3,20 * \tan(30^\circ)$$

$$Geg = 1,85 \text{ m}$$

Zum Einhalten ist die landseitige Geländeoberkante im Bauzustand auf $GOK = +4,85 \text{ m}$ abzutragen.

Die Berechnung wurde mittels des Programms GGU-Cantilever durchgeführt. Die vollständigen Berechnungsergebnisse können der Anlage E entnommen werden. In der folgenden Tabelle sind die Ausnutzungsgrade der verschiedenen Nachweise aufgeführt. In der Modellierung wurde das System bis zu der ermittelten Geländeoberkante abgebildet, das Eigengewicht der Wand oberhalb der Geländeoberkante wird als Streckenlast auf der Wand angesetzt. Das berechnete System ist der Abbildung 7-10 dargestellt und eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Berechnung kann der Tabelle 7-11 entnommen werden.

Das angesetzte Eigengewicht ergibt sich zu:

$$F_{G,Zusatz} = (OK_W - GOK) * B_W * \gamma_{Beton}$$

$$F_{G,Zusatz} = (7,67 \text{ m} - 4,85 \text{ m}) * 0,25 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3$$

$$F_{G,Zusatz} = 17,63 \text{ kN/m}$$

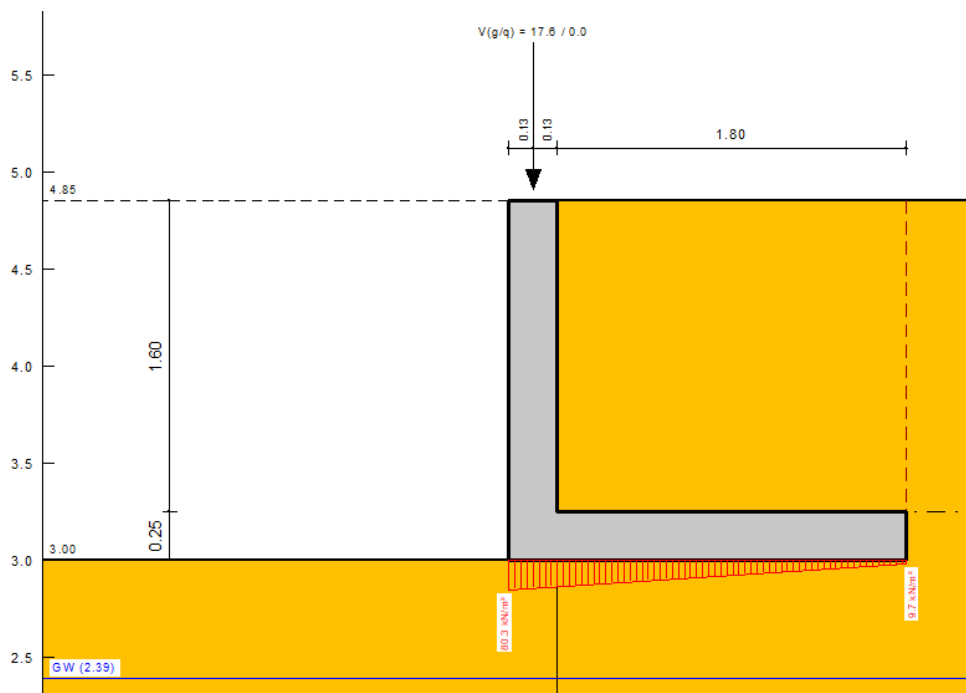


Abbildung 7-10: Belastungssituation Bestandswand (GOK NHN +4,85m)

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 49
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Tabelle 7-9: Ausnutzungsgrad Bestandswand

Ausnutzungsgrad	Bauzustand
Landseitige GOK	+4,85 m NHN
EQU	0,087
Kippen	0,784
Gleiten	0,244
Gebrauchstauglichkeit	0,289
Grundbruch	0,339

7.5.2 Geometrie

Die Abmessungen der neuen Winkelstützmauer können der Tabelle 7-10 entnommen werden, Eine Skizze der Winkelstützmauer ist in der Abbildung 7-11 dargestellt.

Tabelle 7-10: Abmessung der neuen Winkelstützmauer im Teilbereich IV

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,70	m NHN
GOK wasserseitig	4,35	m NHN
OK Sporn	3,85	m NHN
UK Sporn	3,35	m NHN
Höhe Wand	4,30	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	5,00	m
Sporndicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	5,50	m

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
<u>Einwirkungen Niedrigwasserlastfall 3a:</u> Schnittgrößen: Querkraft: $Q_k = 91,70 \text{ kN/m}$ $Q_d = 129,25 \text{ kN/m}$ Biegemoment: $M_k = 150,15 \text{ kNm/m}$ $M_d = 212,74 \text{ kNm/m}$ Eigengewicht: $N_k = 53,75 \text{ kN/m}$ $N_d = 53,75 \text{ kN/m}$ <u>Niedrigwasserlastfall HW3:</u> Wasserseitige vertikale Bewehrung: Schnittgrößen: Querkraft: $Q_k = Q_d = 20,77 \text{ kN/m}$ Biegemoment: $M_k = M_d = 99,49 \text{ kNm/m}$ Eigengewicht: $N_k = N_d = 36,0 \text{ kN/m}$ Auf Grund des ähnlichen Bodenaufbaus ergeben sich die gleichen Schnittgrößen für die Biegebemessung im Anschnitt zwischen Wand und Sohle wie in im Teilbereich I Schnitt 5. Es wird die gleiche Bewehrung gewählt, wie im Kapitel 7.3.3. Die Bewehrung wird wie folgt gewählt: Landseitige vertikale Bewehrung: $\emptyset 14/10 = 15,39 \text{ cm}^2/\text{m}$ Wasserseitige Vertikal Bewehrung: $\emptyset 14/12,5 = 12,32 \text{ cm}^2/\text{m}$ 7.5.4.2 Längsbewehrung Die Längsbewehrung wird analog zu der Bemessung aus dem Kapitel 7.2.3.2 gewählt. Für die Längsbewehrung wird der späte Zwang maßgebend. Dadurch, dass sich der Wandquerschnitt im Vergleich zu dem Querschnitt aus dem Teilbereich I nicht verändert, ändern sich auch die Einflussfaktoren für den Nachweis gegen späten Zwang nicht: Gewählt: $\emptyset 20/10 \text{ } A_{s,vorh} = 31,42 \text{ cm}^2/\text{m}$ 7.5.5 Nachweis Geländebruch Der Nachweis gegen Geländebruch wurde mittels des Programms GGU-Stability für den Niedrigwasserlastfall LK 3a geführt und kann der Anlage E entnommen werden. Dabei beträgt die maximale Ausnutzung $\mu = 0,70 [-]$.			
Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 52
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

7.5.6 Setzung

Auf eine genauere Setzungsberechnung kann für den Teilabschnitt IV verzichtet werden, da der vorliegende Boden für die entstehende Belastung bereit konsolidiert ist. Aufgrund der Vorgeschichte des Hafengeländes kann eine mittlere Sohlpressung von $\sigma_m = 33,0 \text{ kN/m}^2$ als unbedenklich angenommen werden (siehe Kapitel 7.2.5). Im Teilbereich IV liegt für den Niedrigwasserlastfall LK 3a die folgende mittlere Sohlpressung unter der Betrachtung von veränderlichen und ständigen Lasten vor:

Mittlere Sohlpressung: $\sigma_{ms} = (37,84 \text{ kN/m}^2 + 27,05 \text{ kN/m}^2)/2$

$$\sigma_{ms} = 32,45 \text{ kN/m}^2$$

Die Angesetzten werte könne der Anlage E entnommen werden. Dadurch, dass die mittlere Sohlpressung geringer ausfällt als $\sigma_m = 33,0 \text{ kN/m}^2$ sind keine Setzungsereignisse zu erwarten.

7.6 Teilbereich V, Schnitt 6

7.6.1 Geometrie

Für den Teilbereich V im Abschnitt C wird das Bemessungsbodenprofil DS 302 angesetzt. Der Aufbau der Winkelstützwand können der Tabelle 7-12 und der Abbildung 7-12 entnommen werden.

Tabelle 7-12: Abmessung der Winkelstützwand im Teilbereich V

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,70	m NHN
GOK wasserseitig	4,35	m NHN
OK Sporn	3,85	m NHN
UK Sporn	3,35	m NHN
Höhe Wand	4,30	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	4,00	m
Sporndicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,50	m

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Teilabschnitt V

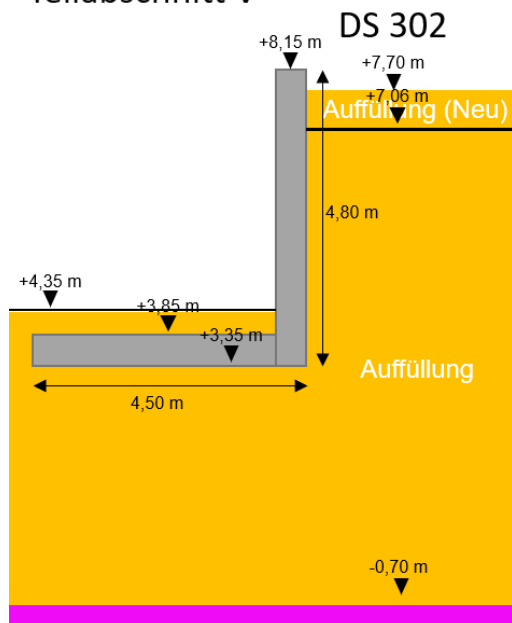


Abbildung 7-12: Aufbau der Winkelstützwand im Teilbereich V

7.6.2 Äußere Tragfähigkeit

Die vollständigen Berechnungen für die Nachweise der äußeren Tragfähigkeit können der Anlage F entnommen werden. Eine Zusammenfassung der Ausnutzungsgrade ist der Tabelle 7-13 zu entnehmen. Die Berechnung der äußeren Tragfähigkeit erfolgte mittels Excel, bis auf den Grundbruchnachweis. Dieser wurde mit dem Programm GGU-Footing geführt, die vollständigen Ergebnisse der Berechnung sind der Anlage F zu entnehmen.

Tabelle 7-13: Ausnutzungsgrad der äußeren Tragfähigkeit im Teilabschnitt V

Ausnutzungsgrad	Lastfälle	
	LK 3a	LK3b
EQU	0,38	0,29
Kippen	0,03	0,03
Gleiten	0,91	0,62
Gebrauchstauglichkeit	1,00	1,00
Grundbruch	0,451	0,298

7.6.3 Innere Tragfähigkeit

Die Berechnung der Bewehrung erfolgt im Anschnitt zwischen der Sohlplatte und der Wand. Angesetzt werden die Einwirkungen aus dem Niedrigwasserlastfall LK 3a für die landseitige Vertikalbewehrung und der Hochwasserlastfall HW3 für die wasserseitige Vertikalbewehrung.

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
7.6.3.1 Vertikalbewehrung Die Einwirkungen können der Anlage F entnommen werden. <u>Einwirkungen Niedrigwasserlastfall 3a:</u> Schnittgrößen: Querkraft: $Q_k = 91,70 \text{ kN/m}$ $Q_d = 129,25 \text{ kN/m}$ Biegemoment: $M_k = 150,15 \text{ kNm/m}$ $M_d = 212,74 \text{ kNm/m}$ Eigengewicht: $N_k = 53,75 \text{ kN/m}$ $N_d = 53,75 \text{ kN/m}$ <u>Niedrigwasserlastfall HW3:</u> Wasserseitige vertikale Bewehrung: Schnittgrößen: Querkraft: $Q_k = Q_d = 20,77 \text{ kN/m}$ Biegemoment: $M_k = M_d = 99,49 \text{ kNm/m}$ Eigengewicht: $N_k = N_d = 36,0 \text{ kN/m}$ Für den Teilabschnitt V ergeben sich die gleichen Einwirkungen für die Biegebemessung wie im Teilabschnitt I Schnitt 3. Die benötigte Bewehrung wird analog zum Kapitel 7.3.3 gewählt. Die Bewehrung wird wie folgt gewählt: Landseitige vertikale Bewehrung: $\emptyset 14/10 = 15,39 \text{ cm}^2/\text{m}$ Wasserseitige Vertikal Bewehrung: $\emptyset 14/12,5 = 12,32 \text{ cm}^2/\text{m}$ 7.6.3.2 Längsbewehrung Die Längsbewehrung wird analog zu dem Kapitel 7.2.3.2 gewählt. Diese beruht auf der Tatsache, dass sich die gleiche Wandstärke vorliegt wie im Teilabschnitt I, wodurch sich die gleiche Mindestbewehrung für den späten Zwang ergibt. Gewählt: $\emptyset 20/10 \text{ } A_{s,vorh} = 31,42 \text{ cm}^2/\text{m}$ 7.6.4 Nachweis Geländebruch Der Nachweis gegen Geländebruch wurde mittels des Programms GGU-Stability geführt wobei eine Ausnutzung von $\mu = 0,70 [-]$ ermittelt wurde. Das Ausdrucksprotokoll ist der Anlage F zu entnehmen.			
Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 55
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
7.6.5 Setzung Durch die Vorgeschichte der Hafenanlage kann davon ausgegangen werden, dass der Boden für eine Auflast von $\sigma = 33,00 \text{ kN/m}^2$ konsolidiert ist. Aus diesem Grund kann davon ausgegangen werden, dass keine Setzungseinflüsse entstehen, sollte die mittlere Sohlspannung der Winkelstützwand unterhalb $\sigma = 33,00 \text{ kN/m}^2$ liegen. Die vorliegende Sohlspannung kann der Anlage F für den Lastfall NW 3a unter Berücksichtigung der ständigen und veränderlichen Einwirkungen entnommen werden. Die mittlere Sohlspannung im Teilabschnitt V beträgt $\sigma_m = (31,49 + 33,40)/2 = 32,45 \text{ kN/m}^2$, somit werden keine Setzungseinflüsse erwartet. 7.7 Teilbereich VI, Schnitt 7 Im Fall des Teilabschnittes 6 werden die Bemessungsbodenprofil DS 303 und DS226 maßgebend. Es gilt den vorliegenden Keller zu verfüllen, wobei der neu einzubringende Boden folgende Bodenkennwerte ausweisen soll: • Sand, mitteldicht, $\varphi'_k = 32,5^\circ$ • Wichten: $\gamma/\gamma' = 18/10 \text{ kN/m}^3$ Der neue Boden wird ausschließlich auf der Aktivseite angesetzt; auf der Passivseite wird die Auffüllung aus dem Bemessungsbodenprofil DS 303 angesetzt. 7.7.1 Bauzustand Im Teilbereich VI liegt in einem Bereich von 14 m eine rückverankerte Spundwand vor, der Aufbau der Wand kann der Abbildung 7-13 entnommen werden. Hierfür gilt es nachzuweisen, dass diese weiterhin standsicher ist, sollte die Baugrube im Schatten der Spundwand geschaffen werden. Der Nachweis erfolgt anhand eines Kräftevergleichs am unteren Auflager. Für die Berechnung wird angenommen, dass die Oberkante auf NHN +6,70m liegt, da auf dieser Höhe ein Teil der Stahlbetonvorsatzschale abgebrochen werden soll. Die Ankerlage liegt auf NHN +6,55m und ist über ein Streifenfundament an die Tiefgründung des alten Haven Höövt Gebäudes angeschlossen. Die Absetztiefe der Spundwand liegt auf NHN +2,15. Für den Bauzustand wird landseitig der Hochwasserschutzlinie eine Sperrfläche eingerichtet.			
Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung: Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 56
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

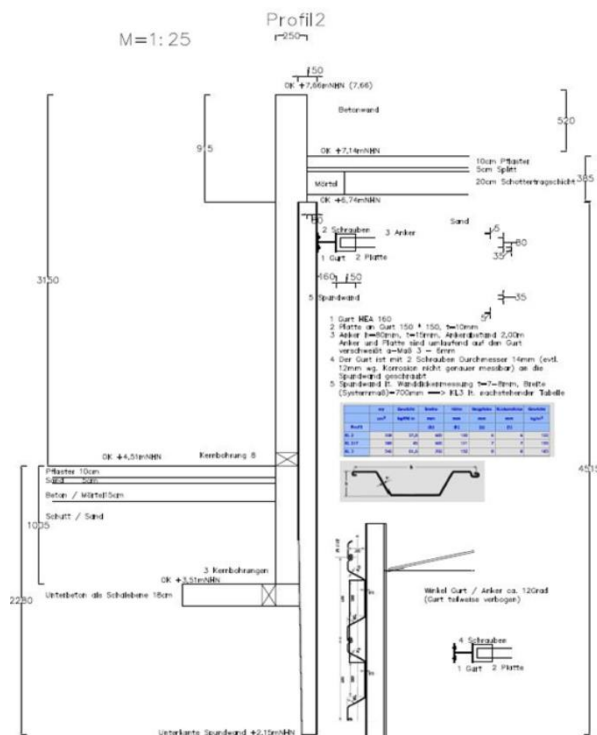


Abbildung 7-13: Querschnitt der Spundwand im Teilabschnitt VI

In der folgenden Abbildung ist das System des Bauzustandes dargestellt und die dazugehörige Erddruckfigur. Die Berechnung erfolgt im BS-T, $\gamma_{standig} = 1,15$ und $\gamma_{Ep} = 1,25$.

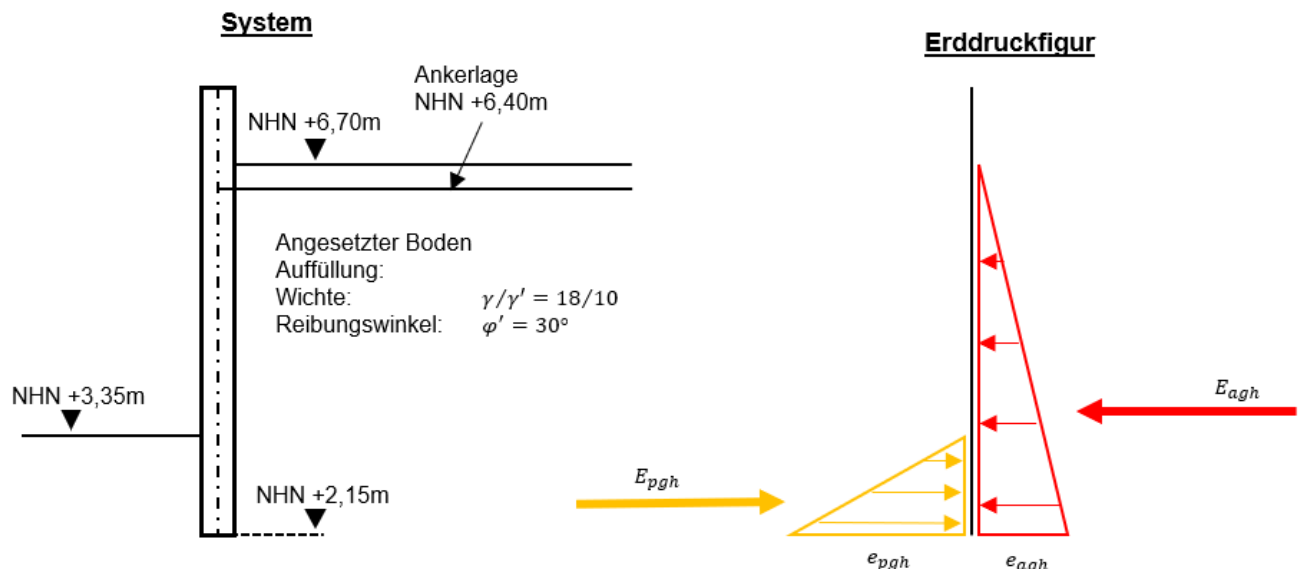


Abbildung 7-14: System des Bauzustandes mit Erddruckfigur

Ermittlung des Erddrucks:

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung: Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 57
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Aktiver Erddruck:

Aktiver Erddruckbeiwert:

Geländeoberkante:

Unterseite Spundwand:

Resultierende:

$k_{agh} = 0,28 [-]$
 $e_{agh(0)} = 0 \text{ kN/m}^2$
 $e_{agh(4,55m)} = \gamma * h * k_{agh}$
 $E_{agh} = e_{agh(4,55)} * h/2$

$e_{agh(4,55m)} = 22,93 \text{ kN/m}^2$
 $E_{agh,k} = 52,20 \text{ kN/m}$
 $E_{agh,d} = 60,03 \text{ kN/m}$

Ermittlung der Auflagerkräfte an einem Einfeldträger System mit exzentrischer Einzellast. Das Obere Auflager stellt die Ankerlage dar und das Auflager wird mit 1/3 der Passivseite angenommen.

Abbildung 7-15: Vereinfachtes statisches System der Spundwand

Auflager A:

Auflager B:

$A = F * \beta = 60,02 * (1,12/4,0)$
 $B = F * \alpha = 60,02 * (2,88/4,0)$

$A = 16,81 \text{ kN/m}$
 $B = 43,21 \text{ kN/m}$

Widerstand:

Passiver Erddruckbeiwert:

Unterseite Spundwand:

Resultierende:

$k_{pgh} = 5,00 [-]$
 $e_{agh(1,20m)} = \gamma * h * k_{pgh}$
 $E_{pgh} = e_{agh(1,20)} * h/2$

$e_{agh(1,20m)} = 108,00 \text{ kN/m}^2$
 $E_{pgh,k} = 64,80 \text{ kN/m}$
 $E_{pgh,d} = 51,84 \text{ kN/m}$

Nachweis:

$\mu = B/E_{pgh,d} \leq 1,0$

$\mu = 0,83 < 1,0$

Unter den angenommenen Bedingungen ist die Spundwand für den Bauzustand standsicher!

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 58
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Tabelle 7-15: Ausnutzungsgerade der äußeren Tragfähigkeit (Teilbereich VI)

Ausnutzungsgrad	Lastfälle	
	LK 3a	LK3b
EQU	0,44	0,32
Kippen	0,29	0,29
Gleiten	0,83	0,57
Gebrauchstauglichkeit	0,91	0,91
Grundbruch	0,4	0,26

7.7.4 Innere Tragfähigkeit

Im Fall der Biegebemessung wird zwischen der landseitigen und wasserseitigen Bewehrung unterschieden, wobei die Bemessungsschnittgrößen aus dem Niedrigwasserlastfall LK 3a und dem Hochwasserfall HW3 berücksichtigt werden.

7.7.4.1 Vertikalbewehrung

Die Biegebemessung erfolgt anhand des Programms Frilo [P.3], die Zusammenstellung der Einwirkungen kann der Anlage G entnommen werden.

Einwirkungen Niedrigwasserlastfall 3a:

Schnittgrößen:

Querkraft:

$$Q_k = 80,43 \text{ kN/m}$$

$$Q_d = 113,08 \text{ kN/m}$$

Biegemoment:

$$M_k = 137,93 \text{ kNm/m}$$

$$M_d = 195,29 \text{ kNm/m}$$

Eigengewicht:

$$N_k = 53,75 \text{ kN/m}$$

$$N_d = 53,75 \text{ kN/m}$$

Landseitige vertikale Bewehrung:

Nachweis im GZT und GZG

Position: Teilabschnitt VI

Stahlbetonbemessung B2 02/20A (Frilo R-2020-2/P04)

BEMESSUNG nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 + EN 1992-1-1:2004/A1:2014

GZT: ständige/vorübergehende Bemessungssituation

Längsbewehrung B500A $\gamma_s = 1.150 f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$
 $k = 1.050$ $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ o/oo}$

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Bügelbewehrung=Längsbewehrung

Beton C35/45 $\gamma_c = 1.50 f_{cd} = 19.83 \text{ N/mm}^2$
 $\alpha_{cc} = 0.85 E_{cm} = 34000 \text{ N/mm}^2$

QUERSCHNITT

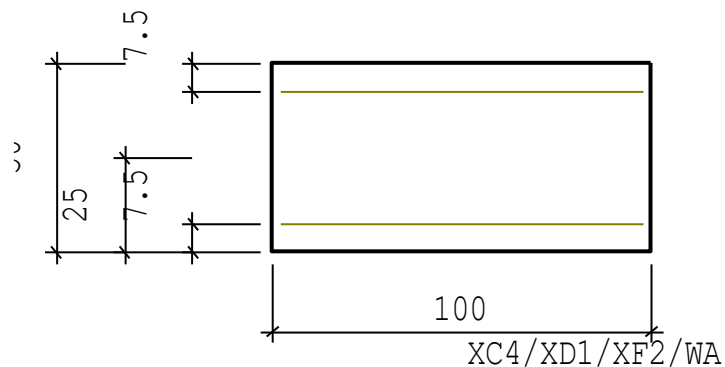
Rechteck $b = 100.0 \text{ cm}$ $h = 50.0 \text{ cm}$
 Bewehrung $d_{ob} = 7.5 \text{ cm}$ $d_{un} = 7.5 \text{ cm}$

Bruttoquerschnittswerte

zu = 25.0 cm $A_c = 0.5000 \text{ m}^2$ $I_c = 0.0104166 \text{ m}^4$

Druckkräfte und Druckspannungen sind negativ soweit im Nachweis nicht anders definiert
 Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA



BIEGEBEMESSUNG		kd- Verfahren ($x/d < 0.450$)	
$N_{xd} = 53.75 \text{ kN}$		$M_{yd} = 195.29 \text{ kNm}$	
$\epsilon_1 = -2.120/1000$		$\epsilon_2 = 25.000/1000$	
$x/d = 0.08$		$z/d = 0.97$	$k_d = 3.12$
erforderlich:		$A_{su} = 11.05 \text{ cm}^2$	$A_{so} = 0.00 \text{ cm}^2$
		$\mu = 0.22 \%$	

Durch Vergleichsrechnung geprüft
 Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

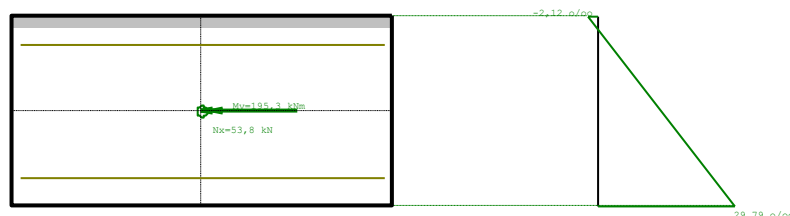
Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 61
230112_HWS Bremen Vegesack		Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

BIEGEBEMESSUNG kd-Verfahren ($x/d < 0.450$)

Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA



XC4/XD1/XF2/WA

SCHUBBEMESSUNG - QUERKRAFT wie Platte

Schubbügel rechtwinklig zur Bauteilachse

VEd	=	113.08 kN	z/d	=	0.781	(z < d-3.0-C _{vo,l} ; C _{vo,l} =C _{nomo,l})
CRd,c	=	0.10	k1	=	0.12	σ _{cp} =-0.11N/mm ²
kvmin	=	0.035	vmin	=	0.45	
k	=	1.69	VRd,c	=	161.58 kN	(6.2a)
Asz	=	15.39 cm ²	VRd,c	=	187.17 kN	(6.2b)
VRd,cc	=	262.33 kN	σ _{cd}	=	-0.11N/mm ²	
cot Θ	=	1.00	(45.00 Grd.)			
v1	=	0.750	α _{cw}	=	1.00	
VRd,max	=	2469.25 kN	aswV	=	0.00 cm ² /m	
sl,max	=	35.00 cm	aswMin	=	0.00 cm ² /m maßgebend !!	

BESCHRAENKUNG DER RISSBREITE

maßgebende Expositionsklasse XD1 zul.wk = 0.25 mm (nutzerdefiniert)

Rissbreitenbeschränkung unter Lastbeanspruchung

f _{cteff}	=	3.21 N/mm ²	(nach 28 Tagen)		
q.-stä. LK		N _x	=	53.8 kN	My= 137.9 kNm
Zustand I		σ _{bz}	=	3.4N/mm ²	
gewählt:		Asu	=	15.39 cm ²	Aso = 0.00 cm ²
Dehn. φ=2.68		ε ₁	=	-0.56o/oo	ε ₂ =1.59o/oo
Wirkungszone As		bun	=	100.0 cm	heff = 12.3 cm
		A _{ceff}	=	0.12329 m ²	peff=1.2%
		σ _s	=	253.7N/mm ²	Δε = 0.761 o/oo
		s _{rmax}	=	328.4 mm	(Erstriss)
		D _{s,max}	=	15.0 mm	>= D _s = 14 mm

Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 62
230112_HWS Bremen Vegesack		Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

QUERSCHNITT

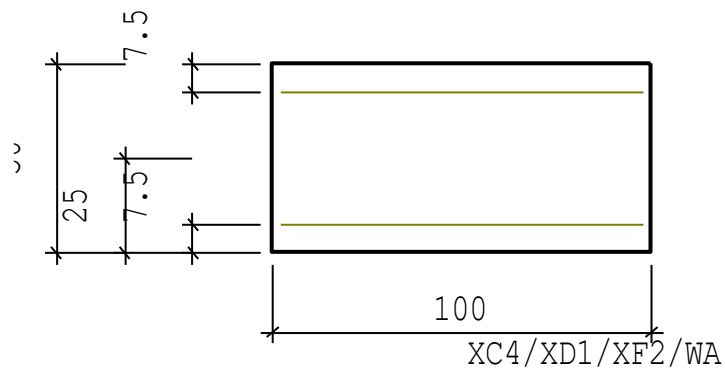
Rechteck b = 100.0 cm h = 50.0 cm
Bewehrung dob = 7.5 cm dun = 7.5 cm

Bruttoquerschnittswerte

zu = 25.0 cm Ac = 0.5000 m² Ic = 0.0104166 m⁴

Druckkräfte und Druckspannungen sind negativ soweit im Nachweis nicht anders definiert
Maßstab 1 : 20

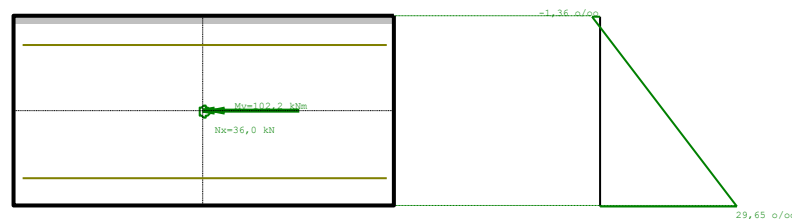
XC4/XD1/XF2/WA



BIEGEBEMESSUNG		kd- Verfahren ($x/d < 0.450$)	
Nxd = 36.00 kN	Myd = 102.19 kNm		
$\epsilon_{1s} = -1.36 \text{‰}$	$\epsilon_{2s} = 25.00 \text{‰}$		
x/d = 0.05	z/d = 0.98	kd = 4.34	
erforderlich:	Asu = 7.56 cm ²	Aso = 0.00 cm ²	
	$\mu = 0.15 \text{ ‰ (MinBg)}$		

Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA



XC4/XD1/XF2/WA

Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 64
230112_HWS Bremen Vegesack		Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

SCHUBBEMESSUNG - QUERKRAFT wie Platte

Schubbügel rechtwinklig zur Bauteilachse

VEd	=	23.10 kN	z/d	=	0.781 (z < d-3.0-C _{vo,I} ; C _{vo,I} =C _{nomo,I})
CRd,c	=	0.10	k1	=	0.12 $\sigma_{cp}=-0.07\text{N/mm}^2$
kvmin	=	0.035	vmin	=	0.45
k	=	1.69	VRd,c	=	151.45 kN (6.2a)
Asz	=	12.32 cm ²	VRd,c	=	188.98 kN (6.2b)
VRd,cc	=	261.77 kN	$\sigma_{cd}=-0.07\text{N/mm}^2$		
cot Θ	=	1.00 (45.00 Grd.)			
v1=0.750			$\alpha_{cw}=1.00$		
VRd,max	=	2469.25 kN	aswV	=	0.00 cm ² /m
sl,max	=	35.00 cm	aswMin	=	0.00 cm ² /m maßgebend !!

BESCHRAENKUNG DER RISSBREITE

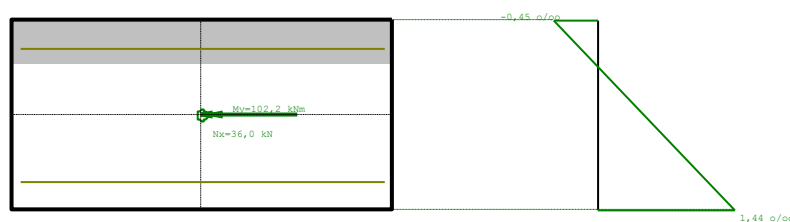
maßgebende Expositionsklasse XD1 zul.wk = 0.25 mm (nutzerdefiniert)

Rissbreitenbeschränkung unter Lastbeanspruchung

fcteff=	3.21 N/mm ² (nach 28 Tagen)		
q.-stä. LK	Nx = 36.0 kN	My=	102.2 kNm
Zustand I	$\sigma_{bz}=2.5\text{N/mm}^2$		
gewählt:	Asu = 12.32 cm ²	Aso =	0.00 cm ²
Dehn. $\phi=2.68$	$\epsilon_1=-0.45\text{o/oo}$	$\epsilon_2=1.44\text{o/oo}$	
Wirkungszone As	bun = 100.0 cm	heff =	12.7 cm
	Aceff = 0.12689 m ²	peff=	1.0%
	$\sigma_s=231.2\text{N/mm}^2$	$\Delta\epsilon =$	0.694 o/oo
	srmax = 360.4 mm (Erstriss)		
	Ds,max = 18.0 mm	$\geq D_s =$	14 mm

Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA



XC4/XD1/XF2/WA

Erforderliche Biegezugbewehrung:

$$A_{s,erf} = 7,56 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Grenzdurchmesser:

$$\phi_s = 18,00 \text{ mm}$$

Gewählt:

$$\phi 14/10 = 15,39 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Durch Vergleichsrechnung geprüft Prüfung. Dr.-ing. R. EUSANI	Seite 65
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
7.7.4.2 Längsbewehrung Im Fall der Längsbewehrung wird der späte Zwang für die Bewehrung maßgebend. Da die geometrischen Bedingungen die gleichen sind wie im Teilbereich I wird die gleiche Bewehrung gewählt wie aus dem Kapitel 7.2.3.2. Gewählt: $\emptyset 20/10 \ A_{s,vorh} = 31,42 \text{ cm}^2/\text{m}$ 7.7.5 Nachweis Geländebruch Der Nachweis gegen Geländebruch wurde mittels des Programms GGU-Stability geführt, wobei die maximale Ausnutzung $\mu = 0,65 [-]$ beträgt. Die vollständige Berechnung kann der Anlage G entnommen werden. Im Programm GGU wurde auch auf der Passivseite bis zur Gründungssohle ebenfalls die neue Auffüllung angesetzt und für diesen Bereich der Reibungswinkel auf $\varphi' = 30^\circ$ reduziert. 7.7.6 Setzung Es werden keine zusätzlichen Setzungserscheinungen im Teilbereich VI erwartet. Die mittlere Sohlspannung unter ständigen und veränderlichen Lasten im maßgebenden Niedrigwasserlastfall LK 3a beträgt in diesem Fall: $\sigma_m = 22,99 \text{ kN/m}^2 + 41,90 \text{ kN/m}^2 \quad \sigma_m = 32,45 \text{ kN/m}^2$ Die Berechnung der Sohlpressung kann der Anlage G entnommen werden. Aufgrund der Vorgeschiechte kann, wie in dem Kapitel 7.2.5 beschrieben, eine mittlere Sohlpressung von $\sigma_m < 33,0 \text{ kN/m}^2$ als Setzungsunbedenklich angenommen werden. 7.8 Teilbereich VII, Schnitt 8 In dem Teilbereich VII liegt aktuell eine Rampe vor durch welche die neue Hochwasserschutzlinie verlaufen soll. Aus diesem Grund gilt es die bestehende Rampe zurückzubauen. Im Bereich der zurück zubauenden Rampe wird ein Bodenaustausch angesetzt von der Gründungssohle bis zum landseitigen und wasserseitigen GOK. Der Boden wird angenommen mit den Kennwerten. • Sand, mitteldicht, $\varphi'_k = 32,5^\circ$ • Wichten: $\gamma/\gamma' = 18/10 \text{ kN/m}^3$ Da unterhalb der Sohle eine Schluff Schicht ansteht wird zusätzlich die ein Gründungspolster angesetzt, hierfür werden die Bodenkennwerte wie folgt angenommen. • Kies Sandgemisch, mitteldicht, $\varphi'_k = 35,0^\circ$ • Wichten: $\gamma/\gamma' = 18/10 \text{ kN/m}^3$ Das Gründungspolster soll dabei eine Schichtdicke von 50 cm aufweisen.			
Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 66
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

7.8.1 Geometrie

Für den Teilabschnitt VII wird das Bodenbemessungsprofil DS 305 maßgebend. Der Aufbau der Winkelstützwand kann der Abbildung 7-17 und der Tabelle 7-16 entnommen werden.

Tabelle 7-16: Abmessung der Winkelstützwand im Teilbereich VII

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,70	m NHN
GOK wasserseitig	4,50	m NHN
OK Sporn	3,90	m NHN
UK Sporn	3,60	m NHN
Höhe Wand	4,25	m
Wanddicke	0,30	m
Spornlänge rechts	2,30	m
Spornlänge links	0,50	m
Sporndicke	0,30	m
Breite Sohlfläche B	3,10	m

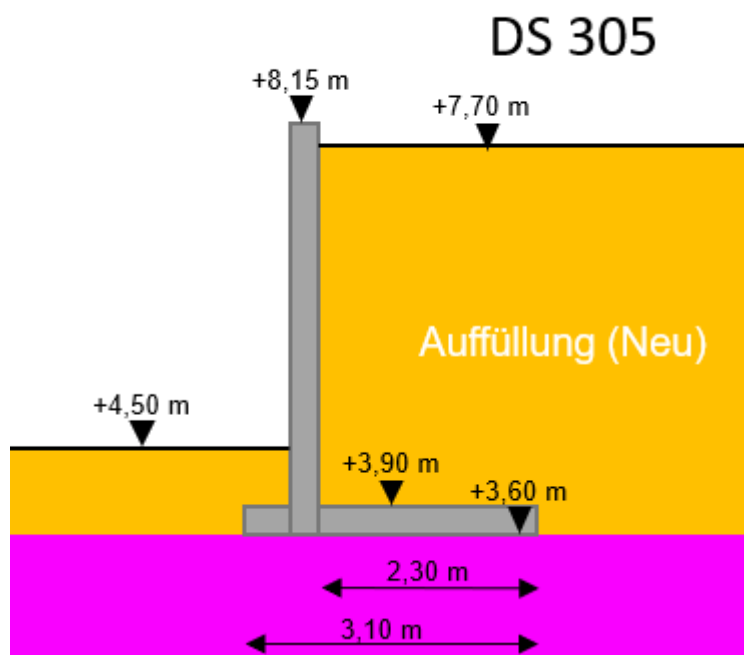


Abbildung 7-17: Aufbau der Winkelstützwand im Teilbereich VII

7.8.2 Innere und äußere Tragfähigkeit

Die Nachweise für die innere und äußere Tragfähigkeit der Winkelstützmauer wurden mit dem Programm GGU-Cantilever geführt. Hierbei wurden die maßgebenden Lastfälle (Niedrigwasserlastfälle) betrachtet, wobei auf der sicheren Seite liegend das Gründungspolter nicht berücksichtigt wurde. Die vollständigen Berechnungen können der Anlage H entnommen werden. Eine Zusammenfassung der Ausnutzungsgrade kann der Tabelle 7-17 entnommen werden. Im Fall der Setzungsberechnung wurde eine Vorbelastung berücksichtigt, aufgrund des vorhandenen Geländesprungs. Diese ergibt sich zu:

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 67
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Vorbelastung: $F = (7,20\text{m} - 3,60\text{m}) * 17\text{kN/m}^3 \quad F = 61,2 \text{ kN/m}^2$

Tabelle 7-17: Ausnutzungsgrad der äußeren Tragfähigkeit im Teilabschnitt VII

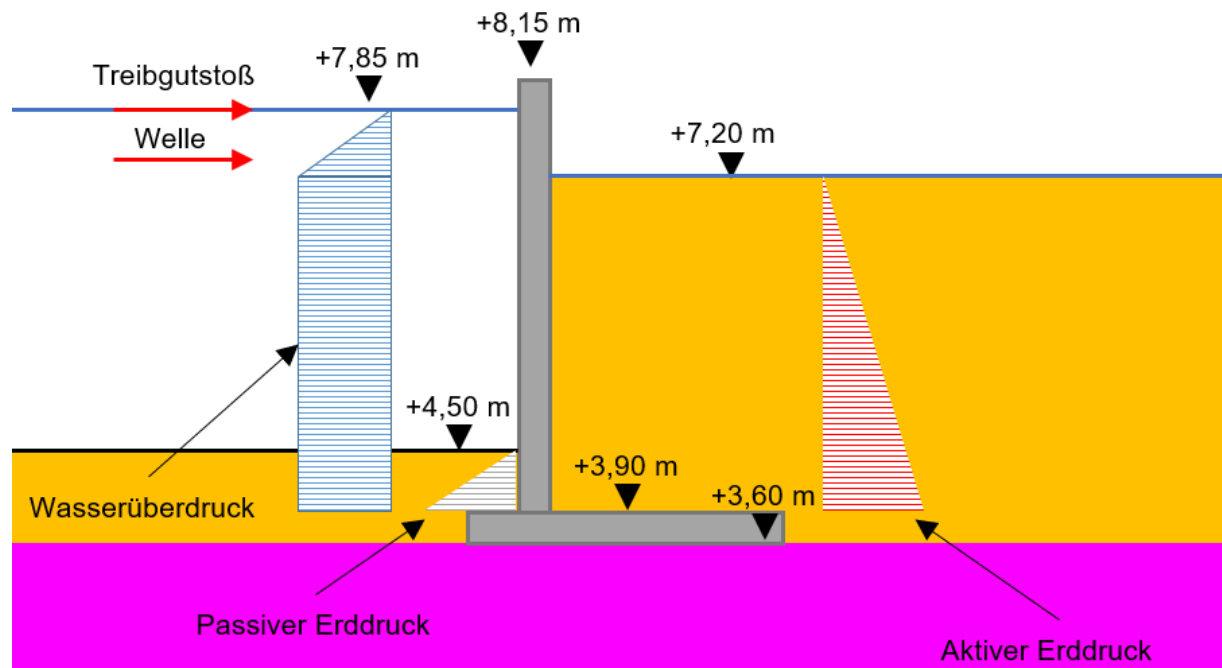
Ausnutzungsgrad	Lastfälle	
	LK 3a	LK3b
EQU	0,32	0,26
Kippen	0,35	0,35
Gleiten	0,76	0,55
Gebrauchstauglichkeit	0,83	0,83
Grundbruch	0,98	0,70
Biegezugbewehrung Wand cm^2/m	16,93	16,93
Biegezugbewehrung Sporn cm^2/m	9,24	9,24

Gewählte Biegezugbewehrung:

- Wand: $\varnothing 16/10 = 20,11\text{cm}^2/\text{m}$
- Sporn: $\varnothing 12/10 = 11,31\text{cm}^2/\text{m}$

7.8.3 Innere Tragfähigkeit (Hochwasserlastfall)

Für den inneren Nachweis im Hochwasserlastfall werden die Einwirkungen für den maßgebenden Lastfall (HW3) im Anschnitt zum Sporn ermittelt. Die Bemessung wurde mittels des Programms Filo [P.3] geführt.



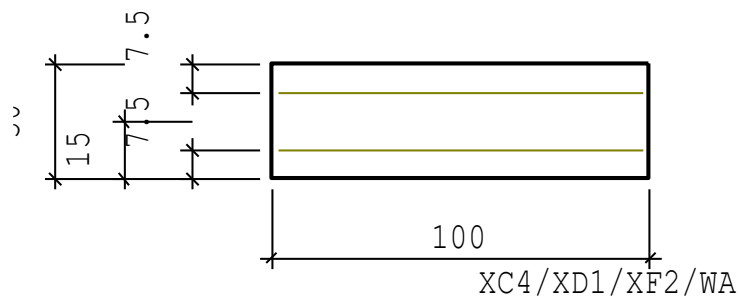
Treibgutstoß: $T_k = 100 \text{ kN}/(0,5 + 2 * 3,95) \quad T_k = 11,90 \text{ kN/m}$

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
Welle: $W_k = 15,0 \text{ kN/m}$ Wasserüberdruck: $Wa1_k = 0,5 * 10 \text{ kN/m}^3 * 0,65\text{m} * 0,65\text{m}$ $Wa1_k = 2,11 \text{ kN/m}$ $Wa2_k = 6,50\text{kN/m}^2 * 3,60\text{m}$ $Wa2_k = 23,4 \text{ kN/m}$ Erdruehdruk: $e_{agh1} = 10 \text{ kN/m}^3 * 3,30\text{m} * 0,46$ $e_{agh} = 15,18 \text{ kN/m}^2$ $E_{agh1} = 15,18\text{kN/m}^2 * 3,30\text{m} * 0,5$ $E_{agh} = 25,05 \text{ kN/m}$ Passiver Erddruck: $e_{pgh} = 10,0 \text{ kN/m}^3 * 0,60\text{m} * 6,0$ $e_{pgh} = 36,0 \text{ kN/m}^2$ $E_{agh} = 36 \text{ kN/m}^2 * 0,6 * 0,50$ $E_{agh} = 10,80 \text{ kN/m}$ Eigengewicht: $G_k = 0,95\text{m} * 0,30\text{m} * 25,0 \text{ kN/m}^3 + 3,30\text{m} * 0,30\text{m} * 15,0 \text{ kN/m}^3$ $G_k = 22,00 \text{ kN/m}$ <u>Schnittgrößen</u> Normalkraft: $N_k = N_d = 22,00\text{kN/m}$ Querkraft: $Q_k = 11,90\text{kN/m} + 15\text{kN/m} + 2,11\text{kN/m} + 23,4\text{kN/m} + 10,80\text{kN/m} - 25,05 \text{ kN/m}$ $Q_k = Q_d = 38,16 \text{ kN/m}$ Biegemoment: $M_k = 11,90 * 3,95\text{m} + 15 * 3,45\text{m} + 2,11 * 3,52\text{m} + 23,40 * 1,65 + 10,80 \text{ kN/m} * 0,20 - 25,05\text{kN/m} * 1,10\text{m}$ $M_k = M_d = 119,42 \text{ kNm/m}$ Position: Teilabschnitt VII (HW3) Stahlbetonbemessung B2 02/20A (Frilo R-2020-2/P04) BEMESSUNG nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 + EN 1992-1-1:2004/A1:2014 GZT: ständige/vorübergehende Bemessungssituation Längsbewehrung B500A $\gamma_s = 1.150\text{fyd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$ $k = 1.050$ $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ o/oo}$ Bügelbewehrung=Längsbewehrung Beton C35/45 $\gamma_c = 1.50\text{fcd} = 19.83 \text{ N/mm}^2$ $\alpha_{cc} = 0.85\text{Ecm} = 34000 \text{ N/mm}^2$ QUERSCHNITT Rechteck $b = 100.0 \text{ cm}$ $h = 30.0 \text{ cm}$ Bewehrung $d_{ob} = 7.5 \text{ cm}$ $d_{un} = 7.5 \text{ cm}$ Bruttoquerschnittswerte zu = 15.0 cm $A_c = 0.3000 \text{ m}^2$ $I_c = 0.0022500 \text{ m}^4$			
Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 69
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Druckkräfte und Druckspannungen sind negativ soweit im Nachweis nicht anders definiert
Maßstab 1 : 20

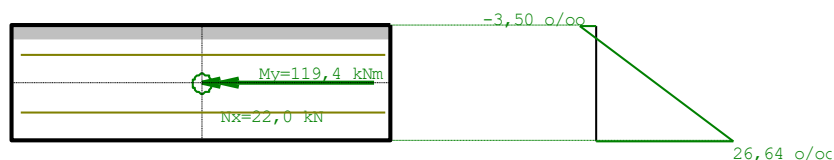
XC4/XD1/XF2/WA



BIEGEBEMESSUNG		kd- Verfahren ($x/d < 0.450$)	
$N_{xd} =$	22.00 kN	$M_{yd} =$	119.42 kNm
$\epsilon_{1s} =$	-3.50‰	$\epsilon_{2s} =$	19.10‰
$x/d =$	0.15	$z/d =$	0.94
erforderlich:		$A_{su} =$	12.90 cm ²
		$\mu =$	0.43 %
		$k_d =$	2.07
		$A_{so} =$	0.00 cm ²

Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA



XC4/XD1/XF2/WA

SCHUBBEMESSUNG - QUERKRAFT wie Platte			
Schubbügel rechtwinklig zur Bauteilachse			
$V_{Ed} =$	38.16 kN	$z/d =$	0.587 ($z < d - 3.0 \cdot C_{vo,I}; C_{vo,I} = C_{nomo,I}$)
$CR_{d,c} =$	0.10	$k_1 =$	0.12
$k_{vmin} =$	0.035	$v_{min} =$	0.56
$k =$	1.94	$VR_{d,c} =$	124.01 kN (6.2a)
$A_{sz} =$	15.39 cm ²	$VR_{d,c} =$	124.18 kN (6.2b)
$VR_{d,cc} =$	104.09 kN	$\sigma_{cd} =$	-0.07 N/mm ²
$\cot \theta =$	1.00 (45.00 Grd.)		
$v_1 =$	0.750	$\alpha_{cw} =$	1.00
$VR_{d,max} =$	981.75 kN	$aswV =$	0.00 cm ² /m

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

SCHUBBEMESSUNG - QUERKRAFT wie Platte

sl,max = 21.00 cm aswMin = 0.00 cm²/m maßgebend !!

BESCHRAENKUNG DER RISSBREITE

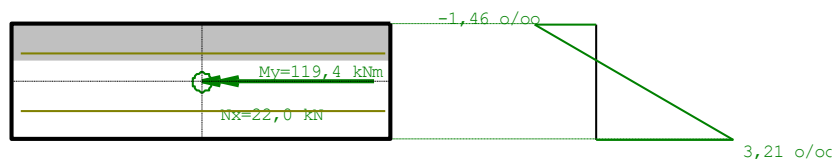
maßgebende Expositionsklasse XD1 zul.wk = 0.25 mm (nutzerdefiniert)

Rissbreitenbeschränkung unter Lastbeanspruchung

fcteff= 3.21 N/mm² (nach 28 Tagen)
 q.-stä. LK Nx = 22.0 kN My= 119.4 kNm
 Zustand I σbz=8.0N/mm²
 gewählt: Asu = 15.39 cm² Aso = 0.00 cm²
 Dehn. φ=2.82 ε1=-1.46o/oo ε2=3.21o/oo
 Wirkungszone As bun = 100.0 cm heff = 7.6 cm
 Aceff=0.07569 m² peff=2.0%
 σs=409.1N/mm² Δε = 1.586 o/oo
 srmax = 157.6 mm (abgeschlossenes Rissbild)
 Ds,max = 11.5 mm < Ds = 14 mm !

Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA



XC4/XD1/XF2/WA

Erforderliche Biegezugbewehrung:

$$A_{s,erf} = 12,90 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Gewählt:

$$\emptyset 14/10 = 15,39 \text{ cm}^2/\text{m}$$

7.8.4 Längsbewehrung

Die Längsbewehrung wird analog zu dem Kapitel 7.10.4 gewählt. Diese beruht auf der Tatsache, dass sich die gleiche Wandstärke vorliegt wie im Teilabschnitt IX, wodurch sich die gleiche Mindestbewehrung für den späten Zwang ergibt.

Gewählt: $\emptyset 14/10 \quad A_{s,vorh} = 15,39 \text{ cm}^2/\text{m}$

7.8.5 Nachweis Geländebruch

Der Nachweis gegen Geländebruch wurde mit Hilfe des Programms GGU-Stability geführt und ist der Anlage H zu entnehmen. Die maximale Ausnutzung beträgt $\mu = 0,70 [-]$. Hierbei wurde für den Nachweis das Gründungspolster nicht berücksichtigt, somit liegt der Nachweis auf der ungünstigen Seite.

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 71
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
7.8.6 Sickerweg Die Betrachtung des Sickerweges erfolgt gemäß dem Kapitel 6.2.4 der EAU 2020 [R.1]. Hierbei gilt der Nachweis als erbracht, sollte der Sickerwegs das Drei- bis Vierfache zwischen dem Bemessungshochwasserstand und der landseitigen geländeoberkante betragen. - Landseitige Geländeoberkante (Annahme Hochwasserfall): $= NHN + 7,20m$ - Wasserseitige Geländeoberkante: $= NHN + 4,50 m$ - Bemessungswasserstand: $= NHN + 7,85 m$ - Geplante Wandunterkante: $= NHN + 3,60 m$ - Geplante Spornlänge rechts: $= 2,30 m$ - Geplante Spornlänge links: $= 0,50 m$ - Erf. Sickerweglänge: $= 4 * (7,85 - 7,20) = 2,60 m$ - Vorh. Sickerweglänge: $= (4,50 - 3,60 + 3,10 + 7,20 - 3,60) = 7,60 m$ Nachweis: $7,60m > 2,60m$ Nachweis ist erfüllt! 7.9 Teilbereich VIII, Schnitt 9 Im Teilbereich VIII liegt eine Schluff Schicht im Bereich der angedachten Gründungssohle vor, gemäß DS 305. Da die Winkelstützmauer nicht auf dieser Schicht ausgestellt werden soll, gilt es ein Gründungspolster errichten. Die Bodenkennwerte für dieses werden wie folgt angenommen: - Kies Sandgemisch, mitteldicht, $\varphi'_k = 35,0^\circ$ - Wichten: $\gamma/\gamma' = 18/10 kN/m^3$ Das Gründungspolster soll dabei eine Schichtdicke von 50 cm aufweisen. Darüber hinaus wird landseitig und wasserseitig durch die zu erstellende Baugrube eine neue Auffüllung angesetzt, mit folgenden Bodenkennwerten. 7.9.1 Geometrie Im Verlauf des Teilabschnittes VIII steigt die wasserseitige Geländeoberkante an, hierfür wird anhand des Schnittes 9 die Geländeoberkante von $NHN + 5,40m$ berücksichtigt. Die geometrischen Daten der Winkelstützmauer können der Tabelle 7-18 und ein Schnitt des Aufbaues der Abbildung 7-18 entnommen werden.			
Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 72
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Tabelle 7-18: Abmessung der Winkelstützwand im Teilbereich VIII (Schnitt 9)

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,70	m NHN
GOK wasserseitig	5,40	m NHN
OK Sporn	4,90	m NHN
UK Sporn	4,60	m NHN
Höhe Wand	3,25	m
Wanddicke	0,30	m
Spornlänge rechts	1,50	m
Spornlänge links	0,50	m
Sporndicke	0,30	m
Breite Sohlfläche B	2,30	m

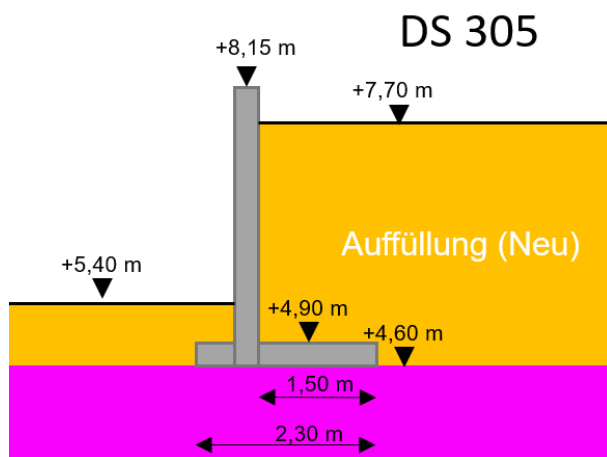


Abbildung 7-18: Aufbau der Winkelstützwand im Teilabschnitt VIII (Schnitt 9)

7.9.2 Innere und äußere Tragfähigkeit

Die Nachweise der inneren und äußeren Tragfähigkeit wurden mit GGU-Cantilever berechnet und können der Anlage I entnommen werden. In der folgenden Tabelle sind die Ausnutzungsgrade der Niedrigwasserlastfälle zusammengefasst. Ebenfalls wurde für die Berechnung der Setzung eine Vorbelastung berücksichtigt, welche sich durch die vorhandene Geländeoberkante zu der geplanten Sporn unterkannte ergibt.

Vorbelastung:
$$F = (7,20m - 4,60m) * 17kN/m^3 \quad F = 44,20 kN/m^2$$

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Tabelle 7-19: Ausnutzungsgrade der äußeren Tragfähigkeit im Teilbereich VIII (Schnitt 9)

Ausnutzungsgrad	Lastfälle	
	LK 3a	LK3b
EQU	0,32	0,26
Kippen	0,35	0,35
Gleiten	0,76	0,55
Gebrauchstauglichkeit	0,83	0,83
Grundbruch	0,98	0,70
Biegezugbewehrung Wand cm ² /m	16,93	16,93
Biegezugbewehrung Sporn cm ² /m	10,78	9,24

Gewählte Biegezugbewehrung:

- Wand: $\emptyset 16/10 = 20,11 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Sporn: $\emptyset 12/10 = 11,31 \text{ cm}^2/\text{m}$

7.9.3 Innere Tragfähigkeit (Hochwasserfall)

Für die Bemessung der wasserseitigen Bewehrung wird der Hochwasserlastfall HW 3 maßgebend. Auf der ungünstigen Seite liegend wird in dieser Betrachtung die landseitige Geländeoberkante mit NHN +7,20m angenommen. Die Biege Bemessung wurde mit dem Programm Frilo [P.3] geführt.

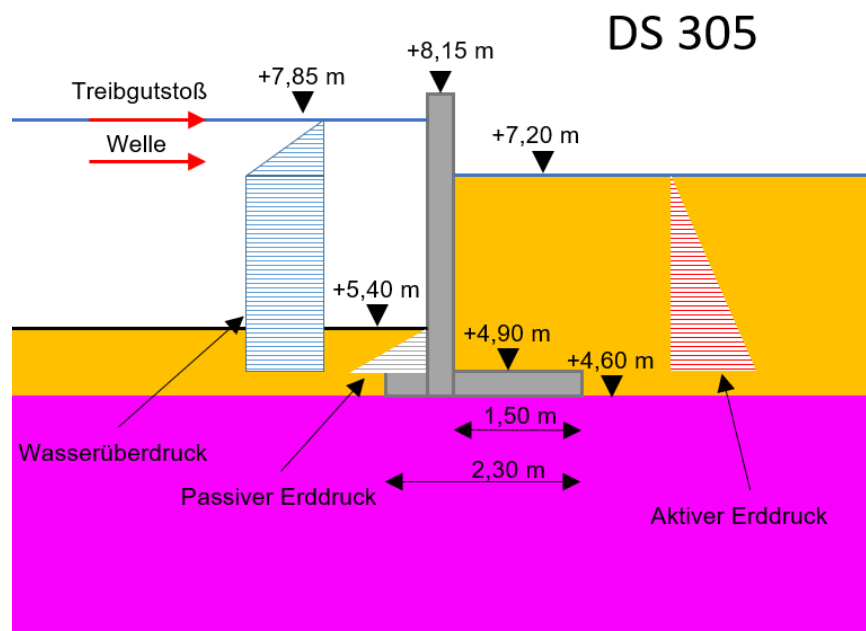


Abbildung 7-19: Belastungssituation im Lastfall HW 3 (Schnitt 9)

Treibgutstoß: $T_k = 100 \text{ kN}/(0,5 + 2 \cdot 2,95)$ $T_k = 15,63 \text{ kN/m}$

Welle: $W_k = 15,0 \text{ kN/m}$

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
Wasserüberdruck: $Wa1_k = 0,5 * 10 \text{ kN/m}^3 * 0,65\text{m} * 0,65\text{m}$ $Wa1_k = 2,11 \text{ kN/m}$ $Wa2_k = 6,50 \text{ kN/m}^2 * 2,30\text{m}$ $Wa2_k = 14,95 \text{ kN/m}$ Erdruchedruck: $e_{agh1} = 10 \text{ kN/m}^3 * 2,30\text{m} * 0,46$ $e_{agh} = 10,58 \text{ kN/m}^2$ $E_{agh1} = 10,58 \text{ kN/m}^2 * 2,30\text{m} * 0,5$ $E_{agh} = 12,17 \text{ kN/m}$ Passiver Erddruck: $e_{pgh} = 10,0 \text{ kN/m}^3 * 0,50\text{m} * 6,0$ $e_{pgh} = 30,0 \text{ kN/m}^2$ $E_{agh} = 30 \text{ kN/m}^2 * 0,50\text{m} * 0,50$ $E_{agh} = 7,50 \text{ kN/m}$ Eigengewicht: $G_k = 0,95\text{m} * 0,30\text{m} * 25,0 \text{ kN/m}^3 + 2,30\text{m} * 0,30\text{m} * 15,0 \text{ kN/m}^3$ $G_k = 17,48 \text{ kN/m}$ <u>Schnittgrößen</u> Normalkraft: $N_k = N_d = 17,48 \text{ kN/m}$ Querkraft: $Q_k = 15,63 \text{ kN/m} + 15 \text{ kN/m} + 2,11 \text{ kN/m} + 14,95 \text{ kN/m} +$ $7,50 \text{ kN/m} - 12,17 \text{ kN/m}$ $Q_k = Q_d = 43,02 \text{ kN/m}$ Biegemoment: $M_k = 15,63 * 2,95\text{m} + 15 * 2,45\text{m} + 2,11 * 2,52\text{m} + 14,95 * 1,15 +$ $7,50 * 0,17 - 12,17 * 0,77$ $M_k = M_d = 97,30 \text{ kNm/m}$ <u>Wasserseitige vertikale Bewehrung:</u> Nachweis GZT und GZG Position: Teilabschnitt VII (HW3) Stahlbetonbemessung B2 02/20A (Frilo R-2020-2/P04) BEMESSUNG nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 + EN 1992-1-1:2004/A1:2014 GZT: ständige/vorübergehende Bemessungssituation Längsbewehrung B500A $\gamma_s = 1.150 \text{ fyd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$ $k = 1.050$ $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ o/oo}$ Bügelbewehrung=Längsbewehrung Beton C35/45 $\gamma_c = 1.50 \text{ fcd} = 19.83 \text{ N/mm}^2$ $\alpha_{cc} = 0.85 E_{cm} = 34000 \text{ N/mm}^2$ QUERSCHNITT Rechteck $b = 100.0 \text{ cm}$ $h = 30.0 \text{ cm}$ Bewehrung $d_{ob} = 7.5 \text{ cm}$ $d_{un} = 7.5 \text{ cm}$			
Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 75
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

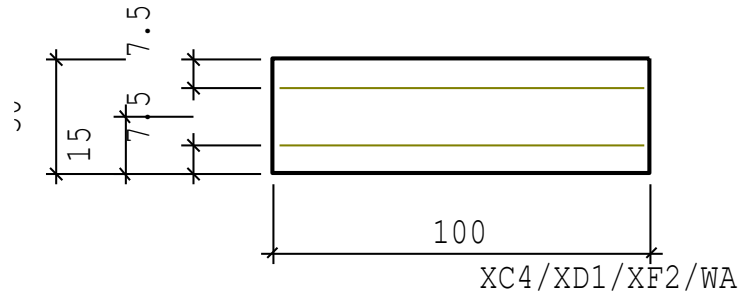
Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Bruttoquerschnittswerte

zu = 15.0 cm $A_c = 0.3000 \text{ m}^2$ $I_c = 0.0022500 \text{ m}^4$

Druckkräfte und Druckspannungen sind negativ soweit im Nachweis nicht anders definiert
Maßstab 1 : 20

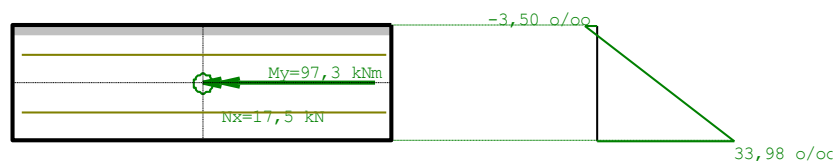
XC4/XD1/XF2/WA



BIEGEBEMESSUNG		kd- Verfahren ($x/d < 0.450$)	
$N_{xd} =$	17.50 kN	$M_{yd} =$	97.30 kNm
$\epsilon_{1s} =$	-3.50‰	$\epsilon_{2s} =$	24.61‰
$x/d =$	0.12	$z/d =$	0.95
erforderlich:		$A_{su} =$	10.25 cm ²
		$\mu =$	0.34 %
		$k_d =$	2.30
		$A_{so} =$	0.00 cm ²

Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA



XC4/XD1/XF2/WA

SCHUBBEMESSUNG - QUERKRAFT wie Platte			
Schubbügel rechtwinklig zur Bauteilachse			
$V_{Ed} =$	43.02 kN	$z/d =$	0.587 ($z < d \cdot 3.0 - C_{v0,l}; C_{v0,l} = C_{nomo,l}$)
$CR_{d,c} =$	0.10	$k_1 =$	0.12
$k_{vmin} =$	0.035	$v_{min} =$	0.56
$k =$	1.94	$VR_{d,c} =$	124.41 kN (6.2a)
$A_{sz} =$	15.39 cm ²	$VR_{d,c} =$	124.59 kN (6.2b)
$VR_{d,cc} =$	103.99 kN	$\sigma_{cd} =$	-0.06 N/mm ²

Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 76
230112_HWS Bremen Vegesack		Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

SCHUBBEMESSUNG - QUERKRAFT wie Platte

cot Θ =	1.00	(45.00 Grd.)		
v1=0.750			$\alpha_{cw}=1.00$	
VRd,max=	981.75	kN	aswV =	0.00 cm ² /m
sl,max =	21.00	cm	aswMin =	0.00 cm ² /m maßgebend !!

BESCHRAENKUNG DER RISSBREITE

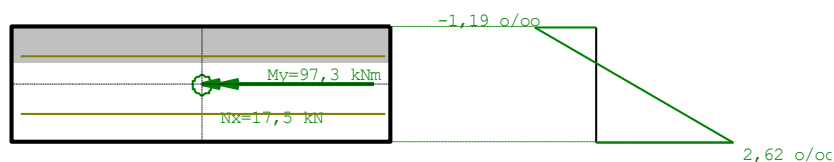
maßgebende Expositionsklasse XD1 zul.wk = 0.25 mm (nutzerdefiniert)

Rissbreitenbeschränkung unter Lastbeanspruchung

fcteff=	3.21	N/mm ² (nach 28 Tagen)		
q.-stä. LK	Nx =	17.5	kN	My= 97.3 kNm
Zustand I	$\sigma_{bz}=6.5$	N/mm ²		
gewählt:	Asu =	15.39	cm ²	Aso = 0.00 cm ²
Dehn. $\phi=2.82$	$\epsilon_1=-1.19$	o/oo	$\epsilon_2=2.62$	o/oo
Wirkungszone As	bun =	100.0	cm	heff = 7.6 cm
	Aceff =	0.07567	m ²	peff=2.0%
	$\sigma_s=333.2$	N/mm ²	$\Delta\epsilon =$	1.206 o/oo
	srmx =	207.2	mm	(abgeschlossenes Rissbild)
	Ds,max =	15.2	mm	$\geq D_s = 14$ mm

Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA



XC4/XD1/XF2/WA

Erforderliche Biegezugbewehrung:

$$A_{s,erf} = 10,25 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Gewählt:

$$\emptyset 12/10 = 11,31 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 77
230112_HWS Bremen Vegesack		Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
7.9.4 Längsbewehrung Die Längsbewehrung wird analog zu dem Kapitel 7.10.4 gewählt. Diese beruht auf der Tatsache, dass sich die gleiche Wandstärke vorliegt wie im Teilabschnitt IX, wodurch sich die gleiche Mindestbewehrung für den späten Zwang ergibt. Gewählt: $\emptyset 14/10 \ A_{s,vorh} = 15,39 \text{ cm}^2/\text{m}$ 7.9.5 Nachweis Geländebruch Der Nachweis gegen Geländebruch wird mittels des Programms GGU-Stability geführt. Die vollständigen Ergebnisse der Berechnung lassen sich der Anlage I entnehmen. Dabei beträgt die maximale Ausnutzung $\mu = 0,68 [-]$. 7.9.6 Sickerweg Die Betrachtung des Sickerweges erfolgt gemäß dem Kapitel 6.2.4 der EAU 2020 [R.1]. - Landseitige Geländeoberkante (Annahme Hochwasserfall): $= NHN + 7,20\text{m}$ - Wasserseitige Geländeoberkante: $= NHN + 5,40\text{ m}$ - Bemessungswasserstand: $= NHN + 7,85\text{ m}$ - Geplante Wandunterkante: $= NHN + 4,60\text{ m}$ - Geplante Spornlänge rechts: $= 1,50\text{ m}$ - Geplante Spornlänge links: $= 0,50\text{ m}$ - Erf. Sickerweglänge: $= 4 * (7,85 - 7,20) = 2,60\text{ m}$ - Vorh. Sickerweglänge: $= (5,40 - 4,60 + 2,30 + 7,20 - 4,60) = 5,7\text{ m}$ Nachweis: $5,70\text{m} > 2,60\text{m}$ Nachweis ist erfüllt! Zusätzlich für die Verbesserung des Sickerweges wird unterhalb des Spornes ein verbliebenes Stück der vorhandenen Spundwand angeschlossen. 7.10 Abschnitt D, Teilbereich IX, Schnitt 10 Die Hochwasserschutzwand im Bereich D wird in der vorhandenen Treppenanlage geplant. Es gilt die Winkelstützmauer in diesem Bereich so zu bemessen, dass jederzeit die vorhandene Treppenanlage zurück gebaut werden kann. Aufgrund des Deichverteidigungsweg landseitig hinter der Winkelstützmauer, wird angenommen, dass das Gelände nicht verändert werden darf. Dadurch werden die Niedrigwasserlastfälle für die Nachweise der äußeren Tragfähigkeit maßgebend, da im Hochwasserfall die Einwirkungen gegen das Erdreich drücken.			
Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 78
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

7.10.2 Innere und äußere Tragfähigkeit

Die Nachweise der inneren und äußeren Tragfähigkeit wurden mit Hilfe des Programms GGU-Cantilever geführt, die vollständigen Berechnungen können der Anlage J entnommen werden. Die Ausnutzungsgrade der Nachweise sowie die berechneten Bewehrungsmengen sind der Tabelle 7-21 zu entnehmen.

Tabelle 7-21: Ergebnisse der Berechnung im Abschnitt D Schnitt 10

Ausnutzungsgrad	Lastfälle	
	LK 3a	LK 3b
EQU	0,54	0,39
Kippen	0,85	0,85
Gleiten	0,66	0,45
Gebrauchstauglichkeit	0,69	0,69
Grundbruch	0,812	0,63
Biegezugbewehrung Wand cm ² /m	13,85	12,32
Biegezugbewehrung Sporn cm ² /m	15,39	13,85

Gewählte Biegezugbewehrung:

- Wand: $\emptyset 16/10 = 20,11 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Sporn: $\emptyset 14/10 = 15,38 \text{ cm}^2/\text{m}$

7.10.3 Innere Tragfähigkeit (Hochwasserlastfall)

Für die Wasserseitige Bewehrung der Winkelstützwand wird der Hochwasserlastfall HW 3 maßgebend. Des Weiteren wird für den Hochwasserlastfall eine landseitige Geländeoberkante auf NHN +7,20m angenommen, welches sich ungünstig auf die Bemessung auswirkt. Die Biege Bemessung wurde mit dem Programm Frilo [P.3] geführt.

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

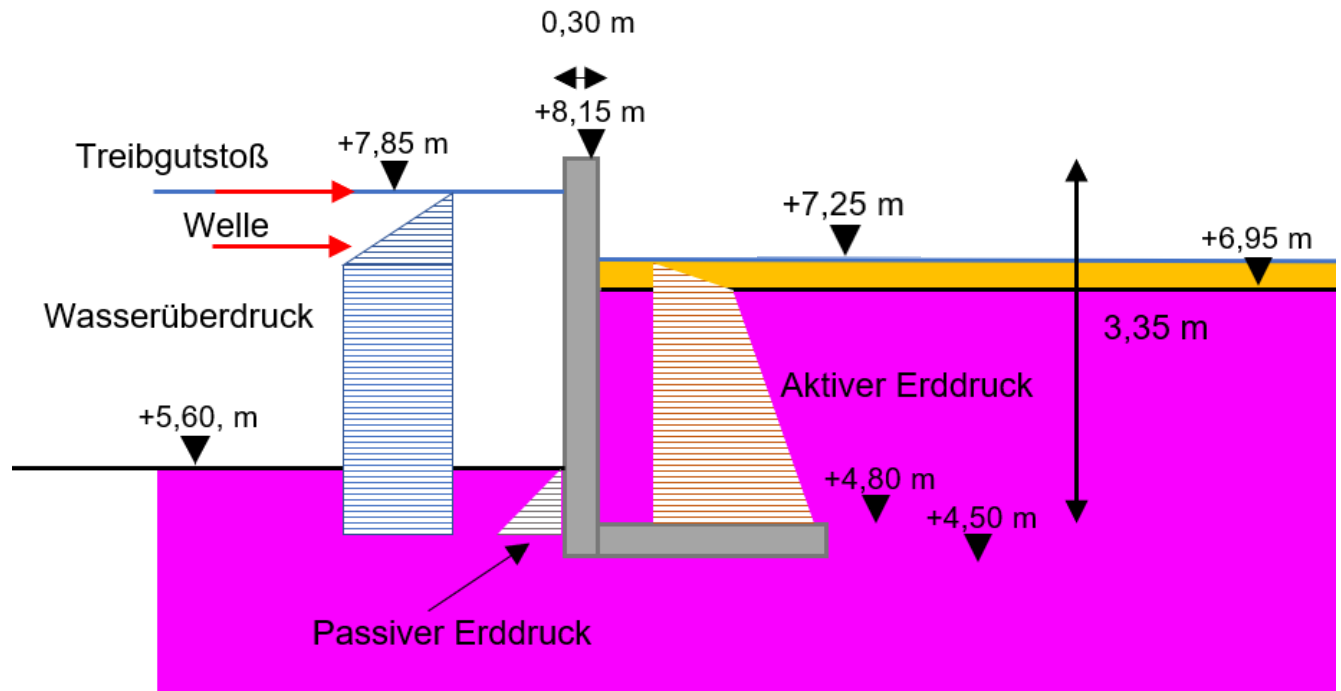


Abbildung 7-21: Belastungssituation im Lastfall HW3

Treibgutstoß:	$T_k = 100 \text{ kN} / (0,5 + 2 \cdot 3,05)$	$T_k = 15,15 \text{ kN/m}$
Welle:		$W_k = 15,0 \text{ kN/m}$
Wasserüberdruck:	$Wa1_k = 0,5 \cdot 10 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,60 \text{ m} \cdot 0,60 \text{ m}$	$Wa1_k = 1,80 \text{ kN/m}$
	$Wa2_k = 6,50 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,40 \text{ m}$	$Wa2_k = 15,60 \text{ kN/m}$
Aktiver Erddruck:	$e_{agh1} = 10 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,30 \text{ m} \cdot 0,46$	$e_{agh} = 1,38 \text{ kN/m}^2$
	$E_{agh1} = 1,38 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,30 \text{ m} \cdot 0,5$	$E_{agh} = 0,21 \text{ kN/m}$
	$e_{agh2} = 10 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,30 \text{ m} \cdot 0,58$	$e_{agh} = 1,74 \text{ kN/m}^2$
	$E_{agh2} = 1,74 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,15 \text{ m}$	$E_{agh} = 3,74 \text{ kN/m}$
	$e_{agh3} = 10 \text{ kN/m}^3 \cdot 2,15 \text{ m} \cdot 0,58$	$e_{agh} = 12,47 \text{ kN/m}^2$
	$E_{agh3} = (12,47 \text{ kN/m}^2 - 1,45 \text{ kN/m}^2) \cdot 2,15 \text{ m} \cdot 0,5$	$E_{agh} = 9,38 \text{ kN/m}$
Passiver Erddruck:	$e_{pgh} = 7,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,80 \text{ m} \cdot 3,56$	$e_{pgh} = 19,94 \text{ kN/m}^2$
	$E_{agh} = 19,94 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 \cdot 0,50$	$E_{agh} = 7,98 \text{ kN/m}$
Eigengewicht:	$G_k = 0,95 \text{ m} \cdot 0,30 \text{ m} \cdot 25,0 \text{ kN/m}^3 + 2,40 \text{ m} \cdot 0,30 \text{ m} \cdot 15,0 \text{ kN/m}^3$	$G_k = 17,93 \text{ kN/m}$

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Schnittgrößen

Normalkraft:

$$N_k = N_d = 17,93 \text{ kN/m}$$

Querkraft:

$$Q_k = 15,15 \text{ kN/m} + 15 \text{ kN/m} + 1,80 \text{ kN/m} + 15,60 \text{ kN/m} + 7,98 \text{ kN/m} - 0,21 \text{ kN/m} - 3,74 \text{ kN/m} - 9,38 \text{ kN/m}$$

$$Q_k = Q_d = 42,20 \text{ kN/m}$$

Biegemoment:

$$M_k = 15,15 * 3,05 \text{ m} + 15 * 2,55 \text{ m} + 1,80 * 2,65 \text{ m} + 15,60 * 1,23 + 7,98 * 0,26 - 0,14 * 2,25 \text{ m} - 3,74 * 1,08 \text{ m} - 9,38 * 0,72$$

$$M_k = M_d = 99,40 \text{ kNm/m}$$

Wasserseitige vertikale Bewehrung:

Nachweis im GZT und GZG

Position: Abschnitt D (HW3)

Stahlbetonbemessung B2 02/20A (Frilo R-2020-2/P04)

BEMESSUNG nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 + EN 1992-1-1:2004/A1:2014

GZT: ständige/vorübergehende Bemessungssituation

Längsbewehrung B500A $\gamma_s = 1.150 \text{ fyd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$
 $k = 1.050 \quad \epsilon_{uk} = 25.0 \text{ o/oo}$

Bügelbewehrung=Längsbewehrung

Beton C35/45 $\gamma_c = 1.50 \text{ fcd} = 19.83 \text{ N/mm}^2$
 $\alpha_{cc} = 0.85 \text{ Ecm} = 34000 \text{ N/mm}^2$

QUERSCHNITT

Rechteck $b = 100.0 \text{ cm} \quad h = 30.0 \text{ cm}$
 Bewehrung $d_{ob} = 7.5 \text{ cm} \quad d_{un} = 7.5 \text{ cm}$

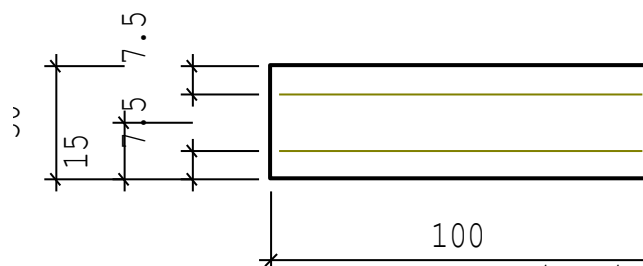
Bruttoquerschnittswerte

zu = 15.0 cm $A_c = 0.3000 \text{ m}^2 \quad I_c = 0.0022500 \text{ m}^4$

Druckkräfte und Druckspannungen sind negativ soweit im Nachweis nicht anders definiert

Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA



XC4/XD1/XF2/WA
 Nach Vergleichsrechnung geprüft
 Prüfung: Dr.-Ing. R. EUSANI

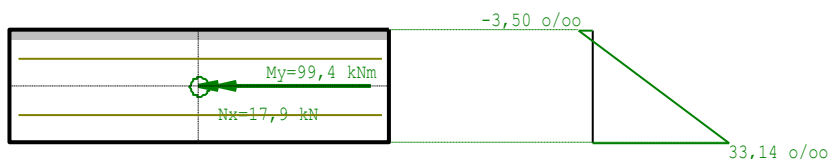
Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 82
230112_HWS Bremen Vegesack		Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

BIEGEBEMESSUNG			
kd- Verfahren ($x/d < 0.450$)			
$N_{xd} =$	17.93 kN	$M_{yd} =$	99.40 kNm
$\epsilon_{1s} =$	-3.50‰	$\epsilon_{2s} =$	23.98‰
$x/d =$	0.13	$z/d =$	0.95
erforderlich:		$k_d =$	2.27
		$A_{su} =$	10.50 cm ²
		$A_{so} =$	0.00 cm ²
		$\mu =$	0.35 %

Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA



XC4/XD1/XF2/WA

SCHUBBEMESSUNG - QUERKRAFT wie Platte			
Schubbügel rechtwinklig zur Bauteilachse			
$V_{Ed} =$	42.20 kN	$z/d =$	0.587 ($z < d \cdot 3.0 - C_{v0,l}; C_{v0,l} = C_{nomo,l}$)
$CR_{d,c} =$	0.10	$k_1 =$	0.12
$k_{vmin} =$	0.035	$v_{min} =$	0.56
$k =$	1.94	$VR_{d,c} =$	124.37 kN (6.2a)
$As_z =$	15.39 cm ²	$VR_{d,c} =$	124.55 kN (6.2b)
$VR_{d,cc} =$	104.00 kN	$\sigma_{cd} =$	-0.06 N/mm ²
$\cot \Theta =$	1.00 (45.00 Grd.)		
$v_1 =$	0.750	$\alpha_{cw} =$	1.00
$VR_{d,max} =$	981.75 kN	$aswV =$	0.00 cm ² /m
$sl_{max} =$	21.00 cm	$aswMin =$	0.00 cm ² /m maßgebend !!

BESCHRAENKUNG DER RISSBREITE

maßgebende Expositionsklasse XD1 zul.wk = 0.25 mm (nutzerdefiniert)

Rissbreitenbeschränkung unter Lastbeanspruchung			
$f_{cteff} =$	3.21 N/mm ² (nach 28 Tagen)		
q.-stä. LK	$N_x =$ 17.9 kN	$M_y =$	99.4 kNm
Zustand I	$\sigma_{bz} =$ 6.7 N/mm ²		
gewählt:	$A_{su} =$ 15.39 cm ²	$A_{so} =$	0.00 cm ²
Dehn. $\phi = 2.82$	$\epsilon_{1s} =$ -1.21‰	$\epsilon_{2s} =$	2.67‰
Wirkungszone As	$bun =$ 100.0 cm	$heff =$	7.6 cm
	$A_{ceff} =$ 0.07568 m ²	$peff =$	2.0%
	$\sigma_s =$ 340.4 N/mm ²	$\Delta \epsilon =$	1.242 ‰
	$sr_{max} =$ 201.2 mm	(abgeschlossenes Rissbild)	
	$Ds_{max} =$ 14.7 mm	$\geq Ds =$	14 mm

Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

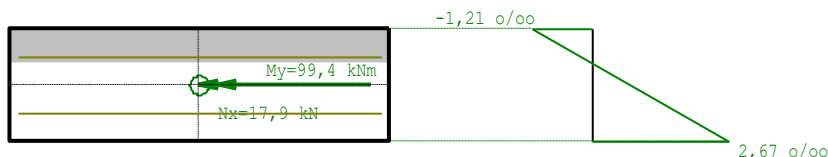
Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 83
230112_HWS Bremen Vegesack		Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Rissbreitenbeschränkung unter Lastbeanspruchung

Maßstab 1 : 20

XC4/XD1/XF2/WA



XC4/XD1/XF2/WA

Erforderliche Biegezugbewehrung:

$$A_{s,erf} = 10,50 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Gewählt:

$$\emptyset 12/10 = 11,31 \text{ cm}^2/\text{m}$$

7.10.4 Zwang in Längsrichtung

Es wird davon ausgegangen, dass die Winkelstützwand monolithisch ohne Dehnfugen errichtet wird. Bemessungsmaßgebend für die Längsbewehrung wird der späte Zwang. Die erforderliche Bewehrung wird in diesem Fall für eine Rissbreite von $w_k = 0,20 \text{ mm}$ und $w_k = 0,30 \text{ mm}$ berechnet und im Anschluss gemittelt für eine Rissbreite von $w_k = 0,25 \text{ mm}$.

Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite bei Zwang

Nachweis für zentrischen Zwang bei dicken Bauteilen nach EC2-1-1:2011

Prof. Dr.-Ing. H. Hamfler - HCU Hamburg

Einzelnachweis		Auswahl/Eingabe		Einzelnachweis für Rechteckquerschnitt				
Rissbreite w_k	0,30 mm			Querschnitt eingeben:	Breite b [cm]	Höhe h [cm]	d_s [mm]	
Betonfestigkeit	C 35/45			Rechteck	b ; h ; d_s	100	30	14
Zwangsursache	im erhärteten Beton			Betondeckung	c [mm] =			60
Beanspruchungsart	Zentrischer Zwang							
Zugfestigkeit $f_{ct,eff}$	3,210 N/mm ²			Maschenweite bei Matten	0	cm in Zugrichtung sonst = 0		
Erhärtung des Betons langsam: $f_{cm2}/f_{cm28} \leq 0,3$	normal erhärtend			d_s $A_{s,2}$ d_s $A_{s,1}$				

Bemerkungen: Nachweis nach EC2-1-1/NA:2011 - NCI zu 7.3.2 - NA.5

Stand: 02.03.2012

Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung: Dr.-Ing. R. EUSANI

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 84
230112_HWS Bremen Vegesack		Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite bei Zwang

Nachweis für zentrischen Zwang bei dicken Bauteilen nach EC2-1-1:2011

Prof. Dr.-Ing. H. Hamfler - HCU Hamburg

Einzelnachweis		Auswahl/Eingabe	Einzelnachweis für Rechteckquerschnitt			
Rissbreite w_k		0,20 mm	Querschnitt eingeben:	Breite b [cm]	Höhe h [cm]	d_s [mm]
Betonfestigkeit		C 35/45	Rechteck	b ; h ; d_s	100	30
Zwangursache		im erhärteten Beton	Betondeckung	c [mm]		60
Beanspruchungsart		Zentrischer Zwang				
Zugfestigkeit $f_{ct,eff}$		3,210 N/mm ²	Maschenweite bei Matten	0	cm in Zugrichtung sonst = 0	
Erhärtung des Betons langsam: $f_{cm2}/f_{cm28} \leq 0,3$		normal erhärtend	Einfluss Kriechen φ	0		
Ergebnis	z_{st}	15,00 cm	Beiwerte:			
Regelbemessung	σ_{cs}	3,21 N/mm ²	x	0,00		
	σ_{ct}	3,21 N/mm ²	k	0,80		
Rissbreitenbegrenzung	$\sigma_{s1} = \sigma_{s2}$	234,58 N/mm ²	k_c	1,00	$F_{s,R}$	385,20 kN
	$A_{s1} = A_{s2}$	16,42 cm ²	A_{ct} [cm ²]	1500,00	w_k	0,20 mm
Für dicke Bauteile	$\sigma_{s1} = \sigma_{s2}$	234,58 N/mm ²			$F_{s,R}$	481,49 kN
	$A_{s1} = A_{s2}$	20,53 cm ²	A_{ceff} [cm ²]	1500,00	w_k	0,20 mm
Mindestwert	$\sigma_{s1} = \sigma_{s2}$	500,00 N/mm ²			$F_{s,R}$	385,20 kN
	$A_{s1} = A_{s2}$	7,70 cm ²	A_{ct} [cm ²]	1500,00		
maßgebend	min $A_{s1} = A_{s2}$	16,42 cm ²				

Bemerkungen: Nachweis nach EC2-1-1/NA:2011 - NCI zu 7.3.2 - NA.5

Stand: 02.03.2012

Erforderliche Längsbewehrung (beidseitig):

$$A_{sl} = (13,41 + 16,42)/2$$

$$A_{sl} = 14,92 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Gewählt:

$$\emptyset 14/10 = 15,39 \text{ cm}^2/\text{m}$$

7.10.5 Nachweis Geländebruch

Der Nachweis gegen Gelände Bruch wurde mittels des Programms GGU-Stability geführt. Die Vollständige Berechnung kann der Anlage J entnommen werden. Der Nachweis ist eingehalten mit einer maximalen Ausnutzung von $\mu = 0,54$ [-].

7.10.6 Sickerweg

Gemäß der EAU 2020 [R.1] Kapitel 6.2.4 sollte die Länge des Sickerweges je nach Bodenbeschaffenheit das Drei- bis Vierfache der Differenz zwischen dem Bemessungswasserstand und der landseitigen Geländeoberkante betragen.

- Landseitige Geländeoberkante (Annahme Hochwasserfall): $= NHN + 7,25 \text{ m}$
- Wasserseitige Geländeoberkante: $= NHN + 5,60 \text{ m}$
- Bemessungswasserstand: $= NHN + 7,85 \text{ m}$
- Geplante Wandunterkante: $= NHN + 4,50 \text{ m}$
- Geplante Spornlänge: $= 2,50 \text{ m}$
- Erf. Sickerweglänge: $= 4 * (7,85 - 7,25) = 2,40 \text{ m}$
- Vorh. Sickerweglänge: $= (5,60 - 4,50 + 2,50 + 7,25 - 4,50)$

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Diese Seite ist geprüft Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI	Seite 85
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

= 6,35 m

Nachweis:

$$6,35m > 2,60m$$

Nachweis ist erfüllt!

7.11 Abschnitt D, Teilbereich X, Schnitt 11

7.11.1 Geometrie

Ergänzend für **Auffüllböden**, welche für die Herstellung des Deichverteidigungsweges und für geringfügige Anpassungen des Geländes angesetzt werden, werden wie folgt angenommen.

- Sand, mitteldicht, $\varphi'_k = 32,5^\circ$
- Wichten: $\gamma/\gamma' = 18/10 \text{ kN/m}^3$

Der Schnitt 11 betrachtet den Bereich der Straßenanhebung bei der Station 0+050,00 gemäß der Abbildung 7-22 und der Abbildung 7-24.

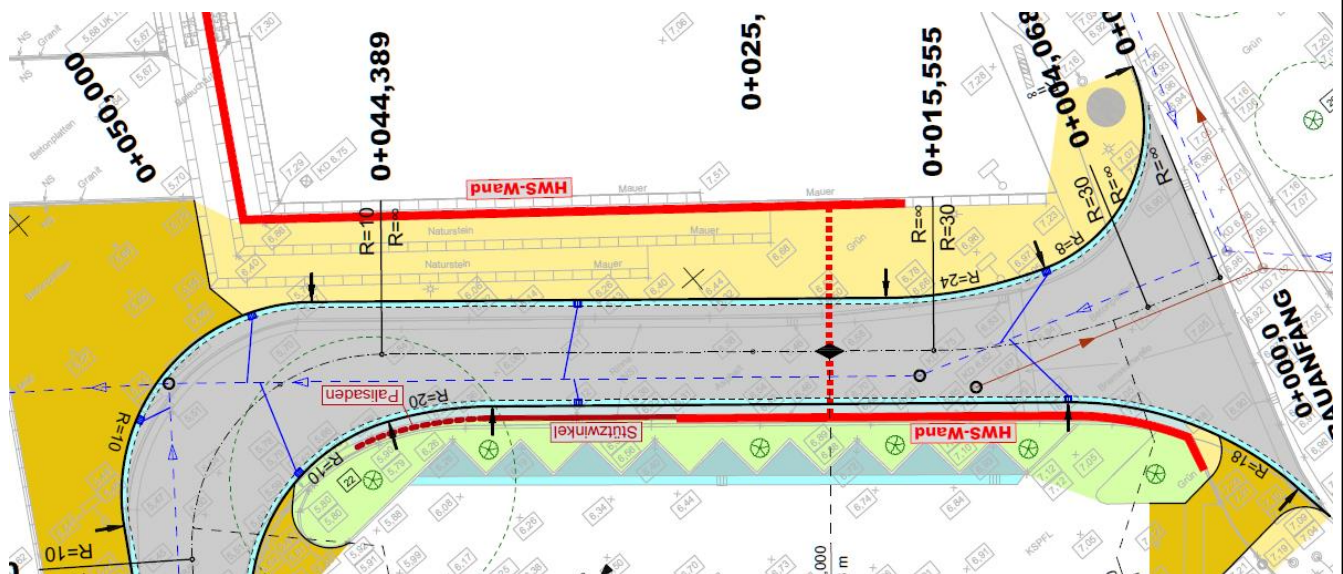


Abbildung 7-22: Lageplan der Straßenanhebung [U.14]

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

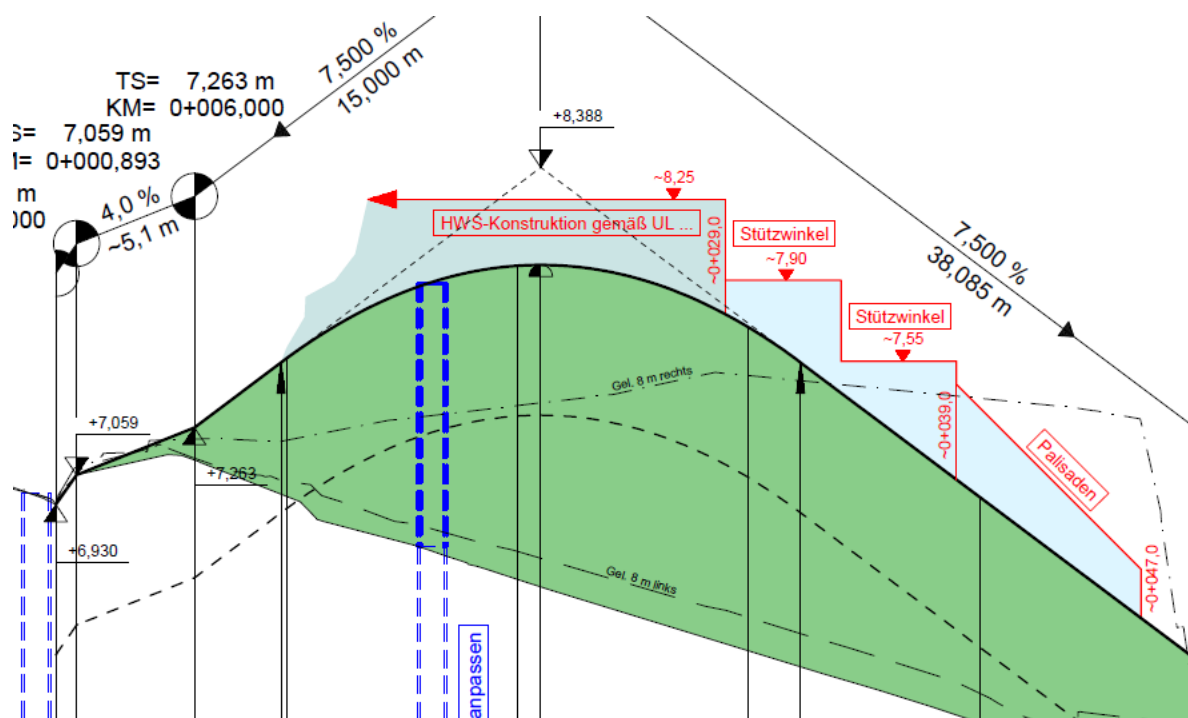


Abbildung 7-23: Höhenplan der Straßenerhöhung [U.15]

Die geometrischen Daten der Winkelstützwand können der folgenden Tabelle entnommen werden. Das angesetzte Bodenprofil entspricht dem Bemessungsbodenprofil DS 281,279.

Tabelle 7-22: Abmessung der Winkelstützwand Schnitt 11

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,25	m NHN
GOK wasserseitig	6,20	m NHN
OK Sporn	5,40	m NHN
UK Sporn	5,10	m NHN
Höhe Wand	2,75	m
Wanddicke	0,30	m
Spornlänge	1,90	m
Sporndicke	0,30	m
Breite Sohlfläche B	2,20	m

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

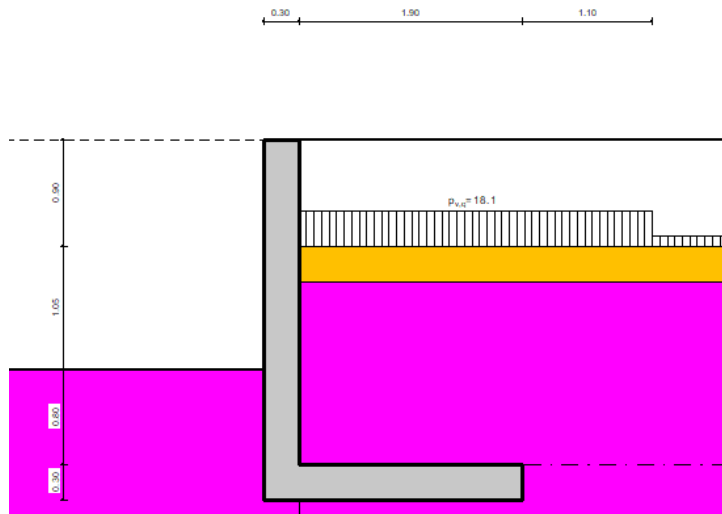


Abbildung 7-24: Aufbau der Winkelstützwand im Schnitt 12

7.11.2 Innere und äußere Tragfähigkeit

Die Nachweise der inneren und äußeren Tragfähigkeit wurden mit Hilfe des Programms GGU-Cantilever geführt, die vollständigen Berechnungen können der Anlage K entnommen werden. Die Ausnutzungsgrade der Nachweise sowie die berechneten Bewehrungsmengen sind der Tabelle 7-21 zu entnehmen.

Tabelle 7-23: Ergebnisse der Berechnung im Abschnitt D

Ausnutzungsgrad	Lastfälle	
	LK 3a	LK 3b
EQU	0,69	0,47
Kippen	0,96	0,96
Gleiten	0,75	0,56
Gebrauchstauglichkeit	0,78	0,78
Grundbruch	0,82	0,56
Biegezugbewehrung Wand cm ² /m	7,70	7,70
Biegezugbewehrung Sporn cm ² /m	9,24	9,24

Gewählte Biegezugbewehrung:

- Wand: $\emptyset 14/12,5 = 12,32 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Sporn: $\emptyset 14/12,5 = 12,32 \text{ cm}^2/\text{m}$

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
Aufgrund des geringeren Geländesprungs sind im Vergleich zu dem Schnitt 10 geringer Einwirkungen im Hochwasserfall für die Innere Tragfähigkeit zu erwarten, aus diesem Grund wird die landseitige vertikal Bewehrung entsprechend dem Kapitel 7.10.3 gewählt. Gewählt: $\emptyset 12/10 = 11,31 \text{ cm}^2/\text{m}$ 7.11.3 Zwang in Längsrichtung Aufgrund der gleichen geometrischen Verhältnisse der Winkelstützwand im Schnitt 10 wird die Längsbewehrung analog zu Kapitel 7.10.4 gewählt. Erforderliche Längsbewehrung (beidseitig): $A_{sl} = (13,41 + 16,42)/2 \quad A_{sl} = 14,92 \text{ cm}^2/\text{m}$ Gewählt: $\emptyset 14/10 = 15,39 \text{ cm}^2/\text{m}$ 7.11.4 Sickerweg Gemäß der EAU 2020 [R.1] Kapitel 6.2.4 sollte die Länge des Sickerweges je nach Bodenbeschaffenheit das Drei- bis Vierfache der Differenz zwischen dem Bemessungswasserstand und der landseitigen Geländeoberkante betragen. - Landseitige Geländeoberkante (Annahme Hochwasserfall): $= NHN + 7,25 \text{ m}$ - Wasserseitige Geländeoberkante: $= NHN + 6,20 \text{ m}$ - Bemessungswasserstand: $= NHN + 7,85 \text{ m}$ - Geplante Wandunterkante: $= NHN + 5,10 \text{ m}$ - Geplante Spornlänge: $= 2,10 \text{ m}$ - Erf. Sickerweglänge: $= 4 * (7,85 - 7,25) = 2,40 \text{ m}$ - Vorh. Sickerweglänge: $= (6,20 - 5,10 + 2,10 + 7,25 - 5,10) = 5,35 \text{ m}$ Nachweis: $5,35 \text{ m} > 2,40 \text{ m} \quad \text{Nachweis ist erfüllt!}$ 7.11.5 Nachweis gegen Geländebruch Der Nachweis gegen Gelände Bruch wurde mittels des Programms GGU-Stability geführt. Die Vollständige Berechnung kann der Anlage K entnommen werden. Der Nachweis ist eingehalten mit einer maximalen Ausnutzung von $\mu = 0,50 [-]$. 7.12 Abschnitt D, Teilbereich X, Schnitt 12 Der Schnitt 12 betrachtet die Station 040 gemäß dem Höhenplan [U.15].			
Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer		Seite 89
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

7.12.1 Geometrie

Die Geometrie der Winkelstützwand im Schnitt 12 kann der folgenden Tabelle und Abbildung entnommen werden. Für die Bemessung wird das Bodenprofil DS 281, 279 angesetzt.

Tabelle 7-24: Abmessung der Winkelstützwand im Schnitt 12

Geometrie		
OK Wand	8,25	m NHN
GOK landseitig	7,25	m NHN
GOK wasserseitig	6,96	m NHN
OK Sporn	6,15	m NHN
UK Sporn	5,85	m NHN
Höhe Wand	2,00	m
Wanddicke	0,30	m
Spornlänge	1,60	m
Sporndicke	0,30	m
Breite Sohlfläche B	1,90	m

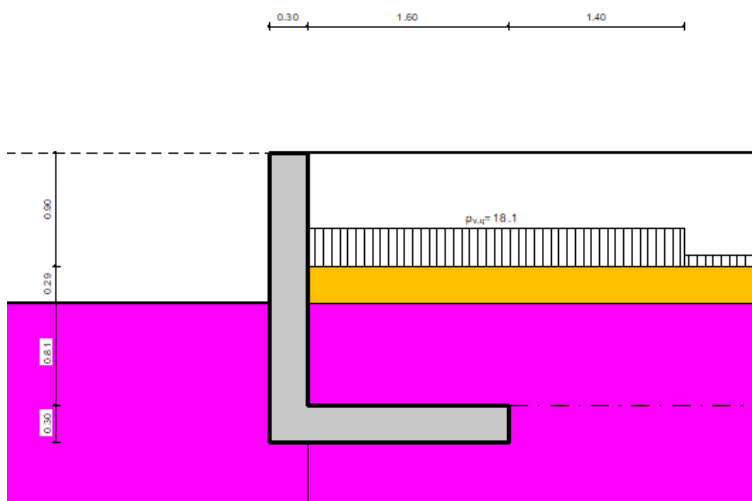


Abbildung 7-25: Aufbau der Winkelstützwand im Schnitt 12

7.12.2 Innere und äußere Tragfähigkeit

Die Nachweise der Tragfähigkeit wurden mit dem Programm GGU-Cantilever geführt und können der Anlage L entnommen werden. Im Folgenden sind die Ergebnisse der Berechnung zusammengefasst.

Tabelle 7-25: Ergebnisse der Berechnung im Abschnitt D

Ausnutzunggrad	Lastfälle	
	LK 3a	LK 3b
EQU	0,71	0,46

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Kippen	0,83	0,83
Gleiten	0,94	0,68
Gebrauchstauglichkeit	0,943	0,94
Grundbruch	0,736	0,59
Biegezugbewehrung Wand cm ² /m	6,16	6,16
Biegezugbewehrung Sporn cm ² /m	6,16	6,16

Aufgrund der gleichen geometrischen Abmessungen und der geringeren Einwirkungen im Hochwasserlastfall wird die landseitige vertikal Bewehrung analog zu dem Schnitt 11 gewählt siehe Kapitel 7.10.3.

Gewählt: $\emptyset 12/10 = 11,31 \text{ cm}^2/\text{m}$

7.12.3 Zwang in Längsrichtung

Aufgrund der gleichen geometrischen Verhältnisse der Winkelstützwand im Schnitt 11 wird die Längsbewehrung analog zu Kapitel 7.10.4 gewählt.

Erforderliche Längsbewehrung (beidseitig):

$$A_{sl} = (13,41 + 16,42)/2 \quad A_{sl} = 14,92 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Gewählt: $\emptyset 14/10 = 15,39 \text{ cm}^2/\text{m}$

7.12.4 Sickerweg

Der vereinfachte Nachweis des Sickerweges wird gemäß der EAU 2020 [R.1] Kapitel 6.2.4 durchgeführt.

- Landseitige Geländeoberkante (Annahme Hochwasserfall): $= NHN + 7,25 \text{ m}$
- Wasserseitige Geländeoberkante: $= NHN + 6,96 \text{ m}$
- Bemessungswasserstand: $= NHN + 7,85 \text{ m}$
- Geplante Wandunterkante: $= NHN + 5,85 \text{ m}$
- Geplante Spornlänge: $= 1,90 \text{ m}$
- Erf. Sickerweglänge: $= 4 * (7,85 - 7,25) = 2,40 \text{ m}$
- Vorh. Sickerweglänge: $= (6,96 - 5,85 + 2,10 + 7,25 - 5,85) = 4,61 \text{ m}$

Nachweis:

$$4,61 \text{ m} > 2,40 \text{ m} \quad \text{Nachweis ist erfüllt!}$$

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 91
----------	---------------------------------	----------

230112_HWS Bremen Vegesack	Rev. 00
----------------------------	---------

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

7.12.5 Nachweis gegen Geländebruch

Der Nachweis gegen Geländebruch wurde mit Hilfe des Programms GGU-Stability geführt, dabei beträgt die maximale Ausnutzung $\mu = 0,43 [-]$. Die vollständige Berechnung kann der Anlage L entnommen werden.

7.13 Abschnitt D, Teilbereich X, Schnitt 13 und Schnitt 14

Im Bereich der Straße „Zum alten Speicher“ wird der Straßenverlauf angehoben, und wasserseitig der Straße gilt es mittels einer Hochwasserschutzmaßnahme den Wendekreis der Straße Hochwasser-technisch zu schützen. Dieses soll durch eine Spundwand erfolgen, wobei der maximale Geländesprung im Scheitelpunkt der angehobenen Straße liegt. Bei der Betrachtung werden die Niedrigwasserlastfälle im Bereich des Scheitelpunktes angesetzt und am Fußpunkt der Straßenanhebung die Hochwasserlastfälle betrachtet. Maßgebend für die Bemessung wird das Bemessungsbodenprofil DS 310.

7.13.1 Randbedingungen

7.13.2 Modelleingabe

Die Profilwerte der neuen Wand sind wie folgt:

Gewählt: AZ 20-800 in S 240 GP,

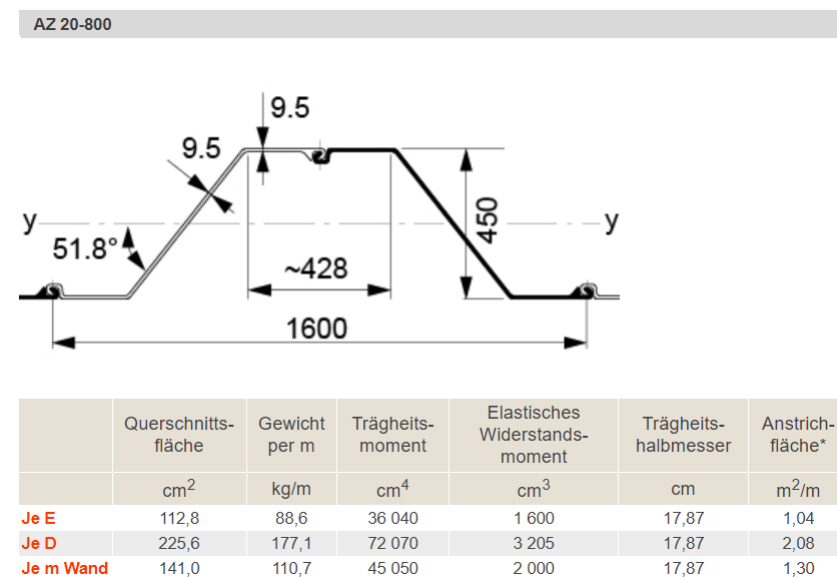


Abbildung 7-26: Spundwandabmessungen Schnitt 13 und Schnitt 14

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

7.13.3 Innere Tragfähigkeit

Die Wand wird mittels des Programm GGU-Retain als unverankerte Spundwand bemessen. Die vollständigen Berechnungen könne der Anlage M entnommen werden. In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse zusammengestellt.

Abschnitt D Schnitt 12 und 13	NW 3a	NW 3b	HW 1	HW 3
Erforderliche Wandunterkante [m NHN]	3,44	4,4	4,30	3,47
Mob. E_p ($\mu \leq 1,0$)	0,92	0,95	0,71	0,86
Spannungsausnutzung $\mu \leq 1,0$	0,12	0,05	0,03	0,09

7.13.4 Korrosion

Auf den Nachweis des Systems unter Betrachtung der Abrostung wird aufgrund der geringen Spannungsausnutzung verzichtet. Darüber hinaus sind hohe Abrostungsraten auf der zum Wasser gerichteten Seite nicht zu erwarten, da sich die Spundbohle oberhalb des normalen Tiede Bereichs der Lesum befindet.

Für die Betrachtung der Gebrauchstauglichkeit werden folgende Ansätze gemäß Eurocodes [N.5] Teil 5 (Tabelle 4.1 und Tabelle 4.2) gewählt.

Landseitig: Verdichtete nicht aggressive Auffüllung: 1,10mm nach 100 Jahren

Wasserseitig: Allgemeines Süßwasser: 1,40mm nach 100 Jahren

Gesamter Dickenverlust infolge Korrosion: 2,50mm

Das Verwendete Profil weist eine Blechstärke von 9,50mm auf somit würde sich infolge der Korrosion keine Durchrostung ergeben und die Gebrauchstauglichkeit ist eingehalten.

7.13.5 Äußere Tragfähigkeit

Der maßgebende Lastfall für die äußere Tragfähigkeit ist der Niedrigwasserlastfall 3a.

Folgender Nachweis ist zu erbringen:
 $(Q_{g,k} + 53,24 - 12,57) / \gamma(P) \geq 62,99 \text{ kN/m}$

Mantelfläche: $A = 1,30 \text{ m}^2/\text{m}$

Der Nachweis wird für Profile nach dem Einbringverfahren Vibrieren angesetzt, gemäß dem Bodengutachter gilt es die Widerstandswerte um 75% abzumindern (siehe [G.2]).

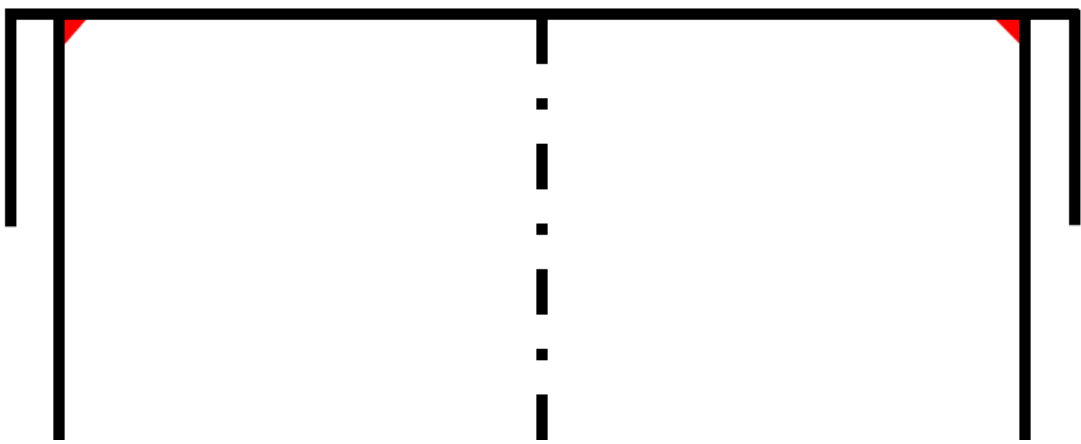
Die Eibindetiefe ergibt sich zu:

Hierbei wird die Mantelreibung gemäß EAU unterhalb des theoretischen Fußpunktes angesetzt.

Mantelreibung: $q_{s,k} = 20 \text{ kN/m}^2$

Erforderliche Länge $t = (62,99 * 1,4 - 53,24 + 12,57) / (0,75 * 20 * 2 * 1,30)$

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 93
230112_HWS Bremen Vegesack		Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
$t = 1,22m \approx 1,30m$ Absetztiefe: $UK = TF-t$ Theoretischer Fußpunkt (siehe Anlage M): $T_F = 3,965 m NHN$ Unterkante Spundwand: $UK = 2,60 m NHN$ 7.13.6 Nachweis gegen Geländebruch Der Nachweis gegen Geländebruch wurde für den maßgebenden Lastfall HW 3 geführt. Dieser wird maßgebend im Schnitt 14. Die vollständige Berechnung kann der Anlage M entnommen werden, wobei die maximale Ausnutzung $\mu = 0,51 [-]$ beträgt. 7.13.7 Spundwandkappe Die Spundwandabdeckung soll als gekantetes Blech ausgeführt und mit der Spundwand verschweißt werden. Die Schweißnaht wird konstruktiv gewählt, die Anordnung der Schweißnaht ist der folgenden Skizze zu entnehmen. Das Blech soll eine Blechstärke von 8 mm, eine Breite von 50 cm und ein Schenkelmaß von 10cm aufweisen. Gewählt: Schweißnahtdicke $a_w = 5,00 mm$  7.13.8 Geländesprung außerhalb der Hochwasserschutzlinie Durch die Anhebung des Straßenverlaufes wird wasserseitig der Hochwasserschutzlinie ein zusätzlicher Geländesprung geschaffen, siehe Abbildung 7-22. In dieser stellt die gestrichelte Linie den Scheitelpunkt der Straße dar, an dem Scheitelpunkt soll die Spundwand noch 8 m weitergeführt werden. Hinter der Spundwand wird der Geländesprung mittels Winkelstützwänden als Fertigteil realisiert. <u>Diese werden nicht auf die Hochwasserlastfälle ausgelegt, da diese kein Bestandteil der Hochwasserschutzlinie sind.</u> Hierbei ergeben sich auf Grundlage des Höhenplans der Geländeanpassung zwei Bereiche, die mittels Winkelstützwänden abzufangen sind, siehe Abbildung 7-23. Gemäß des Vermessungsplanes liegt die Bordsteinunterkante in diesem Bereich minimal bei NHN + 6,23 m, diese Höhe wird angesetzt, um die			
Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer		Seite 94
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Winkelstützwände festzulegen. Als Referenz für die Auswahl wird der Katalog des Herstellers Rekers gewählt, hierbei handelt es sich ausschließlich um eine Referenz!

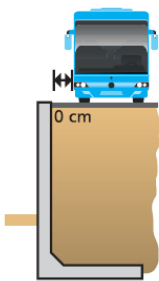
Bereich 1:

In dem Bereich 1 soll die Oberkante der Winkelstützwand auf der Höhe NHN +7,90m liegen somit ergibt sich eine Nutzhöhe von 1,70 m.

Bereich 2:

Der Bereich 2 soll gemäß Höhenplan wird die Oberkante auf NHN + 7,55 m gefordert. Die sich daraus ergebene Nutzhöhe beträgt 1,35 m.

Die exemplarisch gewählten Winkelstützmauern können der folgenden Abbildung entnommen werden. Hierbei beschreibt das rote Feld die Auswahl für den Bereich 1 und das blaue Feld die Auswahl des Bereiches 2.



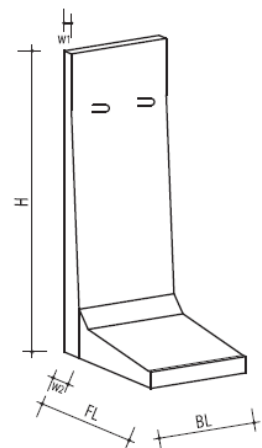
Bauhöhe (cm)	Einbindetiefe (cm)	Nutzhöhe (cm)	Wandung (cm)		Fußlänge (cm)	ca. Gewicht (kg)		
H	H _E	H _N	W1	W2	FL	BL 49 cm	BL 99 cm	BL 199 cm
55	12	43	12	12	39-45	120	240	485
80	12	68	12	12	49-55	175	345	695
105	12	93	12	12	64-70	230	475	955
130	12	118	12	12	79-85	285	570	1145
155	12	143	12	12	94-100	355	710	1430
180	15	165	12	15	104-110	460	930	
205	15	190	12	15	119-125	530	1060	
230	15	215	12	15	134-140	590	1185	
255	20	235	12	25	144-150	925	1870	
280	20	260	12	25	159-165	990	2000	
305	20	285	12	25	174-180	1050	2125	
330	30	300	12	25	184-190	1105	2235	
355	30	325	12	25	199-205	1170	2365	
380	30	350	12	25	214-220	1230	2490	
405	30	375	12	25	224-230	1285	2600	
430	35	395	12	35	239-245	2100	4200	

Lastfall 4 a
Verkehrslast (SLW 30)
 $q = 16,7 \text{ kN/m}^2$,
öffentliche Straße mit
Anliegerverkehr

Abbildung 7-27: Gewählte Winkelstützwände gemäß der Rekers Produktpalette

Die Abmessung für die Winkelstützwand zur Abfangung des Geländesprung werden wir folgt gewählt:

		Bereich 1	Bereich 2
Bauhöhe	H	205 cm	155 cm
Einbindetiefe	H _E	15 cm	12 cm
Nutzhöhe	H _N	190 cm	143 cm
Wandung	W1	12	12
	W2	15	12
Fußlänge	FL	125	100



Detaillierte Berechnung ist noch vorzulegen.

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

7.14 Abschnitt D, Teilabschnitt X, Schnitt 15 Deichschart Seiten 96-111 nicht geprüft.

Für die Berechnung des Deichschartes wird das Bodenbemessungsprofil DS 310 maßgebend.

7.14.1.1 Geometrie

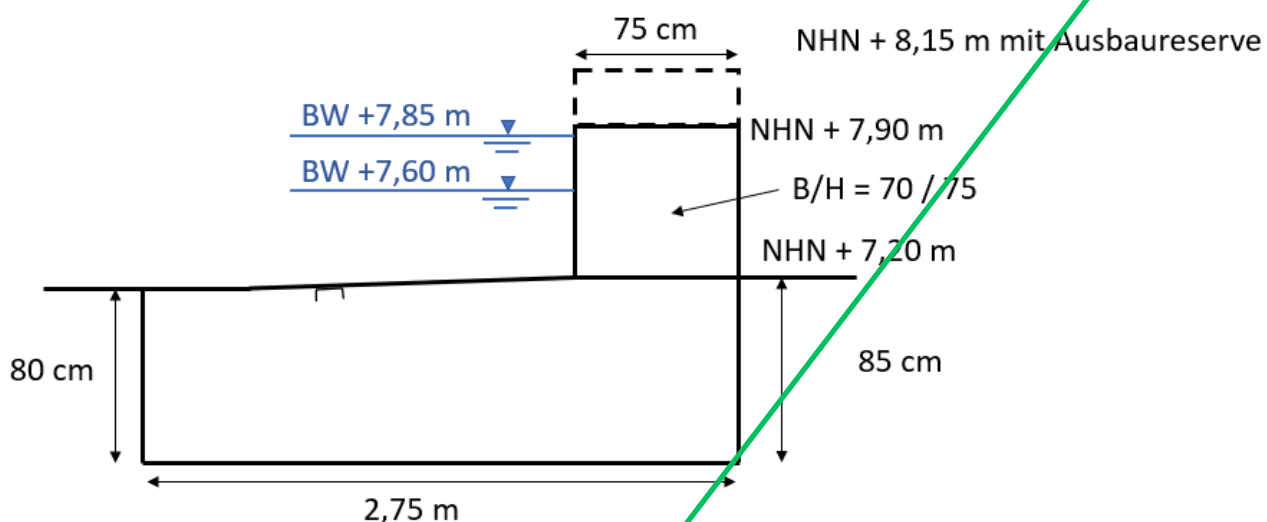


Abbildung 7-28: Geometrie des Deichschartes

7.14.1.2 Einwirkungen

7.14.1.2.1 Wellendruck und Treibgutstoß

Die angesetzten Belastungen in dem RFEM Modell ergeben sich wie folgt:

Treibgutstoß auf Stahlbauteile:

Einzellast gemäß Kapitel 3.3, verteilt auf einer Fläche von 0,50m x 0,50m

Angesetzte Flächenlast: $F = 30 \text{ kN}/(0,50\text{m} * 0,50\text{m})$ $F = 120 \text{ kN}/\text{m}^2$

7.14.1.3 Stemmter

7.14.1.3.1 Bemessung des Stemmtors

Die Bemessung erfolgt mit dem Programm RFEM von Dlubal Systems.

Die genaue Lage der Auflagerpunkte der Tore wird im Rahmen der Ausführungsplanung für den Stahlwasserbau von der ausführenden Firma definiert. Für die Planung wurde ein Abstand von 4,30 zwischen den Toraufhängungen angenommen. Auf der sicheren Seite liegend wird bei der Torbemessung ein Abstand von 4,50m angenommen um spätere Anpassungen mit abzudecken.

Es werden zwei Modelle untersucht:

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	ungültig	Seite 96
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

- Aktuelle Bestickhöhe und Bemessungswasserstand
- Bestickhöhe und Bemessungswasserstand inklusive Vorsorgemaß

Aktuelle Stickhöhe:

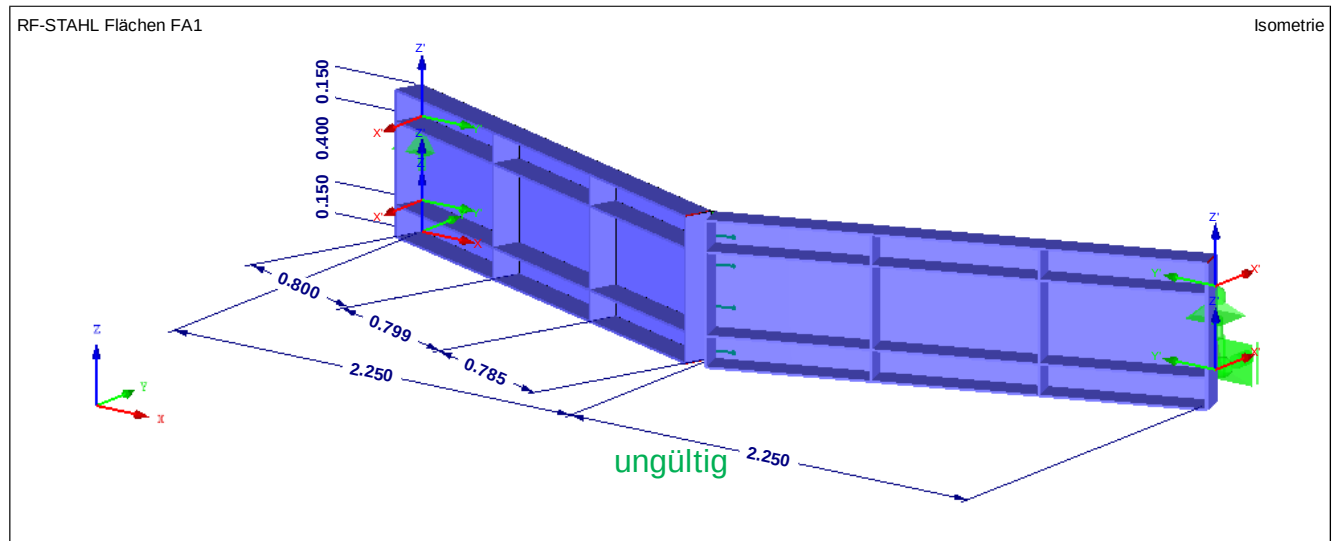


Abbildung 7-29: Statisches Modell der Stemmtore für die aktuelle Bestickhöhe

Zukünftige Bestickhöhe:

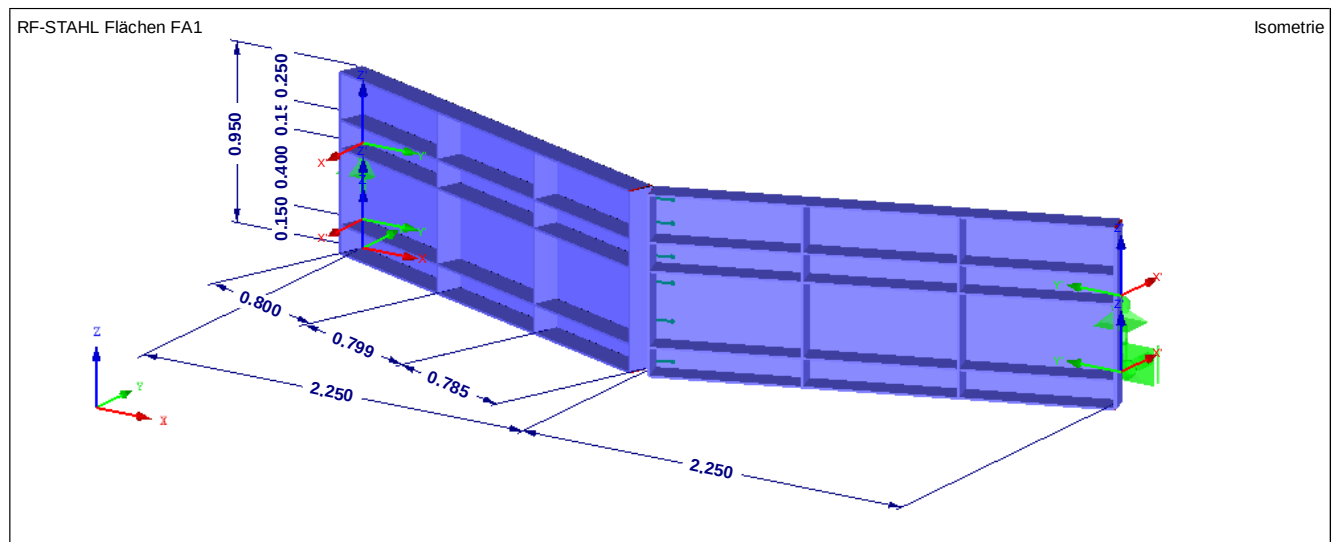


Abbildung 7-30: Stemmtormodell für die zukünftige Bestickhöhe

Die Blechstärken werden gemäß der DIN 19704 Teil 2 gewählt.

- Minimale Blechstärke:

$$t_{min} = 12,00mm$$

Gewählte Blechstärken:

ungültig

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 97
230112_HWS Bremen Vegesack		Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Stahlgüte:

S235

Staublech:

$t = 12 \text{ mm}$

Horizontale und vertikale Rippen:

$t = 12 \text{ mm}, b = 140 \text{ mm}$

Wendesäule:

$t = 20 \text{ mm}, b = 140 \text{ mm}$

Schweißnähte konstruktiv:

Doppelkehlnaht zw. Staublech und Rippen:

$a_w = 4 \text{ mm}$

Doppelkehlnaht zw. horizontalen und vertikalen Rippen:

$a_w = 4 \text{ mm}$

Doppelkehlnaht zw. Staublech und Wendesäule:

$a_w = 5 \text{ mm}$

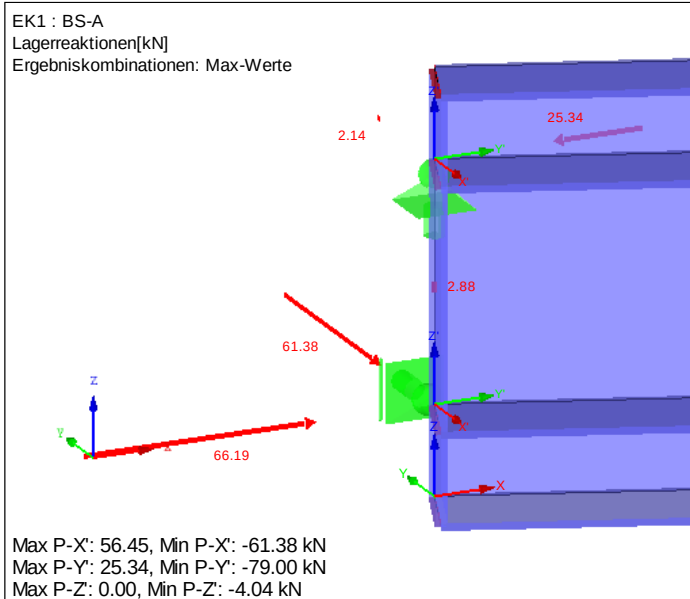
Doppelkehlnaht zw. Rippen und Wendesäule:

$a_w = 5 \text{ mm}$

Die Nachweise können der Ausdrucksprotokolle in der Anlage N entnommen werden.

7.14.1.3.2 Auflagerkräfte für die Bemessung der Toraufhängung

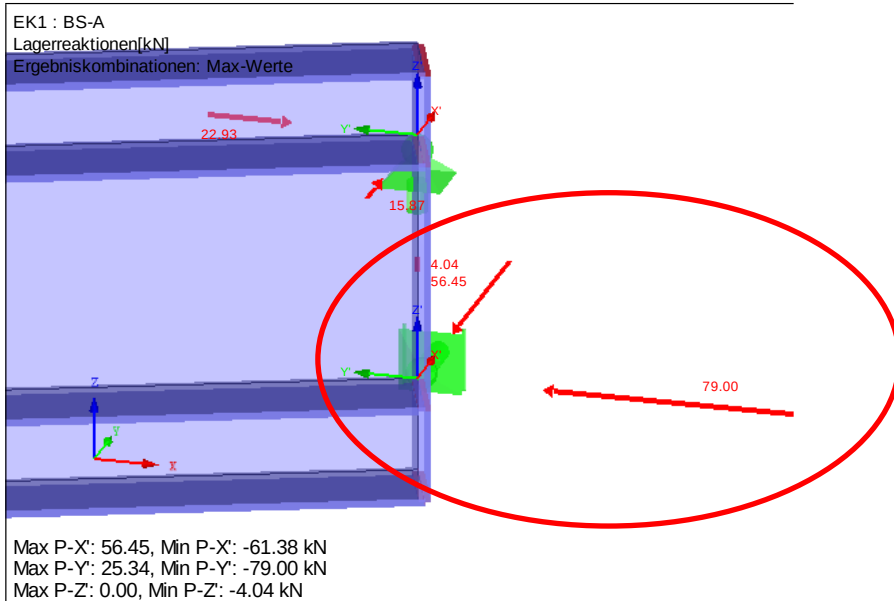
Maßgebend für die unteren Lager ist der Bemessungswasserstand von $\text{NHN} + 7,60 \text{ m}$.



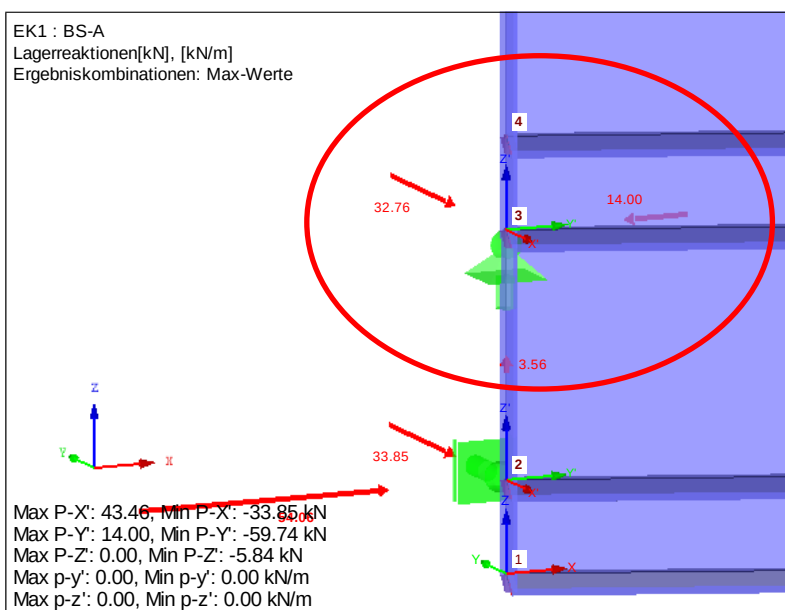
ungültig

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 98
230112_HWS Bremen Vegesack		Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023



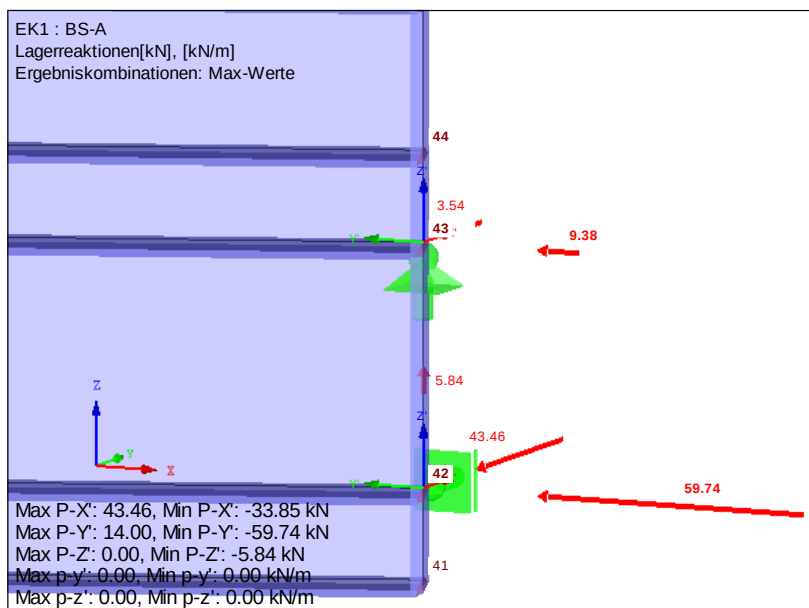
Für die Oberen Lager ist der Bemessungswasserstand von NHN + 7,85 m maßgebend.



ungültig

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 99
230112_HWS Bremen Vegesack		Rev. 00

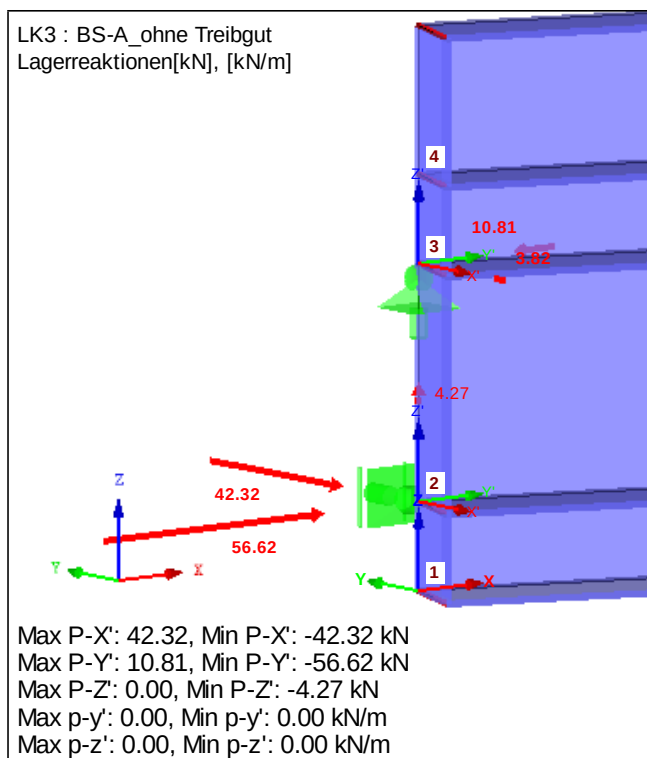
Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023



Die Bemessung der Torlager ist von der ausführenden Firma zu bemessen!

7.14.1.3.3 Auflagerkräfte für die Pfeiler Bemessung

Für die Bemessung der Pfeiler werden die Auslagerreaktionen ohne Berücksichtigung des Treibgutstoßes angesetzt. Dieser wird direkt auf den Betonpfeiler angesetzt. Die Lagerreaktionen werden gemäß der RFEM-Berechnung, LK 3, Bemessungswasserstand NHN +7,85m angesetzt.



ungültig

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 100
230112_HWS Bremen Vegesack		Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

7.14.1.4 Stahlbetonbemessung

7.14.1.4.1 Stahlbetonpfeiler

Die Bemessung des Stahlbetonpfeilers betrachtet den zukünftigen Bemessungswasserstand von NHN +7,85 m und eine Bestickhöhe von NHn+8,15 m.

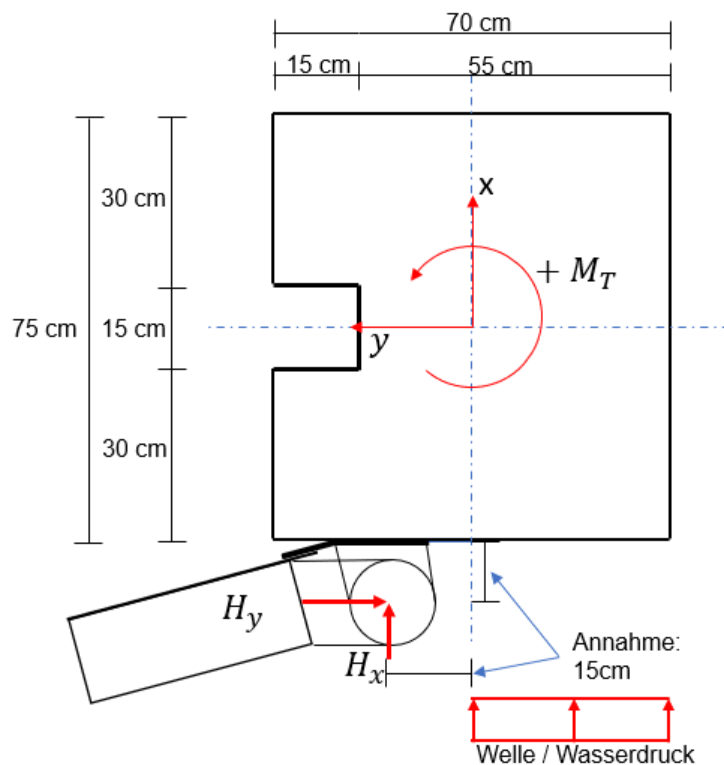


Abbildung 7-31: Einwirkungen auf den Betonpfeiler

Belastung:

Normalkräfte:

Eigengewicht Pfeiler: $N_{G,P} = 0,75m * 0,70m * 0,95m * 25 \text{ kN/m}^3$

$$N_{G,P} = 11,80 \text{ kN}$$

Eigengewicht Stemmtor, gemäß REFEM:

$$N_{G,S} = 4,30 \text{ kN}$$

Summe der Normalkräfte:

$$N_{Ed} = 16,10 \text{ kN}$$

Querkräfte:

Aus dem Stemmtor (siehe Kapitel 7.14.1.3.3):

ungültig

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 101
230112_HWS Bremen Vegesack		Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
Oberes Lager: $H_{x,oben} = -3,8$ $H_{y,oben} = -10,81$ Unteres Lager: $H_{x,unten} = 42,32$ $H_{y,unten} = 56,62$ Infolge Wasserdruck auf den halben Pfeiler: $H_{x,Wasser} = 0,65 * 10 * 0,65/2 * 0,7/2$ $H_{x,Wasser} = 0,74 \text{ kN}$ Infolge Welle auf den halben Pfeiler: $H_{x,Welle} = 15 * 0,7/2$ $H_{x,Welle} = 5,25 \text{ kN}$ Infolge Treibgutstoßes (Angriff mittig auf den Pfeiler): $H_{x,Treibgut} = 100 \text{ kN}$ Summer der Querkräfte: In x-Richtung: $H_{x,Ed} = -3,8 + 42,32 + 0,74 + 5,25 + 100$ $H_{x,Ed} = 144,51 \text{ kN}$ In y-Richtung: $H_{y,Ed} = -10,81 + 56,62$ $H_{y,Ed} = 45,81 \text{ kN}$ Biegemomente: Aus Stemmator: $M_x = 42,32 \text{ kN} * 0,15 + -3,8 * 0,65$ $M_x = 3,90 \text{ kNm}$ $M_y = 56,62 * 0,15 + -10,81 * 0,65$ $M_y = 1,47 \text{ kNm}$ Infolge Wasserdruck auf den halben Pfeiler: $M_y = 0,74 \text{ kN} * 0,65/3$ $M_x = 0,16 \text{ kNm}$ Infolge Welle auf den halben Pfeiler: $M_y = 5,25 \text{ kN} * (0,65 \text{ m} - 0,50 \text{ m})$ $M_y = 0,80 \text{ kNm}$ Infolge Treibgutstoßes (Angriff mittig auf den Pfeiler): $M_y = 100 \text{ kN} * 0,65 \text{ m}$ $M_y = 65 \text{ kNm}$ Summe der Momente: In x-Richtung: $M_x = 3,90 \text{ kNm}$ In y-Richtung: $M_y = 1,47 + 0,16 + 0,80 + 65,0$ $M_y = 67,43 \text{ kNm}$			
Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer		Seite 102
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

ungültig

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Torsionsmoment:

Aus H_x : $M_T = (42,32 \text{ kN} + -3,80) * 0,15\text{m} \quad M_T = -5,78 \text{ kNm}$

Aus H_y : $M_T = (56,62 - 10,81) * (0,75/2 + 0,15) + 0,74 * (0,70/4) + 0,8 * (0,70/4)$

$M_T = 24,32 \text{ kNm}$

Summe M_T : $M_T = -5,78 + 24,32 \quad M_T = 18,54 \text{ kNm}$

Die Stahlbetonbemessung erfolgt mit dem Programm Frilo. Hierbei wird der Querschnitt abzüglich der Aussparung für die Dammbalken betrachtet, wodurch sich der ungünstigste Fall darstellt.

BEMESSUNG nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 + EN 1992-1-1:2004/A1:2014

GZT: ständige/vorübergehende Bemessungssituation

Längsbewehrung B500A $\gamma_s = 1.150$ $f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$
 $k = 1.050$ $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$

Bügelbewehrung=Längsbewehrung

Beton C30/37 $\gamma_c = 1.50$ $f_{cd} = 17.00 \text{ N/mm}^2$
 $\alpha_{cc} = 0.85$ $E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	W0
Bewehrungskorrosion	XC1
Beton mit	Luftporen
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 14 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta \quad C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 14 \text{ mm} \quad *5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \quad *1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.25 \text{ mm} \quad *3$

*1: mit $c_{min,b}$
 *3: nutzerdef.
 *5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	$h_0 = 31.7 \text{ cm}$	
Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.20$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.41 \text{ ‰}$	

QUERSCHNITT ungültig

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 103
230112_HWS Bremen Vegesack		Rev. 00

[illegible]

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Gewählte Bewehrung:

Längsbewehrung: $A_s = 12 \text{ } \varnothing 12 = 13,56 \text{ cm}^2$

Bügelbewehrung: $a_{sw} = \varnothing 10 - 10 = 15,71 \text{ cm}^2/\text{m}$

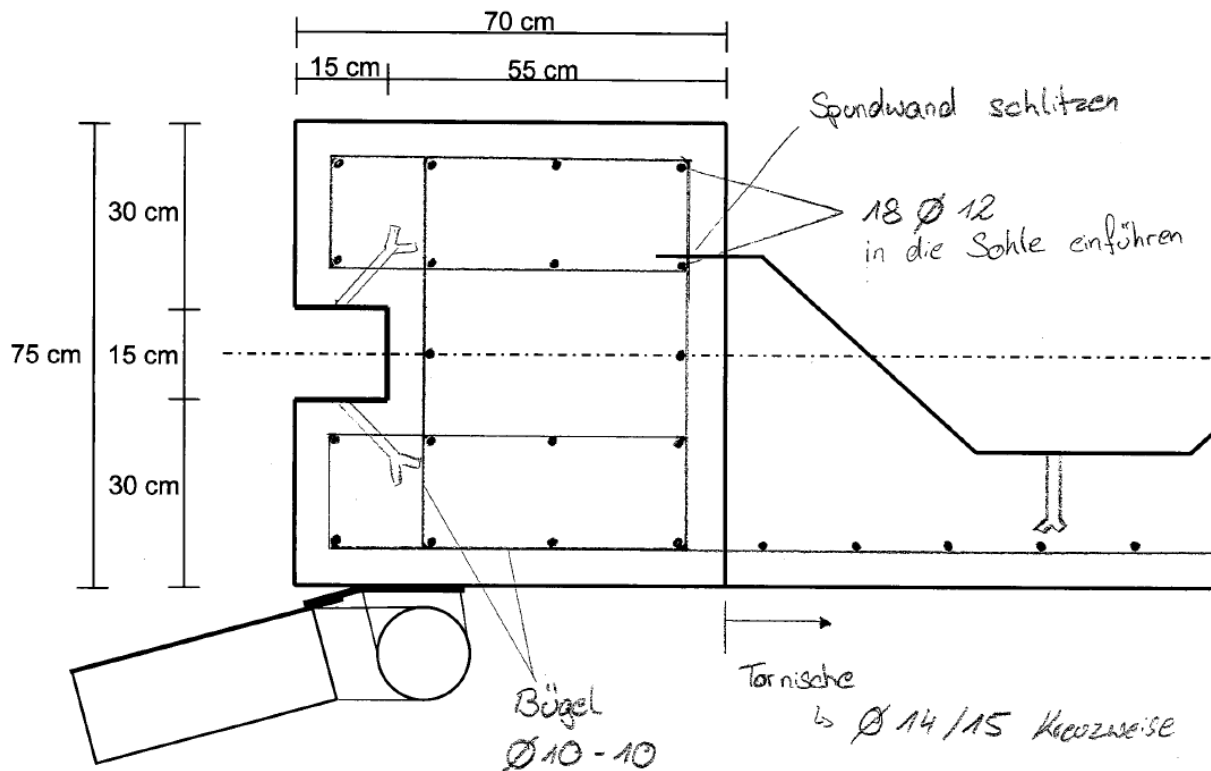


Abbildung 7-32: Bewehrungsskizze Stahlbetonpfeiler und Tornische

7.14.1.4.2 Sohlplatte

Die maßgebende Bewehrung der Platte ergibt sich aus dem Nachweis der Rissbreite aus dem frühen Zwang (abfließen der Hydratationswärme):

ungültig

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 105
230112_HWS Bremen Vegesack		Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Mindestbewehrung für Abfließen der Hydratationswärme

Eingangsparameter

Bauteil	Sohlplatte	
Material	Beton C 30 / 37	$f_{ctm} = 2,90 \text{ MN/m}^2$
	Betonstahl B 500 B	$f_{yk} = 500,00 \text{ MN/m}^2$
Querschnitt	b =	100,00 cm
	h =	80,00 cm
	maßgebende Dimension =	0,00 cm
	nom c =	6,00 cm
char. Wert der Rissweite	wk =	0,25 mm
Mittlere Betonzugfestigkeit	$f_{ctm} =$	2,90 MN/m ²

Berechnung der Mindestbewehrung

Effektive Betonzugspannung	$f_{ct,eff} =$	0,75 * f_{ctm} (für 5 Tage)*
	$f_{ct,eff} =$	2,18 MN/m ²
Risskraft	$F_{cr} = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct}$	
	$F_{cr} = 0,44 \text{ MN}$	pro Seite
	$k_c =$	1,00 (nur Zug)
	$k =$	0,50
	$A_{ct} =$	0,40 m ²
Effektive Risskraft	$F_{cr,eff} = f_{ct,eff} * A_{ct,eff} = f_{ct,eff} * 2,5 * (h-d) * b$	
	$F_{cr,eff} = 0,38 \text{ MN}$	
	d =	73,00 cm
Klassifizierung dickes/dünnes Bauteil	$F_{cr} > F_{cr,eff}$	Dickes Bauteil
	$F_{cr} < F_{cr,eff}$	Dünnes Bauteil
	$F_{cr}^* = 0,38 \text{ MN}$	dick

Berechnung Mindestbewehrung abhängig vom Stabdurchmesser als Netzbewehrung umlaufend:

$$A_s = [ds F_{cr}^* (F_{cr} - 0,4 F_{cr}^*) / (3,6 E_s w_k f_{ct,eff})^{1/2} 500 \text{ MN/m}^2 / f_{yk}]$$

Durchmesser	erf A_s
[mm]	[cm ² /m]
10,00	16,58
12,00	18,16
14,00	19,62
16,00	20,97
20,00	23,45
22,00	24,59
25,00	26,22
28,00	27,74

Gewählte Bewehrung:

Obere und untere Bewehrung (kreuzweise):

$$A_s = \emptyset 20 - 12,5 \text{ cm}$$

$$A_{s,erf} = 23,45 \text{ cm}^2 / \text{m} < A_s = 25,13 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

7.14.1.5 Dammbalken

Aufgrund der geringen Stauhöhe werden keine Gießstände vorgesehen, siehe Skizze.

Die Stauhöhe beträgt dabei: $h = 7,85 \text{ m NHN} - 7,20 \text{ m NHN} = 0,65 \text{ m}$

ungültig

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 106
230112_HWS Bremen Vegesack		Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

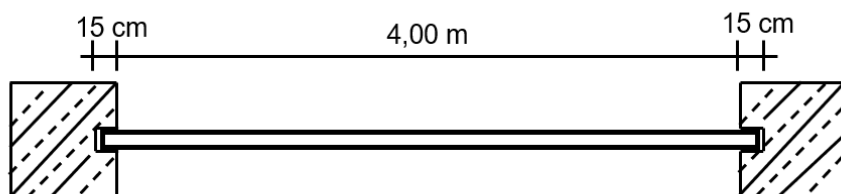


Abbildung 7-33: Aufbau der zweiten Deichsicherheit (Dammbalken)

Der Dammbalken wird gewählt zu:

Dammbalkenprofil: @7211 von der Fa. Alpha Metallbau

Werkstoff: Aluminium – Legierung 6082 AlMgSi1

Der Nachweis der Dammbalken erfolgt mit Hilfe einer Bemessungstabelle, die im Rahmen eines anderen Hochwasserschutzprojektes für die o.g. Dammbalken von Ing.-Büro Meier-Gefe erstellt wurde.

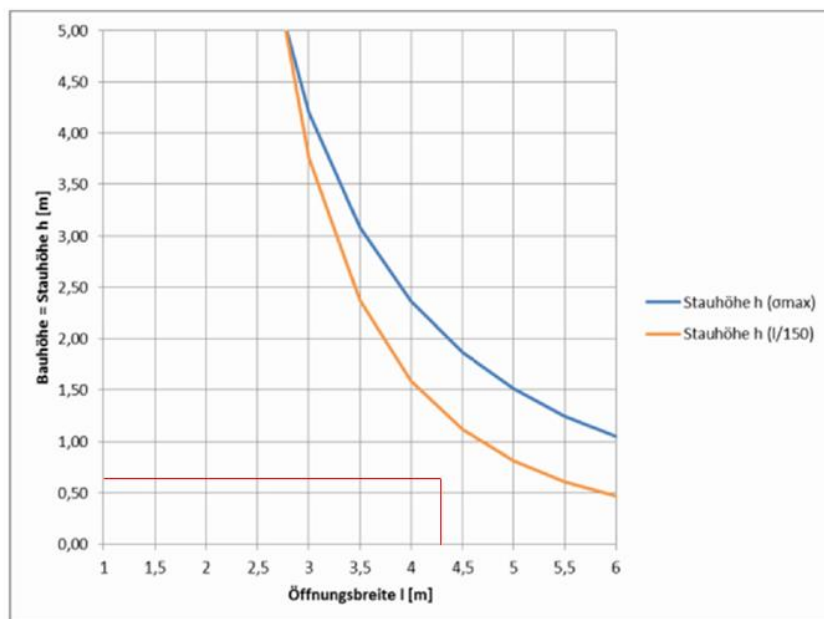
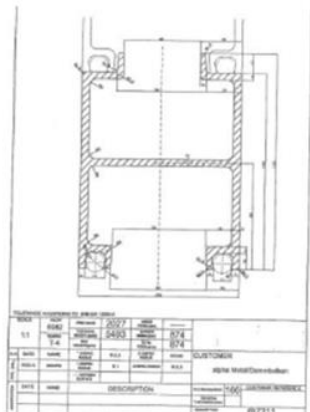
Material- und Profilkennwerte

Legierung 6082	AlMgSi1
0,2%-Dehngrenze R_p	110 N/mm ²
Elastizitätsmodul E	70.000 N/mm ²
Querschnittsfläche	2020 mm ²
Widerstandsmoment	68.029 mm ³
Trägheitsmoment	3,4*10 ⁶ mm ⁴

Teilsicherheitsbeiwerte

Last γ_F	1,2
Material γ_M	1,1

Profil



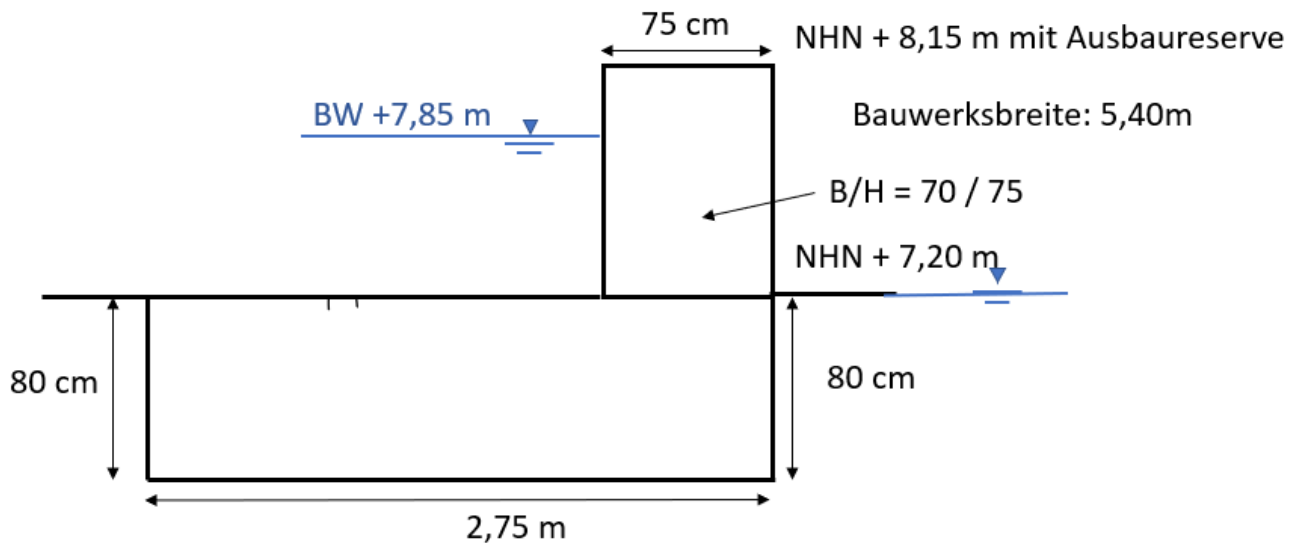
7.14.1.6 Nachweis der äußeren Standsicherheit

Die Nachweise erfolgt mittels des Programms GGU-Footing, wofür die Einwirkungen in der Mitte der Gründungssohle ermittelt werden. Dabei wird die Bemessungssituation HW 3 maßgebend, angesetzt wird der Treibgutstoß mit 100 kN mittig auf das Bauteil. Für die Berechnung in GGU-Footing werden die Lasten als ständige Lasten eingetragen, dieses ist möglich da diese Belastungssituation in den BS-A einzustufen ist.

ungültig

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 107
230112_HWS Bremen Vegesack		Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023



Einwirkungen:

Vertikallasten:

Eigengewicht der Sohle:	$F_{G,S} = 25 * 5,4 * 2,75 * 0,8$	$F_{G,S} = 297,0 \text{ kN}$
Eigengewicht der Pfeiler:	$F_{G,P} = 2 * (25 * 0,75 * 0,70 * 0,95)$	$F_{G,P} = 24,94 \text{ kN}$
Eigengewicht der Tore:	$F_{G,T} = 2 * 4,3$	$F_{G,T} = 8,6 \text{ (gemäß RFEM)}$
Eigengewicht Wasser:	$F_{G,W} = 10 * 2 * 0,65 * 5,40$	$F_{G,W} = 70,20 \text{ kN}$
Summe der Einwirkungen:		$V_{Ed} = 400,74 \text{ kN}$

Horizontallasten:

Aktiver Erddruck:	$E_{ah} = ((0,28 * 0,8 * 8) * 0,8/2) * 5,40$	$E_{ah} = 3,87 \text{ kN}$
Passiver Erddruck:	$E_{ph} = ((5,0 * 8 * 0,8) * 0,8/2) * 5,40$	$E_{ph} = 69,12 \text{ kN}$
Wasserdruck:		
Wirkend auf den Pfeiler:	$W_P = 0,65 * 10 * 0,65/2 * 5,4$	$W_P = 11,41 \text{ kN}$
Wirkend auf die Sohle:	$W_S = 0,65 * 10 * 0,8 * 5,4$	$W_S = 28,10 \text{ kN}$
Welle:	$W = 15 * 5,40$	$W = 81,0 \text{ kN}$
Treibgut:		$T = 100 \text{ kN}$
Summe der Einwirkungen:		$H_{Ed} = 155,26 \text{ kN}$

Momente infolge:

Eigengewicht Pfeiler:	$M_P = (2,75/2 - 0,75/2) * 24,94$	$M_P = 24,94 \text{ kNm}$
-----------------------	-----------------------------------	---------------------------

ungültig

Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer	Seite 108
230112_HWS Bremen Vegesack		Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
Eigengewicht Tor: $M_T = (2,75/2 - 0,75) * 8,60$ $M_T = 5,38 \text{ kNm}$ Eigengewicht Wasserauflast: $M_{Wasser} = (2,75/2 - ((2,75 - 0,75)/2) * 70,20$ $M_{Wasser} = -26,33 \text{ kNm}$ Aktive Erddruck: $M_{Ea} = (0,8/3) * 3,87$ $M_{Ea} = 1,03 \text{ kNm}$ Passiver Erddruck: $M_{Ep} = (0,8/3) * 69,12$ $M_{Ep} = -18,43 \text{ kNm}$ Wasserdruck Auf den Pfeiler: $M_{W,P} = (0,65/3) * 11,41$ $M_{W,P} = 2,47 \text{ kNm}$ Auf die Sohle: $M_{W,S} = (0,8/2) * 28,10$ $M_{W,S} = 11,24 \text{ kNm}$ Welle: $M_{Welle} = (0,8 + 0,15) * 81$ $M_{Welle} = 76,95 \text{ kNm}$ Treibgut: $M_{Treib} = (0,8 + 0,65) * 100$ $M_{Treib} = 145 \text{ kNm}$ Summe: $M_{Ed} = 222,25 \text{ kNm}$ Die Berechnung wurde mittels GGU-Footing geführt und kann der Anlage N entnommen werden. 7.14.1.7 Nachweis der Geländebruchsicherheit Der Nachweis gegen Geländebruch kann Anlage N entnommen werden, die maximale Ausnutzung beträgt für das Deichschart im Lastfall HW 3 $\mu = 0,52 [-]$. 7.14.1.8 Sickerweg Der überschlägige erforderliche Strömungsweg L_{erf} sollte gemäß der EAU 2020 [R.1] Kapitel 6.2.4, mindestens das Vierfache der Differenz zwischen dem Bemessungswasserstand und der landseitigen Geländeoberkante Δh_w betragen. - Landseitige Geländeoberkante: $= NHN + 7,20m$ - Wasserseitige Geländeoberkante: $= NHN + 7,20 \text{ m}$ - Bemessungswasserstand: $= NHN + 7,85 \text{ m}$ - Geplante Wandunterkante: $= NHN + 6,40 \text{ m}$ - Breite der Sohle: $= 2,75 \text{ m}$ - Erf. Sickerweglänge: $= 4 * (7,85 - 7,20)$ $= 2,60 \text{ m}$ - Vorh. Sickerweglänge: $= (7,85 - 6,40 + 2,75 + 7,20 - 6,40)$ $= 5,00m$ Nachweis: $5,00m > 2,60m$ Bedingung ist erfüllt! Der Nachweis gegen Hydraulischen Grundbruch ist nicht erforderlich. ungültig			
Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer		Seite 109
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
7.14.1.9 Tornische In der geöffneten Stellung des Deichschartes liegt das Tor in einer dafür vorgesehenen Nische. Diese wird als statisch nicht tragendes Element vor der Spundwand vorgesehen. Dabei gilt es diese Frostfrei zu gründen und mittels Spreizanker mit der Spundwand zu verbinden. Für die Wand wird eine Bauteildicke von 30 cm angenommen, der Nachweis kann der nächsten Seite entnommen werden. Für das Fundament wird die Bewehrung analog zu der Stahlbetonsohle des Deichschartes angesetzt. Gewählt: Wasserseitige Bewehrung der Wand: $\emptyset 14 - 15 (A_s = 10,26 \text{ cm}^2/m)$ Bewehrung des Fundamentes: $\emptyset 20 - 15 (A_s = 20,94 \text{ cm}^2/m)$ Konstruktive Verbindung der Wand mit der Spundwand: Spreizanker aus Flachstahl ungültig			
Kapitel:	Berechnung der Winkelstützmauer		Seite 110
230112_HWS Bremen Vegesack			Rev. 00

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023

Mindestbewehrung für Abfließen der Hydratationswärme

Eingangsparameter

Bauteil	Tornische	
Material	Beton C 30 / 37	fctm = 2,90 MN/m ²
	Betonstahl BSt 500	f _{yk} = 500,00 MN/m ²
Querschnitt	b = 100,00 cm	
	h = 30,00 cm	
	maßgebende Dimension = 0,00 cm	
	nom c = 6,00 cm	
char. Wert der Rissweite	w _k = 0,25 mm	
Mittlere Betonzugfestigkeit	fctm = 2,90 MN/m ²	

Berechnung der Mindestbewehrung

Effektive Betonzugspannung	fct,eff = 0,50 * fctm (für 5 Tage)*	
	fct,eff = 1,45 MN/m ²	
Risskraft	Fcr = k _c * k * fct,eff * Act	
	Fcr = 0,17 MN	pro Seite
	k _c = 1,00 (nur Zug)	
	k = 0,77	
	Act = 0,15 m ²	
Effektive Risskraft	Fcr,eff = fct,eff * Act,eff = fct,eff * 2,5*(h-d)*b	
	Fcr,eff = 0,25 MN	
	d = 23,00 cm	

Klassifizierung dickes/dünnes Bauteil

Fcr > Fcr,eff	Dickes Bauteil	Fcr* = Fcr,eff
Fcr < Fcr,eff	Dünnes Bauteil	Fcr* = Fcr
Fcr* = 0,17 MN	dünn	

Berechnung Mindestbewehrung abhängig vom Stabdurchmesser als Netzbewehrung umlaufend:

$$A_s = \left[\frac{d_s F_{cr}^* (F_{cr} - 0,4 F_{cr}^*)}{(3,6 E_s w_k f_{ct,eff})} \right]^{1/2} \cdot 500 \text{ MN/m}^2 / f_{yk}$$

Durchmesser	erf A _s
[mm]	[cm ² /m]
10,00	8,03
12,00	8,80
14,00	9,50
16,00	10,16
20,00	11,36
22,00	11,91
25,00	12,70
28,00	13,44

ungültig

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 13.12.2022
Anlage A: Abschnitt C: Teilbereich I, Schnitt 1 A.1 Bemessung Winkelstützwand A.1.1 Niedrigwasserlastfall 3a A.1.2 Niedrigwasserlastfall 3c A.1.3 Hochwasserlastfall 1 A.1.4 Hochwasserlastfall 3 A.2 Nachweis gegen Grundbruch A.2.1 Niedrigwasserlastfall 3a A.2.2 Niedrigwasserlastfall 3c A.3 Nachweis gegen Geländebruch			
			Anlagen

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	5,66	m NHN
GOK wasserseitig	5,40	m NHN
OK Sporn	4,90	m NHN
UK Sporn	4,40	m NHN
Höhe Wand	3,25	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	3,50	m
Sporndicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,00	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m ³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m ³
Wichte Wasser	10	kN/m ³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand	40,625	kN/m
Eigengewicht Sporn	50	kN/m
Eigengewicht Boden	31,5	kN/m

Zweiseitig begrenzte Auflast		
Breite hinter der Wand	3 m	18,1 kN/m ²
Einseitig begrenzte Auflast		
Abstand hinter der Wand	3 m	5 kN/m ²

Bemessungsbodenprofil DS 284

GOK = +6,30 m NHN		Bodenart	Wichte		Leibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	φa	K(agh)	K(0gh)	K(aqh)	K(pgh)
6,3	2,7	Auffüllung	18,00	10,00	30,00	0,00	10,00	56	0,28	0,50	0,28	5,00
2,7	-1,2	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,66	0,43	2,61
-1,2	-4,1	Sand	18,00	10,00	35,00	0,00	30,00	58,9	0,22	0,43	0,22	7,26
-4,1	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38	3,03

Erddruckermittlung			
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
e _{agh}	0	0,00	kN/m ²
e _{agh}	1,26	6,35	kN/m ²
e _{agh}			kN/m ²
e _{agh}			kN/m ²
Aktivererddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
e _{aqh}	0	5,07	kN/m ²
e _{aqh}	1,26	5,07	kN/m ²
Passiver Erddruck			
e _{pgh}	0	0	
e _{pgh}	1	90	

Resultierende Horizontalkräfte					
Kraft	Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment	
E _{agh}	4,00	0,42	1,35	5,40	1,68
E _{aqh1}	6,39	0,63	1,5	9,58	4,02
E _{pgh}	45,00	0,33	1,4	32,14	15,00

Resultierende Momente in der Sohlfuge			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	40,63	1,75	71,09
Moment infolge passiven Erddruck	45,00	0,33	15,00
Wasserseitige Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge E _{agh}			1,68
Moment infolge E _{aqh}			4,02
Moment infolge der Auflast (Boden)	31,5	0,25	7,88

Erddruckermittlung im Anschnitt			
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
e _{agh}	0	0,00	kN/m ²
e _{agh}	0,76	6,84	kN/m ²
Aktivererddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
e _{aqh}	0	9,05	kN/m ²
e _{aqh}	0,76	9,05	kN/m ²
Passiver Erddruck			
e _{pgh}	0	0	kN/m ²
e _{pgh}	0,5	45	kN/m ²

Resultierende Einwirkungen für die Biegebemessung								
	Nk	Qk	Hebelarm	γ	Nd	Qd	Mk	MED
Eagh		2,60	0,25	1,35		3,51	0,66	0,89
Eaqh1		3,44	0,25	1,5		5,16	0,87	1,31
Epgh		11,25	0,17	1,35		15,19	1,88	2,53
G	40,625			1,00	40,625			
Σ	40,625	-5,21			40,625	-6,52	-0,35	-0,34

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	307,47	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	1,68	kNm/m	
		Veränderlich	4,02	kNm/m	
Teilsicherheitbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,90	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,10	[-]	
		Veränderlich	1,50	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,destb}/M_{d,stab}$		μ	0,03	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	4,00	kN/m	
		Veränderlich	6,39	kN/m	
	Vertikal	Ständig	122,13	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Einwirkung	Ständig	1,35	[-]	
		Veränderlich	1,50	[-]	
	Widerstand		1,10	[-]	
Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	5,40	kN/m	
		Veränderlich	9,58	kN/m	
	Vertikal	Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			45,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(Gleit) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{Gleit} \cdot E_{p,d})$		μ	0,16	[-]
Nachweis	$\mu_{(Gleit)} = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{Gleit} + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	0,18	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			86,09	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			-13,58	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			72,52	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			122,13	kN/m	
Ausmitte		$e_x=M/N$	0,59	m	
1. Kernfläche		$B/6$	0,67	m	
2. Kernfläche		$B/3$	1,33	m	
Nachweis für e_x		$e_x<B/6$	0,89	< 1,0	
		$e_x<B/3$	0,45	< 1,0	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z -Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x -Richtung		b_x	4,00	m	
$\sigma_1= V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1+6 \cdot e_x/b_x)$			57,72	kN/m²	
$\sigma_2= V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1-6 \cdot e_x/b_x)$			3,34	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen		ständig	$T_{g,k}$	-4,00	kN/m
		veränderlich	$T_{q,k}$	-63,86	kN/m
Vertikale Einwirkungen		ständig	N_k	122,13	kN/m
Momente		ständig		61,54	kNm/m
		veränderlich		-4,02	kNm/m
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 m Rechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite		ständig	$T_{g,k}$	-40,01	kN/m
		veränderlich	$T_{q,k}$	-63,86	kN/m
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite		ständig	N_k	1221,25	kN/m
Momente auf 10m Breite		ständig	$M_{x,g}$	615,38	kNm/m
		veränderlich	$M_{q,g}$	-40,23	kNm/m

Ausnutzungsgrad	Lastfälle			
	LK 3a	LK3b	HW1	HW3
EQU	0,03	0,02	0,00	0,00
Kippen	0,89	0,89	0,57	0,92
Gleiten	0,16	0,10	0,20	0,50
Gebrauchstauglichkeit	0,18	0,18	0,25	0,81
Grundbruch	0,232	0,168	0,416	0,504

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	5,66	m NHN
GOK wasserseitig	5,40	m NHN
OK Sporn	4,90	m NHN
UK Sporn	4,40	m NHN
Höhe Wand	3,25	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	3,50	m
Sporndicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,00	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m³
Wichte Wasser	10	kN/m³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand	40,625	kN/m
Eigengewicht Sporn	50	kN/m
Eigengewicht Boden	31,5	kN/m

Zweiseitig begrenzte Auflast		
Breite hinter der Wand	3 m	18,1 kN/m²
Einseitig begrenzte Auflast		
Abstand hinter der Wand	3 m	5 kN/m²

Bemessungsbodenprofil DS 284												
GOK = +6,30 m NHN		Bodenart	Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	g _a	K(agh)	K(0gh)	K(aqh)	K(pgh)
6,3	2,7	Auffüllung	18,00	10,00	30,00	0,00	10,00	56	0,28	1,00	0,28	5,00
2,7	-1,2	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,91	0,43	2,61
-1,2	-4,1	Sand	18,00	10,00	35,00	0,00	30,00	58,9	0,22	1,00	0,22	7,26
-4,1	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,83	0,38	3,03

Erddruckermittlung			
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m²
eagh	1,26	6,35	kN/m²
Aktivererddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
eaqh	0	5,07	kN/m²
eaqh	1,26	5,07	kN/m²
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	90	

Resultierende Horizontalkräfte				
Kraft	Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment
Eagh	4,00	0,42	1	4,00
Eaql	6,39	0,63	1	6,39
Epgh	45,00	0,33	1,2	37,50

Resultierende Momente in der Sohlfuge			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	40,63	1,75	71,09
Moment infolge passiven Erddruck	45,00	0,33	15,00
Wasserseitige Momente			
Moment infolge Eagh			1,68
Moment infolge Eaql			19,02
Moment infolge der Auflast (Boden)	31,5	0,25	7,88

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	307,47	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	1,68	kNm/m	
		Veränderlich	19,02	kNm/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,95	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,stab}/M_{d,stab}$		μ	0,07	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	55,39	kN/m	
		Veränderlich	51,39	kN/m	
	Vertikal	Ständig	122,13	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Einwirkung	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
	Widerstand		1,10	[-]	
	Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	55,39	kN/m
Veränderlich			51,39	kN/m	
Vertikal		Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			45,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + E_{p,d})$		μ	1,05	[-]
Nachweis	$\mu_{\text{Gleit}} = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	1,85	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			86,09	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			-28,58	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			57,52	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			122,13	kN/m	
Ausmitte		$e_x=M/N$	0,47	m	
1. Kernfläche		$B/6$	0,67	m	
2. Kernfläche		$B/3$	1,33	m	
Nachweis für e_x		$e_x \leq B/6$	0,71	< 1,0	
		$e_x \leq B/3$	0,35	< 1,0	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z- Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x- Richtung		b_x	4,00	m	
$\sigma_1 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1+6 \cdot e_x/b_x)$			52,10	kN/m²	
$\sigma_2 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1-6 \cdot e_x/b_x)$			8,96	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen	ständig	$T_{g,k}$	-4,00	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	-6,39	kN/m	
Vertikale Einwirkungen	ständig	N_k	122,13	kN/m	
Momente	ständig		61,54	kNm/m	
	veränderlich		-19,02	kNm/m	
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	$T_{g,k}$	-40,01	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	-63,86	kN/m	
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	N_k	1221,25	kN/m	
Momente auf 10m Breite	ständig	$M_{x,g}$	615,38	kNm/m	
	veränderlich	$M_{q,g}$	-190,23	kNm/m	

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	5,66	m NHN
GOK wasserseitig	5,40	m NHN
OK Sporn	4,90	m NHN
UK Sporn	4,40	m NHN
Höhe Wand	3,25	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	3,50	m
Spornbreite	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,00	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m³
Wichte Wasser	10	kN/m³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand über Wasser	31,125	kN/m
Eigengewicht Wand unter Auftrieb	5,7	kN/m
Eigengewicht Sporn	30	kN/m
Eigengewicht Boden	17,5	kN/m

Bemessungsbodenprofil DS 284												
GOK = +6,30 m NHN		Bodenart	Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	ϕa	K(agh)	K(agh)	K(aqh)	K(pgh)
6,3	2,7	Auffüllung	18,00	10,00	30,00	0,00	10,00	56	0,28	0,28	0,28	5,00
2,7	-1,2	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,43	0,43	2,61
-1,2	-4,1	Sand	18,00	10,00	35,00	0,00	30,00	58,9	0,22	0,22	0,22	7,26
-4,1	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,38	0,38	3,03

Erddruckermittlung			
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m²
eagh	1,26	3,53	kN/m²
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	50	

Einwirkungen infolge Hochwasser			
Bemessungshochwasser		7,85	m
Bemessungsgrundwasser		6,30	m
Wasserüberdruck		15,50	kN/m²
Moment infolge Wasserüberdruck	Dreieck	29,03	kNm/m
	Rechteck	27,98	kNm/m
Auflast infolge Wasser		85,75	kN/m
Wellenlast		7,50	kN/m
Moment infolge Welle		22,13	kNm/m
Treibgutstoß		100,00	kN
Lastausbreitung bis Spornmitte		15,63	kN/m
Moment infolge Treibgutstoß		53,91	kNm/m

Zweiseitig begrenzte Auflast		
Breite hinter der Wand	3 m	0 kN/m²
Einseitig begrenzte Auflast		
Abstand hinter der Wand	3 m	0 kN/m²

Resultierende Horizontalkräfte				
Kraft	Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment
Eagh	2,22	0,42	1,20	2,67
Epgh	25,00	0,33	1,30	19,23
H_w1	12,01			
H_w2	29,45			

Resultierende Momente in der Sohlfläche			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	31,13	1,75	54,47
Moment infolge passiven Erddruck	25,00	0,33	8,33
Moment infolge Welle	2,95	7,50	22,13
Moment infolge Treibgutstoß			
Moment infolge Wasserüberdruck			57,01
Wasserseitige Momente	Kraft		Moment
Moment infolge Eagh			0,00
Moment infolge Epgh			0,00
Moment infolge der Auflast (Boden)	17,5	0,25	4,375
Moment infolge Auflast aus Wasser	29,03	0,25	7,2575521

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	407,81	kNm/m	
		Veränderlich	29,03	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	0,00	kNm/m	
		Veränderlich		kNm/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,90	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,05	[-]	
		Veränderlich	1,25	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,stab}/M_{d,stab}$		μ	0,00	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	-9,79	kN/m	
		Veränderlich	-7,50	kN/m	
	Vertikal	Ständig	170,08	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Einwirkung	Ständig	1,20	[-]	
		Veränderlich	1,30	[-]	
	Widerstand		1,10	[-]	
	Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	-11,75	kN/m
Veränderlich			-9,75	kN/m	
Vertikal		Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			25,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(Gleit) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{Gleit} + E_{p,d})$		μ	0,20	[-]
Nachweis	$\mu(Gleit) = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{Gleit} + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	0,25	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			141,93	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			11,63	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			130,30	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			170,08	kN/m	
Ausmitte		$e_x=M/N$	0,77	m	
1. Kernfläche		B/6	0,67	m	
2. Kernfläche		B/3	1,33	m	
Nachweis für e_x		$e_x<B/6$	1,15	< 1,0	
		$e_x<B/3$	0,57	< 1,0	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z -Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x -Richtung		b_x	4,00	m	
$\sigma_1= V/((b_x \cdot b_z) \cdot (1-6 \cdot e_x/b_x))$			-6,34	kN/m²	
$\sigma_2= V/((b_x \cdot b_z) \cdot (1+6 \cdot e_x/b_x))$			91,38	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen	ständig	T_g,k	39,24	kN/m	
	veränderlich	T_q,k	7,50	kN/m	
Vertikale Einwirkungen	ständig	N_k	170,08	kN/m	
Momente	ständig		99,84	kNm/m	
	veränderlich		22,13	kNm/m	
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	T_g,k	392,40	kN/m	
	veränderlich	T_q,k	75,00	kN/m	
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	N_k	1700,75	kN/m	
Momente auf 10m Breite	ständig	M_x,g	998,44	kNm/m	
	veränderlich	M_q,g	221,25	kNm/m	

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	5,66	m NHN
GOK wasserseitig	5,40	m NHN
OK Sporn	4,90	m NHN
UK Sporn	4,40	m NHN
Höhe Wand	3,25	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	3,50	m
Sporn Dicke	0,50	m
Breite Sohlfäche B	4,00	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m ³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m ³
Wichte Wasser	10	kN/m ³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand über Wasser	31,125	kN/m
Eigengewicht Wand unter Auftrieb	5,7	kN/m
Eigengewicht Sporn	30	kN/m
Eigengewicht Boden	17,5	kN/m

Bemessungsbodenprofil DS 284												
GOK = +6,30 m NHN		Bodenart	Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	φa	K(agh)	K(agh)	K(aqh)	K(pgh)
6,3	2,7	Auffüllung	18,00	10,00	30,00	0,00	10,00	56	0,28	0,28	0,28	5,00
2,7	-1,2	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,43	0,43	2,61
-1,2	-4,1	Sand	18,00	10,00	35,00	0,00	30,00	58,9	0,22	0,22	0,22	7,26
-4,1	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,38	0,38	3,03

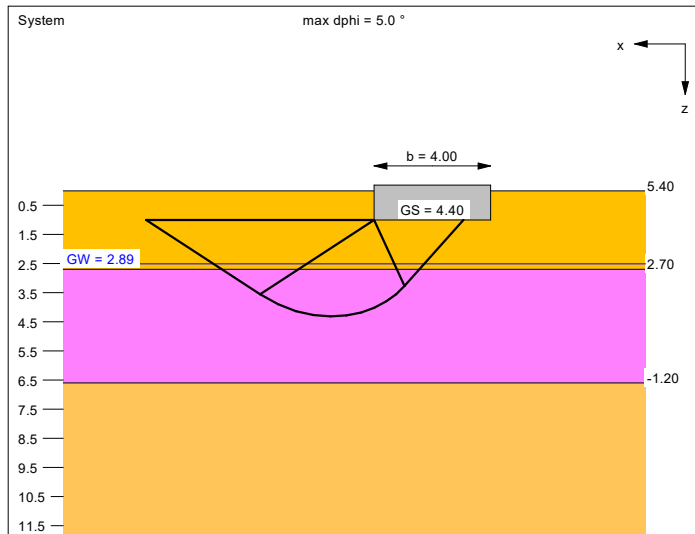
Erddruckermittlung			
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m ²
eagh	1,26	3,53	kN/m ²
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	50	

Resultierende Horizontalkräfte				
Kraft	Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment
Eagh	2,22	0,42	1,00	2,22
Epgh	25,00	0,33	1,20	20,83
H_w1	26,22			
H_w2	26,564			

Resultierende Momente in der Sohlfuge			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	31,13	1,75	54,47
Moment infolge passiven Erddruck	25,00	0,33	8,33
Moment infolge Welle	15,00	2,95	44,25
Moment infolge Treibgutstoß	15,63	3,45	53,91
Moment infolge Wasserüberdruck			65,84
Wasserseitige Momente	Kraft		Moment
Moment infolge Eagh			9,27
Moment infolge Epqh			0,00
Moment infolge der Auflast (Boden)	17,5	0,25	4,375
Moment infolge Auflast aus Wasser	50,43	0,25	12,60769

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	378,78	kNm/m	
		Veränderlich	50,43	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	9,27	kNm/m	
		Veränderlich		kNm/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,95	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,stab}/M_{d,stab}$		μ	0,03	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	-24,00	kN/m	
		Veränderlich	-30,63	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Vertikal	Ständig	170,08	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
	Einwirkung	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
		Widerstand	1,10	[-]	
Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	-24,00	kN/m	
		Veränderlich	-30,63	kN/m	
	Vertikal	Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			25,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + E_{p,d})$		μ	0,50	[-]
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	0,81	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			226,80	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			26,25	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			200,55	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			170,08	kN/m	
Ausmitte		$e_x=M/N$	1,18	m	
1. Kernfläche		$B/6$	0,67	m	
2. Kernfläche		$B/3$	1,33	m	
Nachweis für e_x		$e_x<B/6$	1,77	> 1,0	
		$e_x<B/3$	0,88	< 1,0	
Sohlpressung unter ständigen Lasten					
Summe der Momente (dreht landseitig)			226,80	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			-26,25	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			200,55	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			170,08	kN/m	
Ausmitte		$e_x=M/N$	1,18	m	
1. Kernfläche		$B/6$	0,67	m	
2. Kernfläche		$B/3$	1,33	m	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z -Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x -Richtung		b_x	4,00	m	
$\sigma_1 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1-6 \cdot e_x/b_x)$			-32,69	kN/m²	
$\sigma_2 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1+6 \cdot e_x/b_x)$			117,72	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen	ständig	$T_{g,k}$	24,00	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	30,63	kN/m	
Vertikale Einwirkungen	ständig	N_k	170,08	kN/m	
Momente	ständig		94,06	kNm/m	
	veränderlich		98,16	kNm/m	
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	$T_{g,k}$	239,98	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	306,25	kN/m	
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	N_k	1700,75	kN/m	
Momente auf 10m Breite	ständig	$M_{x,g}$	940,57	kNm/m	
	veränderlich	$M_{x,q}$	981,56	kNm/m	

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	18.0	10.0	30.0	0.0	10.0	0.00	Sand
	17.0	7.0	20.0	5.0	1.00	0.00	Schluff
	18.0	10.0	30.0	0.0	10.0	0.00	Sand

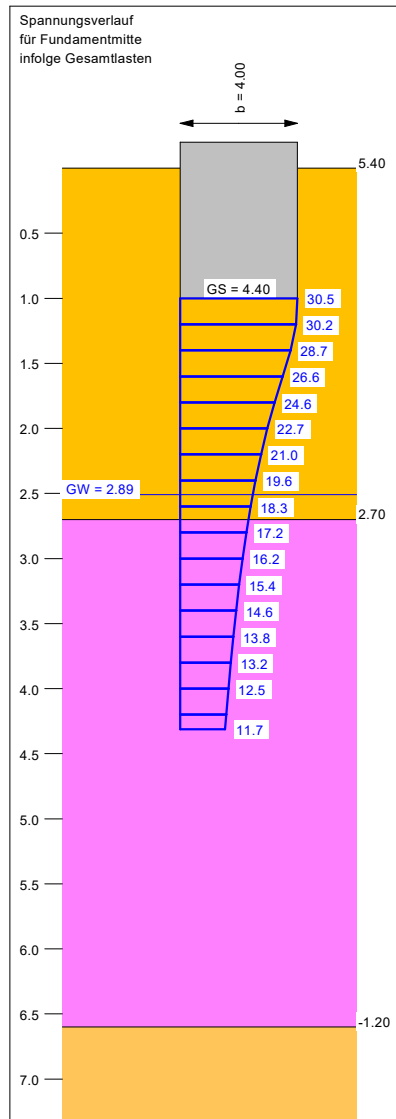


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 1221.25 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -40.10 / -63.86$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 615.38 / -40.23$ kN·m
 Länge $a = 10.000$ m
 Breite $b = 4.000$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.504$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000$ m
 Breite $b' = 2.992$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.471$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000$ m
 Breite $b' = 3.058$ m

cal $\gamma_2 = 13.93$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 18.00$ kN/m²
 UK log. Spirale = 4.32 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 13.11 m
 Fläche log. Spirale = 22.32 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{60} = 18.95$; $N_{60} = 9.33$; $N_{60} = 3.66$
 Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.138$; $v_d = 1.123$; $v_b = 0.908$
 Neigungsbeiwerte (x):
 $i_c = 0.837$; $i_d = 0.855$; $i_b = 0.782$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 4.31$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.72 cm
 Setzungen der KPs:
 links oben = 1.97 cm
 rechts oben = 3.48 cm
 links unten = 1.97 cm
 rechts unten = 3.48 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Verdrehung(y) (KP) = 1 : 196.6

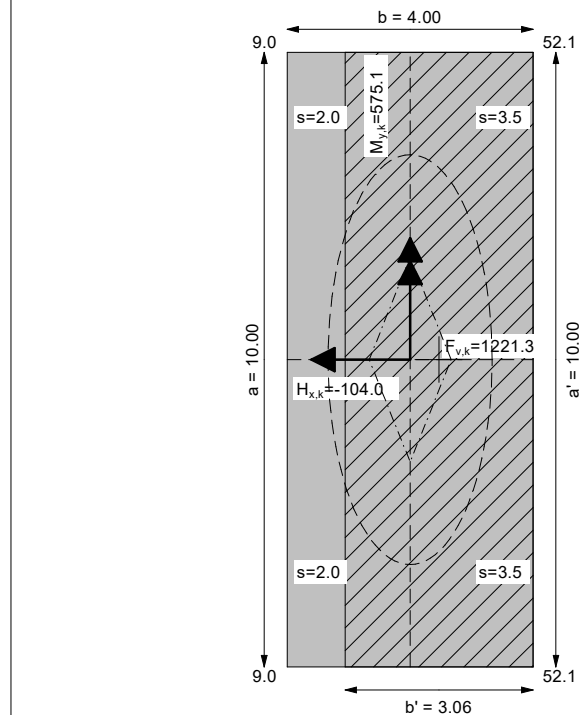
Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 324.9 / 232.10$ kN/m²
 $R_{n,k} = 9937.07$ kN
 $R_{n,d} = 7097.91$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 1221.25 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 1648.69$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.232
 cal $\varphi = 23.7^\circ$
 φ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal $c = 2.95$ kN/m²



Berechnungsgrundlagen:
 Teilabschnitt I, Grundbruch NW 3a
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-P
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Oberkante Gelände = 5.40 mNHN

Gründungssohle = 4.40 mNHN
 Grundwasser = 2.89 mNHN
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite

Grundriss



Durch Vergleichsrechnung geprüft
 Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019

Berechnungsgrundlagen:

Teilabschnitt I, Grundbruch NW 3a

Teilsicherheitskonzept

Gründungssohle = 1.00 mNHN

Grundwasser = 2.51 mNHN

Böschungsneigung = 0.0 °

Bermenbreite = 0.00 m

Sohlneigung = 0.0 °

Grenztiefe mit p = 20.0 %

Bodenkennwerte

UK	γ	γ'	φ	c	E_s	v	Bezeichnung
[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[MN/m²]	[-]	
2.70	18.00	10.00	30.00	0.00	10.00	0.00	Sand
6.60	17.00	7.00	20.00	5.00	1.00	0.00	Schluff
9.50	18.00	10.00	30.00	0.00	10.00	0.00	Sand

Lasten = ständig / veränderlich

Vertikallast $F_{v,k} = 1221.25 / 0.00$ kN

Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -40.10 / -63.86$ kN

Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN

Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m

Moment $M_{y,k} = 615.38 / -40.23$ kN·m

Länge a = 10.000 m

Breite b = 4.000 m

Unter ständigen Lasten:

Exzentrizität $e_x = 0.504$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge $a' = 10.000$ m

Breite $b' = 2.992$ m

Unter Gesamtlasten:

Exzentrizität $e_x = 0.471$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge $a' = 10.000$ m

Breite $b' = 3.058$ m

Grundbruch:

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$

$\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 324.94 / 232.10$ kN/m²

$R_{n,k} = 9937.07$ kN

$R_{n,d} = 7097.91$ kN

Durchstanzen untersucht,
aber nicht maßgebend.

$V_d = 1.35 \cdot 1221.25 + 1.50 \cdot 0.0$ kN

$V_d = 1648.7$ kN

μ (parallel zu x) = 0.232

cal $\varphi = 23.7^\circ$

φ wegen 5° Bedingung abgemindert

cal c = 2.95 kN/m²

cal $\gamma_2 = 13.93$ kN/m³

cal $\sigma_{\bar{u}} = 18.00$ kN/m²

UK log. Spirale = 4.32 m u. GOK

Länge log. Spirale = 13.11 m

Fläche log. Spirale = 22.32 m²

Tragfähigkeitsbeiwerte (x):

$N_c = 18.95$; $N_d = 9.33$; $N_b = 3.66$

Formbeiwerte (x):

$v_c = 1.138$; $v_d = 1.123$; $v_b = 0.908$

Neigungsbeiwerte (x):

$i_c = 0.837$; $i_d = 0.855$; $i_b = 0.782$

Setzung infolge Gesamtlasten:

Grenztiefe $t_g = 4.31$ m u. GOK

Setzung (Mittel aller KPs) = 2.72 cm

Setzungen der KPs:

links oben = 1.97 cm

rechts oben = 3.48 cm

links unten = 1.97 cm

Durch Vergleichsrechnung geprüft

Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Anlage A.2.1 S.2

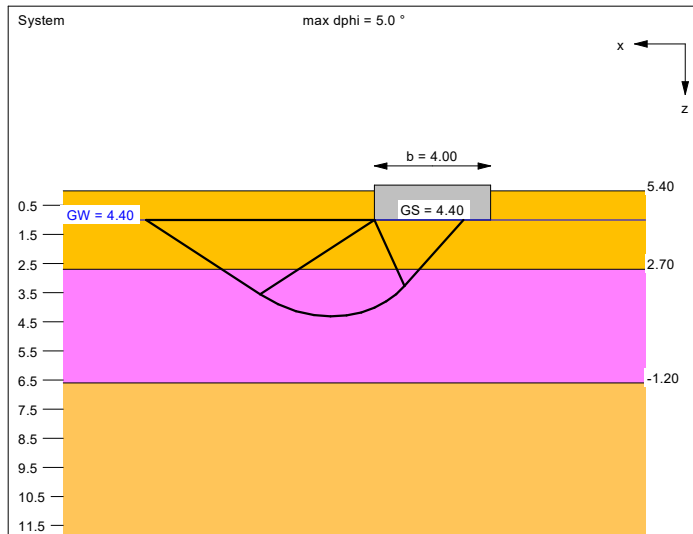
rechts unten = 3.48 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 196.6

Eckspannungen

links oben = 9.0 kN/m²
rechts oben = 52.1 kN/m²
links unten = 9.0 kN/m²
rechts unten = 52.1 kN/m²
Grenztiefe tg = 4.31 m u. GS
Setzung (Mittel aller KPs) = 2.72 cm
Setzungen der KPs:
links oben = 1.97 cm
rechts oben = 3.48 cm
links unten = 1.97 cm
rechts unten = 3.48 cm

UK log. Spirale = 4.32 m u. GS
Länge log. Spirale = 13.11 m
Fläche log. Spirale = 22.32 m²
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 196.6

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	18.0	10.0	30.0	0.0	10.0	0.00	Sand
	17.0	7.0	20.0	5.0	1.00	0.00	Schluff
	18.0	10.0	30.0	0.0	10.0	0.00	Sand

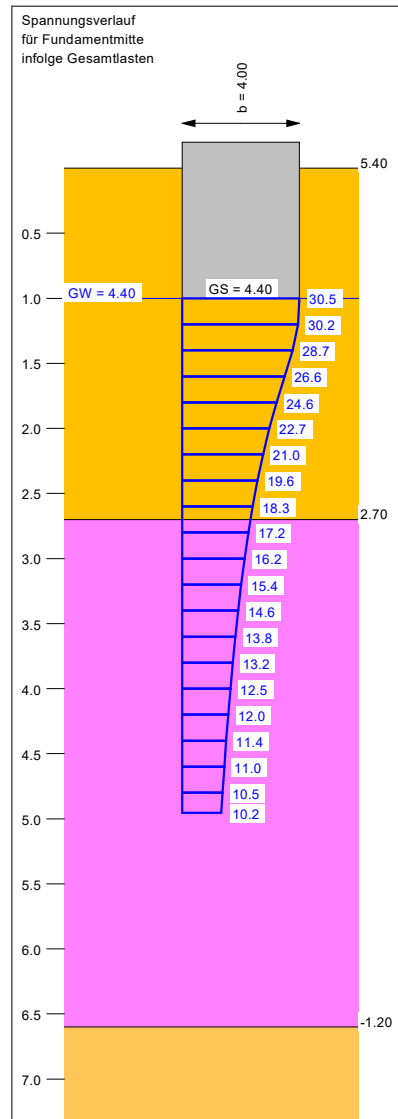


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 1221.25 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -40.01 / -63.86$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 615.38 / -40.23$ kN·m
 Länge $a = 10.000$ m
 Breite $b = 4.000$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.504$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000$ m
 Breite $b' = 2.992$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.471$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000$ m
 Breite $b' = 3.058$ m

cal $\gamma_2 = 9.02$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 18.00$ kN/m²
 UK log. Spirale = 4.32 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 13.11 m
 Fläche log. Spirale = 22.32 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{60} = 18.95$; $N_{40} = 9.33$; $N_{b0} = 3.66$
 Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.138$; $v_d = 1.123$; $v_b = 0.908$
 Neigungsbeiwerte (x):
 $i_c = 0.837$; $i_d = 0.855$; $i_b = 0.782$

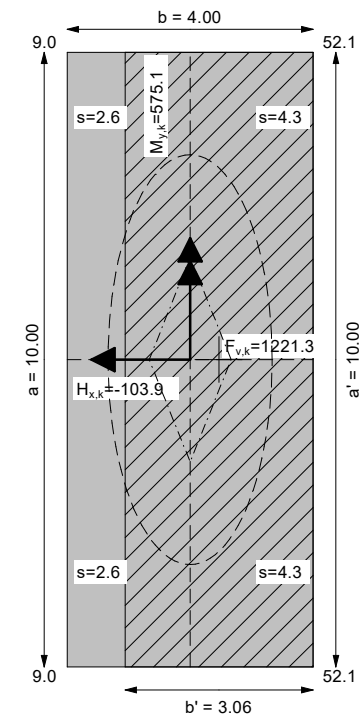
Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 4.95$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 3.42 cm
 Setzungen der KPs:
 links oben = 2.57 cm
 rechts oben = 4.28 cm
 links unten = 2.57 cm
 rechts unten = 4.28 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Verdrehung(y) (KP) = 1 : 172.3

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 286.0 / 238.32$ kN/m²
 $R_{n,k} = 8745.81$ kN
 $R_{n,d} = 7288.17$ kN
 $V_d = 1.00 \cdot 1221.25 + 1.00 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 1221.25$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.168
 cal $\varphi = 23.7^\circ$
 φ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal c = 2.95 kN/m²



Berechnungsgrundlagen:
 Teilabschnitt I, Grundbruch NW 3c
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-A
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\gamma_G = 1.00$
 $\gamma_Q = 1.00$
 Oberkante Gelände = 5.40 mNHN
 Gründungssohle = 4.40 mNHN
 Grundwasser = 4.40 mNHN
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite

Grundriss



Durch Vergleichsrechnung geprüft
 Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019

Berechnungsgrundlagen:

Teilabschnitt I, Grundbruch NW 3c

Teilsicherheitskonzept

Gründungssohle = 1.00 mNHN

Grundwasser = 1.00 mNHN

Böschungsneigung = 0.0 °

Bermenbreite = 0.00 m

Sohlneigung = 0.0 °

Grenztiefe mit p = 20.0 %

Bodenkennwerte

UK	γ	γ'	φ	c	E_s	v	Bezeichnung
[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[MN/m²]	[-]	
2.70	18.00	10.00	30.00	0.00	10.00	0.00	Sand
6.60	17.00	7.00	20.00	5.00	1.00	0.00	Schluff
9.50	18.00	10.00	30.00	0.00	10.00	0.00	Sand

Lasten = ständig / veränderlich

Vertikallast $F_{v,k} = 1221.25 / 0.00$ kN

Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -40.01 / -63.86$ kN

Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN

Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m

Moment $M_{y,k} = 615.38 / -40.23$ kN·m

Länge a = 10.000 m

Breite b = 4.000 m

Unter ständigen Lasten:

Exzentrizität $e_x = 0.504$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge $a' = 10.000$ m

Breite $b' = 2.992$ m

Unter Gesamtlasten:

Exzentrizität $e_x = 0.471$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge $a' = 10.000$ m

Breite $b' = 3.058$ m

Grundbruch:

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.20$

$\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 285.99 / 238.32$ kN/m²

$R_{n,k} = 8745.81$ kN

$R_{n,d} = 7288.17$ kN

Durchstanzen untersucht,

aber nicht maßgebend.

$V_d = 1.00 \cdot 1221.25 + 1.00 \cdot 0.0$ kN

$V_d = 1221.3$ kN

μ (parallel zu x) = 0.168

cal $\varphi = 23.7^\circ$

φ wegen 5° Bedingung abgemindert

cal c = 2.95 kN/m²

cal $\gamma_2 = 9.02$ kN/m³

cal $\sigma_{\bar{u}} = 18.00$ kN/m²

UK log. Spirale = 4.32 m u. GOK

Länge log. Spirale = 13.11 m

Fläche log. Spirale = 22.32 m²

Tragfähigkeitsbeiwerte (x):

$N_c = 18.95$; $N_d = 9.33$; $N_b = 3.66$

Formbeiwerte (x):

$v_c = 1.138$; $v_d = 1.123$; $v_b = 0.908$

Neigungsbeiwerte (x):

$i_c = 0.837$; $i_d = 0.855$; $i_b = 0.782$

Setzung infolge Gesamtlasten:

Grenztiefe $t_g = 4.95$ m u. GOK

Setzung (Mittel aller KPs) = 3.42 cm

Setzungen der KPs:

links oben = 2.57 cm

rechts oben = 4.28 cm

links unten = 2.57 cm

Durch Vergleichsrechnung geprüft

Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Anlage A.2.2 S. 2

rechts unten = 4.28 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 172.3

Eckspannungen

links oben = 9.0 kN/m²
rechts oben = 52.1 kN/m²
links unten = 9.0 kN/m²
rechts unten = 52.1 kN/m²
Grenztiefe tg = 4.95 m u. GS
Setzung (Mittel aller KPs) = 3.42 cm
Setzungen der KPs:
links oben = 2.57 cm
rechts oben = 4.28 cm
links unten = 2.57 cm
rechts unten = 4.28 cm

UK log. Spirale = 4.32 m u. GS
Länge log. Spirale = 13.11 m
Fläche log. Spirale = 22.32 m²
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 172.3

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	0.00	0.00	0.00	Luft
	30.00	0.00	18.00	Auffüllung
	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (pas)
	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos
	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (GW)
	35.00	0.00	20.00	Sand (GW)
	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (GW) (pas)
	35.00	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
	40.00	2000.00	25.00	Wand

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

0.32	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32
0.34	0.33	0.34	0.33	0.33	0.33
0.36	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
0.39	0.39	0.39	0.39	0.38	0.38
0.41	0.41	0.41	0.43	0.42	0.41

Winkelstützmauer
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.43$
 $x_m = -4.09$ m $y_m = 5.58$ m
 $R = 6.66$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.10$
 - $\gamma(c') = 1.10$
 - $\gamma(c_u) = 1.10$
 - $\gamma(Wichten) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$
 Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050

Durch Vergleichsrechnung geprüft
 Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

**Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen**

Parameterliste

ϕ [°] = Reibungswinkel
 c [kN/m²] = Kohäsion
 γ [kN/m³] = Wichte
 μ [-] = Ausnutzungsgrad
 x_m, y_m [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes
 rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- gam(phi) = 1.10
- gam(c') = 1.10
- gam(cu) = 1.10
- gam(Wichten) = 1.00
- gam(Ständige Einw.) = 1.00
- gam(Veränderliche Einw.) = 1.00

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-34.725	5.400	2	-0.500	5.400	3	-0.499	8.150	4	34.725	8.150

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	ϕ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	30.00	0.00	18.00	Auffüllung
3	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (pas)
4	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos
5	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (GW)
6	35.00	0.00	20.00	Sand (GW)
7	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
8	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
9	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (GW) (pas)
10	35.00	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
11	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
12	40.00	2000.00	25.00	Wand

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	ϕ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	27.69	0.00	18.00	Auffüllung
3	18.31	4.55	17.00	Schluff Humos (pas)
4	18.31	4.55	17.00	Schluff Humos
5	18.31	4.55	17.00	Schluff Humos (GW)
6	32.48	0.00	20.00	Sand (GW)
7	20.63	9.09	20.00	Lauenburger Ton (GW)
8	27.69	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
9	18.31	4.55	17.00	Schluff Humos (GW) (pas)
10	32.48	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
11	20.63	9.09	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
12	37.34	1818.18	25.00	Wand

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	-4.000	4.900	-0.500	4.900	8
2	0.000	8.150	0.000	5.660	1
3	0.000	5.660	34.725	5.660	1
4	0.000	4.900	0.000	5.660	12
5	0.000	4.900	0.010	4.900	2
6	-4.000	4.400	0.010	4.400	12
7	0.000	2.700	34.725	2.700	2
8	0.000	2.390	34.725	2.390	4
9	0.000	-1.200	34.725	-1.200	5
10	0.000	-4.100	34.725	-4.100	6
11	0.000	-15.000	34.725	-15.000	7

12	-34.725	2.700	0.000	2.700	8
13	-34.725	2.390	0.000	2.390	3
14	-34.725	-1.200	0.000	-1.200	9
15	-34.725	-4.100	0.000	-4.100	10
16	-34.725	-15.000	0.000	-15.000	11

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-34.725	4.400	2	0.000	4.400	3	0.001	4.400	4	34.725	4.400

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	18.10	0.00	3.00	5.66
2	5.00	5.00	3.00	34.73	5.66

Bauteil 1

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	-0.50	8.15
2	-0.50	4.90
3	-4.00	4.90
4	-4.00	4.40
5	0.01	4.40
6	0.01	4.90
7	0.00	4.90
8	0.00	8.15

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 2.39

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 2.39

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 0.0100 4.3999

x / y (Ende): 1.0100 -14.0000

Anzahl Radien = 40

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	-9.1799	12.4279	19.0543	109	0.3222	9835.631	30522.756	30522.8	0.0	9835.6	0.0
2	-9.1799	11.0574	17.2363	112	0.3420	8516.773	24902.017	24902.0	0.0	8516.8	0.0
3	-9.1799	9.6870	15.9165	116	0.3557	7686.444	21611.947	21611.9	0.0	7686.4	0.0
4	-9.1799	8.3166	13.9891	122	0.3706	6058.328	16346.029	16346.0	0.0	6058.3	0.0
5	-9.1799	6.9461	12.2876	129	0.3901	4817.516	12349.933	12349.9	0.0	4817.5	0.0
6	-9.1799	5.5757	10.8654	141	0.4065	3694.882	9088.742	9088.7	0.0	3694.9	0.0
7	-7.4832	12.4279	18.9509	107	0.3260	9748.281	29905.300	29905.3	0.0	9748.3	0.0
8	-7.4832	11.0574	17.0080	110	0.3346	7947.686	23754.985	23755.0	0.0	7947.7	0.0
9	-7.4832	9.6870	15.5679	114	0.3543	7174.338	20250.508	20250.5	0.0	7174.3	0.0
10	-7.4832	8.3166	14.2387	120	0.3699	6381.293	17251.189	17251.2	0.0	6381.3	0.0
11	-7.4832	6.9461	12.3206	128	0.3888	4861.526	12504.249	12504.2	0.0	4861.5	0.0
12	-7.4832	5.5757	11.0234	139	0.4126	3984.286	9657.124	9657.1	0.0	3984.3	0.0
13	-5.7865	12.4279	19.0295	104	0.3238	9876.156	30504.104	30504.1	0.0	9876.2	0.0
14	-5.7865	11.0574	17.3951	106	0.3371	8576.245	25443.634	25443.6	0.0	8576.2	0.0
15	-5.7865	9.6870	15.8242	111	0.3498	7387.508	21117.111	21117.1	0.0	7387.5	0.0
16	-5.7865	8.3166	9.4456	117	0.3664	1460.200	3985.258	3985.3	0.0	1460.2	0.0
17	-5.7865	6.9461	12.6071	126	0.3897	5101.082	13091.012	13091.0	0.0	5101.1	0.0
18	-5.7865	5.5757	11.0971	140	0.4078	4070.466	9980.966	9981.0	0.0	4070.5	0.0
19	-4.0897	12.4279	18.8599	102	0.3176	9289.748	29253.932	29253.9	0.0	9289.7	0.0
20	-4.0897	11.0574	17.1387	103	0.3321	8023.894	24164.469	24164.5	0.0	8023.9	0.0
21	-4.0897	9.6870	15.4601	106	0.3494	6872.456	19671.406	19671.4	0.0	6872.5	0.0
22	-4.0897	8.3166	14.2809	112	0.3663	6294.638	17183.688	17183.7	0.0	6294.6	0.0
23	-4.0897	6.9461	7.3359	124	0.3939	920.620	2336.993	2337.0	0.0	920.6	0.0
24	-4.0897	5.5757	6.6596	141	0.4277	804.133	1879.924	1879.9	0.0	804.1	0.0
25	-2.3930	12.4279	22.9928	101	0.3160	17759.448	56194.386	56194.4	0.0	17759.4	0.0

26	-2.3930	11.0574	22.1008	101	0.3295	17565.976	53308.924	53308.9	0.0	17566.0	0.0
27	-2.3930	9.6870	20.7587	103	0.3498	16555.079	47333.107	47333.1	0.0	16555.1	0.0
28	-2.3930	8.3166	19.8776	107	0.3653	16142.036	44190.346	44190.3	0.0	16142.0	0.0
29	-2.3930	6.9461	18.5628	116	0.3815	14516.333	38054.611	38054.6	0.0	14516.3	0.0
30	-2.3930	5.5757	6.1141	141	0.4165	643.545	1545.196	1545.2	0.0	643.5	0.0
31	-0.6963	12.4279	24.1799	100	0.3210	21138.082	65840.850	65840.9	0.0	21138.1	0.0
32	-0.6963	11.0574	23.2734	101	0.3333	20954.701	62875.251	62875.3	0.0	20954.7	0.0
33	-0.6963	9.6870	21.9069	101	0.3543	19694.703	55587.166	55587.2	0.0	19694.7	0.0
34	-0.6963	8.3166	21.0015	103	0.3690	19196.190	52015.459	52015.5	0.0	19196.2	0.0
35	-0.6963	6.9461	19.6375	111	0.3820	17303.208	45291.276	45291.3	0.0	17303.2	0.0
36	-0.6963	5.5757	18.7360	143	0.4088	16590.811	40583.809	40583.8	0.0	16590.8	0.0
37	-3.2487	7.6326	5.8994	114	0.3774	484.764	1284.527	1284.5	0.0	484.8	0.0
38	-1.8722	7.6045	19.5360	109	0.3741	16233.371	43394.542	43394.5	0.0	16233.4	0.0
39	-1.4789	7.1550	19.4840	113	0.3791	16660.889	43952.566	43952.6	0.0	16660.9	0.0
40	-1.4227	6.4247	18.7602	122	0.3881	15623.073	40253.166	40253.2	0.0	15623.1	0.0
41	-2.7430	6.4527	6.0381	124	0.3940	599.815	1522.300	1522.3	0.0	599.8	0.0
42	-3.3048	6.4247	6.4330	127	0.3976	695.517	1749.143	1749.1	0.0	695.5	0.0
43	-3.3610	7.1269	12.9552	119	0.3796	5280.073	13908.144	13908.1	0.0	5280.1	0.0
44	-2.5183	7.6326	19.2463	111	0.3724	15408.375	41373.825	41373.8	0.0	15408.4	0.0
45	-2.0407	6.5651	4.3178	119	0.3872	276.936	715.179	715.2	0.0	276.9	0.0

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
24	-4.0897	5.5757	6.6596	141	0.4277	804.133	1879.924	1879.9	0.0	804.1	0.0

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 13.12.2022
Anlage B: Abschnitt C: Teilbereich I, Schnitt 2 B.1 Bemessung Winkelstützwand B.1.1 Niedrigwasserlastfall 3a B.1.2 Niedrigwasserlastfall 3c B.1.3 Hochwasserlastfall 1 B.1.4 Hochwasserlastfall 3 B.2 Nachweis gegen Grundbruch B.2.1 Niedrigwasserlastfall 3a B.2.2 Niedrigwasserlastfall 3c B.3 Nachweis gegen Geländebruch			
			Anlagen

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	6,30	m NHN
GOK wasserseitig	4,90	m NHN
OK Sporn	4,40	m NHN
UK Sporn	3,90	m NHN
Höhe Wand	3,75	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	3,50	m
Sporndicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,00	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m³
Wichte Wasser	10	kN/m³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand	46,875	kN/m
Eigengewicht Sporn	50	kN/m
Eigengewicht Boden	31,5	kN/m

Zweiseitig begrenzte Auflast		
Breite hinter der Wand	3 m	18,1 kN/m²
Einseitig begrenzte Auflast		
Abstand hinter der Wand	3 m	5 kN/m²

Bemessungsbodenprofil DS 284												
GOK = +6,30 m NHN	Bodenart		Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	δa	K(agh)	K(0gh)	K(aqh)	K(pgh)
6,3	2,7	Auffüllung	18,00	10,00	30,00	0,00	10,00	56	0,28	0,50	0,28	5,00
2,7	-1,2	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,66	0,43	2,61
-1,2	-4,1	Sand	18,00	10,00	35,00	0,00	30,00	58,9	0,22	0,43	0,22	7,26
-4,1	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38	3,03

Erddruckermittlung			
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m²
eagh	2,4	12,10	kN/m²
eagh			kN/m²
eagh			kN/m²
Aktivererddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
eaqh	0	5,07	kN/m²
eaqh	1,73	5,07	kN/m²
eaqh	2,4	5,41	kN/m²
eaqh	4,45	6,47	kN/m²
eaqh			kN/m²
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	90	

Resultierende Horizontalkräfte				
Kraft	Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment
Eagh	14,52	0,80	1,35	19,60
Eaah1	8,77	1,54	1,5	13,15
Eaah2	3,40	0,34	1,5	5,09
Eaah3	0,12	0,22	1,5	0,17
Epgh	45,00	0,33	1,4	32,14

Resultierende Momente in der Sohlfuge			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	46,88	1,75	82,03
Moment infolge passiven Erddruck	45,00	0,33	15,00
Wasserseitige Momente			
Kraft	Hebelarm	Moment	
Moment infolge Eagh			11,61
Moment infolge Eaah			14,62
Moment infolge der Auflast (Boden)	31,5	0,25	7,88

Erddruckermittlung			
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m²
eagh	1,9	17,10	kN/m²
eagh			kN/m²
eagh			kN/m²
Aktivererddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
eaqh	0	9,05	kN/m²
eaqh	1,73	9,05	kN/m²
eaqh	1,9	9,21	kN/m²
eaqh	4,45	11,55	kN/m²
eaqh			kN/m²
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	0,5	45	

Resultierende Einwirkungen für die Biegebemessung								
	Nk	Qk	Hebelarm	γ	Nd	Qd	Mk	MED
Eagh		16,25	0,63	1,35		21,93	10,29	13,89
Eaah								
Eaah								
Eaah1		15,66	3,59	1,50		23,48	56,13	84,19
Eaah2		1,54	1,36	1,50		2,31	2,09	3,14
Eaah3		0,01	0,85	1,50		0,02	0,01	0,02
Epgh		11,25	0,17	1,35		15,19	1,88	2,53
G	46,875			1,00	46,875			
Σ	46,875	22,20			46,875	32,56	66,65	98,71

Ausnutzungsgrad	Lastfälle			
	LK 3a	LK3b	HW1	HW3
EQU	0,12	0,08	0,02	0,02
Kippen	0,74	0,74	1,07	1,77
Gleiten	0,38	0,27	0,12	0,39
Gebrauchstauglichkeit	0,45	0,45	0,15	0,63
Grundbruch	0,299	0,221	0,416	0,504

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	330,91	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	11,61	kNm/m	
		Veränderlich	14,62	kNm/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,90	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,10	[-]	
		Veränderlich	1,50	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,destb}/M_{d,stab}$		μ	0,12	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	14,52	kN/m	
		Veränderlich	12,28	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Vertikal	Ständig	128,38	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
	Einwirkung	Ständig	1,35	[-]	
		Veränderlich	1,50	[-]	
Design Einwirkungen	Widerstand		1,10	[-]	
	Horizontal	Ständig	19,60	kN/m	
		Veränderlich	18,42	kN/m	
	Vertikal	Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
	Passiver Erdwiderstand			45,00	kN/m
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + E_{p,d})$		μ	0,38	[-]
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	0,45	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			97,03	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			-34,11	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			62,92	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			128,38	kN/m	
Ausmitte		$e_x = M/N$	0,49	m	
1. Kernfläche		$B/6$	0,67	m	
2. Kernfläche		$B/3$	1,33	m	
Nachweis für e_x		$e_x < B/6$	0,74	< 1,0	
		$e_x < B/3$	0,37	< 1,0	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z -Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x -Richtung		b_x	4,00	m	
$\sigma_1 = V/([b_x \cdot b_z] \cdot (1+6 \cdot e_x/b_x))$			55,69	kN/m²	
$\sigma_2 = V/([b_x \cdot b_z] \cdot (1-6 \cdot e_x/b_x))$			8,50	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen	ständig	$T_{g,k}$	-14,52	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	-12,28	kN/m	
Vertikale Einwirkungen	ständig	N_k	128,38	kN/m	
Momente	ständig		62,54	kNm/m	
	veränderlich		-14,62	kNm/m	
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	$T_{g,k}$	-145,15	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	-122,79	kN/m	
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	N_k	1283,75	kN/m	
Momente auf 10m Breite	ständig	$M_{x,g}$	625,44	kNm/m	
	veränderlich	$M_{q,g}$	-146,22	kNm/m	

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	6,30	m NHN
GOK wasserseitig	4,90	m NHN
OK Sporn	4,40	m NHN
UK Sporn	3,90	m NHN
Höhe Wand	3,75	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	3,50	m
Sporndicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,00	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m³
Wichte Wasser	10	kN/m³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand	46,875	kN/m
Eigengewicht Sporn	50	kN/m
Eigengewicht Boden	31,5	kN/m

Zweiseitig begrenzte Auflast		
Breite hinter der Wand	3 m	18,1 kN/m²
Einseitig begrenzte Auflast		
Abstand hinter der Wand	3 m	5 kN/m²

Bemessungsbodenprofil DS 284												
GOK = +6,30 m NHN		Bodenart	Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	ϕ_a	K(agh)	K(0gh)	K(aqh)	K(pgh)
6,3	2,7	Auffüllung	18,00	10,00	30,00	0,00	10,00	56	0,28	0,50	0,28	5,00
2,7	-1,2	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,66	0,43	2,61
-1,2	-4,1	Sand	18,00	10,00	35,00	0,00	30,00	58,9	0,22	0,43	0,22	7,26
-4,1	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38	3,03

Erddruckermittlung			
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eaqh	0	0,00	kN/m²
eaqh	2,4	12,10	kN/m²
eaqh			kN/m²
eaqh			kN/m²
Aktivererddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
eaqh	0	5,07	kN/m²
eaqh	1,73	5,07	kN/m²
eaqh	2,4	5,41	kN/m²
eaqh	4,45	6,47	kN/m²
eaqh			kN/m²
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	90	

Resultierende Horizontalkräfte				
Kraft	Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment
Eagh	14,52	0,80	1,35	19,60
Eaah1	8,77	1,54	1,5	13,15
Eaah2	3,40	0,34	1,5	5,09
Eaah3	0,12	0,22	1,5	0,17
Epgh	45,00	0,33	1,4	32,14
				15,00

Resultierende Momente in der Sohlfuge			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	46,88	1,75	82,03
Moment infolge passiven Erddruck	45,00	0,33	15,00
Wasserseitige Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge Eagh			11,61
Moment infolge Eaah			14,62
Moment infolge der Auflast (Boden)	31,5	0,25	7,88

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	330,91	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	11,61	kNm/m	
		Veränderlich	14,62	kNm/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,95	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,destb}/M_{d,stab}$		μ	0,08	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	14,52	kN/m	
		Veränderlich	12,28	kN/m	
	Vertikal	Ständig	128,38	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Einwirkung	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
	Widerstand		1,10	[-]	
	Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	14,52	kN/m
Veränderlich			12,28	kN/m	
Vertikal		Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			45,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + E_{p,d})$		μ	0,27	[-]
Nachweis	$\mu_{\text{Gleit}} = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + (1/3) \cdot E_{p,d})$		μ	0,45	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			97,03	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			-34,11	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			62,92	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			128,38	kN/m	
Ausmitte		$e_x=M/N$	0,49	m	
1. Kernfläche		$B/6$	0,67	m	
2. Kernfläche		$B/3$	1,33	m	
Nachweis für e_x		$e_x<B/6$	0,74	< 1,0	
		$e_x<B/3$	0,37	< 1,0	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z -Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x -Richtung		b_x	4,00	m	
$\sigma_1=V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1+6 \cdot e_x/b_x)$			55,69	kN/m²	
$\sigma_2=V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1-6 \cdot e_x/b_x)$			8,50	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen	ständig	$T_{g,k}$	-14,52	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	-12,28	kN/m	
Vertikale Einwirkungen	ständig	N_k	128,38	kN/m	
	ständig		62,54	kNm/m	
Momente	ständig		-14,62	kNm/m	
	veränderlich				
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	$T_{g,k}$	-145,15	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	-122,79	kN/m	
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	N_k	1283,75	kN/m	
	ständig	$M_{x,g}$	625,44	kNm/m	
Momente auf 10m Breite	ständig	$M_{x,g}$	-146,22	kNm/m	
	veränderlich	$M_{q,g}$			

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	6,30	m NHN
GOK wasserseitig	4,90	m NHN
OK Sporn	4,40	m NHN
UK Sporn	3,90	m NHN
Höhe Wand	3,75	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	3,50	m
Sporndicke	0,50	m
Breite Sohlfäche B	4,00	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m ³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m ³
Wichte Wasser	10	kN/m ³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand über Wasser	23,125	kN/m
Eigengewicht Wand unter Auftrieb	14,25	kN/m
Eigengewicht Sporn	30	kN/m
Eigengewicht Boden	17,5	kN/m

Bemessungsbodenprofil DS 284												
GOK = +6,30 m NHN	Bodenart		Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	φa	K(agh)	K(0gh)	K(aqh)	K(pgh)
6,3	2,7	Auffüllung	18,00	10,00	30,00	0,00	10,00	56	0,28	0,50	0,28	5,00
2,7	-1,2	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,66	0,43	2,61
-1,2	-4,1	Sand	18,00	10,00	35,00	0,00	30,00	58,9	0,22	0,43	0,22	7,26
-4,1	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38	3,03

Erddruckermittlung			
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		kN/m ²
eagh	0	0,00	kN/m ²
eagh	2,4	6,72	kN/m ²
eagh			kN/m ²
eagh			kN/m ²
Aktivererddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		kN/m ²
eaqh			kN/m ²
eaqh			kN/m ²
eaqh			kN/m ²
eaqh			kN/m ²
eaqh			kN/m ²
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	50	

Resultierende Horizontalkräfte					
	Kraft	Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment
Eagh	8,06	0,80	1,20	9,68	6,45
Eagh	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00
Eagh	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00
Eaah1	0,00	0,00	1,30	0,00	0,00
Eaah2	0,00	0,00	1,30	0,00	0,00
Eaah3	0,00	0,00	1,30	0,00	0,00
Epgh	25,00	0,33	1,30	19,23	8,33
H_w1	12,01				
H_w2	37,2				

Resultierende Momente in der Sohlfuge			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	23,13	1,75	40,47
Moment infolge passiven Erddruck	25,00	0,33	8,33
Moment infolge Welle			25,88
Moment infolge Treibgutstoß			79,68
Moment infolge Wasserüberdruck			
Wasserseitige Momente	Kraft		Moment
Moment infolge Eagh			6,45
Moment infolge Eaah			0,00
Moment infolge der Auflast (Boden)	17,5	0,25	4,375
Moment infolge Auflast aus Wasser	35,04	0,25	8,7591146

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	446,51	kNm/m	
		Veränderlich	35,04	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	6,45	kNm/m	
		Veränderlich		kNm/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,90	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,05	[-]	
		Veränderlich	1,25	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,stab}/M_{d,stab}$		μ	0,02	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	-3,95	kN/m	
		Veränderlich	-7,50	kN/m	
	Vertikal	Ständig	188,13	kN/m	
Veränderlich		-	kN/m		
Teilsicherheitsbeiwerte	Einwirkung	Ständig	1,20	[-]	
		Veränderlich	1,30	[-]	
	Widerstand		1,10	[-]	
Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	-4,74	kN/m	
		Veränderlich	-9,75	kN/m	
	Vertikal	Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			25,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + E_{p,d})$		μ	0,12	[-]
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	0,15	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			154,35	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			19,59	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			134,77	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			188,13	kN/m	
Ausmitte		$e_x=M/N$	0,72	m	
1. Kernfläche		$B/6$	0,67	m	
2. Kernfläche		$B/3$	1,33	m	
Nachweis für e_x		$e_x<B/6$	1,07	< 1,0	
		$e_x<B/3$	0,54	< 1,0	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z -Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x -Richtung		b_x	4,00	m	
$\sigma_1=V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1-6 \cdot e_x/b_x)$			-3,51	kN/m²	
$\sigma_2=V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1+6 \cdot e_x/b_x)$			97,57	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen	ständig	$T_{g,k}$	41,15	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	7,50	kN/m	
Vertikale Einwirkungen	ständig	N_k	188,13	kN/m	
Momente	ständig		100,56	kNm/m	
	veränderlich		25,88	kNm/m	
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	$T_{g,k}$	411,49	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	75,00	kN/m	
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	N_k	1881,25	kN/m	
Momente auf 10m Breite	ständig	$M_{x,g}$	1005,60	kNm/m	
	veränderlich	$M_{q,g}$	258,75	kNm/m	

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	6,30	m NHN
GOK wasserseitig	4,90	m NHN
OK Sporn	4,40	m NHN
UK Sporn	3,90	m NHN
Höhe Wand	3,75	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	3,50	m
Sporn Dicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,00	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m ³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m ³
Wichte Wasser	10	kN/m ³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand über Wasser	23,125	kN/m
Eigengewicht Wand unter Auftrieb	14,25	kN/m
Eigengewicht Sporn	30	kN/m
Eigengewicht Boden	17,5	kN/m

Bemessungsbodenprofil DS 284												
GOK = +6,30 m NHN	Bodenart		Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	φa	K(agh)	K(0gh)	K(aqh)	K(pgh)
6,3	2,7	Auffüllung	18,00	10,00	30,00	0,00	10,00	56	0,28	0,50	0,28	5,00
2,7	-1,2	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,66	0,43	2,61
-1,2	-4,1	Sand	18,00	10,00	35,00	0,00	30,00	58,9	0,22	0,43	0,22	7,26
-4,1	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38	3,03

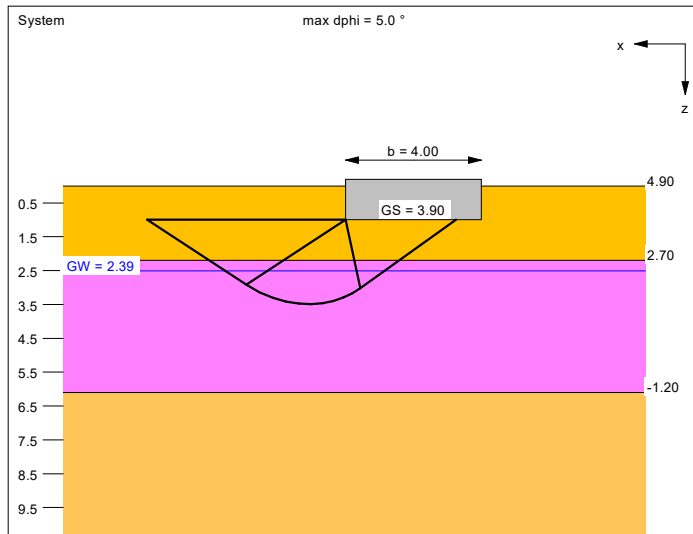
Erddruckermittlung			
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m ²
eagh	2,4	6,72	kN/m ²
eagh			kN/m ²
eagh			kN/m ²
Aktivererddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
eaqh			kN/m ²
eaqh			kN/m ²
eaqh			kN/m ²
eaqh			kN/m ²
eaqh			kN/m ²
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	50	

Resultierende Horizontalkräfte					
	Kraft	Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment
Eagh	8,06	0,80	1,00	8,06	6,45
Eagh	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Eagh	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Eaah1	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Eaah2	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Eaah3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Epgh	25,00	0,33	1,20	20,83	8,33
H_w1	26,22				
H_w2	38,014				

Resultierende Momente in der Sohlfläche			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	23,13	1,75	40,47
Moment infolge passiven Erddruck	25,00	0,33	8,33
Moment infolge Welle			51,75
Moment infolge Treibgutstoß			53,38
Moment infolge Wasserüberdruck			95,09
Wassersseitige Momente	Kraft		Moment
Moment infolge Eagh			6,45
Moment infolge Eaah			0,00
Moment infolge der Auflast (Boden)	17,5	0,25	4,375
Moment infolge Auflast aus Wasser	63,54	0,25	15,885253

			EQU		
Stabilisierende Einwirkung			Ständig	411,47	kNm/m
			Veränderlich	63,54	kNm/m
Destabilisierende Einwirkung			Ständig	6,45	kNm/m
			Veränderlich		kNm/m
Teilsicherheitsbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,95	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,stab}/M_{d,stab}$		μ	0,02	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	-18,16	kN/m	
		Veränderlich	-28,51	kN/m	
	Vertikal	Ständig	188,13	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Einwirkung	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
	Widerstand		1,10	[-]	
	Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	-18,16	kN/m
Veränderlich			-28,51	kN/m	
Vertikal		Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand				25,00	kN/m
tan(Reibungswinkel Sohle)				0,58	
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + E_{p,d})$		μ	0,39	[-]
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	0,63	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)				249,02	kNm/m
Summe der Momente (dreht wasserseitig)				26,71	kNm/m
Summe der Momente (Betrag)				222,31	kNm/m
Summe der Vertikallasten				188,13	kN/m
Ausmitte			$e_x=M/N$	1,18	m
1. Kernfläche			B/6	0,67	m
2. Kernfläche			B/3	1,33	m
Nachweis für e_x			$e_x<B/6$	1,77	> 1,0
			$e_x<B/3$	0,89	< 1,0
Sohlpressung unter ständigen Lasten					
Summe der Momente (dreht landseitig)				249,02	kNm/m
Summe der Momente (dreht wasserseitig)				-26,71	kNm/m
Summe der Momente (Betrag)				222,31	kNm/m
Summe der Vertikallasten				188,13	kN/m
Ausmitte			$e_x=M/N$	1,18	m
1. Kernfläche			B/6	0,67	m
2. Kernfläche			B/3	1,33	m
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z-Richtung			b_z	1,00	m
Breite in x-Richtung			b_x	4,00	m
$\sigma_1 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1-6 \cdot e_x/b_x)$				-36,34	kN/m²
$\sigma_2 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1+6 \cdot e_x/b_x)$				130,40	kN/m²
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen	ständig	$T_{g,k}$	18,16	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	28,51	kN/m	
Vertikale Einwirkungen	ständig	N_k	188,13	kN/m	
Momente	ständig		108,85	kNm/m	
	veränderlich		105,13	kNm/m	
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	$T_{g,k}$	181,57	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	285,14	kN/m	
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	N_k	1881,25	kN/m	
Momente auf 10m Breite	ständig	$M_{x,g}$	1088,50	kNm/m	
	veränderlich	$M_{x,q}$	1051,28	kNm/m	

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	18.0	10.0	30.0	0.0	10.0	0.00	Sand
	17.0	7.0	20.0	5.0	1.00	0.00	Schluff
	18.0	10.0	30.0	0.0	10.0	0.00	Sand

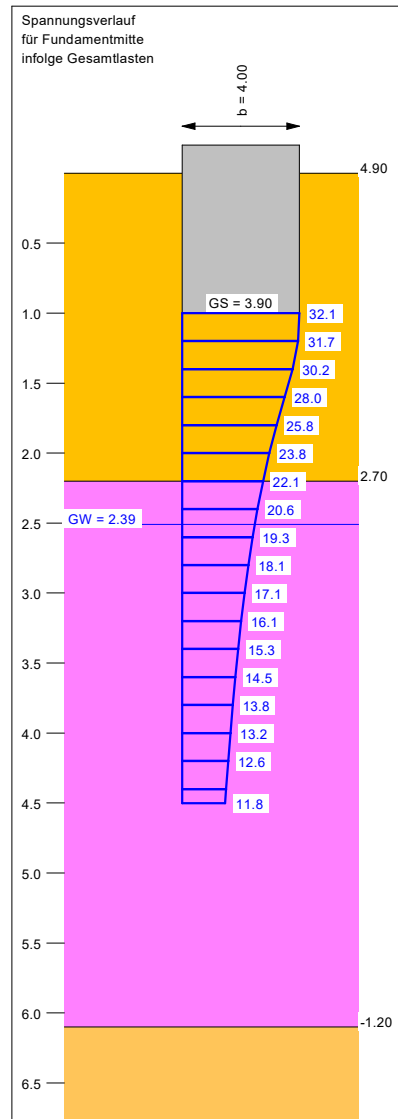


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 1283.75 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -145.15 / -122.80$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 625.44 / -146.22$ kN·m
 Länge a = 10.000 m
 Breite b = 4.000 m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.487$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge a' = 10.000 m
 Breite b' = 3.026 m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.373$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge a' = 10.000 m
 Breite b' = 3.253 m

cal $\gamma_2 = 15.41$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 18.00$ kN/m²
 UK log. Spirale = 3.49 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 10.55 m
 Fläche log. Spirale = 13.45 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{d0} = 18.81$; $N_{d0} = 9.22$; $N_{b0} = 3.59$
 Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.146$; $v_d = 1.130$; $v_b = 0.902$
 Neigungsbeiwerte (x):
 $i_c = 0.622$; $i_d = 0.663$; $i_b = 0.525$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 4.50$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 4.01 cm
 Setzungen der KPs:
 links oben = 3.09 cm
 rechts oben = 4.92 cm
 links unten = 3.09 cm
 rechts unten = 4.92 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Verdrehung(y) (KP) = 1 : 161.1

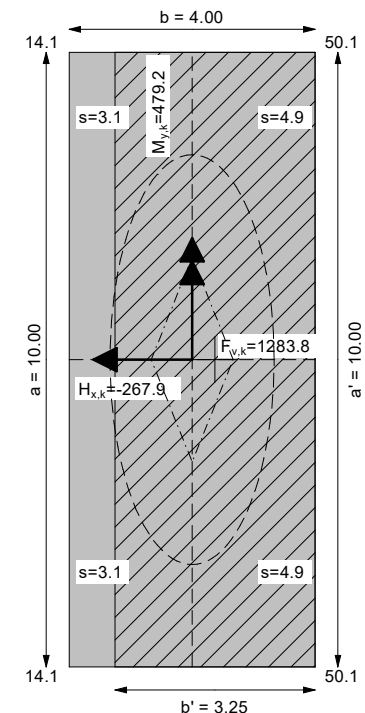
Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 249.8 / 178.40$ kN/m²
 $R_{n,k} = 8125.52$ kN
 $R_{n,d} = 5803.95$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 1283.75 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 1733.06$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.299
 cal $\varphi = 23.6^\circ$
 φ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal c = 2.98 kN/m²



Berechnungsgrundlagen:
 Teilabschnitt I, Grundbruch NW 3a
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-P
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Oberkante Gelände = 4.90 mNHN

Gründungssohle = 3.90 mNHN
 Grundwasser = 2.39 mNHN
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite

Grundriss



Durch Vergleichsrechnung geprüft
 Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019

Berechnungsgrundlagen:

Teilabschnitt I, Grundbruch NW 3a

Teilsicherheitskonzept

Gründungssohle = 1.00 mNHN

Grundwasser = 2.51 mNHN

Böschungsneigung = 0.0 °

Bermenbreite = 0.00 m

Sohlneigung = 0.0 °

Grenztiefe mit p = 20.0 %

Bodenkennwerte

UK	γ	γ'	φ	c	E_s	v	Bezeichnung
[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[MN/m²]	[-]	
2.20	18.00	10.00	30.00	0.00	10.00	0.00	Sand
6.10	17.00	7.00	20.00	5.00	1.00	0.00	Schluff
9.00	18.00	10.00	30.00	0.00	10.00	0.00	Sand

Lasten = ständig / veränderlich

Vertikallast $F_{v,k} = 1283.75 / 0.00$ kN

Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -145.15 / -122.80$ kN

Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN

Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m

Moment $M_{y,k} = 625.44 / -146.22$ kN·m

Länge a = 10.000 m

Breite b = 4.000 m

Unter ständigen Lasten:

Exzentrizität $e_x = 0.487$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge $a' = 10.000$ m

Breite $b' = 3.026$ m

Unter Gesamtlasten:

Exzentrizität $e_x = 0.373$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge $a' = 10.000$ m

Breite $b' = 3.253$ m

Grundbruch:

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$

$\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 249.75 / 178.40$ kN/m²

$R_{n,k} = 8125.52$ kN

$R_{n,d} = 5803.95$ kN

Durchstanzen untersucht,

aber nicht maßgebend.

$V_d = 1.35 \cdot 1283.75 + 1.50 \cdot 0.0$ kN

$V_d = 1733.1$ kN

μ (parallel zu x) = 0.299

cal $\varphi = 23.6$ °

φ wegen 5° Bedingung abgemindert

cal c = 2.98 kN/m²

cal $\gamma_2 = 15.41$ kN/m³

cal $\sigma_{\bar{u}} = 18.00$ kN/m²

UK log. Spirale = 3.49 m u. GOK

Länge log. Spirale = 10.55 m

Fläche log. Spirale = 13.45 m²

Tragfähigkeitsbeiwerte (x):

$N_c = 18.81$; $N_d = 9.22$; $N_b = 3.59$

Formbeiwerte (x):

$v_c = 1.146$; $v_d = 1.130$; $v_b = 0.902$

Neigungsbeiwerte (x):

$i_c = 0.622$; $i_d = 0.663$; $i_b = 0.525$

Setzung infolge Gesamtlasten:

Grenztiefe $t_g = 4.50$ m u. GOK

Setzung (Mittel aller KPs) = 4.01 cm

Setzungen der KPs:

links oben = 3.09 cm

rechts oben = 4.92 cm

links unten = 3.09 cm

Durch Vergleichsrechnung geprüft

Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Anlage B.2.1 S.2

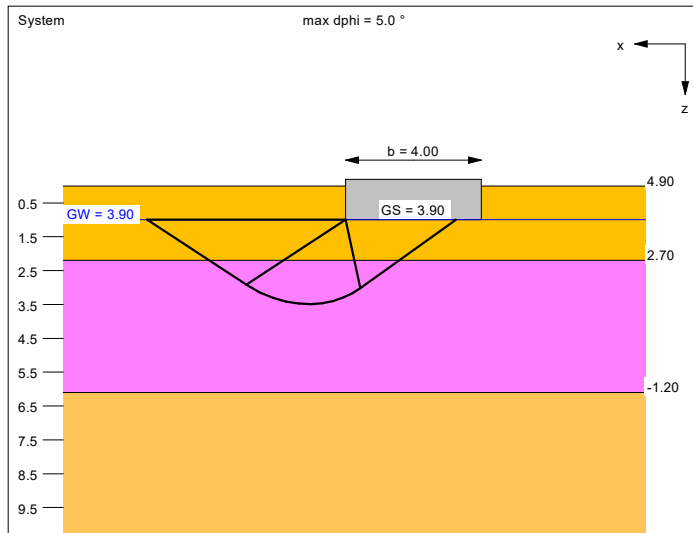
rechts unten = 4.92 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 161.1

Eckspannungen

links oben = 14.1 kN/m²
rechts oben = 50.1 kN/m²
links unten = 14.1 kN/m²
rechts unten = 50.1 kN/m²
Grenztiefe tg = 4.50 m u. GS
Setzung (Mittel aller KPs) = 4.01 cm
Setzungen der KPs:
links oben = 3.09 cm
rechts oben = 4.92 cm
links unten = 3.09 cm
rechts unten = 4.92 cm

UK log. Spirale = 3.49 m u. GS
Länge log. Spirale = 10.55 m
Fläche log. Spirale = 13.45 m²
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 161.1

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	18.0	10.0	30.0	0.0	10.0	0.00	Sand
	17.0	7.0	20.0	5.0	1.00	0.00	Schluff
	18.0	10.0	30.0	0.0	10.0	0.00	Sand

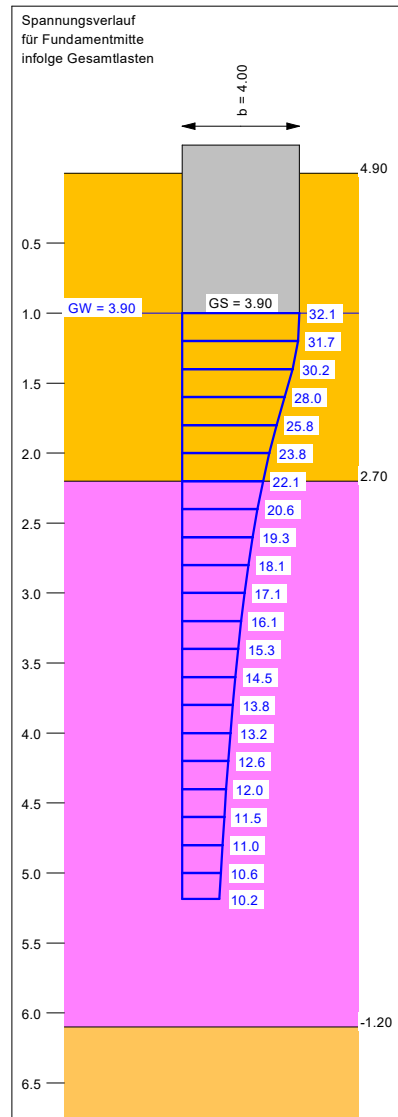


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 1283.75 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -145.15 / -122.80$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 625.44 / -146.22$ kN·m
 Länge a = 10.000 m
 Breite b = 4.000 m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.487$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge a' = 10.000 m
 Breite b' = 3.026 m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.373$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge a' = 10.000 m
 Breite b' = 3.253 m

cal $\gamma_2 = 8.97$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 18.00$ kN/m²
 UK log. Spirale = 3.49 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 10.55 m
 Fläche log. Spirale = 13.45 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{30} = 18.81$; $N_{40} = 9.22$; $N_{60} = 3.59$
 Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.146$; $v_d = 1.130$; $v_b = 0.902$
 Neigungsbeiwerte (x):
 $i_c = 0.622$; $i_d = 0.663$; $i_b = 0.525$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 5.19$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 4.75 cm
 Setzungen der KPs:
 links oben = 3.75 cm
 rechts oben = 5.76 cm
 links unten = 3.75 cm
 rechts unten = 5.76 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Verdrehung(y) (KP) = 1 : 147.7

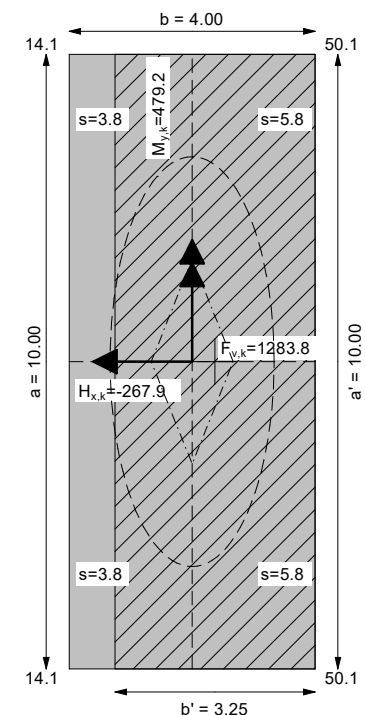
Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 214.1 / 178.41$ kN/m²
 $R_{n,k} = 6965.45$ kN
 $R_{n,d} = 5804.54$ kN
 $V_d = 1.00 \cdot 1283.75 + 1.00 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 1283.75$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.221
 cal $\varphi = 23.6^\circ$
 φ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal c = 2.98 kN/m²



Berechnungsgrundlagen:
 Teilabschnitt I, Grundbruch NW 3c
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-A
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\gamma_G = 1.00$
 $\gamma_Q = 1.00$
 Oberkante Gelände = 4.90 mNHN

Gründungssohle = 3.90 mNHN
 Grundwasser = 3.90 mNHN
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite

Grundriss



Durch Vergleichsrechnung geprüft
 Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019

Berechnungsgrundlagen:

Teilabschnitt I, Grundbruch NW 3c

Teilsicherheitskonzept

Gründungssohle = 1.00 mNHN

Grundwasser = 1.00 mNHN

Böschungsneigung = 0.0 °

Bermenbreite = 0.00 m

Sohlneigung = 0.0 °

Grenztiefe mit p = 20.0 %

Bodenkennwerte

UK	γ	γ'	φ	c	E_s	v	Bezeichnung
[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[MN/m²]	[-]	
2.20	18.00	10.00	30.00	0.00	10.00	0.00	Sand
6.10	17.00	7.00	20.00	5.00	1.00	0.00	Schluff
9.00	18.00	10.00	30.00	0.00	10.00	0.00	Sand

Lasten = ständig / veränderlich

Vertikallast $F_{v,k} = 1283.75 / 0.00$ kN

Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -145.15 / -122.80$ kN

Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN

Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m

Moment $M_{y,k} = 625.44 / -146.22$ kN·m

Länge a = 10.000 m

Breite b = 4.000 m

Unter ständigen Lasten:

Exzentrizität $e_x = 0.487$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge $a' = 10.000$ m

Breite $b' = 3.026$ m

Unter Gesamtlasten:

Exzentrizität $e_x = 0.373$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge $a' = 10.000$ m

Breite $b' = 3.253$ m

Grundbruch:

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.20$

$\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 214.10 / 178.41$ kN/m²

$R_{n,k} = 6965.45$ kN

$R_{n,d} = 5804.54$ kN

Durchstanzen untersucht,

aber nicht maßgebend.

$V_d = 1.00 \cdot 1283.75 + 1.00 \cdot 0.0$ kN

$V_d = 1283.8$ kN

μ (parallel zu x) = 0.221

cal $\varphi = 23.6$ °

φ wegen 5° Bedingung abgemindert

cal c = 2.98 kN/m²

cal $\gamma_2 = 8.97$ kN/m³

cal $\sigma_{\bar{u}} = 18.00$ kN/m²

UK log. Spirale = 3.49 m u. GOK

Länge log. Spirale = 10.55 m

Fläche log. Spirale = 13.45 m²

Tragfähigkeitsbeiwerte (x):

$N_c = 18.81$; $N_d = 9.22$; $N_b = 3.59$

Formbeiwerte (x):

$v_c = 1.146$; $v_d = 1.130$; $v_b = 0.902$

Neigungsbeiwerte (x):

$i_c = 0.622$; $i_d = 0.663$; $i_b = 0.525$

Setzung infolge Gesamtlasten:

Grenztiefe $t_g = 5.19$ m u. GOK

Setzung (Mittel aller KPs) = 4.75 cm

Setzungen der KPs:

links oben = 3.75 cm

rechts oben = 5.76 cm

links unten = 3.75 cm

Durch Vergleichsrechnung geprüft

Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Anlage B.2.2 S.2

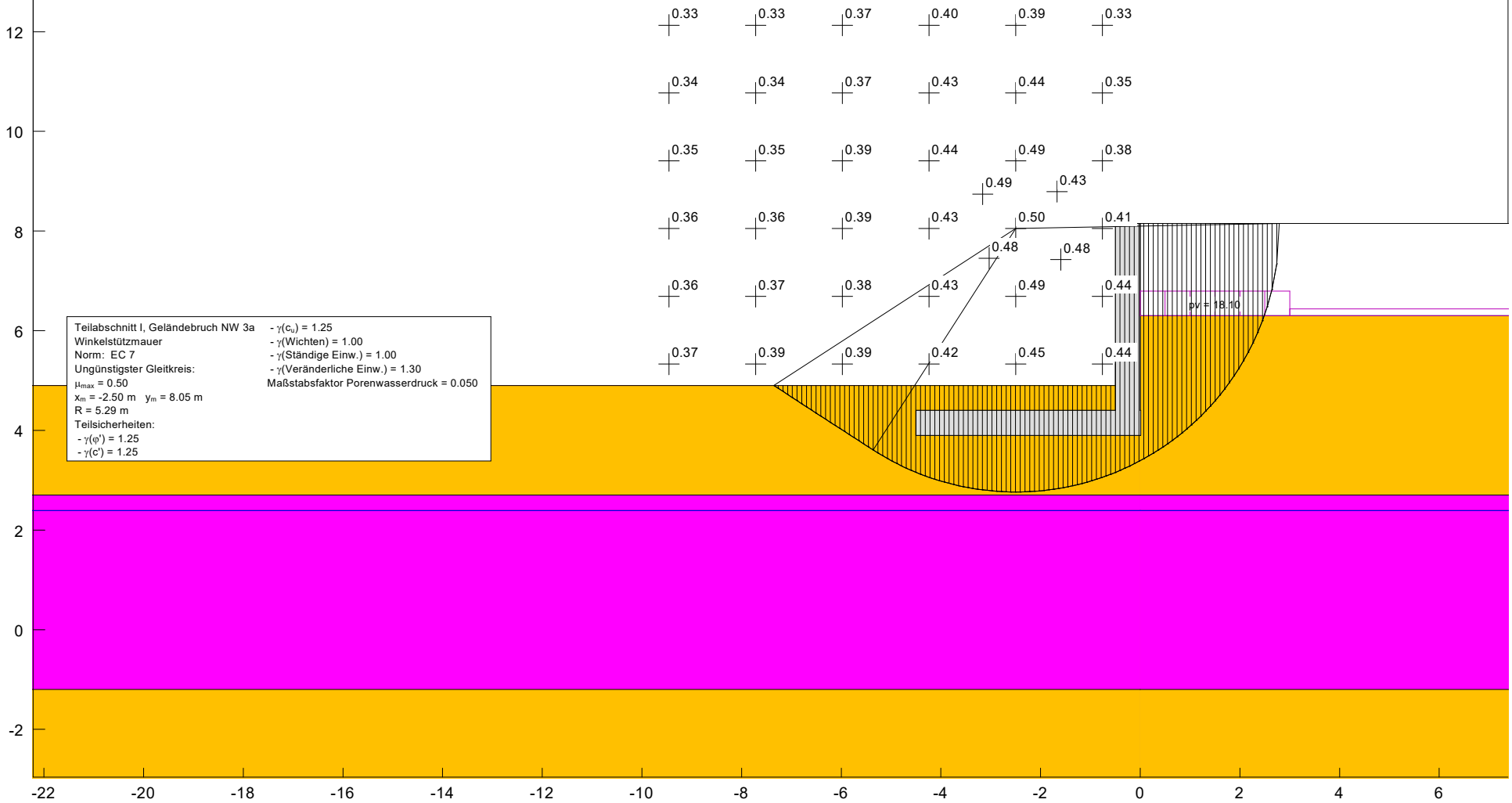
rechts unten = 5.76 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 147.7

Eckspannungen

links oben = 14.1 kN/m²
rechts oben = 50.1 kN/m²
links unten = 14.1 kN/m²
rechts unten = 50.1 kN/m²
Grenztiefe tg = 5.19 m u. GS
Setzung (Mittel aller KPs) = 4.75 cm
Setzungen der KPs:
links oben = 3.75 cm
rechts oben = 5.76 cm
links unten = 3.75 cm
rechts unten = 5.76 cm

UK log. Spirale = 3.49 m u. GS
Länge log. Spirale = 10.55 m
Fläche log. Spirale = 13.45 m²
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 147.7

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	0.00	0.00	0.00	Luft
	30.00	0.00	18.00	Auffüllung
	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (pas)
	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos
	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (GW)
	35.00	0.00	20.00	Sand (GW)
	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (GW) (pas)
	35.00	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
	40.00	2000.00	25.00	Wand



Teilabschnitt I, Geländebruch NW 3a
 Winkelstützmauer
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.50$
 $x_m = -2.50$ m $y_m = 8.05$ m
 $R = 5.29$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.25$
 - $\gamma(c) = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(Wichten) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050

Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

**Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen**

Teilabschnitt I, Geländebruch NW 3a

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

γ [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

x_m, y_m [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes

r_{ad} [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- γ_{ϕ} = 1.25

- $\gamma_{c'}$ = 1.25

- γ_{cu} = 1.25

- γ_{Wichten} = 1.00

- $\gamma_{\text{Ständige Einw.}}$ = 1.00

- $\gamma_{\text{Veränderliche Einw.}}$ = 1.30

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-34.725	4.900	2	-0.500	4.900	3	-0.499	8.150	4	34.725	8.150

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	30.00	0.00	18.00	Auffüllung
3	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (pas)
4	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos
5	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (GW)
6	35.00	0.00	20.00	Sand (GW)
7	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
8	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
9	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (GW) (pas)
10	35.00	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
11	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
12	40.00	2000.00	25.00	Wand

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	24.79	0.00	18.00	Auffüllung
3	16.23	4.00	17.00	Schluff Humos (pas)
4	16.23	4.00	17.00	Schluff Humos
5	16.23	4.00	17.00	Schluff Humos (GW)
6	29.26	0.00	20.00	Sand (GW)
7	18.33	8.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
8	24.79	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
9	16.23	4.00	17.00	Schluff Humos (GW) (pas)
10	29.26	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
11	18.33	8.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
12	33.87	1600.00	25.00	Wand

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.000	6.300	0.000	8.150	12
2	-0.500	4.900	-0.500	4.400	8
3	-4.500	4.400	-0.500	4.400	8
4	0.000	6.300	34.725	6.300	1
5	0.000	4.400	0.000	6.300	12
6	0.000	4.400	0.010	4.400	2
7	-4.500	3.900	0.010	3.900	12
8	0.000	2.700	34.725	2.700	2
9	0.000	2.390	34.725	2.390	4
10	0.000	-1.200	34.725	-1.200	5

11	0.000	-4.100	34.725	-4.100	6
12	-34.725	2.700	0.000	2.700	8
13	-34.725	2.390	0.000	2.390	3
14	-34.725	-1.200	0.000	-1.200	9
15	-34.725	-4.100	0.000	-4.100	10
16	-34.725	-15.000	0.000	-15.000	11
17	0.000	-15.000	34.725	-15.000	7

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-34.725	2.390	2	0.000	2.390	3	0.001	2.390	4	34.725	2.390

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	18.10	0.00	3.00	6.30
2	5.00	5.00	3.00	34.73	6.30

Bauteil 1

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	-0.50	8.15
2	-0.50	4.40
3	-4.50	4.40
4	-4.50	3.90
5	0.01	3.90
6	0.01	4.40
7	0.00	4.40
8	0.00	8.15

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 2.39

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 2.39

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 0.0100 3.8999

x / y (Ende): 1.0100 -14.0000

Anzahl Radien = 40

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	-9.4555	12.1307	18.7855	107	0.3293	10215.676	31018.898	31018.9	0.0	10215.7	0.0
2	-9.4555	10.7705	17.3940	110	0.3389	9133.462	26953.988	26954.0	0.0	9133.5	0.0
3	-9.4555	9.4103	15.7270	113	0.3465	7648.539	22076.851	22076.9	0.0	7648.5	0.0
4	-9.4555	8.0500	13.8534	118	0.3553	5889.948	16578.203	16578.2	0.0	5889.9	0.0
5	-9.4555	6.6898	12.5317	126	0.3590	4809.754	13398.900	13398.9	0.0	4809.8	0.0
6	-9.4555	5.3296	14.5361	136	0.3749	7508.537	20029.262	20029.3	0.0	7508.5	0.0
7	-7.7160	12.1307	18.6059	105	0.3327	10142.880	30488.837	30488.8	0.0	10142.9	0.0
8	-7.7160	10.7705	11.9314	108	0.3439	2257.110	6563.940	6563.9	0.0	2257.1	0.0
9	-7.7160	9.4103	15.6873	111	0.3477	7665.416	22048.172	22048.2	0.0	7665.4	0.0
10	-7.7160	8.0500	14.0004	116	0.3618	6306.484	17431.755	17431.8	0.0	6306.5	0.0
11	-7.7160	6.6898	12.4864	123	0.3656	4956.827	13557.177	13557.2	0.0	4956.8	0.0
12	-7.7160	5.3296	15.5339	133	0.3859	9272.781	24027.758	24027.8	0.0	9272.8	0.0
13	-5.9766	12.1307	11.0212	103	0.3707	1596.822	4307.884	4307.9	0.0	1596.8	0.0
14	-5.9766	10.7705	9.5284	105	0.3728	1233.716	3309.519	3309.5	0.0	1233.7	0.0
15	-5.9766	9.4103	10.1733	109	0.3869	1905.215	4924.809	4924.8	0.0	1905.2	0.0
16	-5.9766	8.0500	9.2652	114	0.3912	1750.701	4475.706	4475.7	0.0	1750.7	0.0
17	-5.9766	6.6898	17.6486	121	0.3783	12747.902	33697.452	33697.5	0.0	12747.9	0.0
18	-5.9766	5.3296	16.5939	133	0.3915	11337.809	28957.124	28957.1	0.0	11337.8	0.0
19	-4.2371	12.1307	9.6967	101	0.4006	1070.374	2671.869	2671.9	0.0	1070.4	0.0
20	-4.2371	10.7705	8.5084	102	0.4339	1022.436	2356.152	2356.2	0.0	1022.4	0.0
21	-4.2371	9.4103	7.3830	105	0.4377	867.675	1982.283	1982.3	0.0	867.7	0.0
22	-4.2371	8.0500	7.6109	110	0.4295	1167.562	2718.310	2718.3	0.0	1167.6	0.0
23	-4.2371	6.6898	7.5210	118	0.4304	1259.348	2926.330	2926.3	0.0	1259.3	0.0

24	-4.2371	5.3296	6.4248	133	0.4182	839.360	2007.296	2007.3	0.0	839.4	0.0
25	-2.4977	12.1307	9.0483	100	0.3945	768.425	1947.940	1947.9	0.0	768.4	0.0
26	-2.4977	10.7705	7.7565	101	0.4365	716.514	1641.427	1641.4	0.0	716.5	0.0
27	-2.4977	9.4103	6.4946	102	0.4879	670.541	1374.289	1374.3	0.0	670.5	0.0
28	-2.4977	8.0500	5.2859	105	0.5011	534.514	1066.736	1066.7	0.0	534.5	0.0
29	-2.4977	6.6898	4.1822	112	0.4854	367.811	757.819	757.8	0.0	367.8	0.0
30	-2.4977	5.3296	5.4004	132	0.4489	652.908	1454.497	1454.5	0.0	652.9	0.0
31	-0.7582	12.1307	10.9551	100	0.3304	1449.532	4387.213	4387.2	0.0	1449.5	0.0
32	-0.7582	10.7705	9.6014	100	0.3490	1255.717	3597.654	3597.7	0.0	1255.7	0.0
33	-0.7582	9.4103	7.3550	101	0.3755	776.957	2068.949	2068.9	0.0	777.0	0.0
34	-0.7582	8.0500	6.0107	102	0.4074	629.092	1544.220	1544.2	0.0	629.1	0.0
35	-0.7582	6.6898	4.6809	107	0.4383	457.833	1044.462	1044.5	0.0	457.8	0.0
36	-0.7582	5.3296	3.4018	128	0.4439	262.225	590.741	590.7	0.0	262.2	0.0
37	-3.1601	8.7428	6.2215	104	0.4871	686.408	1409.276	1409.3	0.0	686.4	0.0
38	-1.6684	8.7934	6.5066	102	0.4327	702.062	1622.572	1622.6	0.0	702.1	0.0
39	-1.5926	7.4281	4.7606	106	0.4823	480.412	996.019	996.0	0.0	480.4	0.0
40	-3.0337	7.4534	5.1076	109	0.4796	510.498	1064.452	1064.5	0.0	510.5	0.0

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
28	-2.4977	8.0500	5.2859	105	0.5011	534.514	1066.736	1066.7	0.0	534.5	0.0

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 13.12.2022
Anlage C: Abschnitt C: Teilbereich I, Schnitt 3 C.1 Bemessung Winkelstützwand C.1.1 Niedrigwasserlastfall 3a C.1.2 Niedrigwasserlastfall 3c C.1.3 Hochwasserlastfall 1 C.1.4 Hochwasserlastfall 3 C.2 Nachweis gegen Grundbruch C.2.1 Niedrigwasserlastfall 3a C.2.2 Niedrigwasserlastfall 3c C.3 Nachweis gegen Geländebruch			
			Anlagen

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,70	m NHN
GOK wasserseitig	4,35	m NHN
OK Sporn	3,85	m NHN
UK Sporn	3,35	m NHN
Höhe Wand	4,30	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	4,00	m
Sporndicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,50	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m³
Wichte Wasser	10	kN/m³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand	53,75	kN/m
Eigengewicht Sporn	56,25	kN/m
Eigengewicht Boden	36	kN/m

Zweiseitig begrenzte Auflast		
Breite hinter der Wand	3 m	18,1 kN/m²
Einseitig begrenzte Auflast		
Abstand hinter der Wand	3 m	5 kN/m²

Bemessungsbodenprofil DS 284												
GOK = +7,70 m NHN	Bodenart		Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	δa	K(agh)	K(0gh)	K(aqh)	K(pgh)
7,7	7,06	Auffüllung (Neu)	18,00	10,00	32,50	0,00	10,00	57,5	0,25	0,46	0,25	6,00
7,06	2,7	Auffüllung	18,00	10,00	30,00	0,00	10,00	56	0,28	0,50	0,28	5,00
2,7	-1,2	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,66	0,43	2,61
-1,2	-4,1	Sand	18,00	10,00	35,00	0,00	30,00	58,9	0,22	0,43	0,22	7,26
-4,1	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38	3,03

Erddruckermittlung		
Aktivererddruck infolge Eigengewicht		
Erddruck	Tiefe	
eagh	0	0,00 kN/m²
eagh	0,64	2,88 kN/m²
eagh	0,64	3,23 kN/m²
eagh	4,35	21,92 kN/m²
Aktivererddruck infolge Auflast		
Erddruck	Tiefe	
eaqh	0	4,53 kN/m²
eaqh	0,64	5,07 kN/m²
eaqh	1,79	5,07 kN/m²
eaqh	4,35	6,40 kN/m²
eaqh	4,48	6,47 kN/m²
Passiver Erddruck		
epgh	0	0
epgh	1	90

Resultierende Horizontalkräfte				
Kraft	Hebelarm	Teilsicherhe	Designwert	Moment
Eagh	0,92	3,92	1,35	1,24
Eagh	11,97	1,86	1,35	16,16
Eagh	34,69	1,24	1,35	46,83
Eaah1	2,90	4,03	1,5	4,34
Eaah2	18,80	1,86	1,5	28,20
Eaah3	1,71	0,85	1,5	2,56
Epgh	45,00	0,33	1,4	32,14
				15

Resultierende Momente in der Sohlfläche			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	53,75	2,00	107,50
Moment infolge passiven Erddruck	45,00	0,33	15,00
Wasserseitige Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge Eagh			68,71
Moment infolge Eaah			48,00
Moment infolge der Auflast (Boden)	36	0,25	9

Erddruckermittlung im Anschnitt			Resultierende Einwirkungen für die Biegebemessung							
Aktivererddruck infolge Eigengewicht										
Erddruck	Tiefe		Nk	Qk	Hebelarm	y	Nd	Qd	Mk	MED
eagh	0	0,00 kN/m²	Eagh	1,71	3,42	1,35		2,30	5,84	7,88
eagh	0,64	5,33 kN/m²	Eagh	18,49	1,61	1,35		24,96	29,68	40,06
eagh	0,64	5,76 kN/m²	Eagh	46,37	1,07	1,35		62,60	49,61	66,98
eagh	3,85	34,65 kN/m²	Eaah1	5,36	3,53	1,50		8,04	18,92	28,38
			Eaah2	29,05	1,61	1,50		43,58	46,63	69,94
			Eaah3	1,97	0,69	1,50		2,96	1,35	2,03
			Epgh	11,25	0,17	1,35		15,19	1,88	2,53
			G	53,75		1,00		53,75		
			Σ	53,75	91,70			53,75	129,25	150,15
										212,74
Aktivererddruck infolge Auflast										
Erddruck	Tiefe									
eaqh	0	8,37 kN/m²								
eaqh	0,64	9,05 kN/m²								
eaqh	1,79	9,05 kN/m²								
eaqh	3,85	10,96 kN/m²								
eaqh	4,48	11,55 kN/m²								
Passiver Erddruck										
epgh	0	0 kN/m²								
epgh	0,5	45 kN/m²								

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	427,00	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	68,71	kNm/m	
		Veränderlich	48,00	kNm/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,90	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,10	[-]	
		Veränderlich	1,50	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,stab}/M_{d,stab}$		μ	0,38	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	47,57	kN/m	
		Veränderlich	23,40	kN/m	
	Vertikal	Ständig	146,00	kN/m	
Veränderlich		-	kN/m		
Teilsicherheitsbeiwerte	Einwirkung	Ständig	1,35	[-]	
		Veränderlich	1,50	[-]	
	Widerstand		1,10	[-]	
Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	64,23	kN/m	
		Veränderlich	35,11	kN/m	
	Vertikal	Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			45,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + E_{p,d})$		μ	0,91	[-]
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi) + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	1,00	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			122,50	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			-125,71	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			3,21	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			146,00	kN/m	
Ausmitte		$e_x = M/N$	0,02	m	
1. Kernfläche		$B/6$	0,75	m	
2. Kernfläche		$B/3$	1,50	m	
Nachweis für e_x		$e_x < B/6$	0,03	< 1,0	
		$e_x < B/3$	0,01	< 1,0	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z - Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x - Richtung		b_x	4,50	m	
$\sigma_1 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1 + 6 \cdot e_x/b_x)$			31,49	kN/m²	
$\sigma_2 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1 + 6 \cdot e_x/b_x)$			33,40	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen	ständig	$T_{g,k}$	-47,57	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	-23,40	kN/m	
Vertikale Einwirkungen	ständig	N_k	146,00	kN/m	
Momente	ständig		29,79	kNm/m	
	veränderlich		-48,00	kNm/m	
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	$T_{g,k}$	-475,74	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	-234,04	kN/m	
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	N_k	1460,00	kN/m	
Momente auf 10m Breite	ständig	$M_{x,g}$	297,91	kNm/m	
	veränderlich	$M_{q,g}$	-480,04	kNm/m	

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,70	m NHN
GOK wasserseitig	4,35	m NHN
OK Sporn	3,85	m NHN
UK Sporn	3,35	m NHN
Höhe Wand	4,30	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	4,00	m
Sporn Dicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,50	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m³
Wichte Wasser	10	kN/m³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand	53,75	kN/m
Eigengewicht Sporn	56,25	kN/m
Eigengewicht Boden	36	kN/m

Zweiseitig begrenzte Auflast		
Breite hinter der Wand	3 m	18,1 kN/m²
Einseitig begrenzte Auflast		
Abstand hinter der Wand	3 m	5 kN/m²

Bemessungsbodenprofil DS 284												
GOK = +7,70 m NHN		Bodenart	Wichte		Leibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	φ_a	K(agh)	K(0gh)	K(aqh)	K(pgh)
7,7	7,06	Auffüllung (Neu)	18,00	10,00	32,50	0,00	10,00	57,5	0,25	0,46	0,25	6,00
7,06	2,7	Auffüllung	18,00	10,00	30,00	0,00	10,00	56	0,28	0,50	0,28	5,00
2,7	-1,2	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,66	0,43	2,61
-1,2	-4,1	Sand	18,00	10,00	35,00	0,00	30,00	58,9	0,22	0,43	0,22	7,26
-4,1	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38	3,03

Erddruckermittlung			
Aktiver Erddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m²
eagh	0,64	2,88	kN/m²
eagh	0,64	3,23	kN/m²
eagh	4,35	21,92	kN/m²
Aktiver Erddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
eaqh	0	4,53	kN/m²
eaqh	0,64	5,07	kN/m²
eaqh	1,79	5,07	kN/m²
eaqh	4,35	6,40	kN/m²
eaqh	4,48	6,47	kN/m²
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	90	

Resultierende Horizontalkräfte				
Kraft	Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment
Eagh	0,92	3,92	1	0,92
Eagh	11,97	1,86	1	11,97
Eagh	34,69	1,24	1	34,69
Eaah1	2,90	4,03	1	2,90
Eaah2	18,80	1,86	1	18,80
Eaah3	1,71	0,85	1	1,71
Epgh	45,00	0,33	1,2	37,50
				15

Resultierende Momente in der Sohlfuge			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	53,75	2,00	107,50
Moment infolge passiven Erddruck	45,00	0,33	15,00
Wasserseitige Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge Eagh			68,71
Moment infolge Eaah			48,00
Moment infolge der Auflast (Boden)	36	0,25	9

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	427,00	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	68,71	kNm/m	
		Veränderlich	48,00	kNm/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,95	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,destb}/M_{d,stab}$		μ	0,29	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	47,57	kN/m	
		Veränderlich	23,40	kN/m	
	Vertikal	Ständig	146,00	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Einwirkung	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
	Widerstand		1,10	[-]	
	Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	47,57	kN/m
Veränderlich			23,40	kN/m	
Vertikal		Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			45,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + E_{p,d})$		μ	0,62	[-]
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi) + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	1,00	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			122,50	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			-125,71	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			3,21	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			146,00	kN/m	
Ausmitte		$e_x = M/N$	0,02	m	
1. Kernfläche		B/6	0,75	m	
2. Kernfläche		B/3	1,50	m	
Nachweis für e_x		$e_x < B/6$	0,03	< 1,0	
		$e_x < B/3$	0,01	< 1,0	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z -Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x -Richtung		b_x	4,50	m	
$\sigma_1 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1 - 6 \cdot e_x/b_x)$		$M_{q,g}$	31,49	kN/m²	
$\sigma_2 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1 + 6 \cdot e_x/b_x)$			33,40	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen		ständig	$T_{g,k}$	-47,57 kN/m	
		veränderlich	$T_{q,k}$	-23,40 kN/m	
Vertikale Einwirkungen		ständig	N_k	146,00 kN/m	
Momente		ständig		29,79 kNm/m	
		veränderlich		-48,00 kNm/m	
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite		ständig	$T_{g,k}$	-475,74 kN/m	
		veränderlich	$T_{q,k}$	-234,04 kN/m	
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite		ständig	N_k	1460,00 kN/m	
Momente auf 10m Breite		ständig	$M_{x,g}$	297,91 kNm/m	
		veränderlich	$M_{x,q}$	-480,04 kNm/m	

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,70	m NHN
GOK wasserseitig	4,35	m NHN
OK Sporn	3,85	m NHN
UK Sporn	3,35	m NHN
Höhe Wand	4,30	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	4,00	m
Sporndicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,50	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m³
Wichte Wasser	10	kN/m³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand über Wasser	3,75	kN/m
Eigengewicht Wand unter Auftrieb	33,75	kN/m
Eigengewicht Sporn	33,75	kN/m
Eigengewicht Boden	20	kN/m

Bemessungsbodenprofil DS 284												
GOK = +7,40 m NHN		Bodenart	Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	φa	K(agh)	K(0gh)	K(aqh)	K(pgh)
7,4	7,06	Auffüllung (Neu)	18,00	10,00	32,50	0,00	10,00	57,5	0,25	0,46	0,25	6,00
7,06	2,7	Auffüllung	18,00	10,00	30,00	0,00	10,00	56	0,28	0,50	0,28	5,00
2,7	-1,2	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,66	0,43	2,61
-1,2	-4,1	Sand	18,00	10,00	35,00	0,00	30,00	58,9	0,22	0,43	0,22	7,26
-4,1	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38	3,03

Erddruckermittlung			
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m²
eagh	0,34	0,85	kN/m²
eagh	0,34	0,95	kN/m²
eagh	4,05	11,34	kN/m²
Aktivererddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
eaqh	0	0,00	kN/m²
eaqh	0,64	0,00	kN/m²
eaqh	1,79	0,00	kN/m²
eaqh	4,35	0,00	kN/m²
eaqh	4,48	0,00	kN/m²
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	50	

Resultierende Horizontalkräfte					
Kraft	Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment	
Eagh	0,14	3,82	1,20	0,17	0,55
Eagh	3,53	1,86	1,20	4,24	6,55
Eagh	19,27	1,24	1,20	23,12	23,83
Eaah1	0,00	4,03	1,30	0,00	0,00
Eaah2	0,00	1,86	1,30	0,00	0,00
Eaah3	0,00	0,85	1,30	0,00	0,00
Epgh	25,00	0,33	1,30	19,23	8,33
H_w1	1,01				
H_w2	18,225				

Resultierende Momente in der Sohlfuge			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	37,50	2,00	75,00
Moment infolge passiven Erddruck	25,00	0,33	8,33
Moment infolge Welle			30,00
Moment infolge Treibgutstoß			
Moment infolge Wasserüberdruck			41,16
Wasserseitige Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge Eagh			30,93
Moment infolge Eaah			0,00
Moment infolge der Auflast (Boden)	20	0,25	5
Moment infolge Auflast aus Wasser	140,00	0,25	35

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	559,57	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	30,93	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,90	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,05	[-]	
		Veränderlich	1,25	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,destb}/M_{d,stab}$		μ	0,06	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	3,71	kN/m	
		Veränderlich	-7,50	kN/m	
	Vertikal	Ständig	231,25	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Einwirkung	Ständig	1,20	[-]	
		Veränderlich	1,30	[-]	
	Widerstand		1,10	[-]	
	Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	4,45	kN/m
Veränderlich			-9,75	kN/m	
Vertikal		Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			25,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(Gleit) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{Gleit} + E_{p,d})$		μ	-0,04	[-]
Nachweis	$\mu(Gleit) = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi) + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	-0,04	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			154,49	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			70,93	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			83,56	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			231,25	kN/m	
Ausmitte		$e_x=M/N$	0,36	m	
1. Kernfläche		B/6	0,75	m	
2. Kernfläche		B/3	1,50	m	
Nachweis für e_x		$e_x<B/6$	0,48	< 1,0	
		$e_x<B/3$	0,24	< 1,0	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z -Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x -Richtung		b_x	4,50	m	
$\sigma_1= V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1-6 \cdot e_x/b_x)$			26,63	kN/m²	
$\sigma_2= V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1+6 \cdot e_x/b_x)$			76,15	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen		ständig	$T_{g,k}$	-3,71	kN/m
		veränderlich	$T_{q,k}$	7,50	kN/m
Vertikale Einwirkungen		ständig	N_{k}	231,25	kN/m
Momente		ständig		45,22	kNm/m
		veränderlich		30,00	kNm/m
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite		ständig	$T_{g,k}$	-37,09	kN/m
		veränderlich	$T_{q,k}$	75,00	kN/m
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite		ständig	N_{k}	2312,50	kN/m
Momente auf 10m Breite		ständig	$M_{x,g}$	452,24	kNm/m
		veränderlich	$M_{q,g}$	300,00	kNm/m

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,70	m NHN
GOK wasserseitig	4,35	m NHN
OK Sporn	3,85	m NHN
UK Sporn	3,35	m NHN
Höhe Wand	4,30	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	4,00	m
Spornbreite	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,50	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m³
Wichte Wasser	10	kN/m³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand über Wasser	9,375	kN/m
Eigengewicht Wand unter Auftrieb	26,625	kN/m
Eigengewicht Sporn	33,75	kN/m
Eigengewicht Boden	20	kN/m

Einwirkungen infolge Hochwasser			
Bemessungshochwasser	7,85	m	
Bemessungsgrundwasser	7,40	m	
Wasserüberdruck	4,50	kN/m²	
Moment infolge Wasserüberdruck	4,25	kNm/m	
Wasserüberdruck	36,91	kNm/m	
Auflast infolge Wasser	140,00	kN/m	
Wellenlast	15,00	kN/m	
Moment infolge Welle	60,00	kNm/m	
Treibgutstoß	100,00	kN	
Lastausbreitung bis Spornmitte	11,76	kN/m	
Moment infolge Treibgutstoß	52,94	kNm/m	

Zweiseitig begrenzte Auflast		
Breite hinter der Wand	3 m	0 kN/m²
Einseitig begrenzte Auflast		
Abstand hinter der Wand	3 m	0 kN/m²

Bemessungsbodenprofil DS 284												
GOK = +7,40 m NHN	Bodenart		Wichte		Einigungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	ϕa	K(agh)	K(0gh)	K(aqh)	K(pgh)
7,4	7,06	Auffüllung (Neu)	18,00	10,00	32,50	0,00	10,00	57,5	0,25	0,46	0,25	6,00
7,06	2,7	Auffüllung	18,00	10,00	30,00	0,00	10,00	56	0,28	0,50	0,28	5,00
2,7	-1,2	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,66	0,43	2,61
-1,2	-4,1	Sand	18,00	10,00	35,00	0,00	30,00	58,9	0,22	0,43	0,22	7,26
-4,1	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38	3,03

Erddruckermittlung			
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m²
eagh	0,34	0,85	kN/m²
eagh	0,34	0,95	kN/m²
eagh	4,05	11,34	kN/m²
Aktivererddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
eaqh	0	0,00	kN/m²
eaqh	0,64	0,00	kN/m²
eaqh	1,79	0,00	kN/m²
eaqh	4,35	0,00	kN/m²
eaqh	4,48	0,00	kN/m²
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	50	

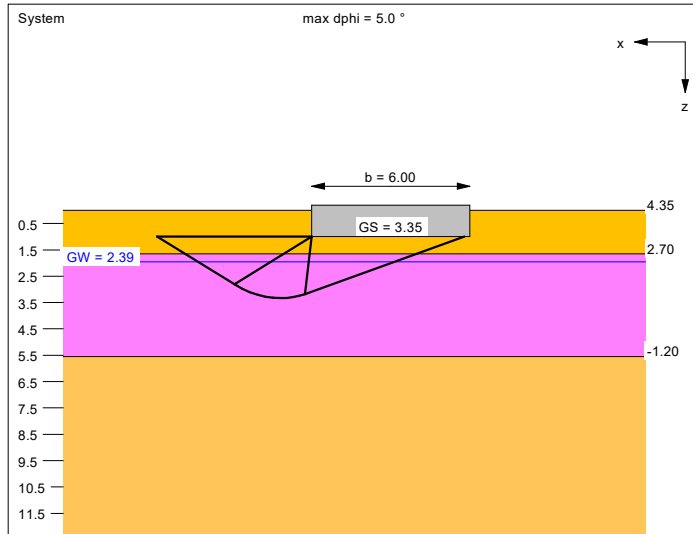
Resultierende Horizontalkräfte					
Kraft	Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment	
Eagh	0,14	3,82	1,00	0,14	0,55
Eagh	3,53	1,86	1,00	3,53	6,55
Eagh	19,27	1,24	1,00	19,27	23,83
Eaql1	0,00	4,03	1,00	0,00	0,00
Eaql2	0,00	1,86	1,00	0,00	0,00
Eaql3	0,00	0,85	1,00	0,00	0,00
Epgh	25,00	0,33	1,20	20,83	8,33
H w1	1,01				
H w2	18,225				

Resultierende Momente in der Sohlfuge			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	36,00	2,00	72,00
Moment infolge passiven Erddruck	25,00	0,33	8,33
Moment infolge Welle			60,00
Moment infolge Treibgutstoß			52,94
Moment infolge Wasserüberdruck			41,16
Wasserseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge Eagh			30,93
Moment infolge Eaql			0,00
Moment infolge der Auflast (Boden)	20	0,25	5
Moment infolge Auflast aus Wasser	140,00	0,25	35

Erddruckermittlung im Anschnitt				Resultierende Einwirkungen für die Biegebemessung									
Aktivererddruck infolge Eigengewicht					Nk	Qk	Hebelarm	γ		Nd	Qd	Mk	MED
Erddruck	Tiefe			Eagh		0,27	3,32	1			0,27	0,89	0,89
eagh	0	0,00	kN/m²	Eagh		5,46	1,61	1			5,46	8,76	8,76
eagh	0,34	1,57	kN/m²	Eagh		25,76	1,07	1			25,76	27,56	27,56
eagh	0,34	1,70	kN/m²	Epgh		6,25	0,17	1			6,25	1,04	1,04
eagh	3,55	17,75	kN/m²	Wa		1,01	3,7	1			1,01	3,75	3,75
Passiver Erddruck						18,225	1,775	1			18,23	32,35	32,35
epgh	0	0		W		15,00	3,50	1			15,00	52,50	52,50
epgh	0,5	25		T		11,76	4,00	1			11,76	47,06	47,06
				G	36					36			
				Σ	36	20,77				36	20,77	99,49	99,49

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	553,19	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	30,93	kNm/m	
		Veränderlich	0,00	kNm/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,95	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,destb}/M_{d,stab}$		μ	0,06	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	3,71	kN/m	
		Veränderlich	-26,76	kN/m	
	Vertikal	Ständig	229,75	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Einwirkung	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
	Widerstand		1,10	[-]	
	Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	3,71	kN/m
Veränderlich			-26,76	kN/m	
Vertikal		Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			25,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} \cdot E_{p,d})$		μ	-0,16	[-]
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi) + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	-0,24	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			234,43	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			-70,93	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			163,50	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			229,75	kN/m	
Ausmitte		$e_x = M/N$	0,71	m	
1. Kernfläche		B/6	0,75	m	
2. Kernfläche		B/3	1,50	m	
Nachweis für e_x		$e_x < B/6$	0,95	< 1,0	
		$e_x < B/3$	0,47	< 1,0	
Sohlpressung unter ständigen Lasten					
Summe der Momente (dreht landseitig)			113,16	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			-70,93	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			42,22	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			229,75	kN/m	
Ausmitte		$e_x = M/N$	0,18	m	
1. Kernfläche		B/6	0,75	m	
2. Kernfläche		B/3	1,50	m	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z-Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x-Richtung		b_x	4,50	m	
$\sigma_1 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1 - 6 \cdot e_x/b_x)$			38,54	kN/m²	
$\sigma_2 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1 + 6 \cdot e_x/b_x)$			63,57	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen	ständig	$T_{g,k}$	-3,71	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	26,76	kN/m	
Vertikale Einwirkungen	ständig	N_k	229,75	kN/m	
Momente	ständig		42,22	kNm/m	
	veränderlich		112,94	kNm/m	
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	$T_{g,k}$	-37,09	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	267,65	kN/m	
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	N_k	2297,50	kN/m	
Momente auf 10m Breite	ständig	$M_{x,g}$	422,24	kNm/m	
	veränderlich	$M_{q,g}$	1129,41	kNm/m	

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	18.0	10.0	30.0	0.0	10.0	0.00	Sand
	17.0	7.0	20.0	5.0	1.00	0.00	Schluff
	18.0	10.0	30.0	0.0	10.0	0.00	Sand

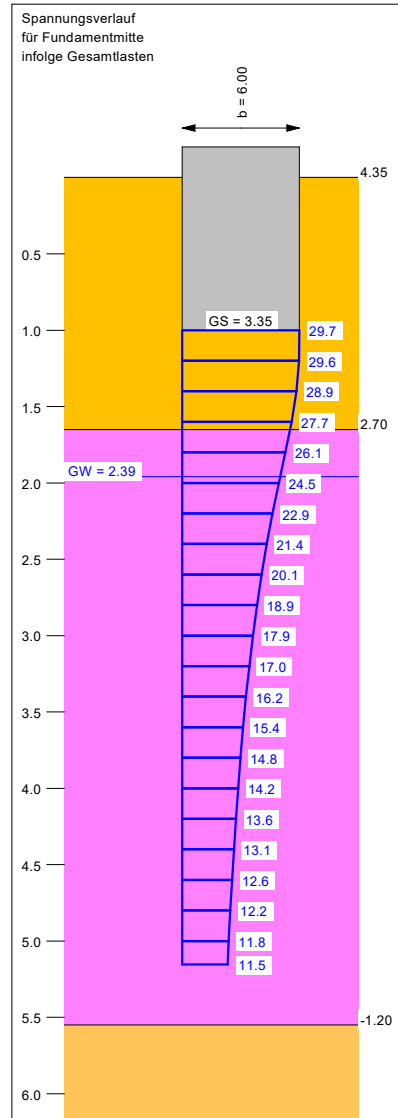


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 1782.50 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -475.74 / -234.04$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 667.29 / -480.04$ kN·m
 Länge $a = 10.000$ m
 Breite $b = 6.000$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.374$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000$ m
 Breite $b' = 5.251$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.105$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000$ m
 Breite $b' = 5.790$ m

cal $\gamma_2 = 13.50$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 18.00$ kN/m²
 UK log. Spirale = 3.33 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 12.67 m
 Fläche log. Spirale = 15.13 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{d0} = 16.59$; $N_{d0} = 7.61$; $N_{b0} = 2.64$
 Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.247$; $v_d = 1.214$; $v_b = 0.826$
 Neigungsbeiwerte (x):
 $i_c = 0.351$; $i_d = 0.436$; $i_b = 0.263$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 5.15$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 6.24 cm
 Setzungen der KPs:
 links oben = 5.89 cm
 rechts oben = 6.59 cm
 links unten = 5.89 cm
 rechts unten = 6.59 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Verdrehung(y) (KP) = 1 : 637.9

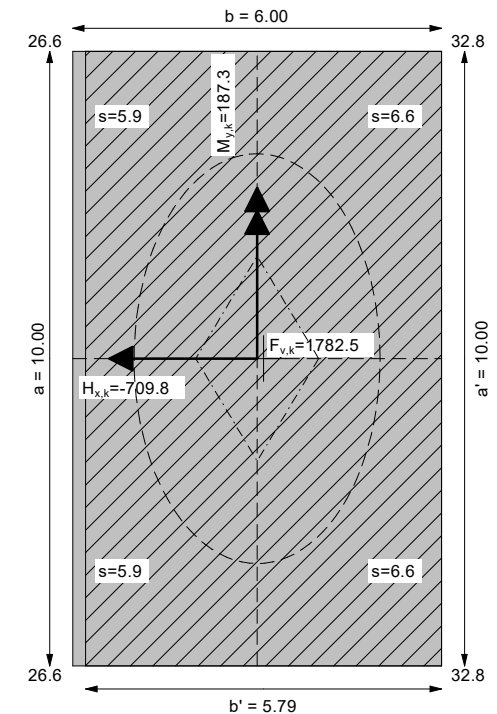
Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 144.6 / 103.25$ kN/m²
 $R_{n,k} = 8369.64$ kN
 $R_{n,d} = 5978.31$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 1782.50 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 2406.38$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.403
 cal $\varphi = 21.7^\circ$
 φ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal c = 3.75 kN/m²



Berechnungsgrundlagen:
 Teilabschnitt I, Grundbruch NW 3a
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-P
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Oberkante Gelände = 4.35 mNHN

Gründungssohle = 3.35 mNHN
 Grundwasser = 2.39 mNHN
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite

Grundriss



Durch Vergleichsrechnung geprüft
 Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019

Berechnungsgrundlagen:

Teilabschnitt I, Grundbruch NW 3a

Teilsicherheitskonzept

Gründungssohle = 1.00 mNHN

Grundwasser = 1.96 mNHN

Böschungsneigung = 0.0 °

Bermenbreite = 0.00 m

Sohlneigung = 0.0 °

Grenztiefe mit p = 20.0 %

Bodenkennwerte

UK	γ	γ'	φ	c	E_s	v	Bezeichnung
[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[MN/m ²]	[-]	
1.65	18.00	10.00	30.00	0.00	10.00	0.00	Sand
5.55	17.00	7.00	20.00	5.00	1.00	0.00	Schluff
8.45	18.00	10.00	30.00	0.00	10.00	0.00	Sand

Lasten = ständig / veränderlich

Vertikallast $F_{v,k} = 1782.50 / 0.00$ kN

Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -475.74 / -234.04$ kN

Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN

Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m

Moment $M_{y,k} = 667.29 / -480.04$ kN·m

Länge a = 10.000 m

Breite b = 6.000 m

Unter ständigen Lasten:

Exzentrizität $e_x = 0.374$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge $a' = 10.000$ m

Breite $b' = 5.251$ m

Unter Gesamtlasten:

Exzentrizität $e_x = 0.105$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge $a' = 10.000$ m

Breite $b' = 5.790$ m

Grundbruch:

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$

$\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 144.56 / 103.25$ kN/m²

$R_{n,k} = 8369.64$ kN

$R_{n,d} = 5978.31$ kN

Durchstanzen untersucht,
aber nicht maßgebend.

$V_d = 1.35 \cdot 1782.50 + 1.50 \cdot 0.0$ kN

$V_d = 2406.4$ kN

μ (parallel zu x) = 0.403

cal $\varphi = 21.7^\circ$

φ wegen 5° Bedingung abgemindert

cal c = 3.75 kN/m²

cal $\gamma_2 = 13.50$ kN/m³

cal $\sigma_{\bar{u}} = 18.00$ kN/m²

UK log. Spirale = 3.33 m u. GOK

Länge log. Spirale = 12.67 m

Fläche log. Spirale = 15.13 m²

Tragfähigkeitsbeiwerte (x):

$N_c = 16.59$; $N_d = 7.61$; $N_b = 2.64$

Formbeiwerte (x):

$v_c = 1.247$; $v_d = 1.214$; $v_b = 0.826$

Neigungsbeiwerte (x):

$i_c = 0.351$; $i_d = 0.436$; $i_b = 0.263$

Setzung infolge Gesamtlasten:

Grenztiefe $t_g = 5.15$ m u. GOK

Setzung (Mittel aller KPs) = 6.24 cm

Setzungen der KPs:

links oben = 5.89 cm

rechts oben = 6.59 cm

links unten = 5.89 cm

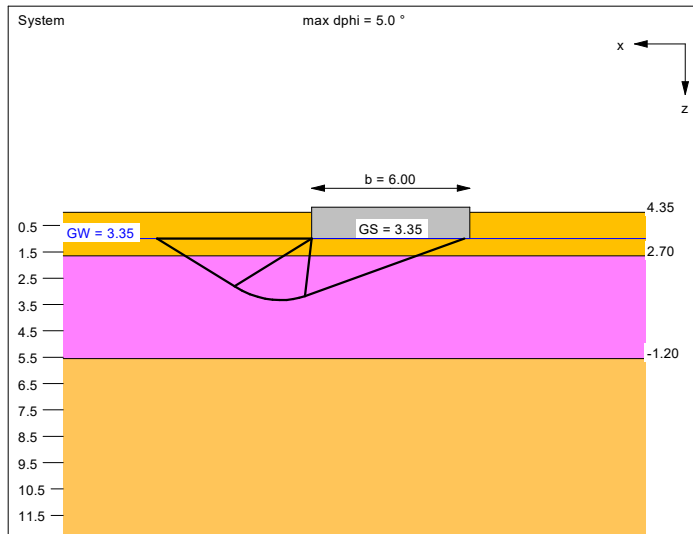
rechts unten = 6.59 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 637.9

Eckspannungen

links oben = 26.6 kN/m²
rechts oben = 32.8 kN/m²
links unten = 26.6 kN/m²
rechts unten = 32.8 kN/m²
Grenztiefe tg = 5.15 m u. GS
Setzung (Mittel aller KPs) = 6.24 cm
Setzungen der KPs:
links oben = 5.89 cm
rechts oben = 6.59 cm
links unten = 5.89 cm
rechts unten = 6.59 cm

UK log. Spirale = 3.33 m u. GS
Länge log. Spirale = 12.67 m
Fläche log. Spirale = 15.13 m²
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 637.9

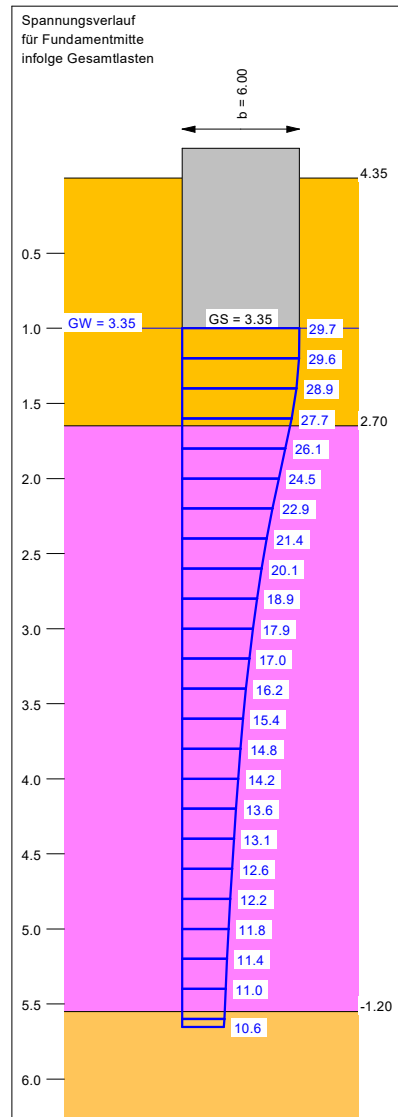
Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	18.0	10.0	30.0	0.0	10.0	0.00	Sand
	17.0	7.0	20.0	5.0	1.00	0.00	Schluff
	18.0	10.0	30.0	0.0	10.0	0.00	Sand



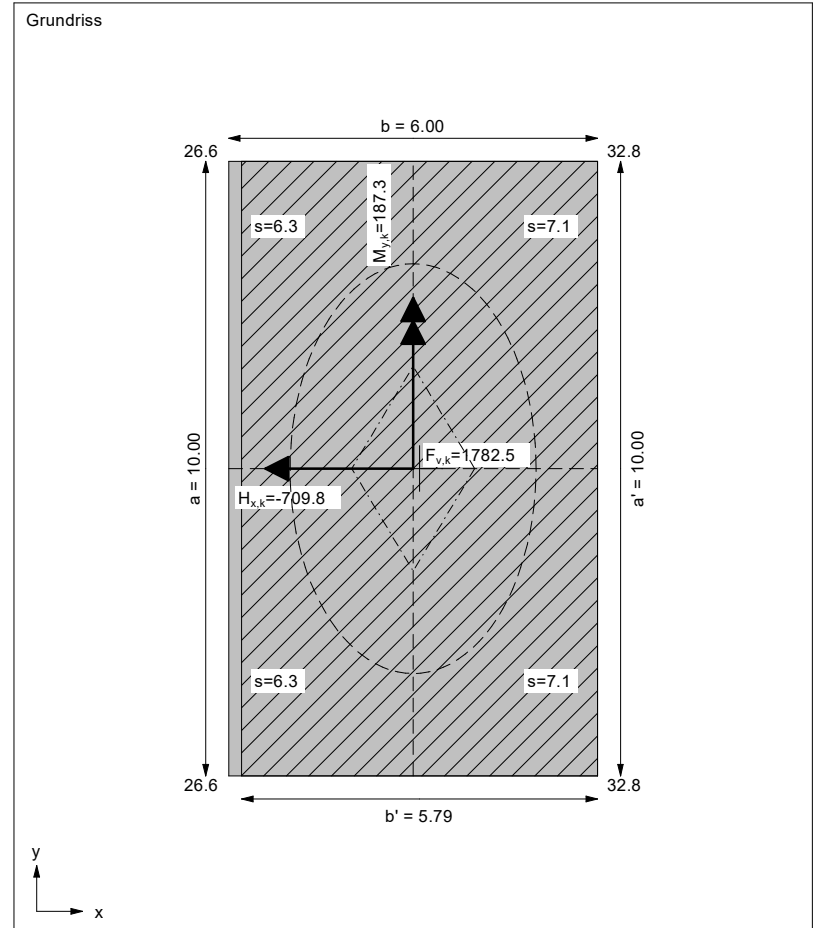
Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 1782.50 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -475.74 / -234.04$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 667.29 / -480.00$ kN·m
 Länge $a = 10.000$ m
 Breite $b = 6.000$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.374$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000$ m
 Breite $b' = 5.251$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.105$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000$ m
 Breite $b' = 5.790$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 127.4 / 106.17$ kN/m²
 $R_{n,k} = 7376.27$ kN
 $R_{n,d} = 6146.89$ kN
 $V_d = 1.00 \cdot 1782.50 + 1.00 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 1782.50$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.290
 cal $\varphi = 21.7^\circ$
 φ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal $c = 3.75$ kN/m²

cal $\gamma_2 = 8.32$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 18.00$ kN/m²
 UK log. Spirale = 3.33 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 12.67 m
 Fläche log. Spirale = 15.13 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{d0} = 16.59$; $N_{d0} = 7.61$; $N_{b0} = 2.64$
 Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.247$; $v_d = 1.214$; $v_b = 0.826$
 Neigungsbeiwerte (x):
 $i_c = 0.351$; $i_d = 0.436$; $i_b = 0.263$
 Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_b = 5.65$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 6.69 cm
 Setzungen der KPs:
 links oben = 6.33 cm
 rechts oben = 7.05 cm
 links unten = 6.33 cm
 rechts unten = 7.05 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Verdrehung(y) (KP) = 1 : 614.0



Berechnungsgrundlagen:
 Teilabschnitt I, Grundbruch NW 3c
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-A
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\gamma_G = 1.00$
 $\gamma_Q = 1.00$
 Oberkante Gelände = 4.35 mNHN
 Gründungssohle = 3.35 mNHN
 Grundwasser = 3.35 mNHN
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite



Durch Vergleichsrechnung geprüft
 Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019

Berechnungsgrundlagen:

Teilabschnitt I, Grundbruch NW 3c

Teilsicherheitskonzept

Gründungssohle = 1.00 mNHN

Grundwasser = 1.00 mNHN

Böschungsneigung = 0.0 °

Bermenbreite = 0.00 m

Sohlneigung = 0.0 °

Grenztiefe mit p = 20.0 %

Bodenkennwerte

UK	γ	γ'	φ	c	E_s	v	Bezeichnung
[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[MN/m ²]	[-]	
1.65	18.00	10.00	30.00	0.00	10.00	0.00	Sand
5.55	17.00	7.00	20.00	5.00	1.00	0.00	Schluff
8.45	18.00	10.00	30.00	0.00	10.00	0.00	Sand

Lasten = ständig / veränderlich

Vertikallast $F_{v,k} = 1782.50 / 0.00$ kN

Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -475.74 / -234.04$ kN

Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN

Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m

Moment $M_{y,k} = 667.29 / -480.00$ kN·m

Länge a = 10.000 m

Breite b = 6.000 m

Unter ständigen Lasten:

Exzentrizität $e_x = 0.374$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge $a' = 10.000$ m

Breite $b' = 5.251$ m

Unter Gesamtlasten:

Exzentrizität $e_x = 0.105$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge $a' = 10.000$ m

Breite $b' = 5.790$ m

Grundbruch:

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.20$

$\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 127.40 / 106.17$ kN/m²

$R_{n,k} = 7376.27$ kN

$R_{n,d} = 6146.89$ kN

Durchstanzen untersucht,
aber nicht maßgebend.

$V_d = 1.00 \cdot 1782.50 + 1.00 \cdot 0.0$ kN

$V_d = 1782.5$ kN

μ (parallel zu x) = 0.290

cal $\varphi = 21.7^\circ$

φ wegen 5° Bedingung abgemindert

cal c = 3.75 kN/m²

cal $\gamma_2 = 8.32$ kN/m³

cal $\sigma_{\bar{u}} = 18.00$ kN/m²

UK log. Spirale = 3.33 m u. GOK

Länge log. Spirale = 12.67 m

Fläche log. Spirale = 15.13 m²

Tragfähigkeitsbeiwerte (x):

$N_c = 16.59$; $N_d = 7.61$; $N_b = 2.64$

Formbeiwerte (x):

$v_c = 1.247$; $v_d = 1.214$; $v_b = 0.826$

Neigungsbeiwerte (x):

$i_c = 0.351$; $i_d = 0.436$; $i_b = 0.263$

Setzung infolge Gesamtlasten:

Grenztiefe $t_g = 5.65$ m u. GOK

Setzung (Mittel aller KPs) = 6.69 cm

Setzungen der KPs:

links oben = 6.33 cm

rechts oben = 7.05 cm

links unten = 6.33 cm

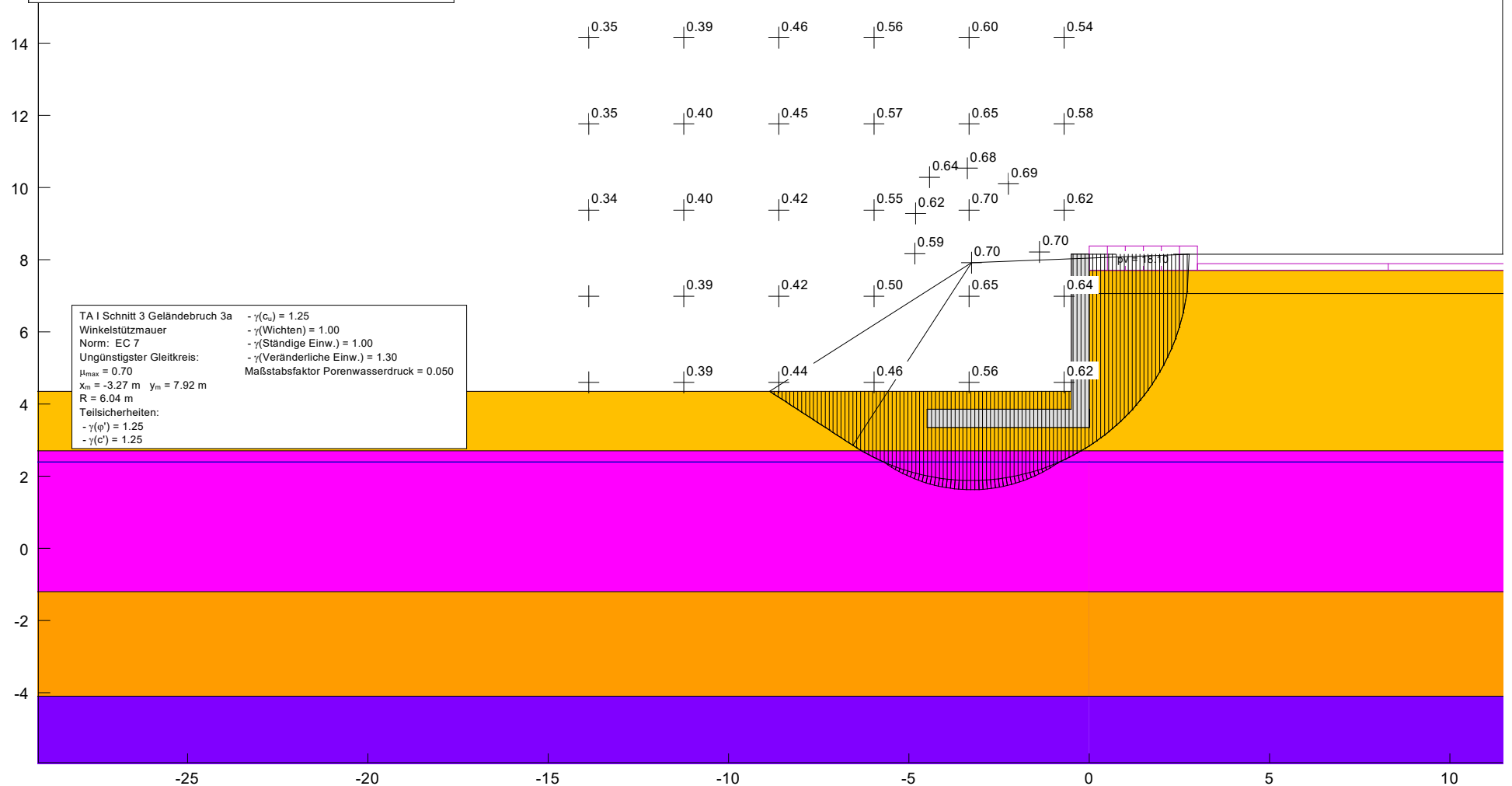
rechts unten = 7.05 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 614.0

Eckspannungen

links oben = 26.6 kN/m²
rechts oben = 32.8 kN/m²
links unten = 26.6 kN/m²
rechts unten = 32.8 kN/m²
Grenztiefe tg = 5.65 m u. GS
Setzung (Mittel aller KPs) = 6.69 cm
Setzungen der KPs:
links oben = 6.33 cm
rechts oben = 7.05 cm
links unten = 6.33 cm
rechts unten = 7.05 cm

UK log. Spirale = 3.33 m u. GS
Länge log. Spirale = 12.67 m
Fläche log. Spirale = 15.13 m²
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 614.0

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	0.00	0.00	0.00	Luft
	32.50	0.00	18.00	Auffüllung (neu)
	30.00	0.00	18.00	Auffüllung
	20.00	5.00	17.00	Schluff (pas)
	20.00	5.00	17.00	Schluff
	20.00	5.00	17.00	Schluff (GW)
	35.00	0.00	20.00	Sand (GW)
	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
	20.00	5.00	17.00	Schluff (GW) (pas)
	35.00	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
	40.00	2000.00	25.00	Wand



TA I Schnitt 3 Geländebruch 3a
 Winkelstützmauer
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.70$
 $x_m = -3.27$ m $y_m = 7.92$ m
 $R = 6.04$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.25$
 - $\gamma(c) = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050

Durch Vergleichsrechnung geprüft
 Prüfung: Dr.-Ing. R. EUSANI

Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen

TA I Schnitt 3 Geländebruch 3a

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

γ [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

x_m, y_m [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes

rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- $\gamma_m(\varphi) = 1.25$

- $\gamma_m(c') = 1.25$

- $\gamma_m(c_u) = 1.25$

- $\gamma_m(\text{Wichten}) = 1.00$

- $\gamma_m(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

- $\gamma_m(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-34.725	4.350	2	-0.500	4.350	3	-0.499	8.150	4	34.725	8.150

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	32.50	0.00	18.00	Auffüllung (neu)
3	30.00	0.00	18.00	Auffüllung
4	20.00	5.00	17.00	Schluff (pas)
5	20.00	5.00	17.00	Schluff
6	20.00	5.00	17.00	Schluff (GW)
7	35.00	0.00	20.00	Sand (GW)
8	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
9	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
10	20.00	5.00	17.00	Schluff (GW) (pas)
11	35.00	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
12	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
13	40.00	2000.00	25.00	Wand

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	27.01	0.00	18.00	Auffüllung (neu)
3	24.79	0.00	18.00	Auffüllung
4	16.23	4.00	17.00	Schluff (pas)
5	16.23	4.00	17.00	Schluff
6	16.23	4.00	17.00	Schluff (GW)
7	29.26	0.00	20.00	Sand (GW)
8	18.33	8.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
9	24.79	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
10	16.23	4.00	17.00	Schluff (GW) (pas)
11	29.26	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
12	18.33	8.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
13	33.87	1600.00	25.00	Wand

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	-4.500	3.850	-0.500	3.850	9
2	0.000	8.150	0.000	7.700	1
3	0.000	7.700	34.725	7.700	1
4	0.000	7.700	0.000	7.060	2
5	0.000	7.060	34.725	7.060	2
6	0.000	3.850	0.000	7.060	13
7	0.000	3.850	0.010	3.850	3
8	0.010	3.850	0.010	3.350	3

9	-4.500	3.350	0.010	3.350	13
10	0.000	2.700	34.725	2.700	3
11	0.000	2.390	34.725	2.390	5
12	0.000	-1.200	34.725	-1.200	6
13	-34.725	2.700	0.000	2.700	9
14	0.000	-4.100	34.725	-4.100	7
15	-34.725	2.390	0.000	2.390	4
16	-34.725	-1.200	0.000	-1.200	10
17	-34.725	-4.100	0.000	-4.100	11
18	-34.725	-15.000	0.000	-15.000	12
19	0.000	-15.000	34.725	-15.000	8

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-34.725	2.390	2	0.000	2.390	3	0.001	2.390	4	34.725	2.390

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	18.10	0.00	3.00	7.70
2	5.00	5.00	3.00	34.73	7.70

Bauteil 1

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	-0.50	8.15
2	-0.50	3.85
3	-4.50	3.85
4	-4.50	3.35
5	0.01	3.35
6	0.01	3.85
7	0.00	3.85
8	0.00	8.15

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 2.39

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 2.39

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 0.0100 3.3499

x / y (Ende): 1.0100 -14.0000

Anzahl Radian = 40

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	-13.8786	16.5392	21.7471	104	0.3420	11369.298	33246.813	33246.8	0.0	11369.3	0.0
2	-13.8786	14.1507	19.7317	107	0.3465	10062.088	29039.576	29039.6	0.0	10062.1	0.0
3	-13.8786	11.7622	17.5893	111	0.3525	8563.255	24289.624	24289.6	0.0	8563.3	0.0
4	-13.8786	9.3737	15.7674	118	0.3438	7019.763	20418.194	20418.2	0.0	7019.8	0.0
5	-13.8786	6.9853	nicht berechnet								
6	-13.8786	4.5968	nicht berechnet								
7	-11.2421	16.5392	22.0074	103	0.3718	13747.868	36976.603	36976.6	0.0	13747.9	0.0
8	-11.2421	14.1507	20.8835	105	0.3882	14692.575	37846.262	37846.3	0.0	14692.6	0.0
9	-11.2421	11.7622	18.3925	108	0.3996	11913.759	29816.550	29816.5	0.0	11913.8	0.0
10	-11.2421	9.3737	15.4885	114	0.4019	8195.893	20395.233	20395.2	0.0	8195.9	0.0
11	-11.2421	6.9853	15.2555	124	0.3890	8788.439	22593.960	22594.0	0.0	8788.4	0.0
12	-11.2421	4.5968	13.2371	138	0.3917	6107.608	15591.096	15591.1	0.0	6107.6	0.0
13	-8.6057	16.5392	17.3802	101	0.4601	5212.905	11330.460	11330.5	0.0	5212.9	0.0
14	-8.6057	14.1507	14.2144	103	0.4596	3363.628	7319.217	7319.2	0.0	3363.6	0.0
15	-8.6057	11.7622	12.8143	105	0.4460	3155.308	7074.671	7074.7	0.0	3155.3	0.0
16	-8.6057	9.3737	15.3102	110	0.4233	8977.546	21209.567	21209.6	0.0	8977.5	0.0
17	-8.6057	6.9853	16.5606	119	0.4247	12323.678	29016.748	29016.7	0.0	12323.7	0.0
18	-8.6057	4.5968	14.8205	136	0.4440	9952.181	22417.211	22417.2	0.0	9952.2	0.0
19	-5.9692	16.5392	14.9024	100	0.5333	3337.853	6258.888	6258.9	0.0	3337.9	0.0

20	-5.9692	14.1507	12.7618	101	0.5577	2888.857	5180.061	5180.1	0.0	2888.9	0.0
21	-5.9692	11.7622	10.7300	103	0.5711	2377.166	4162.693	4162.7	0.0	2377.2	0.0
22	-5.9692	9.3737	9.6804	107	0.5512	2386.782	4330.509	4330.5	0.0	2386.8	0.0
23	-5.9692	6.9853	8.1315	115	0.4983	1689.671	3390.864	3390.9	0.0	1689.7	0.0
24	-5.9692	4.5968	15.7367	134	0.4584	12423.595	27104.353	27104.4	0.0	12423.6	0.0
25	-3.3327	16.5392	15.3303	100	0.5514	4223.761	7660.465	7660.5	0.0	4223.8	0.0
26	-3.3327	14.1507	12.1651	100	0.5961	2743.022	4601.655	4601.7	0.0	2743.0	0.0
27	-3.3327	11.7622	9.4790	101	0.6478	1912.595	2952.656	2952.7	0.0	1912.6	0.0
28	-3.3327	9.3737	7.3113	102	0.6971	1464.932	2101.403	2101.4	0.0	1464.9	0.0
29	-3.3327	6.9853	5.7632	110	0.6498	1036.122	1594.584	1594.6	0.0	1036.1	0.0
30	-3.3327	4.5968	5.5089	134	0.5632	858.777	1524.750	1524.8	0.0	858.8	0.0
31	-0.6963	16.5392	15.8149	100	0.5081	4736.446	9321.435	9321.4	0.0	4736.4	0.0
32	-0.6963	14.1507	12.5617	100	0.5444	3098.940	5692.784	5692.8	0.0	3098.9	0.0
33	-0.6963	11.7622	9.7452	100	0.5778	2102.405	3638.879	3638.9	0.0	2102.4	0.0
34	-0.6963	9.3737	7.3679	101	0.6245	1502.123	2405.241	2405.2	0.0	1502.1	0.0
35	-0.6963	6.9853	5.4385	103	0.6366	999.687	1570.359	1570.4	0.0	999.7	0.0
36	-0.6963	4.5968	3.5883	134	0.6172	458.797	743.320	743.3	0.0	458.8	0.0
37	-4.4261	10.2824	8.6467	102	0.6384	1791.631	2806.222	2806.2	0.0	1791.6	0.0
38	-2.2417	10.1003	7.5462	101	0.6869	1438.898	2094.767	2094.8	0.0	1438.9	0.0
39	-1.3771	8.2117	5.9200	101	0.6964	1096.160	1574.114	1574.1	0.0	1096.2	0.0
40	-3.2657	7.9159	6.0372	105	0.7027	1120.999	1595.232	1595.2	0.0	1121.0	0.0
41	-4.8357	8.1662	8.0390	108	0.5887	1826.145	3101.887	3101.9	0.0	1826.1	0.0
42	-4.8130	9.2812	8.0535	105	0.6249	1668.319	2669.835	2669.8	0.0	1668.3	0.0
43	-3.3794	10.5327	8.3668	101	0.6790	1724.099	2539.104	2539.1	0.0	1724.1	0.0

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
40	-3.2657	7.9159	6.0372	105	0.7027	1120.999	1595.232	1595.2	0.0	1121.0	0.0

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 13.12.2022
Anlage D: Abschnitt C: Teilbereich II und III, Schnitt 4 D.1 Bemessung Winkelstützwand D.1.1 Niedrigwasserlastfall 3a D.1.2 Niedrigwasserlastfall 3c D.1.3 Hochwasserlastfall 1 D.1.4 Hochwasserlastfall 3 D.2 Nachweis gegen Grundbruch D.2.1 Niedrigwasserlastfall 3a D.2.2 Niedrigwasserlastfall 3c D.3 Nachweis gegen Geländebruch			
			Anlagen

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,70	m NHN
GOK wasserseitig	4,35	m NHN
OK Sporn	3,85	m NHN
UK Sporn	3,35	m NHN
Höhe Wand	4,30	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	4,00	m
Sporn Dicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,50	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m³
Wichte Wasser	10	kN/m³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand	53,75	kN/m
Eigengewicht Sporn	56,25	kN/m
Eigengewicht Boden	36	kN/m

Zweiseitig begrenzte Auflast		
Breite hinter der Wand	3 m	18,1 kN/m²
Einseitig begrenzte Auflast		
Abstand hinter der Wand	3 m	5 kN/m²

Bemessungsbodenprofil DS 285											
GOK = +7,70 m NHN		Bodenart	Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	ßa	K(agh)	K(0gh)	K(agh)
7,7	7,06	Auffüllung (Neu)	18,00	10,00	32,50	0,00	30,00	57,5	0,25	0,46	0,25
7,06	3,3	Auffüllung	18,00	10,00	30,00	0,00	15,00	56	0,28	0,50	0,28
3,3	-2,2	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,66	0,43
-2,2	-4	Sand	18,00	10,00	35,00	0,00	30,00	58,9	0,22	0,43	0,22
-4	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38

Erddruckermittlung		
Aktivererddruck infolge Eigengewicht		
Erddruck	Tiefe	
eagh	0	0,00 kN/m²
eagh	0,64	2,88 kN/m²
eagh	0,64	3,23 kN/m²
eagh	4,35	21,92 kN/m²
Aktivererddruck infolge Auflast		
Erddruck	Tiefe	
eaqh	0	4,53 kN/m²
eaqh	0,64	5,07 kN/m²
eaqh	1,79	5,07 kN/m²
eaqh	4,35	6,40 kN/m²
eaqh	4,48	6,47 kN/m²
Passiver Erddruck		
epgh	0	0
epgh	1	90

Resultierende Horizontalkräfte					
Kraft	Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment	
Eagh	0,92	3,92	1,35	1,24	3,615744
Eagh	11,97	1,86	1,35	16,16	22,1987405
Eagh	34,69	1,24	1,35	46,83	42,8944412
Eaah1	2,90	4,03	1,5	4,34	11,67088
Eaah2	18,80	1,86	1,5	28,20	34,8782294
Eaah3	1,71	0,85	1,5	2,56	1,45527276
Epgh	45,00	0,33	1,4	32,14	15

Resultierende Momente in der Sohlfläche			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	53,75	2,00	107,50
Moment infolge passiven Erddruck	45,00	0,33	15,00
Wasserseitige Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge Eagh			68,71
Moment infolge Eaah			48,00
Moment infolge der Auflast (Boden)	36	0,25	9

Erddruckermittlung			Resultierende Einwirkungen für die Biegebemessung							
Aktivererddruck infolge Eigengewicht										
Erddruck	Tiefe		Nk	Qk	Hebelarm	γ	Nd	Qd	Mk	MED
eagh	0	0,00 kN/m²	Eagh	1,71	3,42	1,35		2,30	5,84	7,88
eagh	0,64	5,33 kN/m²	Eagh	18,49	1,61	1,35		24,96	29,68	40,06
eagh	0,64	5,76 kN/m²	Eagh	46,37	1,07	1,35		62,60	49,61	66,98
eagh	3,85	34,65 kN/m²	Eaah1	5,36	3,53	1,50		8,04	18,92	28,38
Aktivererddruck infolge Auflast			Eaah2	29,05	1,61	1,50		43,58	46,63	69,94
Erddruck			Eaah3	1,97	0,69	1,50		2,96	1,35	2,03
eaqh	0	8,37 kN/m²	Epgh	11,25	0,17	1,35		15,19	1,88	2,53
eaqh	0,64	9,05 kN/m²	G	53,75		1,00	53,75			
eaqh	1,79	9,05 kN/m²	Σ	53,75	91,70		53,75	129,25	150,15	212,74
eaqh	3,85	10,96 kN/m²								
eaqh	4,48	11,55 kN/m²								
Passiver Erddruck										
epgh	0	0 kN/m²								
epgh	0,5	45 kN/m²								

		EQU			
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	427,00	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	68,71	kNm/m	
		Veränderlich	48,00	kNm/m	
Teilsicherheitbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,90	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,10	[-]	
		Veränderlich	1,50	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,dstb}/M_{d,stb}$		μ	0,38	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	47,57	kN/m	
		Veränderlich	23,40	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Vertikal	Ständig	146,00	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
	Einwirkung	Ständig	1,35	[-]	
		Veränderlich	1,50	[-]	
Widerstand		1,10	[-]		
Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	64,23	kN/m	
		Veränderlich	35,11	kN/m	
	Vertikal	Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			45,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(Gleit) = H_d/(V_k \cdot (\tan(\phi)/\gamma_{Gleit} + E_{p,d}))$		μ	0,91	[-]
Nachweis	$\mu_{(Gleit)} = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi) + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	1,00	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			107,50	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			-125,71	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			18,21	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			146,00	kN/m	
Ausmitte		$e_x = M/N$	0,12	m	
1. Kernfläche		$B/6$	0,75	m	
2. Kernfläche		$B/3$	1,50	m	
Nachweis für e_x		$e_x < B/6$	0,17	< 1,0	
		$e_x < B/3$	0,08	< 1,0	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z-Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x-Richtung		b_x	4,50	m	
$\sigma_1 = V/((b_x \cdot b_z) \cdot (1-6 \cdot e_x/b_x))$			27,05	kN/m²	
$\sigma_2 = V/((b_x \cdot b_z) \cdot (1+6 \cdot e_x/b_x))$			37,84	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen	ständig	$T_{g,k}$	-47,57	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	-23,40	kN/m	
Vertikale Einwirkungen	ständig	N_k	146,00	kN/m	
Momente	ständig		29,79	kNm/m	
	veränderlich		-48,00	kNm/m	
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	$T_{g,k}$	-475,74	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	-234,04	kN/m	
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	N_k	1460,00	kN/m	
Momente auf 10m Breite	ständig	$M_{x,g}$	297,91	kNm/m	
	veränderlich	$M_{q,g}$	-480,04	kNm/m	

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,70	m NHN
GOK wasserseitig	4,35	m NHN
OK Sporn	3,85	m NHN
UK Sporn	3,35	m NHN
Höhe Wand	4,30	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	4,00	m
Spornbreite	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,50	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m³
Wichte Wasser	10	kN/m³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand	53,75	kN/m
Eigengewicht Sporn	56,25	kN/m
Eigengewicht Boden	36	kN/m

Zweiseitig begrenzte Auflast		
Breite hinter der Wand	3 m	18,1 kN/m²
Einseitig begrenzte Auflast		
Abstand hinter der Wand	3 m	5 kN/m²

Bemessungsbodenprofil DS 285												
GOK = +7,70 m NHN	Bodenart		Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	φ_a	K(agh)	K(0gh)	K(aqh)	K(pgh)
7,7	7,06	Auffüllung (Neu)	18,00	10,00	32,50	0,00	30,00	57,5	0,25	0,46	0,25	6,00
7,06	3,3	Auffüllung	18,00	10,00	30,00	0,00	15,00	56	0,28	0,50	0,28	5,00
3,3	-2,2	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,66	0,43	2,61
-2,2	-4	Sand	18,00	10,00	35,00	0,00	30,00	58,9	0,22	0,43	0,22	7,26
-4	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38	3,03

Erddruckermittlung			
Aktiver Erddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m²
eagh	0,64	2,88	kN/m²
eagh	0,64	3,23	kN/m²
eagh	4,35	21,92	kN/m²
Aktiver Erddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
eaqh	0	4,53	kN/m²
eaqh	0,64	5,07	kN/m²
eaqh	1,79	5,07	kN/m²
eaqh	4,35	6,40	kN/m²
eaqh	4,48	6,47	kN/m²
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	90	

Resultierende Horizontalkräfte				
Kraft	Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment
Eagh	0,92	3,92	1,00	0,92
Eagh	11,97	1,86	1,00	11,97
Eagh	34,69	1,24	1,00	34,69
Eaah1	2,90	4,03	1,00	2,90
Eaah2	18,80	1,86	1,00	18,80
Eaah3	1,71	0,85	1,00	1,71
Epgh	45,00	0,33	1,20	37,50
				15

Resultierende Momente in der Sohlfläche			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	53,75	2,00	107,50
Moment infolge passiven Erddruck	45,00	0,33	15,00
Wasserseitige Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge Eagh			68,71
Moment infolge Eaah			48,00
Moment infolge der Auflast (Boden)	36	0,25	9

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	427,00	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	68,71	kNm/m	
		Veränderlich	48,00	kNm/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,95	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,destb}/M_{d,stab}$		μ	0,29	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	47,57	kN/m	
		Veränderlich	23,40	kN/m	
	Vertikal	Ständig	146,00	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Einwirkung	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
	Widerstand		1,10	[-]	
	Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	47,57	kN/m
Veränderlich			23,40	kN/m	
Vertikal		Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			45,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + E_{p,d})$		μ	0,62	[-]
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi) + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	1,00	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			107,50	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			-125,71	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			18,21	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			146,00	kN/m	
Ausmitte		$e_x = M/N$	0,12	m	
1. Kernfläche		$B/6$	0,75	m	
2. Kernfläche		$B/3$	1,50	m	
Nachweis für e_x		$e_x < B/6$	0,17	< 1,0	
		$e_x < B/3$	0,08	< 1,0	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z -Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x -Richtung		b_x	4,50	m	
$\sigma_1 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1 - 6 \cdot e_x/b_x)$		$M_{q,g}$	27,05	kN/m²	
$\sigma_2 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1 + 6 \cdot e_x/b_x)$			37,84	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen		ständig	$T_{g,k}$	-47,57 kN/m	
		veränderlich	$T_{q,k}$	-23,40 kN/m	
Vertikale Einwirkungen		ständig	N_k	146,00 kN/m	
Momente		ständig		29,79 kNm/m	
		veränderlich		-48,00 kNm/m	
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite		ständig	$T_{g,k}$	-475,74 kN/m	
		veränderlich	$T_{q,k}$	-234,04 kN/m	
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite		ständig	N_k	1460,00 kN/m	
Momente auf 10m Breite		ständig	$M_{x,g}$	297,91 kNm/m	
		veränderlich	$M_{x,q}$	-480,04 kNm/m	

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,40	m NHN
GOK wasserseitig	4,35	m NHN
OK Sporn	3,85	m NHN
UK Sporn	3,35	m NHN
Höhe Wand	4,30	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	4,00	m
Spornbreite	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,50	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m³
Wichte Wasser	10	kN/m³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand über Wasser	9,375	kN/m
Eigengewicht Wand unter Auftrieb	26,625	kN/m
Eigengewicht Sporn	33,75	kN/m
Eigengewicht Boden	20	kN/m

Bemessungsbodenprofil DS 285												
GOK = +7,40 m NHN	Bodenart		Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	φa	K(agh)	K(0gh)	K(aqh)	K(pgh)
7,4	7,06	Auffüllung (Neu)	18,00	10,00	32,50	0,00	30,00	57,5	0,25	0,46	0,25	6,00
7,06	3,3	Auffüllung	18,00	10,00	30,00	0,00	15,00	56	0,28	0,50	0,28	5,00
3,3	-2,2	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,66	0,43	2,61
-2,2	-4	Sand	18,00	10,00	35,00	0,00	30,00	58,9	0,22	0,43	0,22	7,26
-4	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38	3,03

Erddruckermittlung			
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m²
eagh	0,34	0,85	kN/m²
eagh	0,34	0,95	kN/m²
eagh	4,05	11,34	kN/m²
Aktivererddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
eaqh	0	0,00	kN/m²
eaqh	0,64	0,00	kN/m²
eaqh	1,79	0,00	kN/m²
eaqh	4,35	0,00	kN/m²
eaqh	4,48	0,00	kN/m²
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	50	

Resultierende Horizontalkräfte					
Kraft	Hebelarm	Teilsicherheitskoeffizient	Designwert	Moment	
Eagh	0,14	3,82	1,20	0,17	0,55
Eagh	3,53	1,86	1,20	4,24	6,55
Eagh	19,27	1,24	1,20	23,12	23,83
Eaah1	0,00	4,03	1,20	0,00	0,00
Eaah2	0,00	1,86	1,20	0,00	0,00
Eaah3	0,00	0,85	1,20	0,00	0,00
Epgh	25,00	0,33	1,30	19,23	8,33
H_w1	1,01				
H_w2	18,225				

Resultierende Momente in der Sohlfuge			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	36,00	2,00	72,00
Moment infolge passiven Erddruck	25,00	0,33	8,33
Moment infolge Welle			30,00
Moment infolge Treibgutstoß			
Moment infolge Wasserüberdruck			41,16
Wasserseitige Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge Eagh			30,93
Moment infolge Eaah			0,00
Moment infolge der Auflast (Boden)	20	0,25	5
Moment infolge Auflast aus Wasser	140,00	0,25	35

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	553,19	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	30,93	kNm/m	
		Veränderlich	0,00	kNm/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,95	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,05	[-]	
		Veränderlich	1,25	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,destb}/M_{d,stab}$		μ	0,06	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	3,71	kN/m	
		Veränderlich	-7,50	kN/m	
	Vertikal	Ständig	229,75	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Einwirkung	Ständig	1,20	[-]	
		Veränderlich	1,30	[-]	
	Widerstand		1,10	[-]	
	Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	4,45	kN/m
Veränderlich			-9,75	kN/m	
Vertikal		Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			25,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + E_{p,d})$		μ	-0,04	[-]
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi) + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	-0,04	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			151,49	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			-70,93	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			80,56	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			229,75	kN/m	
Ausmitte		$e_x = M/N$	0,35	m	
1. Kernfläche		B/6	0,75	m	
2. Kernfläche		B/3	1,50	m	
Nachweis für e_x		$e_x < B/6$	0,47	< 1,0	
		$e_x < B/3$	0,23	< 1,0	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z -Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x -Richtung		b_x	4,50	m	
$\sigma_1 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1 - 6 \cdot e_x/b_x)$			27,19	kN/m²	
$\sigma_2 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1 + 6 \cdot e_x/b_x)$			74,92	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen		ständig	$T_{g,k}$	-3,71	kN/m
		veränderlich	$T_{q,k}$	7,50	kN/m
Vertikale Einwirkungen		ständig	N_k	229,75	kN/m
Momente		ständig		42,22	kNm/m
		veränderlich		30,00	kNm/m
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite		ständig	$T_{g,k}$	-37,09	kN/m
		veränderlich	$T_{q,k}$	75,00	kN/m
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite		ständig	N_k	2297,50	kN/m
Momente auf 10m Breite		ständig	$M_{x,g}$	422,24	kNm/m
		veränderlich	$M_{q,g}$	300,00	kNm/m

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,40	m NHN
GOK wasserseitig	4,35	m NHN
OK Sporn	3,85	m NHN
UK Sporn	3,35	m NHN
Höhe Wand	4,30	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	4,00	m
Spordicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,50	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m³
Wichte Wasser	10	kN/m³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand über Wasser	9,375	kN/m
Eigengewicht Wand unter Auftrieb	26,625	kN/m
Eigengewicht Sporn	33,75	kN/m
Eigengewicht Boden	20	kN/m

Bemessungsbodenprofil DS 285												
GOK = +7,40 m NHN	Bodenart		Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	φa	K(agh)	K(0gh)	K(aqh)	K(pgh)
7,4	7,06	Auffüllung (Neu)	18,00	10,00	32,50	0,00	30,00	57,5	0,25	0,46	0,25	6,00
7,06	3,3	Auffüllung	18,00	10,00	30,00	0,00	15,00	56	0,28	0,50	0,28	5,00
3,3	-2,2	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,66	0,43	2,61
-2,2	-4	Sand	18,00	10,00	35,00	0,00	30,00	58,9	0,22	0,43	0,22	7,26
-4	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38	3,03

Erddruckermittlung			
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m²
eagh	0,34	0,85	kN/m²
eagh	0,34	0,95	kN/m²
eagh	4,05	11,34	kN/m²
Aktivererddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	50	

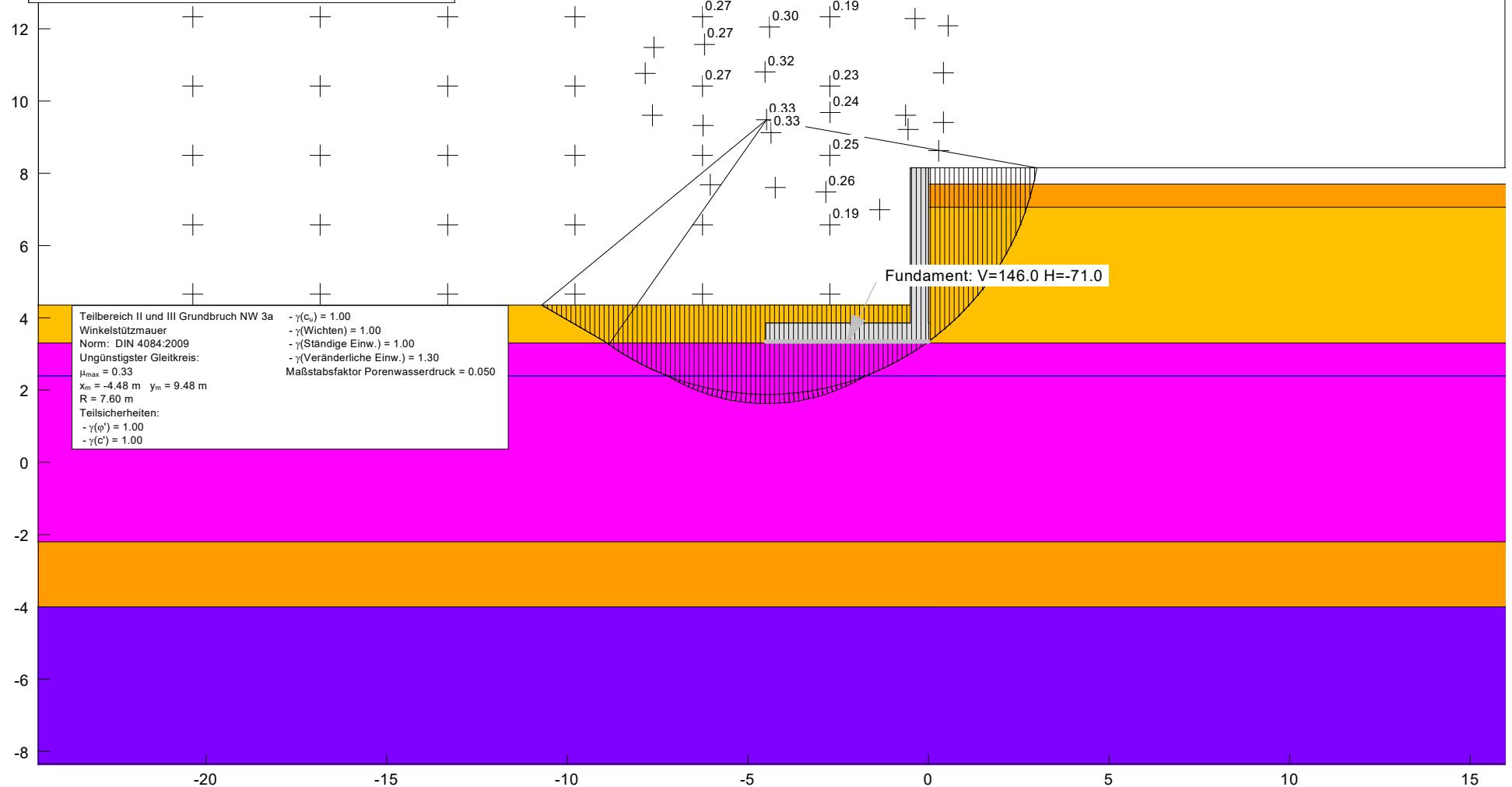
Resultierende Horizontalkräfte					
Kraft	Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment	
Eagh	0,14	3,82	1,00	0,14	0,55
Eagh	3,53	1,86	1,00	3,53	6,55
Eagh	19,27	1,24	1,00	19,27	23,83
Eaah1	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Eaah2	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Eaah3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Epgh	25,00	0,33	1,20	20,83	8,33
H_w1	1,01				
H_w2	18,225				

Resultierende Momente in der Sohlfluge			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	36,00	2,00	72,00
Moment infolge passiven Erddruck	25,00	0,33	8,33
Moment infolge Welle			60,00
Moment infolge Treibgutstoß			52,94
Moment infolge Wasserüberdruck			41,16
Wasserseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge Eagh			30,93
Moment infolge Eaah			0,00
Moment infolge der Auflast (Boden)	20	0,25	5
Moment infolge Auflast aus Wasser	140,00	0,25	35

Erddruckermittlung im Anschnitt			Resultierende Einwirkungen für die Biegebemessung							
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			Nk	Qk	Hebelarm	γ	Nd	Qd	Mk	MED
Erddruck	Tiefe		Eagh	0,27	3,32	1		0,27	0,89	0,89
eagh	0	0,00 kN/m²	Eagh	5,46	1,61	1		5,46	8,76	8,76
eagh	0,34	1,57 kN/m²	Eagh	25,76	1,07	1		25,76	27,56	27,56
eagh	0,34	1,70 kN/m²	Epgh	6,25	0,17	1		6,25	1,04	1,04
eagh	3,55	17,75 kN/m²	Wa	1,01	3,7	1		1,01	3,75	3,75
Passiver Erddruck				18,225	1,775	1		18,23	32,35	32,35
epgh	0	0	W	15,00	3,50	1		15,00	52,50	52,50
epgh	0,5	25	T	11,76	4,00	1		11,76	47,06	47,06
			G	36		1	36			
			Σ	36	20,77		36	20,77	99,49	99,49

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	553,19	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	30,93	kNm/m	
		Veränderlich	0,00	kNm/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,95	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,destb}/M_{d,stab}$		μ	0,06	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	3,71	kN/m	
		Veränderlich	-26,76	kN/m	
	Vertikal	Ständig	89,75	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Einwirkung	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
	Widerstand		1,10	[-]	
	Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	3,71	kN/m
Veränderlich			-26,76	kN/m	
Vertikal		Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			25,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + E_{p,d})$		μ	-0,34	[-]
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi) + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	-0,54	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			226,10	kNm/m	
Summe der Momnete (dreht wasserseitig)			-70,93	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			155,16	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			229,75	kN/m	
Ausmitte		$e_x = M/N$	0,68	m	
1. Kernfläche		B/6	0,75	m	
2. Kernfläche		B/3	1,50	m	
Nachweis für e_x		$e_x < B/6$	0,90	< 1,0	
		$e_x < B/3$	0,45	< 1,0	
Sohlpressung unter ständigen Lasten					
Summe der Momente (dreht landseitig)			72,00	kNm/m	
Summe der Momnete (dreht wasserseitig)			-70,93	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			1,07	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			229,75	kN/m	
Ausmitte		$e_x = M/N$	0,00	m	
1. Kernfläche		B/6	0,75	m	
2. Kernfläche		B/3	1,50	m	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z -Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x -Richtung		b_x	4,50	m	
$\sigma_1 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1+6 \cdot e_x/b_x)$			51,37	kN/m²	
$\sigma_2 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1-6 \cdot e_x/b_x)$			50,74	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen	ständig	$T_{g,k}$	-3,71	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	26,76	kN/m	
Vertikale Einwirkungen	ständig	N_k	229,75	kN/m	
Momente	ständig		42,22	kNm/m	
	veränderlich		112,94	kNm/m	
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	$T_{g,k}$	-37,09	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	267,65	kN/m	
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	N_k	2297,50	kN/m	
Momente auf 10m Breite	ständig	$M_{x,g}$	422,24	kNm/m	
	veränderlich	$M_{q,g}$	1129,41	kNm/m	

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	0.00	0.00	0.00	Luft
	32.50	0.00	18.00	Auffüllung (Neu)
	30.00	0.00	18.00	Auffüllung
	20.00	5.00	17.00	Schluff (pas)
	20.00	5.00	17.00	Schluff
	20.00	5.00	17.00	Schluff (GW)
	35.00	0.00	20.00	Sand (GW)
	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
	20.00	5.00	17.00	Schluff (GW) (pas)
	35.00	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
	40.00	2000.00	25.00	Wand



Böschungsberechnung nach DIN 4084:2009
mit Kreisgleitflächen

Teilbereich II und III Grundbruch NW 3a

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

γ [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

x_m, y_m [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes

rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GZ 1C)

- $\gamma_m(\varphi) = 1.00$

- $\gamma_m(c) = 1.00$

- $\gamma_m(c_u) = 1.00$

- $\gamma_m(\text{Wichten}) = 1.00$

- $\gamma_m(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

- $\gamma_m(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-34.725	4.350	2	-0.500	4.350	3	-0.499	8.150	4	34.725	8.150

Fundamentwerte

x [m]: -4.5000

y [m]: 3.3400

Breite [m]: 4.5000

Neigung [°]: 0.0000

V [kN/m]: 146.0000

H [kN/m]: -71.0000

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	32.50	0.00	18.00	Auffüllung (Neu)
3	30.00	0.00	18.00	Auffüllung
4	20.00	5.00	17.00	Schluff (pas)
5	20.00	5.00	17.00	Schluff
6	20.00	5.00	17.00	Schluff (GW)
7	35.00	0.00	20.00	Sand (GW)
8	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
9	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
10	20.00	5.00	17.00	Schluff (GW) (pas)
11	35.00	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
12	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
13	40.00	2000.00	25.00	Wand

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	32.50	0.00	18.00	Auffüllung (Neu)
3	30.00	0.00	18.00	Auffüllung
4	20.00	5.00	17.00	Schluff (pas)
5	20.00	5.00	17.00	Schluff
6	20.00	5.00	17.00	Schluff (GW)
7	35.00	0.00	20.00	Sand (GW)
8	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
9	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
10	20.00	5.00	17.00	Schluff (GW) (pas)
11	35.00	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
12	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
13	40.00	2000.00	25.00	Wand

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	$x(\text{links})$	$y(\text{links})$	$x(\text{rechts})$	$y(\text{rechts})$	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	

1	0.000	7.700	0.000	8.150	13
2	0.000	7.700	34.725	7.700	1
3	-4.500	3.850	-0.500	3.850	9
4	0.000	7.060	0.000	7.700	13
5	0.000	7.060	34.725	7.060	2
6	0.000	3.880	0.000	7.060	13
7	0.000	3.880	0.010	3.850	3
8	0.010	3.850	0.010	3.850	3
9	-4.500	3.350	0.010	3.350	13
10	0.000	3.300	34.725	3.300	3
11	0.000	2.390	34.725	2.390	5
12	0.000	-2.200	34.725	-2.200	6
13	-34.725	3.300	0.000	3.300	9
14	0.000	-4.000	34.725	-4.000	7
15	-34.725	2.390	0.000	2.390	4
16	-34.725	-2.200	0.000	-2.200	10
17	-34.725	-4.000	0.000	-4.000	11
18	-34.725	-15.000	0.000	-15.000	12
19	0.000	-15.000	34.725	-15.000	8

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-34.725	2.390	2	0.000	2.390	3	0.001	2.390	4	34.725	2.390

Bauteil 1

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	-0.50	8.15
2	-0.50	3.85
3	-4.50	3.85
4	-4.50	3.35
5	0.01	3.35
6	0.01	3.85
7	0.00	3.88
8	0.00	8.15

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 2.39

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 2.39

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 0.0000 3.3400

x / y (Ende): 0.0000 3.3400

Anzahl Radien = 0

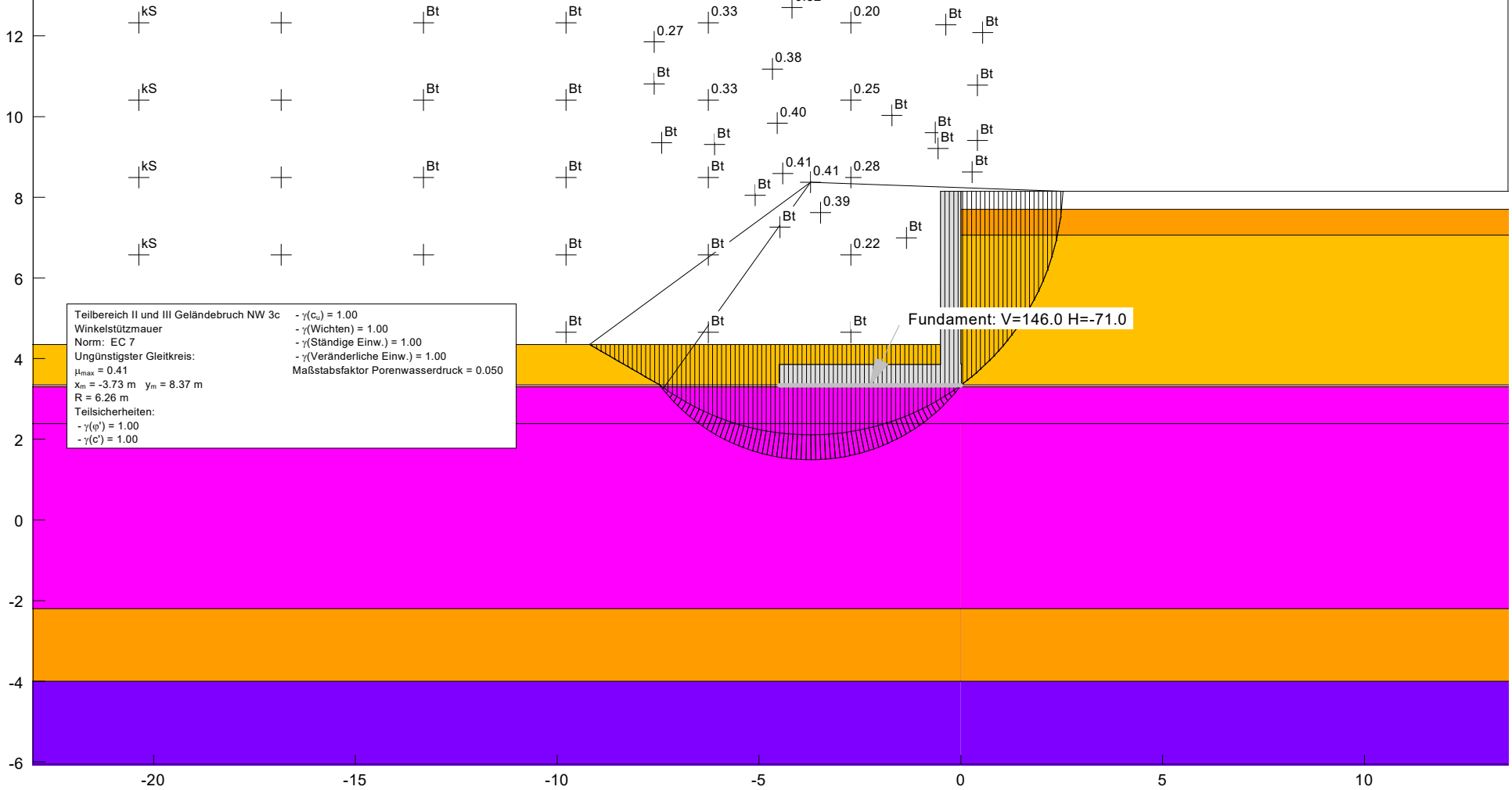
Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	-20.3665	14.2450	nicht berechnet								
2	-20.3665	12.3269	nicht berechnet								
3	-20.3665	10.4087	nicht berechnet								
4	-20.3665	8.4905	nicht berechnet								
5	-20.3665	6.5724	nicht berechnet								
6	-20.3665	4.6542	nicht berechnet								
7	-16.8384	14.2450	nicht berechnet								
8	-16.8384	12.3269	nicht berechnet								
9	-16.8384	10.4087	nicht berechnet								
10	-16.8384	8.4905	nicht berechnet								
11	-16.8384	6.5724	nicht berechnet								
12	-16.8384	4.6542	nicht berechnet								
13	-13.3103	14.2450	nicht berechnet								
14	-13.3103	12.3269	nicht berechnet								
15	-13.3103	10.4087	nicht berechnet								
16	-13.3103	8.4905	nicht berechnet								
17	-13.3103	6.5724	nicht berechnet								

18	-13.3103	4.6542	nicht berechnet								
19	-9.7823	14.2450	14.6497	104	0.1747	12744.955	12744.938	12744.9	0.0	8312.4	-4432.6
20	-9.7823	12.3269	nicht berechnet								
21	-9.7823	10.4087	nicht berechnet								
22	-9.7823	8.4905	nicht berechnet								
23	-9.7823	6.5724	nicht berechnet								
24	-9.7823	4.6542	nicht berechnet								
25	-6.2542	14.2450	12.5712	102	0.2543	7229.138	7229.147	7229.1	0.0	4184.4	-3044.7
26	-6.2542	12.3269	10.9489	103	0.2731	6037.040	6037.079	6037.1	0.0	3700.9	-2336.2
27	-6.2542	10.4087	9.4383	106	0.2699	5227.603	5227.622	5227.6	0.0	3368.3	-1859.3
28	-6.2542	8.4905	nicht berechnet								
29	-6.2542	6.5724	nicht berechnet								
30	-6.2542	4.6542	nicht berechnet								
31	-2.7262	14.2450	11.2406	100	0.1570	7038.377	7038.312	7038.3	0.0	2105.7	-4932.7
32	-2.7262	12.3269	9.3913	101	0.1910	5029.338	5029.296	5029.3	0.0	1689.5	-3339.9
33	-2.7262	10.4087	7.5762	101	0.2331	3468.708	3468.739	3468.7	0.0	1315.8	-2152.9
34	-2.7262	8.4905	5.8275	104	0.2497	2448.651	2448.627	2448.6	0.0	983.9	-1464.7
35	-2.7262	6.5724	4.2285	112	0.1855	2003.912	2003.922	2003.9	0.0	766.4	-1237.5
36	-2.7262	4.6542	nicht berechnet								
37	0.5436	12.0819	nicht berechnet								
38	0.4131	10.7767	nicht berechnet								
39	0.4131	9.4063	nicht berechnet								
40	0.2826	8.6232	nicht berechnet								
41	-0.3700	12.2777	nicht berechnet								
42	-0.6310	9.6021	nicht berechnet								
43	-0.5658	9.2105	nicht berechnet								
44	-1.3489	6.9917	nicht berechnet								
45	-7.6015	11.4829	nicht berechnet								
46	-7.6415	9.6021	nicht berechnet								
47	-4.4802	9.4821	7.6025	105	0.3330	3263.206	3263.225	3263.2	0.0	1953.6	-1309.6
48	-4.4002	12.0431	9.7522	102	0.2996	4532.527	4532.562	4532.6	0.0	2469.8	-2062.8
49	-6.2410	9.3220	nicht berechnet								
50	-6.2009	11.5629	10.2989	104	0.2742	5666.105	5666.122	5666.1	0.0	3537.1	-2129.0
51	-7.8416	10.7626	nicht berechnet								
52	-4.5202	10.8026	8.7249	103	0.3202	3861.338	3861.314	3861.3	0.0	2206.7	-1654.6
53	-6.0409	7.6813	nicht berechnet								
54	-4.2401	7.6013	nicht berechnet								
55	-4.3602	9.1219	7.2417	106	0.3284	3079.417	3079.422	3079.4	0.0	1829.3	-1250.2
56	-2.7195	9.6821	6.9006	102	0.2406	3074.361	3074.331	3074.3	0.0	1202.8	-1871.5
57	-2.8395	7.4812	5.0212	108	0.2558	2032.849	2032.866	2032.9	0.0	883.3	-1149.5

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
47	-4.4802	9.4821	7.6025	105	0.3330	3263.206	3263.225	3263.2	0.0	1953.6	-1309.6

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	0.00	0.00	0.00	Luft
	32.50	0.00	18.00	Auffüllung (Neu)
	30.00	0.00	18.00	Auffüllung
	20.00	5.00	17.00	Schluff (pas)
	20.00	5.00	17.00	Schluff
	20.00	5.00	17.00	Schluff (GW)
	35.00	0.00	20.00	Sand (GW)
	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
	20.00	5.00	17.00	Schluff (GW) (pas)
	35.00	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
	40.00	2000.00	25.00	Wand



Teilbereich II und III Geländebruch NW 3c
 Winkelstützmauer
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.41$
 $x_m = -3.73$ m $y_m = 8.37$ m
 $R = 6.26$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.00$
 - $\gamma(c) = 1.00$
 - $\gamma(c_u) = 1.00$
 - $\gamma(Wichten) = 1.00$
 - $\gamma(Ständige\ Einw.) = 1.00$
 - $\gamma(Veränderliche\ Einw.) = 1.00$
 Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050

Durch Vergleichsrechnung geprüft
 Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

**Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen**

Teilbereich II und III Geländebruch NW 3c

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

γ [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

xm,ym [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes

rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- gam(phi) = 1.00

- gam(c') = 1.00

- gam(cu) = 1.00

- gam(Wichten) = 1.00

- gam(Ständige Einw.) = 1.00

- gam(Veränderliche Einw.) = 1.00

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-34.725	4.350	2	-0.500	4.350	3	-0.499	8.150	4	34.725	8.150

Fundamentwerte

x [m]: -4.5000

y [m]: 3.3400

Breite [m]: 4.5000

Neigung [°]: 0.0000

V [kN/m]: 146.0000

H [kN/m]: -71.0000

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	32.50	0.00	18.00	Auffüllung (Neu)
3	30.00	0.00	18.00	Auffüllung
4	20.00	5.00	17.00	Schluff (pas)
5	20.00	5.00	17.00	Schluff
6	20.00	5.00	17.00	Schluff (GW)
7	35.00	0.00	20.00	Sand (GW)
8	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
9	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
10	20.00	5.00	17.00	Schluff (GW) (pas)
11	35.00	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
12	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
13	40.00	2000.00	25.00	Wand

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	32.50	0.00	18.00	Auffüllung (Neu)
3	30.00	0.00	18.00	Auffüllung
4	20.00	5.00	17.00	Schluff (pas)
5	20.00	5.00	17.00	Schluff
6	20.00	5.00	17.00	Schluff (GW)
7	35.00	0.00	20.00	Sand (GW)
8	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
9	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
10	20.00	5.00	17.00	Schluff (GW) (pas)
11	35.00	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
12	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
13	40.00	2000.00	25.00	Wand

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	

1	0.000	7.700	0.000	8.150	13
2	0.000	7.700	34.725	7.700	1
3	-4.500	3.850	-0.500	3.850	9
4	0.000	7.060	0.000	7.700	13
5	0.000	7.060	34.725	7.060	2
6	0.000	3.880	0.000	7.060	13
7	0.000	3.880	0.010	3.850	3
8	0.010	3.850	0.010	3.850	3
9	-4.500	3.350	0.010	3.350	13
10	0.000	3.300	34.725	3.300	3
11	0.000	2.390	34.725	2.390	5
12	0.000	-2.200	34.725	-2.200	6
13	-34.725	3.300	0.000	3.300	9
14	0.000	-4.000	34.725	-4.000	7
15	-34.725	2.390	0.000	2.390	4
16	-34.725	-2.200	0.000	-2.200	10
17	-34.725	-4.000	0.000	-4.000	11
18	-34.725	-15.000	0.000	-15.000	12
19	0.000	-15.000	34.725	-15.000	8

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-34.725	3.350	2	0.000	3.350	3	0.001	3.350	4	34.725	3.350

Bauteil 1

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	-0.50	8.15
2	-0.50	3.85
3	-4.50	3.85
4	-4.50	3.35
5	0.01	3.35
6	0.01	3.85
7	0.00	3.88
8	0.00	8.15

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 2.39

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 2.39

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 0.0000 3.3400

x / y (Ende): 0.0000 3.3400

Anzahl Radien = 0

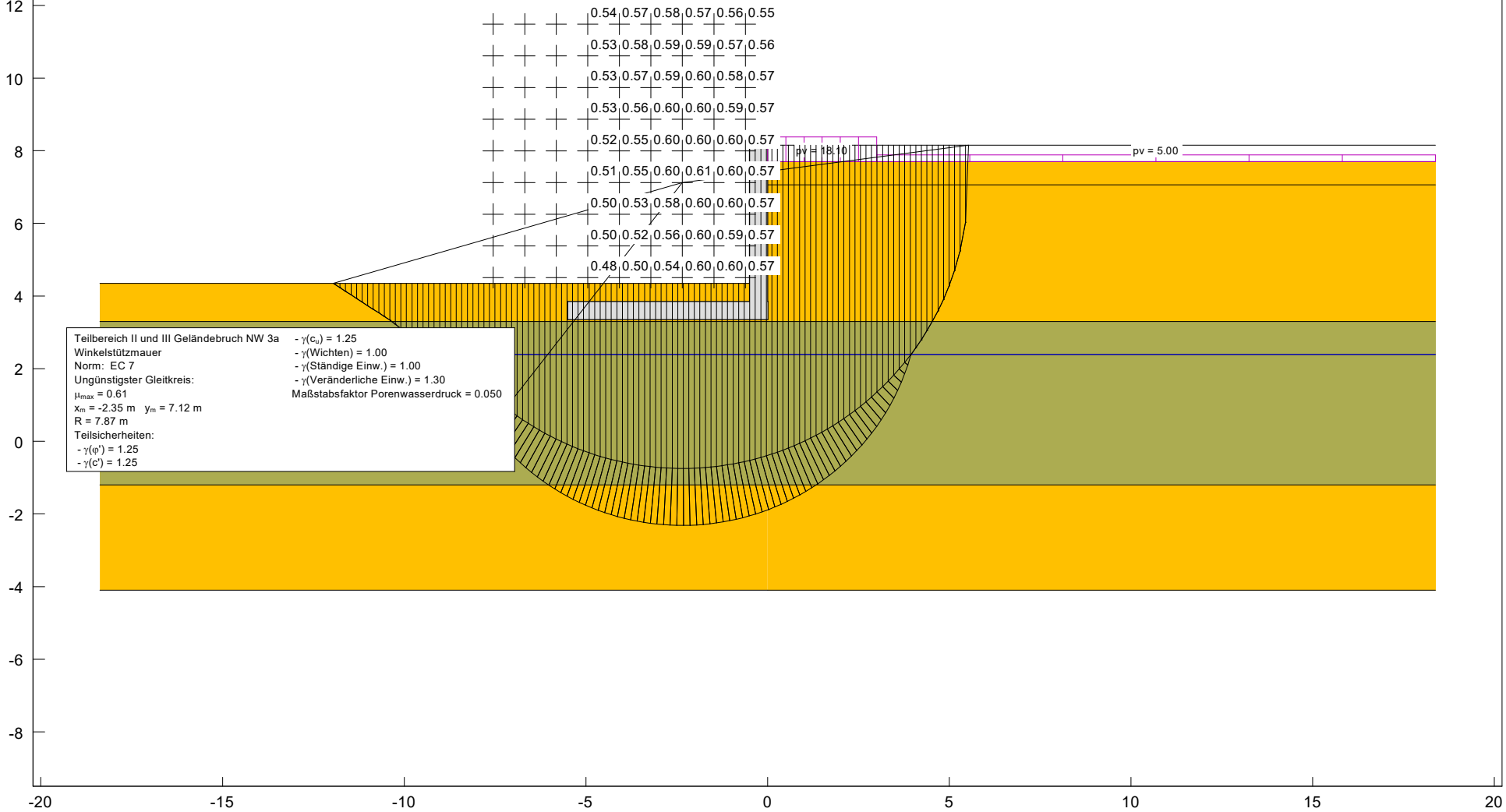
Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	-20.3665	14.2450	Kein Schnitt mit Gelände								
2	-20.3665	12.3269	Kein Schnitt mit Gelände								
3	-20.3665	10.4087	Kein Schnitt mit Gelände								
4	-20.3665	8.4905	Kein Schnitt mit Gelände								
5	-20.3665	6.5724	Kein Schnitt mit Gelände								
6	-20.3665	4.6542	Kein Schnitt mit Gelände								
7	-16.8384	14.2450	nicht berechnet								
8	-16.8384	12.3269	nicht berechnet								
9	-16.8384	10.4087	nicht berechnet								
10	-16.8384	8.4905	nicht berechnet								
11	-16.8384	6.5724	nicht berechnet								
12	-16.8384	4.6542	nicht berechnet								
13	-13.3103	14.2450	Gleitkörper schneidet Bauteil								
14	-13.3103	12.3269	Gleitkörper schneidet Bauteil								
15	-13.3103	10.4087	Gleitkörper schneidet Bauteil								
16	-13.3103	8.4905	Gleitkörper schneidet Bauteil								
17	-13.3103	6.5724	nicht berechnet								

18	-13.3103	4.6542	nicht berechnet									
19	-9.7823	14.2450	14.6497	104	0.2089	10995.369	10995.432	10995.4	0.0	7288.5	-3706.9	
20	-9.7823	12.3269	Gleitkörper schneidet Bauteil									
21	-9.7823	10.4087	Gleitkörper schneidet Bauteil									
22	-9.7823	8.4905	Gleitkörper schneidet Bauteil									
23	-9.7823	6.5724	Gleitkörper schneidet Bauteil									
24	-9.7823	4.6542	Gleitkörper schneidet Bauteil									
25	-6.2542	14.2450	12.5712	102	0.3073	6307.768	6307.821	6307.8	0.0	3788.1	-2519.7	
26	-6.2542	12.3269	10.9489	103	0.3340	5221.623	5221.642	5221.6	0.0	3311.0	-1910.6	
27	-6.2542	10.4087	9.4383	106	0.3304	4492.553	4492.559	4492.6	0.0	2973.5	-1519.1	
28	-6.2542	8.4905	Gleitkörper schneidet Bauteil									
29	-6.2542	6.5724	Gleitkörper schneidet Bauteil									
30	-6.2542	4.6542	Gleitkörper schneidet Bauteil									
31	-2.7262	14.2450	11.2406	100	0.1627	6847.813	6847.859	6847.9	0.0	2090.0	-4757.8	
32	-2.7262	12.3269	9.3913	101	0.2012	4841.723	4841.758	4841.8	0.0	1671.0	-3170.7	
33	-2.7262	10.4087	7.5762	101	0.2521	3284.205	3284.226	3284.2	0.0	1293.4	-1990.8	
34	-2.7262	8.4905	5.8275	104	0.2819	2249.158	2249.171	2249.2	0.0	952.1	-1297.1	
35	-2.7262	6.5724	4.2285	112	0.2231	1731.894	1731.895	1731.9	0.0	703.2	-1028.6	
36	-2.7262	4.6542	Gleitkörper schneidet Bauteil									
37	0.5436	12.0819	Gleitkörper schneidet Bauteil									
38	0.4131	10.7767	Gleitkörper schneidet Bauteil									
39	0.4131	9.4063	Gleitkörper schneidet Bauteil									
40	0.2826	8.6232	Gleitkörper schneidet Bauteil									
41	-0.3700	12.2777	Gleitkörper schneidet Bauteil									
42	-0.6310	9.6021	Gleitkörper schneidet Bauteil									
43	-0.5658	9.2105	Gleitkörper schneidet Bauteil									
44	-1.3489	6.9917	Gleitkörper schneidet Bauteil									
45	-7.4742	13.1921	12.3663	104	0.2867	6897.573	6897.600	6897.6	0.0	4457.5	-2440.0	
46	-7.5962	11.8502	11.4073	105	0.2737	6581.289	6581.298	6581.3	0.0	4373.9	-2207.3	
47	-7.5962	10.8134	Gleitkörper schneidet Bauteil									
48	-4.6685	11.1793	9.1242	103	0.3811	3631.049	3631.062	3631.1	0.0	2170.7	-1460.4	
49	-4.1806	12.7041	10.2550	101	0.3249	4387.342	4387.386	4387.4	0.0	2340.8	-2046.5	
50	-4.4246	13.6190	11.1908	101	0.3121	4996.057	4996.042	4996.0	0.0	2657.7	-2338.4	
51	-4.5466	9.8375	7.9303	105	0.4007	2986.522	2986.537	2986.5	0.0	1835.2	-1151.3	
52	-7.4132	9.3496	Gleitkörper schneidet Bauteil									
53	-4.4101	8.5904	6.8567	107	0.4060	2495.739	2495.737	2495.7	0.0	1577.5	-918.2	
54	-1.7089	10.0310	Gleitkörper schneidet Bauteil									
55	-6.1028	9.3107	Gleitkörper schneidet Bauteil									
56	-5.0944	8.0501	Gleitkörper schneidet Bauteil									
57	-3.4737	7.6179	5.5107	109	0.3861	1844.180	1844.198	1844.2	0.0	1057.6	-786.6	
58	-4.4821	7.2578	Gleitkörper schneidet Bauteil									
59	-3.7258	8.3743	6.2630	107	0.4072	2128.648	2128.656	2128.7	0.0	1250.9	-877.8	

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
59	-3.7258	8.3743	6.2630	107	0.4072	2128.648	2128.656	2128.7	0.0	1250.9	-877.8

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	0.00	0.00	0.00	Luft
	32.50	0.00	18.00	Auffüllung neu
	30.00	0.00	18.00	Auffüllung
	20.00	5.00	17.00	Schluff (pas)
	20.00	5.00	17.00	Schluff
	20.00	5.00	17.00	Schluff (GW)
	30.00	0.00	20.00	Sand (GW)
	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
	20.00	5.00	17.00	Schluff (GW) (pas)
	30.00	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
	40.00	2000.00	25.00	Wand



Teilbereich II und III Geländebruch NW 3a
 Winkelstützmauer
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.61$
 $x_m = -2.35$ m $y_m = 7.12$ m
 $R = 7.87$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.25$
 - $\gamma(c) = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(Wichten) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050

Durch Vergleichsrechnung geprüft
 Prüfung: Dr.-Ing. R. EUSANI

Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen

Teilbereich II und III Geländebruch NW 3a

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

γ [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

x_m, y_m [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes

rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- $\gamma_m(\varphi) = 1.25$

- $\gamma_m(c') = 1.25$

- $\gamma_m(c_u) = 1.25$

- $\gamma_m(\text{Wichten}) = 1.00$

- $\gamma_m(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

- $\gamma_m(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-18.375	4.350	2	-0.500	4.350	3	-0.499	8.150	4	18.375	8.150

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	32.50	0.00	18.00	Auffüllung neu
3	30.00	0.00	18.00	Auffüllung
4	20.00	5.00	17.00	Schluff (pas)
5	20.00	5.00	17.00	Schluff
6	20.00	5.00	17.00	Schluff (GW)
7	30.00	0.00	20.00	Sand (GW)
8	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
9	20.00	5.00	17.00	Schluff (GW) (pas)
10	30.00	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
11	40.00	2000.00	25.00	Wand

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	27.01	0.00	18.00	Auffüllung neu
3	24.79	0.00	18.00	Auffüllung
4	16.23	4.00	17.00	Schluff (pas)
5	16.23	4.00	17.00	Schluff
6	16.23	4.00	17.00	Schluff (GW)
7	24.79	0.00	20.00	Sand (GW)
8	24.79	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
9	16.23	4.00	17.00	Schluff (GW) (pas)
10	24.79	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
11	33.87	1600.00	25.00	Wand

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	-5.500	3.850	-0.500	3.850	8
2	0.000	8.150	0.000	7.700	1
3	0.000	7.700	18.375	7.700	1
4	0.000	7.700	0.000	7.060	2
5	0.000	7.060	18.375	7.060	2
6	0.000	3.850	0.000	7.060	11
7	0.010	3.850	0.010	3.350	3
8	0.000	3.850	0.010	3.850	3
9	-5.500	3.350	0.010	3.350	11
10	0.000	3.300	18.375	3.300	3
11	-18.375	3.300	0.000	3.300	8
12	0.000	2.390	18.375	2.390	5

13	-18.375	2.390	0.000	2.390	4
14	-18.375	-1.200	0.000	-1.200	9
15	-18.375	-4.100	0.000	-4.100	10
16	0.000	-1.200	18.375	-1.200	6
17	0.000	-4.100	18.375	-4.100	7

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-18.375	2.390	2	0.000	2.390	3	0.001	2.390	4	18.375	2.390

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	18.10	0.00	3.00	7.70
2	5.00	5.00	3.00	18.38	7.70

Bauteil 1

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	-0.50	8.15
2	-0.50	3.85
3	-5.50	3.85
4	-5.50	3.35
5	0.01	3.35
6	0.01	3.85
7	0.00	3.85
8	0.00	8.15

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 2.39

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 2.39

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 1.0000 0.0000

x / y (Ende): 1.0000 0.0000

Anzahl Radien = 40

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	-7.5511	11.4842	nicht berechnet								
2	-7.5511	10.6122	nicht berechnet								
3	-7.5511	9.7403	nicht berechnet								
4	-7.5511	8.8683	nicht berechnet								
5	-7.5511	7.9964	nicht berechnet								
6	-7.5511	7.1245	nicht berechnet								
7	-7.5511	6.2525	nicht berechnet								
8	-7.5511	5.3806	nicht berechnet								
9	-7.5511	4.5087	nicht berechnet								
10	-6.6835	11.4842	nicht berechnet								
11	-6.6835	10.6122	nicht berechnet								
12	-6.6835	9.7403	nicht berechnet								
13	-6.6835	8.8683	nicht berechnet								
14	-6.6835	7.9964	nicht berechnet								
15	-6.6835	7.1245	nicht berechnet								
16	-6.6835	6.2525	nicht berechnet								
17	-6.6835	5.3806	nicht berechnet								
18	-6.6835	4.5087	nicht berechnet								
19	-5.8159	11.4842	nicht berechnet								
20	-5.8159	10.6122	nicht berechnet								
21	-5.8159	9.7403	nicht berechnet								
22	-5.8159	8.8683	nicht berechnet								
23	-5.8159	7.9964	nicht berechnet								
24	-5.8159	7.1245	nicht berechnet								
25	-5.8159	6.2525	nicht berechnet								

26	-5.8159	5.3806	nicht berechnet									
27	-5.8159	4.5087	nicht berechnet									
28	-4.9483	11.4842	12.9332	107	0.5351	4696.507	8777.243	8777.2	0.0	4696.5	0.0	
29	-4.9483	10.6122	12.1656	108	0.5297	4260.950	8044.390	8044.4	0.0	4260.9	0.0	
30	-4.9483	9.7403	11.4129	110	0.5281	3907.221	7398.939	7398.9	0.0	3907.2	0.0	
31	-4.9483	8.8683	10.6785	112	0.5274	3596.316	6818.314	6818.3	0.0	3596.3	0.0	
32	-4.9483	7.9964	9.9662	114	0.5201	3207.275	6167.237	6167.2	0.0	3207.3	0.0	
33	-4.9483	7.1245	9.2812	118	0.5100	2827.815	5544.689	5544.7	0.0	2827.8	0.0	
34	-4.9483	6.2525	8.6300	122	0.4997	2458.589	4920.190	4920.2	0.0	2458.6	0.0	
35	-4.9483	5.3806	8.0208	127	0.5006	2160.100	4315.340	4315.3	0.0	2160.1	0.0	
36	-4.9483	4.5087	7.4639	134	0.4780	1774.059	3711.284	3711.3	0.0	1774.1	0.0	
37	-4.0807	11.4842	12.5578	106	0.5683	4373.636	7695.468	7695.5	0.0	4373.6	0.0	
38	-4.0807	10.6122	11.7657	108	0.5796	4044.584	6977.955	6978.0	0.0	4044.6	0.0	
39	-4.0807	9.7403	10.9857	109	0.5738	3715.092	6474.051	6474.1	0.0	3715.1	0.0	
40	-4.0807	8.8683	10.2206	111	0.5633	3289.859	5840.545	5840.5	0.0	3289.9	0.0	
41	-4.0807	7.9964	9.4739	114	0.5540	2900.157	5234.945	5234.9	0.0	2900.2	0.0	
42	-4.0807	7.1245	8.7505	117	0.5463	2537.498	4644.459	4644.5	0.0	2537.5	0.0	
43	-4.0807	6.2525	8.0565	121	0.5329	2166.671	4065.916	4065.9	0.0	2166.7	0.0	
44	-4.0807	5.3806	7.4003	127	0.5218	1813.011	3474.612	3474.6	0.0	1813.0	0.0	
45	-4.0807	4.5087	6.7927	134	0.5016	1475.082	2940.527	2940.5	0.0	1475.1	0.0	
46	-3.2130	11.4842	12.2326	106	0.5789	4205.963	7264.898	7264.9	0.0	4206.0	0.0	
47	-3.2130	10.6122	11.4179	107	0.5877	3844.807	6542.623	6542.6	0.0	3844.8	0.0	
48	-3.2130	9.7403	10.6124	108	0.5947	3482.429	5856.010	5856.0	0.0	3482.4	0.0	
49	-3.2130	8.8683	9.8182	110	0.5954	3058.956	5137.872	5137.9	0.0	3059.0	0.0	
50	-3.2130	7.9964	9.0384	113	0.5978	2697.225	4511.816	4511.8	0.0	2697.2	0.0	
51	-3.2130	7.1245	8.2769	116	0.6003	2312.412	3852.022	3852.0	0.0	2312.4	0.0	
52	-3.2130	6.2525	7.5395	120	0.5816	1952.096	3356.332	3356.3	0.0	1952.1	0.0	
53	-3.2130	5.3806	6.8338	126	0.5609	1562.714	2786.145	2786.1	0.0	1562.7	0.0	
54	-3.2130	4.5087	6.1707	134	0.5424	1237.483	2281.466	2281.5	0.0	1237.5	0.0	
55	-2.3454	11.4842	11.9615	105	0.5740	3971.655	6919.727	6919.7	0.0	3971.7	0.0	
56	-2.3454	10.6122	11.1270	107	0.5867	3628.248	6184.168	6184.2	0.0	3628.2	0.0	
57	-2.3454	9.7403	10.2988	108	0.5958	3274.419	5496.163	5496.2	0.0	3274.4	0.0	
58	-2.3454	8.8683	9.4784	110	0.6003	2896.448	4825.051	4825.1	0.0	2896.4	0.0	
59	-2.3454	7.9964	8.6680	112	0.6044	2509.031	4151.430	4151.4	0.0	2509.0	0.0	
60	-2.3454	7.1245	7.8708	115	0.6050	2139.521	3536.368	3536.4	0.0	2139.5	0.0	
61	-2.3454	6.2525	7.0913	120	0.6025	1743.476	2893.921	2893.9	0.0	1743.5	0.0	
62	-2.3454	5.3806	6.3358	125	0.5995	1369.782	2285.003	2285.0	0.0	1369.8	0.0	
63	-2.3454	4.5087	5.6143	134	0.5985	1029.127	1719.419	1719.4	0.0	1029.1	0.0	
64	-1.4778	11.4842	11.7484	105	0.5647	3750.550	6641.333	6641.3	0.0	3750.5	0.0	
65	-1.4778	10.6122	10.8976	106	0.5749	3391.250	5899.321	5899.3	0.0	3391.2	0.0	
66	-1.4778	9.7403	10.0505	107	0.5817	3059.198	5258.974	5259.0	0.0	3059.2	0.0	
67	-1.4778	8.8683	9.2080	109	0.5905	2698.507	4569.792	4569.8	0.0	2698.5	0.0	
68	-1.4778	7.9964	8.3715	112	0.5965	2318.250	3886.382	3886.4	0.0	2318.3	0.0	
69	-1.4778	7.1245	7.5430	115	0.5970	1938.395	3246.863	3246.9	0.0	1938.4	0.0	
70	-1.4778	6.2525	6.7256	119	0.5953	1575.331	2646.474	2646.5	0.0	1575.3	0.0	
71	-1.4778	5.3806	5.9237	125	0.5944	1212.697	2040.230	2040.2	0.0	1212.7	0.0	
72	-1.4778	4.5087	5.1447	134	0.5964	886.411	1486.327	1486.3	0.0	886.4	0.0	
73	-0.6102	11.4842	11.5965	105	0.5513	3574.806	6484.871	6484.9	0.0	3574.8	0.0	
74	-0.6102	10.6122	10.7337	106	0.5552	3226.853	5812.119	5812.1	0.0	3226.9	0.0	
75	-0.6102	9.7403	9.8725	107	0.5667	2875.217	5073.359	5073.4	0.0	2875.2	0.0	
76	-0.6102	8.8683	9.0133	109	0.5691	2515.783	4420.437	4420.4	0.0	2515.8	0.0	
77	-0.6102	7.9964	8.1569	111	0.5749	2157.144	3752.133	3752.1	0.0	2157.1	0.0	
78	-0.6102	7.1245	7.3042	114	0.5745	1779.252	3096.844	3096.8	0.0	1779.3	0.0	
79	-0.6102	6.2525	6.4565	118	0.5723	1419.773	2480.749	2480.7	0.0	1419.8	0.0	
80	-0.6102	5.3806	5.6164	124	0.5699	1068.673	1875.288	1875.3	0.0	1068.7	0.0	
81	-0.6102	4.5087	4.7876	134	0.5676	752.303	1325.398	1325.4	0.0	752.3	0.0	

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
60	-2.3454	7.1245	7.8708	115	0.6050	2139.521	3536.368	3536.4	0.0	2139.5	0.0

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 13.12.2022
Anlage E: Abschnitt C: Teilbereich IV, Schnitt 5 E.1 Bestandswand Bauzustand E.2 Bemessung Winkelstützwand E.2.1 Niedrigwasserlastfall 3a E.2.2 Niedrigwasserlastfall 3c E.2.3 Hochwasserlastfall 1 E.2.4 Hochwasserlastfall 3 E.3 Nachweis gegen Grundbruch E.3.1 Niedrigwasserlastfall 3a E.3.2 Niedrigwasserlastfall 3c E.4 Nachweis gegen Geländebruch			
			Anlagen

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,70	m NHN
GOK wasserseitig	4,35	m NHN
OK Sporn	3,85	m NHN
UK Sporn	3,35	m NHN
Höhe Wand	4,30	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	4,00	m
Sporndicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,50	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m³
Wichte Wasser	10	kN/m³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand	53,75	kN/m
Eigengewicht Sporn	56,25	kN/m
Eigengewicht Boden	36	kN/m

Zweiseitig begrenzte Auflast		
Breite hinter der Wand	3 m	18,1 kN/m²
Einseitig begrenzte Auflast		
Abstand hinter der Wand	3 m	5 kN/m²

Bemessungsbodenprofil DS 301												
GOK = +7,70 m NHN		Bodenart	Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	θa	K(agh)	K(0gh)	K(aqh)	K(pgh)
7,7	7,06	Auffüllung (Neu)	18,00	10,00	32,50	0,00	30,00	57,5	0,25	0,46	0,25	6,00
7,06	1,8	Auffüllung	18,00	10,00	30,00	0,00	15,00	56	0,28	0,50	0,28	5,00
1,8	-1,8	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,66	0,43	2,61
-1,8	-4,4	Sand	18,00	10,00	35,00	0,00	30,00	58,9	0,22	0,43	0,22	7,26
-4,4	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38	3,03

Erddruckermittlung			
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m²
eagh	0,64	2,88	kN/m²
eagh	0,64	3,23	kN/m²
eagh	4,35	21,92	kN/m²
Aktivererddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
eaqh	0	4,53	kN/m²
eaqh	0,64	5,07	kN/m²
eaqh	1,79	5,07	kN/m²
eaqh	4,35	6,40	kN/m²
eaqh	4,48	6,47	kN/m²
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	90	

Resultierende Horizontalkräfte					
Kraft	Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment	
Eagh	0,92	3,92	1,35	1,24	3,615744
Eagh	11,97	1,86	1,35	16,16	22,19874
Eagh	34,69	1,24	1,35	46,83	42,89444
Eaah1	2,90	4,03	1,5	4,34	11,67088
Eaah2	18,80	1,86	1,5	28,20	34,878229
Eaah3	1,71	0,85	1,5	2,56	1,4552728
Epgh	45,00	0,33	1,4	32,14	15

Resultierende Momente in der Sohlfluge			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	53,75	2,00	107,50
Moment infolge passiven Erddruck	45,00	0,33	15,00
Wasserseitige Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge Eagh			68,71
Moment infolge Eaah			48,00
Moment infolge der Auflast (Boden)	36	0,25	9

Erddruckermittlung				Resultierende Einwirkungen für die Biegebemessung							
Aktivererddruck infolge Eigengewicht											
Erddruck	Tiefe			Nk	Qk	Hebelarm	γ	Nd	Qd	Mk	MED
eagh	0	0,00	kN/m²	Eagh	1,71	3,42	1,35		2,30	5,84	7,88
eagh	0,64	5,33	kN/m²	Eagh	18,49	1,61	1,35		24,96	29,68	40,06
eagh	0,64	5,76	kN/m²	Eagh	46,37	1,07	1,35		62,60	49,61	66,98
eagh	3,85	34,65	kN/m²	Eaah1	5,36	3,53	1,50		8,04	18,92	28,38
Aktivererddruck infolge Auflast				Eaah2	29,05	1,61	1,50		43,58	46,63	69,94
Erddruck	Tiefe			Eaah3	1,97	0,69	1,50		2,96	1,35	2,03
eaqh	0	8,37	kN/m²	Epgh	11,25	0,17	1,35		15,19	1,88	2,53
eaqh	0,64	9,05	kN/m²	G	53,75		1,00	53,75			
eaqh	1,79	9,05	kN/m²	Σ	53,75	91,70		53,75	129,25	150,15	212,74
eaqh	3,85	10,96	kN/m²								
eaqh	4,48	11,55	kN/m²								
Passiver Erddruck											
epgh	0	0	kN/m²								
epgh	0,5	45	kN/m²								

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	427,00	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	68,71	kNm/m	
		Veränderlich	48,00	kNm/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,90	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,10	[-]	
		Veränderlich	1,50	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,stab}/M_{d,stab}$		μ	0,38	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	47,57	kN/m	
		Veränderlich	23,40	kN/m	
	Vertikal	Ständig	146,00	kN/m	
Veränderlich		-	kN/m		
Teilsicherheitsbeiwerte	Einwirkung	Ständig	1,35	[-]	
		Veränderlich	1,50	[-]	
	Widerstand		1,10	[-]	
Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	64,23	kN/m	
		Veränderlich	35,11	kN/m	
	Vertikal	Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			45,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + E_{p,d})$		μ	0,91	[-]
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi) + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	1,00	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			107,50	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			-125,71	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			18,21	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			146,00	kN/m	
Ausmitte		$e_x=M/N$	0,12	m	
1. Kernfläche		B/6	0,75	m	
2. Kernfläche		B/3	1,50	m	
Nachweis für e_x		$e_x<B/6$	0,17	< 1,0	
		$e_x<B/3$	0,08	< 1,0	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z - Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x - Richtung		b_x	4,50	m	
$\sigma_1=V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1+6 \cdot e_x/b_x)$			37,84	kN/m²	
$\sigma_2=V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1-6 \cdot e_x/b_x)$			27,05	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen	ständig	T_g,k	-47,57	kN/m	
	veränderlich	T_q,k	-23,40	kN/m	
Vertikale Einwirkungen	ständig	N_k	146,00	kN/m	
	ständig		29,79	kNm/m	
Momente	veränderlich		-48,00	kNm/m	
	Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck				
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	T_g,k	-475,74	kN/m	
	veränderlich	T_q,k	-234,04	kN/m	
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	N_k	1460,00	kN/m	
	ständig	M_x,g	297,91	kNm/m	
Momente auf 10m Breite	veränderlich	M_q,g	-480,04	kNm/m	

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,70	m NHN
GOK wasserseitig	4,35	m NHN
OK Sporn	3,85	m NHN
UK Sporn	3,35	m NHN
Höhe Wand	4,30	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	4,00	m
Sporn Dicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,50	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m³
Wichte Wasser	10	kN/m³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand	53,75	kN/m
Eigengewicht Sporn	56,25	kN/m
Eigengewicht Boden	36	kN/m

Zweiseitig begrenzte Auflast		
Breite hinter der Wand	3 m	18,1 kN/m²
Einseitig begrenzte Auflast		
Abstand hinter der Wand	3 m	5 kN/m²

Bemessungsbodenprofil DS 301												
GOK = +7,70 m NHN	Bodenart		Wichte		Leibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	φ_a	K(agh)	K(0gh)	K(aqh)	K(pgh)
7,7	7,06	Auffüllung (Neu)	18,00	10,00	32,50	0,00	30,00	57,5	0,25	0,46	0,25	6,00
7,06	1,4	Auffüllung	18,00	10,00	30,00	0,00	15,00	56	0,28	0,50	0,28	5,00
1,4	-1,8	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,66	0,43	2,61
-1,8	-4,4	Sand	18,00	10,00	35,00	0,00	30,00	58,9	0,22	0,43	0,22	7,26
-4,4	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38	3,03

Erddruckermittlung			
Aktiver Erddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m²
eagh	0,64	2,88	kN/m²
eagh	0,64	3,23	kN/m²
eagh	4,35	21,92	kN/m²
Aktiver Erddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
eaqh	0	4,53	kN/m²
eaqh	0,64	5,07	kN/m²
eaqh	1,79	5,07	kN/m²
eaqh	4,35	6,40	kN/m²
eaqh	4,48	6,47	kN/m²
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	90	

Resultierende Horizontalkräfte				
Kraft	Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment
Eagh	0,92	3,92	1	0,92
Eagh	11,97	1,86	1	11,97
Eagh	34,69	1,24	1	34,69
Eaah1	2,90	4,03	1	2,90
Eaah2	18,80	1,86	1	18,80
Eaah3	1,71	0,85	1	1,71
Epgh	45,00	0,33	1,2	37,50
				15

Resultierende Momente in der Sohlfläche			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	53,75	2,00	107,50
Moment infolge passiven Erddruck	45,00	0,33	15,00
Wasserseitige Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge Eagh			68,71
Moment infolge Eaah			48,00
Moment infolge der Auflast (Boden)	36	0,25	9

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	427,00	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	68,71	kNm/m	
		Veränderlich	48,00	kNm/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,95	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,destb}/M_{d,stab}$		μ	0,29	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	47,57	kN/m	
		Veränderlich	23,40	kN/m	
	Vertikal	Ständig	146,00	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Einwirkung	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
	Widerstand		1,10	[-]	
	Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	47,57	kN/m
Veränderlich			23,40	kN/m	
Vertikal		Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			45,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + E_{p,d})$		μ	0,62	[-]
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi) + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	1,00	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			107,50	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			-125,71	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			18,21	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			146,00	kN/m	
Ausmitte		$e_x = M/N$	0,12	m	
1. Kernfläche		B/6	0,75	m	
2. Kernfläche		B/3	1,50	m	
Nachweis für e_x		$e_x < B/6$	0,17	< 1,0	
		$e_x < B/3$	0,08	< 1,0	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z -Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x -Richtung		b_x	4,50	m	
$\sigma_1 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1 - 6 \cdot e_x/b_x)$			27,05	kN/m²	
$\sigma_2 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1 + 6 \cdot e_x/b_x)$			37,84	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen	ständig	$T_{g,k}$	-47,57	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	-23,40	kN/m	
Vertikale Einwirkungen	ständig	N_k	146,00	kN/m	
Momente	ständig		29,79	kNm/m	
	veränderlich		-48,00	kNm/m	
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	$T_{g,k}$	-475,74	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	-234,04	kN/m	
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	N_k	1460,00	kN/m	
Momente auf 10m Breite	ständig	$M_{x,g}$	297,91	kNm/m	
	veränderlich	$M_{x,q}$	-480,04	kNm/m	

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,40	m NHN
GOK wasserseitig	4,35	m NHN
OK Sporn	3,85	m NHN
UK Sporn	3,35	m NHN
Höhe Wand	4,30	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	4,00	m
Sporndicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,50	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m³
Wichte Wasser	10	kN/m³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand über Wasser	9,375	kN/m
Eigengewicht Wand unter Auftrieb	26,625	kN/m
Eigengewicht Sporn	33,75	kN/m
Eigengewicht Boden	20	kN/m

Bemessungsbodenprofil DS 301												
GOK = +7,40 m NHN	Bodenart		Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	ϕa	K(agh)	K(0gh)	K(aqh)	K(pgh)
7,4	7,06	Auffüllung (Neu)	18,00	10,00	32,50	0,00	30,00	57,5	0,25	0,46	0,25	6,00
7,06	1,4	Auffüllung	18,00	10,00	30,00	0,00	15,00	56	0,28	0,50	0,28	5,00
1,4	-1,8	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,66	0,43	2,61
-1,8	-4,4	Sand	18,00	10,00	35,00	0,00	30,00	58,9	0,22	0,43	0,22	7,26
-4,4	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38	3,03

Erddruckermittlung			
Aktiver Erddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m²
eagh	0,34	0,85	kN/m²
eagh	0,34	0,95	kN/m²
eagh	4,05	11,34	kN/m²
Aktiver Erddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	50	

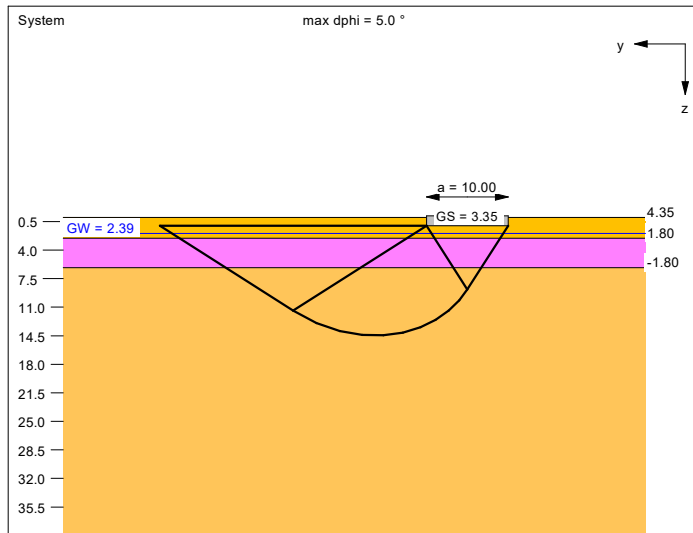
Resultierende Horizontalkräfte					
Kraft	Hebelarm	Teilsicherheitswert	Designwert	Moment	
Eagh	0,14	3,82	1,20	0,17	0,55
Eagh	3,53	1,86	1,20	4,24	6,55
Eagh	19,27	1,24	1,20	23,12	23,83
Eaah1	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00
Eaah2	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00
Eaah3	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00
Epgh	25,00	0,33	1,30	19,23	8,33
H_w1	1,01				
H_w2	18,225				

Resultierende Momente in der Sohlfuge			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	36,00	2,00	72,00
Moment infolge passiven Erddruck	25,00	0,33	8,33
Moment infolge Welle			30,00
Moment infolge Treibgutstoß			
Moment infolge Wasserüberdruck			41,16
Wasserseitige Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge Eagh			30,93
Moment infolge Eaah			0,00
Moment infolge der Auflast (Boden)	20	0,25	5
Moment infolge Auflast aus Wasser	140,00	0,25	35

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	553,19	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	30,93	kNm/m	
		Veränderlich	0,00	kNm/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,90	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,05	[-]	
		Veränderlich	1,25	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,destb}/M_{d,stab}$		μ	0,07	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	3,71	kN/m	
		Veränderlich	-7,50	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Vertikal	Ständig	229,75	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
	Einwirkung	Ständig	1,20	[-]	
		Veränderlich	1,30	[-]	
Design Einwirkungen	Widerstand		1,10	[-]	
	Horizontal	Ständig	4,45	kN/m	
		Veränderlich	-9,75	kN/m	
	Vertikal	Ständig	-	kN/m	
Veränderlich		-	kN/m		
Passiver Erdwiderstand			25,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + E_{p,d})$		μ	-0,04	[-]
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi) + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	-0,04	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			151,49	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			-70,93	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			80,56	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			229,75	kN/m	
Ausmitte		$e_x = M/N$	0,35	m	
1. Kernfläche		B/6	0,75	m	
2. Kernfläche		B/3	1,50	m	
Nachweis für e_x		$e_x < B/6$	0,47	< 1,0	
		$e_x < B/3$	0,23	< 1,0	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z -Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x -Richtung		b_x	4,50	m	
$\sigma_1 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1 - 6 \cdot e_x/b_x)$			27,19	kN/m²	
$\sigma_2 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1 + 6 \cdot e_x/b_x)$			74,92	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen	ständig	$T_{g,k}$	-3,71	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	7,50	kN/m	
Vertikale Einwirkungen	ständig	N_k	229,75	kN/m	
Momente	ständig		42,22	kNm/m	
	veränderlich		30,00	kNm/m	
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	$T_{g,k}$	-37,09	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	75,00	kN/m	
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	N_k	2297,50	kN/m	
Momente auf 10m Breite	ständig	$M_{x,g}$	422,24	kNm/m	
	veränderlich	$M_{q,g}$	300,00	kNm/m	

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	553,19	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	30,93	kNm/m	
		Veränderlich	0,00	kNm/m	
Teilsicherheitbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,95	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,destb}/M_{d,stab}$		μ	0,06	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	3,71	kN/m	
		Veränderlich	-26,76	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Vertikal	Ständig	229,75	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
	Einwirkung	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
Widerstand		1,10	[-]		
Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	3,71	kN/m	
		Veränderlich	-26,76	kN/m	
	Vertikal	Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			25,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + E_{p,d})$		μ	-0,16	[-]
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi) + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	-0,24	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			234,43	kNm/m	
Summe der Momnete (dreht wasserseitig)			-70,93	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			163,50	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			229,75	kN/m	
Ausmitte		$e_x = M/N$	0,71	m	
1. Kernfläche		B/6	0,75	m	
2. Kernfläche		B/3	1,50	m	
Nachweis für e_x		$e_x < B/6$	0,95	< 1,0	
		$e_x < B/3$	0,47	< 1,0	
Sohlpressung unter ständigen Lasten					
Summe der Momente (dreht landseitig)			113,16	kNm/m	
Summe der Momnete (dreht wasserseitig)			-70,93	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			163,50	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			229,75	kN/m	
Ausmitte		$e_x = M/N$	0,71	m	
1. Kernfläche		B/6	0,75	m	
2. Kernfläche		B/3	1,50	m	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z-Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x-Richtung		b_x	4,50	m	
$\sigma_1 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1-6 \cdot e_x/b_x)$			2,61	kN/m²	
$\sigma_2 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1+6 \cdot e_x/b_x)$			99,50	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen	ständig	$T_{g,k}$	-3,71	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	26,76	kN/m	
Vertikale Einwirkungen	ständig	N_k	229,75	kN/m	
Momente	ständig		42,22	kNm/m	
	veränderlich		112,94	kNm/m	
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	$T_{g,k}$	-37,09	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	267,65	kN/m	
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	N_k	2297,50	kN/m	
Momente auf 10m Breite	ständig	$M_{x,g}$	422,24	kNm/m	
	veränderlich	$M_{q,g}$	1129,41	kNm/m	

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	18.0	10.0	30.0	0.0	15.0	0.00	Sand Auffüllung
	17.0	7.0	20.0	5.0	1.00	0.00	Schluff
	18.0	10.0	35.0	0.0	30.0	0.00	Sand

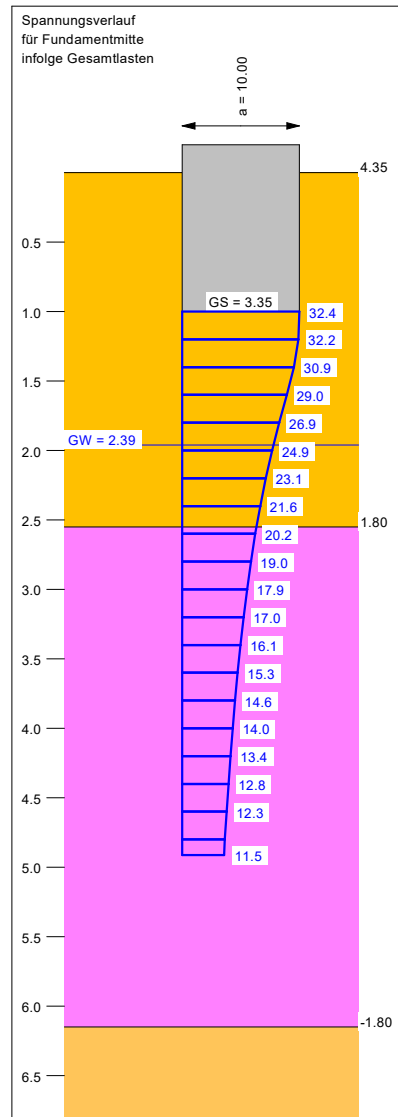


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 1460.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -475.74 / -234.04$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 297.91 / -480.04$ kN·m
 Länge $a = 10.000$ m
 Breite $b = 4.500$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.204$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000$ m
 Breite $b' = 4.092$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = -0.125$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000$ m
 Breite $b' = 4.251$ m

cal $\gamma_2 = 9.83$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 18.00$ kN/m²
 UK log. Spirale = 14.45 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 52.48 m
 Fläche log. Spirale = 363.55 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{30} = 20.70$; $N_{40} = 10.65$; $N_{60} = 4.50$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.198$; $v_d = 1.180$; $v_b = 0.872$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.252$; $i_d = 0.322$; $i_b = 0.165$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 4.91$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 3.88 cm
 Setzungen der KPs:
 links oben = 4.13 cm
 rechts oben = 3.63 cm
 links unten = 4.13 cm
 rechts unten = 3.63 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Verdrehung(y) (KP) = 1 : 661.1

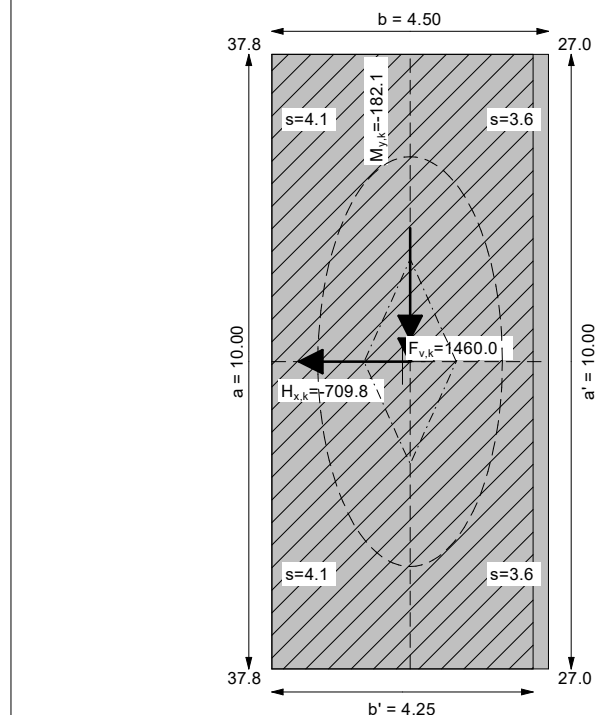
Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 143.1 / 102.24$ kN/m²
 $R_{n,k} = 6083.99$ kN
 $R_{n,d} = 4345.71$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 1460.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 1971.00$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.454
 cal $\varphi = 25.0^\circ$
 φ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal $c = 1.04$ kN/m²



Berechnungsgrundlagen:
 Teilbereich IV Grundbruch NW 3a
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-P
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Oberkante Gelände = 4.35 mNHN

Gründungssohle = 3.35 mNHN
 Grundwasser = 2.39 mNHN
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite

Grundriss



Durch Vergleichsrechnung geprüft
 Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019

Berechnungsgrundlagen:

Teilbereich IV Grundbruch NW 3a

Teilsicherheitskonzept

Gründungssohle = 1.00 mNHN

Grundwasser = 1.96 mNHN

Böschungsneigung = 0.0 °

Bermenbreite = 0.00 m

Sohlneigung = 0.0 °

Grenztiefe mit p = 20.0 %

Bodenkennwerte

UK	γ	γ'	φ	c	E_s	ν	Bezeichnung
[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[MN/m ²]	[-]	
2.55	18.00	10.00	30.00	0.00	15.00	0.00	Sand Auffüllung
6.15	17.00	7.00	20.00	5.00	1.00	0.00	Schluff
8.75	18.00	10.00	35.00	0.00	30.00	0.00	Sand

Lasten = ständig / veränderlich

Vertikallast $F_{v,k} = 1460.00 / 0.00$ kN

Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -475.74 / -234.04$ kN

Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN

Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m

Moment $M_{y,k} = 297.91 / -480.04$ kN·m

Länge a = 10.000 m

Breite b = 4.500 m

Unter ständigen Lasten:

Exzentrizität $e_x = 0.204$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge a' = 10.000 m

Breite b' = 4.092 m

Unter Gesamtlasten:

Exzentrizität $e_x = -0.125$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge a' = 10.000 m

Breite b' = 4.251 m

Grundbruch:

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$

$\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 143.14 / 102.24$ kN/m²

$R_{n,k} = 6083.99$ kN

$R_{n,d} = 4345.71$ kN

Durchstanzen untersucht,
aber nicht maßgebend.

$V_d = 1.35 \cdot 1460.00 + 1.50 \cdot 0.0$ kN

$V_d = 1971.0$ kN

μ (parallel zu y) = 0.454

cal $\varphi = 25.0$ °

φ wegen 5° Bedingung abgemindert

cal c = 1.04 kN/m²

cal $\gamma_2 = 9.83$ kN/m³

cal $\sigma_{\bar{u}} = 18.00$ kN/m²

UK log. Spirale = 14.45 m u. GOK

Länge log. Spirale = 52.48 m

Fläche log. Spirale = 363.55 m²

Tragfähigkeitsbeiwerte (y):

$N_c = 20.70$; $N_d = 10.65$; $N_b = 4.50$

Formbeiwerte (y):

$v_c = 1.198$; $v_d = 1.180$; $v_b = 0.872$

Neigungsbeiwerte (y):

$i_c = 0.252$; $i_d = 0.322$; $i_b = 0.165$

Setzung infolge Gesamtlasten:

Grenztiefe $t_g = 4.91$ m u. GOK

Setzung (Mittel aller KPs) = 3.88 cm

Setzungen der KPs:

links oben = 4.13 cm

rechts oben = 3.63 cm

links unten = 4.13 cm

Durch Vergleichsrechnung geprüft

Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Anlage E.2.1 S.2

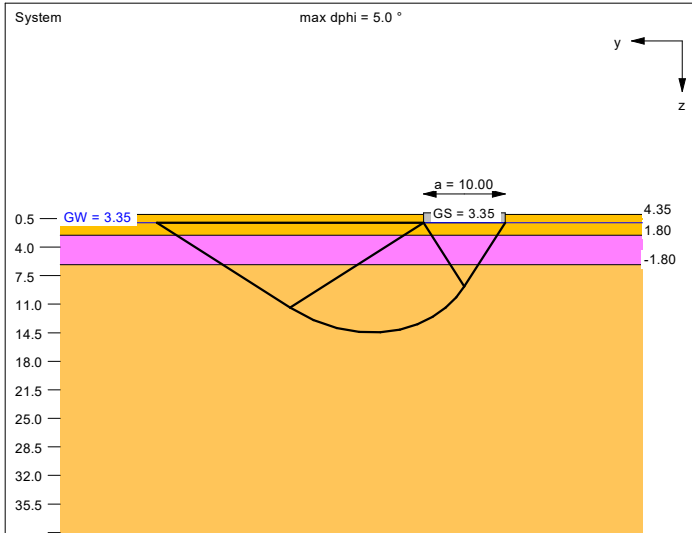
rechts unten = 3.63 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 661.1

Eckspannungen

links oben = 37.8 kN/m²
rechts oben = 27.0 kN/m²
links unten = 37.8 kN/m²
rechts unten = 27.0 kN/m²
Grenztiefe tg = 4.91 m u. GS
Setzung (Mittel aller KPs) = 3.88 cm
Setzungen der KPs:
links oben = 4.13 cm
rechts oben = 3.63 cm
links unten = 4.13 cm
rechts unten = 3.63 cm

UK log. Spirale = 14.45 m u. GS
Länge log. Spirale = 52.48 m
Fläche log. Spirale = 363.55 m²
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 661.1

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	18.0	10.0	30.0	0.0	15.0	0.00	Auffüllung
	17.0	7.0	20.0	5.0	1.00	0.00	Schluff
	18.0	10.0	35.0	0.0	30.0	0.00	Sand

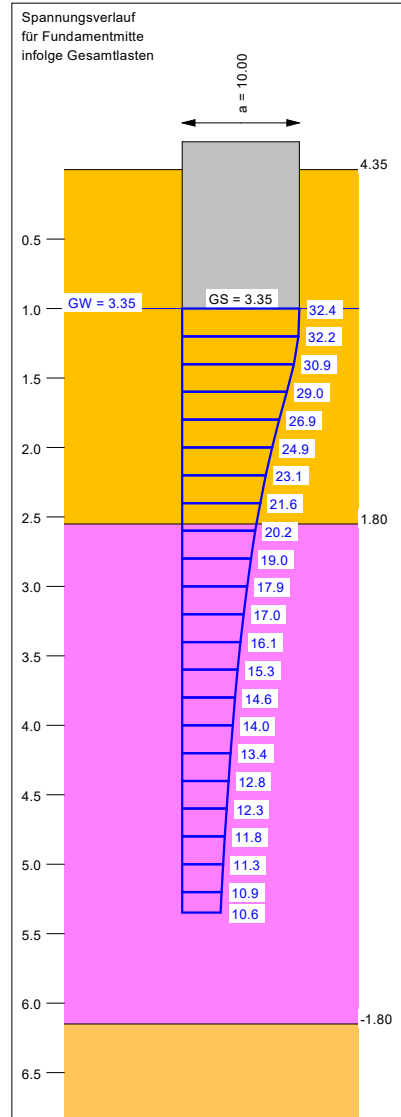


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 1460.00 / 0.00 \text{ kN}$
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -475.74 / -234.04 \text{ kN}$
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00 \text{ kN}$
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 Moment $M_{y,k} = 297.91 / -480.04 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 Länge $a = 10.000 \text{ m}$
 Breite $b = 4.500 \text{ m}$
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.204 \text{ m}$
 Exzentrizität $e_y = 0.000 \text{ m}$
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000 \text{ m}$
 Breite $b' = 4.092 \text{ m}$
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = -0.125 \text{ m}$
 Exzentrizität $e_y = 0.000 \text{ m}$
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000 \text{ m}$
 Breite $b' = 4.251 \text{ m}$

$\text{cal } \gamma_2 = 8.95 \text{ kN/m}^3$
 $\text{cal } \sigma_0 = 18.00 \text{ kN/m}^2$
 UK log. Spirale = 14.45 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 52.48 m
 Fläche log. Spirale = 363.55 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (γ):
 $N_{c0} = 20.70$; $N_{d0} = 10.65$; $N_{b0} = 4.50$
 Formbeiwerte (γ):
 $v_c = 1.198$; $v_d = 1.180$; $v_b = 0.872$
 Neigungsbeiwerte (γ):
 $i_c = 0.252$; $i_d = 0.322$; $i_b = 0.165$

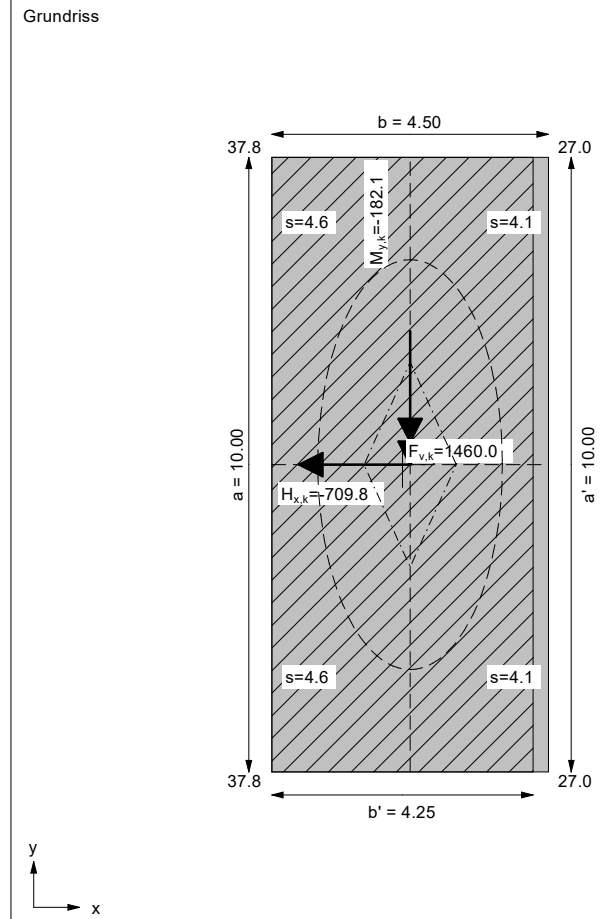
Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 5.35 \text{ m}$ u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 4.36 cm
 Setzungen der KPs:
 links oben = 4.63 cm
 rechts oben = 4.09 cm
 links unten = 4.63 cm
 rechts unten = 4.09 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Verdrehung(y) (KP) = 1 : 619.5

Grundbruch:
Durchstanzen untersucht,
aber nicht maßgebend.
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,V} = 1.20$
 $\sigma_{R,k} = \sigma_{R,d} = 137.4 / 114.52 \text{ kN/m}^2$
 $R_{n,k} = 5841.29 \text{ kN}$
 $R_{n,d} = 4867.75 \text{ kN}$
 $V_d = 1.00 \cdot 1460.00 + 1.00 \cdot 0.00 \text{ kN}$
 $V_d = 1460.00 \text{ kN}$
 μ (parallel zu y) = 0.300
 $\alpha = 25.0^\circ$
 φ wegen 5° Bedingung abgemindert
 $c = 1.04 \text{ kN/m}^2$



Berechnungsgrundlagen:
 Teilbereich IV Grundbruch NW 3c
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-A
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\gamma_G = 1.00$
 $\gamma_Q = 1.00$
 Oberkante Gelände = 4.35 mNNH

Gründungssohle = 3.35 mNHN
Grundwasser = 3.35 mNHN
Grenztiefe mit $p = 20.0\%$
- - - - - 1. Kernweite
- - - - - 2. Kernweite



Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019

Berechnungsgrundlagen:

Teilbereich IV Grundbruch NW 3c

Teilsicherheitskonzept

Gründungssohle = 1.00 mNHN

Grundwasser = 1.00 mNHN

Böschungsneigung = 0.0 °

Bermenbreite = 0.00 m

Sohlneigung = 0.0 °

Grenztiefe mit p = 20.0 %

Bodenkennwerte

UK	γ	γ'	φ	c	E_s	v	Bezeichnung
[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[MN/m²]	[-]	
2.55	18.00	10.00	30.00	0.00	15.00	0.00	Auffüllung
6.15	17.00	7.00	20.00	5.00	1.00	0.00	Schluff
8.75	18.00	10.00	35.00	0.00	30.00	0.00	Sand

Lasten = ständig / veränderlich

Vertikallast $F_{v,k} = 1460.00 / 0.00$ kN

Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -475.74 / -234.04$ kN

Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN

Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m

Moment $M_{y,k} = 297.91 / -480.04$ kN·m

Länge a = 10.000 m

Breite b = 4.500 m

Unter ständigen Lasten:

Exzentrizität $e_x = 0.204$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge $a' = 10.000$ m

Breite $b' = 4.092$ m

Unter Gesamtlasten:

Exzentrizität $e_x = -0.125$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge $a' = 10.000$ m

Breite $b' = 4.251$ m

Grundbruch:

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.20$

$\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 137.43 / 114.52$ kN/m²

$R_{n,k} = 5841.29$ kN

$R_{n,d} = 4867.75$ kN

Durchstanzen untersucht,
aber nicht maßgebend.

$V_d = 1.00 \cdot 1460.00 + 1.00 \cdot 0.0$ kN

$V_d = 1460.0$ kN

μ (parallel zu y) = 0.300

cal $\varphi = 25.0$ °

φ wegen 5° Bedingung abgemindert

cal c = 1.04 kN/m²

cal $\gamma_2 = 8.95$ kN/m³

cal $\sigma_{\bar{u}} = 18.00$ kN/m²

UK log. Spirale = 14.45 m u. GOK

Länge log. Spirale = 52.48 m

Fläche log. Spirale = 363.55 m²

Tragfähigkeitsbeiwerte (y):

$N_c = 20.70$; $N_d = 10.65$; $N_b = 4.50$

Formbeiwerte (y):

$v_c = 1.198$; $v_d = 1.180$; $v_b = 0.872$

Neigungsbeiwerte (y):

$i_c = 0.252$; $i_d = 0.322$; $i_b = 0.165$

Setzung infolge Gesamtlasten:

Grenztiefe $t_g = 5.35$ m u. GOK

Setzung (Mittel aller KPs) = 4.36 cm

Setzungen der KPs:

links oben = 4.63 cm

rechts oben = 4.09 cm

links unten = 4.63 cm

Durch Vergleichsrechnung geprüft

Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Anlage E.2.2 S.2

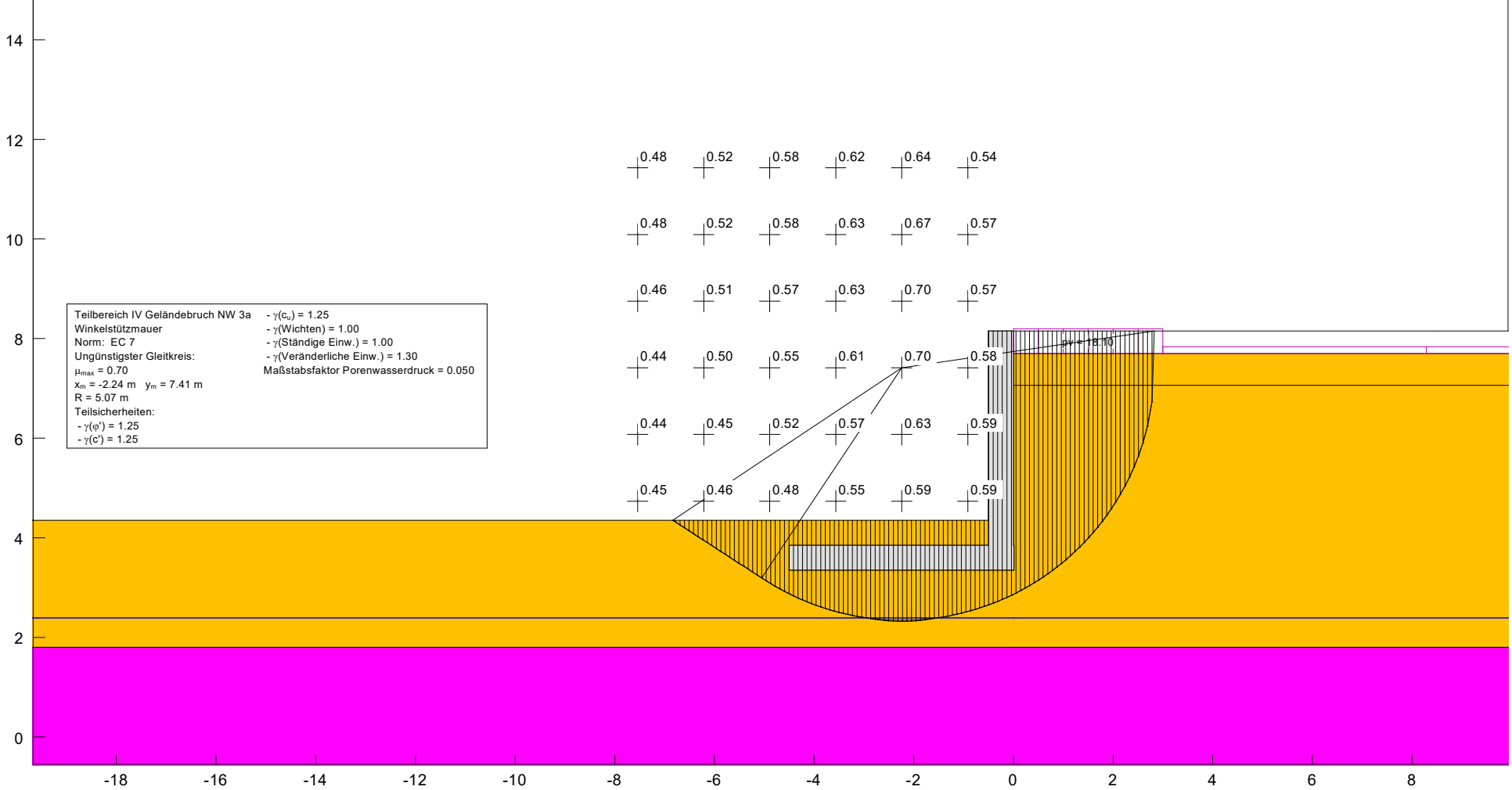
rechts unten = 4.09 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 619.5

Eckspannungen

links oben = 37.8 kN/m²
rechts oben = 27.0 kN/m²
links unten = 37.8 kN/m²
rechts unten = 27.0 kN/m²
Grenztiefe tg = 5.35 m u. GS
Setzung (Mittel aller KPs) = 4.36 cm
Setzungen der KPs:
links oben = 4.63 cm
rechts oben = 4.09 cm
links unten = 4.63 cm
rechts unten = 4.09 cm

UK log. Spirale = 14.45 m u. GS
Länge log. Spirale = 52.48 m
Fläche log. Spirale = 363.55 m²
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 619.5

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	0.00	0.00	0.00	Luft
	32.50	0.00	18.00	Auffüllung NEU
	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
	30.00	0.00	18.00	Auffüllung
	30.00	0.00	20.00	Auffüllung (GW)
	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (GW)
	35.00	0.00	20.00	Sand (GW)
	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
	30.00	0.00	20.00	Auffüllung (GW) (pas)
	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (GW) (pas)
	35.00	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
	40.00	2000.00	25.00	Wand



Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen

Teilbereich IV Geländebruch NW 3a

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

γ [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

x_m, y_m [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes

rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- $\gamma_m(\varphi) = 1.25$

- $\gamma_m(c') = 1.25$

- $\gamma_m(c_u) = 1.25$

- $\gamma_m(\text{Wichten}) = 1.00$

- $\gamma_m(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

- $\gamma_m(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-34.725	4.350	2	-0.500	4.350	3	-0.499	8.150	4	34.725	8.150

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	32.50	0.00	18.00	Auffüllung NEU
3	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
4	30.00	0.00	18.00	Auffüllung
5	30.00	0.00	20.00	Auffüllung (GW)
6	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (GW)
7	35.00	0.00	20.00	Sand (GW)
8	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
9	30.00	0.00	20.00	Auffüllung (GW) (pas)
10	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (GW) (pas)
11	35.00	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
12	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
13	40.00	2000.00	25.00	Wand

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	27.01	0.00	18.00	Auffüllung NEU
3	24.79	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
4	24.79	0.00	18.00	Auffüllung
5	24.79	0.00	20.00	Auffüllung (GW)
6	16.23	4.00	17.00	Schluff Humos (GW)
7	29.26	0.00	20.00	Sand (GW)
8	18.33	8.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
9	24.79	0.00	20.00	Auffüllung (GW) (pas)
10	16.23	4.00	17.00	Schluff Humos (GW) (pas)
11	29.26	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
12	18.33	8.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
13	33.87	1600.00	25.00	Wand

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	-4.500	3.850	-0.500	3.850	3
2	0.000	8.150	0.000	7.700	1
3	0.000	7.700	34.725	7.700	1
4	0.000	7.700	0.000	7.060	2
5	0.000	7.060	34.725	7.060	2
6	0.000	3.850	0.000	7.060	13
7	0.000	3.850	0.010	3.850	4
8	0.010	3.850	0.010	3.350	4

9	-4.500	3.350	0.010	3.350	13
10	0.000	2.390	34.725	2.390	4
11	0.000	1.800	34.725	1.800	5
12	0.000	-1.800	34.725	-1.800	6
13	-34.725	2.390	0.000	2.390	3
14	0.000	-4.400	34.725	-4.400	7
15	-34.725	1.800	0.000	1.800	9
16	-34.725	-1.800	0.000	-1.800	10
17	-34.725	-4.400	0.000	-4.400	11
18	-34.725	-15.000	0.000	-15.000	12
19	0.000	-15.000	34.725	-15.000	8

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-34.725	2.390	2	0.000	2.390	3	0.001	2.390	4	34.725	2.390

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	18.10	0.00	3.00	7.70
2	5.00	5.00	3.00	34.73	7.70

Bauteil 1

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	-0.50	8.15
2	-0.50	3.85
3	-4.50	3.85
4	-4.50	3.35
5	0.01	3.35
6	0.01	3.85
7	0.00	3.85
8	0.00	8.15

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 2.39

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 2.39

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 0.0100 3.3499

x / y (Ende): 1.0100 -14.0000

Anzahl Radien = 40

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	-7.5400	11.4285	11.4516	105	0.4820	2672.223	5543.488	5543.5	0.0	2672.2	0.0
2	-6.2152	11.4285	10.6047	103	0.5227	2301.991	4403.679	4403.7	0.0	2302.0	0.0
3	-4.8904	11.4285	9.8650	102	0.5788	2116.767	3657.395	3657.4	0.0	2116.8	0.0
4	-3.5655	11.4285	9.2595	101	0.6177	1905.004	3083.852	3083.9	0.0	1905.0	0.0
5	-2.2407	11.4285	8.8175	100	0.6379	1667.809	2614.558	2614.6	0.0	1667.8	0.0
6	-0.9159	11.4285	8.9999	100	0.5413	1707.045	3153.737	3153.7	0.0	1707.0	0.0
7	-7.5400	10.0898	11.6648	108	0.4844	3371.992	6960.528	6960.5	0.0	3372.0	0.0
8	-6.2152	10.0898	9.9736	106	0.5211	2384.995	4576.908	4576.9	0.0	2385.0	0.0
9	-4.8904	10.0898	8.7447	103	0.5817	1823.616	3134.723	3134.7	0.0	1823.6	0.0
10	-3.5655	10.0898	8.0518	102	0.6323	1637.706	2589.967	2590.0	0.0	1637.7	0.0
11	-2.2407	10.0898	7.5358	101	0.6713	1437.119	2140.692	2140.7	0.0	1437.1	0.0
12	-0.9159	10.0898	7.6713	100	0.5662	1432.001	2529.277	2529.3	0.0	1432.0	0.0
13	-7.5400	8.7511	10.4097	112	0.4610	2657.256	5763.938	5763.9	0.0	2657.3	0.0
14	-6.2152	8.7511	9.8046	110	0.5145	2584.047	5022.493	5022.5	0.0	2584.0	0.0
15	-4.8904	8.7511	8.1034	107	0.5699	1818.279	3190.516	3190.5	0.0	1818.3	0.0
16	-3.5655	8.7511	6.8957	104	0.6327	1363.641	2155.152	2155.2	0.0	1363.6	0.0
17	-2.2407	8.7511	6.2796	102	0.7016	1168.647	1665.738	1665.7	0.0	1168.6	0.0
18	-0.9159	8.7511	7.6490	101	0.5733	1810.246	3157.376	3157.4	0.0	1810.2	0.0
19	-7.5400	7.4124	13.6425	117	0.4378	7653.966	17484.267	17484.3	0.0	7654.0	0.0

20	-6.2152	7.4124	8.9500	115	0.4987	2197.221	4406.202	4406.2	0.0	2197.2	0.0
21	-4.8904	7.4124	8.3460	112	0.5521	2120.183	3840.012	3840.0	0.0	2120.2	0.0
22	-3.5655	7.4124	5.8240	108	0.6115	1013.863	1657.864	1657.9	0.0	1013.9	0.0
23	-2.2407	7.4124	5.0696	104	0.7048	889.277	1261.728	1261.7	0.0	889.3	0.0
24	-0.9159	7.4124	6.3332	102	0.5826	1354.569	2325.017	2325.0	0.0	1354.6	0.0
25	-7.5400	6.0737	16.6465	124	0.4409	13446.632	30495.267	30495.3	0.0	13446.6	0.0
26	-6.2152	6.0737	12.2473	123	0.4483	6284.590	14017.727	14017.7	0.0	6284.6	0.0
27	-4.8904	6.0737	7.5210	121	0.5209	1636.824	3142.074	3142.1	0.0	1636.8	0.0
28	-3.5655	6.0737	6.5065	117	0.5737	1375.211	2397.153	2397.2	0.0	1375.2	0.0
29	-2.2407	6.0737	3.9534	112	0.6270	518.916	827.653	827.7	0.0	518.9	0.0
30	-0.9159	6.0737	5.0380	108	0.5932	917.896	1547.247	1547.2	0.0	917.9	0.0
31	-7.5400	4.7350	15.1037	134	0.4486	10677.185	23800.875	23800.9	0.0	10677.2	0.0
32	-6.2152	4.7350	15.6266	134	0.4560	12006.832	26332.297	26332.3	0.0	12006.8	0.0
33	-4.8904	4.7350	6.1836	134	0.4762	902.330	1894.845	1894.8	0.0	902.3	0.0
34	-3.5655	4.7350	6.5384	134	0.5525	1326.013	2399.973	2400.0	0.0	1326.0	0.0
35	-2.2407	4.7350	5.0986	132	0.5875	854.899	1455.072	1455.1	0.0	854.9	0.0
36	-0.9159	4.7350	3.3828	130	0.5857	421.501	719.608	719.6	0.0	421.5	0.0

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
23	-2.2407	7.4124	5.0696	104	0.7048	889.277	1261.728	1261.7	0.0	889.3	0.0

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 13.12.2022
Anlage F: Abschnitt C: Teilbereich V, Schnitt 6 F.1 Bemessung Winkelstützwand F.1.1 Niedrigwasserlastfall 3a F.1.2 Niedrigwasserlastfall 3c F.1.3 Hochwasserlastfall 1 F.1.4 Hochwasserlastfall 3 F.2 Nachweis gegen Grundbruch F.2.1 Niedrigwasserlastfall 3a F.2.2 Niedrigwasserlastfall 3c F.3 Nachweis gegen Geländebruch			
			Anlagen

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,70	m NHN
GOK wasserseitig	4,35	m NHN
OK Sporn	3,85	m NHN
UK Sporn	3,35	m NHN
Höhe Wand	4,30	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	4,00	m
Sporndicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,50	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m³
Wichte Wasser	10	kN/m³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand	53,75	kN/m
Eigengewicht Sporn	56,25	kN/m
Eigengewicht Boden	36	kN/m

Zweiseitig begrenzte Auflast		
Breite hinter der Wand	3 m	18,1 kN/m²
Einseitig begrenzte Auflast		
Abstand hinter der Wand	3 m	5 kN/m²

Bemessungsbodenprofil DS 302

GOK = +7,70 m NHN		Bodenart	Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	ϑa	K(agh)	K(0gh)	K(aqh)	K(pgh)
7,7	7,06	Auffüllung (Neu)	18,00	10,00	32,50	0,00	30,00	57,5	0,25	0,46	0,25	6,00
7,06	-0,7	Auffüllung	18,00	10,00	30,00	0,00	40,00	56	0,28	0,50	0,28	5,00
-0,7	-2,6	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,66	0,43	2,61
-2,6	-4,9	Sand	18,00	10,00	35,00	0,00	60,00	56	0,22	0,43	0,22	7,26
-4,9	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38	3,03

Erddruckermittlung

Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m²
eagh	0,64	2,88	kN/m²
eagh	0,64	3,23	kN/m²
eagh	4,35	21,92	kN/m²
Aktivererddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
eaqh	0	4,53	kN/m²
eaqh	0,64	5,07	kN/m²
eaqh	1,79	5,07	kN/m²
eaqh	4,35	6,40	kN/m²
eaqh	4,48	6,47	kN/m²
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	90	

Resultierende Horizontalkräfte					
Kraft	Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment	
Eagh	0,92	3,92	1,35	1,24	3,615744
Eagh	11,97	1,86	1,35	16,16	22,19874
Eagh	34,69	1,24	1,35	46,83	42,89444
Eaah1	2,90	4,03	1,5	4,34	11,67088
Eaah2	18,80	1,86	1,5	28,20	34,87822
Eaah3	1,71	0,85	1,5	2,56	1,455272
Epgh	45,00	0,33	1,4	32,14	15

Resultierende Momente in der Sohlfluge

Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	53,75	2,00	107,50
Moment infolge passiven Erddruck	45,00	0,33	15,00
Wasserseitige Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge Eagh			68,71
Moment infolge Eaah			48,00
Moment infolge der Auflast (Boden)	36	0,25	9

Erddruckermittlung			Resultierende Einwirkungen für die Biegebemessung							
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			Nk	Qk	Hebelarm	y	Nd	Qd	Mk	MED
Erddruck	Tiefe		Eagh	1,71	3,42	1,35		2,30	5,84	7,88
eagh	0	0,00 kN/m²	Eagh	18,49	1,61	1,35		24,96	29,68	40,06
eagh	0,64	5,33 kN/m²	Eagh	46,37	1,07	1,35		62,60	49,61	66,98
eagh	0,64	5,76 kN/m²	Eaah1	5,36	3,53	1,50		8,04	18,92	28,38
eagh	3,85	34,65 kN/m²	Eaah2	29,05	1,61	1,50		43,58	46,63	69,94
			Eaah3	1,97	0,69	1,50		2,96	1,35	2,03
Aktivererddruck infolge Auflast			Epgh	11,25	0,17	1,35		15,19	1,88	2,53
Erddruck	Tiefe		G	53,75		1,00		53,75		
eaqh	0	8,37 kN/m²	Σ	53,75				53,75	129,25	150,15
eaqh	0,64	9,05 kN/m²			91,70					212,74
eaqh	1,79	9,05 kN/m²								
eaqh	3,85	10,96 kN/m²								
eaqh	4,48	11,55 kN/m²								
Passiver Erddruck										
epgh	0	0 kN/m²								
epgh	0,5	45 kN/m²								

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	427,00	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	68,71	kNm/m	
		Veränderlich	48,00	kNm/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,90	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,10	[-]	
		Veränderlich	1,50	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,stab}/M_{d,stab}$		μ	0,38	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	47,57	kN/m	
		Veränderlich	23,40	kN/m	
	Vertikal	Ständig	146,00	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Einwirkung	Ständig	1,35	[-]	
		Veränderlich	1,50	[-]	
	Widerstand		1,10	[-]	
	Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	64,23	kN/m
Veränderlich			35,11	kN/m	
Vertikal		Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			45,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + E_{p,d})$		μ	0,91	[-]
Nachweis	$\mu_{(\text{Gleit})} = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi) + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	1,00	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			122,50	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			-125,71	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			3,21	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			146,00	kN/m	
Ausmitte		$e_x=M/N$	0,02	m	
1. Kernfläche		B/6	0,75	m	
2. Kernfläche		B/3	1,50	m	
Nachweis für e_x		$e_x<B/6$	0,03	< 1,0	
		$e_x<B/3$	0,01	< 1,0	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z -Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x -Richtung		b_x	4,50	m	
$\sigma_1= V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1+6 \cdot e_x/b_x)$			31,49	kN/m²	
$\sigma_2= V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1-6 \cdot e_x/b_x)$			33,40	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen	ständig	$T_{g,k}$	-47,57	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	-23,40	kN/m	
Vertikale Einwirkungen	ständig	N_k	146,00	kN/m	
Momente	ständig		29,79	kNm/m	
	veränderlich		-48,00	kNm/m	
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	$T_{g,k}$	-475,74	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	-234,04	kN/m	
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	N_k	1460,00	kN/m	
Momente auf 10m Breite	ständig	$M_{x,g}$	297,91	kNm/m	
	veränderlich	$M_{x,q}$	-480,04	kNm/m	

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,70	m NHN
GOK wasserseitig	4,35	m NHN
OK Sporn	3,85	m NHN
UK Sporn	3,35	m NHN
Höhe Wand	4,30	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	4,00	m
Spordicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,50	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m³
Wichte Wasser	10	kN/m³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand	53,75	kN/m
Eigengewicht Sporn	56,25	kN/m
Eigengewicht Boden	36	kN/m

Zweiseitig begrenzte Auflast		
Breite hinter der Wand	3 m	18,1 kN/m²
Einseitig begrenzte Auflast		
Abstand hinter der Wand	3 m	5 kN/m²

Bemessungsbodenprofil DS 302												
GOK = +7,70 m NHN		Bodenart	Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	β_a	K(agh)	K(0gh)	K(aqh)	K(pgh)
7,7	7,06	Auffüllung (Neu)	18,00	10,00	32,50	0,00	30,00	57,5	0,25	0,46	0,25	6,00
7,06	-0,7	Auffüllung	18,00	10,00	30,00	0,00	40,00	56	0,28	0,50	0,28	5,00
-0,7	-2,6	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,66	0,43	2,61
-2,6	-4,9	Sand	18,00	10,00	35,00	0,00	60,00	56	0,22	0,43	0,22	7,26
-4,9	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38	3,03

Erddruckermittlung			
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m²
eagh	0,64	2,88	kN/m²
eagh	0,64	3,23	kN/m²
eagh	4,35	21,92	kN/m²
Aktivererddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
eaqh	0	4,53	kN/m²
eaqh	0,64	5,07	kN/m²
eaqh	1,79	5,07	kN/m²
eaqh	4,35	6,40	kN/m²
eaqh	4,48	6,47	kN/m²
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	90	

Resultierende Horizontalkräfte				
Kraft	Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment
Eagh	0,92	3,92	1	0,92
Eagh	11,97	1,86	1	11,97
Eagh	34,69	1,24	1	34,69
Eaah1	2,90	4,03	1	2,90
Eaah2	18,80	1,86	1	18,80
Eaah3	1,71	0,85	1	1,71
Epgh	45,00	0,33	1,2	37,50
				15

Resultierende Momente in der Sohlfuge			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	53,75	2,00	107,50
Moment infolge passiven Erddruck	45,00	0,33	15,00
Wasserseitige Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge Eagh			68,71
Moment infolge Eaah			48,00
Moment infolge der Auflast (Boden)	36	0,25	9

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	427,00	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	68,71	kNm/m	
		Veränderlich	48,00	kNm/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,95	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,stab}/M_{d,stab}$		μ	0,29	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	47,57	kN/m	
		Veränderlich	23,40	kN/m	
	Vertikal	Ständig	146,00	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Einwirkung	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
	Widerstand		1,10	[-]	
	Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	47,57	kN/m
Veränderlich			23,40	kN/m	
Vertikal		Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			45,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(Gleit) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{Gleit} + E_{p,d})$		μ	0,62	[-]
Nachweis	$\mu(Gleit) = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi) + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	1,00	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			122,50	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			-125,71	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			-3,21	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			146,00	kN/m	
Ausmitte		$e_x = M/N$	-0,02	m	
1. Kernfläche		$B/6$	0,75	m	
2. Kernfläche		$B/3$	1,50	m	
Nachweis für e_x		$e_x < B/6$	-0,03	< 1,0	
		$e_x < B/3$	-0,01	< 1,0	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z -Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x -Richtung		b_x	4,50	m	
$\sigma_1 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1+6 \cdot e_x/b_x)$			33,40	kN/m²	
$\sigma_2 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1-6 \cdot e_x/b_x)$			31,49	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen	ständig	$T_{g,k}$	-47,57	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	-23,40	kN/m	
Vertikale Einwirkungen	ständig	N_k	146,00	kN/m	
Momente	ständig		29,79	kNm/m	
	veränderlich		-48,00	kNm/m	
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	$T_{g,k}$	-475,74	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	-234,04	kN/m	
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	N_k	1460,00	kN/m	
Momente auf 10m Breite	ständig	$M_{x,g}$	297,91	kNm/m	
	veränderlich	$M_{q,g}$	-480,04	kNm/m	

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,70	m NHN
GOK wasserseitig	4,35	m NHN
OK Sporn	3,85	m NHN
UK Sporn	3,35	m NHN
Höhe Wand	4,30	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	4,00	m
Sporndicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,50	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m³
Wichte Wasser	10	kN/m³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand über Wasser	3,75	kN/m
Eigengewicht Wand unter Auftrieb	33,75	kN/m
Eigengewicht Sporn	33,75	kN/m
Eigengewicht Boden	20	kN/m

Bemessungsbodenprofil DS 302												
GOK = +7,40 m NHN		Bodenart	Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	φa	K(agh)	K(0gh)	K(aqh)	K(pgh)
7,4	7,06	Auffüllung (Neu)	18,00	10,00	32,50	0,00	30,00	57,5	0,25	0,46	0,25	6,00
7,06	-0,7	Auffüllung	18,00	10,00	30,00	0,00	40,00	56	0,28	0,50	0,28	5,00
-0,7	-2,6	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,66	0,43	2,61
-2,6	-4,9	Sand	18,00	10,00	35,00	0,00	60,00	56	0,22	0,43	0,22	7,26
-4,9	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38	3,03

Erddruckermittlung			
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m²
eagh	0,34	0,85	kN/m²
eagh	0,34	0,95	kN/m²
eagh	4,05	11,34	kN/m²
Aktivererddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
eaqh	0	0,00	kN/m²
eaqh	0,64	0,00	kN/m²
eaqh	1,79	0,00	kN/m²
eaqh	4,35	0,00	kN/m²
eaqh	4,48	0,00	kN/m²
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	50	

Resultierende Horizontalkräfte					
Kraft	Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment	
Eagh	0,14	3,82	1,20	0,17	0,55
Eagh	3,53	1,86	1,20	4,24	6,55
Eagh	19,27	1,24	1,20	23,12	23,83
Eaah1	0,00	4,03	1,20	0,00	0,00
Eaah2	0,00	1,86	1,20	0,00	0,00
Eaah3	0,00	0,85	1,20	0,00	0,00
Epgh	25,00	0,33	1,30	19,23	8,33
H_w1	1,01				
H_w2	18,225				

Resultierende Momente in der Sohlfuge			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	37,50	2,00	75,00
Moment infolge passiven Erddruck	25,00	0,33	8,33
Moment infolge Welle			30,00
Moment infolge Treibgutstoß			
Moment infolge Wasserüberdruck			41,16
Wasserseitige Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge Eagh			30,93
Moment infolge Eaah			0,00
Moment infolge der Auflast (Boden)	20	0,25	5
Moment infolge Auflast aus Wasser	140,00	0,25	35

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	559,57	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	30,93	kNm/m	
		Veränderlich	0,00	kNm/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,90	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,05	[-]	
		Veränderlich	1,25	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,destb}/M_{d,stab}$		μ	0,06	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	3,71	kN/m	
		Veränderlich	-7,50	kN/m	
	Vertikal	Ständig	231,25	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Einwirkung	Ständig	1,20	[-]	
		Veränderlich	1,30	[-]	
	Widerstand		1,10	[-]	
	Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	4,45	kN/m
Veränderlich			-9,75	kN/m	
Vertikal		Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			25,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(Gleit) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{Gleit} + E_{p,d})$		μ	-0,04	[-]
Nachweis	$\mu_{(Gleit)} = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi) + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	-0,04	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			154,49	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			-70,93	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			83,56	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			231,25	kN/m	
Ausmitte		$e_x=M/N$	0,36	m	
1. Kernfläche		B/6	0,75	m	
2. Kernfläche		B/3	1,50	m	
Nachweis für e_x		$e_x<B/6$	0,48	< 1,0	
		$e_x<B/3$	0,24	< 1,0	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z -Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x -Richtung		b_x	4,50	m	
$\sigma_1= V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1-6 \cdot e_x/b_x)$			26,63	kN/m²	
$\sigma_2= V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1+6 \cdot e_x/b_x)$			76,15	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen		ständig	$T_{g,k}$	-3,71	kN/m
		veränderlich	$T_{q,k}$	7,50	kN/m
Vertikale Einwirkungen		ständig	N_{k}	231,25	kN/m
Momente		ständig		45,22	kNm/m
		veränderlich		30,00	kNm/m
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite		ständig	$T_{g,k}$	-37,09	kN/m
		veränderlich	$T_{q,k}$	75,00	kN/m
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite		ständig	N_{k}	2312,50	kN/m
Momente auf 10m Breite		ständig	$M_{x,g}$	452,24	kNm/m
		veränderlich	$M_{q,g}$	300,00	kNm/m

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,40	m NHN
GOK wasserseitig	4,35	m NHN
OK Sporn	3,85	m NHN
UK Sporn	3,35	m NHN
Höhe Wand	4,30	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	4,00	m
Spordicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,50	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m³
Wichte Wasser	10	kN/m³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand über Wasser	9,375	kN/m
Eigengewicht Wand unter Auftrieb	26,625	kN/m
Eigengewicht Sporn	33,75	kN/m
Eigengewicht Boden	20	kN/m

Bemessungsbodenprofil DS 302												
GOK = +7,40 m NHN	Bodenart		Wichte		Leibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	ϕa	K(agh)	K(0gh)	K(aqh)	K(pgh)
7,4	7,06	Auffüllung (Neu)	18,00	10,00	32,50	0,00	30,00	57,5	0,25	0,46	0,25	6,00
7,06	-0,7	Auffüllung	18,00	10,00	30,00	0,00	40,00	56	0,28	0,50	0,28	5,00
-0,7	-2,6	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,66	0,43	2,61
-2,6	-4,9	Sand	18,00	10,00	35,00	0,00	60,00	56	0,22	0,43	0,22	7,26
-4,9	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38	3,03

Erddruckermittlung			
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m²
eagh	0,34	0,85	kN/m²
eagh	0,34	0,95	kN/m²
eagh	4,05	11,34	kN/m²
Aktivererddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	50	

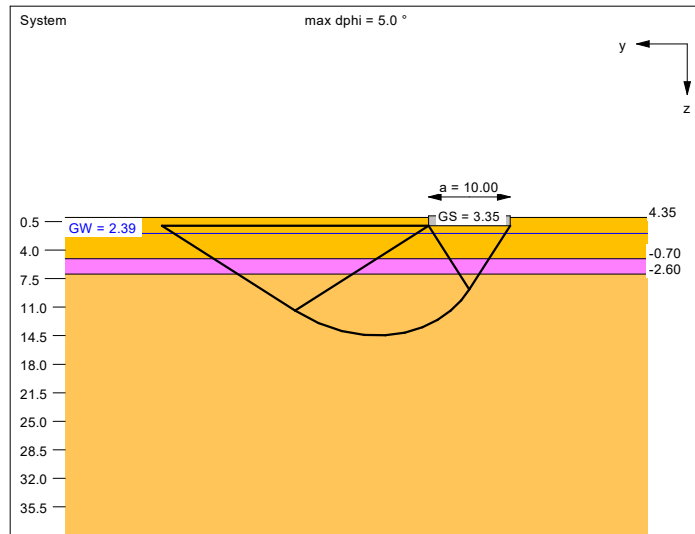
Resultierende Horizontalkräfte					
Kraft		Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment
Eagh	0,14	3,82	1,00	0,14	0,55
Eagh	3,53	1,86	1,00	3,53	6,55
Eagh	19,27	1,24	1,00	19,27	23,83
Eaql1	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Eaql2	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Eaql3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Epgh	25,00	0,33	1,20	20,83	8,33
H w1	1,01				
H w2	18,225				

Resultierende Momente in der Sohlfuge			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	36,00	2,00	72,00
Moment infolge passiven Erddruck	25,00	0,33	8,33
Moment infolge Welle			60,00
Moment infolge Treibgutstoß			52,94
Moment infolge Wasserüberdruck			41,16
Wasserseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge Eagh			30,93
Moment infolge Eaql			0,00
Moment infolge der Auflast (Boden)	20	0,25	5
Moment infolge Auflast aus Wasser	140,00	0,25	35

Erddruckermittlung			Resultierende Einwirkungen für die Biegebemessung							
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			Nk	Qk	Hebelarm	γ	Nd	Qd	Mk	MED
Erddruck	Tiefe									
eagh	0	0,00 kN/m²	Eagh	0,27	3,32	1		0,27	0,89	0,89
eagh	0,34	1,57 kN/m²	Eagh	5,46	1,61	1		5,46	8,76	8,76
eagh	0,34	1,70 kN/m²	Eagh	25,76	1,07	1		25,76	27,56	27,56
eagh	3,55	17,75 kN/m²	Epgh	6,25	0,17	1		6,25	1,04	1,04
Passiver Erddruck			Wa	1,01	3,7	1		1,01	3,75	3,75
epgh	0	0 kN/m²	W	18,225	1,775	1		18,23	32,35	32,35
epgh	0,5	25 kN/m²	W	15,00	3,50	1		15,00	52,50	52,50
			T	11,76	4,00	1		11,76	47,06	47,06
			G	36		1		36		
			Σ	36	20,77			36	20,77	99,49

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	553,19	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	30,93	kNm/m	
		Veränderlich	0,00	kNm/m	
Teilsicherheitbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,95	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,destb}/M_{d,stab}$		μ	0,06	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	3,71	kN/m	
		Veränderlich	-26,76	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Vertikal	Ständig	229,75	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
	Einwirkung	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
Widerstand		1,10	[-]		
Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	3,71	kN/m	
		Veränderlich	-26,76	kN/m	
	Vertikal	Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			25,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(Gleit) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{Gleit} + E_{p,d})$		μ	-0,16	[-]
Nachweis	$\mu_{(Gleit)} = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi) + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	-0,24	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			234,43	kNm/m	
Summe der Momnete (dreht wasserseitig)			-70,93	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			163,50	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			229,75	kN/m	
Ausmitte		$e_x = M/N$	0,71	m	
1. Kernfläche		B/6	0,75	m	
2. Kernfläche		B/3	1,50	m	
Nachweis für e_x		$e_x < B/6$	0,95	< 1,0	
		$e_x < B/3$	0,47	< 1,0	
Sohlpressung unter ständigen Lasten					
Summe der Momente (dreht landseitig)			113,16	kNm/m	
Summe der Momnete (dreht wasserseitig)			-70,93	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			42,22	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			229,75	kN/m	
Ausmitte		$e_x = M/N$	0,18	m	
1. Kernfläche		B/6	0,75	m	
2. Kernfläche		B/3	1,50	m	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z -Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x -Richtung		b_x	4,50	m	
$\sigma_1 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1 - 6 \cdot e_x/b_x)$			38,54	kN/m²	
$\sigma_2 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1 + 6 \cdot e_x/b_x)$			63,57	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen	ständig	$T_{g,k}$	-3,71	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	26,76	kN/m	
Vertikale Einwirkungen	ständig	N_k	229,75	kN/m	
Momente	ständig		42,22	kNm/m	
	veränderlich		112,94	kNm/m	
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	$T_{g,k}$	-37,09	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	267,65	kN/m	
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	N_k	2297,50	kN/m	
Momente auf 10m Breite	ständig	$M_{x,g}$	422,24	kNm/m	
	veränderlich	$M_{q,g}$	1129,41	kNm/m	

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	18.0	10.0	30.0	0.0	40.0	0.00	Sand
	17.0	7.0	20.0	5.0	1.00	0.00	Schluff
	18.0	10.0	35.0	0.0	60.0	0.00	Sand

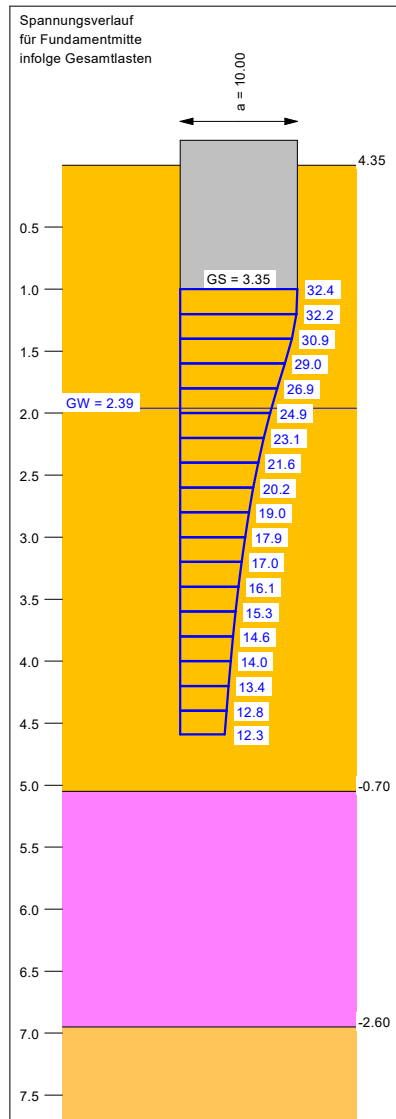


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 1460.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -475.74 / -234.04$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 297.91 / -480.04$ kN·m
 Länge $a = 10.000$ m
 Breite $b = 4.500$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.204$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000$ m
 Breite $b' = 4.092$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = -0.125$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000$ m
 Breite $b' = 4.251$ m

cal $\gamma_2 = 10.38$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 18.00$ kN/m²
 UK log. Spirale = 14.45 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 52.50 m
 Fläche log. Spirale = 363.76 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{d0} = 20.71$; $N_{d0} = 10.66$; $N_{b0} = 4.50$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.198$; $v_d = 1.180$; $v_b = 0.872$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.252$; $i_d = 0.322$; $i_b = 0.165$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_b = 4.59$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.19 cm
 Setzungen der KPs:
 links oben = 0.20 cm
 rechts oben = 0.17 cm
 links unten = 0.20 cm
 rechts unten = 0.17 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Verdrehung(y) (KP) = 1 : 9926.1

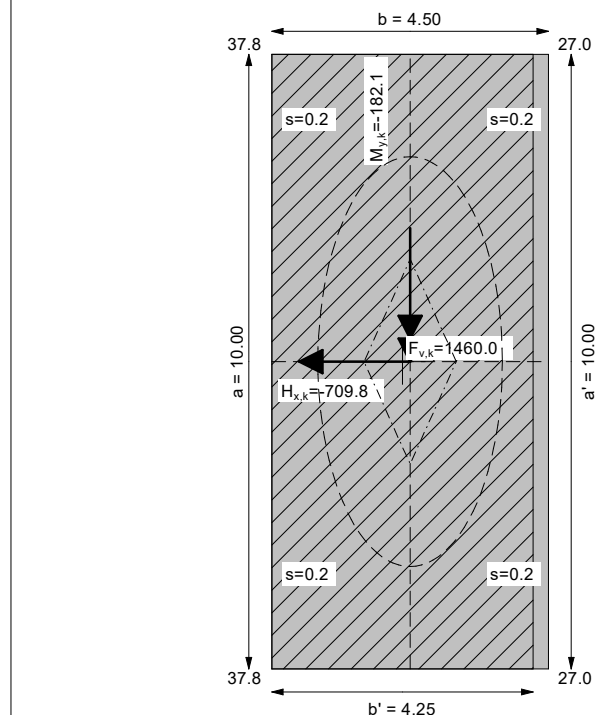
Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 143.8 / 102.73$ kN/m²
 $R_{n,k} = 6113.34$ kN
 $R_{n,d} = 4366.67$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 1460.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 1971.00$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.451
 cal $\varphi = 25.0^\circ$
 φ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal $c = 0.55$ kN/m²



Berechnungsgrundlagen:
 Teilabschnitt V Grundbruch NW 3a
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-P
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Oberkante Gelände = 4.35 mNHN

Gründungssohle = 3.35 mNHN
 Grundwasser = 2.39 mNHN
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite

Grundriss



Durch Vergleichsrechnung geprüft
 Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019

Berechnungsgrundlagen:

Teilabschnitt V Grundbruch NW 3a

Teilsicherheitskonzept

Gründungssohle = 1.00 mNHN

Grundwasser = 1.96 mNHN

Böschungsneigung = 0.0 °

Bermenbreite = 0.00 m

Sohlneigung = 0.0 °

Grenztiefe mit p = 20.0 %

Bodenkennwerte

UK	γ	γ'	φ	c	E_s	v	Bezeichnung
[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[MN/m²]	[-]	
5.05	18.00	10.00	30.00	0.00	40.00	0.00	Sand
6.95	17.00	7.00	20.00	5.00	1.00	0.00	Schluff
9.25	18.00	10.00	35.00	0.00	60.00	0.00	Sand

Lasten = ständig / veränderlich

Vertikallast $F_{v,k} = 1460.00 / 0.00$ kN

Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -475.74 / -234.04$ kN

Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN

Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m

Moment $M_{y,k} = 297.91 / -480.04$ kN·m

Länge a = 10.000 m

Breite b = 4.500 m

Unter ständigen Lasten:

Exzentrizität $e_x = 0.204$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge $a' = 10.000$ m

Breite $b' = 4.092$ m

Unter Gesamtlasten:

Exzentrizität $e_x = -0.125$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge $a' = 10.000$ m

Breite $b' = 4.251$ m

Grundbruch:

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$

$\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 143.83 / 102.73$ kN/m²

$R_{n,k} = 6113.34$ kN

$R_{n,d} = 4366.67$ kN

Durchstanzen untersucht,

aber nicht maßgebend.

$V_d = 1.35 \cdot 1460.00 + 1.50 \cdot 0.0$ kN

$V_d = 1971.0$ kN

μ (parallel zu y) = 0.451

cal $\varphi = 25.0$ °

φ wegen 5° Bedingung abgemindert

cal c = 0.55 kN/m²

cal $\gamma_2 = 10.38$ kN/m³

cal $\sigma_{\bar{u}} = 18.00$ kN/m²

UK log. Spirale = 14.45 m u. GOK

Länge log. Spirale = 52.50 m

Fläche log. Spirale = 363.76 m²

Tragfähigkeitsbeiwerte (y):

$N_c = 20.71$; $N_d = 10.66$; $N_b = 4.50$

Formbeiwerte (y):

$v_c = 1.198$; $v_d = 1.180$; $v_b = 0.872$

Neigungsbeiwerte (y):

$i_c = 0.252$; $i_d = 0.322$; $i_b = 0.165$

Setzung infolge Gesamtlasten:

Grenztiefe $t_g = 4.59$ m u. GOK

Setzung (Mittel aller KPs) = 0.19 cm

Setzungen der KPs:

links oben = 0.20 cm

rechts oben = 0.17 cm

links unten = 0.20 cm

Durch Vergleichsrechnung geprüft

Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Anlage F.2.1 S.2

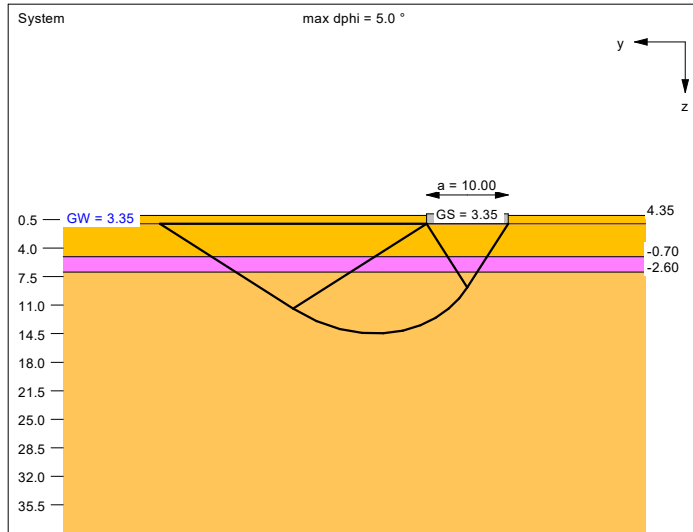
rechts unten = 0.17 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 9926.1

Eckspannungen

links oben = 37.8 kN/m²
rechts oben = 27.0 kN/m²
links unten = 37.8 kN/m²
rechts unten = 27.0 kN/m²
Grenztiefe tg = 4.59 m u. GS
Setzung (Mittel aller KPs) = 0.19 cm
Setzungen der KPs:
links oben = 0.20 cm
rechts oben = 0.17 cm
links unten = 0.20 cm
rechts unten = 0.17 cm

UK log. Spirale = 14.45 m u. GS
Länge log. Spirale = 52.50 m
Fläche log. Spirale = 363.76 m²
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 9926.1

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	18.0	10.0	30.0	0.0	40.0	0.00	Sand
	17.0	7.0	20.0	5.0	1.00	0.00	Schluff
	18.0	10.0	35.0	0.0	60.0	0.00	Sand

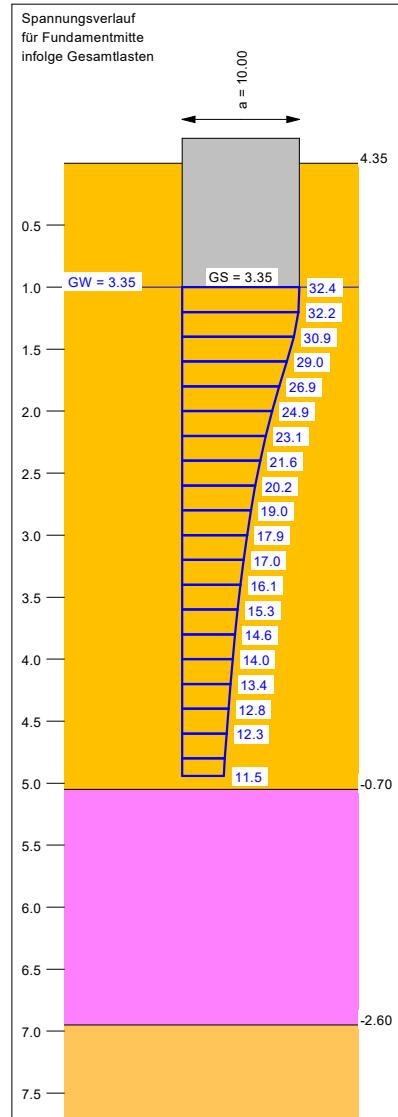


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 1460.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -475.74 / -234.04$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 297.91 / -480.04$ kN·m
 Länge $a = 10.000$ m
 Breite $b = 4.500$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.204$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000$ m
 Breite $b' = 4.092$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = -0.125$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000$ m
 Breite $b' = 4.251$ m

cal $\gamma_2 = 9.50$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 18.00$ kN/m²
 UK log. Spirale = 14.45 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 52.50 m
 Fläche log. Spirale = 363.76 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{30} = 20.71$; $N_{40} = 10.66$; $N_{60} = 4.50$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.198$; $v_d = 1.180$; $v_b = 0.872$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.252$; $i_d = 0.322$; $i_b = 0.165$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_b = 4.94$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.20 cm
 Setzungen der KPs:
 links oben = 0.21 cm
 rechts oben = 0.18 cm
 links unten = 0.21 cm
 rechts unten = 0.18 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Verdrehung(y) (KP) = 1 : 9687.4

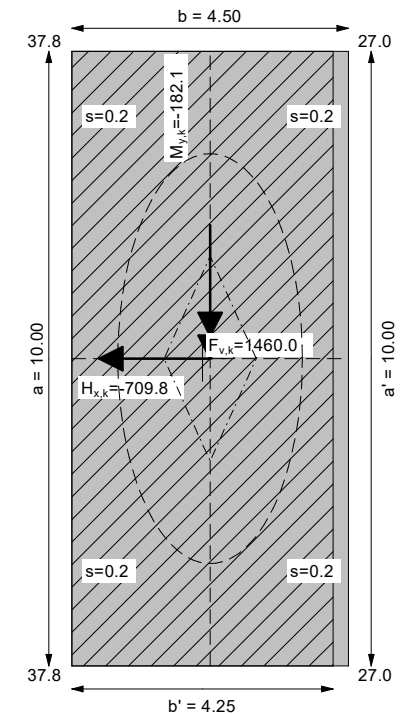
Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 138.1 / 115.09$ kN/m²
 $R_{n,k} = 5870.32$ kN
 $R_{n,d} = 4891.93$ kN
 $V_d = 1.00 \cdot 1460.00 + 1.00 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 1460.00$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.298
 cal $\varphi = 25.0^\circ$
 φ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal c = 0.55 kN/m²



Berechnungsgrundlagen:
 Teilabschnitt V Grundbruch NW 3c
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-A
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\gamma_G = 1.00$
 $\gamma_Q = 1.00$
 Oberkante Gelände = 4.35 mNHN

Gründungssohle = 3.35 mNHN
 Grundwasser = 3.35 mNHN
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite

Grundriss



Durch Vergleichsrechnung geprüft
 Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019

Berechnungsgrundlagen:

Teilabschnitt V Grundbruch NW 3c

Teilsicherheitskonzept

Gründungssohle = 1.00 mNHN

Grundwasser = 1.00 mNHN

Böschungsneigung = 0.0 °

Bermenbreite = 0.00 m

Sohlneigung = 0.0 °

Grenztiefe mit p = 20.0 %

Bodenkennwerte

UK	γ	γ'	φ	c	E_s	v	Bezeichnung
[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[MN/m²]	[-]	
5.05	18.00	10.00	30.00	0.00	40.00	0.00	Sand
6.95	17.00	7.00	20.00	5.00	1.00	0.00	Schluff
9.25	18.00	10.00	35.00	0.00	60.00	0.00	Sand

Lasten = ständig / veränderlich

Vertikallast $F_{v,k} = 1460.00 / 0.00$ kN

Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -475.74 / -234.04$ kN

Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN

Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m

Moment $M_{y,k} = 297.91 / -480.04$ kN·m

Länge a = 10.000 m

Breite b = 4.500 m

Unter ständigen Lasten:

Exzentrizität $e_x = 0.204$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge $a' = 10.000$ m

Breite $b' = 4.092$ m

Unter Gesamtlasten:

Exzentrizität $e_x = -0.125$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge $a' = 10.000$ m

Breite $b' = 4.251$ m

Grundbruch:

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.20$

$\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 138.11 / 115.09$ kN/m²

$R_{n,k} = 5870.32$ kN

$R_{n,d} = 4891.93$ kN

Durchstanzen untersucht,
aber nicht maßgebend.

$V_d = 1.00 \cdot 1460.00 + 1.00 \cdot 0.0$ kN

$V_d = 1460.0$ kN

μ (parallel zu y) = 0.298

cal $\varphi = 25.0$ °

φ wegen 5° Bedingung abgemindert

cal c = 0.55 kN/m²

cal $\gamma_2 = 9.50$ kN/m³

cal $\sigma_{\bar{u}} = 18.00$ kN/m²

UK log. Spirale = 14.45 m u. GOK

Länge log. Spirale = 52.50 m

Fläche log. Spirale = 363.76 m²

Tragfähigkeitsbeiwerte (y):

$N_c = 20.71$; $N_d = 10.66$; $N_b = 4.50$

Formbeiwerte (y):

$v_c = 1.198$; $v_d = 1.180$; $v_b = 0.872$

Neigungsbeiwerte (y):

$i_c = 0.252$; $i_d = 0.322$; $i_b = 0.165$

Setzung infolge Gesamtlasten:

Grenztiefe $t_g = 4.94$ m u. GOK

Setzung (Mittel aller KPs) = 0.20 cm

Setzungen der KPs:

links oben = 0.21 cm

rechts oben = 0.18 cm

links unten = 0.21 cm

Durch Vergleichsrechnung geprüft

Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Anlage F.2.2 S.2

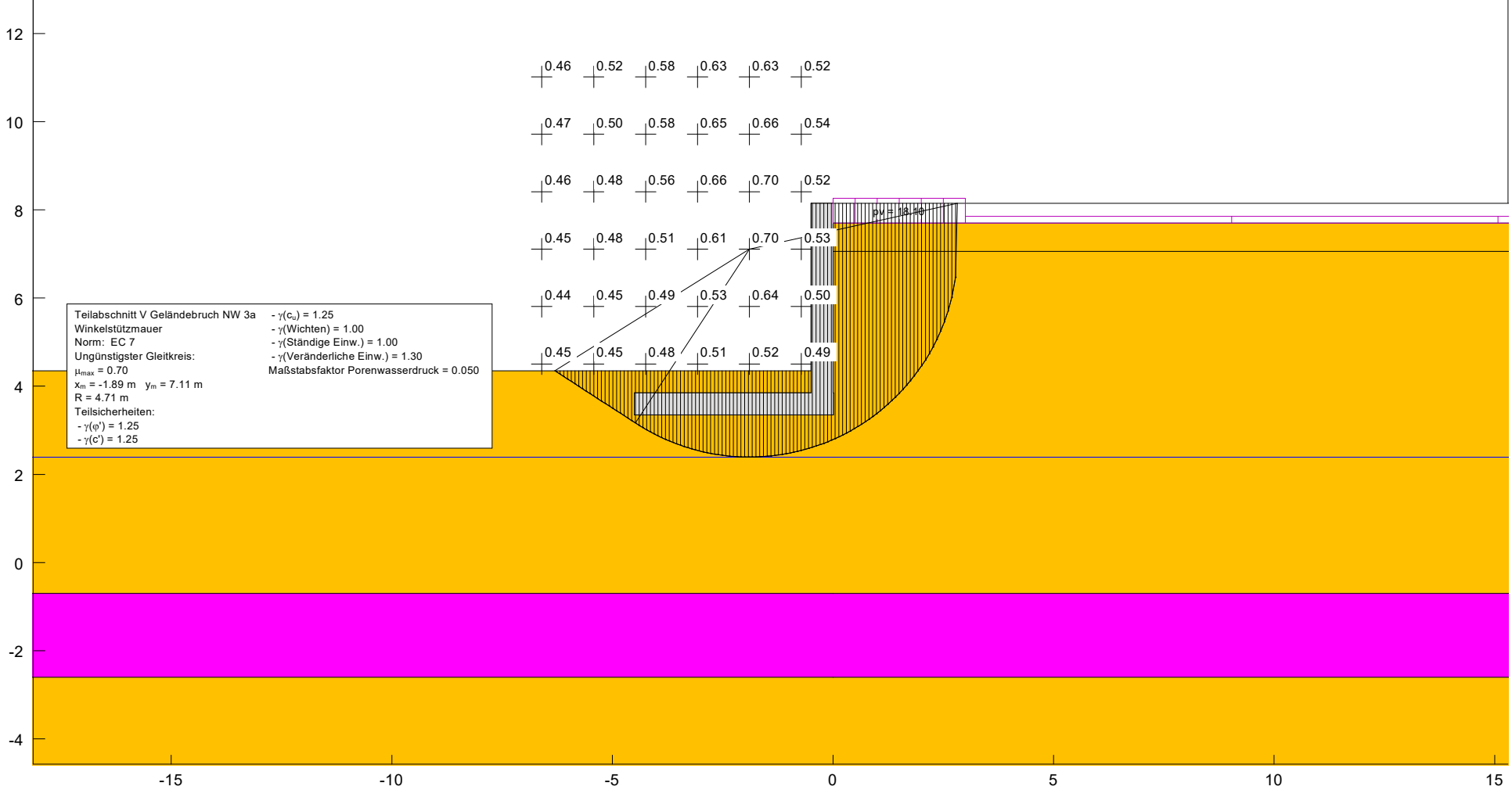
rechts unten = 0.18 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 9687.4

Eckspannungen

links oben = 37.8 kN/m²
rechts oben = 27.0 kN/m²
links unten = 37.8 kN/m²
rechts unten = 27.0 kN/m²
Grenztiefe tg = 4.94 m u. GS
Setzung (Mittel aller KPs) = 0.20 cm
Setzungen der KPs:
links oben = 0.21 cm
rechts oben = 0.18 cm
links unten = 0.21 cm
rechts unten = 0.18 cm

UK log. Spirale = 14.45 m u. GS
Länge log. Spirale = 52.50 m
Fläche log. Spirale = 363.76 m²
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 9687.4

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	0.00	0.00	0.00	Luft
	32.50	0.00	18.00	Auffüllung NEU
	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
	30.00	0.00	18.00	Auffüllung
	30.00	0.00	20.00	Auffüllung (GW)
	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (GW)
	35.00	0.00	20.00	Sand (GW)
	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
	30.00	0.00	20.00	Auffüllung (GW) (pas)
	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (GW) (pas)
	35.00	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
	40.00	2000.00	25.00	Wand



Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen

Teilabschnitt V Geländebruch NW 3a

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

γ [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

x_m, y_m [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes

rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- $\gamma_m(\varphi) = 1.25$

- $\gamma_m(c') = 1.25$

- $\gamma_m(c_u) = 1.25$

- $\gamma_m(\text{Wichten}) = 1.00$

- $\gamma_m(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

- $\gamma_m(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-39.225	4.350	2	-0.500	4.350	3	-0.499	8.150	4	39.225	8.150

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	32.50	0.00	18.00	Auffüllung NEU
3	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
4	30.00	0.00	18.00	Auffüllung
5	30.00	0.00	20.00	Auffüllung (GW)
6	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (GW)
7	35.00	0.00	20.00	Sand (GW)
8	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
9	30.00	0.00	20.00	Auffüllung (GW) (pas)
10	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (GW) (pas)
11	35.00	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
12	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
13	40.00	2000.00	25.00	Wand

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	27.01	0.00	18.00	Auffüllung NEU
3	24.79	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
4	24.79	0.00	18.00	Auffüllung
5	24.79	0.00	20.00	Auffüllung (GW)
6	16.23	4.00	17.00	Schluff Humos (GW)
7	29.26	0.00	20.00	Sand (GW)
8	18.33	8.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
9	24.79	0.00	20.00	Auffüllung (GW) (pas)
10	16.23	4.00	17.00	Schluff Humos (GW) (pas)
11	29.26	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
12	18.33	8.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
13	33.87	1600.00	25.00	Wand

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	-4.500	3.850	-0.500	3.850	3
2	0.000	8.150	0.000	7.700	1
3	0.000	7.700	39.225	7.700	1
4	0.000	7.700	0.000	7.060	2
5	0.000	7.060	39.225	7.060	2
6	0.000	3.850	0.000	7.060	13
7	0.000	3.850	0.010	3.850	4
8	0.010	3.850	0.010	3.350	4

9	-4.500	3.350	0.010	3.350	13
10	0.000	2.390	39.225	2.390	4
11	0.000	-0.700	39.225	-0.700	5
12	0.000	-2.600	39.225	-2.600	6
13	-39.225	2.390	0.000	2.390	3
14	0.000	-4.900	39.225	-4.900	7
15	-39.225	-0.700	0.000	-0.700	9
16	-39.225	-2.600	0.000	-2.600	10
17	-39.225	-4.900	0.000	-4.900	11
18	-39.225	-18.000	0.000	-18.000	12
19	0.000	-18.000	39.225	-18.000	8

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-39.225	2.390	2	0.000	2.390	3	0.001	2.390	4	39.225	2.390

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	18.10	0.00	3.00	7.70
2	5.00	5.00	3.00	39.23	7.70

Bauteil 1

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	-0.50	8.15
2	-0.50	3.85
3	-4.50	3.85
4	-4.50	3.35
5	0.01	3.35
6	0.01	3.85
7	0.00	3.85
8	0.00	8.15

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 2.39

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 2.39

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 0.0100 3.3499

x / y (Ende): 1.0100 -17.0000

Anzahl Radien = 40

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	-6.6009	11.0150	13.4311	105	0.4611	5244.991	11375.446	11375.4	0.0	5245.0	0.0
2	-6.6009	9.7127	11.9655	107	0.4671	4333.462	9277.521	9277.5	0.0	4333.5	0.0
3	-6.6009	8.4104	10.6005	112	0.4596	3344.043	7275.858	7275.9	0.0	3344.0	0.0
4	-6.6009	7.1081	9.3722	118	0.4500	2584.703	5743.803	5743.8	0.0	2584.7	0.0
5	-6.6009	5.8058	19.3701	128	0.4423	20815.807	47058.667	47058.7	0.0	20815.8	0.0
6	-6.6009	4.5035	18.3832	140	0.4534	18459.840	40714.848	40714.8	0.0	18459.8	0.0
7	-5.4243	11.0150	9.8797	103	0.5178	2192.161	4233.210	4233.2	0.0	2192.2	0.0
8	-5.4243	9.7127	8.8453	105	0.5029	1907.642	3792.924	3792.9	0.0	1907.6	0.0
9	-5.4243	8.4104	10.7133	109	0.4813	3722.312	7733.146	7733.1	0.0	3722.3	0.0
10	-5.4243	7.1081	9.3590	115	0.4787	2841.880	5937.143	5937.1	0.0	2841.9	0.0
11	-5.4243	5.8058	7.7367	125	0.4527	1741.389	3846.914	3846.9	0.0	1741.4	0.0
12	-5.4243	4.5035	19.0675	140	0.4546	20683.074	45495.650	45495.6	0.0	20683.1	0.0
13	-4.2477	11.0150	9.2616	102	0.5823	1982.144	3403.891	3403.9	0.0	1982.1	0.0
14	-4.2477	9.7127	8.1451	103	0.5818	1701.577	2924.834	2924.8	0.0	1701.6	0.0
15	-4.2477	8.4104	7.0967	106	0.5624	1423.735	2531.568	2531.6	0.0	1423.7	0.0
16	-4.2477	7.1081	6.1540	112	0.5076	1065.815	2099.841	2099.8	0.0	1065.8	0.0
17	-4.2477	5.8058	7.6885	122	0.4899	1978.964	4039.585	4039.6	0.0	1979.0	0.0
18	-4.2477	4.5035	7.0701	140	0.4799	1481.426	3086.728	3086.7	0.0	1481.4	0.0
19	-3.0710	11.0150	8.7624	101	0.6282	1794.148	2856.079	2856.1	0.0	1794.1	0.0

20	-3.0710	9.7127	7.5683	102	0.6499	1538.197	2366.829	2366.8	0.0	1538.2	0.0
21	-3.0710	8.4104	6.4199	104	0.6576	1270.722	1932.430	1932.4	0.0	1270.7	0.0
22	-3.0710	7.1081	5.3495	108	0.6095	903.522	1482.295	1482.3	0.0	903.5	0.0
23	-3.0710	5.8058	4.4208	118	0.5258	579.178	1101.556	1101.6	0.0	579.2	0.0
24	-3.0710	4.5035	7.0094	139	0.5051	1586.766	3141.444	3141.4	0.0	1586.8	0.0
25	-1.8944	11.0150	8.4048	100	0.6320	1582.061	2503.253	2503.3	0.0	1582.1	0.0
26	-1.8944	9.7127	7.1474	101	0.6623	1334.392	2014.789	2014.8	0.0	1334.4	0.0
27	-1.8944	8.4104	5.9112	102	0.6964	1073.968	1542.061	1542.1	0.0	1074.0	0.0
28	-1.8944	7.1081	4.7149	106	0.6998	793.728	1134.185	1134.2	0.0	793.7	0.0
29	-1.8944	5.8058	3.6048	115	0.6358	457.376	719.396	719.4	0.0	457.4	0.0
30	-1.8944	4.5035	2.7134	138	0.5206	216.168	415.235	415.2	0.0	216.2	0.0
31	-0.7178	11.0150	8.7180	100	0.5217	1683.944	3228.012	3228.0	0.0	1683.9	0.0
32	-0.7178	9.7127	7.4225	101	0.5434	1386.586	2551.567	2551.6	0.0	1386.6	0.0
33	-0.7178	8.4104	6.6393	101	0.5233	1311.942	2506.929	2506.9	0.0	1311.9	0.0
34	-0.7178	7.1081	5.3537	103	0.5326	961.729	1805.625	1805.6	0.0	961.7	0.0
35	-0.7178	5.8058	4.5925	109	0.5020	772.507	1538.987	1539.0	0.0	772.5	0.0
36	-0.7178	4.5035	3.3849	139	0.4899	422.704	862.872	862.9	0.0	422.7	0.0

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
28	-1.8944	7.1081	4.7149	106	0.6998	793.728	1134.185	1134.2	0.0	793.7	0.0

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 13.12.2022
Anlage G: Abschnitt C: Teilbereich VI, Schnitt 7 G.1 Bemessung Winkelstützwand G.1.1 Niedrigwasserlastfall 3a G.1.2 Niedrigwasserlastfall 3c G.1.3 Hochwasserlastfall 1 G.1.4 Hochwasserlastfall 3 G.2 Nachweis gegen Grundbruch G.2.1 Niedrigwasserlastfall 3a G.2.2 Niedrigwasserlastfall 3c G.3 Nachweis gegen Geländebruch			
			Anlagen

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,70	m NHN
GOK wasserseitig	4,35	m NHN
OK Sporn	3,85	m NHN
UK Sporn	3,35	m NHN
Höhe Wand	4,30	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	4,00	m
Spornbreite	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,50	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m³
Wichte Wasser	10	kN/m³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand	53,75	kN/m
Eigengewicht Sporn	56,25	kN/m
Eigengewicht Boden	36	kN/m

Zweiseitig begrenzte Auflast		
Breite hinter der Wand	3 m	18,1 kN/m²
Einseitig begrenzte Auflast		
Abstand hinter der Wand	3 m	5 kN/m²

Bemessungsbodenprofil DS 303											
GOK = +7,70 m NHN	Bodenart		Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	δa	K(agh)	K(0gh)	K(pgh)
7,7	0,6	Auffüllung (Neu)	18,00	10,00	32,50	0,00	10,00	57,5	0,25	0,46	0,25
0,6	-2,1	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	2,00	50	0,43	0,66	0,43
-2,1	-5	Sand	19,00	11,00	35,00	0,00	60,00	58,9	0,22	0,43	0,22
-5	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38

Erddruckermittlung			
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m²
eagh	4,35	19,58	kN/m²

Resultierende Horizontalkräfte				
Kraft	Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment
Eagh	42,58	1,45	57,48	61,734656
Eaqh1	19,68	3,39	29,53	66,814415
Eaqh3	2,29	0,81	3,43	1,8577455
Epgh	45,00	0,33	32,14	15

Aktivererddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
eaqh	0	4,53	kN/m²
eaqh	1,91	4,53	kN/m²
eaqh	4,35	6,40	kN/m²
eaqh	4,71	6,68	kN/m²

Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	90	

Angesetzt auffüllung mit 18/10 phi 30

Resultierende Momente in der Sohlfuge			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	53,75	2,00	107,50
Moment infolge passiven Erddruck	45,00	0,33	15,00
Wasserseitige Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge Eagh			61,73
Moment infolge Eaqh			68,67
Moment infolge der Auflast (Boden)	36	0,25	9

Erddruckermittlung			
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m²
eagh	3,85	32,07	kN/m²
Aktivererddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
eaqh	0,00	8,37	kN/m²
eaqh	1,91	8,37	kN/m²
eaqh	3,85	6,01	kN/m²
eaqh	4,71	7,81	kN/m²
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	kN/m²
epgh	0,5	45	kN/m²

Resultierende Einwirkungen für die Biegebemessung							
	Nk	Qk	Hebelarm	γ	Nd	Qd	Mk
Eagh		61,73	1,28	1,35		83,33	79,21
Eaqh1		16,01	2,89	1,50		24,01	46,33
Eaqh2		16,24	0,97	1,50		24,36	15,74
Eaqh3		-2,29	0,65	1,50		-3,43	-1,48
Epgh		11,25	0,17	1,35		15,19	1,88
G	53,75			1,00	53,75		
Σ	53,75	80,43			53,75	113,08	137,93
							195,29

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	427,00	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	61,73	kNm/m	
		Veränderlich	68,67	kNm/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,90	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,10	[-]	
		Veränderlich	1,50	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,stab}/M_{d,stab}$		μ	0,44	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	42,58	kN/m	
		Veränderlich	21,97	kN/m	
	Vertikal	Ständig	146,00	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Einwirkung	Ständig	1,35	[-]	
		Veränderlich	1,50	[-]	
	Widerstand		1,10	[-]	
	Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	57,48	kN/m
Veränderlich			32,95	kN/m	
Vertikal		Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			45,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/V_{\text{Gleit}} + E_{p,d})$		μ	0,83	[-]
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi) + (1/3) \cdot E_{p,d})$		μ	0,91	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			107,50	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			-139,41	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			-31,91	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			146,00	kN/m	
Ausmitte		$e_x=M/N$	0,22	m	
1. Kernfläche		B/6	0,75	m	
2. Kernfläche		B/3	1,50	m	
Nachweis für e_x		$e_x<B/6$	0,29	< 1,0	
		$e_x<B/3$	0,15	< 1,0	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z -Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x -Richtung		b_x	4,50	m	
$\sigma_1=V/[(b_x \cdot b_z) \cdot (1+6 \cdot e_x/b_x)]$			22,99	kN/m²	
$\sigma_2=V/[(b_x \cdot b_z) \cdot (1+6 \cdot e_x/b_x)]$			41,90	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen	ständig	T_g,k	-42,58	kN/m	
	veränderlich	T_q,k	-21,97	kN/m	
Vertikale Einwirkungen	ständig	N_k	146,00	kN/m	
	ständig		36,77	kN/m/m	
Momente	ständig		-68,67	kN/m/m	
	veränderlich				
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	T_g,k	-425,76	kN/m	
	veränderlich	T_q,k	-219,69	kN/m	
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	N_k	1460,00	kN/m	
	ständig	M_x,g	367,65	kNm/m	
Momente auf 10m Breite	ständig	M_x,g	367,65	kNm/m	
	veränderlich	M_q,g	-686,72	kNm/m	

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,70	m NHN
GOK wasserseitig	4,35	m NHN
OK Sporn	3,85	m NHN
UK Sporn	3,35	m NHN
Höhe Wand	4,30	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	4,00	m
Sporn Dicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,50	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m ³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m ³
Wichte Wasser	10	kN/m ³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand	53,75	kN/m
Eigengewicht Sporn	56,25	kN/m
Eigengewicht Boden	36	kN/m

Zweiseitig begrenzte Auflast		
Breite hinter der Wand	3 m	18,1 kN/m ²
Einseitig begrenzte Auflast		
Abstand hinter der Wand	3 m	5 kN/m ²

Bemessungsbodenprofil DS 301

GOK = +7,70 m NHN		Bodenart	Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	sa	K(agh)	K(0gh)	K(aqh)	K(pgh)
7,7	0,6	Auffüllung (Neu)	18,00	10,00	32,50	0,00	10,00	57,5	0,25	0,46	0,25	6,00
0,6	-2,1	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,66	0,43	2,61
-2,1	-5	Sand	19,00	11,00	35,00	0,00	60,00	58,9	0,22	0,43	0,22	7,26
-5	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38	3,03

Erddruckermittlung

Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m ²
eagh	4,35	19,58	kN/m ²

Resultierende Horizontalkräfte				
Kraft	Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment
Eagh	42,58	1,45	42,58	61,734656
Eaqh1	19,68	3,39	19,68	66,814415
Eaqh3	2,29	0,81	2,29	1,8577455
Epgh	45,00	0,33	37,50	15

Aktivererddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
eaqh	0	4,53	kN/m ²
eaqh	1,91	4,53	kN/m ²
eaqh	4,35	6,40	kN/m ²
eaqh	4,71	6,68	kN/m ²

Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	90	

Angesetzt auffüllung mit 18/10 phi 30

Resultierende Momente in der Sohlfuge			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	53,75	2,00	107,50
Moment infolge passiven Erddruck	45,00	0,33	15,00
Wasserseitige Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge Eagh			61,73
Moment infolge Eaqh			68,67
Moment infolge der Auflast (Boden)	36,00	0,25	9,00

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	427,00	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	61,73	kNm/m	
		Veränderlich	68,67	kNm/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,95	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,stab}/M_{d,stab}$		μ	0,32	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	42,58	kN/m	
		Veränderlich	21,97	kN/m	
	Vertikal	Ständig	146,00	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Einwirkung	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
	Widerstand		1,10	[-]	
	Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	42,58	kN/m
Veränderlich			21,97	kN/m	
Vertikal		Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			45,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + E_{p,d})$		μ	0,57	[-]
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi) + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	0,91	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			107,50	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			-139,41	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			-31,91	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			146,00	kN/m	
Ausmitte		$e_x=M/N$	0,22	m	
1. Kernfläche		B/6	0,75	m	
2. Kernfläche		B/3	1,50	m	
Nachweis für e_x		$e_x<B/6$	0,29	< 1,0	
		$e_x<B/3$	0,15	< 1,0	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z -Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x -Richtung		b_x	4,50	m	
$\sigma_1=V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1-6 \cdot e_x/b_x)$			22,99	kN/m²	
$\sigma_2=V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1+6 \cdot e_x/b_z)$			41,90	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen	ständig	$T_{g,k}$	-42,58	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	-21,97	kN/m	
Vertikale Einwirkungen	ständig	N_k	146,00	kN/m	
Momente	ständig		36,77	kNm/m	
	veränderlich		-68,67	kNm/m	
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	$T_{g,k}$	-425,76	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	-219,69	kN/m	
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	N_k	1460,00	kN/m	
Momente auf 10m Breite	ständig	$M_{x,g}$	367,65	kNm/m	
	veränderlich	$M_{q,g}$	-686,72	kNm/m	

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,70	m NHN
GOK wasserseitig	4,35	m NHN
OK Sporn	3,85	m NHN
UK Sporn	3,35	m NHN
Höhe Wand	4,30	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	4,00	m
Sporn Dicke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,50	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m³
Wichte Wasser	10	kN/m³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand über Wasser	9,375	kN/m
Eigengewicht Wand unter Auftrieb	26,625	kN/m
Eigengewicht Sporn	33,75	kN/m
Eigengewicht Boden	20	kN/m

Bemessungsbodenprofil DS 301												
GOK = +7,40 m NHN		Bodenart	Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	φa	K(agh)	K(0gh)	K(aqh)	K(pgh)
7,4	0,6	Auffüllung (Neu)	18,00	10,00	32,50	0,00	10,00	57,5	0,25	0,46	0,25	6,00
0,6	-2,1	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,66	0,43	2,61
-2,1	-5	Sand	19,00	11,00	35,00	0,00	60,00	58,9	0,22	0,43	0,22	7,26
-5	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38	3,03

Erddruckermittlung			
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m²
eagh	4,05	10,13	kN/m²
Aktivererddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
eaqh			kN/m²
eaqh			kN/m²
eaqh			kN/m²
eaqh			kN/m²
eaqh			kN/m²
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	50	

Resultierende Horizontalkräfte					
Kraft	Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment	
Eagh	20,50	1,35	1,20	24,60	27,68
Eagh	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00
Eagh	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00
Eaah1	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00
Eaah2	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00
Eaah3	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00
Epgh	25,00	0,33	1,30	19,23	8,33
H_w	1,01				

Resultierende Momente in der Sohlfuge			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	36,00	2,00	72,00
Moment infolge passiven Erddruck	25,00	0,33	8,33
Moment infolge Welle			30,00
Moment infolge Treibgutstoß			
Moment infolge Wasserüberdruck			4,25
Wasserseitige Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge Eagh			27,68
Moment infolge Eaah			0,00
Moment infolge der Auflast (Boden)	20	0,25	5
Moment infolge Auflast aus Wasser	140,00	0,25	35

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	553,19	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	27,68	kNm/m	
		Veränderlich	0,00	kNm/m	
Teilsicherheitbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,90	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,05	[-]	
		Veränderlich	1,25	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,destb}/M_{d,stab}$		μ	0,06	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	20,50	kN/m	
		Veränderlich	0,00	kN/m	
	Vertikal	Ständig	229,75	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Einwirkung	Ständig	1,20	[-]	
		Veränderlich	1,30	[-]	
	Widerstand		1,10	[-]	
	Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	24,60	kN/m
Veränderlich			0,00	kN/m	
Vertikal		Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			25,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(Gleit) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{Gleit} + E_{p,d})$		μ	0,18	[-]
Nachweis	$\mu_{(Gleit)} = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi) + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	0,21	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			106,25	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			-67,68	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			38,57	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			229,75	kN/m	
Ausmitte		$e_x = M/N$	0,17	m	
1. Kernfläche		B/6	0,75	m	
2. Kernfläche		B/3	1,50	m	
Nachweis für e_x		$e_x < B/6$	0,22	< 1,0	
		$e_x < B/3$	0,11	< 1,0	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z -Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x -Richtung		b_x	4,50	m	
$\sigma_1 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1-6 \cdot e_x/b_x)$			39,63	kN/m²	
$\sigma_2 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1+6 \cdot e_x/b_x)$			62,48	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen	ständig	$T_{g,k}$	-19,49	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	7,50	kN/m	
Vertikale Einwirkungen	ständig	N_k	229,75	kN/m	
Momente	ständig		8,57	kNm/m	
	veränderlich		30,00	kNm/m	
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	$T_{g,k}$	-194,91	kN/m	
	veränderlich	$T_{q,k}$	75,00	kN/m	
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite	ständig	N_k	2297,50	kN/m	
Momente auf 10m Breite	ständig	$M_{x,g}$	85,73	kNm/m	
	veränderlich	$M_{q,g}$	300,00	kNm/m	

Geometrie		
OK Wand	8,15	m NHN
GOK landseitig	7,70	m NHN
GOK wasserseitig	4,35	m NHN
OK Sporn	3,85	m NHN
UK Sporn	3,35	m NHN
Höhe Wand	4,30	m
Wanddicke	0,50	m
Spornlänge	4,00	m
Spornstärke	0,50	m
Breite Sohlfläche B	4,50	m

Wichten		
Wichte Beton	25	kN/m³
Wichte Beton unter Auftrieb	15	kN/m³
Wichte Wasser	10	kN/m³

Eigengewicht der Wand + Boden als Auflast		
Eigengewicht Wand über Wasser	9,375	kN/m
Eigengewicht Wand unter Auftrieb	26,625	kN/m
Eigengewicht Sporn	33,75	kN/m
Eigengewicht Boden	20	kN/m

Bemessungsbodenprofil DS 301												
GOK = +7,40 m NHN	Bodenart		Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	φa	K(agh)	K(0gh)	K(aqh)	K(pgh)
7,4	0,6	Auffüllung (Neu)	18,00	10,00	32,50	0,00	10,00	57,5	0,25	0,46	0,25	6,00
0,6	-2,1	Schluff Humos	17,00	7,00	20,00	5,00	1,00	50	0,43	0,66	0,43	2,61
-2,1	-5	Sand	19,00	11,00	35,00	0,00	60,00	58,9	0,22	0,43	0,22	7,26
-5	-15	Launeburger Ton	20,00	10,00	22,50	10,00	15,00	51,5	0,38	0,62	0,38	3,03

Erddruckermittlung			
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m²
eagh	4,05	10,13	kN/m²
Aktivererddruck infolge Auflast			
Erddruck	Tiefe		
eaqh			kN/m²
eaqh			kN/m²
eaqh			kN/m²
eaqh			kN/m²
eaqh			kN/m²
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	1	50	

Resultierende Horizontalkräfte					
Kraft	Hebelarm	Teilsicherheit	Designwert	Moment	
Eagh	20,50	1,35	1,20	24,60	27,68
Eagh	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00
Eagh	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00
Eaah1	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00
Eaah2	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00
Eaah3	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00
Epggh	25,00	0,33	1,30	19,23	8,33
H_w1	1,01				
H_w2	18,225				

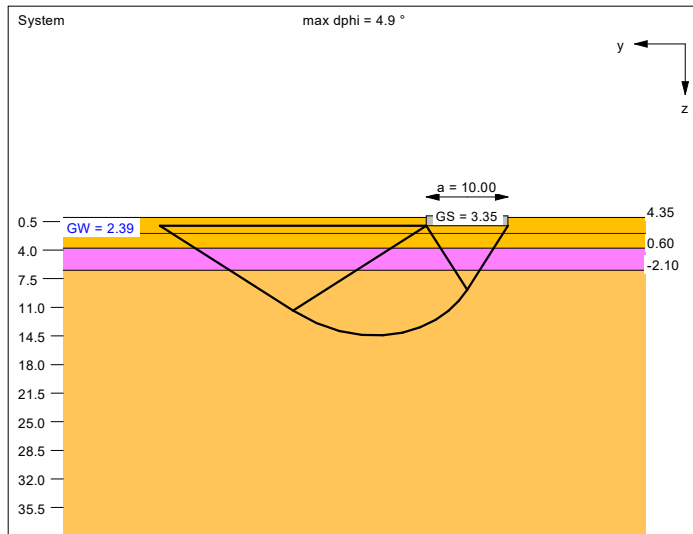
Resultierende Momente in der Sohlfuge			
Landseitig drehende Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge der Wand	36,00	2,00	72,00
Moment infolge passiven Erddruck	25,00	0,33	8,33
Moment infolge Welle			60,00
Moment infolge Treibgutstoß			52,94
Moment infolge Wasserüberdruck			4,25
Wasserseitige Momente	Kraft	Hebelarm	Moment
Moment infolge Eagh			27,68
Moment infolge Eaah			0,00
Moment infolge der Auflast (Boden)	20	0,25	5
Moment infolge Auflast aus Wasser	140,00	0,25	35

Erddruckermittlung			
Aktivererddruck infolge Eigengewicht			
Erddruck	Tiefe		
eagh	0	0,00	kN/m²
eagh	3,55	16,43	kN/m²
Aktivererddruck infolge Auflast			
Passiver Erddruck			
epgh	0	0	
epgh	0,5	25	

Resultierende Einwirkungen für die Biegebemessung								
	Nk	Qk	Hebelarm	γ	Nd	Qd	Mk	MED
Eagh		29,16	1,18	1,00		29,16	34,50	34,50
Eaah1		0,00	0,00	1,00		0,00	0,00	0,00
Eaah2		0,00	0,00	1,00		0,00	0,00	0,00
Eaah3		0,00	0,00	1,00		0,00	0,00	0,00
Epggh		6,25	0,17	1,00		6,25	1,04	1,04
Wa		1,01	3,7	1,00		1,01	3,75	3,75
		18,225	1,775	1,00		18,23	32,35	32,35
W		15,00	3,50	1,00		15,00	52,50	52,50
T		11,76	4,00	1,00		11,76	47,06	47,06
G	36,00			1,00	36,00			
Σ	36,00	23,10			36,00	23,10	102,19	102,19

EQU					
Stabilisierende Einwirkung		Ständig	553,19	kNm/m	
		Veränderlich	-	kNm/m	
Destabilisierende Einwirkung		Ständig	27,68	kNm/m	
		Veränderlich	0,00	kNm/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Stabilisierend	Ständig	0,95	[-]	
		Veränderlich	-	[-]	
	Destabilisierend	Ständig	1,00	[-]	
		Veränderlich	1,00	[-]	
Nachweis	$\mu = M_{d,destb}/M_{d,stab}$		μ	0,05	[-]
Gleitsicherheit/Gebrauchstauglichkeit					
Charakteristische Einwirkung	Horizontal	Ständig	20,50	kN/m	
		Veränderlich	0,00	kN/m	
	Vertikal	Ständig	229,75	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Teilsicherheitsbeiwerte	Einwirkung	Ständig	1,20	[-]	
		Veränderlich	1,30	[-]	
	Widerstand		1,10	[-]	
	Design Einwirkungen	Horizontal	Ständig	24,60	kN/m
Veränderlich			0,00	kN/m	
Vertikal		Ständig	-	kN/m	
		Veränderlich	-	kN/m	
Passiver Erdwiderstand			25,00	kN/m	
tan(Reibungswinkel Sohle)			0,58		
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/(V_k \cdot \tan(\phi)/\gamma_{\text{Gleit}} + E_{p,d})$		μ	0,18	[-]
Nachweis	$\mu(\text{Gleit}) = H_d/((2/3) \cdot V_k \cdot \tan(\phi) + (1/3) \cdot E_{k,d})$		μ	0,21	[-]
Kippsicherheit					
Summe der Momente (dreht landseitig)			189,19	kNm/m	
Summe der Momente (dreht wasserseitig)			-67,68	kNm/m	
Summe der Momente (Betrag)			121,51	kNm/m	
Summe der Vertikallasten			229,75	kN/m	
Ausmitte		$e_x = M/N$	0,53	m	
1. Kernfläche		B/6	0,75	m	
2. Kernfläche		B/3	1,50	m	
Nachweis für e_x		$e_x < B/6$	0,71	< 1,0	
		$e_x < B/3$	0,35	< 1,0	
Sohlpressung (Last in der 1. Kernfläche)					
Breite in z -Richtung		b_z	1,00	m	
Breite in x -Richtung		b_x	4,50	m	
$\sigma_1 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1 - 6 \cdot e_x/b_x)$			15,05	kN/m²	
$\sigma_2 = V/(b_x \cdot b_z) \cdot (1 + 6 \cdot e_x/b_x)$			87,06	kN/m²	
Grundbruchnachweis					
Horizontale Einwirkungen		ständig	$T_{g,k}$	-19,49	kN/m
		veränderlich	$T_{q,k}$	26,76	kN/m
Vertikale Einwirkungen		ständig	N_k	229,75	kN/m
Momente		ständig		8,57	kNm/m
		veränderlich		112,94	kNm/m
Angenommener Querschnitt 5,5x10,0 mRechteck					
Horizontale Einwirkungen auf 10m Breite		ständig	$T_{g,k}$	-194,91	kN/m
		veränderlich	$T_{q,k}$	267,65	kN/m
Vertikale Einwirkungen auf 10m Breite		ständig	N_k	2297,50	kN/m
Momente auf 10m Breite		ständig	$M_{x,g}$	85,73	kNm/m
		veränderlich	$M_{q,g}$	1129,41	kNm/m

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	18.0	10.0	30.0	0.0	15.0	0.00	Sand
	17.0	7.0	20.0	5.0	1.00	0.00	Schluff
	18.0	10.0	35.0	0.0	60.0	0.00	Sand

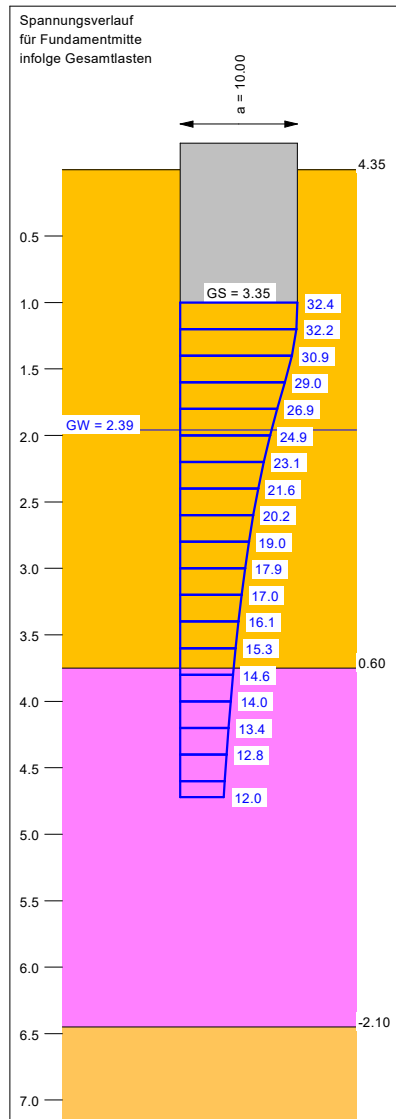


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 1460.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -426.00 / -220.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 368.00 / -686.72$ kN·m
 Länge $a = 10.000$ m
 Breite $b = 4.500$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.252$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000$ m
 Breite $b' = 3.996$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = -0.218$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000$ m
 Breite $b' = 4.063$ m

cal $\gamma_2 = 10.13$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 18.00$ kN/m²
 UK log. Spirale = 14.43 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 52.37 m
 Fläche log. Spirale = 362.11 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{30} = 20.62$; $N_{40} = 10.59$; $N_{60} = 4.46$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.189$; $v_d = 1.171$; $v_b = 0.878$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.302$; $i_d = 0.368$; $i_b = 0.205$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_b = 4.72$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 1.71 cm
 Setzungen der KPs:
 links oben = 1.89 cm
 rechts oben = 1.53 cm
 links unten = 1.89 cm
 rechts unten = 1.53 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Verdrehung(y) (KP) = 1 : 921.0

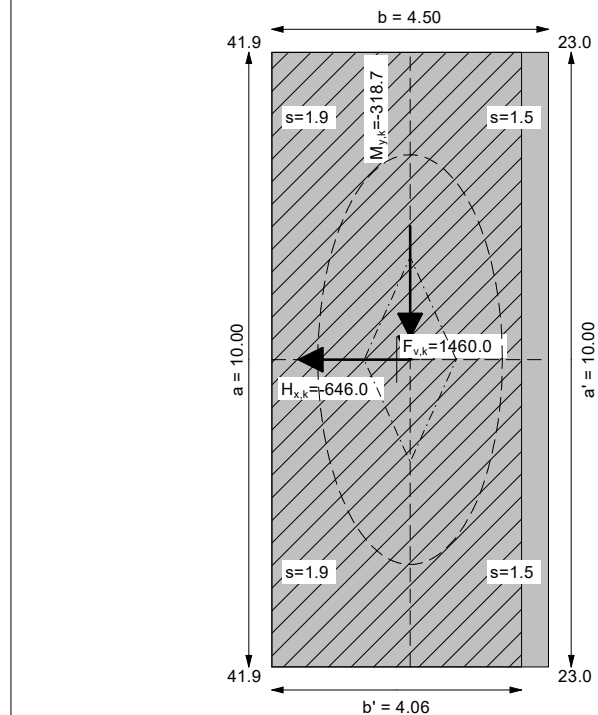
Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 169.3 / 120.92$ kN/m²
 $R_{n,k} = 6879.06$ kN
 $R_{n,d} = 4913.61$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 1460.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 1971.00$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.401
 cal $\varphi = 24.9^\circ$
 φ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal $c = 0.79$ kN/m²



Berechnungsgrundlagen:
 Teilbereich VI Grundbruch NW 3a
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-P
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Oberkante Gelände = 4.35 mNHN

Gründungssohle = 3.35 mNHN
 Grundwasser = 2.39 mNHN
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite

Grundriss



Durch Vergleichsrechnung geprüft
 Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019

Berechnungsgrundlagen:

Teilbereich VI Grundbruch NW 3a

Teilsicherheitskonzept

Gründungssohle = 1.00 mNHN

Grundwasser = 1.96 mNHN

Böschungsneigung = 0.0 °

Bermenbreite = 0.00 m

Sohlneigung = 0.0 °

Grenztiefe mit p = 20.0 %

Bodenkennwerte

UK	γ	γ'	φ	c	E_s	v	Bezeichnung
[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[MN/m²]	[-]	
3.75	18.00	10.00	30.00	0.00	15.00	0.00	Sand
6.45	17.00	7.00	20.00	5.00	1.00	0.00	Schluff
9.35	18.00	10.00	35.00	0.00	60.00	0.00	Sand

Lasten = ständig / veränderlich

Vertikallast $F_{v,k} = 1460.00 / 0.00$ kN

Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -426.00 / -220.00$ kN

Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN

Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m

Moment $M_{y,k} = 368.00 / -686.72$ kN·m

Länge a = 10.000 m

Breite b = 4.500 m

Unter ständigen Lasten:

Exzentrizität $e_x = 0.252$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge $a' = 10.000$ m

Breite $b' = 3.996$ m

Unter Gesamtlasten:

Exzentrizität $e_x = -0.218$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge $a' = 10.000$ m

Breite $b' = 4.063$ m

Grundbruch:

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$

$\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 169.29 / 120.92$ kN/m²

$R_{n,k} = 6879.06$ kN

$R_{n,d} = 4913.61$ kN

Durchstanzen untersucht,

aber nicht maßgebend.

$V_d = 1.35 \cdot 1460.00 + 1.50 \cdot 0.0$ kN

$V_d = 1971.0$ kN

μ (parallel zu y) = 0.401

cal $\varphi = 24.9$ °

φ wegen 5° Bedingung abgemindert

cal c = 0.79 kN/m²

cal $\gamma_2 = 10.13$ kN/m³

cal $\sigma_{\bar{u}} = 18.00$ kN/m²

UK log. Spirale = 14.43 m u. GOK

Länge log. Spirale = 52.37 m

Fläche log. Spirale = 362.11 m²

Tragfähigkeitsbeiwerte (y):

$N_c = 20.62$; $N_d = 10.59$; $N_b = 4.46$

Formbeiwerte (y):

$v_c = 1.189$; $v_d = 1.171$; $v_b = 0.878$

Neigungsbeiwerte (y):

$i_c = 0.302$; $i_d = 0.368$; $i_b = 0.205$

Setzung infolge Gesamtlasten:

Grenztiefe $t_g = 4.72$ m u. GOK

Setzung (Mittel aller KPs) = 1.71 cm

Setzungen der KPs:

links oben = 1.89 cm

rechts oben = 1.53 cm

links unten = 1.89 cm

Durch Vergleichsrechnung geprüft

Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Anlage G.2.1 S.2

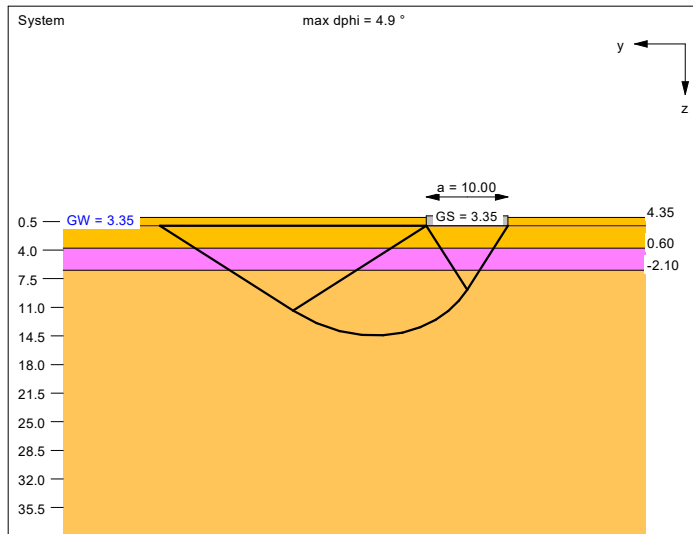
rechts unten = 1.53 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 921.0

Eckspannungen

links oben = 41.9 kN/m²
rechts oben = 23.0 kN/m²
links unten = 41.9 kN/m²
rechts unten = 23.0 kN/m²
Grenztiefe tg = 4.72 m u. GS
Setzung (Mittel aller KPs) = 1.71 cm
Setzungen der KPs:
links oben = 1.89 cm
rechts oben = 1.53 cm
links unten = 1.89 cm
rechts unten = 1.53 cm

UK log. Spirale = 14.43 m u. GS
Länge log. Spirale = 52.37 m
Fläche log. Spirale = 362.11 m²
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 921.0

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	18.0	10.0	30.0	0.0	15.0	0.00	Sand
	17.0	7.0	20.0	5.0	1.00	0.00	Schluff
	19.0	11.0	35.0	0.0	60.0	0.00	Sand

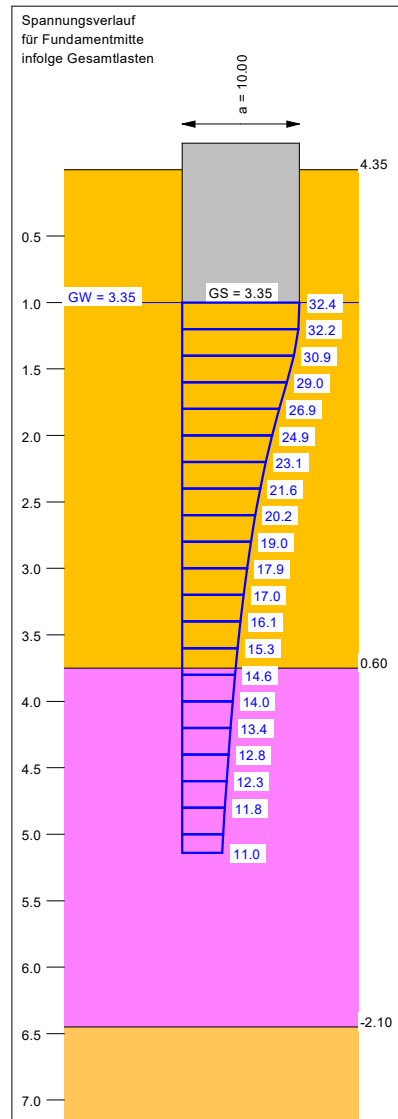


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 1460.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -426.00 / -220.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 368.00 / -686.72$ kN·m
 Länge $a = 10.000$ m
 Breite $b = 4.500$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.252$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000$ m
 Breite $b' = 3.996$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = -0.218$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000$ m
 Breite $b' = 4.063$ m

cal $\gamma_2 = 9.70$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 18.00$ kN/m²
 UK log. Spirale = 14.43 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 52.37 m
 Fläche log. Spirale = 362.11 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{30} = 20.62$; $N_{40} = 10.59$; $N_{60} = 4.46$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.189$; $v_d = 1.171$; $v_b = 0.878$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.302$; $i_d = 0.368$; $i_b = 0.205$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_b = 5.14$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.19 cm
 Setzungen der KPs:
 links oben = 2.41 cm
 rechts oben = 1.98 cm
 links unten = 2.41 cm
 rechts unten = 1.98 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Verdrehung(y) (KP) = 1 : 783.6

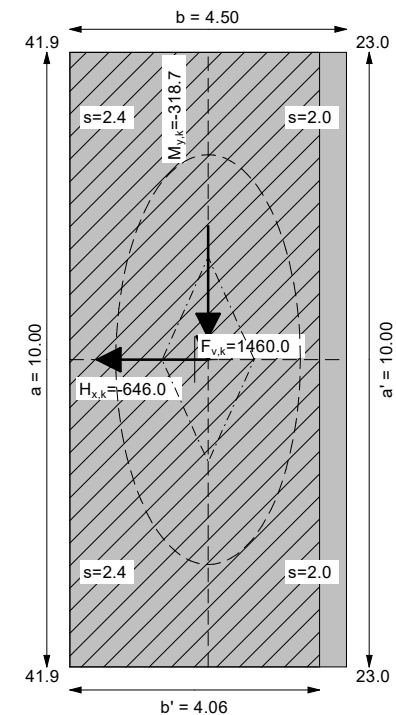
Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 165.8 / 138.19$ kN/m²
 $R_{n,k} = 6738.14$ kN
 $R_{n,d} = 5615.12$ kN
 $V_d = 1.00 \cdot 1460.00 + 1.00 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 1460.00$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.260
 cal $\varphi = 24.9^\circ$
 φ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal c = 0.79 kN/m²



Berechnungsgrundlagen:
 Teilbereich VI Grundbruch 3c
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-A
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\gamma_G = 1.00$
 $\gamma_Q = 1.00$
 Oberkante Gelände = 4.35 mNHN

Gründungssohle = 3.35 mNHN
 Grundwasser = 3.35 mNHN
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 - - - - 1. Kernweite
 - - - - 2. Kernweite

Grundriss



Durch Vergleichsrechnung geprüft
 Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019

Berechnungsgrundlagen:

Teilbereich VI Grundbruch 3c

Teilsicherheitskonzept

Gründungssohle = 1.00 mNHN

Grundwasser = 1.00 mNHN

Böschungsneigung = 0.0 °

Bermenbreite = 0.00 m

Sohlneigung = 0.0 °

Grenztiefe mit p = 20.0 %

Bodenkennwerte

UK	γ	γ'	φ	c	E_s	v	Bezeichnung
[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[MN/m ²]	[-]	
3.75	18.00	10.00	30.00	0.00	15.00	0.00	Sand
6.45	17.00	7.00	20.00	5.00	1.00	0.00	Schluff
9.35	19.00	11.00	35.00	0.00	60.00	0.00	Sand

Lasten = ständig / veränderlich

Vertikallast $F_{v,k} = 1460.00 / 0.00$ kN

Horizontalkraft $F_{h,x,k} = -426.00 / -220.00$ kN

Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN

Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m

Moment $M_{y,k} = 368.00 / -686.72$ kN·m

Länge a = 10.000 m

Breite b = 4.500 m

Unter ständigen Lasten:

Exzentrizität $e_x = 0.252$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge $a' = 10.000$ m

Breite $b' = 3.996$ m

Unter Gesamtlasten:

Exzentrizität $e_x = -0.218$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 1. Kern

Länge $a' = 10.000$ m

Breite $b' = 4.063$ m

Grundbruch:

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.20$

$\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 165.83 / 138.19$ kN/m²

$R_{n,k} = 6738.14$ kN

$R_{n,d} = 5615.12$ kN

Durchstanzen untersucht,
aber nicht maßgebend.

$V_d = 1.00 \cdot 1460.00 + 1.00 \cdot 0.0$ kN

$V_d = 1460.0$ kN

μ (parallel zu y) = 0.260

cal $\varphi = 24.9^\circ$

φ wegen 5° Bedingung abgemindert

cal c = 0.79 kN/m²

cal $\gamma_2 = 9.70$ kN/m³

cal $\sigma_{\bar{u}} = 18.00$ kN/m²

UK log. Spirale = 14.43 m u. GOK

Länge log. Spirale = 52.37 m

Fläche log. Spirale = 362.11 m²

Tragfähigkeitsbeiwerte (y):

$N_c = 20.62$; $N_d = 10.59$; $N_b = 4.46$

Formbeiwerte (y):

$v_c = 1.189$; $v_d = 1.171$; $v_b = 0.878$

Neigungsbeiwerte (y):

$i_c = 0.302$; $i_d = 0.368$; $i_b = 0.205$

Setzung infolge Gesamtlasten:

Grenztiefe $t_g = 5.14$ m u. GOK

Setzung (Mittel aller KPs) = 2.19 cm

Setzungen der KPs:

links oben = 2.41 cm

rechts oben = 1.98 cm

links unten = 2.41 cm

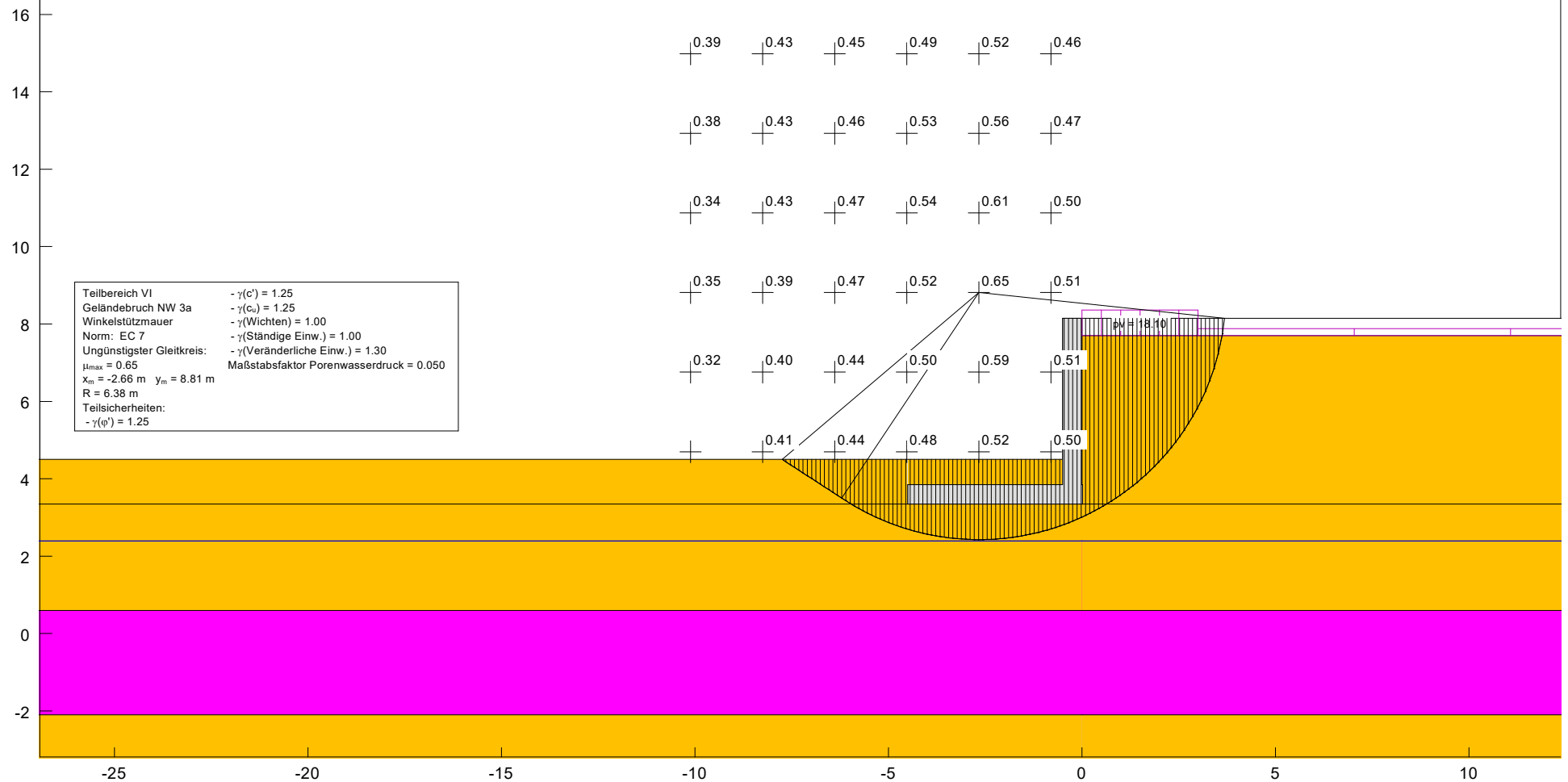
rechts unten = 1.98 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 783.6

Eckspannungen

links oben = 41.9 kN/m²
rechts oben = 23.0 kN/m²
links unten = 41.9 kN/m²
rechts unten = 23.0 kN/m²
Grenztiefe tg = 5.14 m u. GS
Setzung (Mittel aller KPs) = 2.19 cm
Setzungen der KPs:
links oben = 2.41 cm
rechts oben = 1.98 cm
links unten = 2.41 cm
rechts unten = 1.98 cm

UK log. Spirale = 14.43 m u. GS
Länge log. Spirale = 52.37 m
Fläche log. Spirale = 362.11 m²
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 783.6

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
Luft	0.00	0.00	0.00	Luft
Auffüllung NEU	32.50	0.00	18.00	Auffüllung NEU
Auffüllung (pas)	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
Auffüllung	30.00	0.00	18.00	Auffüllung
Auffüllung (GW)	30.00	0.00	20.00	Auffüllung (GW)
Auffüllung Schluff (GW)	20.00	5.00	17.00	Auffüllung Schluff (GW)
Sand (GW)	35.00	0.00	21.00	Sand (GW)
Lauenburger Ton (GW)	22.50	5.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
Auffüllung NEU (pas)	30.00	0.00	18.00	Auffüllung NEU (pas)
Auffüllung (GW) (pas)	30.00	0.00	20.00	Auffüllung (GW) (pas)
Auffüllung Schluff (GW) (pas)	20.00	5.00	17.00	Auffüllung Schluff (GW) (pas)
Sand (GW) (pas)	35.00	0.00	21.00	Sand (GW) (pas)
Lauenburger Ton (GW) (pas)	22.50	5.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
Wand	40.00	2000.00	25.00	Wand



Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen

Teilbereich VI

Geländebruch NW 3a

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

γ [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

x_m, y_m [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes

rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- $\gamma_m(\varphi)$ = 1.25

- $\gamma_m(c)$ = 1.25

- $\gamma_m(c_u)$ = 1.25

- $\gamma_m(\text{Wichten})$ = 1.00

- $\gamma_m(\text{Ständige Einw.})$ = 1.00

- $\gamma_m(\text{Veränderliche Einw.})$ = 1.30

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-27.225	4.500	2	-0.500	4.500	3	-0.499	8.150	4	27.225	8.150

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	32.50	0.00	18.00	Auffüllung NEU
3	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
4	30.00	0.00	18.00	Auffüllung
5	30.00	0.00	20.00	Auffüllung (GW)
6	20.00	5.00	17.00	Auffüllung Schluff (GW)
7	35.00	0.00	21.00	Sand (GW)
8	22.50	5.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
9	30.00	0.00	18.00	Auffüllung NEU (pas)
10	30.00	0.00	20.00	Auffüllung (GW) (pas)
11	20.00	5.00	17.00	Auffüllung Schluff (GW) (pas)
12	35.00	0.00	21.00	Sand (GW) (pas)
13	22.50	5.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
14	40.00	2000.00	25.00	Wand

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	27.01	0.00	18.00	Auffüllung NEU
3	24.79	0.00	18.00	Auffüllung (pas)
4	24.79	0.00	18.00	Auffüllung
5	24.79	0.00	20.00	Auffüllung (GW)
6	16.23	4.00	17.00	Auffüllung Schluff (GW)
7	29.26	0.00	21.00	Sand (GW)
8	18.33	4.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
9	24.79	0.00	18.00	Auffüllung NEU (pas)
10	24.79	0.00	20.00	Auffüllung (GW) (pas)
11	16.23	4.00	17.00	Auffüllung Schluff (GW) (pas)
12	29.26	0.00	21.00	Sand (GW) (pas)
13	18.33	4.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
14	33.87	1600.00	25.00	Wand

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	-4.500	3.850	-0.500	3.850	9
2	-4.500	3.850	-4.500	3.350	14
3	-27.225	3.350	-4.500	3.350	9
4	-4.500	3.350	-4.500	3.350	9
5	0.000	8.150	0.000	7.700	1

6	0.000	7.700	27.225	7.700	1
7	0.000	3.850	0.000	7.700	14
8	0.010	3.850	0.010	3.350	2
9	0.010	3.350	27.225	3.350	2
10	0.010	3.350	0.010	3.350	2
11	0.000	3.850	0.010	3.850	2
12	-4.500	3.350	0.010	3.350	14
13	0.000	2.390	27.225	2.390	4
14	-27.225	2.390	0.000	2.390	3
15	-27.225	0.600	0.000	0.600	10
16	-27.225	-2.100	0.000	-2.100	11
17	0.000	0.600	27.225	0.600	5
18	0.000	-2.100	27.225	-2.100	6
19	-27.225	-5.000	0.000	-5.000	12
20	-27.225	-10.000	0.000	-10.000	13
21	0.000	-5.000	27.225	-5.000	7
22	0.000	-10.000	27.225	-10.000	8

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-27.225	2.390	2	0.000	2.390	3	0.001	2.390	4	27.225	2.390

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	18.10	0.00	3.00	7.70
2	5.00	5.00	3.00	27.23	7.70

Bauteil 1

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	-0.50	8.15
2	-0.50	3.85
3	-4.50	3.85
4	-4.50	3.35
5	0.01	3.35
6	0.01	3.85
7	0.00	3.85
8	0.00	8.15

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 2.39

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 2.39

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 0.0100 3.3499

x / y (Ende): 1.0100 -9.0000

Anzahl Radien = 40

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	-10.1136	14.9831	17.0737	104	0.3939	5800.728	14727.248	14727.2	0.0	5800.7	0.0
2	-10.1136	12.9263	14.4679	107	0.3807	3914.672	10281.896	10281.9	0.0	3914.7	0.0
3	-10.1136	10.8695	12.8648	111	0.3414	2977.261	8719.514	8719.5	0.0	2977.3	0.0
4	-10.1136	8.8127	13.1654	117	0.3485	5508.590	15806.343	15806.3	0.0	5508.6	0.0
5	-10.1136	6.7559	11.3266	125	0.3230	3821.025	11828.984	11829.0	0.0	3821.0	0.0
6	-10.1136	4.6991	nicht berechnet								
7	-8.2512	14.9831	16.8423	102	0.4254	6174.446	14513.931	14513.9	0.0	6174.4	0.0
8	-8.2512	12.9263	14.5994	104	0.4319	4879.240	11296.168	11296.2	0.0	4879.2	0.0
9	-8.2512	10.8695	12.2461	108	0.4280	3478.658	8127.308	8127.3	0.0	3478.7	0.0
10	-8.2512	8.8127	13.9730	114	0.3903	7346.466	18820.554	18820.6	0.0	7346.5	0.0
11	-8.2512	6.7559	12.2049	124	0.4004	5541.222	13837.657	13837.7	0.0	5541.2	0.0
12	-8.2512	4.6991	10.6161	137	0.4091	3860.059	9436.570	9436.6	0.0	3860.1	0.0
13	-6.3888	14.9831	16.8233	101	0.4497	6703.902	14908.745	14908.7	0.0	6703.9	0.0

14	-6.3888	12.9263	14.7139	102	0.4644	5557.696	11967.795	11967.8	0.0	5557.7	0.0
15	-6.3888	10.8695	12.1394	105	0.4683	3859.766	8242.920	8242.9	0.0	3859.8	0.0
16	-6.3888	8.8127	10.8603	111	0.4652	3362.372	7228.520	7228.5	0.0	3362.4	0.0
17	-6.3888	6.7559	8.7725	121	0.4367	2061.475	4720.678	4720.7	0.0	2061.5	0.0
18	-6.3888	4.6991	11.0545	138	0.4396	4869.260	11076.938	11076.9	0.0	4869.3	0.0
19	-4.5265	14.9831	12.7896	100	0.4932	2476.880	5021.696	5021.7	0.0	2476.9	0.0
20	-4.5265	12.9263	10.8970	101	0.5287	2272.761	4298.587	4298.6	0.0	2272.8	0.0
21	-4.5265	10.8695	9.0781	102	0.5442	1886.567	3466.403	3466.4	0.0	1886.6	0.0
22	-4.5265	8.8127	7.3896	106	0.5246	1441.057	2746.762	2746.8	0.0	1441.1	0.0
23	-4.5265	6.7559	8.4297	116	0.4979	2229.579	4478.256	4478.3	0.0	2229.6	0.0
24	-4.5265	4.6991	6.7414	139	0.4757	1203.370	2529.619	2529.6	0.0	1203.4	0.0
25	-2.6641	14.9831	12.2447	100	0.5210	2155.657	4137.629	4137.6	0.0	2155.7	0.0
26	-2.6641	12.9263	10.2499	100	0.5620	1842.203	3278.161	3278.2	0.0	1842.2	0.0
27	-2.6641	10.8695	8.2865	101	0.6074	1522.728	2506.825	2506.8	0.0	1522.7	0.0
28	-2.6641	8.8127	6.3848	103	0.6506	1185.553	1822.172	1822.2	0.0	1185.6	0.0
29	-2.6641	6.7559	4.6265	110	0.5932	664.975	1121.022	1121.0	0.0	665.0	0.0
30	-2.6641	4.6991	6.6313	137	0.5201	1368.249	2630.975	2631.0	0.0	1368.2	0.0
31	-0.8017	14.9831	12.2809	100	0.4590	2247.311	4895.574	4895.6	0.0	2247.3	0.0
32	-0.8017	12.9263	10.5400	100	0.4652	2016.679	4334.821	4334.8	0.0	2016.7	0.0
33	-0.8017	10.8695	8.4924	100	0.4973	1581.685	3180.746	3180.7	0.0	1581.7	0.0
34	-0.8017	8.8127	6.7609	101	0.5103	1273.196	2494.835	2494.8	0.0	1273.2	0.0
35	-0.8017	6.7559	5.0462	105	0.5085	871.787	1714.444	1714.4	0.0	871.8	0.0
36	-0.8017	4.6991	4.9416	137	0.4959	796.381	1605.941	1605.9	0.0	796.4	0.0

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
28	-2.6641	8.8127	6.3848	103	0.6506	1185.553	1822.172	1822.2	0.0	1185.6	0.0

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 13.12.2022
Anlage H: Abschnitt C: Teilbereich VII, Schnitt 8 H.1 Bemessung Winkelstützwand H.1.1 Niedrigwasserlastfall 3a H.1.2 Niedrigwasserlastfall 3c H.2 Nachweis gegen Geländebruch			
			Anlagen

Norm: EC 7
Berechnungsgrundlagen:
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$ (+EB 6)
Passiver Erddruck nach: (+EB 6)
BS: DIN 1054: BS-P
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{Ep} = 1.40$
Faktor(E_p) = 0.50
Grenz Zustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stb} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$

Kippsicherheit
Exzentrizität $e(\text{Fu\ss}) = -0.183 \text{ m}$
Ma\ssgebend: g
 $V_{k,Fu\ss} = 217.9 \text{ kN/m}$
 $H_{k,Fu\ss} (\text{mit } E_p) = 38.4 \text{ kN/m}$
 $H_{k,Fu\ss} (\text{ohne } E_p) = 50.5 \text{ kN/m}$
 $M_{k,Fu\ss} (\text{mit } E_p) = -36.1 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $M_{k,Fu\ss} (\text{ohne } E_p) = -39.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $b = 3.100 \text{ m}$; $a = 10.000 \text{ m}$
 $b/6 = 0.517 \text{ m}$; $b/3 = 1.033 \text{ m}$
 $\sigma_{k,1}/\sigma_{k,2}(\text{Fu\ss}) = 95.1 / 45.5 \text{ kN/m}^2$
Nachweis EQU:
Momente (im Uhrzeigersinn positiv)
 $M_{g,k(+)} = 368.54 / M_{q,k(+)} = 81.18 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $M_{g,k(-)} = -70.60 / M_{q,k(-)} = -18.59 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $M_{dst} = 368.54 \cdot 0.90 = 331.69$
 $M_{stb} = 70.60 \cdot 1.10 + 18.59 \cdot 1.50 = 105.54$
 $\mu_{EQU} = 105.54 / 331.69 = 0.318$

$\mu_{(Gleit)} = H_d / (V_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{(Gleit)} + E_{p,d}) = 68.2 / (217.9 \cdot \tan(20.0^\circ) / 1.10 + 17.3) = 0.763$
Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)
 $\mu = H_k / (2/3 \cdot V_k \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k}) = 50.5 / (2/3 \cdot 217.9 \cdot \tan(20.0^\circ) + 1/3 \cdot 24.2) = 0.829$
 $\mu(\text{Grundbruch}) = 0.979$
mit: $\varphi_k = 20.0^\circ$; $c_k = 5.0 \text{ kN/m}^2$
 $\gamma_2 = 14.56 \text{ kN/m}^2$; $\sigma_{(u)} = 16.2 \text{ kN/m}^2$
Kubatur = 2.070 m^3/m
Raumgewicht Beton = 25.00 kN/m^3
E-Modul Beton = 3.000 $\cdot 10^4 \text{ kN/m}^2$
Bewehrung Wand EC 2
Beton C 30/37 / Stahl B500
As1 $[\text{cm}^2 / \text{m}] = 15.00$
d1 = 0.080 m
Schubbewehrung nicht erforderlich.

$VR_{d,c} = 121.32 \text{ kN} / \text{m}$
Rissbreitennachweis:
Erforderlich As $[\text{cm}^2 / \text{m}] = 16.93$
Rissbreitennachweis ma\ssgebend !
Bewehrung Sporn links EC 2 (Anschnitt)
As1 $[\text{cm}^2 / \text{m}] = 4.39$ (Mindestbew.)
d1 = 0.080 m
Schubbewehrung nicht erforderlich.
 $VR_{d,c} = 116.30 \text{ kN} / \text{m}$
Bewehrung Sporn rechts EC 2 (Anschnitt)
As1 $[\text{cm}^2 / \text{m}] = 8.10$
d1 = 0.080 m
Schubbewehrung nicht erforderlich.
 $VR_{d,c} = 122.14 \text{ kN} / \text{m}$
Rissbreitennachweis Sporn links:
Erforderlich As $[\text{cm}^2 / \text{m}] = 4.62$
Rissbreitennachweis ma\ssgebend !
Rissbreitennachweis Sporn rechts:

10

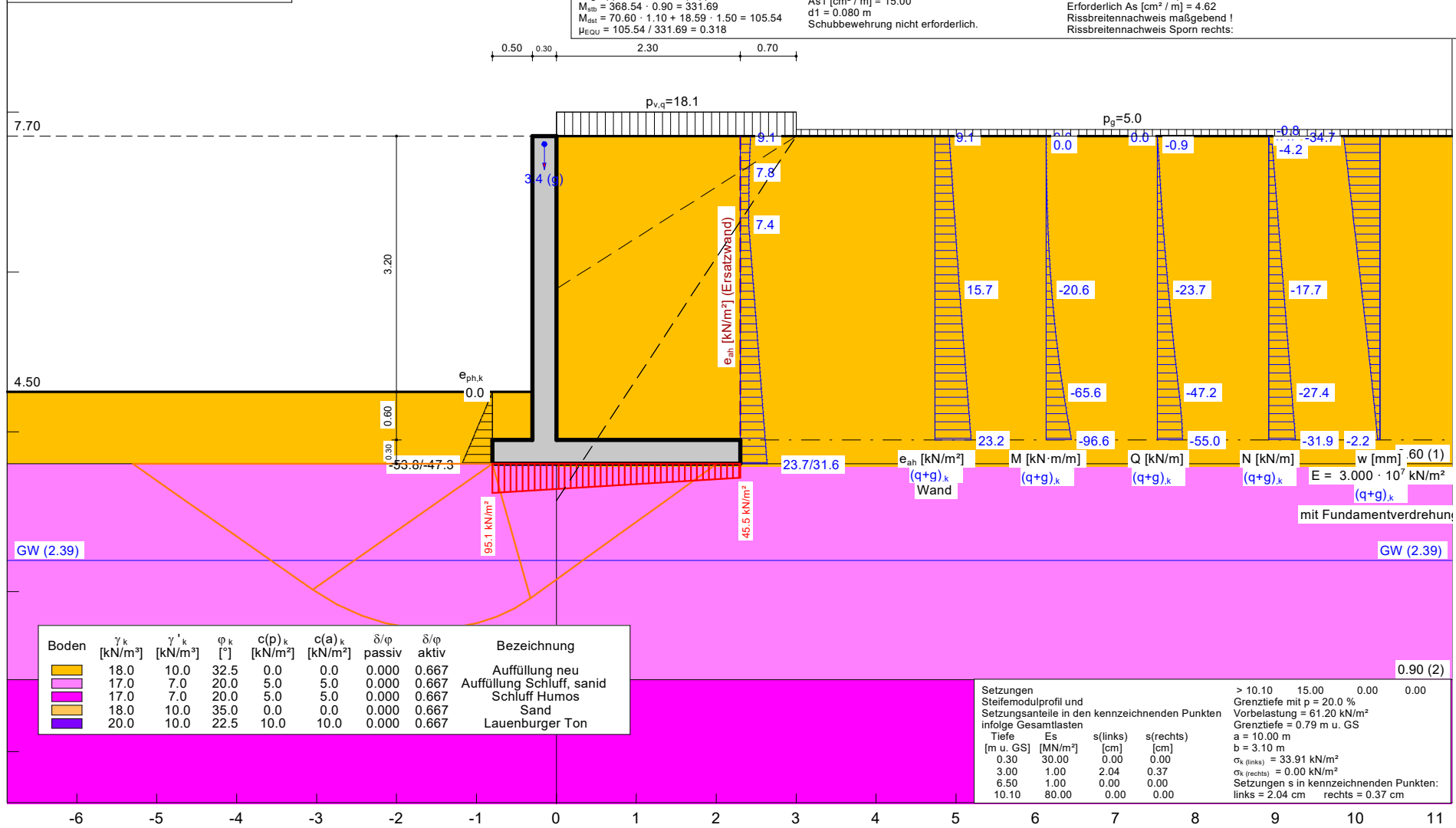
8

6

4

2

0



Boden	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	φ_k [°]	$c(p)_k$ [kN/m ²]	$c(a)_k$ [kN/m ²]	δ/φ passiv	δ/φ aktiv	Bezeichnung
	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	0.000	0.667	Auffüllung neu
	17.0	7.0	20.0	5.0	5.0	0.000	0.667	Auffüllung Schluff, sand
	17.0	7.0	20.0	5.0	5.0	0.000	0.667	Schluff Humos
	18.0	10.0	35.0	0.0	0.0	0.000	0.667	Sand
	20.0	10.0	22.5	10.0	10.0	0.000	0.667	Lauenburger Ton

Setzungen				Steifemodulprofil und		Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten		infolge Gesamtlasten	
Tiefe	Es	s(links)	s(rechts)	Tiefe	Es	s(links)	s(rechts)	Tiefe	Es
[m u. GS]	[MN/m ²]	[cm]	[cm]	[m u. GS]	[MN/m ²]	[cm]	[cm]	[m u. GS]	[MN/m ²]
0.30	30.00	0.00	0.00	0.30	30.00	0.00	0.00	0.30	30.00
3.00	1.00	2.04	0.37	3.00	1.00	2.04	0.37	3.00	1.00
6.50	1.00	0.00	0.00	6.50	1.00	0.00	0.00	6.50	1.00
10.10	80.00	0.00	0.00	10.10	80.00	0.00	0.00	10.10	80.00

Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Winkelstützmauer

Wandkopf = 7.70 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050

Baugrubensohle = 4.50 mNHN

Grundwasserstand (rechts) = 2.39 mNHN

Grundwasserstand (links) = 2.39 mNHN

BS: DIN 1054: BS-P

Teilsicherheiten

$\gamma_{g,1} = 1.35$

$\gamma_{g,2} = 1.50$

$\gamma_{Ep} = 1.40$ (Gleiten)

Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Grenzzustand EQU:

$\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stb} = 0.90$

$\gamma_{Q,dst} = 1.50$

Winkelstützmauer

$\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$

E-Modul = $3.0000 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$

Vertikallast(g) = 0.00 kN/m

Vertikallast(q) = 0.00 kN/m

Horizontallast(g) = 0.00 kN/m

Horizontallast(q) = 0.00 kN/m

Moment(g) = 0.00 kN·m/m

Moment(q) = 0.00 kN·m/m

Fundamentlänge a = 10.00 m

Tiefe	links	rechts	Breite
[mNHN]	[m]	[m]	[m]
7.700	-0.300	0.000	0.300
3.900	-0.300	0.000	0.300

Koordinaten Fundament

x	y
[m]	[mNHN]
-0.300	3.900
-0.800	3.900
-0.800	3.600
2.300	3.600
2.300	3.900
0.000	3.900

Blocklasten

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[mNHN]
1	18.10	0.00	0.00	3.00	7.70

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[mNHN]
1	18.10	0.00	0.00	0.70	7.70

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
1	7.70	7.70	6.60	9.07	9.07	0.00	2 Verkehrslast

Typ = 2 ==> dreieckförmig verteilt (Maximum oben)

Lasten (einseitig begrenzt)

Werte für Betonwand

Nr.	sigma	x(links)	Tiefe	y(oben)	y(unten)	Verkehrslast
[-]	[kN/m ²]	[m]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[-]
1	5.00	3.00	7.70	5.79	3.14	nein

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

Nr.	Tiefe	M	H	V	Verkehrslast
[-]	[mNHN]	[kN·m/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
1	7.60	0.00	0.00	3.40	nein

Bodenkennwerte

Schicht	Tiefe	γ_k	γ'_k	φ_k	$c(p)_k$	$c(a)_k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	E_s
[-]	[mNHN][kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[MN/m²]	
1	3.60	18.00	10.00	32.50	0.00	0.00	0.000	0.667	30.0
2	0.90	17.00	7.00	20.00	5.00	5.00	0.000	0.667	1.0
3	-2.60	17.00	7.00	20.00	5.00	5.00	0.000	0.667	1.0
4	-6.20	18.00	10.00	35.00	0.00	0.00	0.000	0.667	80.0
5	-17.00	20.00	10.00	22.50	10.00	10.00	0.000	0.667	15.0

Aktive Erddruckbeiwerte auf Wand

bestimmt nach: DIN 4085

Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$ (+ EB 6)

(delta = mittlere Geländeneigung = 0.00°)

Tiefe	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	alpha	beta	$k_{agh(40^\circ)}$
[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[°]	[-]
7.600	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
7.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.789	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.500	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
3.901	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
3.900	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179

Aktive Erddruckbeiwerte auf Ersatzwand

(delta = mittlere Geländeneigung = 0.00°)

Tiefe	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	alpha	beta	$k_{agh(40^\circ)}$
[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[°]	[-]
7.600	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
7.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.789	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.500	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
3.901	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
3.900	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
3.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
3.601	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
3.600	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179

Aktive Erddruckordinaten auf Wand (g+q),k

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
7.700	7.600	9.125	9.466	0.00	0.00
7.600	5.789	9.466	15.653	0.00	0.00
5.789	4.500	15.653	20.788	0.00	0.00
4.500	3.901	20.788	23.175	0.00	0.00

Aktive Erddruckordinaten auf Ersatzwand (g+q),k

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
7.700	7.600	9.072	8.787	0.00	0.00
7.650	7.551	8.930	8.646	0.00	0.00
7.600	7.501	8.787	8.506	0.00	0.00
7.551	7.452	8.646	8.365	0.00	0.00

7.501	7.402	8.506	8.224	0.00	0.00
7.452	7.353	8.365	8.083	0.00	0.00
7.402	7.303	8.224	7.942	0.00	0.00
7.353	7.254	8.083	7.801	0.00	0.00
7.303	7.200	7.942	7.772	0.00	0.00
7.254	7.150	7.801	7.745	0.00	0.00
7.200	7.100	7.772	7.718	0.00	0.00
7.150	7.050	7.745	7.691	0.00	0.00
7.100	7.000	7.718	7.664	0.00	0.00
7.050	6.950	7.691	7.637	0.00	0.00
7.000	6.900	7.664	7.610	0.00	0.00
6.950	6.850	7.637	7.583	0.00	0.00
6.900	6.800	7.610	7.556	0.00	0.00
6.850	6.750	7.583	7.529	0.00	0.00
6.800	6.700	7.556	7.502	0.00	0.00
6.750	6.651	7.529	7.476	0.00	0.00
6.700	6.603	7.502	7.449	0.00	0.00
6.651	6.552	7.476	7.422	0.00	0.00
6.603	6.502	7.449	7.395	0.00	0.00
6.552	6.452	7.422	8.268	0.00	0.00
6.502	6.401	7.395	8.540	0.00	0.00
6.452	6.351	8.268	8.813	0.00	0.00
6.401	6.301	8.540	9.086	0.00	0.00
6.351	6.250	8.813	9.359	0.00	0.00
6.301	6.200	9.086	9.631	0.00	0.00
6.250	6.150	9.359	9.902	0.00	0.00
6.200	6.100	9.631	10.173	0.00	0.00
6.150	6.050	9.902	10.444	0.00	0.00
6.100	6.000	10.173	10.715	0.00	0.00
6.050	5.950	10.444	10.986	0.00	0.00
6.000	5.900	10.715	11.257	0.00	0.00
5.950	5.850	10.986	11.528	0.00	0.00
5.900	5.800	11.257	11.799	0.00	0.00
5.850	5.750	11.528	12.069	0.00	0.00
5.800	5.700	11.799	12.340	0.00	0.00
5.750	5.650	12.069	12.611	0.00	0.00
5.700	5.600	12.340	12.882	0.00	0.00
5.650	5.550	12.611	13.153	0.00	0.00
5.600	5.500	12.882	13.424	0.00	0.00
5.550	5.450	13.153	13.695	0.00	0.00
5.500	5.400	13.424	13.966	0.00	0.00
5.450	5.350	13.695	14.236	0.00	0.00
5.400	5.300	13.966	14.507	0.00	0.00
5.350	5.250	14.236	14.778	0.00	0.00
5.300	5.200	14.507	15.049	0.00	0.00
5.250	5.150	14.778	15.320	0.00	0.00
5.200	5.100	15.049	15.591	0.00	0.00
5.150	5.050	15.320	15.862	0.00	0.00
5.100	5.000	15.591	16.133	0.00	0.00
5.050	4.950	15.862	16.404	0.00	0.00
5.000	4.900	16.133	16.674	0.00	0.00
4.950	4.850	16.404	16.945	0.00	0.00
4.900	4.800	16.674	17.216	0.00	0.00
4.850	4.750	16.945	17.487	0.00	0.00
4.800	4.700	17.216	17.758	0.00	0.00
4.750	4.650	17.487	18.029	0.00	0.00
4.700	4.600	17.758	18.300	0.00	0.00
4.650	4.550	18.029	18.571	0.00	0.00
4.600	4.500	18.300	18.842	0.00	0.00
4.550	4.450	18.571	19.112	0.00	0.00
4.500	4.400	18.842	19.383	0.00	0.00
4.450	4.350	19.112	19.654	0.00	0.00
4.400	4.300	19.383	19.925	0.00	0.00
4.350	4.250	19.654	20.196	0.00	0.00
4.300	4.200	19.925	20.467	0.00	0.00
4.250	4.150	20.196	20.737	0.00	0.00
4.200	4.100	20.467	21.007	0.00	0.00
4.150	4.051	20.737	21.277	0.00	0.00
4.100	4.001	21.007	21.547	0.00	0.00
4.051	3.951	21.277	21.817	0.00	0.00
4.001	3.901	21.547	22.087	0.00	0.00
3.951	3.900	21.817	22.092	0.00	0.00

3.901	3.850	22.087	22.363	0.00	0.00
3.900	3.800	22.092	22.634	0.00	0.00
3.850	3.750	22.363	22.905	0.00	0.00
3.800	3.700	22.634	23.176	0.00	0.00
3.750	3.650	22.905	23.444	0.00	0.00
3.700	3.601	23.176	23.713	0.00	0.00
3.650	3.600	23.444	23.717	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte

Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

bestimmt nach: DIN 4085:2017

Tiefe [mNHN]	k_{pgh} [-]	k_{pch} [-]	φ_k [°]	δ [°]
3.60	3.322	3.646	32.500	0.00
0.90	2.040	2.856	20.000	0.00
-2.60	2.040	2.856	20.000	0.00
-6.20	3.690	3.842	35.000	0.00
-17.00	2.240	2.993	22.500	0.00

Passive Erddruckkoordinaten $e_{ph,k}$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von [mNHN]	bis [mNHN]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]
5.80	4.50	0.00	0.00
4.50	3.90	0.00	-35.82
3.90	3.60	-35.82	-53.77

Kräfte und Momente um linken unteren Fußpunkt der Wand (Dimension kN/m und kN·m/m)

(V positiv nach unten; H positiv nach links; M positiv im Uhrzeigersinn)

$x(\text{Fuß}) = -0.800$ mNHN / $y(\text{Fuß}) = 3.600$ mNHN

$V, k(\text{Wand}) = 51.75$

$M, k(\text{Wand}) = 54.57$

$E_{ah,k,g} = 50.54$

$M \text{ aus } E_{ah,k,g} = -70.60$

$E_{ah,k,q} = 4.98$

$M \text{ aus } E_{ah,k,q} = -18.59$

$E_{av,k,g} = 0.00$

$M \text{ aus } E_{av,k,g} = 0.00$

$E_{av,k,q} = 0.00$

$M \text{ aus } E_{av,k,q} = 0.00$

$E_{ph,k} = -12.11$

$M \text{ aus } E_{ph,k} = 3.63$

$E_{pv,k} = 0.00$

$M \text{ aus } E_{pv,k} = 0.00$

Bodengewicht, k (rechts) = 157.32

$M \text{ aus Bodengewicht, } k \text{ (rechts)} = 306.78$

Bodengewicht, k (links) = 5.40

$M \text{ aus Bodengewicht, } k \text{ (links)} = 1.35$

$V, k, g \text{ (Lasten)} = 3.40$

$M \text{ aus } V, k, g + M, k, g \text{ (Lasten)} = 2.21$

$V, k, q \text{ (Lasten)} = 41.63$

$M \text{ aus } V, k, q + M, k, q \text{ (Lasten)} = 81.18$

$H, k, g \text{ (Lasten)} = 0.00$

$M \text{ aus } H, k, g \text{ (Lasten)} = 0.00$

$H, k, q \text{ (Lasten)} = 0.00$

$M \text{ aus } H, k, q \text{ (Lasten)} = 0.00$

$V, k, g \text{ (Wasserdruck)} = 0.00$

$M \text{ aus } V, k, g \text{ (Wasserdruck)} = 0.00$

Summe $V, k, g = 217.88$

Summe $V, k, q = 41.63$

Summe $H, k, g \text{ (ohne } E_{ph}) = 50.54$

Summe $H, k, q \text{ (ohne } E_{ph}) = 4.98$

Summe $M, k, g = 297.94$

Summe $M, k, q = 62.59$

Summe Momente um Sohlmittelpunkt (SM):

$x(\text{SM}) = 0.750$ m / $y(\text{SM}) = 3.600$ mNHN

$M, k, g(\text{SM}) = -39.77$

$M, k, q(\text{SM}) = -1.94$

Exzentrizität, $k, g(\text{SM}) = -0.183$ m

Exzentrizität, $k, g + q(SM) = -0.161 \text{ m}$

Schnittgrößen ($g + q$), k

Tiefe	Q	M	N
[mNHN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
7.70	0.0	0.0	0.0
7.60	-0.9	0.0	-0.8
7.60	-0.9	0.0	-4.2
5.79	-23.7	-20.6	-17.7
4.50	-47.2	-65.6	-27.4
3.90	-55.0	-96.6	-31.9

Verschiebungen ($g + q$), k (mit Fundamentverdrehung)

Tiefe	w
[mNHN]	[mm]
7.70	-34.7
7.60	-33.8
5.79	-17.7
4.50	-6.8
3.90	-2.2

Kippsicherheit

Maßgebend: g

Exzentrizität $e(Fu\beta) = -0.183 \text{ m}$

$b/6 = 0.517 \text{ m}$; $b/3 = 1.033 \text{ m}$

$\sigma_{g,k,1}/\sigma_{g,k,2}(Fu\beta) = 95.1 / 45.5 \text{ kN/m}^2$

Gleitsicherheit

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

Wenn beim Nachweis der Gleitsicherheit Erdwiderstand angesetzt wird, gilt folgende Regelung:

Bei Flach- und Flächengründungen darf der Nachweis gegen unzuträgliche Verschiebungen

des Fundamentes in der Sohlfläche als erbracht angesehen werden, wenn bei mindestens

- mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden bzw. bei mindestens steifen bindigen Böden

- nicht mehr als zwei Drittel des charakteristischen Gleitwiderstands in der Fundamentsohle sowie

- nicht mehr als ein Drittel des charakteristischen Erdwiderstands vor der Stirnseite des Fundamentkörpers zur Herstellung des Gleichgewichts der charakteristischen bzw. repräsentativen Kräfte parallel zur Sohlfläche erforderlich sind.

Maßgebend: g

$\mu_{e(Gleit)} = H_{d,1} / (V_{k,1} \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{\text{Gleiten}} + E_{p,d,1}) =$

$\mu_{e(Gleit)} = 68.2 / (217.9 \cdot \tan(20.0) / 1.10 + 17.3) = 0.763$

Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

$\mu_e = H_{k,1} / (2/3 \cdot V_{k,1} \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k,1}) =$

$\mu_e = 50.5 / (2/3 \cdot 217.9 \cdot \tan(20.0) + 1/3 \cdot 24.2) = 0.829$

Grundbruchsicherheit

Maßgebend: $= g + q$

$H_{k,1} = 43.41 \text{ kN/m}$

$M_{k,1} = 38.07 \text{ kN/m}$

$V_{k,1} = 259.51 \text{ kN/m}$

$V_{d,1} = 356.58 \text{ kN/m}$

$R_{n,d,1} = 364.08 \text{ kN/m}$

$a = 10.000 \text{ m}$

$b = 3.100 \text{ m}$

$b' = 2.803 \text{ m}$

Ausnutzungsgrad $= 0.979$

$\gamma_{\text{Grundbruch}} = 1.400$

$\varphi_k = 20.0^\circ$

$c_k = 5.0 \text{ kN/m}^2$

$\gamma_2 = 14.6 \text{ kN/m}^3$

$\sigma_{\bar{u}} = 16.2 \text{ kN/m}^2$

$N_{c0} = 14.83 / N_{d0} = 6.40 / N_{b0} = 1.97$

$v_c = 1.114 / v_d = 1.096 / v_b = 0.916$

$i_c = 0.670 / i_d = 0.722 / i_b = 0.601$

Böschungsneigung $= 0.0^\circ$

$\lambda_c = 1.000 / \lambda_d = 1.000 / \lambda_b = 1.000$

Sohlneigung $= 0.0^\circ$

$\xi_c = 1.000 / \xi_d = 1.000 / \xi_b = 1.000$

Tiefenbeiwerte:

$T_c = 1.000 / T_d = 1.000$

Nachweis EQU:

Momente (im Uhrzeigersinn positiv)

$M_{g,k(+)} = 368.54$ / $M_{q,k(+)} = 81.18 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

$M_{g,k(-)} = -70.60$ / $M_{q,k(-)} = -18.59 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

$M_{stb} = 368.54 \cdot 0.90 = 331.69$

$M_{dst} = 70.60 \cdot 1.10 + 18.59 \cdot 1.50 = 105.54$

$\mu(\text{EQU}) = 105.54 / 331.69 = 0.318$

Setzungen

Steifemodulprofil und

Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten

infolge Gesamtlasten

Tiefe	E_s	s(links)	s(rechts)
[m u. GS]	[MN/m ²]	[cm]	[cm]
0.30	30.00	0.00	0.00
3.00	1.00	2.04	0.37
6.50	1.00	0.00	0.00
10.10	80.00	0.00	0.00
> 10.10	15.00	0.00	0.00

Grenztiefe mit $p = 20.0 \%$

Vorbelastung = 61.20 kN/m^2

Grenztiefe = 0.79 m u. GS

$V_k = 259.51 \text{ kN/m}$

$a = 10.00 \text{ m}$

$b = 3.10 \text{ m}$

$\sigma(\text{links}) = 33.91 \text{ kN/m}^2$

$\sigma(\text{rechts}) = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Setzungen in den kennzeichnenden Punkten:

links: $s = 2.04 \text{ cm}$

rechts: $s = 0.37 \text{ cm}$

Bewehrung Wand EC 2

Tiefe = 3.90 m

Beton C 30/37 / Stahl B500

$M_d = 138.0 \text{ kN}\cdot\text{m} / \text{m}$

$N_d = -43.1 \text{ kN} / \text{m}$

$\epsilon_{s2} [\text{o/oo}] = -3.5$

$\epsilon_{s1} [\text{o/oo}] = 11.3$

$A_{s1} [\text{cm}^2 / \text{m}] = 15.00$

Dicke = 0.300 m

$d_1 = 0.080 \text{ m}$

$\sigma_1(I) = 9.05$ / $\sigma_2(I) = -9.34 \text{ MN/m}^2$

Tiefe = 3.90 m

$Q_d = V_{Sd} = 79.1 \text{ kN} / \text{m}$

$V_{Rd,max} = 481.9 \text{ kN} / \text{m}$ ($z = 0.126 \text{ m}$)

($V_{Sd} / V_{Rd,max} = 0.1641$)

Schubbewehrung nicht erforderlich.

$V_{Rd,c} = 121.32 \text{ kN} / \text{m}$

Rissbreitennachweis:

$M_k = 96.6 \text{ kN}\cdot\text{m} / \text{m}$ $N_k = -31.9 \text{ kN} / \text{m}$

Effektive Zugfestigkeit des Betons $[N/mm^2] = 2.90$

Grenzzissweite $[mm] = 0.30$

Hebelarm der inneren Kräfte $[m] = 0.190$

Bewehrungsgehalt $[\%] = 0.500$

Erforderlich: 11 Bewehrungsstäbe (Durchmesser 14 mm)

Erforderlich $A_s [\text{cm}^2 / \text{m}] = 16.93$

Rissbreitennachweis maßgebend !

Bewehrung Sporn links EC 2 (Anschnitt)

$M_d = -18.6 \text{ kN}\cdot\text{m} / \text{m}$

$N_d = -12.7 \text{ kN} / \text{m}$

$\epsilon_{s2} [\text{o/oo}] = -1.3$

$\epsilon_{s1} [\text{o/oo}] = 25.0$

$A_{s1} [\text{cm}^2 / \text{m}] = 4.39$ (Mindestbew.)

Dicke = 0.300 m

$d_1 = 0.080 \text{ m}$

$\sigma_1(I) = -1.28$ / $\sigma_2(I) = 1.20 \text{ MN/m}^2$

$Q_d = V_{Sd} = 50.3 \text{ kN} / \text{m}$

$V_{Rd,max} = 482.3 \text{ kN} / \text{m}$ ($z = 0.126 \text{ m}$)

($V_{Sd} / V_{Rd,max} = 0.1043$)

Schubbewehrung nicht erforderlich.

$VR_{d,c} = 116.30 \text{ kN / m}$
 Bewehrung Sporn rechts EC 2 (Anschnitt)
 $M_{,d} = -86.8 \text{ kN} \cdot \text{m / m}$
 $N_{,d} = -79.1 \text{ kN / m}$
 $\epsilon_{ps}(c2) [o/oo] = -3.50$
 $\epsilon_{p}(s1) [o/oo] = 21.00$
 $A_{s1} [\text{cm}^2 / \text{m}] = 8.10$
 Dicke = 0.300 m
 $d1 = 0.080 \text{ m}$
 $\sigma_1(l) = -6.05 / \sigma_2(l) = 5.52 \text{ MN/m}^2$
 $Q_{,d} = VS_d = 57.2 \text{ kN / m}$
 $VR_{d,max} = 482.3 \text{ kN / m} (z = 0.126 \text{ m})$
 $(VS_d / VR_{d,max} = 0.1187)$
 Schubbewehrung nicht erforderlich.
 $VR_{d,c} = 122.14 \text{ kN / m}$
 Rissbreitennachweis Sporn links:
 $M_{,k} = -13.8 \text{ kN} \cdot \text{m / m} \quad N_{,k} = -9.4 \text{ kN / m}$
 Effektive Zugfestigkeit des Betons $[N/mm^2] = 2.90$
 Grenzrissweite $[mm] = 0.30$
 Hebelarm der inneren Kräfte $[m] = 0.215$
 Bewehrungsgehalt $[\%] = 0.146$
 Erforderlich: 3 Bewehrungsstäbe (Durchmesser 14 mm)
 Erforderlich $A_s [\text{cm}^2 / \text{m}] = 4.62$
 Rissbreitennachweis maßgebend !
 Rissbreitennachweis Sporn rechts:
 $M_{,k} = -59.0 \text{ kN} \cdot \text{m / m} \quad N_{,k} = -55.0 \text{ kN / m}$
 Effektive Zugfestigkeit des Betons $[N/mm^2] = 2.90$
 Grenzrissweite $[mm] = 0.30$
 Hebelarm der inneren Kräfte $[m] = 0.202$
 Bewehrungsgehalt $[\%] = 0.270$
 Erforderlich: 7 Bewehrungsstäbe (Durchmesser 14 mm)
 Erforderlich $A_s [\text{cm}^2 / \text{m}] = 10.78$
 Rissbreitennachweis maßgebend !

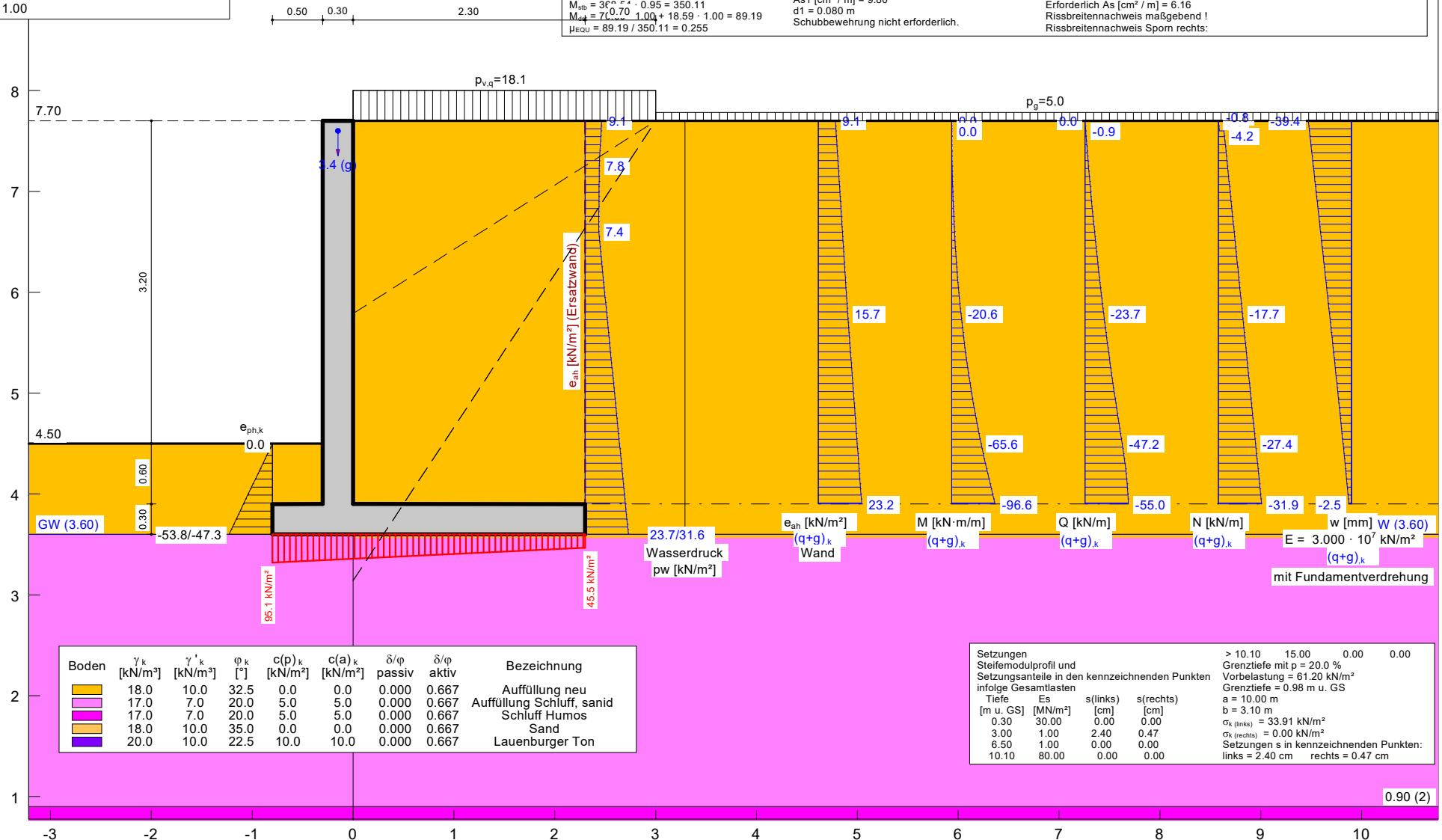
Norm: EC 7
Berechnungsgrundlagen:
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$ (+EB 6)
Passiver Erddruck nach: (+EB 6)
BS: DIN 1054: BS-A
 $\gamma_G = 1.00$
 $\gamma_Q = 1.00$
 $\gamma_{Ep} = 1.20$
Faktor(Ep) = 0.50
Grenz Zustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.00$
 $\gamma_{G,stab} = 0.95$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.00$

Kippsicherheit
Exzentrizität e(Fuß) = -0.183 m
Maßgebend: g
 $V_{k,Fuß} = 217.9$ kN/m
 $H_{k,Fuß}$ (mit Ep) = 38.4 kN/m
 $H_{k,Fuß}$ (ohne Ep) = 50.5 kN/m
 $M_{k,Fuß}$ (mit Ep) = -36.1 kN-m/m
 $M_{k,Fuß}$ (ohne Ep) = -39.8 kN-m/m
b = 3.100 m; a = 10.000 m
b/6 = 0.517 m; b/3 = 1.033 m
 $\sigma_{k,1}/\sigma_{k,2}$ (Fuß) = 95.1 / 45.5 kN/m²
Nachweis EQU:
Momente (im Uhrzeigersinn positiv)
M.g.k(+) = 368.54 / M.q.k(+) = 81.18 kN-m/m
M.g.k(-) = -70.60 / M.q.k(-) = -18.59 kN-m/m
M_{stab} = 368.54 · 0.95 = 350.11
M_{eq} = 70.60 · 1.00 + 18.59 · 1.00 = 89.19
 $\mu_{EQU} = 89.19 / 350.11 = 0.255$

$\mu_{(G_{k,eq})} = H_g / (V_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{(G_{k,eq})} + E_{p,d}) = 50.5 / (217.9 \cdot \tan(20.0^\circ) / 1.10 + 20.2) = 0.548$
Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)
 $\mu = H_k / (2/3 \cdot V_k \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k}) = 50.5 / (2/3 \cdot 217.9 \cdot \tan(20.0^\circ) + 1/3 \cdot 24.2) = 0.829$
 μ (Grundbruch) = 0.699
mit: $\varphi_k = 20.0^\circ$; $c_k = 5.0$ kN/m²
 $\gamma_2 = 7.00$ kN/m³; $\sigma_{(q)}$ = 16.2 kN/m²
Kubatur = 2.070 m³/m
Raumgewicht Beton = 25.00 kN/m³
E-Modul Beton = 3.000 · 10⁷ kN/m²
Bewehrung Wand EC 2
Beton C 35/45 / Stahl B500
As1 [cm²/m] = 9.80
d1 = 0.080 m
Schubbewehrung nicht erforderlich.

VRd,c = 127.18 kN / m
Rissbreitennachweis:
Erforderlich As [cm²/m] = 16.93
Rissbreitennachweis maßgebend!
Bewehrung Sporn links EC 2 (Anschnitt)
As1 [cm²/m] = 4.86 (Mindestbew.)
d1 = 0.080 m
Schubbewehrung nicht erforderlich.
VRd,c = 125.12 kN / m
Bewehrung Sporn rechts EC 2 (Anschnitt)
As1 [cm²/m] = 5.30
d1 = 0.080 m
Schubbewehrung nicht erforderlich.
VRd,c = 129.25 kN / m
Rissbreitennachweis Sporn links:
Erforderlich As [cm²/m] = 6.16
Rissbreitennachweis maßgebend!
Rissbreitennachweis Sporn rechts:

Erforderlich As [cm²/m] = 9.24
Rissbreitennachweis maßgebend!



Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Winkelstützmauer

Wandkopf = 7.70 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050

Baugrubensohle = 4.50 mNHN

Grundwasserstand (rechts) = 3.60 mNHN

Grundwasserstand (links) = 3.60 mNHN

BS: DIN 1054: BS-A

Teilsicherheiten

$\gamma_{g,1} = 1.00$

$\gamma_{g,2} = 1.00$

$\gamma_{Ep} = 1.20$ (Gleiten)

Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Grenzzustand EQU:

$\gamma_{G,dst} = 1.00$

$\gamma_{G,stb} = 0.95$

$\gamma_{Q,dst} = 1.00$

Winkelstützmauer

$\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$

E-Modul = $3.0000 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$

Vertikallast(g) = 0.00 kN/m

Vertikallast(q) = 0.00 kN/m

Horizontallast(g) = 0.00 kN/m

Horizontallast(q) = 0.00 kN/m

Moment(g) = 0.00 kN·m/m

Moment(q) = 0.00 kN·m/m

Fundamentlänge $a = 10.00 \text{ m}$

Tiefe	links	rechts	Breite
[mNHN]	[m]	[m]	[m]
7.700	-0.300	0.000	0.300
3.900	-0.300	0.000	0.300

Koordinaten Fundament

x	y
[m]	[mNHN]
-0.300	3.900
-0.800	3.900
-0.800	3.600
2.300	3.600
2.300	3.900
0.000	3.900

Blocklasten

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[mNHN]
1	18.10	0.00	0.00	3.00	7.70

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[mNHN]
1	18.10	0.00	0.00	0.70	7.70

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
1	7.70	7.70	6.60	9.07	9.07	0.00	2 Verkehrslast

Typ = 2 ==> dreieckförmig verteilt (Maximum oben)

Lasten (einseitig begrenzt)

Werte für Betonwand

Nr.	sigma	x(links)	Tiefe	y(oben)	y(unten)	Verkehrslast
[-]	[kN/m ²]	[m]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[-]
1	5.00	3.00	7.70	5.79	3.14	nein

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

Nr.	Tiefe	M	H	V	Verkehrslast
[-]	[mNHN]	[kN·m/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
1	7.60	0.00	0.00	3.40	nein

Bodenkennwerte

Schicht	Tiefe	γ_k	γ'_k	φ_k	$c(p)_k$	$c(a)_k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	E_s
[-]	[mNHN][kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[MN/m²]	
1	3.60	18.00	10.00	32.50	0.00	0.00	0.000	0.667	30.0
2	0.90	17.00	7.00	20.00	5.00	5.00	0.000	0.667	1.0
3	-2.60	17.00	7.00	20.00	5.00	5.00	0.000	0.667	1.0
4	-6.20	18.00	10.00	35.00	0.00	0.00	0.000	0.667	80.0
5	-17.00	20.00	10.00	22.50	10.00	10.00	0.000	0.667	15.0

Aktive Erddruckbeiwerte auf Wand

bestimmt nach: DIN 4085

Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$ (+ EB 6)

(delta = mittlere Geländeneigung = 0.00°)

Tiefe	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	alpha	beta	$k_{agh(40^\circ)}$
[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[°]	[-]
7.600	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
7.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.789	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.500	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
3.901	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
3.900	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179

Aktive Erddruckbeiwerte auf Ersatzwand

(delta = mittlere Geländeneigung = 0.00°)

Tiefe	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	alpha	beta	$k_{agh(40^\circ)}$
[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[°]	[-]
7.600	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
7.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.789	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.500	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
3.901	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
3.900	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
3.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
3.601	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
3.600	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179

Aktive Erddruckkoordinaten auf Wand (g+q),k

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
7.700	7.600	9.125	9.466	0.00	0.00
7.600	5.789	9.466	15.653	0.00	0.00
5.789	4.500	15.653	20.788	0.00	0.00
4.500	3.901	20.788	23.175	0.00	0.00

Aktive Erddruckkoordinaten auf Ersatzwand (g+q),k

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
7.700	7.600	9.072	8.787	0.00	0.00
7.650	7.551	8.930	8.646	0.00	0.00
7.600	7.501	8.787	8.506	0.00	0.00
7.551	7.452	8.646	8.365	0.00	0.00

7.501	7.402	8.506	8.224	0.00	0.00
7.452	7.353	8.365	8.083	0.00	0.00
7.402	7.303	8.224	7.942	0.00	0.00
7.353	7.254	8.083	7.801	0.00	0.00
7.303	7.200	7.942	7.772	0.00	0.00
7.254	7.150	7.801	7.745	0.00	0.00
7.200	7.100	7.772	7.718	0.00	0.00
7.150	7.050	7.745	7.691	0.00	0.00
7.100	7.000	7.718	7.664	0.00	0.00
7.050	6.950	7.691	7.637	0.00	0.00
7.000	6.900	7.664	7.610	0.00	0.00
6.950	6.850	7.637	7.583	0.00	0.00
6.900	6.800	7.610	7.556	0.00	0.00
6.850	6.750	7.583	7.529	0.00	0.00
6.800	6.700	7.556	7.502	0.00	0.00
6.750	6.651	7.529	7.476	0.00	0.00
6.700	6.603	7.502	7.449	0.00	0.00
6.651	6.552	7.476	7.422	0.00	0.00
6.603	6.502	7.449	7.395	0.00	0.00
6.552	6.452	7.422	8.268	0.00	0.00
6.502	6.401	7.395	8.540	0.00	0.00
6.452	6.351	8.268	8.813	0.00	0.00
6.401	6.301	8.540	9.086	0.00	0.00
6.351	6.250	8.813	9.359	0.00	0.00
6.301	6.200	9.086	9.631	0.00	0.00
6.250	6.150	9.359	9.902	0.00	0.00
6.200	6.100	9.631	10.173	0.00	0.00
6.150	6.050	9.902	10.444	0.00	0.00
6.100	6.000	10.173	10.715	0.00	0.00
6.050	5.950	10.444	10.986	0.00	0.00
6.000	5.900	10.715	11.257	0.00	0.00
5.950	5.850	10.986	11.528	0.00	0.00
5.900	5.800	11.257	11.799	0.00	0.00
5.850	5.750	11.528	12.069	0.00	0.00
5.800	5.700	11.799	12.340	0.00	0.00
5.750	5.650	12.069	12.611	0.00	0.00
5.700	5.600	12.340	12.882	0.00	0.00
5.650	5.550	12.611	13.153	0.00	0.00
5.600	5.500	12.882	13.424	0.00	0.00
5.550	5.450	13.153	13.695	0.00	0.00
5.500	5.400	13.424	13.966	0.00	0.00
5.450	5.350	13.695	14.236	0.00	0.00
5.400	5.300	13.966	14.507	0.00	0.00
5.350	5.250	14.236	14.778	0.00	0.00
5.300	5.200	14.507	15.049	0.00	0.00
5.250	5.150	14.778	15.320	0.00	0.00
5.200	5.100	15.049	15.591	0.00	0.00
5.150	5.050	15.320	15.862	0.00	0.00
5.100	5.000	15.591	16.133	0.00	0.00
5.050	4.950	15.862	16.404	0.00	0.00
5.000	4.900	16.133	16.674	0.00	0.00
4.950	4.850	16.404	16.945	0.00	0.00
4.900	4.800	16.674	17.216	0.00	0.00
4.850	4.750	16.945	17.487	0.00	0.00
4.800	4.700	17.216	17.758	0.00	0.00
4.750	4.650	17.487	18.029	0.00	0.00
4.700	4.600	17.758	18.300	0.00	0.00
4.650	4.550	18.029	18.571	0.00	0.00
4.600	4.500	18.300	18.842	0.00	0.00
4.550	4.450	18.571	19.112	0.00	0.00
4.500	4.400	18.842	19.383	0.00	0.00
4.450	4.350	19.112	19.654	0.00	0.00
4.400	4.300	19.383	19.925	0.00	0.00
4.350	4.250	19.654	20.196	0.00	0.00
4.300	4.200	19.925	20.467	0.00	0.00
4.250	4.150	20.196	20.737	0.00	0.00
4.200	4.100	20.467	21.007	0.00	0.00
4.150	4.051	20.737	21.277	0.00	0.00
4.100	4.001	21.007	21.547	0.00	0.00
4.051	3.951	21.277	21.817	0.00	0.00
4.001	3.901	21.547	22.087	0.00	0.00
3.951	3.900	21.817	22.092	0.00	0.00

3.901	3.850	22.087	22.363	0.00	0.00
3.900	3.800	22.092	22.634	0.00	0.00
3.850	3.750	22.363	22.905	0.00	0.00
3.800	3.700	22.634	23.176	0.00	0.00
3.750	3.650	22.905	23.444	0.00	0.00
3.700	3.601	23.176	23.713	0.00	0.00
3.650	3.600	23.444	23.717	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte

Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

bestimmt nach: DIN 4085:2017

Tiefe [mNHN]	k_{pgh} [-]	k_{pch} [-]	φ_k [°]	δ [°]
3.60	3.322	3.646	32.500	0.00
0.90	2.040	2.856	20.000	0.00
-2.60	2.040	2.856	20.000	0.00
-6.20	3.690	3.842	35.000	0.00
-17.00	2.240	2.993	22.500	0.00

Passive Erddruckkoordinaten $e_{ph,k}$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von [mNHN]	bis [mNHN]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]
5.80	4.50	0.00	0.00
4.50	3.90	0.00	-35.82
3.90	3.60	-35.82	-53.77

Kräfte und Momente um linken unteren Fußpunkt der Wand (Dimension kN/m und kN·m/m)

(V positiv nach unten; H positiv nach links; M positiv im Uhrzeigersinn)

$x(\text{Fuß}) = -0.800$ mNHN / $y(\text{Fuß}) = 3.600$ mNHN

$V, k(\text{Wand}) = 51.75$

$M, k(\text{Wand}) = 54.57$

$E_{ah,k,g} = 50.54$

$M \text{ aus } E_{ah,k,g} = -70.60$

$E_{ah,k,q} = 4.98$

$M \text{ aus } E_{ah,k,q} = -18.59$

$E_{av,k,g} = 0.00$

$M \text{ aus } E_{av,k,g} = 0.00$

$E_{av,k,q} = 0.00$

$M \text{ aus } E_{av,k,q} = 0.00$

$E_{ph,k} = -12.11$

$M \text{ aus } E_{ph,k} = 3.63$

$E_{pv,k} = 0.00$

$M \text{ aus } E_{pv,k} = 0.00$

Bodengewicht, k (rechts) = 157.32

$M \text{ aus Bodengewicht, k (rechts)} = 306.78$

Bodengewicht, k (links) = 5.40

$M \text{ aus Bodengewicht, k (links)} = 1.35$

$V, k, g (\text{Lasten}) = 3.40$

$M \text{ aus } V, k, g + M, k, g (\text{Lasten}) = 2.21$

$V, k, q (\text{Lasten}) = 41.63$

$M \text{ aus } V, k, q + M, k, q (\text{Lasten}) = 81.18$

$H, k, g (\text{Lasten}) = 0.00$

$M \text{ aus } H, k, g (\text{Lasten}) = 0.00$

$H, k, q (\text{Lasten}) = 0.00$

$M \text{ aus } H, k, q (\text{Lasten}) = 0.00$

$V, k, g (\text{Wasserdruck}) = 0.00$

$M \text{ aus } V, k, g (\text{Wasserdruck}) = 0.00$

Summe $V, k, g = 217.87$

Summe $V, k, q = 41.63$

Summe $H, k, g (\text{ohne } E_{ph}) = 50.54$

Summe $H, k, q (\text{ohne } E_{ph}) = 4.98$

Summe $M, k, g = 297.94$

Summe $M, k, q = 62.59$

Summe Momente um Sohlmittelpunkt (SM):

$x(\text{SM}) = 0.750$ m / $y(\text{SM}) = 3.600$ mNHN

$M, k, g(\text{SM}) = -39.77$

$M, k, q(\text{SM}) = -1.94$

Exzentrizität, k, g(SM) = -0.183 m

Exzentrizität, $k, g + q(SM) = -0.161 \text{ m}$

Schnittgrößen ($g + q$), k

Tiefe	Q	M	N
[mNHN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
7.70	0.0	0.0	0.0
7.60	-0.9	0.0	-0.8
7.60	-0.9	0.0	-4.2
5.79	-23.7	-20.6	-17.7
4.50	-47.2	-65.6	-27.4
3.90	-55.0	-96.6	-31.9

Verschiebungen ($g + q$), k (mit Fundamentverdrehung)

Tiefe	w
[mNHN]	[mm]
7.70	-39.4
7.60	-38.4
5.79	-20.2
4.50	-7.8
3.90	-2.5

Kippsicherheit

Maßgebend: g

Exzentrizität $e(Fu\beta) = -0.183 \text{ m}$

$b/6 = 0.517 \text{ m}$; $b/3 = 1.033 \text{ m}$

$\sigma_{g,k,1}/\sigma_{g,k,2}(Fu\beta) = 95.1 / 45.5 \text{ kN/m}^2$

Gleitsicherheit

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

Wenn beim Nachweis der Gleitsicherheit Erdwiderstand angesetzt wird, gilt folgende Regelung:

Bei Flach- und Flächengründungen darf der Nachweis gegen unzuträgliche Verschiebungen

des Fundamentes in der Sohlfläche als erbracht angesehen werden, wenn bei mindestens

mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden bzw. bei mindestens steifen bindigen Böden

- nicht mehr als zwei Drittel des charakteristischen Erdwiderstands in der Fundamentsohle sowie

- nicht mehr als ein Drittel des charakteristischen Erdwiderstands vor der Stirnseite des Fundamentkörpers zur Herstellung des Gleichgewichts der charakteristischen bzw. repräsentativen Kräfte parallel zur Sohlfläche erforderlich sind.

Maßgebend: g

$\mu_{e(Gleit)} = H_{d,1} / (V_{k,1} \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{\text{Gleiten}} + E_{p,d,1}) =$

$\mu_{e(Gleit)} = 50.5 / (217.9 \cdot \tan(20.0) / 1.10 + 20.2) = 0.548$

Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

$\mu_e = H_{k,1} / (2/3 \cdot V_{k,1} \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k,1}) =$

$\mu_e = 50.5 / (2/3 \cdot 217.9 \cdot \tan(20.0) + 1/3 \cdot 24.2) = 0.829$

Grundbruchsicherheit

Maßgebend: $= g + q$

$H_{k,1} = 43.41 \text{ kN/m}$

$M_{k,1} = 38.07 \text{ kN/m}$

$V_{k,1} = 259.50 \text{ kN/m}$

$V_{d,1} = 259.50 \text{ kN/m}$

$R_{n,d,1} = 371.03 \text{ kN/m}$

$a = 10.000 \text{ m}$

$b = 3.100 \text{ m}$

$b' = 2.807 \text{ m}$

Ausnutzungsgrad $= 0.699$

$\gamma_{\text{Grundbruch}} = 1.200$

$\varphi_k = 20.0^\circ$

$c_k = 5.0 \text{ kN/m}^2$

$\gamma_2 = 7.0 \text{ kN/m}^3$

$\sigma_{\bar{u}} = 16.2 \text{ kN/m}^2$

$N_{c0} = 14.83 / N_{d0} = 6.40 / N_{b0} = 1.97$

$v_c = 1.114 / v_d = 1.096 / v_b = 0.916$

$i_c = 0.670 / i_d = 0.722 / i_b = 0.601$

Böschungsneigung $= 0.0^\circ$

$\lambda_c = 1.000 / \lambda_d = 1.000 / \lambda_b = 1.000$

Sohlneigung $= 0.0^\circ$

$\xi_c = 1.000 / \xi_d = 1.000 / \xi_b = 1.000$

Tiefenbeiwerte:

$T_c = 1.000 / T_d = 1.000$

Nachweis EQU:

Momente (im Uhrzeigersinn positiv)

$M_{g,k(+)} = 368.54$ / $M_{q,k(+)} = 81.18 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

$M_{g,k(-)} = -70.60$ / $M_{q,k(-)} = -18.59 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

$M_{stb} = 368.54 \cdot 0.95 = 350.11$

$M_{dst} = 70.60 \cdot 1.00 + 18.59 \cdot 1.00 = 89.19$

$\mu(\text{EQU}) = 89.19 / 350.11 = 0.255$

Setzungen

Steifemodulprofil und

Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten

infolge Gesamtlasten

Tiefe	E_s	s(links)	s(rechts)
[m u. GS]	[MN/m ²]	[cm]	[cm]
0.30	30.00	0.00	0.00
3.00	1.00	2.40	0.47
6.50	1.00	0.00	0.00
10.10	80.00	0.00	0.00
> 10.10	15.00	0.00	0.00

Grenztiefe mit $p = 20.0 \%$

Vorbelastung = 61.20 kN/m^2

Grenztiefe = 0.98 m u. GS

$V_k = 259.50 \text{ kN/m}$

$a = 10.00 \text{ m}$

$b = 3.10 \text{ m}$

$\sigma(\text{links}) = 33.91 \text{ kN/m}^2$

$\sigma(\text{rechts}) = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Setzungen in den kennzeichnenden Punkten:

links: $s = 2.40 \text{ cm}$

rechts: $s = 0.47 \text{ cm}$

Bewehrung Wand EC 2

Tiefe = 3.90 m

Beton C 35/45 / Stahl B500

$M_d = 96.6 \text{ kN}\cdot\text{m} / \text{m}$

$N_d = -31.9 \text{ kN} / \text{m}$

$\epsilon_{ps}(c2) [o/oo] = -3.5$

$\epsilon_{ps}(s1) [o/oo] = 23.8$

$A_{s1} [\text{cm}^2 / \text{m}] = 9.80$

Dicke = 0.300 m

$d1 = 0.080 \text{ m}$

$\sigma_1(I) = 6.34$ / $\sigma_2(I) = -6.55 \text{ MN/m}^2$

Tiefe = 3.90 m

$Q_d = V_{Sd} = 55.0 \text{ kN} / \text{m}$

$V_{Rd,max} = 562.3 \text{ kN} / \text{m}$ ($z = 0.126 \text{ m}$)

($V_{Sd} / V_{Rd,max} = 0.0978$)

Schubbewehrung nicht erforderlich.

$V_{Rd,c} = 127.18 \text{ kN} / \text{m}$

Rissbreitennachweis:

$M_k = 96.6 \text{ kN}\cdot\text{m} / \text{m}$ $N_k = -31.9 \text{ kN} / \text{m}$

Effektive Zugfestigkeit des Betons $[N/mm^2] = 3.20$

Grenzzissweite $[mm] = 0.30$

Hebelarm der inneren Kräfte $[m] = 0.204$

Bewehrungsgehalt $[\%] = 0.327$

Erforderlich: 11 Bewehrungsstäbe (Durchmesser 14 mm)

Erforderlich $A_s [\text{cm}^2 / \text{m}] = 16.93$

Rissbreitennachweis maßgebend !

Bewehrung Sporn links EC 2 (Anschnitt)

$M_d = -13.8 \text{ kN}\cdot\text{m} / \text{m}$

$N_d = -8.1 \text{ kN} / \text{m}$

$\epsilon_{ps}(c2) [o/oo] = -0.9$

$\epsilon_{ps}(s1) [o/oo] = 25.0$

$A_{s1} [\text{cm}^2 / \text{m}] = 4.86$ (Mindestbew.)

Dicke = 0.300 m

$d1 = 0.080 \text{ m}$

$\sigma_1(I) = -0.95$ / $\sigma_2(I) = 0.89 \text{ MN/m}^2$

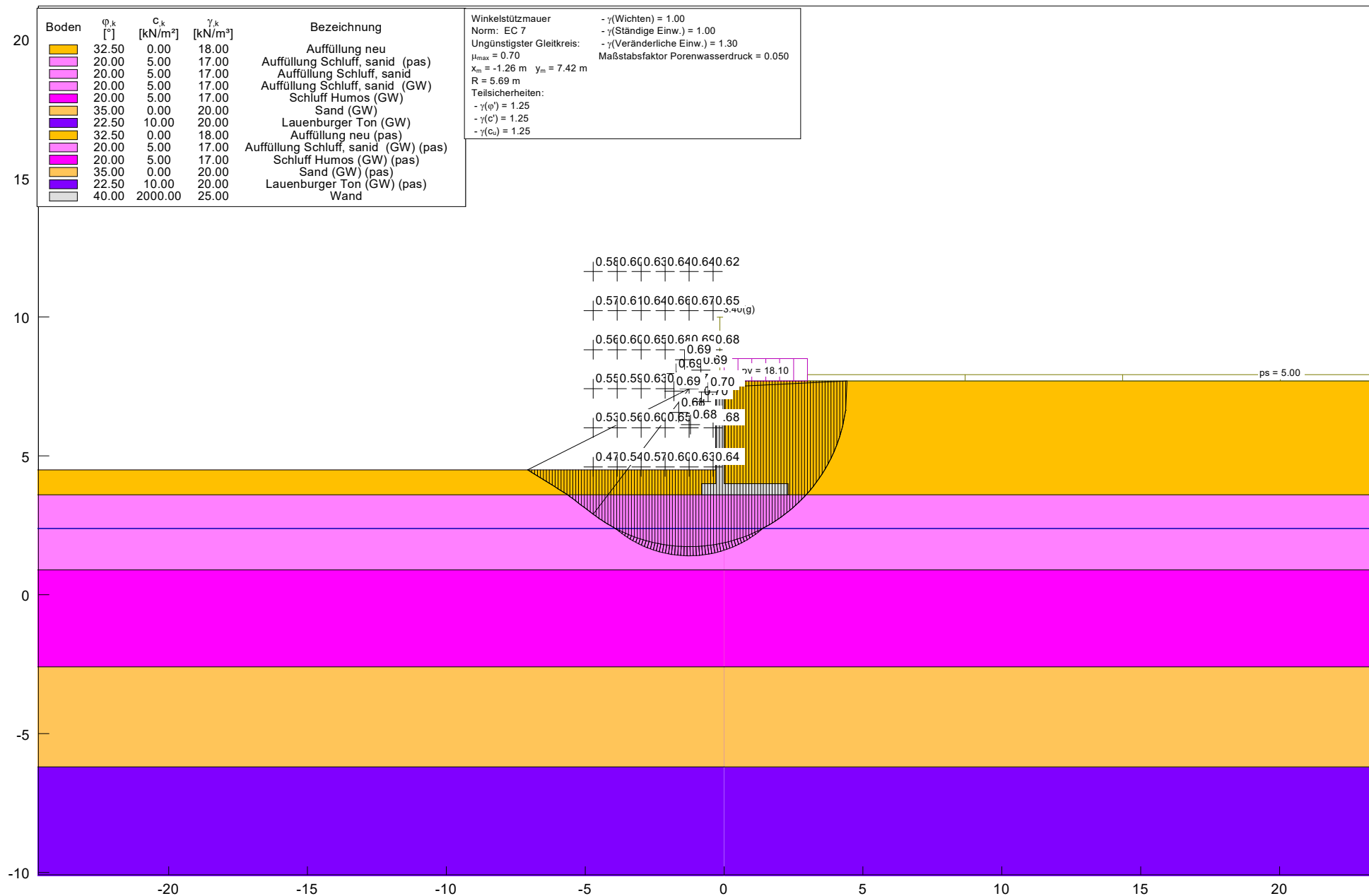
$Q_d = V_{Sd} = 37.3 \text{ kN} / \text{m}$

$V_{Rd,max} = 562.7 \text{ kN} / \text{m}$ ($z = 0.126 \text{ m}$)

($V_{Sd} / V_{Rd,max} = 0.0662$)

Schubbewehrung nicht erforderlich.

$VR_{d,c} = 125.12 \text{ kN / m}$
 Bewehrung Sporn rechts EC 2 (Anschnitt)
 $M_{,d} = -59.0 \text{ kN} \cdot \text{m / m}$
 $N_{,d} = -55.0 \text{ kN / m}$
 $\epsilon_{ps}(c2) [o/oo] = -2.53$
 $\epsilon_{p}(s1) [o/oo] = 25.00$
 $A_{s1} [\text{cm}^2 / \text{m}] = 5.30$
 Dicke = 0.300 m
 $d1 = 0.080 \text{ m}$
 $\sigma_1(l) = -4.11 / \sigma_2(l) = 3.75 \text{ MN/m}^2$
 $Q_{,d} = VS_d = 37.8 \text{ kN / m}$
 $VR_{d,max} = 562.7 \text{ kN / m} (z = 0.126 \text{ m})$
 $(VS_d / VR_{d,max} = 0.0671)$
 Schubbewehrung nicht erforderlich.
 $VR_{d,c} = 129.25 \text{ kN / m}$
 Rissbreitennachweis Sporn links:
 $M_{,k} = -13.8 \text{ kN} \cdot \text{m / m} \quad N_{,k} = -8.1 \text{ kN / m}$
 Effektive Zugfestigkeit des Betons $[N/mm^2] = 3.20$
 Grenzrissweite $[mm] = 0.30$
 Hebelarm der inneren Kräfte $[m] = 0.216$
 Bewehrungsgehalt $[\%] = 0.162$
 Erforderlich: 4 Bewehrungsstähle (Durchmesser 14 mm)
 Erforderlich $A_s [\text{cm}^2 / \text{m}] = 6.16$
 Rissbreitennachweis maßgebend !
 Rissbreitennachweis Sporn rechts:
 $M_{,k} = -59.0 \text{ kN} \cdot \text{m / m} \quad N_{,k} = -55.0 \text{ kN / m}$
 Effektive Zugfestigkeit des Betons $[N/mm^2] = 3.20$
 Grenzrissweite $[mm] = 0.30$
 Hebelarm der inneren Kräfte $[m] = 0.209$
 Bewehrungsgehalt $[\%] = 0.177$
 Erforderlich: 6 Bewehrungsstähle (Durchmesser 14 mm)
 Erforderlich $A_s [\text{cm}^2 / \text{m}] = 9.24$
 Rissbreitennachweis maßgebend !



**Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen**

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel
 c [kN/m²] = Kohäsion
 γ [kN/m³] = Wichte
 μ [-] = Ausnutzungsgrad
 x_m, y_m [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes
 rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- $\gamma_m(\varphi) = 1.25$
- $\gamma_m(c') = 1.25$
- $\gamma_m(c_u) = 1.25$
- $\gamma_m(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma_m(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma_m(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-37.050	4.500	2	-0.300	4.500	3	-0.299	7.700	4	37.050	7.700

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	32.50	0.00	18.00	Auffüllung neu
2	20.00	5.00	17.00	Auffüllung Schluff, sanid (pas)
3	20.00	5.00	17.00	Auffüllung Schluff, sanid
4	20.00	5.00	17.00	Auffüllung Schluff, sanid (GW)
5	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (GW)
6	35.00	0.00	20.00	Sand (GW)
7	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
8	32.50	0.00	18.00	Auffüllung neu (pas)
9	20.00	5.00	17.00	Auffüllung Schluff, sanid (GW) (pas)
10	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (GW) (pas)
11	35.00	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
12	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
13	40.00	2000.00	25.00	Wand

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	27.01	0.00	18.00	Auffüllung neu
2	16.23	4.00	17.00	Auffüllung Schluff, sanid (pas)
3	16.23	4.00	17.00	Auffüllung Schluff, sanid
4	16.23	4.00	17.00	Auffüllung Schluff, sanid (GW)
5	16.23	4.00	17.00	Schluff Humos (GW)
6	29.26	0.00	20.00	Sand (GW)
7	18.33	8.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
8	27.01	0.00	18.00	Auffüllung neu (pas)
9	16.23	4.00	17.00	Auffüllung Schluff, sanid (GW) (pas)
10	16.23	4.00	17.00	Schluff Humos (GW) (pas)
11	29.26	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
12	18.33	8.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
13	33.87	1600.00	25.00	Wand

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	-37.050	3.600	-0.800	3.600	8
2	-0.800	4.000	-0.300	4.000	8
3	-0.800	3.600	-0.800	4.000	8
4	-0.800	3.600	-0.800	3.600	8
5	0.000	7.700	0.000	4.000	1
6	0.000	4.000	2.300	4.000	1
7	2.300	4.000	2.300	3.600	1
8	2.300	3.600	37.050	3.600	1
9	2.300	3.600	2.300	3.600	13

10	-0.800	3.600	2.300	3.600	13
11	0.000	2.390	37.050	2.390	3
12	0.000	0.900	37.050	0.900	4
13	-37.050	2.390	0.000	2.390	2
14	-37.050	0.900	0.000	0.900	9
15	-37.050	-2.600	0.000	-2.600	10
16	0.000	-2.600	37.050	-2.600	5
17	0.000	-6.200	37.050	-6.200	6
18	-37.050	-6.200	0.000	-6.200	11
19	0.000	-17.000	37.050	-17.000	7
20	-37.050	-17.000	0.000	-17.000	12

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-37.050	2.390	2	0.000	2.390	3	0.001	2.390	4	37.050	2.390

Ständige Lasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]
1	5.00	5.00	3.00	37.05	7.70

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	18.10	0.00	3.00	7.70

Einzelkräfte / Einzelmomente

Nr.	H-Kraft	V-Kraft	Moment	x	y
[-]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[m]	[m]
1	0.00	3.40	0.00	-0.15	7.60

Bauteil 1

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	-0.30	7.70
2	-0.30	4.00
3	-0.80	4.00
4	-0.80	3.60
5	2.30	3.60
6	2.30	4.00
7	0.00	4.00
8	0.00	7.70

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 2.39

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 2.39

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 2.3000 3.5999

x / y (Ende): 3.3000 -16.0000

Anzahl Radien = 40

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	-4.7117	11.6376	11.1190	104	0.5756	2843.012	4939.314	4939.3	0.0	2843.0	0.0
2	-4.7117	10.2311	10.0952	106	0.5741	2583.435	4499.629	4499.6	0.0	2583.4	0.0
3	-4.7117	8.8246	9.1778	109	0.5623	2285.300	4064.029	4064.0	0.0	2285.3	0.0
4	-4.7117	7.4182	8.4031	115	0.5507	2055.244	3731.806	3731.8	0.0	2055.2	0.0
5	-4.7117	6.0117	7.8151	123	0.5313	1771.534	3334.402	3334.4	0.0	1771.5	0.0
6	-4.7117	4.6052	7.4590	134	0.4745	1614.101	3402.009	3402.0	0.0	1614.1	0.0
7	-3.8483	11.6376	10.5803	103	0.6016	2581.224	4290.673	4290.7	0.0	2581.2	0.0
8	-3.8483	10.2311	9.4966	105	0.6107	2328.788	3813.175	3813.2	0.0	2328.8	0.0
9	-3.8483	8.8246	8.5126	108	0.6045	2049.645	3390.825	3390.8	0.0	2049.6	0.0
10	-3.8483	7.4182	7.6687	113	0.5895	1776.386	3013.441	3013.4	0.0	1776.4	0.0

11	-3.8483	6.0117	7.0179	122	0.5630	1494.291	2653.966	2654.0	0.0	1494.3	0.0
12	-3.8483	4.6052	7.0090	134	0.5440	1417.483	2605.468	2605.5	0.0	1417.5	0.0
13	-2.9849	11.6376	10.0876	102	0.6285	2334.272	3714.060	3714.1	0.0	2334.3	0.0
14	-2.9849	10.2311	8.9420	104	0.6403	2073.181	3237.948	3237.9	0.0	2073.2	0.0
15	-2.9849	8.8246	7.8860	107	0.6485	1828.147	2818.924	2818.9	0.0	1828.1	0.0
16	-2.9849	7.4182	6.9631	112	0.6282	1523.898	2425.766	2425.8	0.0	1523.9	0.0
17	-2.9849	6.0117	6.2363	120	0.6048	1258.027	2079.994	2080.0	0.0	1258.0	0.0
18	-2.9849	4.6052	5.7838	135	0.5685	987.990	1737.980	1738.0	0.0	988.0	0.0
19	-2.1216	11.6376	9.6484	101	0.6414	2096.683	3268.997	3269.0	0.0	2096.7	0.0
20	-2.1216	10.2311	8.4405	103	0.6615	1838.750	2779.817	2779.8	0.0	1838.8	0.0
21	-2.1216	8.8246	7.3087	105	0.6762	1573.881	2327.707	2327.7	0.0	1573.9	0.0
22	-2.1216	7.4182	6.2969	110	0.6728	1310.500	1947.704	1947.7	0.0	1310.5	0.0
23	-2.1216	6.0117	5.4774	119	0.6453	1026.314	1590.518	1590.5	0.0	1026.3	0.0
24	-2.1216	4.6052	4.9537	135	0.6020	772.966	1283.906	1283.9	0.0	773.0	0.0
25	-1.2582	11.6376	9.2706	101	0.6418	1849.937	2882.412	2882.4	0.0	1849.9	0.0
26	-1.2582	10.2311	8.0030	102	0.6669	1590.713	2385.249	2385.2	0.0	1590.7	0.0
27	-1.2582	8.8246	6.7942	104	0.6879	1332.899	1937.707	1937.7	0.0	1332.9	0.0
28	-1.2582	7.4182	5.6851	108	0.6971	1079.606	1548.805	1548.8	0.0	1079.6	0.0
29	-1.2582	6.0117	4.7530	117	0.6816	818.578	1200.883	1200.9	0.0	818.6	0.0
30	-1.2582	4.6052	4.1326	135	0.6322	577.916	914.132	914.1	0.0	577.9	0.0
31	-0.3948	11.6376	8.9626	101	0.6209	1616.465	2603.404	2603.4	0.0	1616.5	0.0
32	-0.3948	10.2311	7.6412	101	0.6516	1368.199	2099.674	2099.7	0.0	1368.2	0.0
33	-0.3948	8.8246	6.3592	102	0.6786	1108.133	1632.914	1632.9	0.0	1108.1	0.0
34	-0.3948	7.4182	5.1493	106	0.6856	847.472	1236.112	1236.1	0.0	847.5	0.0
35	-0.3948	6.0117	4.0840	114	0.6787	602.587	887.903	887.9	0.0	602.6	0.0
36	-0.3948	4.6052	3.3276	136	0.6383	396.664	621.450	621.4	0.0	396.7	0.0
37	-1.6307	6.5635	5.3770	113	0.6794	1013.945	1492.305	1492.3	0.0	1013.9	0.0
38	-1.7264	7.9647	6.4020	107	0.6872	1305.195	1899.318	1899.3	0.0	1305.2	0.0
39	-0.8387	8.0866	5.9496	105	0.6917	1089.663	1575.320	1575.3	0.0	1089.7	0.0
40	-0.8125	6.9551	5.0452	109	0.6957	871.310	1252.376	1252.4	0.0	871.3	0.0
41	-1.8047	7.3294	6.0044	110	0.6864	1209.261	1761.760	1761.8	0.0	1209.3	0.0
42	-0.5775	7.2946	5.1563	107	0.6962	872.006	1252.525	1252.5	0.0	872.0	0.0
43	-1.4218	8.4608	6.5919	105	0.6909	1318.133	1907.896	1907.9	0.0	1318.1	0.0
44	-1.2129	6.1283	4.7846	116	0.6848	831.928	1214.840	1214.8	0.0	831.9	0.0

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
28	-1.2582	7.4182	5.6851	108	0.6971	1079.606	1548.805	1548.8	0.0	1079.6	0.0

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 13.12.2022
Anlage I: Abschnitt C: Teilbereich VIII, Schnitt 9 I.1 Bemessung Winkelstützwand I.1.1 Niedrigwasserlastfall 3a I.1.2 Niedrigwasserlastfall 3c I.2 Nachweis gegen Geländebruch			
			Anlagen

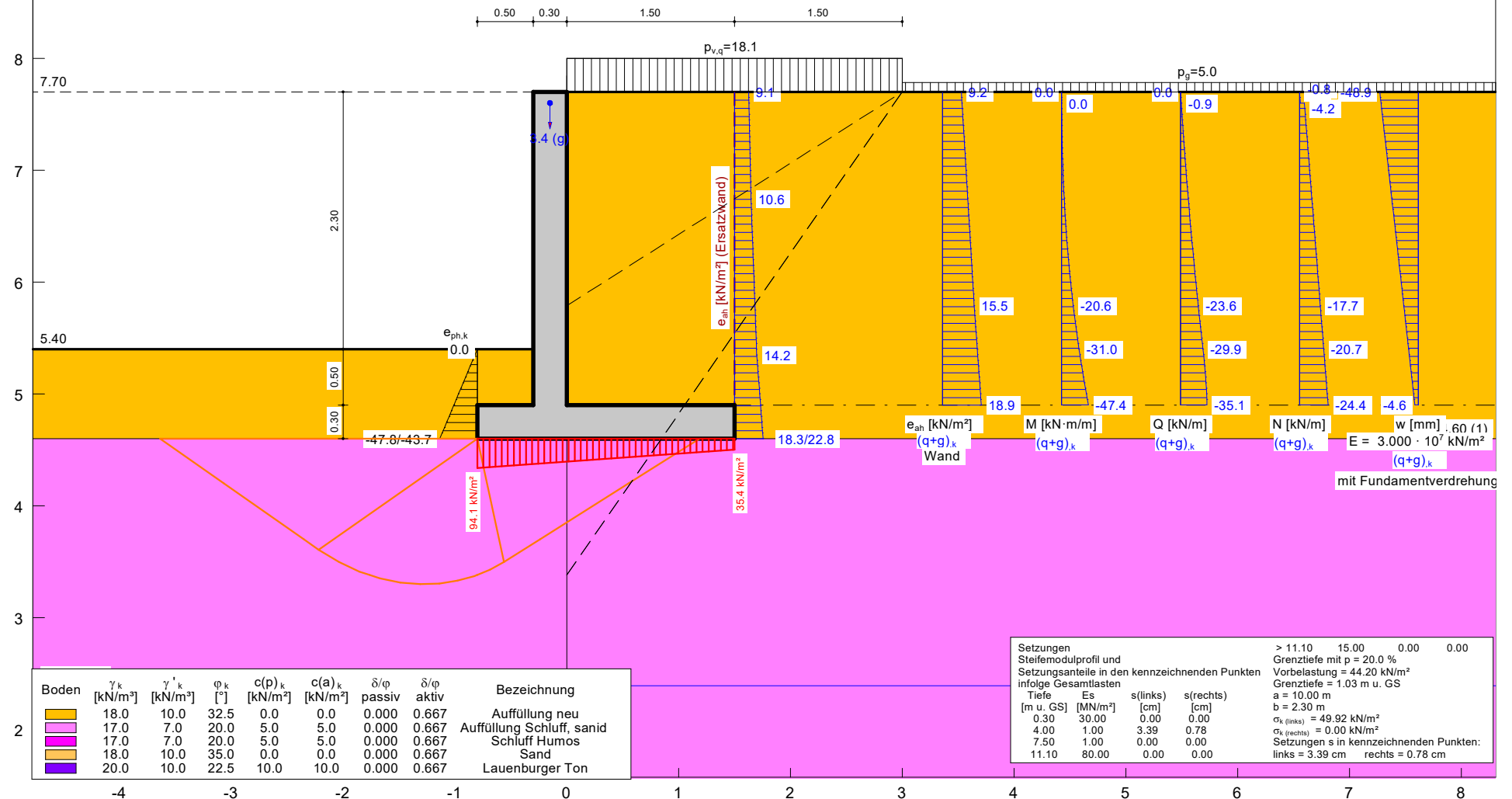
Norm: EC 7
 Berechnungsgrundlagen:
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
 Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$ (+EB 6)
 Passiver Erddruck nach: (+EB 6)
 BS: DIN 1054: BS-P
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{Ep} = 1.40$
 Faktor(E_p) = 0.50
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stb} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$

Kippsicherheit
 Exzentrizität $e(Fu\beta) = -0.174$ m
 Maßgebend: $g+q$
 $V_{k,Fu\beta} = 148.9$ kN/m
 $H_{k,Fu\beta}$ (mit E_p) = 29.3 kN/m
 $H_{k,Fu\beta}$ (ohne E_p) = 38.9 kN/m
 $M_{k,Fu\beta}$ (mit E_p) = -23.3 kN-m/m
 $M_{k,Fu\beta}$ (ohne E_p) = -25.9 kN-m/m
 $b = 2.300$ m ; $a = 10.000$ m
 $b/6 = 0.383$ m ; $b/3 = 0.767$ m
 $\sigma_{k,1}/\sigma_{k,2}(Fu\beta) = 94.1 / 35.4$ kN/m²
 Nachweis EQU:
 Momente (im Uhrzeigersinn positiv)
 $M_{g,k(+)} = 156.56$ / $M_{q,k(+)} = 42.08$ kN-m/m
 $M_{g,k(-)} = -28.60$ / $M_{q,k(-)} = -24.71$ kN-m/m
 $M_{dst} = 156.56 \cdot 0.90 = 140.90$
 $M_{dst} = 28.60 \cdot 1.10 + 24.71 \cdot 1.50 = 68.52$
 $\mu_{EQU} = 68.52 / 140.90 = 0.486$

$\mu_{(Gleit)} = H_d / (V_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{(Gleit)} + E_{p,d}) = 54.1 / (148.9 \cdot \tan(20.0^\circ) / 1.10 + 13.7) = 0.859$
 Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)
 $\mu = H_k / (2/3 \cdot V_k \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k}) = 38.9 / (2/3 \cdot 148.9 \cdot \tan(20.0^\circ) + 1/3 \cdot 19.1) = 0.914$
 μ (Grundbruch) = 0.976
 mit: $\varphi_k = 20.0^\circ$; $c_k = 5.0$ kN/m²
 $\gamma_2 = 17.00$ kN/m³; $\sigma_{(u)} = 14.4$ kN/m²
 Kubatur = 1.530 m³/m
 Raumgewicht Beton = 25.00 kN/m³
 E-Modul Beton = $3.000 \cdot 10^7$ kN/m²
 Bewehrung Wand EC 2
 Beton C 35/45 / Stahl B500
 A_{s1} [cm² / m] = 6.60
 $d1 = 0.080$ m
 Schubbewehrung nicht erforderlich.

VRd,c = 127.27 kN / m
 Rissbreitennachweis:
 Erforderlich A_s [cm² / m] = 7.70
 Rissbreitennachweis maßgebend!
 Bewehrung Sporn links EC 2 (Anschnitt)
 A_{s1} [cm² / m] = 4.86 (Mindestbew.)
 $d1 = 0.080$ m
 Schubbewehrung nicht erforderlich.
 VRd,c = 125.38 kN / m
 Bewehrung Sporn rechts EC 2 (Anschnitt)
 A_{s1} [cm² / m] = 4.86 (Mindestbew.)
 $d1 = 0.080$ m
 Schubbewehrung nicht erforderlich.
 VRd,c = 128.93 kN / m
 Rissbreitennachweis Sporn links:
 Erforderlich A_s [cm² / m] = 6.16
 Rissbreitennachweis maßgebend!
 Rissbreitennachweis Sporn rechts:

Erforderlich A_s [cm² / m] = 6.16
 Rissbreitennachweis maßgebend!



Durch Vergleichsrechnung geprüft
 Prüfung: Dr.-Ing. R. EUSANI

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Winkelstützmauer

Wandkopf = 7.70 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050

Baugrubensohle = 5.40 mNHN

Grundwasserstand (rechts) = 2.39 mNHN

Grundwasserstand (links) = 2.39 mNHN

BS: DIN 1054: BS-P

Teilsicherheiten

$\gamma_{g,1} = 1.35$

$\gamma_{g,2} = 1.50$

$\gamma_{Ep} = 1.40$ (Gleiten)

Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Grenzzustand EQU:

$\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stb} = 0.90$

$\gamma_{Q,dst} = 1.50$

Winkelstützmauer

$\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$

E-Modul = $3.0000 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$

Vertikallast(g) = 0.00 kN/m

Vertikallast(q) = 0.00 kN/m

Horizontallast(g) = 0.00 kN/m

Horizontallast(q) = 0.00 kN/m

Moment(g) = 0.00 kN·m/m

Moment(q) = 0.00 kN·m/m

Fundamentlänge a = 10.00 m

Tiefe	links	rechts	Breite
[mNHN]	[m]	[m]	[m]
7.700	-0.300	0.000	0.300
4.900	-0.300	0.000	0.300

Koordinaten Fundament

x	y
[m]	[mNHN]
-0.300	4.900
-0.800	4.900
-0.800	4.600
1.500	4.600
1.500	4.900
0.000	4.900

Blocklasten

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[mNHN]
1	18.10	0.00	0.00	3.00	7.70

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[mNHN]
1	18.10	0.00	0.00	1.50	7.70

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
1	7.70	7.70	5.35	9.07	9.07	0.00	2 Verkehrslast

Typ = 2 ==> dreieckförmig verteilt (Maximum oben)

Lasten (einseitig begrenzt)

Werte für Betonwand

Nr.	sigma	x(links)	Tiefe	y(oben)	y(unten)	Verkehrslast
[-]	[kN/m ²]	[m]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[-]
1	5.00	3.00	7.70	5.79	3.38	nein

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

Nr.	Tiefe	M	H	V	Verkehrslast
[-]	[mNHN]	[kN·m/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
1	7.60	0.00	0.00	3.40	nein

Bodenkennwerte

Schicht	Tiefe	γ_k	γ'_k	φ_k	$c(p)_k$	$c(a)_k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	E_s
[-]	[mNHN]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[MN/m²]	
1	4.60	18.00	10.00	32.50	0.00	0.00	0.000	0.667	30.0
2	0.90	17.00	7.00	20.00	5.00	5.00	0.000	0.667	1.0
3	-2.60	17.00	7.00	20.00	5.00	5.00	0.000	0.667	1.0
4	-6.20	18.00	10.00	35.00	0.00	0.00	0.000	0.667	80.0
5	-17.00	20.00	10.00	22.50	10.00	10.00	0.000	0.667	15.0

Aktive Erddruckbeiwerte auf Wand

bestimmt nach: DIN 4085

Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$ (+ EB 6)

(delta = mittlere Geländeneigung = 0.00°)

Tiefe	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	alpha	beta	$k_{agh}(40^\circ)$
[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[°]	[-]
7.600	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
7.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.789	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.400	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.901	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.900	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179

Aktive Erddruckbeiwerte auf Ersatzwand

(delta = mittlere Geländeneigung = 0.00°)

Tiefe	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	alpha	beta	$k_{agh}(40^\circ)$
[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[°]	[-]
7.600	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
7.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.789	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.400	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.901	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.900	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.601	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.600	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179

Aktive Erddruckkoordinaten auf Wand (g+q),k

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
7.700	7.600	9.179	9.508	0.00	0.00
7.600	5.789	9.508	15.471	0.00	0.00
5.789	5.400	15.471	16.994	0.00	0.00
5.400	4.901	16.994	18.949	0.00	0.00

Aktive Erddruckkoordinaten auf Ersatzwand (g+q),k

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
7.700	7.600	9.072	9.228	0.00	0.00
7.650	7.550	9.150	9.306	0.00	0.00
7.600	7.500	9.228	9.384	0.00	0.00
7.550	7.450	9.306	9.462	0.00	0.00
7.500	7.400	9.384	9.540	0.00	0.00
7.450	7.350	9.462	9.618	0.00	0.00
7.400	7.300	9.540	9.696	0.00	0.00
7.350	7.250	9.618	9.774	0.00	0.00

7.300	7.200	9.696	9.852	0.00	0.00
7.250	7.149	9.774	9.931	0.00	0.00
7.200	7.099	9.852	10.010	0.00	0.00
7.149	7.048	9.931	10.089	0.00	0.00
7.099	6.998	10.010	10.168	0.00	0.00
7.048	6.947	10.089	10.247	0.00	0.00
6.998	6.896	10.168	10.326	0.00	0.00
6.947	6.846	10.247	10.404	0.00	0.00
6.896	6.795	10.326	10.483	0.00	0.00
6.846	6.744	10.404	10.562	0.00	0.00
6.795	6.700	10.483	10.679	0.00	0.00
6.744	6.650	10.562	10.811	0.00	0.00
6.700	6.600	10.679	10.943	0.00	0.00
6.650	6.550	10.811	11.075	0.00	0.00
6.600	6.500	10.943	11.207	0.00	0.00
6.550	6.450	11.075	11.339	0.00	0.00
6.500	6.400	11.207	11.471	0.00	0.00
6.450	6.350	11.339	11.603	0.00	0.00
6.400	6.300	11.471	11.734	0.00	0.00
6.350	6.250	11.603	11.866	0.00	0.00
6.300	6.200	11.734	11.998	0.00	0.00
6.250	6.150	11.866	12.130	0.00	0.00
6.200	6.100	11.998	12.262	0.00	0.00
6.150	6.050	12.130	12.394	0.00	0.00
6.100	6.000	12.262	12.526	0.00	0.00
6.050	5.950	12.394	12.657	0.00	0.00
6.000	5.900	12.526	12.789	0.00	0.00
5.950	5.850	12.657	12.921	0.00	0.00
5.900	5.800	12.789	13.053	0.00	0.00
5.850	5.750	12.921	13.185	0.00	0.00
5.800	5.700	13.053	13.317	0.00	0.00
5.750	5.650	13.185	13.449	0.00	0.00
5.700	5.600	13.317	13.581	0.00	0.00
5.650	5.550	13.449	13.712	0.00	0.00
5.600	5.500	13.581	13.844	0.00	0.00
5.550	5.450	13.712	13.976	0.00	0.00
5.500	5.400	13.844	14.108	0.00	0.00
5.450	5.349	13.976	14.243	0.00	0.00
5.400	5.299	14.108	14.512	0.00	0.00
5.349	5.250	14.243	14.781	0.00	0.00
5.299	5.200	14.512	15.049	0.00	0.00
5.250	5.150	14.781	15.319	0.00	0.00
5.200	5.100	15.049	15.589	0.00	0.00
5.150	5.050	15.319	15.859	0.00	0.00
5.100	5.001	15.589	16.129	0.00	0.00
5.050	4.951	15.859	16.399	0.00	0.00
5.001	4.901	16.129	16.669	0.00	0.00
4.951	4.900	16.399	16.674	0.00	0.00
4.901	4.850	16.669	16.945	0.00	0.00
4.900	4.800	16.674	17.216	0.00	0.00
4.850	4.750	16.945	17.487	0.00	0.00
4.800	4.700	17.216	17.758	0.00	0.00
4.750	4.650	17.487	18.026	0.00	0.00
4.700	4.601	17.758	18.295	0.00	0.00
4.650	4.600	18.026	18.300	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte

Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

bestimmt nach: DIN 4085:2017

Tiefe	k_{pgh}	k_{pch}	φ_k	δ
[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]
4.60	3.322	3.646	32.500	0.00
0.90	2.040	2.856	20.000	0.00
-2.60	2.040	2.856	20.000	0.00
-6.20	3.690	3.842	35.000	0.00
-17.00	2.240	2.993	22.500	0.00

Passive Erddruckkoordinaten $e_{ph,k}$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

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

5.80	5.40	0.00	0.00
5.40	4.90	0.00	-29.84
4.90	4.60	-29.84	-47.79

Kräfte und Momente um linken unteren Fußpunkt der Wand (Dimension kN/m und kN·m/m)

(V positiv nach unten; H positiv nach links; M positiv im Uhrzeigersinn)

$x(\text{Fuß}) = -0.800 \text{ mNHN}$ / $y(\text{Fuß}) = 4.600 \text{ mNHN}$

$V, k(\text{Wand}) = 38.25$

$M, k(\text{Wand}) = 33.49$

$E_{ah, k, g} = 28.21$

$M \text{ aus } E_{ah, k, g} = -28.60$

$E_{ah, k, q} = 10.67$

$M \text{ aus } E_{ah, k, q} = -24.71$

$E_{av, k, g} = 0.00$

$M \text{ aus } E_{av, k, g} = 0.00$

$E_{av, k, q} = 0.00$

$M \text{ aus } E_{av, k, q} = 0.00$

$E_{ph, k} = -9.57$

$M \text{ aus } E_{ph, k} = 2.55$

$E_{pv, k} = 0.00$

$M \text{ aus } E_{pv, k} = 0.00$

Bodengewicht, k (rechts) = 75.60

$M \text{ aus Bodengewicht, k (rechts)} = 117.18$

Bodengewicht, k (links) = 4.50

$M \text{ aus Bodengewicht, k (links)} = 1.13$

$V, k, g \text{ (Lasten)} = 3.40$

$M \text{ aus } V, k, g + M, k, g \text{ (Lasten)} = 2.21$

$V, k, q \text{ (Lasten)} = 27.15$

$M \text{ aus } V, k, q + M, k, q \text{ (Lasten)} = 42.08$

$H, k, g \text{ (Lasten)} = 0.00$

$M \text{ aus } H, k, g \text{ (Lasten)} = 0.00$

$H, k, q \text{ (Lasten)} = 0.00$

$M \text{ aus } H, k, q \text{ (Lasten)} = 0.00$

$V, k, g \text{ (Wasserdruck)} = 0.00$

$M \text{ aus } V, k, g \text{ (Wasserdruck)} = 0.00$

Summe $V, k, g = 121.76$

Summe $V, k, q = 27.15$

Summe $H, k, g \text{ (ohne Eph)} = 28.21$

Summe $H, k, q \text{ (ohne Eph)} = 10.67$

Summe $M, k, g = 127.96$

Summe $M, k, q = 17.38$

Summe Momente um Sohlmittelpunkt (SM):

$x(\text{SM}) = 0.350 \text{ m}$ / $y(\text{SM}) = 4.600 \text{ mNHN}$

$M, k, g(\text{SM}) = -12.06$

$M, k, q(\text{SM}) = -13.85$

Exzentrizität, k, g(SM) = -0.099 m

Exzentrizität, k, g+q(SM) = -0.174 m

Schnittgrößen (g+q), k

Tiefe	Q	M	N
[mNHN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
7.70	0.0	0.0	0.0
7.60	-0.9	0.0	-0.8
7.60	-0.9	0.0	-4.2
5.79	-23.6	-20.6	-17.7
5.40	-29.9	-31.0	-20.7
4.90	-35.1	-47.4	-24.4

Verschiebungen (g+q), k (mit Fundamentverdrehung)

Tiefe	w
[mNHN]	[mm]
7.70	-48.9
7.60	-47.3
5.79	-18.5
5.40	-12.3
4.90	-4.6

Kippsicherheit

Maßgebend: g+q

Exzentrizität $e(\text{Fuß}) = -0.174 \text{ m}$
 $b/6 = 0.383 \text{ m}$; $b/3 = 0.767 \text{ m}$
 $\text{sig},k,1/\text{sig},k,2(\text{Fuß}) = 94.1 / 35.4 \text{ kN/m}^2$

Gleitsicherheit

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

Wenn beim Nachweis der Gleitsicherheit Erdwiderstand angesetzt wird, gilt folgende Regelung:

Bei Flach- und Flächengründungen darf der Nachweis gegen unzuträgliche Verschiebungen

des Fundamentes in der Sohlfläche als erbracht angesehen werden, wenn bei mindestens

mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden bzw. bei mindestens steifen bindigen Böden

- nicht mehr als zwei Drittel des charakteristischen Gleitwiderstands in der Fundamentsohle sowie

- nicht mehr als ein Drittel des charakteristischen Erdwiderstands vor der Stirnseite des Fundamentkörpers zur Herstellung des Gleichgewichts der charakteristischen bzw. repräsentativen Kräfte parallel zur Sohlfläche erforderlich sind.

Maßgebend: $g + q$

$\text{mue}(\text{Gleit}) = H,d / (V,k \cdot \tan(\varphi) / \gamma(\text{Gleiten}) + E_{p,d}) =$

$\text{mue}(\text{Gleit}) = 54.1 / (148.9 \cdot \tan(20.0) / 1.10 + 13.7) = 0.859$

Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

$\text{mue} = H,k / (2/3 \cdot V,k \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k}) =$

$\text{mue} = 38.9 / (2/3 \cdot 148.9 \cdot \tan(20.0) + 1/3 \cdot 19.1) = 0.914$

Grundbruchsicherheit

Maßgebend: $= g + q$

$H,k = 29.31 \text{ kN/m}$

$M,k = 23.35 \text{ kN/m}$

$V,k = 148.91 \text{ kN/m}$

$V,d = 205.09 \text{ kN/m}$

$R_{n,d} = 210.10 \text{ kN/m}$

$a = 10.000 \text{ m}$

$b = 2.300 \text{ m}$

$b' = 1.964 \text{ m}$

Ausnutzungsgrad $= 0.976$

$\gamma(\text{Grundbruch}) = 1.400$

$\varphi_k = 20.0^\circ$

$c_k = 5.0 \text{ kN/m}^2$

$\gamma_2 = 17.0 \text{ kN/m}^3$

$\sigma_{ü} = 14.4 \text{ kN/m}^2$

$N_{c0} = 14.83 / N_{d0} = 6.40 / N_{b0} = 1.97$

$v_c = 1.081 / v_d = 1.068 / v_b = 0.940$

$i_c = 0.608 / i_d = 0.669 / i_b = 0.537$

Böschungsneigung $= 0.0^\circ$

$\lambda_c = 1.000 / \lambda_d = 1.000 / \lambda_b = 1.000$

Sohlneigung $= 0.0^\circ$

$\xi_c = 1.000 / \xi_d = 1.000 / \xi_b = 1.000$

Tiefenbeiwerte:

$T_c = 1.000 / T_d = 1.000$

Nachweis EQU:

Momente (im Uhrzeigersinn positiv)

$M,g,k(+) = 156.56 / M,q,k(+) = 42.08 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

$M,g,k(-) = -28.60 / M,q,k(-) = -24.71 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

$M,\text{stb} = 156.56 \cdot 0.90 = 140.90$

$M,\text{dst} = 28.60 \cdot 1.10 + 24.71 \cdot 1.50 = 68.52$

$\mu(\text{EQU}) = 68.52 / 140.90 = 0.486$

Setzungen

Steifemodulprofil und

Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten

infolge Gesamtlasten

Tiefe	E_s	s(links)	s(rechts)
[m u. GS]	[MN/m ²]	[cm]	[cm]
0.30	30.00	0.00	0.00
4.00	1.00	3.39	0.78
7.50	1.00	0.00	0.00
11.10	80.00	0.00	0.00
> 11.10	15.00	0.00	0.00

Grenztiefe mit $p = 20.0 \text{ %}$

Vorbelastung $= 44.20 \text{ kN/m}^2$

Grenztiefe $= 1.03 \text{ m u. GS}$

$V,k = 148.91 \text{ kN/m}$

a = 10.00 m
b = 2.30 m
 σ (links) = 49.92 kN/m²
 σ (rechts) = 0.00 kN/m²
Setzungen in den kennzeichnenden Punkten:
links: s = 3.39 cm
rechts: s = 0.78 cm

Bewehrung Wand EC 2
Tiefe = 4.90 m
Beton C 35/45 / Stahl B500
M_d = 68.5 kN · m / m
N_d = -32.9 kN / m
 ϵ (c2) [o/oo] = -2.8
 ϵ (s1) [o/oo] = 25.0
As1 [cm² / m] = 6.60
Dicke = 0.300 m
d1 = 0.080 m
 σ 1(l) = 4.46 / σ 2(l) = -4.68 MN/m²
Tiefe = 4.90 m
Q_d = V_{Sd} = 51.3 kN / m
VR_{d,max} = 562.3 kN / m (z = 0.126 m)
(V_{Sd} / VR_{d,max} = 0.0913)
Schubbewehrung nicht erforderlich.
VR_{d,c} = 127.27 kN / m
Rissbreitennachweis:
M_k = 47.4 kN · m / m N_k = -24.4 kN / m
Effektive Zugfestigkeit des Betons [N/mm²] = 3.20
Grenzrissweite [mm] = 0.30
Hebelarm der inneren Kräfte [m] = 0.208
Bewehrungsgehalt [%] = 0.220
Erforderlich: 5 Bewehrungsstäbe (Durchmesser 14 mm)
Erforderlich As [cm² / m] = 7.70
Rissbreitennachweis maßgebend !

Bewehrung Sporn links EC 2 (Anschnitt)
M_d = -15.3 kN · m / m
N_d = -11.0 kN / m
 ϵ (c2) [o/oo] = -1.0
 ϵ (s1) [o/oo] = 25.0
As1 [cm² / m] = 4.86 (Mindestbew.)
Dicke = 0.300 m
d1 = 0.080 m
 σ 1(l) = -1.06 / σ 2(l) = 0.98 MN/m²
Q_d = V_{Sd} = 40.5 kN / m
VR_{d,max} = 562.7 kN / m (z = 0.126 m)
(V_{Sd} / VR_{d,max} = 0.0719)
Schubbewehrung nicht erforderlich.
VR_{d,c} = 125.38 kN / m
Bewehrung Sporn rechts EC 2 (Anschnitt)
M_d = -42.9 kN · m / m
N_d = -51.3 kN / m
 ϵ (c2) [o/oo] = -2.01
 ϵ (s1) [o/oo] = 25.00
As1 [cm² / m] = 4.86 (Mindestbew.)
Dicke = 0.300 m
d1 = 0.080 m
 σ 1(l) = -3.03 / σ 2(l) = 2.69 MN/m²
Q_d = V_{Sd} = 45.5 kN / m
VR_{d,max} = 562.7 kN / m (z = 0.126 m)
(V_{Sd} / VR_{d,max} = 0.0809)
Schubbewehrung nicht erforderlich.
VR_{d,c} = 128.93 kN / m
Rissbreitennachweis Sporn links:
M_k = -11.3 kN · m / m N_k = -8.2 kN / m
Effektive Zugfestigkeit des Betons [N/mm²] = 3.20
Grenzrissweite [mm] = 0.30
Hebelarm der inneren Kräfte [m] = 0.216
Bewehrungsgehalt [%] = 0.162
Erforderlich: 4 Bewehrungsstäbe (Durchmesser 14 mm)
Erforderlich As [cm² / m] = 6.16
Rissbreitennachweis maßgebend !

Rissbreitennachweis Sporn rechts:
 $M_k = -29.5 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}$ $N_k = -35.1 \text{ kN} / \text{m}$
Effektive Zugfestigkeit des Betons $[N/mm^2] = 3.20$
Grenzzrissweite $[mm] = 0.30$
Hebelarm der inneren Kräfte $[m] = 0.212$
Bewehrungsgehalt $[\%] = 0.162$
Erforderlich: 4 Bewehrungsstähle (Durchmesser 14 mm)
Erforderlich $A_s [cm^2 / m] = 6.16$
Rissbreitennachweis maßgebend !

10

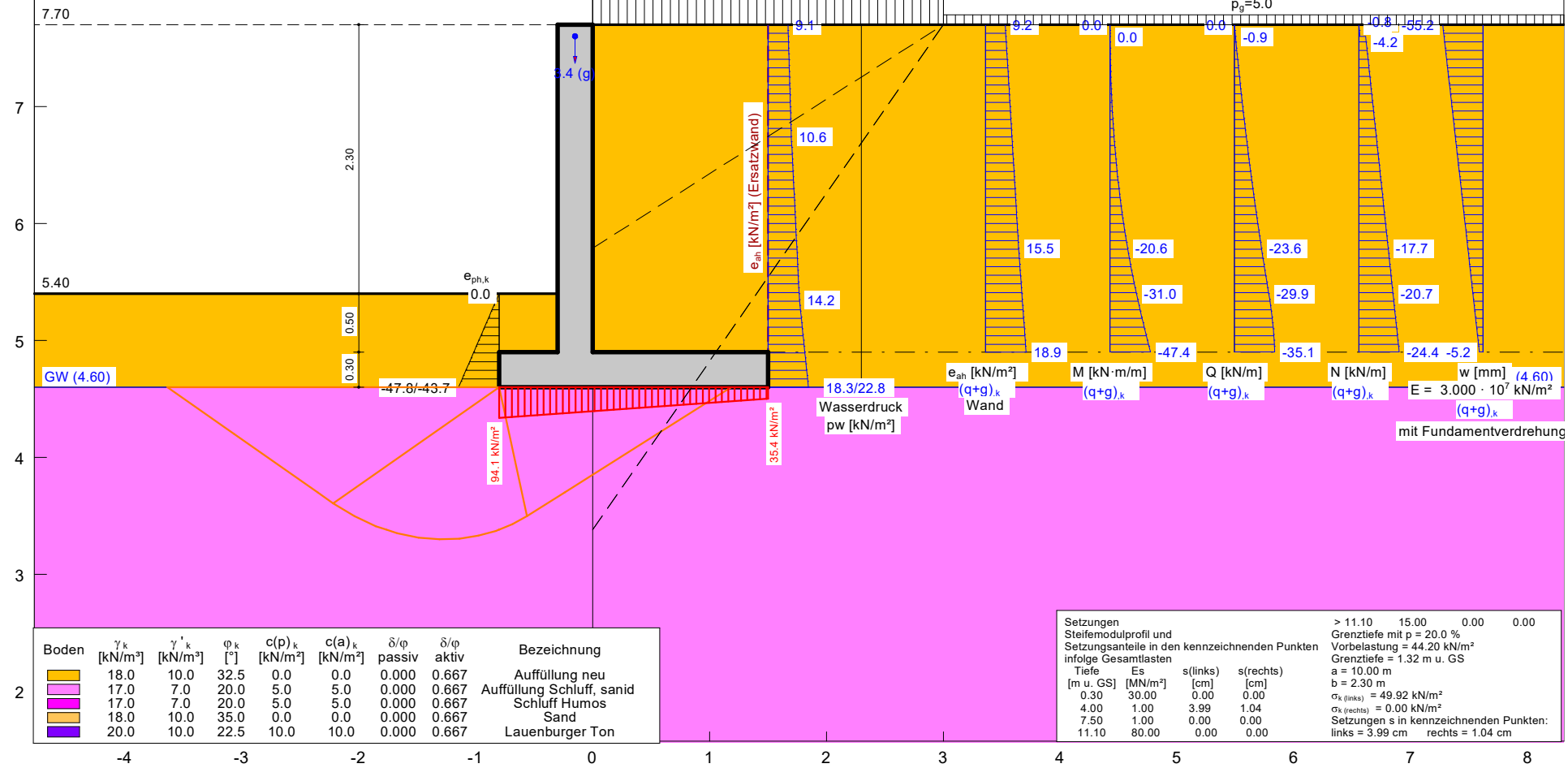
Norm: EC 7
Berechnungsgrundlagen:
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$ (+EB 6)
Passiver Erddruck nach: (+EB 6)
BS: DIN 1054: BS-A
 $\gamma_G = 1.00$
 $\gamma_Q = 1.00$
 $\gamma_{Ep} = 1.20$
Faktor(Ep) = 0.50
Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.00$
 $\gamma_{G,stb} = 0.95$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.00$

Kippsicherheit
Exzentrizität e(Fuß) = -0.174 m
Maßgebend: g+q
 $V_{k,Fuß} = 148.9$ kN/m
 $H_{k,Fuß}$ (mit Ep) = 29.3 kN/m
 $H_{k,Fuß}$ (ohne Ep) = 38.9 kN/m
 $M_{k,Fuß}$ (mit Ep) = -23.3 kN-m/m
 $M_{k,Fuß}$ (ohne Ep) = -25.9 kN-m/m
b = 2.300 m ; a = 10.000 m
b/6 = 0.383 m ; b/3 = 0.767 m
 $\sigma_{k,1}/\sigma_{k,2}$ (Fuß) = 94.1 / 35.4 kN/m²
Nachweis EQU:
Momente (im Uhrzeigersinn positiv)
M_{g,k}(+) = 156.56 / M_{g,k}(+) = 42.08 kN-m/m
M_{g,k}(-) = -28.60 / M_{g,k}(-) = -24.71 kN-m/m
M_{sd} = 156.56 · 0.95 = 148.73
M_{sd} = 28.60 · 1.00 + 24.71 · 1.00 = 53.31
 $\mu_{EQU} = 1.50 / 148.73 = 0.358$

$\mu_{(Gleit)} = H_d / (V_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{(Gleit)} + E_{p,d}) = 38.9 / (148.9 \cdot \tan(20.0^\circ) / 1.10 + 15.9) = 0.596$
Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)
 $\mu = H_k / (2/3 \cdot V_k \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k}) = 38.9 / (2/3 \cdot 148.9 \cdot \tan(20.0^\circ) + 1/3 \cdot 19.1) = 0.914$
 μ (Grundbruch) = 0.701
mit: $\varphi_k = 20.0^\circ$; $c_k = 5.0$ kN/m²
 $\gamma_2 = 7.00$ kN/m³; $\sigma_{(u)} = 14.4$ kN/m²
Kubatur = 1.530 m³/m
Raumgewicht Beton = 25.00 kN/m³
E-Modul Beton = $3.000 \cdot 10^7$ kN/m²
Bewehrung Wand EC 2
Beton C 35/45 / Stahl B500
As1 [cm² / m] = 4.86 (Mindestbew.)
d1 = 0.080 m
Schubbewehrung nicht erforderlich.

VRd,c = 126.52 kN / m
Rissbreitennachweis:
Erforderlich As [cm² / m] = 7.70
Rissbreitennachweis maßgebend !
Bewehrung Sporn links EC 2 (Anschnitt)
As1 [cm² / m] = 4.86 (Mindestbew.)
d1 = 0.080 m
Schubbewehrung nicht erforderlich.
VRd,c = 125.03 kN / m
Bewehrung Sporn rechts EC 2 (Anschnitt)
As1 [cm² / m] = 4.86 (Mindestbew.)
d1 = 0.080 m
Schubbewehrung nicht erforderlich.
VRd,c = 127.50 kN / m
Rissbreitennachweis Sporn links:
Erforderlich As [cm² / m] = 6.16
Rissbreitennachweis maßgebend !
Rissbreitennachweis Sporn rechts:

8



2

Boden	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	φ_k [°]	$c(p)_k$ [kN/m ²]	$c(a)_k$ [kN/m ²]	δ/φ passiv	δ/φ aktiv	Bezeichnung
18.0	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	0.000	0.667	Auffüllung neu
17.0	17.0	7.0	20.0	5.0	5.0	0.000	0.667	Auffüllung Schluff, sand
17.0	17.0	7.0	20.0	5.0	5.0	0.000	0.667	Schluff Humos
18.0	18.0	10.0	35.0	0.0	0.0	0.000	0.667	Sand
20.0	20.0	10.0	22.5	10.0	10.0	0.000	0.667	Lauenburger Ton

Setzungen	Stiefmodulprofil und	Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten	infolge Gesamtlasten
Tiefe	Es	s(links)	s(rechts)
[m u. GS]	[MN/m ²]	[cm]	[cm]
0.30	30.00	0.00	0.00
4.00	1.00	3.99	1.04
7.50	1.00	0.00	0.00
11.10	80.00	0.00	0.00

> 11.10 15.00 0.00 0.00
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Vorbelastung = 44.20 kN/m²
Grenztiefe = 1.32 m u. GS
a = 10.00 m
b = 2.30 m
 σ_k (links) = 49.92 kN/m²
 σ_k (rechts) = 0.00 kN/m²
Setzungen s in kennzeichnenden Punkten:
links = 3.99 cm rechts = 1.04 cm

Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Winkelstützmauer

Wandkopf = 7.70 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050

Baugrubensohle = 5.40 mNHN

Grundwasserstand (rechts) = 4.60 mNHN

Grundwasserstand (links) = 4.60 mNHN

BS: DIN 1054: BS-A

Teilsicherheiten

$\gamma_{g,1} = 1.00$

$\gamma_{g,2} = 1.00$

$\gamma_{Ep} = 1.20$ (Gleiten)

Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Grenzzustand EQU:

$\gamma_{G,dst} = 1.00$

$\gamma_{G,stb} = 0.95$

$\gamma_{Q,dst} = 1.00$

Winkelstützmauer

$\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$

E-Modul = $3.0000 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$

Vertikallast(g) = 0.00 kN/m

Vertikallast(q) = 0.00 kN/m

Horizontallast(g) = 0.00 kN/m

Horizontallast(q) = 0.00 kN/m

Moment(g) = 0.00 kN·m/m

Moment(q) = 0.00 kN·m/m

Fundamentlänge a = 10.00 m

Tiefe	links	rechts	Breite
[mNHN]	[m]	[m]	[m]
7.700	-0.300	0.000	0.300
4.900	-0.300	0.000	0.300

Koordinaten Fundament

x	y
[m]	[mNHN]
-0.300	4.900
-0.800	4.900
-0.800	4.600
1.500	4.600
1.500	4.900
0.000	4.900

Blocklasten

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[mNHN]
1	18.10	0.00	0.00	3.00	7.70

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[mNHN]
1	18.10	0.00	0.00	1.50	7.70

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
1	7.70	7.70	5.35	9.07	9.07	0.00	2 Verkehrslast

Typ = 2 ==> dreieckförmig verteilt (Maximum oben)

Lasten (einseitig begrenzt)

Werte für Betonwand

Nr.	sigma	x(links)	Tiefe	y(oben)	y(unten)	Verkehrslast
[-]	[kN/m ²]	[m]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[-]
1	5.00	3.00	7.70	5.79	3.38	nein

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

Nr.	Tiefe	M	H	V	Verkehrslast
[-]	[mNHN]	[kN·m/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
1	7.60	0.00	0.00	3.40	nein

Bodenkennwerte

Schicht	Tiefe	γ_k	γ'_k	φ_k	$c(p)_k$	$c(a)_k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	E_s
[-]	[mNHN]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[MN/m²]	
1	4.60	18.00	10.00	32.50	0.00	0.00	0.000	0.667	30.0
2	0.90	17.00	7.00	20.00	5.00	5.00	0.000	0.667	1.0
3	-2.60	17.00	7.00	20.00	5.00	5.00	0.000	0.667	1.0
4	-6.20	18.00	10.00	35.00	0.00	0.00	0.000	0.667	80.0
5	-17.00	20.00	10.00	22.50	10.00	10.00	0.000	0.667	15.0

Aktive Erddruckbeiwerte auf Wand

bestimmt nach: DIN 4085

Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$ (+ EB 6)

(delta = mittlere Geländeneigung = 0.00°)

Tiefe	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	alpha	beta	$k_{agh}(40^\circ)$
[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[°]	[-]
7.600	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
7.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.789	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.400	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.901	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.900	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179

Aktive Erddruckbeiwerte auf Ersatzwand

(delta = mittlere Geländeneigung = 0.00°)

Tiefe	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	alpha	beta	$k_{agh}(40^\circ)$
[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[°]	[-]
7.600	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
7.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.789	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.400	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
5.200	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.901	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.900	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.700	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.601	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
4.600	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179

Aktive Erddruckkoordinaten auf Wand (g+q),k

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
7.700	7.600	9.179	9.508	0.00	0.00
7.600	5.789	9.508	15.471	0.00	0.00
5.789	5.400	15.471	16.994	0.00	0.00
5.400	4.901	16.994	18.949	0.00	0.00

Aktive Erddruckkoordinaten auf Ersatzwand (g+q),k

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
7.700	7.600	9.072	9.228	0.00	0.00
7.650	7.550	9.150	9.306	0.00	0.00
7.600	7.500	9.228	9.384	0.00	0.00
7.550	7.450	9.306	9.462	0.00	0.00
7.500	7.400	9.384	9.540	0.00	0.00
7.450	7.350	9.462	9.618	0.00	0.00
7.400	7.300	9.540	9.696	0.00	0.00
7.350	7.250	9.618	9.774	0.00	0.00

7.300	7.200	9.696	9.852	0.00	0.00
7.250	7.149	9.774	9.931	0.00	0.00
7.200	7.099	9.852	10.010	0.00	0.00
7.149	7.048	9.931	10.089	0.00	0.00
7.099	6.998	10.010	10.168	0.00	0.00
7.048	6.947	10.089	10.247	0.00	0.00
6.998	6.896	10.168	10.326	0.00	0.00
6.947	6.846	10.247	10.404	0.00	0.00
6.896	6.795	10.326	10.483	0.00	0.00
6.846	6.744	10.404	10.562	0.00	0.00
6.795	6.700	10.483	10.679	0.00	0.00
6.744	6.650	10.562	10.811	0.00	0.00
6.700	6.600	10.679	10.943	0.00	0.00
6.650	6.550	10.811	11.075	0.00	0.00
6.600	6.500	10.943	11.207	0.00	0.00
6.550	6.450	11.075	11.339	0.00	0.00
6.500	6.400	11.207	11.471	0.00	0.00
6.450	6.350	11.339	11.603	0.00	0.00
6.400	6.300	11.471	11.734	0.00	0.00
6.350	6.250	11.603	11.866	0.00	0.00
6.300	6.200	11.734	11.998	0.00	0.00
6.250	6.150	11.866	12.130	0.00	0.00
6.200	6.100	11.998	12.262	0.00	0.00
6.150	6.050	12.130	12.394	0.00	0.00
6.100	6.000	12.262	12.526	0.00	0.00
6.050	5.950	12.394	12.657	0.00	0.00
6.000	5.900	12.526	12.789	0.00	0.00
5.950	5.850	12.657	12.921	0.00	0.00
5.900	5.800	12.789	13.053	0.00	0.00
5.850	5.750	12.921	13.185	0.00	0.00
5.800	5.700	13.053	13.317	0.00	0.00
5.750	5.650	13.185	13.449	0.00	0.00
5.700	5.600	13.317	13.581	0.00	0.00
5.650	5.550	13.449	13.712	0.00	0.00
5.600	5.500	13.581	13.844	0.00	0.00
5.550	5.450	13.712	13.976	0.00	0.00
5.500	5.400	13.844	14.108	0.00	0.00
5.450	5.349	13.976	14.243	0.00	0.00
5.400	5.299	14.108	14.512	0.00	0.00
5.349	5.250	14.243	14.781	0.00	0.00
5.299	5.200	14.512	15.049	0.00	0.00
5.250	5.150	14.781	15.319	0.00	0.00
5.200	5.100	15.049	15.589	0.00	0.00
5.150	5.050	15.319	15.859	0.00	0.00
5.100	5.001	15.589	16.129	0.00	0.00
5.050	4.951	15.859	16.399	0.00	0.00
5.001	4.901	16.129	16.669	0.00	0.00
4.951	4.900	16.399	16.674	0.00	0.00
4.901	4.850	16.669	16.945	0.00	0.00
4.900	4.800	16.674	17.216	0.00	0.00
4.850	4.750	16.945	17.487	0.00	0.00
4.800	4.700	17.216	17.758	0.00	0.00
4.750	4.650	17.487	18.026	0.00	0.00
4.700	4.601	17.758	18.295	0.00	0.00
4.650	4.600	18.026	18.300	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte

Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

bestimmt nach: DIN 4085:2017

Tiefe	k_{pgh}	k_{pch}	φ_k	δ
[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]
4.60	3.322	3.646	32.500	0.00
0.90	2.040	2.856	20.000	0.00
-2.60	2.040	2.856	20.000	0.00
-6.20	3.690	3.842	35.000	0.00
-17.00	2.240	2.993	22.500	0.00

Passive Erddruckkoordinaten $e_{ph,k}$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

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

5.80	5.40	0.00	0.00
5.40	4.90	0.00	-29.84
4.90	4.60	-29.84	-47.79

Kräfte und Momente um linken unteren Fußpunkt der Wand (Dimension kN/m und kN·m/m)

(V positiv nach unten; H positiv nach links; M positiv im Uhrzeigersinn)

$x(\text{Fuß}) = -0.800 \text{ mNHN}$ / $y(\text{Fuß}) = 4.600 \text{ mNHN}$

$V, k(\text{Wand}) = 38.25$

$M, k(\text{Wand}) = 33.49$

$E_{ah}, k, g = 28.21$

$M \text{ aus } E_{ah}, k, g = -28.60$

$E_{ah}, k, q = 10.67$

$M \text{ aus } E_{ah}, k, q = -24.71$

$E_{av}, k, g = 0.00$

$M \text{ aus } E_{av}, k, g = 0.00$

$E_{av}, k, q = 0.00$

$M \text{ aus } E_{av}, k, q = 0.00$

$E_{ph}, k = -9.57$

$M \text{ aus } E_{ph}, k = 2.55$

$E_{pv}, k = 0.00$

$M \text{ aus } E_{pv}, k = 0.00$

Bodengewicht, k (rechts) = 75.60

$M \text{ aus Bodengewicht}, k (\text{rechts}) = 117.18$

Bodengewicht, k (links) = 4.50

$M \text{ aus Bodengewicht}, k (\text{links}) = 1.13$

$V, k, g (\text{Lasten}) = 3.40$

$M \text{ aus } V, k, g + M, k, g (\text{Lasten}) = 2.21$

$V, k, q (\text{Lasten}) = 27.15$

$M \text{ aus } V, k, q + M, k, q (\text{Lasten}) = 42.08$

$H, k, g (\text{Lasten}) = 0.00$

$M \text{ aus } H, k, g (\text{Lasten}) = 0.00$

$H, k, q (\text{Lasten}) = 0.00$

$M \text{ aus } H, k, q (\text{Lasten}) = 0.00$

$V, k, g (\text{Wasserdruck}) = 0.00$

$M \text{ aus } V, k, g (\text{Wasserdruck}) = 0.00$

$H, k, g (\text{Wasserdruck}) = 0.00$

$M \text{ aus } H, k, g (\text{Wasserdruck}) = 0.00$

Summe $V, k, g = 121.75$

Summe $V, k, q = 27.15$

Summe $H, k, g (\text{ohne } E_{ph}) = 28.21$

Summe $H, k, q (\text{ohne } E_{ph}) = 10.67$

Summe $M, k, g = 127.96$

Summe $M, k, q = 17.38$

Summe Momente um Sohlmittelpunkt (SM):

$x(\text{SM}) = 0.350 \text{ m}$ / $y(\text{SM}) = 4.600 \text{ mNHN}$

$M, k, g(\text{SM}) = -12.06$

$M, k, q(\text{SM}) = -13.85$

Exzentrizität, k, g(SM) = -0.099 m

Exzentrizität, k, g+q(SM) = -0.174 m

Schnittgrößen (g+q), k

Tiefe	Q	M	N
[mNHN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
7.70	0.0	0.0	0.0
7.60	-0.9	0.0	-0.8
7.60	-0.9	0.0	-4.2
5.79	-23.6	-20.6	-17.7
5.40	-29.9	-31.0	-20.7
4.90	-35.1	-47.4	-24.4

Verschiebungen (g+q), k (mit Fundamentverdrehung)

Tiefe	w
[mNHN]	[mm]
7.70	-55.2
7.60	-53.4
5.79	-20.9
5.40	-14.0
4.90	-5.2

Kippsicherheit

Maßgebend: $g+q$

Exzentrizität $e(Fu\beta) = -0.174 \text{ m}$

$b/6 = 0.383 \text{ m}$; $b/3 = 0.767 \text{ m}$

$\sigma_{g,k,1}/\sigma_{g,k,2}(Fu\beta) = 94.1 / 35.4 \text{ kN/m}^2$

Gleitsicherheit

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

Wenn beim Nachweis der Gleitsicherheit Erdwiderstand angesetzt wird, gilt folgende Regelung:

Bei Flach- und Flächengründungen darf der Nachweis gegen unzuträgliche Verschiebungen

des Fundamentes in der Sohlfläche als erbracht angesehen werden, wenn bei mindestens

mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden bzw. bei mindestens steifen bindigen Böden

- nicht mehr als zwei Drittel des charakteristischen Gleitwiderstands in der Fundamentsohle sowie

- nicht mehr als ein Drittel des charakteristischen Erdwiderstands vor der Stirnseite des Fundamentkörpers

zur Herstellung des Gleichgewichts der charakteristischen bzw. repräsentativen Kräfte

parallel zur Sohlfläche erforderlich sind.

Maßgebend: $g + q$

$\mu_{e(Gleit)} = H_{d,1} / (V_{k,1} \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{Gleit} + E_{p,d,1}) =$

$\mu_{e(Gleit)} = 38.9 / (148.9 \cdot \tan(20.0) / 1.10 + 15.9) = 0.596$

Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

$\mu_e = H_{k,1} / (2/3 \cdot V_{k,1} \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k,1}) =$

$\mu_e = 38.9 / (2/3 \cdot 148.9 \cdot \tan(20.0) + 1/3 \cdot 19.1) = 0.914$

Grundbruchsicherheit

Maßgebend: $= g + q$

$H_{k,1} = 29.31 \text{ kN/m}$

$M_{k,1} = 23.35 \text{ kN/m}$

$V_{k,1} = 148.90 \text{ kN/m}$

$V_{d,1} = 148.90 \text{ kN/m}$

$R_{n,d,1} = 212.45 \text{ kN/m}$

$a = 10.000 \text{ m}$

$b = 2.300 \text{ m}$

$b' = 1.986 \text{ m}$

Ausnutzungsgrad $= 0.701$

$\gamma_{Grundbruch} = 1.200$

$\varphi_k = 20.0^\circ$

$c_k = 5.0 \text{ kN/m}^2$

$\gamma_2 = 7.0 \text{ kN/m}^3$

$\sigma_{u,1} = 14.4 \text{ kN/m}^2$

$N_{c0} = 14.83 / N_{d0} = 6.40 / N_{b0} = 1.97$

$v_c = 1.081 / v_d = 1.068 / v_b = 0.940$

$i_c = 0.608 / i_d = 0.669 / i_b = 0.537$

Böschungsneigung $= 0.0^\circ$

$\lambda_{c,1} = 1.000 / \lambda_{d,1} = 1.000 / \lambda_{b,1} = 1.000$

Sohlneigung $= 0.0^\circ$

$\xi_{c,1} = 1.000 / \xi_{d,1} = 1.000 / \xi_{b,1} = 1.000$

Tiefenbeiwerte:

$T_c = 1.000 / T_d = 1.000$

Nachweis EQU:

Momente (im Uhrzeigersinn positiv)

$M_{g,k,1} = 156.56 / M_{q,k,1} = 42.08 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

$M_{g,k,2} = -28.60 / M_{q,k,2} = -24.71 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

$M_{stb} = 156.56 \cdot 0.95 = 148.73$

$M_{dst} = 28.60 \cdot 1.00 + 24.71 \cdot 1.00 = 53.31$

$\mu(EQU) = 53.31 / 148.73 = 0.358$

Setzungen

Steifemodulprofil und

Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten

infolge Gesamtlasten

Tiefe	E_s	$s(\text{links})$	$s(\text{rechts})$
[m u. GS]	[MN/m ²]	[cm]	[cm]
0.30	30.00	0.00	0.00
4.00	1.00	3.99	1.04
7.50	1.00	0.00	0.00
11.10	80.00	0.00	0.00
> 11.10	15.00	0.00	0.00

Grenztiefe mit $p = 20.0 \text{ %}$

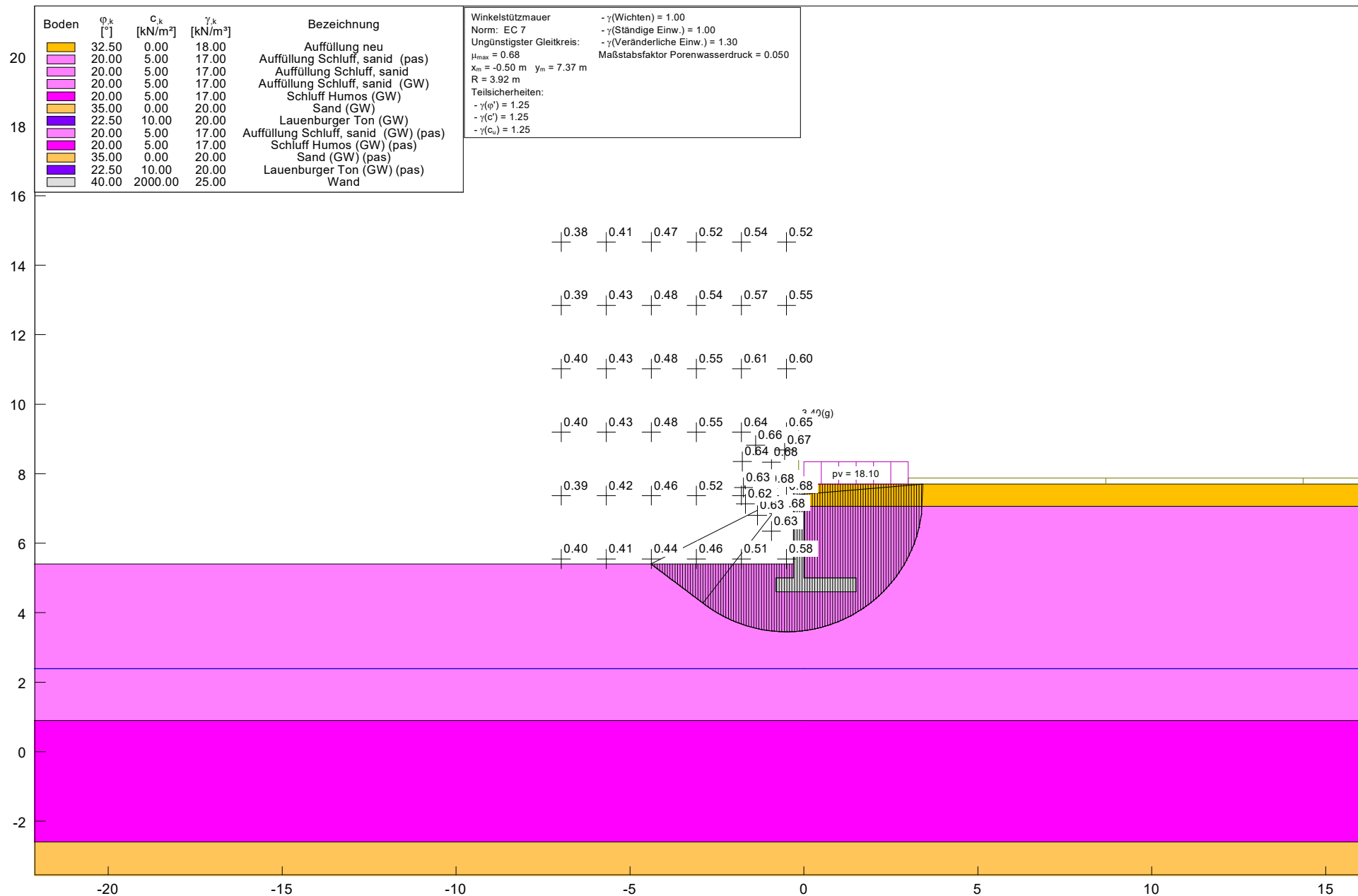
Vorbelastung $= 44.20 \text{ kN/m}^2$

Grenztiefe = 1.32 m u. GS
V,k = 148.90 kN/m
a = 10.00 m
b = 2.30 m
sigma (links) = 49.92 kN/m²
sigma (rechts) = 0.00 kN/m²
Setzungen in den kennzeichnenden Punkten:
links: s = 3.99 cm
rechts: s = 1.04 cm

Bewehrung Wand EC 2
Tiefe = 4.90 m
Beton C 35/45 / Stahl B500
M,d = 47.4 kN · m / m
N,d = -24.4 kN / m
eps(c2) [o/oo] = -2.1
ep(s1) [o/oo] = 25.0
As1 [cm² / m] = 4.86 (Mindestbew.)
Dicke = 0.300 m
d1 = 0.080 m
sig1(l) = 3.08 / sig2(l) = -3.24 MN/m²
Tiefe = 4.90 m
Q,d = VSd = 35.1 kN / m
VRd,max = 562.3 kN / m (z = 0.126 m)
(VSd / VRd,max = 0.0624)
Schubbewehrung nicht erforderlich.
VRd,c = 126.52 kN / m
Rissbreitennachweis:
M,k = 47.4 kN · m / m N,k = -24.4 kN / m
Effektive Zugfestigkeit des Betons [N/mm²] = 3.20
Grenzrissweite [mm] = 0.30
Hebelarm der inneren Kräfte [m] = 0.211
Bewehrungsgehalt [%] = 0.162
Erforderlich: 5 Bewehrungsstäbe (Durchmesser 14 mm)
Erforderlich As [cm² / m] = 7.70
Rissbreitennachweis maßgebend !

Bewehrung Sporn links EC 2 (Anschnitt)
M,d = -11.3 kN · m / m
N,d = -7.0 kN / m
eps(c2) [o/oo] = -0.8
ep(s1) [o/oo] = 25.0
As1 [cm² / m] = 4.86 (Mindestbew.)
Dicke = 0.300 m
d1 = 0.080 m
sig1(l) = -0.78 / sig2(l) = 0.73 MN/m²
Q,d = VSd = 30.0 kN / m
VRd,max = 562.7 kN / m (z = 0.126 m)
(VSd / VRd,max = 0.0533)
Schubbewehrung nicht erforderlich.
VRd,c = 125.03 kN / m
Bewehrung Sporn rechts EC 2 (Anschnitt)
M,d = -29.5 kN · m / m
N,d = -35.1 kN / m
eps(c2) [o/oo] = -1.58
ep(s1) [o/oo] = 25.00
As1 [cm² / m] = 4.86 (Mindestbew.)
Dicke = 0.300 m
d1 = 0.080 m
sig1(l) = -2.08 / sig2(l) = 1.85 MN/m²
Q,d = VSd = 30.7 kN / m
VRd,max = 562.7 kN / m (z = 0.126 m)
(VSd / VRd,max = 0.0546)
Schubbewehrung nicht erforderlich.
VRd,c = 127.50 kN / m
Rissbreitennachweis Sporn links:
M,k = -11.3 kN · m / m N,k = -7.0 kN / m
Effektive Zugfestigkeit des Betons [N/mm²] = 3.20
Grenzrissweite [mm] = 0.30
Hebelarm der inneren Kräfte [m] = 0.217
Bewehrungsgehalt [%] = 0.162
Erforderlich: 4 Bewehrungsstäbe (Durchmesser 14 mm)

Erforderlich A_s [cm^2 / m] = 6.16
Rissbreitennachweis maßgebend !
Rissbreitennachweis Sporn rechts:
 $M_k = -29.5 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}$ $N_k = -35.1 \text{ kN} / \text{m}$
Effektive Zugfestigkeit des Betons [N/mm^2] = 3.20
Grenzzissweite [mm] = 0.30
Hebelarm der inneren Kräfte [m] = 0.214
Bewehrungsgehalt [%] = 0.162
Erforderlich: 4 Bewehrungsstäbe (Durchmesser 14 mm)
Erforderlich A_s [cm^2 / m] = 6.16
Rissbreitennachweis maßgebend !



Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

**Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen**

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel
 c [kN/m²] = Kohäsion
 γ [kN/m³] = Wichte
 μ [-] = Ausnutzungsgrad
 x_m, y_m [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes
 rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- gam(phi) = 1.25
- gam(c') = 1.25
- gam(cu) = 1.25
- gam(Wichten) = 1.00
- gam(Ständige Einw.) = 1.00
- gam(Veränderliche Einw.) = 1.30

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-37.050	5.400	2	-0.300	5.400	3	-0.299	7.700	4	37.050	7.700

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	32.50	0.00	18.00	Auffüllung neu
2	20.00	5.00	17.00	Auffüllung Schluff, sanid (pas)
3	20.00	5.00	17.00	Auffüllung Schluff, sanid
4	20.00	5.00	17.00	Auffüllung Schluff, sanid (GW)
5	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (GW)
6	35.00	0.00	20.00	Sand (GW)
7	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
8	20.00	5.00	17.00	Auffüllung Schluff, sanid (GW) (pas)
9	20.00	5.00	17.00	Schluff Humos (GW) (pas)
10	35.00	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
11	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
12	40.00	2000.00	25.00	Wand

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	27.01	0.00	18.00	Auffüllung neu
2	16.23	4.00	17.00	Auffüllung Schluff, sanid (pas)
3	16.23	4.00	17.00	Auffüllung Schluff, sanid
4	16.23	4.00	17.00	Auffüllung Schluff, sanid (GW)
5	16.23	4.00	17.00	Schluff Humos (GW)
6	29.26	0.00	20.00	Sand (GW)
7	18.33	8.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
8	16.23	4.00	17.00	Auffüllung Schluff, sanid (GW) (pas)
9	16.23	4.00	17.00	Schluff Humos (GW) (pas)
10	29.26	0.00	20.00	Sand (GW) (pas)
11	18.33	8.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
12	33.87	1600.00	25.00	Wand

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	-0.800	5.000	-0.300	5.000	2
2	-0.800	4.600	-0.800	5.000	2
3	0.000	7.700	0.000	7.060	1
4	0.000	7.060	37.050	7.060	1
5	0.000	5.000	0.000	7.060	12
6	0.000	5.000	1.500	5.000	3
7	-0.800	4.600	1.500	4.600	12
8	0.000	2.390	37.050	2.390	3
9	0.000	0.900	37.050	0.900	4
10	0.000	-2.600	37.050	-2.600	5
11	0.000	-6.200	37.050	-6.200	6

12	-37.050	2.390	0.000	2.390	2
13	-37.050	0.900	0.000	0.900	8
14	-37.050	-2.600	0.000	-2.600	9
15	-37.050	-6.200	0.000	-6.200	10
16	-37.050	-17.000	0.000	-17.000	11
17	0.000	-17.000	37.050	-17.000	7

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-37.050	2.390	2	0.000	2.390	3	0.001	2.390	4	37.050	2.390

Ständige Lasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]
1	5.00	5.00	3.00	37.05	7.70

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	18.10	0.00	3.00	7.70

Einzelkräfte / Einzelmomente

Nr.	H-Kraft	V-Kraft	Moment	x	y
[-]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[m]	[m]
1	0.00	3.40	0.00	-0.15	7.60

Bauteil 1

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	-0.30	7.70
2	-0.30	5.00
3	-0.80	5.00
4	-0.80	4.60
5	1.50	4.60
6	1.50	5.00
7	0.00	5.00
8	0.00	7.70

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 2.39

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 2.39

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 1.5000 4.5999

x / y (Ende): 2.5000 -16.0000

Anzahl Radien = 40

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	-6.9746	14.6664	16.9464	102	0.3755	5624.664	14977.743	14977.7	0.0	5624.7	0.0
2	-6.9746	12.8422	13.6755	103	0.3868	3445.041	8905.800	8905.8	0.0	3445.0	0.0
3	-6.9746	11.0179	11.5307	107	0.3960	2561.891	6469.618	6469.6	0.0	2561.9	0.0
4	-6.9746	9.1937	10.9354	112	0.4049	2708.881	6689.544	6689.5	0.0	2708.9	0.0
5	-6.9746	7.3694	9.7308	120	0.3924	2165.750	5519.589	5519.6	0.0	2165.8	0.0
6	-6.9746	5.5452	17.1575	132	0.3984	13122.051	32937.937	32937.9	0.0	13122.1	0.0
7	-5.6795	14.6664	12.8489	101	0.4103	2124.262	5177.214	5177.2	0.0	2124.3	0.0
8	-5.6795	12.8422	11.4070	102	0.4293	2033.089	4735.445	4735.4	0.0	2033.1	0.0
9	-5.6795	11.0179	10.0950	105	0.4264	1835.465	4304.847	4304.8	0.0	1835.5	0.0
10	-5.6795	9.1937	9.4217	110	0.4298	1957.797	4555.502	4555.5	0.0	1957.8	0.0
11	-5.6795	7.3694	9.4016	119	0.4225	2187.486	5177.464	5177.5	0.0	2187.5	0.0
12	-5.6795	5.5452	8.0317	132	0.4082	1439.385	3525.944	3525.9	0.0	1439.4	0.0
13	-4.3845	14.6664	12.1545	100	0.4671	1907.381	4083.847	4083.8	0.0	1907.4	0.0
14	-4.3845	12.8422	10.6154	101	0.4763	1729.129	3630.064	3630.1	0.0	1729.1	0.0
15	-4.3845	11.0179	9.1867	103	0.4816	1543.063	3204.124	3204.1	0.0	1543.1	0.0

16	-4.3845	9.1937	7.9315	107	0.4795	1372.576	2862.330	2862.3	0.0	1372.6	0.0
17	-4.3845	7.3694	7.3966	116	0.4555	1360.678	2987.206	2987.2	0.0	1360.7	0.0
18	-4.3845	5.5452	8.0422	132	0.4412	1608.121	3645.250	3645.2	0.0	1608.1	0.0
19	-3.0894	14.6664	11.5661	100	0.5193	1679.041	3233.027	3233.0	0.0	1679.0	0.0
20	-3.0894	12.8422	9.9325	101	0.5404	1488.131	2753.731	2753.7	0.0	1488.1	0.0
21	-3.0894	11.0179	8.3826	101	0.5545	1292.897	2331.502	2331.5	0.0	1292.9	0.0
22	-3.0894	9.1937	6.9763	105	0.5542	1110.128	2003.090	2003.1	0.0	1110.1	0.0
23	-3.0894	7.3694	5.8270	113	0.5179	881.161	1701.315	1701.3	0.0	881.2	0.0
24	-3.0894	5.5452	6.0037	132	0.4630	912.786	1971.553	1971.6	0.0	912.8	0.0
25	-1.7943	14.6664	11.1012	100	0.5377	1410.667	2623.291	2623.3	0.0	1410.7	0.0
26	-1.7943	12.8422	9.3833	100	0.5728	1234.778	2155.614	2155.6	0.0	1234.8	0.0
27	-1.7943	11.0179	7.7177	101	0.6109	1055.392	1727.553	1727.6	0.0	1055.4	0.0
28	-1.7943	9.1937	6.1505	102	0.6405	863.011	1347.414	1347.4	0.0	863.0	0.0
29	-1.7943	7.3694	4.7902	109	0.6200	657.448	1060.472	1060.5	0.0	657.4	0.0
30	-1.7943	5.5452	3.8908	131	0.5127	402.889	785.802	785.8	0.0	402.9	0.0
31	-0.4992	14.6664	10.7769	100	0.5167	1179.095	2281.848	2281.8	0.0	1179.1	0.0
32	-0.4992	12.8422	8.9942	100	0.5523	999.384	1809.504	1809.5	0.0	999.4	0.0
33	-0.4992	11.0179	7.2337	100	0.5983	814.732	1361.700	1361.7	0.0	814.7	0.0
34	-0.4992	9.1937	5.5190	101	0.6495	625.030	962.289	962.3	0.0	625.0	0.0
35	-0.4992	7.3694	3.9193	105	0.6841	432.661	632.469	632.5	0.0	432.7	0.0
36	-0.4992	5.5452	2.7000	129	0.5835	216.734	371.415	371.4	0.0	216.7	0.0
37	-0.7255	6.8525	3.6644	109	0.6765	412.801	610.239	610.2	0.0	412.8	0.0
38	-1.0388	7.5662	4.4026	106	0.6763	547.089	808.931	808.9	0.0	547.1	0.0
39	-0.9344	8.3321	4.9589	103	0.6755	612.755	907.063	907.1	0.0	612.8	0.0
40	-0.5514	8.6802	5.0745	101	0.6678	580.952	869.950	869.9	0.0	581.0	0.0
41	-0.9344	6.3477	3.4872	116	0.6291	374.246	594.931	594.9	0.0	374.2	0.0
42	-1.3348	6.8003	4.0768	112	0.6268	493.295	787.033	787.0	0.0	493.3	0.0
43	-1.6829	7.1310	4.5526	111	0.6170	600.193	972.831	972.8	0.0	600.2	0.0
44	-1.7351	7.6010	4.9019	108	0.6313	672.333	1064.979	1065.0	0.0	672.3	0.0
45	-1.7699	8.3495	5.4688	104	0.6416	764.756	1191.871	1191.9	0.0	764.8	0.0
46	-1.3870	8.8195	5.6129	102	0.6624	750.824	1133.534	1133.5	0.0	750.8	0.0

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
35	-0.4992	7.3694	3.9193	105	0.6841	432.661	632.469	632.5	0.0	432.7	0.0

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 13.12.2022
Anlage J: Abschnitt D Teilbereich IX, Schnitt 10 J.1 Bemessung Winkelstützwand J.1.1 Niedrigwasserlastfall 3a J.1.2 Niedrigwasserlastfall 3c J.2 Nachweis gegen Geländebruch			
			Anlagen

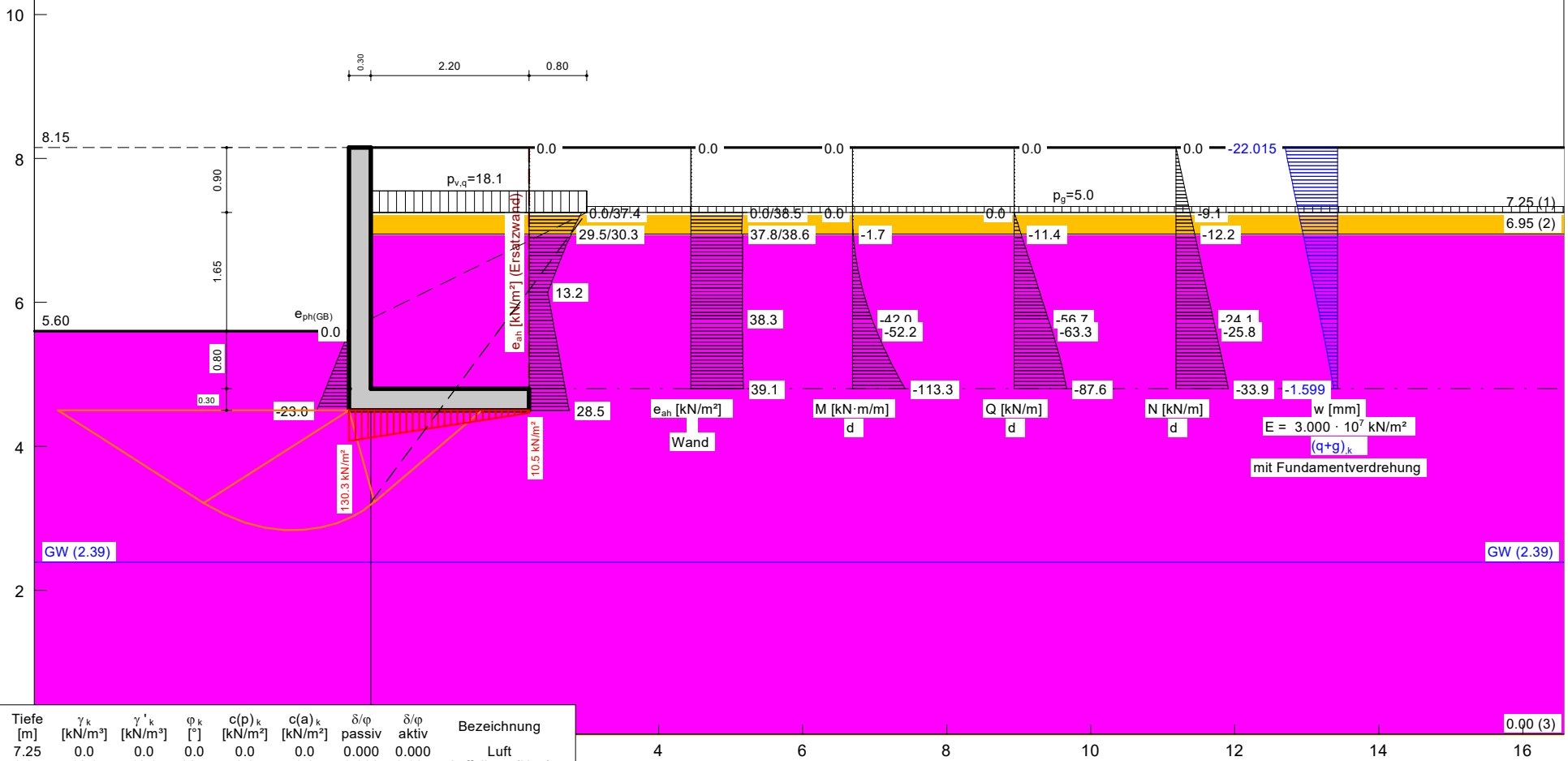
GGU-CANTILEVER / Version 5.02 / 12.05.2022
Norm: EC 7
Berechnungsgrundlagen:
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$
Passiver Erddruck nach:
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{Ep} = 1.40$
Faktor(Ep) = 0.50
Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
Datei: NW_3a.ggu_wst

Kippsicherheit
Exzentrizität e(Fuß) = -0.355 m
Maßgebend: g+q
 $V_{k,Fuß} = 176.0 \text{ kN/m}$
 $H_{k,Fuß} \text{ (mit Ep)} = 30.8 \text{ kN/m}$
 $H_{k,Fuß} \text{ (ohne Ep)} = 43.5 \text{ kN/m}$
 $M_{k,Fuß} \text{ (mit Ep)} = -57.8 \text{ kN-m/m}$
 $M_{k,Fuß} \text{ (ohne Ep)} = -62.4 \text{ kN-m/m}$
 $b = 2.500 \text{ m}$; $a = 10.000 \text{ m}$
 $b/6 = 0.417 \text{ m}$; $b/3 = 0.833 \text{ m}$
 $\sigma_{k,1}/\sigma_{k,2}(\text{Fuß}) = 130.3 / 10.5 \text{ kN/m}^2$
Nachweis EQU:
Momente (im Uhrzeigersinn positiv)
 $M, g, k(+) = 161.07 / M, q, k(+) = 55.75 \text{ kN-m/m}$

$M, g, k(-) = -28.05 / M, q, k(-) = -31.20 \text{ kN-m/m}$
 $M_{stab} = 161.07 \cdot 0.90 = 144.96$
 $M_{dst} = 28.05 \cdot 1.10 + 31.20 \cdot 1.50 = 77.66$
 $\mu_{EQU} = 77.66 / 144.96 = 0.536$
 $\mu_{(Gleit)} = H_d / (V_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{(Gleit)} + E_{p,d}) = 60.7 / (176.0 \cdot \tan(25.0^\circ) / 1.10 + 18.1) = 0.655$
Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)
 $\mu = H_k / (2/3 \cdot V_k \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k}) = 43.5 / (2/3 \cdot 176.0 \cdot \tan(25.0^\circ) + 1/3 \cdot 25.3) = 0.689$
 $\mu(\text{Grundbruch}) = 0.812$
mit: $\varphi_k = 25.0^\circ$; $c_k = 0.0 \text{ kN/m}^2$
 $\gamma_2 = 17.00 \text{ kN/m}^2$; $\sigma_{(0)} = 18.7 \text{ kN/m}^2$

Kubatur = $1.755 \text{ m}^3/\text{m}$
Raumgewicht Beton = 25.00 kN/m^3
E-Modul Beton = $3.000 \cdot 10^7 \text{ kN/m}^2$
Bewehrung Wand EC 2
Beton C 35/45 / Stahl B500
 $As_1 [\text{cm}^2 / \text{m}] = 11.80$
 $d_1 = 0.080 \text{ m}$
 $As(\text{Schub}) = 10.2 \text{ cm}^2/\text{m}$ (Mindestbew.)
 $As(\text{Schub}) = 10.2 \text{ cm}^2/\text{m}$ (Mindestbew.)
Rissbreitennachweis:
Erforderlich $As [\text{cm}^2 / \text{m}] = 13.85$
Rissbreitennachweis maßgebend !
Bewehrung Sporn rechts EC 2 (Anschnitt)
 $As_1 [\text{cm}^2 / \text{m}] = 12.10$
 $d_1 = 0.080 \text{ m}$

As(Schub) = 10.2 cm²/m (Mindestbew.)
Rissbreitennachweis Sporn rechts:
Erforderlich As [cm² / m] = 15.39
Rissbreitennachweis maßgebend !



Boden	Tiefe [m]	γ_k [kN/m³]	$\gamma'_{k,1}$ [kN/m³]	φ_k [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	δ/φ passiv	δ/φ aktiv	Bezeichnung
	7.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	Luft
	6.95	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	0.000	0.667	Auffüllung (Neu)
	0.00	17.0	7.0	25.0	0.0	0.0	0.000	0.667	Auffüllung (alt)
	-2.00	19.0	11.0	35.0	0.0	0.0	0.000	0.667	Sand
	<-2.00	20.0	10.0	22.5	7.5	7.5	0.000	0.667	Lauenburger

OK Wand = 8.15 m

Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung, Dr.-Ing. R. EUSANI

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Winkelstützmauer

Datei: NW_3a.ggu_wst

Wandkopf = 8.15 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050

Baugrubensohle = 5.60 m

Grundwasserstand (rechts) = 2.39 m

Grundwasserstand (links) = 2.39 m

Teilsicherheiten

 $\gamma_{g,1} = 1.35$ $\gamma_{g,2} = 1.50$ $\gamma_{g,3} = 1.40$ (Gleiten)Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Grenzzustand EQU:

 $\gamma_{G,dst} = 1.10$ $\gamma_{G,stb} = 0.90$ $\gamma_{Q,dst} = 1.50$

Winkelstützmauer

 $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ E-Modul = $3.0000 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$

Vertikallast(g) = 0.00 kN/m

Vertikallast(q) = 0.00 kN/m

Horizontallast(g) = 0.00 kN/m

Horizontallast(q) = 0.00 kN/m

Moment(g) = 0.00 kN·m/m

Moment(q) = 0.00 kN·m/m

Fundamentlänge a = 10.00 m

Tiefe	links	rechts	Breite
[m]	[m]	[m]	[m]
8.150	-0.300	0.000	0.300
4.800	-0.300	0.000	0.300

Koordinaten Fundament

x	y
[m]	[m]
-0.300	4.800
-0.300	4.800
-0.300	4.500
2.200	4.500
2.200	4.800
0.000	4.800

Blocklasten

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	0.00	0.00	3.00	7.25

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	0.00	0.00	0.80	7.25

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
1	7.25	7.25	6.14	24.95	24.95	0.00	2 Verkehrslast

Typ = 2 ==> dreieckförmig verteilt (Maximum oben)

Lasten (einseitig begrenzt)

Werte für Betonwand

Nr.	sigma	x(links)	Tiefe	y(oben)	y(unten)	Verkehrslast
[-]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]
1	5.00	3.00	7.25	5.77	3.22	nein

Bodenkennwerte

Schicht	Tiefe	γ_k	γ'_k	φ_k	$c(p)_k$	$c(a)_k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	E_s
[-]	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[MN/m²]
1	7.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	10.0
2	6.95	18.00	10.00	32.50	0.00	0.00	0.000	0.667	10.0
3	0.00	17.00	7.00	25.00	0.00	0.00	0.000	0.667	10.0
4	-2.00	19.00	11.00	35.00	0.00	0.00	0.000	0.667	10.0
5	-14.00	20.00	10.00	22.50	7.50	7.50	0.000	0.667	10.0

Aktive Erddruckbeiwerte auf Wand

bestimmt nach: DIN 4085

Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$

(delta = mittlere Geländeneigung = 0.00 °)

Tiefe	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	alpha	beta	$k_{agh}(40^\circ)$
[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[°]	[-]
7.650	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.250	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.150	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.950	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.650	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
6.150	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.771	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.650	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.600	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.150	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
4.801	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
4.800	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179

Aktive Erddruckbeiwerte auf Ersatzwand

(delta = mittlere Geländeneigung = 0.00 °)

Tiefe	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	alpha	beta	$k_{agh}(40^\circ)$
[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[°]	[-]
7.650	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.250	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.150	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.950	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.650	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
6.150	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.771	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.650	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.600	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.150	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
4.801	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
4.800	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
4.650	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
4.501	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
4.500	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179

Aktive Erddruckkoordinaten auf Wand d

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
8.150	7.250	0.000	0.000	0.00	0.00
7.250	6.950	38.464	37.794	0.00	0.00
6.950	5.771	38.558	38.281	0.00	0.00
5.771	5.600	38.281	38.424	0.00	0.00
5.600	4.801	38.424	39.095	0.00	0.00

Aktive Erddruckkoordinaten auf Ersatzwand d

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
8.150	8.050	0.000	0.000	0.00	0.00
8.100	8.000	0.000	0.000	0.00	0.00
8.050	7.950	0.000	0.000	0.00	0.00
8.000	7.900	0.000	0.000	0.00	0.00
7.950	7.850	0.000	0.000	0.00	0.00
7.900	7.800	0.000	0.000	0.00	0.00
7.850	7.750	0.000	0.000	0.00	0.00
7.800	7.700	0.000	0.000	0.00	0.00

7.750	7.650	0.000	0.000	0.00	0.00
7.700	7.600	0.000	0.000	0.00	0.00
7.650	7.550	0.000	0.000	0.00	0.00
7.600	7.500	0.000	0.000	0.00	0.00
7.550	7.450	0.000	0.000	0.00	0.00
7.500	7.400	0.000	0.000	0.00	0.00
7.450	7.350	0.000	0.000	0.00	0.00
7.400	7.300	0.000	0.000	0.00	0.00
7.350	7.250	0.000	0.000	0.00	0.00
7.300	7.200	0.000	36.106	0.00	0.00
7.250	7.150	37.429	34.782	0.00	0.00
7.200	7.100	36.106	33.458	0.00	0.00
7.150	7.050	34.782	32.135	0.00	0.00
7.100	7.000	33.458	30.811	0.00	0.00
7.050	6.950	32.135	29.487	0.00	0.00
7.000	6.899	30.811	29.000	0.00	0.00
6.950	6.848	30.252	27.748	0.00	0.00
6.899	6.797	29.000	26.496	0.00	0.00
6.848	6.748	27.748	25.506	0.00	0.00
6.797	6.699	26.496	24.515	0.00	0.00
6.748	6.650	25.506	23.524	0.00	0.00
6.699	6.600	24.515	22.509	0.00	0.00
6.650	6.550	23.524	21.495	0.00	0.00
6.600	6.500	22.509	20.481	0.00	0.00
6.550	6.450	21.495	19.467	0.00	0.00
6.500	6.400	20.481	18.452	0.00	0.00
6.450	6.350	19.467	17.438	0.00	0.00
6.400	6.300	18.452	16.424	0.00	0.00
6.350	6.250	17.438	15.409	0.00	0.00
6.300	6.200	16.424	14.395	0.00	0.00
6.250	6.150	15.409	13.381	0.00	0.00
6.200	6.142	14.395	13.222	0.00	0.00
6.150	6.093	13.381	13.681	0.00	0.00
6.142	6.044	13.222	14.139	0.00	0.00
6.093	5.995	13.681	14.598	0.00	0.00
6.044	5.945	14.139	15.056	0.00	0.00
5.995	5.896	14.598	15.515	0.00	0.00
5.945	5.847	15.056	15.973	0.00	0.00
5.896	5.798	15.515	16.432	0.00	0.00
5.847	5.748	15.973	16.890	0.00	0.00
5.798	5.699	16.432	17.349	0.00	0.00
5.748	5.650	16.890	17.807	0.00	0.00
5.699	5.600	17.349	18.273	0.00	0.00
5.650	5.550	17.807	18.738	0.00	0.00
5.600	5.500	18.273	19.204	0.00	0.00
5.550	5.450	18.738	19.670	0.00	0.00
5.500	5.400	19.204	20.136	0.00	0.00
5.450	5.350	19.670	20.601	0.00	0.00
5.400	5.300	20.136	21.067	0.00	0.00
5.350	5.250	20.601	21.533	0.00	0.00
5.300	5.200	21.067	21.999	0.00	0.00
5.250	5.150	21.533	22.464	0.00	0.00
5.200	5.100	21.999	22.929	0.00	0.00
5.150	5.050	22.464	23.393	0.00	0.00
5.100	5.000	22.929	23.857	0.00	0.00
5.050	4.951	23.393	24.322	0.00	0.00
5.000	4.901	23.857	24.786	0.00	0.00
4.951	4.851	24.322	25.251	0.00	0.00
4.901	4.801	24.786	25.715	0.00	0.00
4.851	4.800	25.251	25.724	0.00	0.00
4.801	4.750	25.715	26.190	0.00	0.00
4.800	4.700	25.724	26.656	0.00	0.00
4.750	4.650	26.190	27.121	0.00	0.00
4.700	4.600	26.656	27.584	0.00	0.00
4.650	4.551	27.121	28.047	0.00	0.00
4.600	4.501	27.584	28.510	0.00	0.00
4.551	4.500	28.047	28.520	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte
 Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)
 Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00
 bestimmt nach: DIN 4085:2017

Tiefe [m]	k_{pgh} [-]	k_{pch} [-]	φ_k [°]	δ [°]
0.00	2.464	3.139	25.000	0.00
-2.00	3.690	3.842	35.000	0.00
-14.00	2.240	2.993	22.500	0.00

Passive Erddruckkoordinaten mit:

Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von [m]	bis [m]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]
5.77	5.60	0.00	0.00
5.60	4.80	0.00	-16.73
4.80	4.50	-16.73	-23.02

Kräfte und Momente um linken unteren Fußpunkt der Wand (Dimension kN/m und kN·m/m)

(V positiv nach unten; H positiv nach links; M positiv im Uhrzeigersinn)

$x(\text{Fuß}) = -0.300 \text{ m}$ / $y(\text{Fuß}) = 4.500 \text{ m}$

$V, k(\text{Wand}) = 43.88$

$M, k(\text{Wand}) = 27.21$

$E_{ah}, k, g = 30.30$

$M \text{ aus } E_{ah}, k, g = -28.05$

$E_{ah}, k, q = 13.20$

$M \text{ aus } E_{ah}, k, q = -31.20$

$E_{av}, k, g = 0.00$

$M \text{ aus } E_{av}, k, g = 0.00$

$E_{av}, k, q = 0.00$

$M \text{ aus } E_{av}, k, q = 0.00$

$E_{ph}, k = -12.67$

$M \text{ aus } E_{ph}, k = 4.65$

$E_{pv}, k = 0.00$

$M \text{ aus } E_{pv}, k = 0.00$

Bodengewicht, k (rechts) = 92.29

$M \text{ aus Bodengewicht, k (rechts)} = 129.21$

Bodengewicht, k (links) = 0.00

$M \text{ aus Bodengewicht, k (links)} = 0.00$

$V, k, g (\text{Lasten}) = 0.00$

$M \text{ aus } V, k, g + M, k, g (\text{Lasten}) = 0.00$

$V, k, q (\text{Lasten}) = 39.82$

$M \text{ aus } V, k, q + M, k, q (\text{Lasten}) = 55.75$

$H, k, g (\text{Lasten}) = 0.00$

$M \text{ aus } H, k, g (\text{Lasten}) = 0.00$

$H, k, q (\text{Lasten}) = 0.00$

$M \text{ aus } H, k, q (\text{Lasten}) = 0.00$

$V, k, g (\text{Wasserdruck}) = 0.00$

$M \text{ aus } V, k, g (\text{Wasserdruck}) = 0.00$

Summe $V, k, g = 136.17$

Summe $V, k, q = 39.82$

Summe $H, k, g (\text{ohne } E_{ph}) = 30.30$

Summe $H, k, q (\text{ohne } E_{ph}) = 13.20$

Summe $M, k, g = 133.02$

Summe $M, k, q = 24.55$

Summe Momente um Sohlmittelpunkt (SM):

$x(\text{SM}) = 0.950 \text{ m}$ / $y(\text{SM}) = 4.500 \text{ m}$

$M, k, g(\text{SM}) = -37.20$

$M, k, q(\text{SM}) = -25.23$

Exzentrizität, $k, g(\text{SM}) = -0.273 \text{ m}$

Exzentrizität, $k, g+q(\text{SM}) = -0.355 \text{ m}$

Schnittgrößen ($g+q$), k

Tiefe [m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	N [kN/m]
8.15	0.0	0.0	0.0
7.25	0.0	0.0	-6.8
6.95	-7.7	-1.1	-9.0
5.77	-38.6	-28.3	-17.8
5.60	-43.1	-35.3	-19.1
4.80	-58.3	-76.7	-25.1

Verschiebungen (g+q),k (mit Fundamentverdrehung)

Tiefe [m]	w [mm]
8.15	-22.015
7.25	-16.374
6.95	-14.494
5.77	-7.178
5.60	-6.151
4.80	-1.599

Kippsicherheit

Maßgebend: g+q

Exzentrizität $e(Fu\beta) = -0.355$ m

$b/6 = 0.417$ m ; $b/3 = 0.833$ m

$\sigma_{g,k,1}/\sigma_{g,k,2}(Fu\beta) = 130.3 / 10.5$ kN/m²

Gleitsicherheit

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

Wenn beim Nachweis der Gleitsicherheit Erdwiderstand angesetzt wird, gilt folgende Regelung:

Bei Flach- und Flächengründungen darf der Nachweis gegen unzuträgliche Verschiebungen

des Fundamentes in der Sohlfläche als erbracht angesehen werden, wenn bei mindestens

mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden bzw. bei mindestens steifen bindigen Böden

- nicht mehr als zwei Drittel des charakteristischen Gleitwiderstands in der Fundamentsohle sowie

- nicht mehr als ein Drittel des charakteristischen Erdwiderstands vor der Stirnseite des Fundamentkörpers

zur Herstellung des Gleichgewichts der charakteristischen bzw. repräsentativen Kräfte

parallel zur Sohlfläche erforderlich sind.

Maßgebend: g + q

$\mu_{e(Gleit)} = H_{d,1} / (V_{k,1} \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{Gleit} + E_{p,d,1}) =$

$\mu_{e(Gleit)} = 60.7 / (176.0 \cdot \tan(25.0) / 1.10 + 18.1) = 0.655$

Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

$\mu_e = H_{k,1} / (2/3 \cdot V_{k,1} \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k,1}) =$

$\mu_e = 43.5 / (2/3 \cdot 176.0 \cdot \tan(25.0) + 1/3 \cdot 25.3) = 0.689$

Grundbruchsicherheit

Maßgebend: = g + q

$H_{k,1} = 30.83$ kN/m

$M_{k,1} = 57.78$ kN/m

$V_{k,1} = 175.99$ kN/m

$V_{d,1} = 243.56$ kN/m

$R_{n,d,1} = 299.95$ kN/m

$a = 10.000$ m

$b = 2.500$ m

$b' = 1.815$ m

Ausnutzungsgrad = 0.812

$\gamma_{GGrundbruch} = 1.400$

$\varphi_k = 25.0^\circ$

$c_k = 0.0$ kN/m²

$\gamma_2 = 17.0$ kN/m³

$\sigma_{\bar{u}} = 18.7$ kN/m²

$N_{c0} = 20.72 / N_{d0} = 10.66 / N_{b0} = 4.51$

$v_c = 1.086 / v_d = 1.078 / v_b = 0.945$

$i_c = 0.670 / i_d = 0.701 / i_b = 0.578$

Böschungsnäigung = 0.0°

$\lambda_c = 1.000 / \lambda_d = 1.000 / \lambda_b = 1.000$

Sohlneigung = 0.0°

$\xi_c = 1.000 / \xi_d = 1.000 / \xi_b = 1.000$

Tiefenbeiwerte:

$T_c = 1.000 / T_d = 1.000$

Nachweis EQU:

Momente (im Uhrzeigersinn positiv)

$M_{g,k(+)} = 161.07 / M_{q,k(+)} = 55.75$ kN·m/m

$M_{g,k(-)} = -28.05 / M_{q,k(-)} = -31.20$ kN·m/m

$M_{stb} = 161.07 \cdot 0.90 = 144.96$

$M_{dst} = 28.05 \cdot 1.10 + 31.20 \cdot 1.50 = 77.66$

$\mu(EQU) = 77.66 / 144.96 = 0.536$

Setzungen

Steifemodulprofil und

Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten

infolge Gesamtlasten

Tiefe	E_s	s(links)	s(rechts)
[m u. GS]	[MN/m ²]	[cm]	[cm]
4.80	10.00	1.86	0.88
6.80	10.00	0.00	0.00
> 6.80	10.00	0.00	0.00

Grenztiefe mit $p = 20.0 \%$

Grenztiefe = 3.67 m u. GS

$V_k = 175.99 \text{ kN/m}$

$a = 10.00 \text{ m}$

$b = 2.50 \text{ m}$

$\sigma(\text{links}) = 130.32 \text{ kN/m}^2$

$\sigma(\text{rechts}) = 10.47 \text{ kN/m}^2$

Setzungen in den kennzeichnenden Punkten:

links: $s = 1.86 \text{ cm}$

rechts: $s = 0.88 \text{ cm}$

Bewehrung Wand EC 2

Tiefe = 4.80 m

Beton C 35/45 / Stahl B500

$M_d = 113.3 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}$

$N_d = -33.9 \text{ kN} / \text{m}$

$\epsilon_{s2} [\text{o/oo}] = -3.5$

$\epsilon_{s1} [\text{o/oo}] = 18.8$

$A_{s1} [\text{cm}^2 / \text{m}] = 11.80$

Dicke = 0.300 m

$d_1 = 0.080 \text{ m}$

$\sigma_1(l) = 7.44 / \sigma_2(l) = -7.67 \text{ MN/m}^2$

Tiefe = 4.80 m

$Q_d = V_{Sd} = 87.6 \text{ kN} / \text{m}$

$V_{Rd,max} = 562.3 \text{ kN} / \text{m} (z = 0.126 \text{ m})$

$(V_{Sd} / V_{Rd,max} = 0.1558)$

$A_s(\text{Schub}) = 10.2 \text{ cm}^2/\text{m}$ (Mindestbew.)

Bügelabstand = 21.0 cm

Rissbreitennachweis:

$M_k = 76.7 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m} \quad N_k = -25.1 \text{ kN} / \text{m}$

Effektive Zugfestigkeit des Betons $[N/mm^2] = 3.20$

Grenzzrissweite $[mm] = 0.30$

Hebelarm der inneren Kräfte $[m] = 0.200$

Bewehrungsgehalt $[\%] = 0.393$

Erforderlich: 9 Bewehrungsstäbe (Durchmesser 14 mm)

Erforderlich $A_s [\text{cm}^2 / \text{m}] = 13.85$

Rissbreitennachweis maßgebend !

Bewehrung Sporn rechts EC 2 (Anschnitt)

$M_d = 113.3 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}$

$N_d = -11.3 \text{ kN} / \text{m}$

$\epsilon_{s2} [\text{o/oo}] = -3.50$

$\epsilon_{s1} [\text{o/oo}] = 19.27$

$A_{s1} [\text{cm}^2 / \text{m}] = 12.10$

Dicke = 0.300 m

$d_1 = 0.080 \text{ m}$

$\sigma_1(l) = 7.51 / \sigma_2(l) = -7.59 \text{ MN/m}^2$

$Q_d = V_{Sd} = 17.3 \text{ kN} / \text{m}$

$V_{Rd,max} = 562.7 \text{ kN} / \text{m} (z = 0.126 \text{ m})$

$(V_{Sd} / V_{Rd,max} = 0.0307)$

$A_s(\text{Schub}) = 10.2 \text{ cm}^2/\text{m}$ (Mindestbew.)

Bügelabstand = 21.0 cm

Rissbreitennachweis Sporn rechts:

$M_k = 76.7 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m} \quad N_k = -8.4 \text{ kN} / \text{m}$

Effektive Zugfestigkeit des Betons $[N/mm^2] = 3.20$

Grenzzrissweite $[mm] = 0.25$

Hebelarm der inneren Kräfte $[m] = 0.201$

Bewehrungsgehalt $[\%] = 0.403$

Erforderlich: 10 Bewehrungsstäbe (Durchmesser 14 mm)

Erforderlich $A_s [\text{cm}^2 / \text{m}] = 15.39$

Rissbreitennachweis maßgebend !

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Winkelstützmauer

Datei: NW_3c.ggu_wst

Wandkopf = 8.15 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050

Baugrubensohle = 5.60 m

Grundwasserstand (rechts) = 4.50 m

Grundwasserstand (links) = 4.50 m

Teilsicherheiten

 $\gamma_{g,1} = 1.00$ $\gamma_{g,2} = 1.00$ $\gamma_{Ep} = 1.20$ (Gleiten)Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Grenzzustand EQU:

 $\gamma_{G,dst} = 1.00$ $\gamma_{G,stb} = 0.95$ $\gamma_{Q,dst} = 1.00$

Winkelstützmauer

 $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ E-Modul = $3.0000 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$ Vertikallast(g) = 0.00 kN/mVertikallast(q) = 0.00 kN/mHorizontallast(g) = 0.00 kN/mHorizontallast(q) = 0.00 kN/mMoment(g) = 0.00 kN·m/mMoment(q) = 0.00 kN·m/mFundamentlänge $a = 10.00 \text{ m}$

Tiefe	links	rechts	Breite
[m]	[m]	[m]	[m]
8.150	-0.300	0.000	0.300
4.800	-0.300	0.000	0.300

Koordinaten Fundament

x	y
[m]	[m]
-0.300	4.800
-0.300	4.800
-0.300	4.500
2.200	4.500
2.200	4.800
0.000	4.800

Blocklasten

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	0.00	0.00	3.00	7.25

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	0.00	0.00	0.80	7.25

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
1	7.25	7.25	6.14	24.95	24.95	0.00	2 Verkehrslast

Typ = 2 ==> dreieckförmig verteilt (Maximum oben)

Lasten (einseitig begrenzt)

Werte für Betonwand

Nr.	sigma	x(links)	Tiefe	y(oben)	y(unten)	Verkehrslast
[-]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]
1	5.00	3.00	7.25	5.77	3.22	nein

Bodenkennwerte

Schicht	Tiefe	γ_k	γ'_k	φ_k	$c(p)_k$	$c(a)_k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	E_s
[-]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[MN/m ²]
1	7.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	10.0
2	6.95	18.00	10.00	32.50	0.00	0.00	0.000	0.667	10.0
3	0.00	17.00	7.00	25.00	0.00	0.00	0.000	0.667	10.0
4	-2.00	19.00	11.00	35.00	0.00	0.00	0.000	0.667	10.0
5	-14.00	20.00	10.00	22.50	7.50	7.50	0.000	0.667	10.0

Aktive Erddruckbeiwerte auf Wand

bestimmt nach: DIN 4085

Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$

(delta = mittlere Geländeneigung = 0.00 °)

Tiefe	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	alpha	beta	$k_{agh(40^\circ)}$
[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[°]	[-]
7.650	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.250	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.150	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.950	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.650	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
6.150	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.771	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.650	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.600	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.150	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
4.801	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
4.800	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179

Aktive Erddruckbeiwerte auf Ersatzwand

(delta = mittlere Geländeneigung = 0.00 °)

Tiefe	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	alpha	beta	$k_{agh(40^\circ)}$
[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[°]	[-]
7.650	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.250	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.150	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.950	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.650	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
6.150	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.771	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.650	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.600	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.150	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
4.801	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
4.800	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
4.650	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
4.501	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
4.500	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179

Aktive Erddruckkoordinaten auf Wand d

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	oben[kN/m ²]	unten[kN/m ²]
8.150	7.250	0.000	0.000	0.00	0.00
7.250	6.950	25.643	25.358	0.00	0.00
6.950	5.771	25.925	26.553	0.00	0.00
5.771	5.600	26.553	26.780	0.00	0.00
5.600	4.801	26.780	27.842	0.00	0.00

Aktive Erddruckkoordinaten auf Ersatzwand d

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	oben[kN/m ²]	unten[kN/m ²]
8.150	8.050	0.000	0.000	0.00	0.00
8.100	8.000	0.000	0.000	0.00	0.00
8.050	7.950	0.000	0.000	0.00	0.00
8.000	7.900	0.000	0.000	0.00	0.00
7.950	7.850	0.000	0.000	0.00	0.00
7.900	7.800	0.000	0.000	0.00	0.00
7.850	7.750	0.000	0.000	0.00	0.00
7.800	7.700	0.000	0.000	0.00	0.00

7.750	7.650	0.000	0.000	0.00	0.00
7.700	7.600	0.000	0.000	0.00	0.00
7.650	7.550	0.000	0.000	0.00	0.00
7.600	7.500	0.000	0.000	0.00	0.00
7.550	7.450	0.000	0.000	0.00	0.00
7.500	7.400	0.000	0.000	0.00	0.00
7.450	7.350	0.000	0.000	0.00	0.00
7.400	7.300	0.000	0.000	0.00	0.00
7.350	7.250	0.000	0.000	0.00	0.00
7.300	7.200	0.000	24.098	0.00	0.00
7.250	7.150	24.953	23.242	0.00	0.00
7.200	7.100	24.098	22.387	0.00	0.00
7.150	7.050	23.242	21.532	0.00	0.00
7.100	7.000	22.387	20.676	0.00	0.00
7.050	6.950	21.532	19.821	0.00	0.00
7.000	6.899	20.676	19.588	0.00	0.00
6.950	6.848	20.387	18.789	0.00	0.00
6.899	6.797	19.588	17.989	0.00	0.00
6.848	6.748	18.789	17.378	0.00	0.00
6.797	6.699	17.989	16.766	0.00	0.00
6.748	6.650	17.378	16.154	0.00	0.00
6.699	6.600	16.766	15.528	0.00	0.00
6.650	6.550	16.154	14.902	0.00	0.00
6.600	6.500	15.528	14.275	0.00	0.00
6.550	6.450	14.902	13.649	0.00	0.00
6.500	6.400	14.275	13.023	0.00	0.00
6.450	6.350	13.649	12.397	0.00	0.00
6.400	6.300	13.023	11.771	0.00	0.00
6.350	6.250	12.397	11.145	0.00	0.00
6.300	6.200	11.771	10.518	0.00	0.00
6.250	6.150	11.145	9.892	0.00	0.00
6.200	6.142	10.518	9.794	0.00	0.00
6.150	6.093	9.892	10.134	0.00	0.00
6.142	6.044	9.794	10.474	0.00	0.00
6.093	5.995	10.134	10.813	0.00	0.00
6.044	5.945	10.474	11.153	0.00	0.00
5.995	5.896	10.813	11.492	0.00	0.00
5.945	5.847	11.153	11.832	0.00	0.00
5.896	5.798	11.492	12.172	0.00	0.00
5.847	5.748	11.832	12.511	0.00	0.00
5.798	5.699	12.172	12.851	0.00	0.00
5.748	5.650	12.511	13.190	0.00	0.00
5.699	5.600	12.851	13.535	0.00	0.00
5.650	5.550	13.190	13.880	0.00	0.00
5.600	5.500	13.535	14.225	0.00	0.00
5.550	5.450	13.880	14.570	0.00	0.00
5.500	5.400	14.225	14.915	0.00	0.00
5.450	5.350	14.570	15.260	0.00	0.00
5.400	5.300	14.915	15.605	0.00	0.00
5.350	5.250	15.260	15.950	0.00	0.00
5.300	5.200	15.605	16.295	0.00	0.00
5.250	5.150	15.950	16.640	0.00	0.00
5.200	5.100	16.295	16.984	0.00	0.00
5.150	5.050	16.640	17.328	0.00	0.00
5.100	5.000	16.984	17.672	0.00	0.00
5.050	4.951	17.328	18.016	0.00	0.00
5.000	4.901	17.672	18.360	0.00	0.00
4.951	4.851	18.016	18.704	0.00	0.00
4.901	4.801	18.360	19.048	0.00	0.00
4.851	4.800	18.704	19.055	0.00	0.00
4.801	4.750	19.048	19.400	0.00	0.00
4.800	4.700	19.055	19.745	0.00	0.00
4.750	4.650	19.400	20.090	0.00	0.00
4.700	4.600	19.745	20.433	0.00	0.00
4.650	4.551	20.090	20.776	0.00	0.00
4.600	4.501	20.433	21.119	0.00	0.00
4.551	4.500	20.776	21.125	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte
 Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)
 Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00
 bestimmt nach: DIN 4085:2017

Tiefe [m]	k_{pgh} [-]	k_{pch} [-]	φ_k [°]	δ [°]
0.00	2.464	3.139	25.000	0.00
-2.00	3.690	3.842	35.000	0.00
-14.00	2.240	2.993	22.500	0.00

Passive Erddruckkoordinaten mit:

Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von [m]	bis [m]	oben [kN/m ²]	unten [kN/m ²]
5.77	5.60	0.00	0.00
5.60	4.80	0.00	-16.73
4.80	4.50	-16.73	-23.02

Kräfte und Momente um linken unteren Fußpunkt der Wand (Dimension kN/m und kN·m/m)

(V positiv nach unten; H positiv nach links; M positiv im Uhrzeigersinn)

$x(\text{Fuß}) = -0.300 \text{ m}$ / $y(\text{Fuß}) = 4.500 \text{ m}$

$V, k(\text{Wand}) = 43.88$

$M, k(\text{Wand}) = 27.21$

$E_{ah}, k, g = 30.30$

$M \text{ aus } E_{ah}, k, g = -28.05$

$E_{ah}, k, q = 13.20$

$M \text{ aus } E_{ah}, k, q = -31.20$

$E_{av}, k, g = 0.00$

$M \text{ aus } E_{av}, k, g = 0.00$

$E_{av}, k, q = 0.00$

$M \text{ aus } E_{av}, k, q = 0.00$

$E_{ph}, k = -12.67$

$M \text{ aus } E_{ph}, k = 4.65$

$E_{pv}, k = 0.00$

$M \text{ aus } E_{pv}, k = 0.00$

Bodengewicht, k (rechts) = 92.29

$M \text{ aus Bodengewicht}, k$ (rechts) = 129.21

Bodengewicht, k (links) = 0.00

$M \text{ aus Bodengewicht}, k$ (links) = 0.00

V, k, g (Lasten) = 0.00

$M \text{ aus } V, k, g + M, k, g$ (Lasten) = 0.00

V, k, q (Lasten) = 39.82

$M \text{ aus } V, k, q + M, k, q$ (Lasten) = 55.75

H, k, g (Lasten) = 0.00

$M \text{ aus } H, k, g$ (Lasten) = 0.00

H, k, q (Lasten) = 0.00

$M \text{ aus } H, k, q$ (Lasten) = 0.00

V, k, g (Wasserdruck) = 0.00

$M \text{ aus } V, k, g$ (Wasserdruck) = 0.00

Summe $V, k, g = 136.17$

Summe $V, k, q = 39.82$

Summe H, k, g (ohne E_{ph}) = 30.30

Summe H, k, q (ohne E_{ph}) = 13.20

Summe $M, k, g = 133.01$

Summe $M, k, q = 24.55$

Summe Momente um Sohlmittelpunkt (SM):

$x(\text{SM}) = 0.950 \text{ m}$ / $y(\text{SM}) = 4.500 \text{ m}$

$M, k, g(\text{SM}) = -37.20$

$M, k, q(\text{SM}) = -25.23$

Exzentrizität, $k, g(\text{SM}) = -0.273 \text{ m}$

Exzentrizität, $k, g+q(\text{SM}) = -0.355 \text{ m}$

Schnittgrößen ($g+q$), k

Tiefe [m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	N [kN/m]
8.15	0.0	0.0	0.0
7.25	0.0	0.0	-6.8
6.95	-7.7	-1.1	-9.0
5.77	-38.6	-28.3	-17.8
5.60	-43.1	-35.3	-19.1
4.80	-58.3	-76.7	-25.1

Verschiebungen (g+q),k (mit Fundamentverdrehung)

Tiefe [m]	w [mm]
8.15	-22.383
7.25	-16.651
6.95	-14.741
5.77	-7.306
5.60	-6.261
4.80	-1.629

Kippsicherheit

Maßgebend: g+q

Exzentrizität $e(Fu\beta) = -0.355$ m

$b/6 = 0.417$ m ; $b/3 = 0.833$ m

$\sigma_{g,k,1}/\sigma_{g,k,2}(Fu\beta) = 130.3 / 10.5$ kN/m²

Gleitsicherheit

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

Wenn beim Nachweis der Gleitsicherheit Erdwiderstand angesetzt wird, gilt folgende Regelung:

Bei Flach- und Flächengründungen darf der Nachweis gegen unzuträgliche Verschiebungen

des Fundamentes in der Sohlfläche als erbracht angesehen werden, wenn bei mindestens

mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden bzw. bei mindestens steifen bindigen Böden

- nicht mehr als zwei Drittel des charakteristischen Gleitwiderstands in der Fundamentsohle sowie

- nicht mehr als ein Drittel des charakteristischen Erdwiderstands vor der Stirnseite des Fundamentkörpers zur Herstellung des Gleichgewichts der charakteristischen bzw. repräsentativen Kräfte parallel zur Sohlfläche erforderlich sind.

Maßgebend: g + q

$\mu_{e(Gleit)} = H_{d,1} / (V_{k,1} \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{Gleit} + E_{p,d,1}) =$

$\mu_{e(Gleit)} = 43.5 / (176.0 \cdot \tan(25.0) / 1.10 + 21.1) = 0.454$

Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

$\mu_e = H_{k,1} / (2/3 \cdot V_{k,1} \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k,1}) =$

$\mu_e = 43.5 / (2/3 \cdot 176.0 \cdot \tan(25.0) + 1/3 \cdot 25.3) = 0.689$

Grundbruchsicherheit

Maßgebend: = g + q

$H_{k,1} = 30.83$ kN/m

$M_{k,1} = 57.78$ kN/m

$V_{k,1} = 175.99$ kN/m

$V_{d,1} = 175.99$ kN/m

$R_{n,d,1} = 280.23$ kN/m

$a = 10.000$ m

$b = 2.500$ m

$b' = 1.843$ m

Ausnutzungsgrad = 0.628

$\gamma_{GGrundbruch} = 1.200$

$\varphi_k = 25.0^\circ$

$c_k = 0.0$ kN/m²

$\gamma_2 = 7.0$ kN/m³

$\sigma_{\bar{u}} = 18.7$ kN/m²

$N_{c0} = 20.72 / N_{d0} = 10.66 / N_{b0} = 4.51$

$v_c = 1.086 / v_d = 1.078 / v_b = 0.945$

$i_c = 0.670 / i_d = 0.701 / i_b = 0.578$

Böschungsnäigung = 0.0°

$\lambda_c = 1.000 / \lambda_d = 1.000 / \lambda_b = 1.000$

Sohlneigung = 0.0°

$\xi_c = 1.000 / \xi_d = 1.000 / \xi_b = 1.000$

Tiefenbeiwerte:

$T_c = 1.000 / T_d = 1.000$

Nachweis EQU:

Momente (im Uhrzeigersinn positiv)

$M_{g,k(+)} = 161.07 / M_{q,k(+)} = 55.75$ kN·m/m

$M_{g,k(-)} = -28.05 / M_{q,k(-)} = -31.20$ kN·m/m

$M_{stb} = 161.07 \cdot 0.95 = 153.01$

$M_{dst} = 28.05 \cdot 1.00 + 31.20 \cdot 1.00 = 59.25$

$\mu(EQU) = 59.25 / 153.01 = 0.387$

Setzungen

Steifemodulprofil und

Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten

infolge Gesamtlasten

Tiefe	E_s	s(links)	s(rechts)
[m u. GS]	[MN/m ²]	[cm]	[cm]
4.80	10.00	1.99	0.99
6.80	10.00	0.00	0.00
> 6.80	10.00	0.00	0.00

Grenztiefe mit $p = 20.0 \%$

Grenztiefe = 4.40 m u. GS

$V_k = 175.99 \text{ kN/m}$

$a = 10.00 \text{ m}$

$b = 2.50 \text{ m}$

$\sigma(\text{links}) = 130.32 \text{ kN/m}^2$

$\sigma(\text{rechts}) = 10.47 \text{ kN/m}^2$

Setzungen in den kennzeichnenden Punkten:

links: $s = 1.99 \text{ cm}$

rechts: $s = 0.99 \text{ cm}$

Bewehrung Wand EC 2

Tiefe = 4.80 m

Beton C 35/45 / Stahl B500

$M_d = 76.7 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}$

$N_d = -25.1 \text{ kN} / \text{m}$

$\epsilon_{s2} [\text{o/oo}] = -3.1$

$\epsilon_{s1} [\text{o/oo}] = 25.0$

$A_{s1} [\text{cm}^2 / \text{m}] = 7.60$

Dicke = 0.300 m

$d_1 = 0.080 \text{ m}$

$\sigma_1(l) = 5.03 / \sigma_2(l) = -5.20 \text{ MN/m}^2$

Tiefe = 4.80 m

$Q_d = V_{Sd} = 58.3 \text{ kN} / \text{m}$

$V_{Rd,max} = 562.3 \text{ kN} / \text{m} (z = 0.126 \text{ m})$

$(V_{Sd} / V_{Rd,max} = 0.1037)$

$A_s(\text{Schub}) = 10.2 \text{ cm}^2/\text{m}$ (Mindestbew.)

Bügelabstand = 21.0 cm

Rissbreitennachweis:

$M_k = 76.7 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m} \quad N_k = -25.1 \text{ kN} / \text{m}$

Effektive Zugfestigkeit des Betons $[N/mm^2] = 3.20$

Grenzzrissweite $[mm] = 0.30$

Hebelarm der inneren Kräfte $[m] = 0.207$

Bewehrungsgehalt $[\%] = 0.253$

Erforderlich: 8 Bewehrungsstäbe (Durchmesser 14 mm)

Erforderlich $A_s [\text{cm}^2 / \text{m}] = 12.32$

Rissbreitennachweis maßgebend !

Bewehrung Sporn rechts EC 2 (Anschnitt)

$M_d = 76.7 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}$

$N_d = -7.2 \text{ kN} / \text{m}$

$\epsilon_{s2} [\text{o/oo}] = -3.03$

$\epsilon_{s1} [\text{o/oo}] = 25.00$

$A_{s1} [\text{cm}^2 / \text{m}] = 7.90$

Dicke = 0.300 m

$d_1 = 0.080 \text{ m}$

$\sigma_1(l) = 5.08 / \sigma_2(l) = -5.13 \text{ MN/m}^2$

$Q_d = V_{Sd} = 8.4 \text{ kN} / \text{m}$

$V_{Rd,max} = 562.7 \text{ kN} / \text{m} (z = 0.126 \text{ m})$

$(V_{Sd} / V_{Rd,max} = 0.0149)$

$A_s(\text{Schub}) = 10.2 \text{ cm}^2/\text{m}$ (Mindestbew.)

Bügelabstand = 21.0 cm

Rissbreitennachweis Sporn rechts:

$M_k = 76.7 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m} \quad N_k = -7.2 \text{ kN} / \text{m}$

Effektive Zugfestigkeit des Betons $[N/mm^2] = 3.20$

Grenzzrissweite $[mm] = 0.25$

Hebelarm der inneren Kräfte $[m] = 0.207$

Bewehrungsgehalt $[\%] = 0.263$

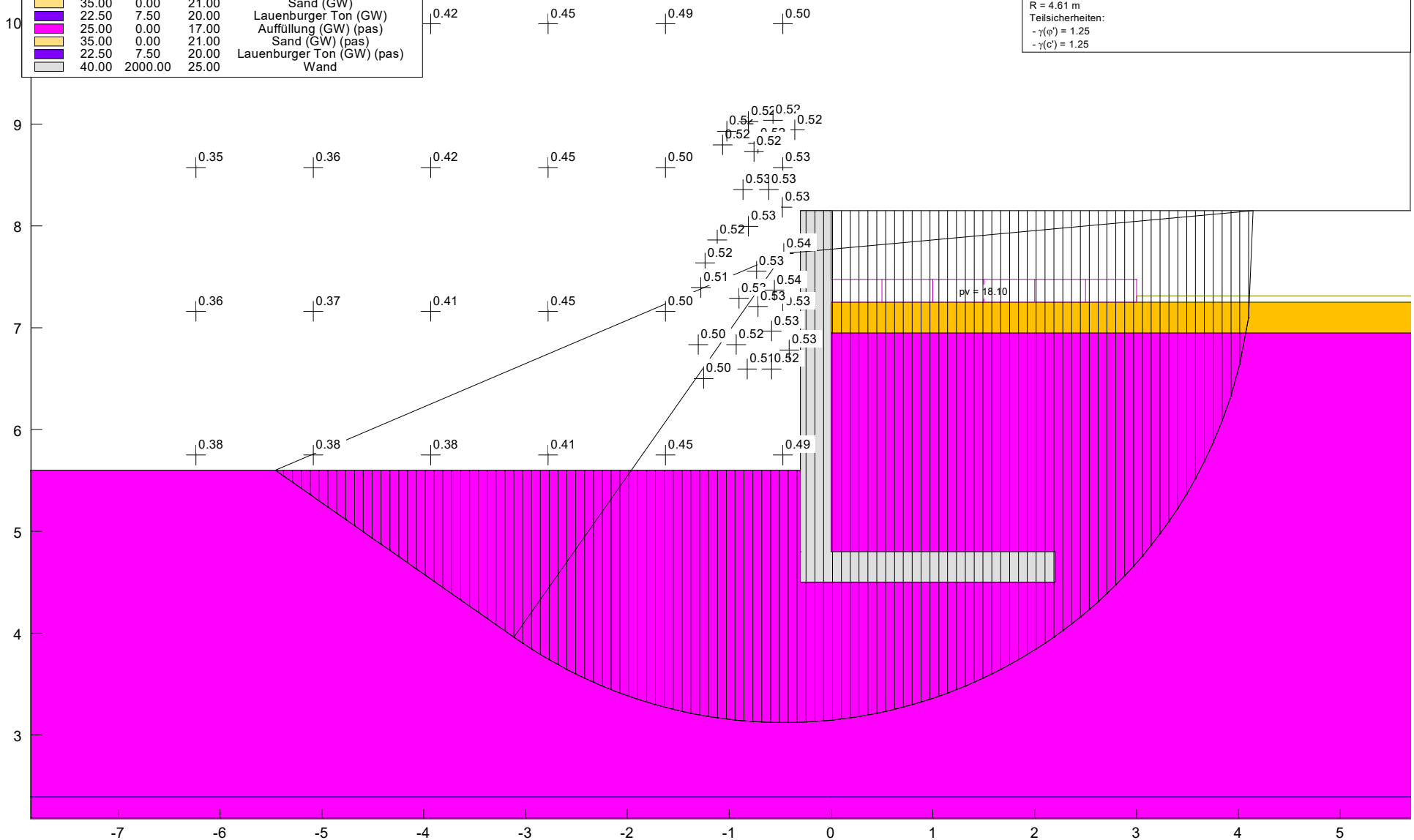
Erforderlich: 9 Bewehrungsstäbe (Durchmesser 14 mm)

Erforderlich $A_s [\text{cm}^2 / \text{m}] = 13.85$

Rissbreitennachweis maßgebend !

11	Boden	$\phi_{1,k}$ [°]	$c_{1,k}$ [kN/m²]	$\gamma_{1,k}$ [kN/m³]	Bezeichnung
		0.00	0.00	0.00	Luft
		32.50	0.00	18.00	Auffüllung (Neu)
		25.00	0.00	17.00	Auffüllung (pas)
		25.00	0.00	17.00	Auffüllung
		25.00	0.00	17.00	Auffüllung (GW)
		35.00	0.00	21.00	Sand (GW)
		22.50	7.50	20.00	Lauenburger Ton (GW)
		25.00	0.00	17.00	Auffüllung (GW) (pas)
		35.00	0.00	21.00	Sand (GW) (pas)
		22.50	7.50	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
		40.00	2000.00	25.00	Wand
10					

Teilbereich IX Geländebruch LK 3a Winkelstützmauer Norm: EC 7 Ungünstigster Gleitkreis: $\mu_{\max} = 0.54$ $x_m = -0.46 \text{ m}$ $y_m = 7.73 \text{ m}$ $R = 4.61 \text{ m}$ Teilsicherheiten: - $\gamma(\varphi) = 1.25$ - $\gamma(c') = 1.25$	- $\gamma(c_u) = 1.25$ - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$ - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$ - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$ Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050
---	---



Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

**Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen**

Teilbereich IX Geländebruch LK 3a

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

γ [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

x_m, y_m [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes

rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- $\gamma_m(\varphi) = 1.25$

- $\gamma_m(c') = 1.25$

- $\gamma_m(c_u) = 1.25$

- $\gamma_m(\text{Wichten}) = 1.00$

- $\gamma_m(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

- $\gamma_m(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-33.225	5.600	2	-0.300	5.600	3	-0.299	8.150	4	33.225	8.150

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	32.50	0.00	18.00	Auffüllung (Neu)
3	25.00	0.00	17.00	Auffüllung (pas)
4	25.00	0.00	17.00	Auffüllung
5	25.00	0.00	17.00	Auffüllung (GW)
6	35.00	0.00	21.00	Sand (GW)
7	22.50	7.50	20.00	Lauenburger Ton (GW)
8	25.00	0.00	17.00	Auffüllung (GW) (pas)
9	35.00	0.00	21.00	Sand (GW) (pas)
10	22.50	7.50	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
11	40.00	2000.00	25.00	Wand

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	27.01	0.00	18.00	Auffüllung (Neu)
3	20.46	0.00	17.00	Auffüllung (pas)
4	20.46	0.00	17.00	Auffüllung
5	20.46	0.00	17.00	Auffüllung (GW)
6	29.26	0.00	21.00	Sand (GW)
7	18.33	6.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
8	20.46	0.00	17.00	Auffüllung (GW) (pas)
9	29.26	0.00	21.00	Sand (GW) (pas)
10	18.33	6.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
11	33.87	1600.00	25.00	Wand

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.000	8.150	0.000	7.250	1
2	0.000	7.250	33.225	7.250	1
3	0.000	7.250	0.000	6.950	2
4	0.000	6.950	33.225	6.950	2
5	0.000	4.800	0.000	6.950	11
6	0.000	4.800	2.200	4.800	4
7	-0.300	4.500	2.200	4.500	11
8	0.000	2.390	33.225	2.390	4
9	0.000	0.000	33.225	0.000	5
10	0.000	-2.000	33.225	-2.000	6
11	-33.225	2.390	0.000	2.390	3
12	-33.225	0.000	0.000	0.000	8

13	-33.225	-2.000	0.000	-2.000	9
14	0.000	-14.000	33.225	-14.000	7
15	-33.225	-14.000	0.000	-14.000	10

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-33.225	2.390	2	0.000	2.390	3	0.001	2.390	4	33.225	2.390

Ständige Lasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]
1	5.00	5.00	3.00	33.23	7.25

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	18.10	0.00	3.00	7.25

Bauteil 1

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	-0.30	8.15
2	-0.30	4.80
3	-0.30	4.80
4	-0.30	4.50
5	2.20	4.50
6	2.20	4.80
7	0.00	4.80
8	0.00	8.15

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 2.39

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 2.39

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 2.2000 4.4999

x / y (Ende): 3.2000 -13.0000

Anzahl Radien = 40

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	-6.2378	12.8098	12.2337	105	0.3384	2114.724	6249.137	6249.1	0.0	2114.7	0.0
2	-6.2378	11.3977	11.2800	108	0.3560	2123.954	5965.386	5965.4	0.0	2124.0	0.0
3	-6.2378	9.9856	18.5648	112	0.3365	11763.606	34954.495	34954.5	0.0	11763.6	0.0
4	-6.2378	8.5735	12.2052	118	0.3453	4195.407	12151.038	12151.0	0.0	4195.4	0.0
5	-6.2378	7.1614	16.5603	126	0.3648	10162.602	27856.384	27856.4	0.0	10162.6	0.0
6	-6.2378	5.7493	15.3833	138	0.3768	8676.276	23029.139	23029.1	0.0	8676.3	0.0
7	-5.0850	12.8098	11.4525	104	0.3588	1768.055	4928.242	4928.2	0.0	1768.1	0.0
8	-5.0850	11.3977	10.4259	106	0.3806	1768.270	4646.307	4646.3	0.0	1768.3	0.0
9	-5.0850	9.9856	9.5023	110	0.3873	1681.700	4342.110	4342.1	0.0	1681.7	0.0
10	-5.0850	8.5735	8.7157	116	0.3604	1595.026	4426.089	4426.1	0.0	1595.0	0.0
11	-5.0850	7.1614	17.2339	125	0.3685	11448.355	31070.710	31070.7	0.0	11448.4	0.0
12	-5.0850	5.7493	15.9109	137	0.3804	9621.876	25297.361	25297.4	0.0	9621.9	0.0
13	-3.9323	12.8098	10.7389	102	0.3866	1483.996	3838.177	3838.2	0.0	1484.0	0.0
14	-3.9323	11.3977	9.6343	104	0.4002	1406.937	3515.935	3515.9	0.0	1406.9	0.0
15	-3.9323	9.9856	8.6239	108	0.4157	1347.371	3241.354	3241.4	0.0	1347.4	0.0
16	-3.9323	8.5735	7.7460	114	0.4160	1237.463	2974.488	2974.5	0.0	1237.5	0.0
17	-3.9323	7.1614	7.0525	123	0.4114	1118.573	2719.126	2719.1	0.0	1118.6	0.0
18	-3.9323	5.7493	16.6096	136	0.3815	10848.411	28433.079	28433.1	0.0	10848.4	0.0
19	-2.7796	12.8098	10.1078	101	0.4189	1200.483	2865.995	2866.0	0.0	1200.5	0.0
20	-2.7796	11.3977	8.9227	103	0.4382	1153.618	2632.731	2632.7	0.0	1153.6	0.0
21	-2.7796	9.9856	7.8173	106	0.4515	1073.908	2378.301	2378.3	0.0	1073.9	0.0
22	-2.7796	8.5735	6.8324	111	0.4546	961.525	2114.912	2114.9	0.0	961.5	0.0
23	-2.7796	7.1614	6.0308	120	0.4491	845.267	1882.202	1882.2	0.0	845.3	0.0

24	-2.7796	5.7493	5.4976	136	0.4133	646.875	1565.025	1565.0	0.0	646.9	0.0
25	-1.6268	12.8098	9.5765	101	0.4421	960.181	2171.870	2171.9	0.0	960.2	0.0
26	-1.6268	11.3977	8.3128	101	0.4697	890.632	1896.113	1896.1	0.0	890.6	0.0
27	-1.6268	9.9856	7.1086	104	0.4905	806.229	1643.529	1643.5	0.0	806.2	0.0
28	-1.6268	8.5735	6.0021	108	0.5046	727.020	1440.764	1440.8	0.0	727.0	0.0
29	-1.6268	7.1614	5.0631	117	0.4957	610.529	1231.721	1231.7	0.0	610.5	0.0
30	-1.6268	5.7493	4.4090	135	0.4537	452.500	997.308	997.3	0.0	452.5	0.0
31	-0.4741	12.8098	9.1631	100	0.4376	754.551	1724.329	1724.3	0.0	754.6	0.0
32	-0.4741	11.3977	7.8299	101	0.4661	666.848	1430.784	1430.8	0.0	666.8	0.0
33	-0.4741	9.9856	6.5321	102	0.4985	591.620	1186.803	1186.8	0.0	591.6	0.0
34	-0.4741	8.5735	5.2982	105	0.5252	493.457	939.580	939.6	0.0	493.5	0.0
35	-0.4741	7.1614	4.1909	113	0.5334	392.666	736.211	736.2	0.0	392.7	0.0
36	-0.4741	5.7493	3.3554	134	0.4880	269.409	552.072	552.1	0.0	269.4	0.0
37	-0.4636	7.7295	4.6079	109	0.5363	432.626	806.660	806.7	0.0	432.6	0.0
38	-0.7306	7.5559	4.6515	111	0.5316	470.335	884.759	884.8	0.0	470.3	0.0
39	-0.9041	7.2889	4.5862	114	0.5264	478.159	908.332	908.3	0.0	478.2	0.0
40	-0.9308	6.8350	4.3146	118	0.5157	445.900	864.733	864.7	0.0	445.9	0.0
41	-0.8240	6.5947	4.0868	121	0.5131	401.427	782.415	782.4	0.0	401.4	0.0
42	-0.5837	6.5947	3.8957	120	0.5208	361.771	694.652	694.7	0.0	361.8	0.0
43	-0.4102	6.7816	3.8829	117	0.5283	348.805	660.197	660.2	0.0	348.8	0.0
44	-0.5837	6.9685	4.1357	115	0.5270	392.264	744.337	744.3	0.0	392.3	0.0
45	-0.7172	7.2088	4.3961	114	0.5305	440.136	829.628	829.6	0.0	440.1	0.0
46	-0.5570	7.3690	4.3974	112	0.5351	420.862	786.443	786.4	0.0	420.9	0.0
47	-0.4769	8.1834	4.9771	107	0.5313	468.167	881.195	881.2	0.0	468.2	0.0
48	-1.1177	7.8630	5.1387	110	0.5210	561.437	1077.593	1077.6	0.0	561.4	0.0
49	-1.2379	7.6360	5.0648	112	0.5164	575.367	1114.234	1114.2	0.0	575.4	0.0
50	-1.2779	7.3957	4.9346	114	0.5137	566.020	1101.844	1101.8	0.0	566.0	0.0
51	-1.3046	6.8350	4.6145	119	0.5001	513.809	1027.423	1027.4	0.0	513.8	0.0
52	-1.2512	6.5013	4.3899	123	0.4974	479.286	963.556	963.6	0.0	479.3	0.0
53	-0.8107	7.9965	5.0332	108	0.5291	514.344	972.087	972.1	0.0	514.3	0.0
54	-0.8641	8.3569	5.3463	107	0.5268	550.930	1045.874	1045.9	0.0	550.9	0.0
55	-1.0643	8.7975	5.8171	106	0.5177	617.672	1193.052	1193.1	0.0	617.7	0.0
56	-1.0243	8.9310	5.9014	105	0.5179	622.099	1201.307	1201.3	0.0	622.1	0.0
57	-0.8107	9.0245	5.8585	104	0.5205	590.665	1134.759	1134.8	0.0	590.7	0.0
58	-0.5704	9.0378	5.7428	104	0.5200	548.495	1054.769	1054.8	0.0	548.5	0.0
59	-0.3568	8.9444	5.5550	104	0.5196	503.931	969.827	969.8	0.0	503.9	0.0
60	-0.7172	8.8108	5.6291	105	0.5224	555.363	1063.056	1063.1	0.0	555.4	0.0
61	-0.7573	8.7307	5.5851	105	0.5233	555.541	1061.563	1061.6	0.0	555.5	0.0
62	-0.6104	8.3569	5.1954	106	0.5300	505.281	953.391	953.4	0.0	505.3	0.0

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
37	-0.4636	7.7295	4.6079	109	0.5363	432.626	806.660	806.7	0.0	432.6	0.0

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 13.12.2022
Anlage K: Abschnitt D Teilbereich IX, Schnitt 11 K.1 Bemessung Winkelstützwand K.1.1 Niedrigwasserlastfall 3a K.1.2 Niedrigwasserlastfall 3c K.2 Nachweis gegen Geländebruch			
			Anlagen

GGU-CANTILEVER / Version 5.02 / 12.05.2022
Norm: EC 7
Berechnungsgrundlagen:
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$
Passiver Erddruck nach:
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{Ep} = 1.40$
Faktor(E_p) = 0.50
Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
Passiver Erddruck $\leq 1.000 \cdot$ Aktiver Erddruck
Datei: NW_3a.ggu_wst

Kippsicherheit
Exzentrizität $e(\text{Fuß}) = -0.352 \text{ m}$
Maßgebend: g+q
 $V_{k,FuB} = 131.8 \text{ kN/m}$
 $H_{k,FuB}(\text{mit } E_p) = 26.6 \text{ kN/m}$
 $H_{k,FuB}(\text{ohne } E_p) = 37.9 \text{ kN/m}$
 $M_{k,FuB}(\text{mit } E_p) = -41.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $M_{k,FuB}(\text{ohne } E_p) = -46.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $b = 2.200 \text{ m}$; $a = 10.000 \text{ m}$
 $b/6 = 0.367 \text{ m}$; $b/3 = 0.733 \text{ m}$
 $\sigma_{k,1}/\sigma_{k,2}(\text{FuB}) = 117.4 / 2.5 \text{ kN/m}^2$
Nachweis EQU:
Momente (im Uhrzeigersinn positiv)
 $M, g, k(+) = 101.11$ / $M, q, k(+) = 42.99 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

$M, g, k(-) = -12.78$ / $M, q, k(-) = -32.65 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $M_{stab} = 101.11 \cdot 0.90 = 91.00$
 $M_{dst} = 12.78 \cdot 1.10 + 32.65 \cdot 1.50 = 63.03$
 $\mu_{EQU} = 63.03 / 91.00 = 0.693$
 $\mu_{(Gleit)} = H_d / (V_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{(Gleit)} + E_{p,d}) =$
 $54.2 / (131.8 \cdot \tan(25.0^\circ) / 1.10 + 16.2) = 0.751$
Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)
 $\mu = H_k / (2/3 \cdot V_k \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k}) =$
 $37.9 / (2/3 \cdot 131.8 \cdot \tan(25.0^\circ) + 1/3 \cdot 22.7) = 0.781$
 $\mu(\text{Grundbruch}) = 0.821$
mit: $\varphi_k = 25.0^\circ$; $c_k = 0.0 \text{ kN/m}^2$
 $\gamma_2 = 17.00 \text{ kN/m}^2$; $\sigma_{(0)} = 18.7 \text{ kN/m}^2$

Kubatur = $1.485 \text{ m}^3/\text{m}$
Raumgewicht Beton = 25.00 kN/m^3
E-Modul Beton = $3.000 \cdot 10^7 \text{ kN/m}^2$
Bewehrung Wand EC 2
Beton C 35/45 / Stahl B500
 $As_1 [\text{cm}^2 / \text{m}] = 6.40$
 $d_1 = 0.080 \text{ m}$
 $As(\text{Schub}) = 10.2 \text{ cm}^2/\text{m}$ (Mindestbew.)
 $As(\text{Schub}) = 10.2 \text{ cm}^2/\text{m}$ (Mindestbew.)
Rissbreitennachweis:
Erforderlich $As [\text{cm}^2 / \text{m}] = 7.70$
Rissbreitennachweis maßgebend !
Bewehrung Sporn rechts EC 2 (Anschnitt)
 $As_1 [\text{cm}^2 / \text{m}] = 6.70$
 $d_1 = 0.080 \text{ m}$

$As(\text{Schub}) = 10.2 \text{ cm}^2/\text{m}$ (Mindestbew.)
Rissbreitennachweis Sporn rechts:
Erforderlich $As [\text{cm}^2 / \text{m}] = 9.24$
Rissbreitennachweis maßgebend !

12

10

8.15

8

6.20

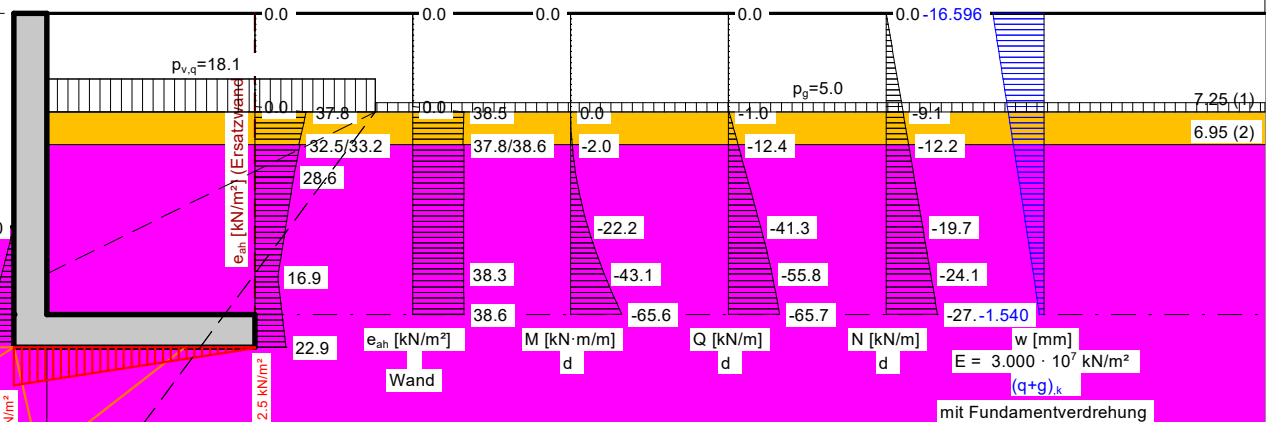
6

4

Boden	Tiefe [m]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma'_{k,k}$ [kN/m ³]	φ_k [°]	$c(p)_k$ [kN/m ²]	$c(a)_k$ [kN/m ²]	δ/φ passiv	δ/φ aktiv	Bezeichnung
	7.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	Luft
	6.95	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	0.000	0.667	Auffüllung (Neu)
	0.00	17.0	7.0	25.0	0.0	0.0	0.000	0.667	Auffüllung (Neu)
	-2.00	19.0	11.0	35.0	0.0	0.0	0.000	0.667	Sand
	<-2.00	20.0	10.0	22.5	7.5	7.5	0.000	0.667	Lauenburger

OK Wand = 8.15 m

0.30 1.90 1.10



nach Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung, Dr.-Ing. R. EUSANI

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Winkelstützmauer

Datei: NW_3a.ggu_wst

Wandkopf = 8.15 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050

Baugrubensohle = 6.20 m

Grundwasserstand (rechts) = 2.39 m

Grundwasserstand (links) = 2.39 m

Teilsicherheiten

 $\gamma_{g,1} = 1.35$ $\gamma_{g,2} = 1.50$ $\gamma_{g,3} = 1.40$ (Gleiten)Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Grenzzustand EQU:

 $\gamma_{G,dst} = 1.10$ $\gamma_{G,stb} = 0.90$ $\gamma_{Q,dst} = 1.50$

Winkelstützmauer

 $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ E-Modul = $3.0000E+7 \text{ kN/m}^2$

Vertikallast(g) = 0.00 kN/m

Vertikallast(q) = 0.00 kN/m

Horizontallast(g) = 0.00 kN/m

Horizontallast(q) = 0.00 kN/m

Moment(g) = 0.00 kN·m/m

Moment(q) = 0.00 kN·m/m

Fundamentlänge a = 10.00 m

Tiefe	links	rechts	Breite
[m]	[m]	[m]	[m]
8.150	-0.300	0.000	0.300
5.400	-0.300	0.000	0.300

Koordinaten Fundament

x	y
[m]	[m]
-0.300	5.400
-0.300	5.400
-0.300	5.100
1.900	5.100
1.900	5.400
0.000	5.400

Blocklasten

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	0.00	0.00	3.00	7.25

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	0.00	0.00	1.10	7.25

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
1	7.25	7.25	5.74	25.21	25.21	0.00	2 Verkehrslast

Typ = 2 ==> dreieckförmig verteilt (Maximum oben)

Lasten (einseitig begrenzt)

Werte für Betonwand

Nr.	sigma	x(links)	Tiefe	y(oben)	y(unten)	Verkehrslast
[-]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]
1	5.00	3.00	7.25	5.77	3.22	nein

Bodenkennwerte

Schicht	Tiefe	γ_k	γ'_k	φ_k	$c(p)_k$	$c(a)_k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	E_s
[-]	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[MN/m²]
1	7.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	10.0
2	6.95	18.00	10.00	32.50	0.00	0.00	0.000	0.667	10.0
3	0.00	17.00	7.00	25.00	0.00	0.00	0.000	0.667	10.0
4	-2.00	19.00	11.00	35.00	0.00	0.00	0.000	0.667	10.0
5	-14.00	20.00	10.00	22.50	7.50	7.50	0.000	0.667	10.0

Aktive Erddruckbeiwerte auf Wand

bestimmt nach: DIN 4085

Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$

(delta = mittlere Geländeneigung = 0.00 °)

Tiefe	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	alpha	beta	$k_{agh(40^\circ)}$
[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[°]	[-]
7.650	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.250	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.150	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.950	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.650	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
6.200	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
6.150	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.771	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.650	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.401	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.400	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179

Aktive Erddruckbeiwerte auf Ersatzwand

(delta = mittlere Geländeneigung = 0.00 °)

Tiefe	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	alpha	beta	$k_{agh(40^\circ)}$
[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[°]	[-]
7.650	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.250	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.150	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.950	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.650	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
6.200	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
6.150	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.771	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.650	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.401	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.400	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.150	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.101	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.100	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179

Aktive Erddruckkoordinaten auf Wand d

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
8.150	7.250	0.000	38.464	0.00	0.00
7.250	6.950	38.464	37.794	0.00	0.00
6.950	6.200	38.558	38.382	0.00	0.00
6.200	5.771	38.382	38.281	0.00	0.00
5.771	5.401	38.281	38.591	0.00	0.00

Aktive Erddruckkoordinaten auf Ersatzwand d

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
8.150	8.050	0.000	0.000	0.00	0.00
8.100	8.000	0.000	0.000	0.00	0.00
8.050	7.950	0.000	0.000	0.00	0.00
8.000	7.900	0.000	0.000	0.00	0.00
7.950	7.850	0.000	0.000	0.00	0.00
7.900	7.800	0.000	0.000	0.00	0.00
7.850	7.750	0.000	0.000	0.00	0.00
7.800	7.700	0.000	0.000	0.00	0.00
7.750	7.650	0.000	0.000	0.00	0.00
7.700	7.600	0.000	0.000	0.00	0.00

7.650	7.550	0.000	0.000	0.00	0.00
7.600	7.500	0.000	0.000	0.00	0.00
7.550	7.450	0.000	0.000	0.00	0.00
7.500	7.400	0.000	0.000	0.00	0.00
7.450	7.350	0.000	0.000	0.00	0.00
7.400	7.300	0.000	0.000	0.00	0.00
7.350	7.250	0.000	37.809	0.00	0.00
7.300	7.200	0.000	36.919	0.00	0.00
7.250	7.150	37.809	36.029	0.00	0.00
7.200	7.100	36.919	35.140	0.00	0.00
7.150	7.050	36.029	34.250	0.00	0.00
7.100	7.000	35.140	33.361	0.00	0.00
7.050	6.950	34.250	32.471	0.00	0.00
7.000	6.901	33.361	32.464	0.00	0.00
6.950	6.852	33.236	31.692	0.00	0.00
6.901	6.803	32.464	30.919	0.00	0.00
6.852	6.754	31.692	30.147	0.00	0.00
6.803	6.706	30.919	29.375	0.00	0.00
6.754	6.657	30.147	28.603	0.00	0.00
6.706	6.650	29.375	28.518	0.00	0.00
6.657	6.600	28.603	27.879	0.00	0.00
6.650	6.550	28.518	27.239	0.00	0.00
6.600	6.500	27.879	26.600	0.00	0.00
6.550	6.450	27.239	25.960	0.00	0.00
6.500	6.400	26.600	25.321	0.00	0.00
6.450	6.350	25.960	24.681	0.00	0.00
6.400	6.300	25.321	24.042	0.00	0.00
6.350	6.250	24.681	23.403	0.00	0.00
6.300	6.200	24.042	22.763	0.00	0.00
6.250	6.150	23.403	22.124	0.00	0.00
6.200	6.099	22.763	21.475	0.00	0.00
6.150	6.049	22.124	20.826	0.00	0.00
6.099	5.998	21.475	20.177	0.00	0.00
6.049	5.947	20.826	19.527	0.00	0.00
5.998	5.896	20.177	18.878	0.00	0.00
5.947	5.846	19.527	18.229	0.00	0.00
5.896	5.795	18.878	17.580	0.00	0.00
5.846	5.744	18.229	16.931	0.00	0.00
5.795	5.697	17.580	17.369	0.00	0.00
5.744	5.650	16.931	17.807	0.00	0.00
5.697	5.600	17.369	18.271	0.00	0.00
5.650	5.550	17.807	18.735	0.00	0.00
5.600	5.501	18.271	19.199	0.00	0.00
5.550	5.451	18.735	19.662	0.00	0.00
5.501	5.401	19.199	20.126	0.00	0.00
5.451	5.400	19.662	20.136	0.00	0.00
5.401	5.350	20.126	20.601	0.00	0.00
5.400	5.300	20.136	21.067	0.00	0.00
5.350	5.250	20.601	21.533	0.00	0.00
5.300	5.200	21.067	21.999	0.00	0.00
5.250	5.150	21.533	22.464	0.00	0.00
5.200	5.101	21.999	22.922	0.00	0.00
5.150	5.100	22.464	22.931	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte

Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

bestimmt nach: DIN 4085:2017

Tiefe	k_{pgh}	k_{pch}	φ_k	δ
[m]	[-]	[-]	[°]	[°]
0.00	2.464	3.139	25.000	0.00
-2.00	3.690	3.842	35.000	0.00
-14.00	2.240	2.993	22.500	0.00

Passiver Erddruck $\leq 1.000 \cdot$ Aktiver Erddruck

Passive Erddruckkoordinaten mit:

Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
6.95	6.20	0.00	0.00
6.20	5.77	0.00	-8.99

5.77	5.40	-8.99	-13.17
5.40	5.10	-13.17	-15.48

Kräfte und Momente um linken unteren Fußpunkt der Wand (Dimension kN/m und kN·m/m)
(V positiv nach unten; H positiv nach links; M positiv im Uhrzeigersinn)

$x(\text{Fuß}) = -0.300 \text{ m}$ / $y(\text{Fuß}) = 5.100 \text{ m}$

$V, k(\text{Wand}) = 37.13$

$M, k(\text{Wand}) = 21.25$

$E_{ah, k, g} = 18.33$

$M \text{ aus } E_{ah, k, g} = -12.78$

$E_{ah, k, q} = 19.61$

$M \text{ aus } E_{ah, k, q} = -32.65$

$E_{av, k, g} = 0.00$

$M \text{ aus } E_{av, k, g} = 0.00$

$E_{av, k, q} = 0.00$

$M \text{ aus } E_{av, k, q} = 0.00$

$E_{ph, k} = -11.36$

$M \text{ aus } E_{ph, k} = 4.46$

$E_{pv, k} = 0.00$

$M \text{ aus } E_{pv, k} = 0.00$

Bodengewicht, k (rechts) = 60.33

$M \text{ aus Bodengewicht, k (rechts)} = 75.41$

Bodengewicht, k (links) = 0.00

$M \text{ aus Bodengewicht, k (links)} = 0.00$

$V, k, g (\text{Lasten}) = 0.00$

$M \text{ aus } V, k, g + M, k, g (\text{Lasten}) = 0.00$

$V, k, q (\text{Lasten}) = 34.39$

$M \text{ aus } V, k, q + M, k, q (\text{Lasten}) = 42.99$

$H, k, g (\text{Lasten}) = 0.00$

$M \text{ aus } H, k, g (\text{Lasten}) = 0.00$

$H, k, q (\text{Lasten}) = 0.00$

$M \text{ aus } H, k, q (\text{Lasten}) = 0.00$

$V, k, g (\text{Wasserdruck}) = 0.00$

$M \text{ aus } V, k, g (\text{Wasserdruck}) = 0.00$

Summe $V, k, g = 97.45$

Summe $V, k, q = 34.39$

Summe $H, k, g (\text{ohne } E_{ph}) = 18.33$

Summe $H, k, q (\text{ohne } E_{ph}) = 19.61$

Summe $M, k, g = 88.33$

Summe $M, k, q = 10.34$

Summe Momente um Sohlmittelpunkt (SM):

$x(\text{SM}) = 0.800 \text{ m}$ / $y(\text{SM}) = 5.100 \text{ m}$

$M, k, g(\text{SM}) = -18.87$

$M, k, q(\text{SM}) = -27.49$

Exzentrizität, k, g(SM) = -0.194 m

Exzentrizität, k, g+q(SM) = -0.352 m

Schnittgrößen (g+q), k

Tiefe	Q	M	N
[m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
8.15	0.0	0.0	0.0
7.25	-0.6	0.0	-6.8
6.95	-8.3	-1.4	-9.0
6.20	-27.9	-14.9	-14.6
5.77	-37.3	-29.0	-17.8
5.40	-42.9	-43.9	-20.6

Verschiebungen (g+q), k (mit Fundamentverdrehung)

Tiefe	w
[m]	[mm]
8.15	-16.596
7.25	-11.603
6.95	-9.938
6.20	-5.798
5.77	-3.477
5.40	-1.540

Kippsicherheit

Maßgebend: g+q

Exzentrizität $e(\text{Fuß}) = -0.352 \text{ m}$
 $b/6 = 0.367 \text{ m}$; $b/3 = 0.733 \text{ m}$
 $\sigma_{k,1}/\sigma_{k,2}(\text{Fuß}) = 117.4 / 2.5 \text{ kN/m}^2$

Gleitsicherheit

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

Wenn beim Nachweis der Gleitsicherheit Erdwiderstand angesetzt wird, gilt folgende Regelung:

Bei Flach- und Flächengründungen darf der Nachweis gegen unzuträgliche Verschiebungen

des Fundamentes in der Sohlfläche als erbracht angesehen werden, wenn bei mindestens

mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden bzw. bei mindestens steifen bindigen Böden

- nicht mehr als zwei Drittel des charakteristischen Gleitwiderstands in der Fundamentsohle sowie

- nicht mehr als ein Drittel des charakteristischen Erdwiderstands vor der Stirnseite des Fundamentkörpers zur Herstellung des Gleichgewichts der charakteristischen bzw. repräsentativen Kräfte parallel zur Sohlfläche erforderlich sind.

Maßgebend: $g + q$

$\mu_{\text{Gleit}} = H_{d,1} / (V_{k,1} \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{\text{Gleiten}} + E_{p,d,1}) =$

$\mu_{\text{Gleit}} = 54.2 / (131.8 \cdot \tan(25.0) / 1.10 + 16.2) = 0.751$

Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

$\mu = H_{k,1} / (2/3 \cdot V_{k,1} \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k,1}) =$

$\mu = 37.9 / (2/3 \cdot 131.8 \cdot \tan(25.0) + 1/3 \cdot 22.7) = 0.781$

Grundbruchsicherheit

Maßgebend: $= g + q$

$H_{k,1} = 26.57 \text{ kN/m}$

$M_{k,1} = 41.90 \text{ kN/m}$

$V_{k,1} = 131.84 \text{ kN/m}$

$V_{d,1} = 183.15 \text{ kN/m}$

$R_{n,d,1} = 223.10 \text{ kN/m}$

$a = 10.000 \text{ m}$

$b = 2.200 \text{ m}$

$b' = 1.520 \text{ m}$

Ausnutzungsgrad $= 0.821$

$\gamma_{\text{Grundbruch}} = 1.400$

$\varphi_k = 25.0^\circ$

$c_k = 0.0 \text{ kN/m}^2$

$\gamma_2 = 17.0 \text{ kN/m}^3$

$\sigma_{u,1} = 18.7 \text{ kN/m}^2$

$N_{c0} = 20.72 / N_{d0} = 10.66 / N_{b0} = 4.51$

$v_c = 1.073 / v_d = 1.066 / v_b = 0.953$

$i_c = 0.622 / i_d = 0.657 / i_b = 0.525$

Böschungsnäigung $= 0.0^\circ$

$\lambda_c = 1.000 / \lambda_d = 1.000 / \lambda_b = 1.000$

Sohlneigung $= 0.0^\circ$

$\xi_c = 1.000 / \xi_d = 1.000 / \xi_b = 1.000$

Tiefenbeiwerte:

$T_c = 1.000 / T_d = 1.000$

Nachweis EQU:

Momente (im Uhrzeigersinn positiv)

$M_{g,k,1} = 101.11 / M_{q,k,1} = 42.99 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$

$M_{g,k,2} = -12.78 / M_{q,k,2} = -32.65 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$

$M_{\text{stb}} = 101.11 \cdot 0.90 = 91.00$

$M_{\text{dst}} = 12.78 \cdot 1.10 + 32.65 \cdot 1.50 = 63.03$

$\mu(\text{EQU}) = 63.03 / 91.00 = 0.693$

Setzungen

Steifemodulprofil und

Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten

infolge Gesamtlasten

Tiefe	E_s	$s(\text{links})$	$s(\text{rechts})$
[m u. GS]	[MN/m ²]	[cm]	[cm]
5.40	10.00	1.44	0.61
7.40	10.00	0.00	0.00
> 7.40	10.00	0.00	0.00

Grenztiefe mit $p = 20.0 \%$

Grenztiefe $= 3.12 \text{ m u. GS}$

$V_{k,1} = 131.84 \text{ kN/m}$

$a = 10.00 \text{ m}$

$b = 2.20 \text{ m}$

$\sigma_{\text{links}} = 117.40 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{\text{rechts}} = 2.46 \text{ kN/m}^2$

Setzungen in den kennzeichnenden Punkten:

links: $s = 1.44 \text{ cm}$

rechts: $s = 0.61 \text{ cm}$

Bewehrung Wand EC 2

Tiefe = 5.40 m

Beton C 35/45 / Stahl B500

$M_{\text{d}} = 65.6 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}$

$N_{\text{d}} = -27.8 \text{ kN} / \text{m}$

$\epsilon_{\text{ps}}(c2) [\text{o}/\text{oo}] = -2.7$

$\epsilon_{\text{p}}(s1) [\text{o}/\text{oo}] = 25.0$

$A_{\text{s1}} [\text{cm}^2 / \text{m}] = 6.40$

Dicke = 0.300 m

$d1 = 0.080 \text{ m}$

$\sigma_1(l) = 4.28 / \sigma_2(l) = -4.47 \text{ MN/m}^2$

Tiefe = 5.40 m

$Q_{\text{d}} = V_{\text{Sd}} = 65.7 \text{ kN} / \text{m}$

$V_{\text{Rd,max}} = 562.3 \text{ kN} / \text{m} (z = 0.126 \text{ m})$

$(V_{\text{Sd}} / V_{\text{Rd,max}} = 0.1169)$

$A_{\text{s}}(\text{Schub}) = 10.2 \text{ cm}^2/\text{m}$ (Mindestbew.)

Bügelabstand = 21.0 cm

Rissbreitennachweis:

$M_{\text{k}} = 43.9 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m} \quad N_{\text{k}} = -20.6 \text{ kN} / \text{m}$

Effektive Zugfestigkeit des Betons $[N/\text{mm}^2] = 3.20$

Grenzzrissweite $[\text{mm}] = 0.30$

Hebelarm der inneren Kräfte $[\text{m}] = 0.208$

Bewehrungsgehalt $[\%] = 0.213$

Erforderlich: 5 Bewehrungsstäbe (Durchmesser 14 mm)

Erforderlich $A_{\text{s}} [\text{cm}^2 / \text{m}] = 7.70$

Rissbreitennachweis maßgebend !

Bewehrung Sporn rechts EC 2 (Anschnitt)

$M_{\text{d}} = 65.6 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}$

$N_{\text{d}} = -9.1 \text{ kN} / \text{m}$

$\epsilon_{\text{ps}}(c2) [\text{o}/\text{oo}] = -2.65$

$\epsilon_{\text{p}}(s1) [\text{o}/\text{oo}] = 25.00$

$A_{\text{s1}} [\text{cm}^2 / \text{m}] = 6.70$

Dicke = 0.300 m

$d1 = 0.080 \text{ m}$

$\sigma_1(l) = 4.34 / \sigma_2(l) = -4.40 \text{ MN/m}^2$

$Q_{\text{d}} = V_{\text{Sd}} = 16.7 \text{ kN} / \text{m}$

$V_{\text{Rd,max}} = 562.7 \text{ kN} / \text{m} (z = 0.126 \text{ m})$

$(V_{\text{Sd}} / V_{\text{Rd,max}} = 0.0297)$

$A_{\text{s}}(\text{Schub}) = 10.2 \text{ cm}^2/\text{m}$ (Mindestbew.)

Bügelabstand = 21.0 cm

Rissbreitennachweis Sporn rechts:

$M_{\text{k}} = 43.9 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m} \quad N_{\text{k}} = -6.7 \text{ kN} / \text{m}$

Effektive Zugfestigkeit des Betons $[N/\text{mm}^2] = 3.20$

Grenzzrissweite $[\text{mm}] = 0.25$

Hebelarm der inneren Kräfte $[\text{m}] = 0.209$

Bewehrungsgehalt $[\%] = 0.223$

Erforderlich: 6 Bewehrungsstäbe (Durchmesser 14 mm)

Erforderlich $A_{\text{s}} [\text{cm}^2 / \text{m}] = 9.24$

Rissbreitennachweis maßgebend !

GGU-CANTILEVER / Version 5.02 / 12.05.2022
Norm: EC 7
Berechnungsgrundlagen:
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$
Passiver Erddruck nach:
 $\gamma_G = 1.10$
 $\gamma_Q = 1.10$
 $\gamma_{Ep} = 1.20$
Faktor(Ep) = 0.50
Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.00$
 $\gamma_{G,stab} = 0.95$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.00$
Passiver Erddruck $\leq 1.000 \cdot$ Aktiver Erddruck
Datei: NW_3b.ggu_wst

Kippsicherheit
Exzentrizität e(Fuß) = -0.352 m
Maßgebend: g+q
 $V_{k,Fuß} = 131.8$ kN/m
 $H_{k,Fuß}$ (mit Ep) = 26.6 kN/m
 $H_{k,Fuß}$ (ohne Ep) = 37.9 kN/m
 $M_{k,Fuß}$ (mit Ep) = -41.9 kN·m/m
 $M_{k,Fuß}$ (ohne Ep) = -46.4 kN·m/m
b = 2.200 m; a = 10.000 m
b/6 = 0.367 m; b/3 = 0.733 m
 $\sigma_{k,1}/\sigma_{k,2}$ (Fuß) = 117.4 / 2.5 kN/m²
Nachweis EQU:
Momente (im Uhrzeigersinn positiv)
M.g,k(+) = 101.11 / M.q,k(+) = 42.99 kN·m/m

M.g,k(-) = -12.78 / M.q,k(-) = -32.65 kN·m/m
 $M_{stab} = 101.11 \cdot 0.95 = 96.06$
 $M_{dst} = 12.78 \cdot 1.00 + 32.65 \cdot 1.00 = 45.43$
 $\mu_{EQU} = 45.43 / 96.06 = 0.473$
 $\mu_{(Gleit)} = H_d / (V_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{(Gleit)} + E_{p,d}) = 41.7 / (131.8 \cdot \tan(25.0^\circ) / 1.10 + 18.9) = 0.558$
Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)
 $\mu = H_k / (2/3 \cdot V_k \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k}) = 37.9 / (2/3 \cdot 131.8 \cdot \tan(25.0^\circ) + 1/3 \cdot 22.7) = 0.781$
 μ (Grundbruch) = 0.557
mit: $\varphi_k = 25.0^\circ$; $c_k = 0.0$ kN/m²
 $\gamma_2 = 17.00$ kN/m³; $\sigma_{(0)} = 18.7$ kN/m²

Kubatur = 1.485 m³/m
Raumgewicht Beton = 25.00 kN/m³
E-Modul Beton = $3.000 \cdot 10^7$ kN/m²
Bewehrung Wand EC 2
Beton C 35/45 / Stahl B500
As1 [cm² / m] = 4.86 (Mindestbew.)
d1 = 0.080 m
As(Schub) = 10.2 cm²/m (Mindestbew.)
Rissbreitennachweis:
Erforderlich As [cm² / m] = 7.70
Rissbreitennachweis maßgebend !
Bewehrung Sporn rechts EC 2 (Anschnitt)
As1 [cm² / m] = 4.90
d1 = 0.080 m

As(Schub) = 10.2 cm²/m (Mindestbew.)
Rissbreitennachweis Sporn rechts:
Erforderlich As [cm² / m] = 9.24
Rissbreitennachweis maßgebend !

12

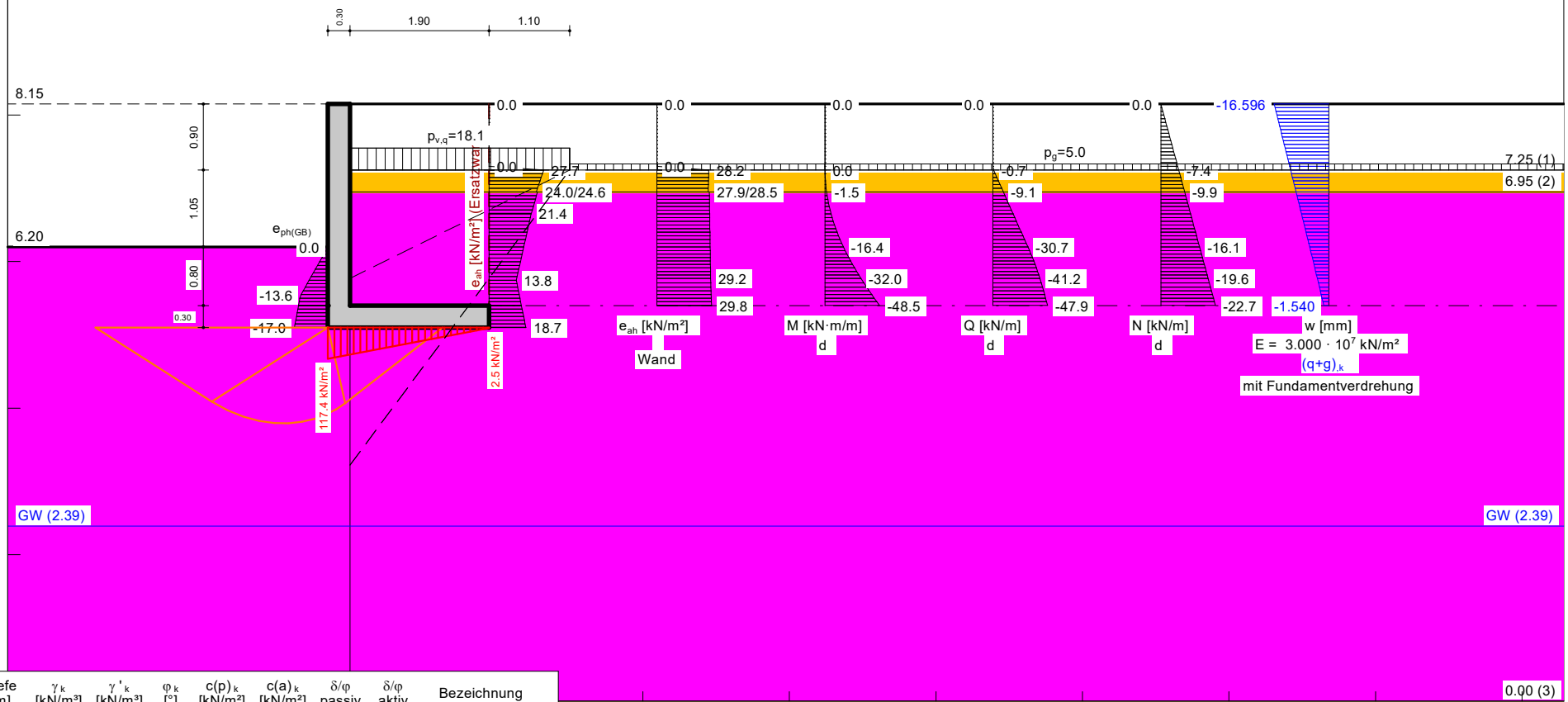
10

8

6

4

2



Boden	Tiefe [m]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma'_{k,1}$ [kN/m ³]	φ_k [°]	$c(p)_k$ [kN/m ²]	$c(a)_k$ [kN/m ²]	δ/φ passiv	δ/φ aktiv	Bezeichnung
	7.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	Luft
	6.95	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	0.000	0.667	Auffüllung (Neu)
	0.00	17.0	7.0	25.0	0.0	0.0	0.000	0.667	Auffüllung (alt)
	-2.00	19.0	11.0	35.0	0.0	0.0	0.000	0.667	Sand
	<-2.00	20.0	10.0	22.5	7.5	7.5	0.000	0.667	Lauenburger Ton

OK Wand = 8.15 m

Gleich Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung, Dr.-Ing. R. EUSANI

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Winkelstützmauer

Datei: NW_3b.ggu_wst

Wandkopf = 8.15 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050

Baugrubensohle = 6.20 m

Grundwasserstand (rechts) = 2.39 m

Grundwasserstand (links) = 2.39 m

Teilsicherheiten

 $\gamma_{g,1} = 1.10$ $\gamma_{g,q} = 1.10$ $\gamma_{Ep} = 1.20$ (Gleiten)Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Grenzzustand EQU:

 $\gamma_{G,dst} = 1.00$ $\gamma_{G,stb} = 0.95$ $\gamma_{Q,dst} = 1.00$

Winkelstützmauer

 $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ E-Modul = $3.0000E+7 \text{ kN/m}^2$

Vertikallast(g) = 0.00 kN/m

Vertikallast(q) = 0.00 kN/m

Horizontallast(g) = 0.00 kN/m

Horizontallast(q) = 0.00 kN/m

Moment(g) = 0.00 kN·m/m

Moment(q) = 0.00 kN·m/m

Fundamentlänge a = 10.00 m

Tiefe	links	rechts	Breite
[m]	[m]	[m]	[m]
8.150	-0.300	0.000	0.300
5.400	-0.300	0.000	0.300

Koordinaten Fundament

x	y
[m]	[m]
-0.300	5.400
-0.300	5.400
-0.300	5.100
1.900	5.100
1.900	5.400
0.000	5.400

Blocklasten

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	0.00	0.00	3.00	7.25

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	0.00	0.00	1.10	7.25

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
1	7.25	7.25	5.74	25.21	25.21	0.00	2 Verkehrslast

Typ = 2 ==> dreieckförmig verteilt (Maximum oben)

Lasten (einseitig begrenzt)

Werte für Betonwand

Nr.	sigma	x(links)	Tiefe	y(oben)	y(unten)	Verkehrslast
[-]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]
1	5.00	3.00	7.25	5.77	3.22	nein

Bodenkennwerte

Schicht	Tiefe	γ_k	γ'_k	φ_k	$c(p)_k$	$c(a)_k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	E_s
[-]	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[MN/m²]
1	7.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	10.0
2	6.95	18.00	10.00	32.50	0.00	0.00	0.000	0.667	10.0
3	0.00	17.00	7.00	25.00	0.00	0.00	0.000	0.667	10.0
4	-2.00	19.00	11.00	35.00	0.00	0.00	0.000	0.667	10.0
5	-14.00	20.00	10.00	22.50	7.50	7.50	0.000	0.667	10.0

Aktive Erddruckbeiwerte auf Wand

bestimmt nach: DIN 4085

Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$

(delta = mittlere Geländeneigung = 0.00 °)

Tiefe	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	alpha	beta	$k_{agh}(40^\circ)$
[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[°]	[-]
7.650	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.250	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.150	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.950	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.650	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
6.200	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
6.150	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.771	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.650	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.401	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.400	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179

Aktive Erddruckbeiwerte auf Ersatzwand

(delta = mittlere Geländeneigung = 0.00 °)

Tiefe	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	alpha	beta	$k_{agh}(40^\circ)$
[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[°]	[-]
7.650	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.250	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.150	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.950	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.650	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
6.200	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
6.150	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.771	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.650	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.401	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.400	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.150	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.101	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.100	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179

Aktive Erddruckkoordinaten auf Wand d

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
8.150	7.250	0.000	28.207	0.00	0.00
7.250	6.950	28.207	27.894	0.00	0.00
6.950	6.200	28.517	28.957	0.00	0.00
6.200	5.771	28.957	29.209	0.00	0.00
5.771	5.401	29.209	29.749	0.00	0.00

Aktive Erddruckkoordinaten auf Ersatzwand d

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
8.150	8.050	0.000	0.000	0.00	0.00
8.100	8.000	0.000	0.000	0.00	0.00
8.050	7.950	0.000	0.000	0.00	0.00
8.000	7.900	0.000	0.000	0.00	0.00
7.950	7.850	0.000	0.000	0.00	0.00
7.900	7.800	0.000	0.000	0.00	0.00
7.850	7.750	0.000	0.000	0.00	0.00
7.800	7.700	0.000	0.000	0.00	0.00
7.750	7.650	0.000	0.000	0.00	0.00
7.700	7.600	0.000	0.000	0.00	0.00

7.650	7.550	0.000	0.000	0.00	0.00
7.600	7.500	0.000	0.000	0.00	0.00
7.550	7.450	0.000	0.000	0.00	0.00
7.500	7.400	0.000	0.000	0.00	0.00
7.450	7.350	0.000	0.000	0.00	0.00
7.400	7.300	0.000	0.000	0.00	0.00
7.350	7.250	0.000	27.726	0.00	0.00
7.300	7.200	0.000	27.104	0.00	0.00
7.250	7.150	27.726	26.481	0.00	0.00
7.200	7.100	27.104	25.859	0.00	0.00
7.150	7.050	26.481	25.236	0.00	0.00
7.100	7.000	25.859	24.613	0.00	0.00
7.050	6.950	25.236	23.991	0.00	0.00
7.000	6.901	24.613	24.085	0.00	0.00
6.950	6.852	24.614	23.556	0.00	0.00
6.901	6.803	24.085	23.027	0.00	0.00
6.852	6.754	23.556	22.498	0.00	0.00
6.803	6.706	23.027	21.969	0.00	0.00
6.754	6.657	22.498	21.439	0.00	0.00
6.706	6.650	21.969	21.384	0.00	0.00
6.657	6.600	21.439	20.965	0.00	0.00
6.650	6.550	21.384	20.546	0.00	0.00
6.600	6.500	20.965	20.127	0.00	0.00
6.550	6.450	20.546	19.709	0.00	0.00
6.500	6.400	20.127	19.290	0.00	0.00
6.450	6.350	19.709	18.871	0.00	0.00
6.400	6.300	19.290	18.452	0.00	0.00
6.350	6.250	18.871	18.034	0.00	0.00
6.300	6.200	18.452	17.615	0.00	0.00
6.250	6.150	18.034	17.196	0.00	0.00
6.200	6.099	17.615	16.771	0.00	0.00
6.150	6.049	17.196	16.346	0.00	0.00
6.099	5.998	16.771	15.921	0.00	0.00
6.049	5.947	16.346	15.496	0.00	0.00
5.998	5.896	15.921	15.071	0.00	0.00
5.947	5.846	15.496	14.646	0.00	0.00
5.896	5.795	15.071	14.221	0.00	0.00
5.846	5.744	14.646	13.796	0.00	0.00
5.795	5.697	14.221	14.153	0.00	0.00
5.744	5.650	13.796	14.509	0.00	0.00
5.697	5.600	14.153	14.887	0.00	0.00
5.650	5.550	14.509	15.265	0.00	0.00
5.600	5.501	14.887	15.643	0.00	0.00
5.550	5.451	15.265	16.021	0.00	0.00
5.501	5.401	15.643	16.399	0.00	0.00
5.451	5.400	16.021	16.407	0.00	0.00
5.401	5.350	16.399	16.786	0.00	0.00
5.400	5.300	16.407	17.166	0.00	0.00
5.350	5.250	16.786	17.545	0.00	0.00
5.300	5.200	17.166	17.925	0.00	0.00
5.250	5.150	17.545	18.304	0.00	0.00
5.200	5.101	17.925	18.677	0.00	0.00
5.150	5.100	18.304	18.684	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte

Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

bestimmt nach: DIN 4085:2017

Tiefe	k_{pgh}	k_{pch}	φ_k	δ
[m]	[-]	[-]	[°]	[°]
0.00	2.464	3.139	25.000	0.00
-2.00	3.690	3.842	35.000	0.00
-14.00	2.240	2.993	22.500	0.00

Passiver Erddruck $\leq 1.000 \cdot$ Aktiver Erddruck

Passive Erddruckkoordinaten mit:

Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
6.95	6.20	0.00	0.00
6.20	5.77	0.00	-8.99

5.77	5.40	-8.99	-13.17
5.40	5.10	-13.17	-15.48

Kräfte und Momente um linken unteren Fußpunkt der Wand (Dimension kN/m und kN·m/m)
(V positiv nach unten; H positiv nach links; M positiv im Uhrzeigersinn)

$x(\text{Fuß}) = -0.300 \text{ m}$ / $y(\text{Fuß}) = 5.100 \text{ m}$

$V, k(\text{Wand}) = 37.13$

$M, k(\text{Wand}) = 21.25$

$E_{ah, k, g} = 18.33$

$M \text{ aus } E_{ah, k, g} = -12.78$

$E_{ah, k, q} = 19.61$

$M \text{ aus } E_{ah, k, q} = -32.65$

$E_{av, k, g} = 0.00$

$M \text{ aus } E_{av, k, g} = 0.00$

$E_{av, k, q} = 0.00$

$M \text{ aus } E_{av, k, q} = 0.00$

$E_{ph, k} = -11.36$

$M \text{ aus } E_{ph, k} = 4.46$

$E_{pv, k} = 0.00$

$M \text{ aus } E_{pv, k} = 0.00$

Bodengewicht, k (rechts) = 60.33

$M \text{ aus Bodengewicht, k (rechts)} = 75.41$

Bodengewicht, k (links) = 0.00

$M \text{ aus Bodengewicht, k (links)} = 0.00$

$V, k, g (\text{Lasten}) = 0.00$

$M \text{ aus } V, k, g + M, k, g (\text{Lasten}) = 0.00$

$V, k, q (\text{Lasten}) = 34.39$

$M \text{ aus } V, k, q + M, k, q (\text{Lasten}) = 42.99$

$H, k, g (\text{Lasten}) = 0.00$

$M \text{ aus } H, k, g (\text{Lasten}) = 0.00$

$H, k, q (\text{Lasten}) = 0.00$

$M \text{ aus } H, k, q (\text{Lasten}) = 0.00$

$V, k, g (\text{Wasserdruck}) = 0.00$

$M \text{ aus } V, k, g (\text{Wasserdruck}) = 0.00$

Summe $V, k, g = 97.45$

Summe $V, k, q = 34.39$

Summe $H, k, g (\text{ohne } E_{ph}) = 18.33$

Summe $H, k, q (\text{ohne } E_{ph}) = 19.61$

Summe $M, k, g = 88.33$

Summe $M, k, q = 10.34$

Summe Momente um Sohlmittelpunkt (SM):

$x(\text{SM}) = 0.800 \text{ m}$ / $y(\text{SM}) = 5.100 \text{ m}$

$M, k, g(\text{SM}) = -18.87$

$M, k, q(\text{SM}) = -27.49$

Exzentrizität, k, g(SM) = -0.194 m

Exzentrizität, k, g+q(SM) = -0.352 m

Schnittgrößen (g+q), k

Tiefe	Q	M	N
[m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
8.15	0.0	0.0	0.0
7.25	-0.6	0.0	-6.8
6.95	-8.3	-1.4	-9.0
6.20	-27.9	-14.9	-14.6
5.77	-37.3	-29.0	-17.8
5.40	-42.9	-43.9	-20.6

Verschiebungen (g+q), k (mit Fundamentverdrehung)

Tiefe	w
[m]	[mm]
8.15	-16.596
7.25	-11.603
6.95	-9.938
6.20	-5.798
5.77	-3.477
5.40	-1.540

Kippsicherheit

Maßgebend: g+q

Exzentrizität $e(\text{Fuß}) = -0.352 \text{ m}$
 $b/6 = 0.367 \text{ m}$; $b/3 = 0.733 \text{ m}$
 $\sigma_{k,1}/\sigma_{k,2}(\text{Fuß}) = 117.4 / 2.5 \text{ kN/m}^2$

Gleitsicherheit

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

Wenn beim Nachweis der Gleitsicherheit Erdwiderstand angesetzt wird, gilt folgende Regelung:

Bei Flach- und Flächengründungen darf der Nachweis gegen unzuträgliche Verschiebungen

des Fundamentes in der Sohlfläche als erbracht angesehen werden, wenn bei mindestens

mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden bzw. bei mindestens steifen bindigen Böden

- nicht mehr als zwei Drittel des charakteristischen Gleitwiderstands in der Fundamentsohle sowie

- nicht mehr als ein Drittel des charakteristischen Erdwiderstands vor der Stirnseite des Fundamentkörpers zur Herstellung des Gleichgewichts der charakteristischen bzw. repräsentativen Kräfte parallel zur Sohlfläche erforderlich sind.

Maßgebend: $g + q$

$\mu_{\text{e(Gleit)}} = H_{d,1} / (V_{k,1} \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{\text{Gleiten}} + E_{p,d,1}) =$

$\mu_{\text{e(Gleit)}} = 41.7 / (131.8 \cdot \tan(25.0) / 1.10 + 18.9) = 0.558$

Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

$\mu_{\text{e}} = H_{k,1} / (2/3 \cdot V_{k,1} \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k,1}) =$

$\mu_{\text{e}} = 37.9 / (2/3 \cdot 131.8 \cdot \tan(25.0) + 1/3 \cdot 22.7) = 0.781$

Grundbruchsicherheit

Maßgebend: $= g + q$

$H_{k,1} = 26.57 \text{ kN/m}$

$M_{k,1} = 41.90 \text{ kN/m}$

$V_{k,1} = 131.84 \text{ kN/m}$

$V_{d,1} = 145.03 \text{ kN/m}$

$R_{n,d,1} = 260.28 \text{ kN/m}$

$a = 10.000 \text{ m}$

$b = 2.200 \text{ m}$

$b' = 1.558 \text{ m}$

Ausnutzungsgrad $= 0.557$

$\gamma_{\text{Grundbruch}} = 1.200$

$\varphi_k = 25.0^\circ$

$c_k = 0.0 \text{ kN/m}^2$

$\gamma_2 = 17.0 \text{ kN/m}^3$

$\sigma_{\text{ü}} = 18.7 \text{ kN/m}^2$

$N_{c0} = 20.72 / N_{d0} = 10.66 / N_{b0} = 4.51$

$v_c = 1.073 / v_d = 1.066 / v_b = 0.953$

$i_c = 0.622 / i_d = 0.657 / i_b = 0.525$

Böschungsneigung $= 0.0^\circ$

$\lambda_c = 1.000 / \lambda_d = 1.000 / \lambda_b = 1.000$

Sohlneigung $= 0.0^\circ$

$\xi_c = 1.000 / \xi_d = 1.000 / \xi_b = 1.000$

Tiefenbeiwerte:

$T_c = 1.000 / T_d = 1.000$

Nachweis EQU:

Momente (im Uhrzeigersinn positiv)

$M_{g,k(+)} = 101.11 / M_{q,k(+)} = 42.99 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$

$M_{g,k(-)} = -12.78 / M_{q,k(-)} = -32.65 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$

$M_{\text{stb}} = 101.11 \cdot 0.95 = 96.06$

$M_{\text{dst}} = 12.78 \cdot 1.00 + 32.65 \cdot 1.00 = 45.43$

$\mu(\text{EQU}) = 45.43 / 96.06 = 0.473$

Setzungen

Steifemodulprofil und

Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten

infolge Gesamtlasten

Tiefe	E_s	$s(\text{links})$	$s(\text{rechts})$
[m u. GS]	[MN/m ²]	[cm]	[cm]
5.40	10.00	1.44	0.61
7.40	10.00	0.00	0.00
> 7.40	10.00	0.00	0.00

Grenztiefe mit $p = 20.0 \%$

Grenztiefe $= 3.12 \text{ m u. GS}$

$V_{k,1} = 131.84 \text{ kN/m}$

$a = 10.00 \text{ m}$

$b = 2.20 \text{ m}$

$\sigma_{\text{links}} = 117.40 \text{ kN/m}^2$

Durch Vergleichsrechnung geprüft

Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Anlage K.1.2 S.6

$\sigma_{\text{rechts}} = 2.46 \text{ kN/m}^2$

Setzungen in den kennzeichnenden Punkten:

links: $s = 1.44 \text{ cm}$

rechts: $s = 0.61 \text{ cm}$

Bewehrung Wand EC 2

Tiefe = 5.40 m

Beton C 35/45 / Stahl B500

$M_d = 48.5 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}$

$N_d = -22.7 \text{ kN} / \text{m}$

$\epsilon_{\text{ps}}(c2) [\text{o}/\text{oo}] = -2.1$

$\epsilon_{\text{p}}(s1) [\text{o}/\text{oo}] = 25.0$

$A_{s1} [\text{cm}^2 / \text{m}] = 4.86$ (Mindestbew.)

Dicke = 0.300 m

$d1 = 0.080 \text{ m}$

$\sigma_1(l) = 3.16 / \sigma_2(l) = -3.31 \text{ MN/m}^2$

Tiefe = 5.40 m

$Q_d = V_{Sd} = 47.9 \text{ kN} / \text{m}$

$V_{Rd,max} = 562.3 \text{ kN} / \text{m}$ ($z = 0.126 \text{ m}$)

$(V_{Sd} / V_{Rd,max} = 0.0851)$

$A_s(\text{Schub}) = 10.2 \text{ cm}^2/\text{m}$ (Mindestbew.)

Bügelabstand = 21.0 cm

Rissbreitennachweis:

$M_k = 43.9 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}$ $N_k = -20.6 \text{ kN} / \text{m}$

Effektive Zugfestigkeit des Betons $[N/\text{mm}^2] = 3.20$

Grenzrissweite $[\text{mm}] = 0.30$

Hebelarm der inneren Kräfte $[\text{m}] = 0.211$

Bewehrungsgehalt $[\%] = 0.162$

Erforderlich: 5 Bewehrungsstäbe (Durchmesser 14 mm)

Erforderlich $A_s [\text{cm}^2 / \text{m}] = 7.70$

Rissbreitennachweis maßgebend !

Bewehrung Sporn rechts EC 2 (Anschnitt)

$M_d = 48.5 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}$

$N_d = -6.3 \text{ kN} / \text{m}$

$\epsilon_{\text{ps}}(c2) [\text{o}/\text{oo}] = -2.08$

$\epsilon_{\text{p}}(s1) [\text{o}/\text{oo}] = 25.00$

$A_{s1} [\text{cm}^2 / \text{m}] = 4.90$

Dicke = 0.300 m

$d1 = 0.080 \text{ m}$

$\sigma_1(l) = 3.21 / \sigma_2(l) = -3.25 \text{ MN/m}^2$

$Q_d = V_{Sd} = 9.4 \text{ kN} / \text{m}$

$V_{Rd,max} = 562.7 \text{ kN} / \text{m}$ ($z = 0.126 \text{ m}$)

$(V_{Sd} / V_{Rd,max} = 0.0167)$

$A_s(\text{Schub}) = 10.2 \text{ cm}^2/\text{m}$ (Mindestbew.)

Bügelabstand = 21.0 cm

Rissbreitennachweis Sporn rechts:

$M_k = 43.9 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}$ $N_k = -5.8 \text{ kN} / \text{m}$

Effektive Zugfestigkeit des Betons $[N/\text{mm}^2] = 3.20$

Grenzrissweite $[\text{mm}] = 0.25$

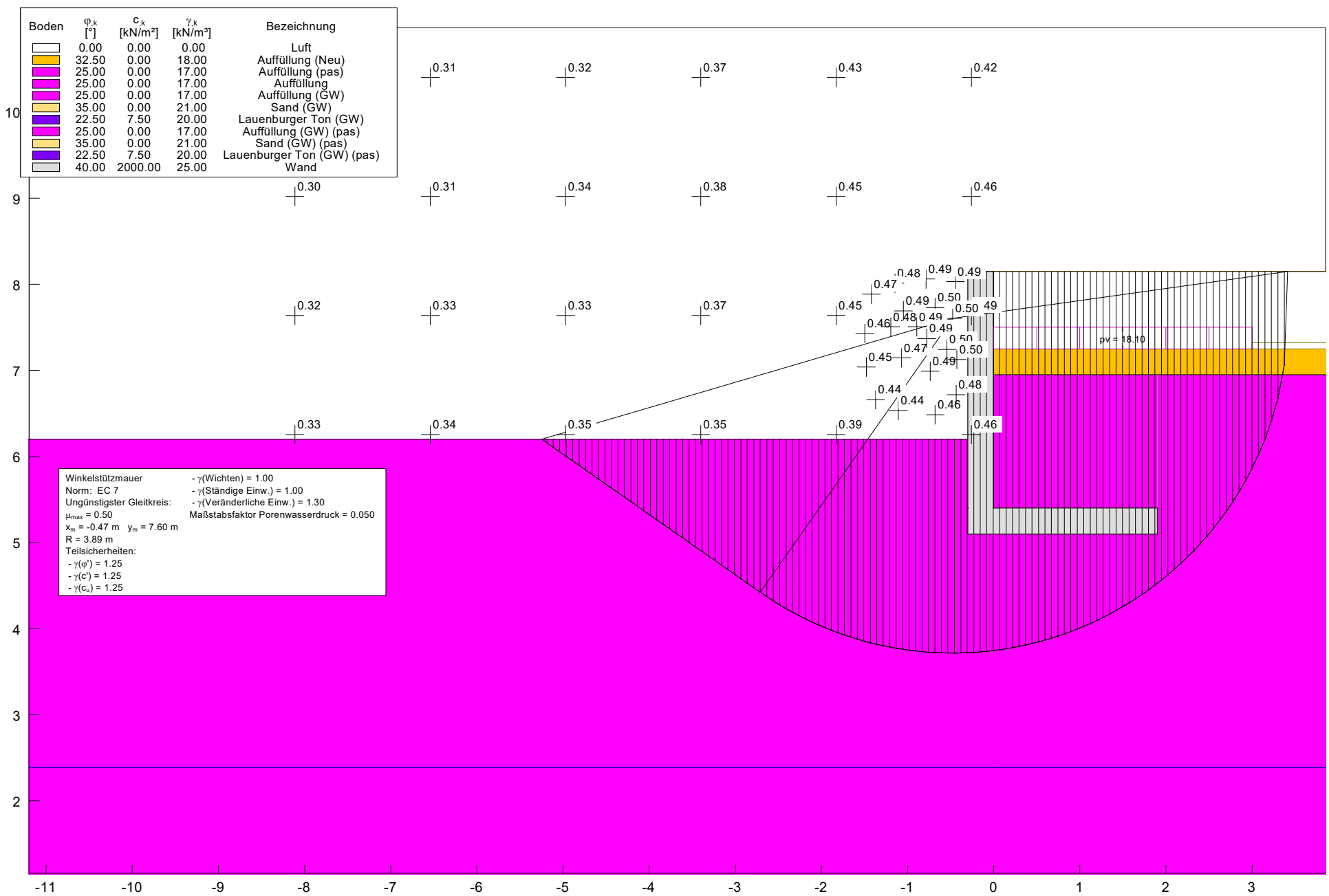
Hebelarm der inneren Kräfte $[\text{m}] = 0.211$

Bewehrungsgehalt $[\%] = 0.163$

Erforderlich: 6 Bewehrungsstäbe (Durchmesser 14 mm)

Erforderlich $A_s [\text{cm}^2 / \text{m}] = 9.24$

Rissbreitennachweis maßgebend !



Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen

Parameterliste

ϕ [°] = Reibungswinkel
 c [kN/m²] = Kohäsion
 γ [kN/m³] = Wichte
 μ [-] = Ausnutzungsgrad
 x_m, y_m [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes
 rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- gam(phi) = 1.25
- gam(c') = 1.25
- gam(cu) = 1.25
- gam(Wichten) = 1.00
- gam(Ständige Einw.) = 1.00
- gam(Veränderliche Einw.) = 1.30

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-33.225	6.200	2	-0.300	6.200	3	-0.299	8.150	4	33.225	8.150

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	ϕ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	32.50	0.00	18.00	Auffüllung (Neu)
3	25.00	0.00	17.00	Auffüllung (pas)
4	25.00	0.00	17.00	Auffüllung
5	25.00	0.00	17.00	Auffüllung (GW)
6	35.00	0.00	21.00	Sand (GW)
7	22.50	7.50	20.00	Lauenburger Ton (GW)
8	25.00	0.00	17.00	Auffüllung (GW) (pas)
9	35.00	0.00	21.00	Sand (GW) (pas)
10	22.50	7.50	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
11	40.00	2000.00	25.00	Wand

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	ϕ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	27.01	0.00	18.00	Auffüllung (Neu)
3	20.46	0.00	17.00	Auffüllung (pas)
4	20.46	0.00	17.00	Auffüllung
5	20.46	0.00	17.00	Auffüllung (GW)
6	29.26	0.00	21.00	Sand (GW)
7	18.33	6.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
8	20.46	0.00	17.00	Auffüllung (GW) (pas)
9	29.26	0.00	21.00	Sand (GW) (pas)
10	18.33	6.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
11	33.87	1600.00	25.00	Wand

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.000	8.150	0.000	7.250	1
2	0.000	7.250	33.225	7.250	1
3	0.000	7.250	0.000	6.950	2
4	0.000	6.950	33.225	6.950	2
5	0.000	5.400	0.000	6.950	11
6	0.000	5.400	1.900	5.400	4
7	-0.300	5.100	1.900	5.100	11
8	0.000	2.390	33.225	2.390	4
9	0.000	0.000	33.225	0.000	5
10	0.000	-2.000	33.225	-2.000	6
11	-33.225	2.390	0.000	2.390	3
12	-33.225	0.000	0.000	0.000	8
13	-33.225	-2.000	0.000	-2.000	9

14	-33.225	-14.000	0.000	-14.000	10
15	0.000	-14.000	33.225	-14.000	7

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-33.225	2.390	2	0.000	2.390	3	0.001	2.390	4	33.225	2.390

Ständige Lasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	5.00	5.00	3.00	33.23	7.25

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	18.10	0.00	3.00	7.25

Bauteil 1

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	-0.30	8.15
2	-0.30	5.40
3	-0.30	5.40
4	-0.30	5.10
5	1.90	5.10
6	1.90	5.40
7	0.00	5.40
8	0.00	8.15

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 2.39

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 2.39

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 1.9000 5.0999

x / y (Ende): 2.9000 -13.0000

Anzahl Radien = 40

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	-8.1110	13.1701	17.5187	108	0.2852	7322.739	25673.178	25673.2	0.0	7322.7	0.0
2	-8.1110	11.7868	15.8097	111	0.2937	6170.471	21010.760	21010.8	0.0	6170.5	0.0
3	-8.1110	10.4035	14.2361	115	0.2991	5110.279	17088.220	17088.2	0.0	5110.3	0.0
4	-8.1110	9.0202	12.4848	121	0.3050	3918.903	12849.215	12849.2	0.0	3918.9	0.0
5	-8.1110	7.6369	15.2262	129	0.3221	7076.278	21968.502	21968.5	0.0	7076.3	0.0
6	-8.1110	6.2536	13.7080	140	0.3335	5576.345	16720.688	16720.7	0.0	5576.3	0.0
7	-6.5404	13.1701	17.3277	106	0.2870	7187.487	25040.333	25040.3	0.0	7187.5	0.0
8	-6.5404	11.7868	15.8887	109	0.2980	6360.170	21344.164	21344.2	0.0	6360.2	0.0
9	-6.5404	10.4035	10.3500	113	0.3078	1772.201	5757.283	5757.3	0.0	1772.2	0.0
10	-6.5404	9.0202	17.3650	119	0.3116	9557.876	30671.300	30671.3	0.0	9557.9	0.0
11	-6.5404	7.6369	16.1006	127	0.3296	8493.517	25772.207	25772.2	0.0	8493.5	0.0
12	-6.5404	6.2536	14.9812	139	0.3421	7246.407	21183.155	21183.2	0.0	7246.4	0.0
13	-4.9698	13.1701	11.0164	104	0.3005	1319.644	4391.734	4391.7	0.0	1319.6	0.0
14	-4.9698	11.7868	9.9973	106	0.3134	1286.478	4105.486	4105.5	0.0	1286.5	0.0
15	-4.9698	10.4035	9.0791	110	0.3238	1249.566	3859.185	3859.2	0.0	1249.6	0.0
16	-4.9698	9.0202	8.2965	116	0.3366	1229.885	3654.043	3654.0	0.0	1229.9	0.0
17	-4.9698	7.6369	16.9194	125	0.3332	9886.814	29676.279	29676.3	0.0	9886.8	0.0
18	-4.9698	6.2536	15.9580	137	0.3473	8805.651	25351.868	25351.9	0.0	8805.7	0.0
19	-3.3992	13.1701	10.0860	102	0.3457	994.572	2876.776	2876.8	0.0	994.6	0.0
20	-3.3992	11.7868	8.9581	104	0.3541	930.258	2627.290	2627.3	0.0	930.3	0.0
21	-3.3992	10.4035	7.9158	107	0.3703	907.407	2450.179	2450.2	0.0	907.4	0.0
22	-3.3992	9.0202	6.9995	113	0.3780	859.121	2272.856	2272.9	0.0	859.1	0.0
23	-3.3992	7.6369	6.2677	122	0.3717	776.057	2087.590	2087.6	0.0	776.1	0.0
24	-3.3992	6.2536	16.9201	137	0.3520	10296.585	29253.961	29254.0	0.0	10296.6	0.0

25	-1.8286	13.1701	9.3325	101	0.3583	662.923	1850.357	1850.4	0.0	662.9	0.0
26	-1.8286	11.7868	8.0956	102	0.3925	647.749	1650.249	1650.2	0.0	647.7	0.0
27	-1.8286	10.4035	6.9179	104	0.4264	613.451	1438.552	1438.6	0.0	613.5	0.0
28	-1.8286	9.0202	5.8381	108	0.4475	560.861	1253.447	1253.4	0.0	560.9	0.0
29	-1.8286	7.6369	4.9264	118	0.4485	495.396	1104.611	1104.6	0.0	495.4	0.0
30	-1.8286	6.2536	4.3011	137	0.3915	358.490	915.706	915.7	0.0	358.5	0.0
31	-0.2580	13.1701	8.8038	100	0.3285	428.770	1305.069	1305.1	0.0	428.8	0.0
32	-0.2580	11.7868	7.4755	101	0.3716	395.884	1065.400	1065.4	0.0	395.9	0.0
33	-0.2580	10.4035	6.1731	102	0.4168	361.255	866.680	866.7	0.0	361.3	0.0
34	-0.2580	9.0202	4.9193	104	0.4634	311.243	671.650	671.6	0.0	311.2	0.0
35	-0.2580	7.6369	3.7693	112	0.4940	251.714	509.544	509.5	0.0	251.7	0.0
36	-0.2580	6.2536	2.8736	136	0.4556	158.052	346.877	346.9	0.0	158.1	0.0
37	-0.4456	8.0319	4.1933	110	0.4909	294.197	599.317	599.3	0.0	294.2	0.0
38	-0.7862	8.0611	4.4327	111	0.4908	346.607	706.280	706.3	0.0	346.6	0.0
39	-1.1463	8.0125	4.6442	112	0.4807	399.962	832.006	832.0	0.0	400.0	0.0
40	-1.4188	7.8859	4.7581	114	0.4731	443.448	937.328	937.3	0.0	443.4	0.0
41	-1.4967	7.4285	4.5377	119	0.4628	429.436	927.836	927.8	0.0	429.4	0.0
42	-1.4772	7.0392	4.3099	124	0.4501	392.105	871.086	871.1	0.0	392.1	0.0
43	-1.3702	6.6597	4.0355	129	0.4357	337.229	774.049	774.0	0.0	337.2	0.0
44	-1.1074	6.5331	3.7467	131	0.4420	285.937	646.972	647.0	0.0	285.9	0.0
45	-0.6792	6.4845	3.3494	131	0.4588	224.217	488.746	488.7	0.0	224.2	0.0
46	-0.4359	6.7181	3.2705	126	0.4829	215.526	446.293	446.3	0.0	215.5	0.0
47	-0.7376	6.9906	3.6720	122	0.4859	280.176	576.644	576.6	0.0	280.2	0.0
48	-1.0685	7.1463	4.0287	121	0.4740	336.704	710.273	710.3	0.0	336.7	0.0
49	-1.1950	7.5064	4.3452	117	0.4793	382.321	797.584	797.6	0.0	382.3	0.0
50	-1.0490	7.6913	4.3543	115	0.4857	369.588	760.896	760.9	0.0	369.6	0.0
51	-0.6792	7.7302	4.1177	113	0.4984	315.941	633.951	634.0	0.0	315.9	0.0
52	-0.4748	7.6037	3.8866	114	0.5021	279.926	557.541	557.5	0.0	279.9	0.0
53	-0.8933	7.5064	4.1161	116	0.4883	332.031	679.970	680.0	0.0	332.0	0.0
54	-0.7765	7.3701	3.9394	117	0.4942	308.797	624.892	624.9	0.0	308.8	0.0
55	-0.5429	7.2436	3.6822	118	0.4982	267.932	537.836	537.8	0.0	267.9	0.0
56	-0.4261	7.1268	3.5182	119	0.4995	245.430	491.321	491.3	0.0	245.4	0.0

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
52	-0.4748	7.6037	3.8866	114	0.5021	279.926	557.541	557.5	0.0	279.9	0.0

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 13.12.2022
Anlage L: Abschnitt D Teilbereich IX, Schnitt 12 L.1 Bemessung Winkelstützwand L.1.1 Niedrigwasserlastfall 3a L.1.2 Niedrigwasserlastfall 3c L.2 Nachweis gegen Geländebruch			
			Anlagen

GGU-CANTILEVER / Version 5.02 / 12.05.2022
Norm: EC 7
Berechnungsgrundlagen:
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$
Passiver Erddruck nach:
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{Ep} = 1.40$
Faktor(E_p) = 0.50
Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
Passiver Erddruck $\leq 1.000 \cdot$ Aktiver Erddruck
Datei: NW_3a.ggu_wst

Kippsicherheit
Exzentrizität $e(\text{Fuß}) = -0.262 \text{ m}$
Maßgebend: $g+q$
 $V_{k,FuB} = 88.6 \text{ kN/m}$
 $H_{k,FuB} \text{ (mit } E_p) = 23.4 \text{ kN/m}$
 $H_{k,FuB} \text{ (ohne } E_p) = 30.3 \text{ kN/m}$
 $M_{k,FuB} \text{ (mit } E_p) = -20.4 \text{ kN-m/m}$
 $M_{k,FuB} \text{ (ohne } E_p) = -23.2 \text{ kN-m/m}$
 $b = 1.900 \text{ m}$; $a = 10.000 \text{ m}$
 $b/6 = 0.317 \text{ m}$; $b/3 = 0.633 \text{ m}$
 $\sigma_{k,1}/\sigma_{k,2}(\text{FuB}) = 85.2 / 8.1 \text{ kN/m}^2$
Nachweis EQU:
Momente (im Uhrzeigersinn positiv)
 $M.g,k(+) = 52.03$ / $M.q,k(+) = 31.86 \text{ kN-m/m}$

$M.g,k(-) = -3.22$ / $M.q,k(-) = -19.66 \text{ kN-m/m}$
 $M_{stb} = 52.03 \cdot 0.90 = 46.83$
 $M_{dst} = 3.22 \cdot 1.10 + 19.66 \cdot 1.50 = 33.03$
 $\mu_{EQU} = 33.03 / 46.83 = 0.705$
 $\mu(\text{Gleit}) = H_d / (V_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{(Gleit)} + E_{p,d}) =$
 $44.3 / (88.6 \cdot \tan(25.0^\circ) / 1.10 + 9.8) = 0.937$
Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)
 $\mu = H_k / (2/3 \cdot V_k \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k}) =$
 $30.3 / (2/3 \cdot 88.6 \cdot \tan(25.0^\circ) + 1/3 \cdot 13.7) = 0.943$
 $\mu(\text{Grundbruch}) = 0.736$
mit: $\varphi_k = 25.0^\circ$; $c_k = 0.0 \text{ kN/m}^2$
 $\gamma_2 = 17.00 \text{ kN/m}^3$; $\sigma_{(u)} = 18.9 \text{ kN/m}^2$

Kubatur = $1.170 \text{ m}^3/\text{m}$
Raumgewicht Beton = 25.00 kN/m^3
E-Modul Beton = $3.000 \cdot 10^7 \text{ kN/m}^2$
Bewehrung Wand EC 2
Beton C 35/45 / Stahl B500
 $As1 [\text{cm}^2 / \text{m}] = 4.86$ (Mindestbew.)
 $d1 = 0.080 \text{ m}$
 $As(\text{Schub}) = 10.2 \text{ cm}^2/\text{m}$ (Mindestbew.)
Rissbreitennachweis:
Erforderlich $As [\text{cm}^2 / \text{m}] = 6.16$
Rissbreitennachweis maßgebend!
Bewehrung Sporn rechts EC 2 (Anschnitt)
 $As1 [\text{cm}^2 / \text{m}] = 4.86$ (Mindestbew.)
 $d1 = 0.080 \text{ m}$

$As(\text{Schub}) = 10.2 \text{ cm}^2/\text{m}$ (Mindestbew.)
Rissbreitennachweis Sporn rechts:
Erforderlich $As [\text{cm}^2 / \text{m}] = 6.16$
Rissbreitennachweis maßgebend!

11

10

9

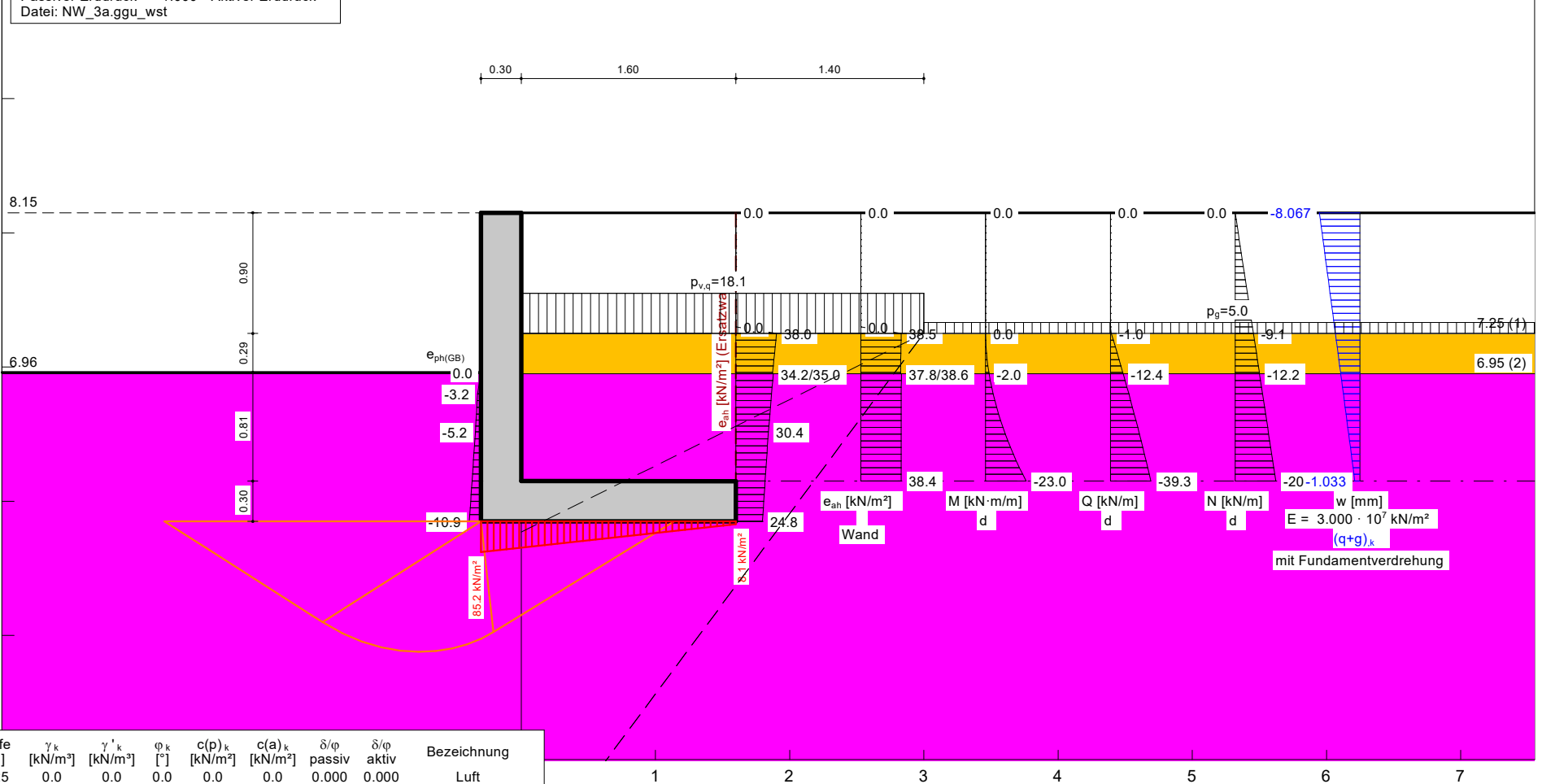
8

7

6

5

0.30 1.60 1.40



Boden	Tiefe [m]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma'_{k,k}$ [kN/m ³]	φ_k [°]	$c(p)_k$ [kN/m ²]	$c(a)_k$ [kN/m ²]	δ/φ passiv	δ/φ aktiv	Bezeichnung
	7.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	Luft
	6.95	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	0.000	0.667	Auffüllung (Neu)
	0.00	17.0	7.0	25.0	0.0	0.0	0.000	0.667	Auffüllung
	-2.00	19.0	11.0	35.0	0.0	0.0	0.000	0.667	Sand
	<-2.00	20.0	10.0	22.5	7.5	7.5	0.000	0.667	Lauenburger Ton

OK Wand = 8.15 m

Dr.-Ing. R. EUSANI

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Winkelstützmauer

Datei: NW_3a.ggu_wst

Wandkopf = 8.15 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050

Baugrubensohle = 6.96 m

Grundwasserstand (rechts) = 2.39 m

Grundwasserstand (links) = 2.39 m

Teilsicherheiten

 $\gamma_{g,1} = 1.35$ $\gamma_{g,2} = 1.50$ $\gamma_{Ep} = 1.40$ (Gleiten)Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Grenzzustand EQU:

 $\gamma_{G,dst} = 1.10$ $\gamma_{G,stb} = 0.90$ $\gamma_{Q,dst} = 1.50$

Winkelstützmauer

 $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ E-Modul = $3.0000 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$

Vertikallast(g) = 0.00 kN/m

Vertikallast(q) = 0.00 kN/m

Horizontallast(g) = 0.00 kN/m

Horizontallast(q) = 0.00 kN/m

Moment(g) = 0.00 kN·m/m

Moment(q) = 0.00 kN·m/m

Fundamentlänge a = 10.00 m

Tiefe	links	rechts	Breite
[m]	[m]	[m]	[m]
8.150	-0.300	0.000	0.300
6.150	-0.300	0.000	0.300

Koordinaten Fundament

x	y
[m]	[m]
-0.300	6.150
-0.300	6.150
-0.300	5.850
1.600	5.850
1.600	6.150
0.000	6.150

Blocklasten

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	0.00	0.00	3.00	7.25

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	0.00	0.00	1.40	7.25

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
1	7.25	7.25	5.35	25.35	25.35	0.00	2 Verkehrslast

Typ = 2 ==> dreieckförmig verteilt (Maximum oben)

Lasten (einseitig begrenzt)

Werte für Betonwand

Nr.	sigma	x(links)	Tiefe	y(oben)	y(unten)	Verkehrslast
[-]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]
1	5.00	3.00	7.25	5.77	3.22	nein

Bodenkennwerte

Schicht	Tiefe	γ_k	γ'_k	φ_k	$c(p)_k$	$c(a)_k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	E_s
[-]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[MN/m ²]
1	7.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	10.0
2	6.95	18.00	10.00	32.50	0.00	0.00	0.000	0.667	10.0
3	0.00	17.00	7.00	25.00	0.00	0.00	0.000	0.667	10.0
4	-2.00	19.00	11.00	35.00	0.00	0.00	0.000	0.667	10.0
5	-14.00	20.00	10.00	22.50	7.50	7.50	0.000	0.667	10.0

Aktive Erddruckbeiwerte auf Wand

bestimmt nach: DIN 4085

Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$

(delta = mittlere Geländeneigung = 0.00 °)

Tiefe	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	alpha	beta	$k_{agh(40^\circ)}$
[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[°]	[-]
7.650	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.250	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.150	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.960	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.950	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.650	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
6.151	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
6.150	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179

Aktive Erddruckbeiwerte auf Ersatzwand

(delta = mittlere Geländeneigung = 0.00 °)

Tiefe	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	alpha	beta	$k_{agh(40^\circ)}$
[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[°]	[-]
7.650	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.250	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.150	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.960	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.950	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.650	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
6.151	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
6.150	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.851	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.850	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179

Aktive Erddruckkoordinaten auf Wand d

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	oben[kN/m ²]	unten[kN/m ²]
8.150	7.250	0.000	38.464	0.00	0.00
7.250	6.960	38.464	37.816	0.00	0.00
6.960	6.950	37.816	37.794	0.00	0.00
6.950	6.151	38.558	38.370	0.00	0.00

Aktive Erddruckkoordinaten auf Ersatzwand d

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	oben[kN/m ²]	unten[kN/m ²]
8.150	8.050	0.000	0.000	0.00	0.00
8.100	8.000	0.000	0.000	0.00	0.00
8.050	7.950	0.000	0.000	0.00	0.00
8.000	7.900	0.000	0.000	0.00	0.00
7.950	7.850	0.000	0.000	0.00	0.00
7.900	7.800	0.000	0.000	0.00	0.00
7.850	7.750	0.000	0.000	0.00	0.00
7.800	7.700	0.000	0.000	0.00	0.00
7.750	7.650	0.000	0.000	0.00	0.00
7.700	7.600	0.000	0.000	0.00	0.00
7.650	7.550	0.000	0.000	0.00	0.00
7.600	7.500	0.000	0.000	0.00	0.00
7.550	7.450	0.000	0.000	0.00	0.00
7.500	7.400	0.000	0.000	0.00	0.00
7.450	7.350	0.000	0.000	0.00	0.00
7.400	7.300	0.000	0.000	0.00	0.00
7.350	7.250	0.000	38.028	0.00	0.00
7.300	7.200	0.000	37.395	0.00	0.00

7.250	7.150	38.028	36.763	0.00	0.00
7.200	7.103	37.395	36.161	0.00	0.00
7.150	7.055	36.763	35.560	0.00	0.00
7.103	7.008	36.161	34.959	0.00	0.00
7.055	6.960	35.560	34.358	0.00	0.00
7.008	6.950	34.959	34.231	0.00	0.00
6.960	6.900	34.358	34.463	0.00	0.00
6.950	6.850	34.996	33.930	0.00	0.00
6.900	6.800	34.463	33.397	0.00	0.00
6.850	6.750	33.930	32.864	0.00	0.00
6.800	6.700	33.397	32.331	0.00	0.00
6.750	6.650	32.864	31.799	0.00	0.00
6.700	6.606	32.331	31.325	0.00	0.00
6.650	6.561	31.799	30.852	0.00	0.00
6.606	6.517	31.325	30.379	0.00	0.00
6.561	6.465	30.852	29.944	0.00	0.00
6.517	6.412	30.379	29.510	0.00	0.00
6.465	6.360	29.944	29.075	0.00	0.00
6.412	6.308	29.510	28.640	0.00	0.00
6.360	6.256	29.075	28.206	0.00	0.00
6.308	6.203	28.640	27.771	0.00	0.00
6.256	6.151	28.206	27.337	0.00	0.00
6.203	6.150	27.771	27.328	0.00	0.00
6.151	6.100	27.337	26.914	0.00	0.00
6.150	6.050	27.328	26.499	0.00	0.00
6.100	6.000	26.914	26.085	0.00	0.00
6.050	5.951	26.499	25.670	0.00	0.00
6.000	5.901	26.085	25.255	0.00	0.00
5.951	5.851	25.670	24.841	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte

Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

bestimmt nach: DIN 4085:2017

Tiefe	k_{pgh}	k_{pch}	φ_k	δ
[m]	[-]	[-]	[°]	[°]
6.95	3.322	3.646	32.500	0.00
0.00	2.464	3.139	25.000	0.00
-2.00	3.690	3.842	35.000	0.00
-14.00	2.240	2.993	22.500	0.00

Passiver Erddruck $\leq 1.000 \cdot$ Aktiver Erddruck

Passive Erddruckkoordinaten mit:

Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
7.25	6.96	0.00	0.00
6.96	6.95	0.00	-0.30
6.95	6.15	-0.22	-7.70
6.15	5.85	-7.70	-9.77

Kräfte und Momente um linken unteren Fußpunkt der Wand (Dimension kN/m und kN·m/m)

(V positiv nach unten; H positiv nach links; M positiv im Uhrzeigersinn)

$x(\text{Fuß}) = -0.300 \text{ m}$ / $y(\text{Fuß}) = 5.850 \text{ m}$

$V, k(\text{Wand}) = 29.25$

$M, k(\text{Wand}) = 15.79$

$E_{ah, k, g} = 7.20$

$M \text{ aus } E_{ah, k, g} = -3.22$

$E_{ah, k, q} = 23.07$

$M \text{ aus } E_{ah, k, q} = -19.66$

$E_{av, k, g} = 0.00$

$M \text{ aus } E_{av, k, g} = 0.00$

$E_{av, k, q} = 0.00$

$M \text{ aus } E_{av, k, q} = 0.00$

$E_{ph, k} = -6.83$

$M \text{ aus } E_{ph, k} = 2.80$

$E_{pv, k} = 0.00$

$M \text{ aus } E_{pv, k} = 0.00$

Bodengewicht, k (rechts) = 30.40

$M \text{ aus Bodengewicht, k (rechts)} = 33.44$

Bodengewicht, k (links) = 0.00

$M \text{ aus Bodengewicht, } k \text{ (links)} = 0.00$
 $V, k, g \text{ (Lasten)} = 0.00$
 $M \text{ aus } V, k, g + M, k, g \text{ (Lasten)} = 0.00$
 $V, k, q \text{ (Lasten)} = 28.96$
 $M \text{ aus } V, k, q + M, k, q \text{ (Lasten)} = 31.86$
 $H, k, g \text{ (Lasten)} = 0.00$
 $M \text{ aus } H, k, g \text{ (Lasten)} = 0.00$
 $H, k, q \text{ (Lasten)} = 0.00$
 $M \text{ aus } H, k, q \text{ (Lasten)} = 0.00$
 $V, k, g \text{ (Wasserdruck)} = 0.00$
 $M \text{ aus } V, k, g \text{ (Wasserdruck)} = 0.00$

 $\text{Summe } V, k, g = 59.65$
 $\text{Summe } V, k, q = 28.96$
 $\text{Summe } H, k, g \text{ (ohne Eph)} = 7.20$
 $\text{Summe } H, k, q \text{ (ohne Eph)} = 23.07$
 $\text{Summe } M, k, g = 48.81$
 $\text{Summe } M, k, q = 12.20$

 $\text{Summe Momente um Sohlmittelpunkt (SM):}$
 $x(\text{SM}) = 0.650 \text{ m} / y(\text{SM}) = 5.850 \text{ m}$
 $M, k, g(\text{SM}) = -7.86$
 $M, k, q(\text{SM}) = -15.31$
 $\text{Exzentrizität, } k, g(\text{SM}) = -0.132 \text{ m}$
 $\text{Exzentrizität, } k, g + q(\text{SM}) = -0.262 \text{ m}$

Schnittgrößen (g+q),k

Tiefe	Q	M	N
[m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
8.15	0.0	0.0	0.0
7.25	-0.6	0.0	-6.8
6.96	-8.0	-1.3	-8.9
6.95	-8.3	-1.4	-9.0
6.15	-25.4	-15.1	-15.0

Verschiebungen (g+q),k (mit Fundamentverdrehung)

Tiefe	w
[m]	[mm]
8.15	-8.067
7.25	-4.889
6.96	-3.865
6.95	-3.830
6.15	-1.033

Kippsicherheit

Maßgebend: g+q
 $\text{Exzentrizität } e(\text{Fuß}) = -0.262 \text{ m}$
 $b/6 = 0.317 \text{ m} ; b/3 = 0.633 \text{ m}$
 $\text{sig, } k, 1/\text{sig, } k, 2(\text{Fuß}) = 85.2 / 8.1 \text{ kN/m}^2$

Gleitsicherheit

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

Wenn beim Nachweis der Gleitsicherheit Erdwiderstand angesetzt wird, gilt folgende Regelung:

Bei Flach- und Flächengründungen darf der Nachweis gegen unzuträgliche Verschiebungen des Fundamentes in der Sohlfläche als erbracht angesehen werden, wenn bei mindestens mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden bzw. bei mindestens steifen bindigen Böden

- nicht mehr als zwei Drittel des charakteristischen Gleitwiderstands in der Fundamentsohle sowie
- nicht mehr als ein Drittel des charakteristischen Erdwiderstands vor der Stirnseite des Fundamentkörpers zur Herstellung des Gleichgewichts der charakteristischen bzw. repräsentativen Kräfte parallel zur Sohlfläche erforderlich sind.

Maßgebend: g + q

$$\mu_{\text{e(Gleit)}} = H, d / (V, k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{\text{Gleiten}} + E_{p, d}) =$$

$$\mu_{\text{e(Gleit)}} = 44.3 / (88.6 \cdot \tan(25.0) / 1.10 + 9.8) = 0.937$$

Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

$$\mu_{\text{e}} = H, k / (2/3 \cdot V, k \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p, k}) =$$

$$\mu_{\text{e}} = 30.3 / (2/3 \cdot 88.6 \cdot \tan(25.0) + 1/3 \cdot 13.7) = 0.943$$

Grundbruchsicherheit

Maßgebend: = g + q

$$H, k = 23.44 \text{ kN/m}$$

$M_{k,1} = 20.38 \text{ kN/m}$
 $V_{k,1} = 88.61 \text{ kN/m}$
 $V_{d,1} = 123.97 \text{ kN/m}$
 $R_{n,d} = 168.42 \text{ kN/m}$
 $a = 10.000 \text{ m}$
 $b = 1.900 \text{ m}$
 $b' = 1.403 \text{ m}$
 Ausnutzungsgrad = 0.736
 $\gamma_{\text{Gamma}}(\text{Grundbruch}) = 1.400$
 $\varphi_k = 25.0^\circ$
 $c_k = 0.0 \text{ kN/m}^2$
 $\gamma_2 = 17.0 \text{ kN/m}^3$
 $\sigma_{\text{u}} = 18.9 \text{ kN/m}^2$
 $N_{c0} = 20.72 / N_{d0} = 10.66 / N_{b0} = 4.51$
 $v_c = 1.067 / v_d = 1.061 / v_b = 0.957$
 $i_c = 0.517 / i_d = 0.562 / i_b = 0.414$
 Böschungsneigung = 0.0°
 $\lambda_c = 1.000 / \lambda_d = 1.000 / \lambda_b = 1.000$
 Sohlneigung = 0.0°
 $\xi_c = 1.000 / \xi_d = 1.000 / \xi_b = 1.000$
 Tiefenbeiwerte:
 $T_c = 1.000 / T_d = 1.000$

Nachweis EQU:

Momente (im Uhrzeigersinn positiv)
 $M_{g,k(+)} = 52.03 / M_{q,k(+)} = 31.86 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $M_{g,k(-)} = -3.22 / M_{q,k(-)} = -19.66 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $M_{\text{stb}} = 52.03 \cdot 0.90 = 46.83$
 $M_{\text{dst}} = 3.22 \cdot 1.10 + 19.66 \cdot 1.50 = 33.03$
 $\mu(\text{EQU}) = 33.03 / 46.83 = 0.705$

Setzungen

Steifemodulprofil und
 Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten
 infolge Gesamtlasten

Tiefe	E_s	s(links)	s(rechts)
[m u. GS]	[MN/m ²]	[cm]	[cm]
6.15	10.00	0.92	0.44
8.15	10.00	0.00	0.00
> 8.15	10.00	0.00	0.00

Grenztiefe mit $p = 20.0 \%$

Grenztiefe = 2.56 m u. GS

$V_{k,1} = 88.61 \text{ kN/m}$

$a = 10.00 \text{ m}$

$b = 1.90 \text{ m}$

$\sigma_{\text{links}} = 85.16 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{\text{rechts}} = 8.12 \text{ kN/m}^2$

Setzungen in den kennzeichnenden Punkten:

links: $s = 0.92 \text{ cm}$

rechts: $s = 0.44 \text{ cm}$

Bewehrung Wand EC 2

Tiefe = 6.15 m

Beton C 35/45 / Stahl B500

$M_{d,1} = 23.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

$N_{d,1} = -20.2 \text{ kN/m}$

$\epsilon_{\text{ps}}(c2) [\text{o}/\text{oo}] = -1.3$

$\epsilon_{\text{ps}}(s1) [\text{o}/\text{oo}] = 25.0$

$A_{s1} [\text{cm}^2/\text{m}] = 4.86$ (Mindestbew.)

Dicke = 0.300 m

$d1 = 0.080 \text{ m}$

$\sigma_1(l) = 1.47 / \sigma_2(l) = -1.60 \text{ MN/m}^2$

Tiefe = 6.15 m

$Q_{d,1} = V_{Sd} = 39.3 \text{ kN/m}$

$V_{Rd,max} = 562.3 \text{ kN/m}$ ($z = 0.126 \text{ m}$)

($V_{Sd} / V_{Rd,max} = 0.0699$)

$A_s(\text{Schub}) = 10.2 \text{ cm}^2/\text{m}$ (Mindestbew.)

Bügelabstand = 21.0 cm

Rissbreitennachweis:

$M_{k,1} = 15.1 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ $N_{k,1} = -15.0 \text{ kN/m}$

Effektive Zugfestigkeit des Betons $[N/mm^2] = 3.20$

Grenzzrissweite [mm] = 0.30
Hebelarm der inneren Kräfte [m] = 0.215
Bewehrungsgehalt [%] = 0.162
Erforderlich: 4 Bewehrungsstähle (Durchmesser 14 mm)
Erforderlich A_s [cm² / m] = 6.16
Rissbreitennachweis maßgebend !

Bewehrung Sporn rechts EC 2 (Anschnitt)

$M_d = -25.6 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}$

$N_d = -5.5 \text{ kN} / \text{m}$

$\epsilon_{s(c2)} [\text{o}/\text{oo}] = -1.39$

$\epsilon_{p(s1)} [\text{o}/\text{oo}] = 25.00$

$A_{s1} [\text{cm}^2 / \text{m}] = 4.86$ (Mindestbew.)

Dicke = 0.300 m

$d_1 = 0.080 \text{ m}$

$\sigma_{1(l)} = -1.73 / \sigma_{2(l)} = 1.69 \text{ MN/m}^2$

$Q_d = V_{Sd} = 11.5 \text{ kN} / \text{m}$

$V_{Rd,max} = 562.7 \text{ kN} / \text{m}$ ($z = 0.126 \text{ m}$)

($V_{Sd} / V_{Rd,max} = 0.0204$)

$A_s(\text{Schub}) = 10.2 \text{ cm}^2/\text{m}$ (Mindestbew.)

Bügelabstand = 21.0 cm

Rissbreitennachweis Sporn rechts:

$M_k = -16.4 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}$ $N_k = -4.1 \text{ kN} / \text{m}$

Effektive Zugfestigkeit des Betons [N/mm²] = 3.20

Grenzzrissweite [mm] = 0.25

Hebelarm der inneren Kräfte [m] = 0.214

Bewehrungsgehalt [%] = 0.162

Erforderlich: 4 Bewehrungsstähle (Durchmesser 14 mm)

Erforderlich A_s [cm² / m] = 6.16

Rissbreitennachweis maßgebend !

GGU-CANTILEVER / Version 5.02 / 12.05.2022

Norm: EC 7

Berechnungsgrundlagen:

Aktiver Erddruck nach: DIN 4085

Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$

Passiver Erddruck nach:

$\gamma_G = 1.10$

$\gamma_Q = 1.10$

$\gamma_{Ep} = 1.20$

Faktor(Ep) = 0.50

Grenzzustand EQU:

$\gamma_{G,dst} = 1.00$

$\gamma_{G,stab} = 0.95$

$\gamma_{Q,dst} = 1.00$

Passiver Erddruck $\leq 1.000 \cdot$ Aktiver Erddruck

Datei: NW_3b.ggu_wst

Kippsicherheit

Exzentrizität e(Fuß) = -0.262 m

Maßgebend: g+q

$V_{k,Fuß} = 88.6$ kN/m

$H_{k,Fuß}$ (mit Ep) = 23.4 kN/m

$H_{k,Fuß}$ (ohne Ep) = 30.3 kN/m

$M_{k,Fuß}$ (mit Ep) = -20.4 kN·m/m

$M_{k,Fuß}$ (ohne Ep) = -23.2 kN·m/m

b = 1.900 m; a = 10.000 m

b/6 = 0.317 m; b/3 = 0.633 m

$\sigma_{k,1}/\sigma_{k,2}$ (Fuß) = 85.2 / 8.1 kN/m²

Nachweis EQU:

Momente (im Uhrzeigersinn positiv)

M.g,k(+) = 52.03 / M.q,k(+) = 31.86 kN·m/m

M.g,k(-) = -3.22 / M.q,k(-) = -19.66 kN·m/m

$M_{dst} = 52.03 \cdot 0.95 = 49.43$

$M_{dst} = 3.22 \cdot 1.00 + 19.66 \cdot 1.00 = 22.88$

$\mu_{EQU} = 22.88 / 49.43 = 0.463$

$\mu_{(Gleit)} = H_d / (V_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{(Gleit)} + E_{p,d}) =$

$33.3 / (88.6 \cdot \tan(25.0^\circ) / 1.10 + 11.4) = 0.680$

Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

$\mu = H_k / (2/3 \cdot V_k \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k}) =$

$30.3 / (2/3 \cdot 88.6 \cdot \tan(25.0^\circ) + 1/3 \cdot 13.7) = 0.943$

μ (Grundbruch) = 0.588

mit: $\varphi_k = 25.0^\circ$; $c_k = 0.0$ kN/m²

$\gamma_2 = 7.00$ kN/m²; $\sigma_{(a)} = 18.9$ kN/m²

Kubatur = 1.170 m³/m

Raumgewicht Beton = 25.00 kN/m³

E-Modul Beton = $3.000 \cdot 10^7$ kN/m²

Bewehrung Wand EC 2

Beton C 35/45 / Stahl B500

As1 [cm² / m] = 4.86 (Mindestbew.)

d1 = 0.080 m

As(Schub) = 10.2 cm²/m (Mindestbew.)

Rissbreitennachweis:

Erforderlich As [cm² / m] = 6.16

Rissbreitennachweis maßgebend !

Bewehrung Sporn rechts EC 2 (Anschnitt)

As1 [cm² / m] = 4.86 (Mindestbew.)

d1 = 0.080 m

As(Schub) = 10.2 cm²/m (Mindestbew.)

Rissbreitennachweis Sporn rechts:

Erforderlich As [cm² / m] = 6.16

Rissbreitennachweis maßgebend !

12

10

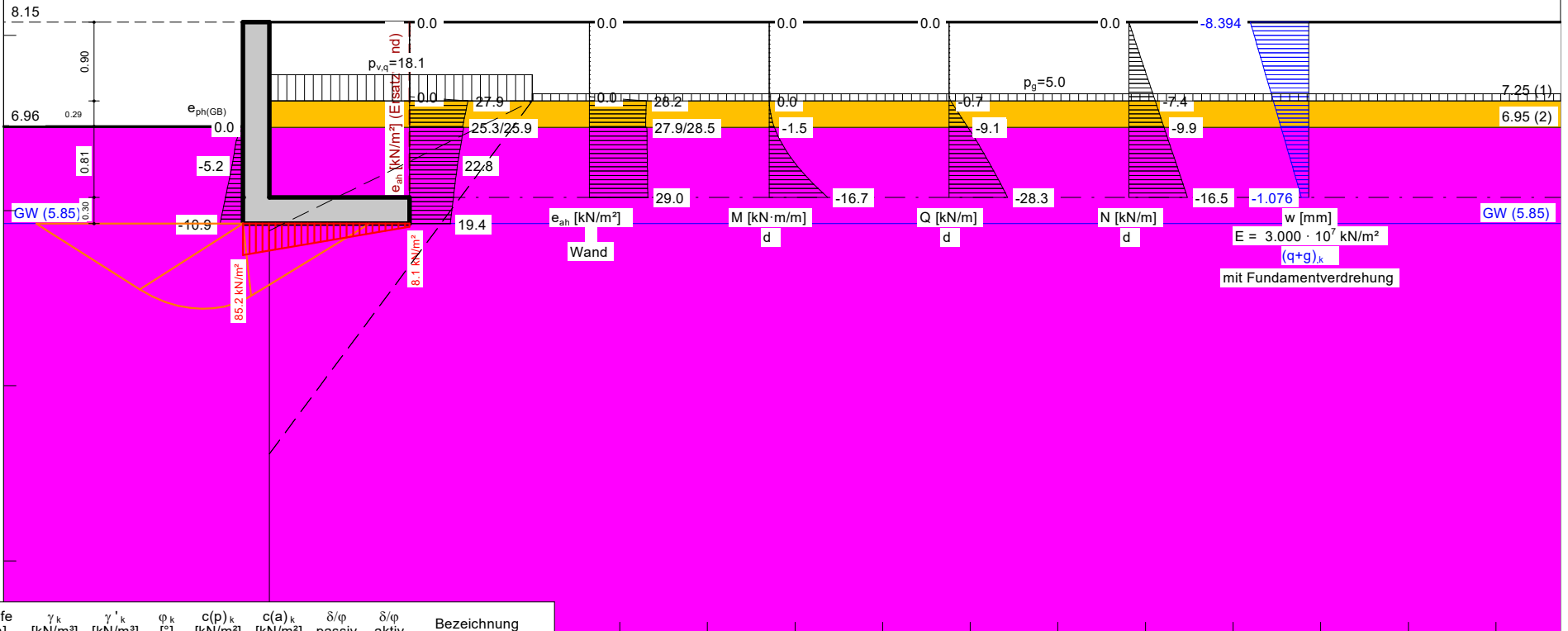
8

6

4

2

0.30 1.60 1.40



Boden	Tiefe [m]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma'_{k,1}$ [kN/m ³]	φ_k [°]	c(p)_k [kN/m ²]	c(a)_k [kN/m ²]	δ/φ passiv	δ/φ aktiv	Bezeichnung
	7.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	Luft
	6.95	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	0.000	0.667	Auffüllung (Neu)
	0.00	17.0	7.0	25.0	0.0	0.0	0.000	0.667	Auffüllung
	-2.00	19.0	11.0	35.0	0.0	0.0	0.000	0.667	Sand
	<-2.00	20.0	10.0	22.5	7.5	7.5	0.000	0.667	Lauenburger Ton

OK Wand = 8.15 m

Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung, Dr.-Ing. R. EUSANI

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Winkelstützmauer

Datei: NW_3b.ggu_wst

Wandkopf = 8.15 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050

Baugrubensohle = 6.96 m

Grundwasserstand (rechts) = 5.85 m

Grundwasserstand (links) = 5.85 m

Teilsicherheiten

 $\gamma_{g,1} = 1.10$ $\gamma_{g,q} = 1.10$ $\gamma_{Ep} = 1.20$ (Gleiten)Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Grenzzustand EQU:

 $\gamma_{G,dst} = 1.00$ $\gamma_{G,stb} = 0.95$ $\gamma_{Q,dst} = 1.00$

Winkelstützmauer

 $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ E-Modul = $3.0000 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$

Vertikallast(g) = 0.00 kN/m

Vertikallast(q) = 0.00 kN/m

Horizontallast(g) = 0.00 kN/m

Horizontallast(q) = 0.00 kN/m

Moment(g) = 0.00 kN·m/m

Moment(q) = 0.00 kN·m/m

Fundamentlänge a = 10.00 m

Tiefe	links	rechts	Breite
[m]	[m]	[m]	[m]
8.150	-0.300	0.000	0.300
6.150	-0.300	0.000	0.300

Koordinaten Fundament

x	y
[m]	[m]
-0.300	6.150
-0.300	6.150
-0.300	5.850
1.600	5.850
1.600	6.150
0.000	6.150

Blocklasten

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	0.00	0.00	3.00	7.25

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	0.00	0.00	1.40	7.25

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
1	7.25	7.25	5.35	25.35	25.35	0.00	2 Verkehrslast

Typ = 2 ==> dreieckförmig verteilt (Maximum oben)

Lasten (einseitig begrenzt)

Werte für Betonwand

Nr.	sigma	x(links)	Tiefe	y(oben)	y(unten)	Verkehrslast
[-]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]
1	5.00	3.00	7.25	5.77	3.22	nein

Bodenkennwerte

Schicht	Tiefe	γ_k	γ'_k	φ_k	$c(p)_k$	$c(a)_k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	E_s
[-]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[MN/m ²]
1	7.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	10.0
2	6.95	18.00	10.00	32.50	0.00	0.00	0.000	0.667	10.0
3	0.00	17.00	7.00	25.00	0.00	0.00	0.000	0.667	10.0
4	-2.00	19.00	11.00	35.00	0.00	0.00	0.000	0.667	10.0
5	-14.00	20.00	10.00	22.50	7.50	7.50	0.000	0.667	10.0

Aktive Erddruckbeiwerte auf Wand

bestimmt nach: DIN 4085

Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$

(delta = mittlere Geländeneigung = 0.00 °)

Tiefe	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	alpha	beta	$k_{agh(40^\circ)}$
[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[°]	[-]
7.650	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.250	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.150	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.960	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.950	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.650	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
6.151	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
6.150	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179

Aktive Erddruckbeiwerte auf Ersatzwand

(delta = mittlere Geländeneigung = 0.00 °)

Tiefe	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	alpha	beta	$k_{agh(40^\circ)}$
[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[°]	[-]
7.650	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.250	1.000	2.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.217
7.150	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.960	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.950	0.301	1.097	32.500	0.00	0.00	0.00	0.179
6.650	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
6.151	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
6.150	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.851	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179
5.850	0.406	1.274	25.000	0.00	0.00	0.00	0.179

Aktive Erddruckkoordinaten auf Wand d

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	oben[kN/m ²]	unten[kN/m ²]
8.150	7.250	0.000	28.207	0.00	0.00
7.250	6.960	28.207	27.904	0.00	0.00
6.960	6.950	27.904	27.894	0.00	0.00
6.950	6.151	28.517	28.986	0.00	0.00

Aktive Erddruckkoordinaten auf Ersatzwand d

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	oben[kN/m ²]	unten[kN/m ²]
8.150	8.050	0.000	0.000	0.00	0.00
8.100	8.000	0.000	0.000	0.00	0.00
8.050	7.950	0.000	0.000	0.00	0.00
8.000	7.900	0.000	0.000	0.00	0.00
7.950	7.850	0.000	0.000	0.00	0.00
7.900	7.800	0.000	0.000	0.00	0.00
7.850	7.750	0.000	0.000	0.00	0.00
7.800	7.700	0.000	0.000	0.00	0.00
7.750	7.650	0.000	0.000	0.00	0.00
7.700	7.600	0.000	0.000	0.00	0.00
7.650	7.550	0.000	0.000	0.00	0.00
7.600	7.500	0.000	0.000	0.00	0.00
7.550	7.450	0.000	0.000	0.00	0.00
7.500	7.400	0.000	0.000	0.00	0.00
7.450	7.350	0.000	0.000	0.00	0.00
7.400	7.300	0.000	0.000	0.00	0.00
7.350	7.250	0.000	27.887	0.00	0.00
7.300	7.200	0.000	27.453	0.00	0.00

7.250	7.150	27.887	27.019	0.00	0.00
7.200	7.103	27.453	26.606	0.00	0.00
7.150	7.055	27.019	26.194	0.00	0.00
7.103	7.008	26.606	25.781	0.00	0.00
7.055	6.960	26.194	25.368	0.00	0.00
7.008	6.950	25.781	25.282	0.00	0.00
6.960	6.900	25.368	25.552	0.00	0.00
6.950	6.850	25.905	25.199	0.00	0.00
6.900	6.800	25.552	24.846	0.00	0.00
6.850	6.750	25.199	24.493	0.00	0.00
6.800	6.700	24.846	24.141	0.00	0.00
6.750	6.650	24.493	23.788	0.00	0.00
6.700	6.606	24.141	23.474	0.00	0.00
6.650	6.561	23.788	23.161	0.00	0.00
6.606	6.517	23.474	22.848	0.00	0.00
6.561	6.465	23.161	22.579	0.00	0.00
6.517	6.412	22.848	22.309	0.00	0.00
6.465	6.360	22.579	22.040	0.00	0.00
6.412	6.308	22.309	21.771	0.00	0.00
6.360	6.256	22.040	21.502	0.00	0.00
6.308	6.203	21.771	21.233	0.00	0.00
6.256	6.151	21.502	20.964	0.00	0.00
6.203	6.150	21.233	20.959	0.00	0.00
6.151	6.100	20.964	20.702	0.00	0.00
6.150	6.050	20.959	20.446	0.00	0.00
6.100	6.000	20.702	20.189	0.00	0.00
6.050	5.951	20.446	19.932	0.00	0.00
6.000	5.901	20.189	19.676	0.00	0.00
5.951	5.851	19.932	19.419	0.00	0.00
5.901	5.850	19.676	19.414	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte

Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

bestimmt nach: DIN 4085:2017

Tiefe [m]	k_{pgh} [-]	k_{pch} [-]	φ_k [°]	δ [°]
6.95	3.322	3.646	32.500	0.00
0.00	2.464	3.139	25.000	0.00
-2.00	3.690	3.842	35.000	0.00
-14.00	2.240	2.993	22.500	0.00

Passiver Erddruck $\leq 1.000 \cdot$ Aktiver Erddruck

Passive Erddruckkoordinaten mit:

Faktor(E_p) = 0.50 (Grundbruch)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von [m]	bis [m]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]
7.25	6.96	0.00	0.00
6.96	6.95	0.00	-0.30
6.95	6.15	-0.22	-7.70
6.15	5.85	-7.70	-9.77

Kräfte und Momente um linken unteren Fußpunkt der Wand (Dimension kN/m und kN·m/m)

(V positiv nach unten; H positiv nach links; M positiv im Uhrzeigersinn)

$x(\text{Fuß}) = -0.300 \text{ m}$ / $y(\text{Fuß}) = 5.850 \text{ m}$

$V, k(\text{Wand}) = 29.25$

$M, k(\text{Wand}) = 15.79$

$E_{ah, k, g} = 7.20$

$M \text{ aus } E_{ah, k, g} = -3.22$

$E_{ah, k, q} = 23.08$

$M \text{ aus } E_{ah, k, q} = -19.66$

$E_{av, k, g} = 0.00$

$M \text{ aus } E_{av, k, g} = 0.00$

$E_{av, k, q} = 0.00$

$M \text{ aus } E_{av, k, q} = 0.00$

$E_{ph, k} = -6.83$

$M \text{ aus } E_{ph, k} = 2.80$

$E_{pv, k} = 0.00$

$M \text{ aus } E_{pv, k} = 0.00$

Bodengewicht, k (rechts) = 30.40

$M \text{ aus Bodengewicht, k (rechts)} = 33.44$

Bodengewicht, k (links) = 0.00
 M aus Bodengewicht, k (links) = 0.00
 V, k, g (Lasten) = 0.00
 M aus V, k, g + M, k, g (Lasten) = 0.00
 V, k, q (Lasten) = 28.96
 M aus V, k, q + M, k, q (Lasten) = 31.86
 H, k, g (Lasten) = 0.00
 M aus H, k, g (Lasten) = 0.00
 H, k, q (Lasten) = 0.00
 M aus H, k, q (Lasten) = 0.00
 V, k, g (Wasserdruck) = 0.00
 M aus V, k, g (Wasserdruck) = 0.00
 H, k, g (Wasserdruck) = 0.00
 M aus H, k, g (Wasserdruck) = 0.00

 Summe V, k, g = 59.65
 Summe V, k, q = 28.96
 Summe H, k, g (ohne Eph) = 7.20
 Summe H, k, q (ohne Eph) = 23.08
 Summe M, k, g = 48.81
 Summe M, k, q = 12.20

Summe Momente um Sohlmittelpunkt (SM):
 x(SM) = 0.650 m / y(SM) = 5.850 m
 M, k, g(SM) = -7.86
 M, k, q(SM) = -15.31
 Exzentrizität, k, g(SM) = -0.132 m
 Exzentrizität, k, g+q(SM) = -0.262 m

Schnittgrößen (g+q), k

Tiefe	Q	M	N
[m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
8.15	0.0	0.0	0.0
7.25	-0.6	0.0	-6.8
6.96	-8.0	-1.3	-8.9
6.95	-8.3	-1.4	-9.0
6.15	-25.4	-15.1	-15.0

Verschiebungen (g+q), k (mit Fundamentverdrehung)

Tiefe	w
[m]	[mm]
8.15	-8.394
7.25	-5.088
6.96	-4.023
6.95	-3.986
6.15	-1.076

Kippsicherheit

Maßgebend: g+q
 Exzentrizität e(Fuß) = -0.262 m
 b/6 = 0.317 m ; b/3 = 0.633 m
 sig, k, 1/sig, k, 2(Fuß) = 85.2 / 8.1 kN/m²

Gleitsicherheit

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

Wenn beim Nachweis der Gleitsicherheit Erdwiderstand angesetzt wird, gilt folgende Regelung:

Bei Flach- und Flächengründungen darf der Nachweis gegen unzuträgliche Verschiebungen des Fundamentes in der Sohlfläche als erbracht angesehen werden, wenn bei mindestens mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden bzw. bei mindestens steifen bindigen Böden
 - nicht mehr als zwei Drittel des charakteristischen Gleitwiderstands in der Fundamentsohle sowie
 - nicht mehr als ein Drittel des charakteristischen Erdwiderstands vor der Stirnseite des Fundamentkörpers zur Herstellung des Gleichgewichts der charakteristischen bzw. repräsentativen Kräfte parallel zur Sohlfläche erforderlich sind.

Maßgebend: g + q

$\mu_{e(Gleit)} = H, d / (V, k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{(Gleiten)} + E_{p, d}) =$

$\mu_{e(Gleit)} = 33.3 / (88.6 \cdot \tan(25.0) / 1.10 + 11.4) = 0.680$

Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

$\mu_e = H, k / (2/3 \cdot V, k \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p, k}) =$

$\mu_e = 30.3 / (2/3 \cdot 88.6 \cdot \tan(25.0) + 1/3 \cdot 13.7) = 0.943$

Grundbruchsicherheit

Maßgebend: $= g + q$

$H_k = 23.45 \text{ kN/m}$

$M_k = 20.38 \text{ kN/m}$

$V_k = 88.61 \text{ kN/m}$

$V_d = 97.47 \text{ kN/m}$

$R_{n,d} = 165.64 \text{ kN/m}$

$a = 10.000 \text{ m}$

$b = 1.900 \text{ m}$

$b' = 1.434 \text{ m}$

Ausnutzungsgrad $= 0.588$

$\gamma_{\text{Grundbruch}} = 1.200$

$\varphi_k = 25.0^\circ$

$c_k = 0.0 \text{ kN/m}^2$

$\gamma_2 = 7.0 \text{ kN/m}^3$

$\sigma_u = 18.9 \text{ kN/m}^2$

$N_{c0} = 20.72 / N_{d0} = 10.66 / N_{b0} = 4.51$

$v_c = 1.067 / v_d = 1.061 / v_b = 0.957$

$i_c = 0.517 / i_d = 0.562 / i_b = 0.413$

Böschungsneigung $= 0.0^\circ$

$\lambda_c = 1.000 / \lambda_d = 1.000 / \lambda_b = 1.000$

Sohlneigung $= 0.0^\circ$

$\xi_c = 1.000 / \xi_d = 1.000 / \xi_b = 1.000$

Tiefenbeiwerte:

$T_c = 1.000 / T_d = 1.000$

Nachweis EQU:

Momente (im Uhrzeigersinn positiv)

$M_{g,k(+)} = 52.03 / M_{q,k(+)} = 31.86 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

$M_{g,k(-)} = -3.22 / M_{q,k(-)} = -19.66 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

$M_{\text{stb}} = 52.03 \cdot 0.95 = 49.43$

$M_{\text{dst}} = 3.22 \cdot 1.00 + 19.66 \cdot 1.00 = 22.88$

$\mu(\text{EQU}) = 22.88 / 49.43 = 0.463$

Setzungen

Steifemodulprofil und

Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten

infolge Gesamtlasten

Tiefe	E_s	s(links)	s(rechts)
[m u. GS]	[MN/m ²]	[cm]	[cm]
6.15	10.00	1.07	0.57
8.15	10.00	0.00	0.00
> 8.15	10.00	0.00	0.00

Grenztiefe mit $p = 20.0 \%$

Grenztiefe $= 3.71 \text{ m u. GS}$

$V_k = 88.61 \text{ kN/m}$

$a = 10.00 \text{ m}$

$b = 1.90 \text{ m}$

$\sigma_{\text{links}} = 85.15 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{\text{rechts}} = 8.12 \text{ kN/m}^2$

Setzungen in den kennzeichnenden Punkten:

links: $s = 1.07 \text{ cm}$

rechts: $s = 0.57 \text{ cm}$

Bewehrung Wand EC 2

Tiefe $= 6.15 \text{ m}$

Beton C 35/45 / Stahl B500

$M_d = 16.7 \text{ kN}\cdot\text{m} / \text{m}$

$N_d = -16.5 \text{ kN} / \text{m}$

$\epsilon_{ps(c2)} [\text{o}/\text{oo}] = -1.1$

$\epsilon_{p(s1)} [\text{o}/\text{oo}] = 25.0$

$A_{s1} [\text{cm}^2 / \text{m}] = 4.86 \text{ (Mindestbew.)}$

Dicke $= 0.300 \text{ m}$

$d1 = 0.080 \text{ m}$

$\sigma_{1(l)} = 1.06 / \sigma_{2(l)} = -1.17 \text{ MN/m}^2$

Tiefe $= 6.15 \text{ m}$

$Q_d = V_{Sd} = 28.3 \text{ kN} / \text{m}$

$V_{Rd,max} = 562.3 \text{ kN} / \text{m} (z = 0.126 \text{ m})$

$(V_{Sd} / V_{Rd,max} = 0.0503)$

$A_s(\text{Schub}) = 10.2 \text{ cm}^2 / \text{m} \text{ (Mindestbew.)}$

Bügelabstand $= 21.0 \text{ cm}$

Rissbreitennachweis:

$M_k = 15.1 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}$ $N_k = -15.0 \text{ kN} / \text{m}$

Effektive Zugfestigkeit des Betons $[N/mm^2] = 3.20$

Grenzrissweite $[mm] = 0.30$

Hebelarm der inneren Kräfte $[m] = 0.216$

Bewehrungsgehalt $[\%] = 0.162$

Erforderlich: 4 Bewehrungsstähle (Durchmesser 14 mm)

Erforderlich $A_s [cm^2 / m] = 6.16$

Rissbreitennachweis maßgebend !

Bewehrung Sporn rechts EC 2 (Anschnitt)

$M_d = -18.0 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}$

$N_d = -3.8 \text{ kN} / \text{m}$

$\epsilon_{s(c2)} [o/oo] = -1.11$

$\epsilon_{p(s1)} [o/oo] = 25.00$

$A_{s1} [cm^2 / m] = 4.86$ (Mindestbew.)

Dicke = 0.300 m

$d_1 = 0.080 \text{ m}$

$\sigma_1(I) = -1.22 / \sigma_2(I) = 1.19 \text{ MN/m}^2$

$Q_d = V_{Sd} = 5.8 \text{ kN} / \text{m}$

$VR_{d,max} = 562.7 \text{ kN} / \text{m}$ ($z = 0.126 \text{ m}$)

($V_{Sd} / VR_{d,max} = 0.0104$)

$A_s(\text{Schub}) = 10.2 \text{ cm}^2/\text{m}$ (Mindestbew.)

Bügelabstand = 21.0 cm

Rissbreitennachweis Sporn rechts:

$M_k = -16.4 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}$ $N_k = -3.5 \text{ kN} / \text{m}$

Effektive Zugfestigkeit des Betons $[N/mm^2] = 3.20$

Grenzrissweite $[mm] = 0.25$

Hebelarm der inneren Kräfte $[m] = 0.216$

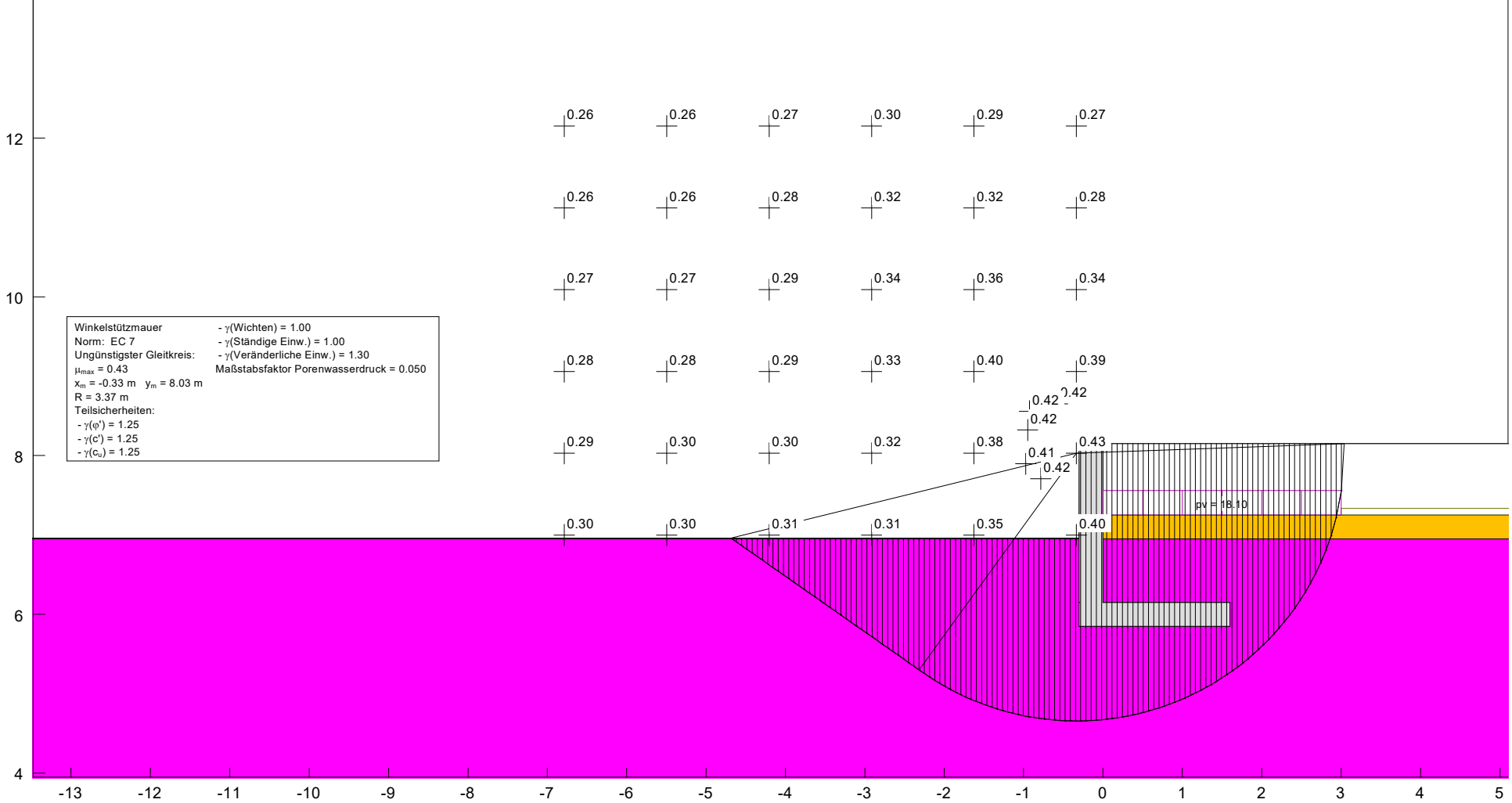
Bewehrungsgehalt $[\%] = 0.162$

Erforderlich: 4 Bewehrungsstähle (Durchmesser 14 mm)

Erforderlich $A_s [cm^2 / m] = 6.16$

Rissbreitennachweis maßgebend !

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	0.00	0.00	0.00	Luft
	32.50	0.00	18.00	Auffüllung (Neu)
	25.00	0.00	17.00	Auffüllung (pas)
	25.00	0.00	17.00	Auffüllung
	25.00	0.00	17.00	Auffüllung (GW)
	35.00	0.00	21.00	Sand (GW)
	22.50	7.50	20.00	Lauenburger Ton (GW)
	32.50	0.00	18.00	Auffüllung (Neu) (pas)
	25.00	0.00	17.00	Auffüllung (GW) (pas)
	35.00	0.00	21.00	Sand (GW) (pas)
	22.50	7.50	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
	40.00	2000.00	25.00	Wand



**Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen**

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel
 c [kN/m²] = Kohäsion
 γ [kN/m³] = Wichte
 μ [-] = Ausnutzungsgrad
 x_m, y_m [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes
 rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- gam(phi) = 1.25
- gam(c') = 1.25
- gam(cu) = 1.25
- gam(Wichten) = 1.00
- gam(Ständige Einw.) = 1.00
- gam(Veränderliche Einw.) = 1.30

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-33.225	6.960	2	-0.300	6.960	3	-0.299	8.150	4	33.225	8.150

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	32.50	0.00	18.00	Auffüllung (Neu)
3	25.00	0.00	17.00	Auffüllung (pas)
4	25.00	0.00	17.00	Auffüllung
5	25.00	0.00	17.00	Auffüllung (GW)
6	35.00	0.00	21.00	Sand (GW)
7	22.50	7.50	20.00	Lauenburger Ton (GW)
8	32.50	0.00	18.00	Auffüllung (Neu) (pas)
9	25.00	0.00	17.00	Auffüllung (GW) (pas)
10	35.00	0.00	21.00	Sand (GW) (pas)
11	22.50	7.50	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
12	40.00	2000.00	25.00	Wand

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft
2	27.01	0.00	18.00	Auffüllung (Neu)
3	20.46	0.00	17.00	Auffüllung (pas)
4	20.46	0.00	17.00	Auffüllung
5	20.46	0.00	17.00	Auffüllung (GW)
6	29.26	0.00	21.00	Sand (GW)
7	18.33	6.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
8	27.01	0.00	18.00	Auffüllung (Neu) (pas)
9	20.46	0.00	17.00	Auffüllung (GW) (pas)
10	29.26	0.00	21.00	Sand (GW) (pas)
11	18.33	6.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)
12	33.87	1600.00	25.00	Wand

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	-33.225	6.950	-0.300	6.950	8
2	0.000	8.150	0.000	7.250	1
3	0.000	7.250	33.225	7.250	1
4	0.000	7.250	0.000	6.950	2
5	0.000	6.950	33.225	6.950	2
6	0.000	6.150	0.000	6.950	12
7	0.000	6.150	1.600	6.150	4
8	-0.300	5.850	1.600	5.850	12
9	0.000	2.390	33.225	2.390	4
10	0.000	0.000	33.225	0.000	5
11	0.000	-2.000	33.225	-2.000	6

12	-33.225	2.390	0.000	2.390	3
13	-33.225	0.000	0.000	0.000	9
14	-33.225	-2.000	0.000	-2.000	10
15	0.000	-14.000	33.225	-14.000	7
16	-33.225	-14.000	0.000	-14.000	11

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-33.225	2.390	2	0.000	2.390	3	0.001	2.390	4	33.225	2.390

Ständige Lasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]
1	5.00	5.00	3.00	33.23	7.25

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]
1	18.10	18.10	0.00	3.00	7.25

Bauteil 1

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	-0.30	8.15
2	-0.30	6.15
3	-0.30	6.15
4	-0.30	5.85
5	1.60	5.85
6	1.60	6.15
7	0.00	6.15
8	0.00	8.15

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 2.39

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 2.39

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 1.6000 5.8499

x / y (Ende): 2.6000 -13.0000

Anzahl Radien = 40

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	-6.7871	12.1508	16.2145	110	0.2571	6011.431	23377.378	23377.4	0.0	6011.4	0.0
2	-6.7871	11.1203	15.0981	113	0.2608	5271.703	20212.287	20212.3	0.0	5271.7	0.0
3	-6.7871	10.0898	14.0560	117	0.2727	4774.973	17508.952	17509.0	0.0	4775.0	0.0
4	-6.7871	9.0594	12.7285	123	0.2761	3929.152	14229.939	14229.9	0.0	3929.2	0.0
5	-6.7871	8.0289	15.4881	129	0.2891	6686.716	23126.714	23126.7	0.0	6686.7	0.0
6	-6.7871	6.9984	14.9380	138	0.3009	6293.494	20913.323	20913.3	0.0	6293.5	0.0
7	-5.4966	12.1508	16.2629	108	0.2575	6050.100	23497.381	23497.4	0.0	6050.1	0.0
8	-5.4966	11.1203	9.2547	111	0.2614	1082.531	4141.316	4141.3	0.0	1082.5	0.0
9	-5.4966	10.0898	13.9373	115	0.2709	4660.324	17201.737	17201.7	0.0	4660.3	0.0
10	-5.4966	9.0594	17.2144	121	0.2761	8454.866	30624.485	30624.5	0.0	8454.9	0.0
11	-5.4966	8.0289	16.4897	128	0.2954	8091.793	27393.384	27393.4	0.0	8091.8	0.0
12	-5.4966	6.9984	15.4611	137	0.3034	7008.455	23102.405	23102.4	0.0	7008.5	0.0
13	-4.2062	12.1508	9.0053	105	0.2658	752.906	2832.235	2832.2	0.0	752.9	0.0
14	-4.2062	11.1203	8.2720	108	0.2794	762.819	2730.413	2730.4	0.0	762.8	0.0
15	-4.2062	10.0898	7.6116	112	0.2863	756.806	2642.988	2643.0	0.0	756.8	0.0
16	-4.2062	9.0594	7.0455	118	0.2895	734.996	2538.472	2538.5	0.0	735.0	0.0
17	-4.2062	8.0289	17.3325	126	0.2991	9319.894	31162.700	31162.7	0.0	9319.9	0.0
18	-4.2062	6.9984	16.1829	137	0.3078	7894.468	25649.129	25649.1	0.0	7894.5	0.0
19	-2.9157	12.1508	8.2019	103	0.2962	551.895	1863.493	1863.5	0.0	551.9	0.0
20	-2.9157	11.1203	7.3855	106	0.3160	542.650	1717.185	1717.2	0.0	542.6	0.0
21	-2.9157	10.0898	6.6329	109	0.3353	543.157	1619.841	1619.8	0.0	543.2	0.0

22	-2.9157	9.0594	5.9700	115	0.3333	504.510	1513.877	1513.9	0.0	504.5	0.0
23	-2.9157	8.0289	5.4321	124	0.3206	451.634	1408.776	1408.8	0.0	451.6	0.0
24	-2.9157	6.9984	17.1259	137	0.3115	9294.736	29839.136	29839.1	0.0	9294.7	0.0
25	-1.6253	12.1508	7.5390	102	0.2859	337.696	1181.255	1181.3	0.0	337.7	0.0
26	-1.6253	11.1203	6.6367	103	0.3230	342.758	1061.286	1061.3	0.0	342.8	0.0
27	-1.6253	10.0898	5.7809	106	0.3613	341.982	946.438	946.4	0.0	342.0	0.0
28	-1.6253	9.0594	4.9978	111	0.3952	336.528	851.459	851.5	0.0	336.5	0.0
29	-1.6253	8.0289	4.3313	120	0.3813	282.515	740.959	741.0	0.0	282.5	0.0
30	-1.6253	6.9984	3.8491	137	0.3497	222.677	636.795	636.8	0.0	222.7	0.0
31	-0.3348	12.1508	22.5119	101	0.2706	15780.138	58322.840	58322.8	0.0	15780.1	0.0
32	-0.3348	11.1203	6.0814	101	0.2814	186.789	663.703	663.7	0.0	186.8	0.0
33	-0.3348	10.0898	5.1259	103	0.3378	186.754	552.820	552.8	0.0	186.8	0.0
34	-0.3348	9.0594	4.2102	107	0.3906	176.193	451.128	451.1	0.0	176.2	0.0
35	-0.3348	8.0289	3.3720	115	0.4346	156.932	361.123	361.1	0.0	156.9	0.0
36	-0.3348	6.9984	2.6991	136	0.4000	100.881	252.205	252.2	0.0	100.9	0.0
37	-0.5712	8.6529	4.0040	110	0.4202	196.201	466.977	467.0	0.0	196.2	0.0
38	-0.9257	8.5583	4.1569	112	0.4202	235.000	559.207	559.2	0.0	235.0	0.0
39	-0.9493	8.3220	4.0027	115	0.4176	224.293	537.076	537.1	0.0	224.3	0.0
40	-0.9729	7.8965	3.7355	120	0.4093	205.232	501.409	501.4	0.0	205.2	0.0
41	-0.7839	7.7075	3.4712	122	0.4191	182.581	435.647	435.6	0.0	182.6	0.0

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
35	-0.3348	8.0289	3.3720	115	0.4346	156.932	361.123	361.1	0.0	156.9	0.0

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 12.01.2023
Anlage M: Abschnitt D Teilbereich X, Schnitt 13 / 14 - M.1 Berechnung der Winkelstützwand (Schnitt 13) - M.1.1 Niedrigwasserlastfall 3a - M.1.2 Niedrigwasserlastfall 3c - M.2 Bemessung der Winkelstützwand (Schnitt 14) - M.2.1 Hochwasserlastfall HW1 - M.2.2 Hochwasserlastfall HW 3 - M.3 Nachweis gegen Geländebruch			
			Anlagen

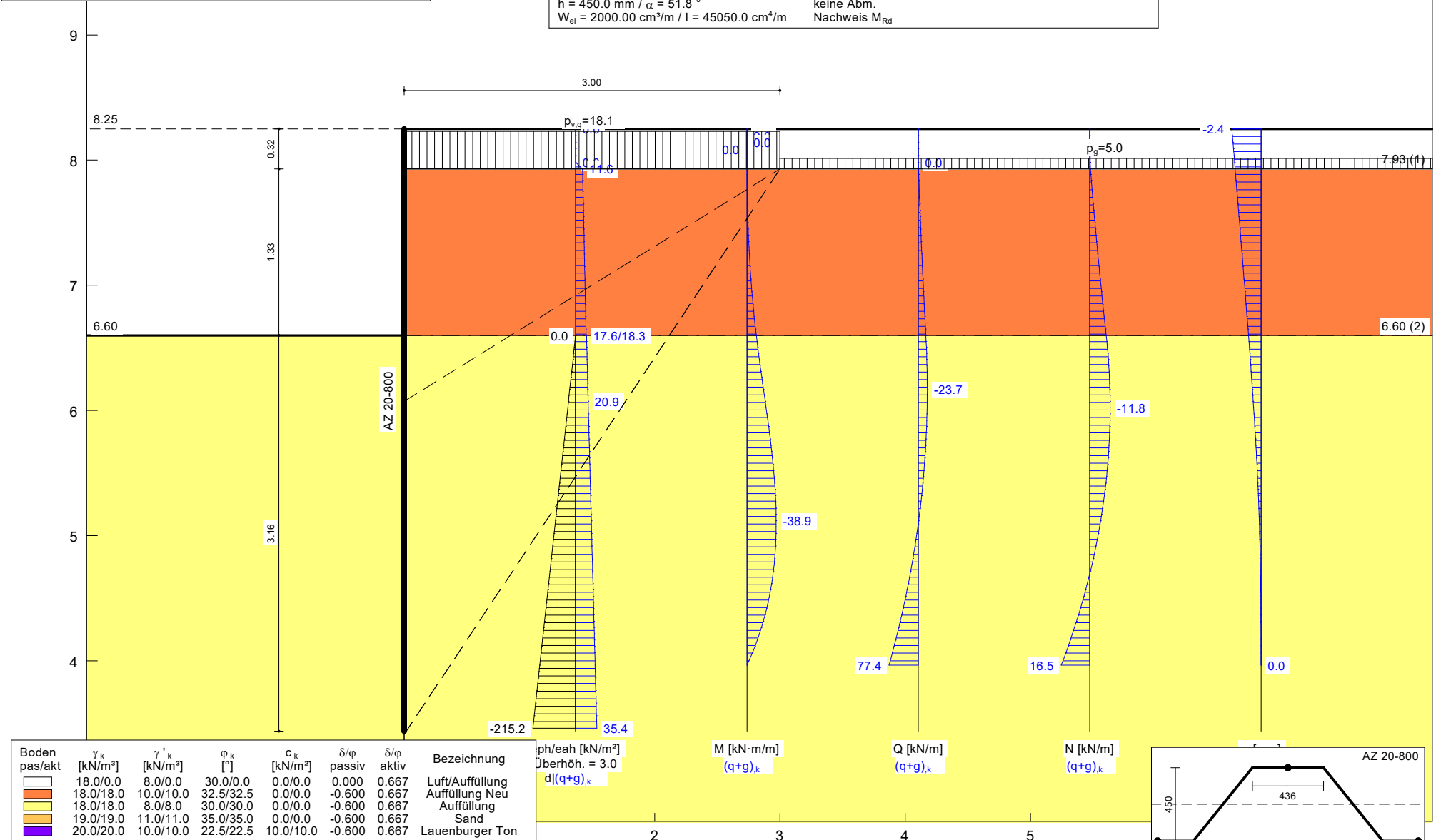
Hochwasserschutzwand
Norm: EC 7
Spundwand
AZ 20-800
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$ (+EB 6)
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF
Erf. Profillänge = 4.81 m
Erf. Einbindetiefe = 3.16 m
BS: DIN EN 1997-1: BS-P

$\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_O = 1.50$
 $\gamma_{Ep} = 1.40$
mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.92$

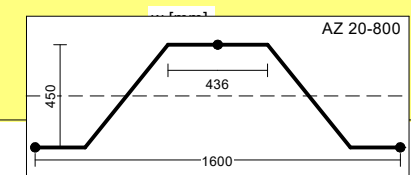
Bemessung:
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)
Bemessungssituation: max M,gq
 $M_{Ed} = 57.0$ kN·m/m
 $V_{Ed} = 1.0$ kN/m
 $N_{Ed} = -8.8$ kN/m (Druck)
Profil: AZ 20-800 Stahlgüte: S 240 GP
Wasserdruckdifferenz = 0.00 m
 $b = 800.0$ mm / $b_f = 435.8$ mm
 $t_f = 9.5$ mm / $t_w = 9.5$ mm / $A = 141.0$ cm²/m
 $h = 450.0$ mm / $\alpha = 51.8^\circ$
 $W_{el} = 2000.00$ cm³/m / $I = 45050.0$ cm⁴/m

$\gamma_{M0} = 1.00$ / $\gamma_{M1} = 1.10$
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 46.3$
Querschnittsklasse: 3
 $f_{y,red} = 240.0$ N/mm²
 $M_{c,Rd} = 480.0$ kN·m/m
 $V_{pl,Rd} = 724.8$ kN/m ($\mu = 0.001$)
 $N_{pl,Rd} = 3384.0$ kN/m ($\mu = 0.003$)
Querkraft-Interaktion
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$ keine Abm.
Normalkraft-Interaktion
keine Abm.
Nachweis M_{Rd}

$M_{c,Rd} = 480.0$ kN·m/m
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.119$
Knicklänge = 6.74 m
 $N_{cr} = 20553.9$ kN/m
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.000 \leq 0.04$
 $\rightarrow$ Kein Knicknachweis
max $\mu = 0.119$



Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Anlage M 1.1 S.1

Spundwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Hochwasserschutzwand

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 8.25 mNHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 6.60 mNHN

Grundwasserstand (rechts) = 2.00 mNHN

Grundwasserstand (links) = 2.00 mNHN

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-P

$\gamma_G = 1.35$

$\gamma_Q = 1.50$

$\gamma_{Ep} = 1.40$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[mNHN]
1	18.10	0.00	0.00	3.00	7.93

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
1	7.93	7.93	3.41	11.58	11.58	11.58	0 Verkehrslast

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Lasten (einseitig begrenzt)

Nr.	sigma	x(links)	Tiefe	y(oben)	y(unten)	Verkehrslast
[-]	[kN/m ²]	[m]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[-]
1	5.00	3.00	7.93	6.07	3.41	nein

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

$E_{ph,d} = 238.19 \text{ kN/m}$ ($E_{pv,d} = -77.39 \text{ kN/m}$)

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = $B_{h,d} / E_{ph,d} = 1.000$

$B_{h(g+q),d} = 238.19 \text{ kN/m}$

$B_{h,g,d} = 85.50 \text{ kN/m}$

$B_{h,q,d} = 152.69 \text{ kN/m}$

$B_{h,w,d} = 0.00 \text{ kN/m}$

Ersatzkräfte C_h (Blum)

$C_{h,k} = 77.38 \text{ kN/m}$

$C_{h,g,k} = 18.57 \text{ kN/m}$

$C_{h,q,k} = 58.81 \text{ kN/m}$

$C_{h,w,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

Bodenkennwerte

Schicht	UK	γ_k	γ'_{k}	φ_k	c_k	$d(a)/\varphi$	$d(p)/\varphi$ nein
pas/akt	[mNHN]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[-]	[-]

1	7.93	18.00/ 0.00	8.00/ 0.00	30.00/ 0.00	0.00/ 0.00	0.000	0.667
2	6.60	18.00/18.00	10.00/10.00	32.50/32.50	0.00/ 0.00	-0.600	0.667
3	0.40	18.00/18.00	8.00/ 8.00	30.00/30.00	0.00/ 0.00	-0.600	0.667
4	-1.30	19.00/19.00	11.00/11.00	35.00/35.00	0.00/ 0.00	-0.600	0.667
5	-13.00	20.00/20.00	10.00/10.00	22.50/22.50	10.00/10.00	-0.600	0.667

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$ (+ EB 6)

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion ≤ 0.0 .

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird nur auf ständige Lasten angewendet.

bestimmt nach: (+ EB 6)

Schicht	UK	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	θ	$k_{agh}(40^\circ)$
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	7.93	1.000	2.000	0.000	0.00	37.76	0.179
2	6.60	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46	0.179
3	0.40	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98	0.179
4	-1.30	0.224	0.813	35.000	23.34	58.94	0.179
5	-13.00	0.384	1.109	22.500	15.01	51.51	0.179

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
8.250	7.930	0.000	11.580	0.00	0.00
7.930	7.250	11.580	14.647	0.00	0.00
7.250	6.600	14.647	17.580	0.00	0.00
6.600	6.217	18.268	20.194	0.00	0.00
6.217	6.073	20.194	20.916	0.00	0.00
6.073	5.220	20.916	25.656	0.00	0.00
5.220	5.119	25.656	26.214	0.00	0.00
5.119	4.216	26.214	31.233	0.00	0.00
4.216	3.965	31.233	32.627	0.00	0.00
3.965	3.412	32.627	24.114	0.00	0.00
3.412	2.000	24.114	31.216	0.00	0.00
2.000	0.400	31.216	34.792	0.00	0.00
0.400	-1.300	27.947	32.143	0.00	0.00
-1.300	-13.000	43.893	88.806	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017 ger. GF

Schicht	UK	k_{pgh}	k_{pch}	φ_k	δ	θ
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
3	0.40	5.335	6.413	30.000	-18.00	19.10
4	-1.30	8.185	8.946	35.000	-21.00	15.69
5	-13.00	3.168	4.359	22.500	-13.50	24.08

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.40

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
7.25	6.60	0.00	0.00
6.60	6.22	0.00	-26.28
6.22	6.07	-26.28	-36.13
6.07	5.22	-36.13	-94.67
5.22	5.12	-94.67	-101.56
5.12	4.22	-101.56	-163.55
4.22	3.96	-163.55	-180.76
3.96	3.41	-180.76	-218.64
3.41	2.00	-218.64	-315.52
2.00	0.40	-315.52	-364.30
0.40	-1.30	-558.95	-668.28
-1.30	-13.00	-289.81	-554.59

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.25	0.0	0.0	0.0
7.93	-0.5	-0.5	0.0
7.25	-6.7	-13.7	-4.7
6.60	-13.8	-29.0	-18.4
6.22	-16.6	-34.6	-30.8
6.07	-16.9	-34.3	-35.8

5.22	-10.5	-7.1	-56.6
5.12	-8.8	-1.0	-57.0
4.22	15.3	81.6	-24.4
3.96	24.8	113.3	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.25	0.0	0.0	0.0
7.93	-0.5	0.0	0.0
7.25	-2.1	-1.4	-0.3
6.60	-4.6	-5.4	-2.4
6.22	-6.1	-7.7	-5.0
6.07	-6.4	-7.9	-6.1
5.22	-6.6	-2.8	-11.5
5.12	-6.4	-1.5	-11.7
4.22	-2.4	17.6	-5.3
3.96	-0.6	25.1	0.0

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.25	0.0	0.0	0.0
7.93	-0.4	-0.3	0.0
7.25	-4.7	-9.2	-3.1
6.60	-9.5	-19.7	-12.4
6.22	-11.5	-23.6	-20.9
6.07	-11.7	-23.5	-24.3
5.22	-7.5	-4.9	-38.6
5.12	-6.3	-0.8	-38.9
4.22	10.0	55.7	-16.6
3.96	16.5	77.4	0.0

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.25	0.0	0.0	0.0
7.93	-0.4	0.0	0.0
7.25	-1.5	-1.0	-0.2
6.60	-3.4	-4.0	-1.8
6.22	-4.5	-5.7	-3.7
6.07	-4.8	-5.9	-4.5
5.22	-4.9	-2.1	-8.5
5.12	-4.7	-1.1	-8.6
4.22	-1.8	13.0	-3.9
3.96	-0.4	18.6	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.25	0.0	0.0	0.0
7.93	0.0	-0.3	0.0
7.25	-3.1	-8.2	-2.9
6.60	-6.1	-15.7	-10.7
6.22	-7.0	-17.9	-17.2
6.07	-7.0	-17.6	-19.8
5.22	-2.6	-2.9	-30.1
5.12	-1.6	0.3	-30.2
4.22	11.8	42.7	-12.7
3.96	16.9	58.8	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.25	0.0	0.0	0.0
7.93	0.0	0.0	0.0
7.25	0.0	0.0	0.0
6.60	0.0	0.0	0.0
6.22	0.0	0.0	0.0
6.07	0.0	0.0	0.0
5.22	0.0	0.0	0.0
5.12	0.0	0.0	0.0

4.22	0.0	0.0	0.0
3.96	0.0	0.0	0.0

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit EI = 9.461E+4 kN·m²/m

Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w
[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]
8.25	-2.4	8.20	-2.3	7.98	-2.1	7.93	-2.1	7.93	-2.1	7.88	-2.1	7.30	-1.6
7.25	-1.5	7.25	-1.5	7.20	-1.5	6.65	-1.1	6.60	-1.0	6.60	-1.0	6.55	-1.0
6.26	-0.8	6.22	-0.7	6.22	-0.7	6.17	-0.7	6.12	-0.7	6.07	-0.6	6.07	-0.6
6.02	-0.6	5.27	-0.2	5.22	-0.2	5.22	-0.2	5.17	-0.2	5.17	-0.2	5.12	-0.1
5.12	-0.1	5.07	-0.1	4.27	0.0	4.22	0.0	4.22	0.0	4.17	0.0	4.01	0.0
3.96	0.0												

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,[g+q],k: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 3.965 m

Bemessung nach EC 3 (el.-el.)

Bemessungssituation: max M,gq

M_{Ed} = 57.0 kN·m/m

V_{Ed} = 1.0 kN/m

N_{Ed} = -8.8 kN/m (Druck)

Profil: AZ 20-800 Stahlgüte: S 240 GP

Wasserdruckdifferenz = 0.00 m

b = 800.0 mm / b_f = 435.8 mm

t_f = 9.5 mm / t_w = 9.5 mm / A = 141.0 cm²/m

h = 450.0 mm / α = 51.8 °

W_{el} = 2000.00 cm³/m / I = 45050.0 cm⁴/m

γ_{M0} = 1.00 / γ_{M1} = 1.10

ε = 0.990 -> b_f / t_f / ε = 46.3

Querschnittsklasse: 3

f_{y,red} = 240.0 N/mm²

M_{c,Rd} = 480.0 kN·m/m

V_{pl,Rd} = 724.8 kN/m (μ = 0.001)

N_{pl,Rd} = 3384.0 kN/m (μ = 0.003)

Querkraft-Interaktion

V_{Ed} ≤ 0.5 · V_{pl,Rd} -> keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M_{Rd}

M_{c,Rd} = 480.0 kN·m/m

μ = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.119

Knicklänge = 6.74 m

N_{cr} = 20553.9 kN/m

N_{Ed} / N_{cr} = 0.000 ≤ 0.04

-> Kein Knicknachweis

max μ = 0.119

max M_d = 57.0 kN·m/m (Tiefe = 5.12 m)

Zugehörige Werte: N_d = -8.8 kN/m; Q_d = -1.0 kN/m; w_k = 0.1 mm

max Q_d = 113.3 kN·m/m (Tiefe = 3.96 m)

Zugehörige Werte: N_d = 24.8 kN/m; M_d = 0.0 kN·m/m; w_k = 0.0 mm

max N_d = 24.8 kN/m (Tiefe = 3.96 m)

Zugehörige Werte: Q_d = 113.3 kN/m; M_d = 0.0 kN·m/m; w_k = 0.0 mm

max w_k = 2.4 mm (Tiefe = 8.25 m)

Zugehörige Werte: N_d = 0.0 kN/m; Q_d = 0.0 kN/m; M_d = 0.0 kN·m/m

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %

Einbindetiefe t_g = 3.16 m

Profillänge = 4.81 m

Nachweis Summe V

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

Bedingung: G_k + P_{v,k} + E_{av,k} + 0.5 · C_{h,k} · tan(δ_C) ≥ (B_{h,k} - 0.5 · C_{h,k}) · tan(δ_p)

G_k = 5.33 kN/m

P_{v,k} = 0.00 kN/m

E_{av,k} = 32.02 kN/m (E_{ah,k} = 86.47 kN/m)

Durch Vergleichsrechnung geprüft

Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Anlage M 1.1 S.5

$C_{h,k} = 77.38 \text{ kN/m}$
 $B_{v,k} = -53.24 \text{ kN/m}$
 $\delta_p [^\circ] = -18.0$
 $\delta_c [^\circ] = 10.0$
Summe $V_k = 3.50 \text{ kN/m}$ (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

Nachweis mit Bemessungsgrößen

$$(Q_{g,k} + B_{v,k} - 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_p)) / \gamma_P \geq P_{v,d} + E_{av,d} + G_d + 0.5 \cdot C_{h,d} \cdot \tan(\delta_c)$$

($Q_{g,k}$ = Druckkraft infolge Mantelreibung und Spitzendruck)

(Mantelreibung nur unterhalb des rechnerischen Fußpunktes)

$\gamma_P \text{ i.a.} = 1.40$

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

$E_{av,d} = 45.82 \text{ kN/m}$

$G_d = 7.19 \text{ kN/m}$

$C_{h,d} = 113.29 \text{ kN/m}$

Folgender Nachweis ist zu erbringen:

$$(Q_{g,k} + 53.24 - 12.57) / \gamma_P \geq 62.99 \text{ kN/m}$$

Horizontaler Wasserdruk herkömmlich bestimmt.

Hydraulische Grundbruchsicherheit

UK Schicht = 3.57

Gewicht = 30.20 kN/m^2

Strömungskraft = 3.24 kN/m^2

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

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

Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.000

$$= 0.000 = (1.45 \cdot 3.24) / (0.95 \cdot 30.20)$$

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten $f_Q = 1.500 / 1.350 = 1.111$

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma(R_v) = 1.400$

Berechnungsebene = 3.44 mNHN

Breite = 0.54 m

Gewicht G_k (einschließlich Verkehr) = 54.53 [kN/m]

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.111)

$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 34.46 \text{ [kN/m]}$

Kohäsionskraft $K_k = 0.00 \text{ [kN/m]}$

Grundbruchlast $R_{n,k} = 483.19 \text{ [kN/m]}$

Grundbruch mit:

Reibungswinkel $\varphi_k = 26.01 [^\circ]$

Kohäsion $c_k = 5.92 \text{ [kN/m}^2]$

$N_d = 11.862 / N_b = 5.299 / N_c = 22.265$

$\sigma_{\bar{u}} = 59.624 \text{ [kN/m}^2]$

$$\text{mue} = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.199$$

$$\text{mue} = [54.53 \cdot 1.35] / [(483.19 + 0.00 + 34.46) / 1.400] = 0.199$$

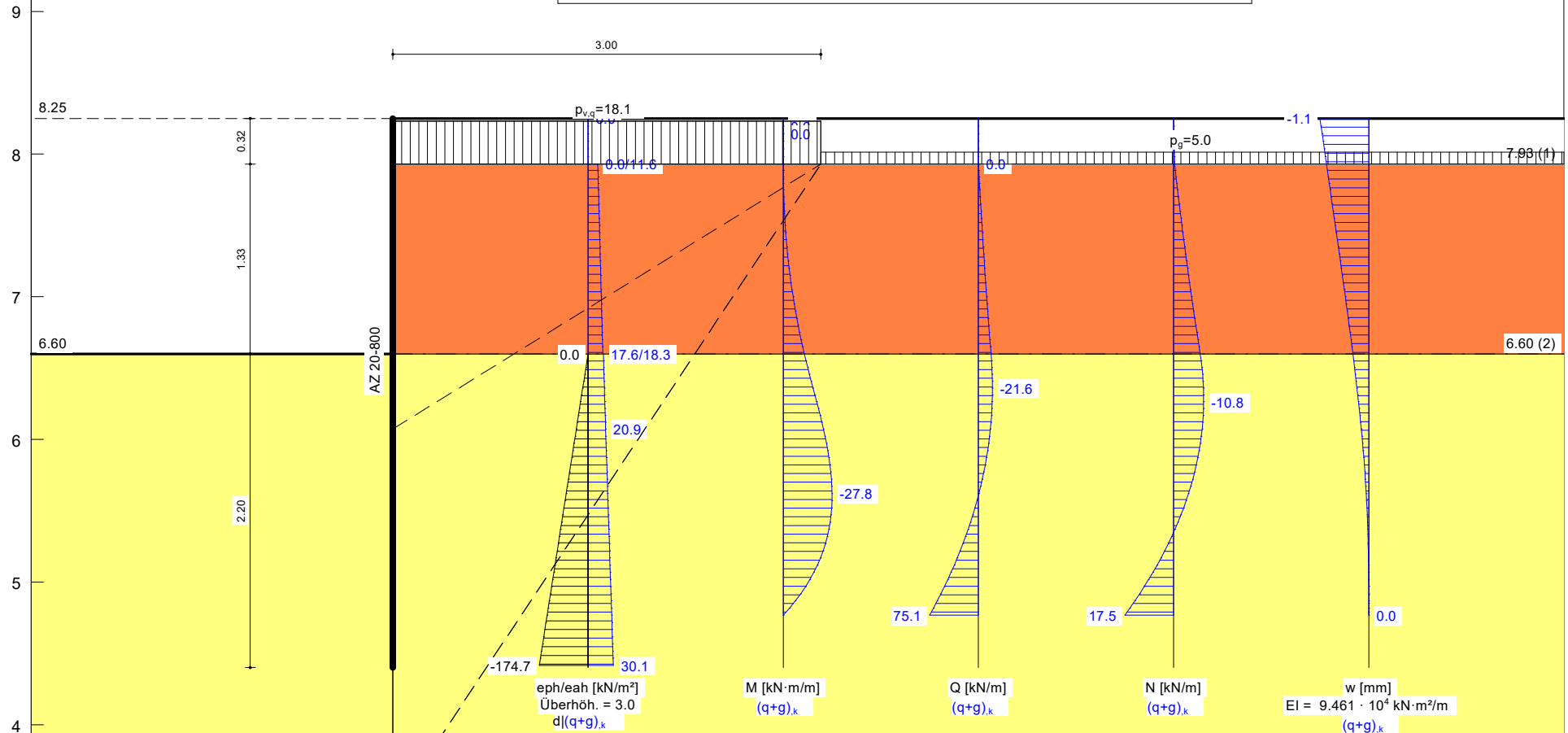
Hochwasserschutzwand
Norm: EC 7
Spundwand
AZ 20-800
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$ (+EB 6)
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF
Erf. Profillänge = 3.85 m
Erf. Einbindetiefe = 2.20 m
BS: EAB/EAU: BS-A

$\gamma_G = 1.00$
 $\gamma_O = 1.00$
 $\gamma_{Ep} = 1.20$
mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.95$

Bemessung:
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)
Bemessungssituation: max M,gq
 $M_{Ed} = 27.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{Ed} = 0.7 \text{ kN/m}$
 $N_{Ed} = -5.3 \text{ kN/m}$ (Druck)
Profil: AZ 20-800 Stahlgüte: S 240 GP
Wasserdruckdifferenz = 0.30 m
 $b = 800.0 \text{ mm}$ / $b_f = 435.8 \text{ mm}$
 $t_f = 9.5 \text{ mm}$ / $t_w = 9.5 \text{ mm}$ / $A = 141.0 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $h = 450.0 \text{ mm}$ / $\alpha = 51.8^\circ$
 $W_{el} = 2000.00 \text{ cm}^3/\text{m}$ / $I = 45050.0 \text{ cm}^4/\text{m}$

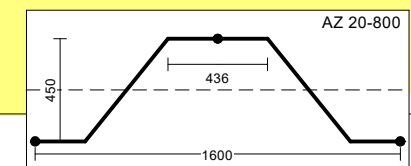
$\gamma_{M0} = 1.00$ / $\gamma_{M1} = 1.10$
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 46.3$
Querschnittsklasse: 3
 $f_{y,red} = 240.0 \text{ N/mm}^2$
 $M_{c,Rd} = 480.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{pl,Rd} = 724.8 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.001$)
 $N_{pl,Rd} = 3384.0 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.002$)
Querkraft-Interaktion
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$ keine Abm.
Normalkraft-Interaktion
keine Abm.
Nachweis M_{Rd}

$M_{c,Rd} = 480.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.058$
Knicklänge = 5.39 m
 $N_{cr} = 32139.3 \text{ kN/m}$
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.000 \leq 0.04$
 $\rightarrow$ Kein Knicknachweis
max $\mu = 0.058$



Boden pas/akt	γ_k [kN/m³]	γ'_{k1} [kN/m³]	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	δ/φ passiv	δ/φ aktiv	Bezeichnung
18.0/0.0	8.0/0.0	30.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.000	0.667	Luft/Auffüllung
18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-0.600	0.667	0.667	Auffüllung Neu
18.0/18.0	8.0/8.0	30.0/30.0	0.0/0.0	-0.600	0.667	0.667	Auffüllung
19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.600	0.667	0.667	Sand
20.0/20.0	10.0/10.0	22.5/22.5	10.0/10.0	-0.600	0.667	0.667	Lauenburger Ton

Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Anlage M.1.2 S.1

Spundwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Hochwasserschutzwand

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 8.25 mNHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 6.60 mNHN

Grundwasserstand (rechts) = 2.69 mNHN

Grundwasserstand (links) = 2.39 mNHN

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: EAB/EAU: BS-A

$\gamma_G = 1.00$

$\gamma_Q = 1.00$

$\gamma_{Ep} = 1.20$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[mNHN]
1	18.10	0.00	0.00	3.00	7.93

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
1	7.93	7.93	3.41	11.58	11.58	11.58	0 Verkehrslast

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Lasten (einseitig begrenzt)

Nr.	sigma	x(links)	Tiefe	y(oben)	y(unten)	Verkehrslast
[-]	[kN/m ²]	[m]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[-]
1	5.00	3.00	7.93	6.07	3.41	nein

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

$E_{ph,d} = 134.30 \text{ kN/m}$ ($E_{pv,d} = -43.64 \text{ kN/m}$)

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = $B_{h,d} / E_{ph,d} = 1.000$

$B_{h(g+q),d} = 134.30 \text{ kN/m}$

$B_{h,g,d} = 41.24 \text{ kN/m}$

$B_{h,q,d} = 93.06 \text{ kN/m}$

$B_{h,w,d} = 0.00 \text{ kN/m}$

Ersatzkräfte C_h (Blum)

$C_{h,k} = 75.05 \text{ kN/m}$

$C_{h,g,k} = 16.87 \text{ kN/m}$

$C_{h,q,k} = 58.18 \text{ kN/m}$

$C_{h,w,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

Bodenkennwerte

Schicht	UK	γ_k	γ'_{k}	φ_k	c_k	$d(a)/\varphi$	$d(p)/\varphi$ nein
pas/akt	[mNHN]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[-]	[-]

1	7.93	18.00/ 0.00	8.00/ 0.00	30.00/ 0.00	0.00/ 0.00	0.000	0.667
2	6.60	18.00/18.00	10.00/10.00	32.50/32.50	0.00/ 0.00	-0.600	0.667
3	0.40	18.00/18.00	8.00/ 8.00	30.00/30.00	0.00/ 0.00	-0.600	0.667
4	-1.30	19.00/19.00	11.00/11.00	35.00/35.00	0.00/ 0.00	-0.600	0.667
5	-13.00	20.00/20.00	10.00/10.00	22.50/22.50	10.00/10.00	-0.600	0.667

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$ (+ EB 6)

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion ≤ 0.0 .

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird nur auf ständige Lasten angewendet.

bestimmt nach: (+ EB 6)

Schicht	UK	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	θ	$k_{agh}(40^\circ)$
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	7.93	1.000	2.000	0.000	0.00	37.76	0.179
2	6.60	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46	0.179
3	0.40	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98	0.179
4	-1.30	0.224	0.813	35.000	23.34	58.94	0.179
5	-13.00	0.384	1.109	22.500	15.01	51.51	0.179

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
8.250	7.930	0.000	0.000	0.00	0.00
7.930	7.250	11.580	14.647	0.00	0.00
7.250	6.600	14.647	17.580	0.00	0.00
6.600	6.217	18.268	20.194	0.00	0.00
6.217	6.073	20.194	20.916	0.00	0.00
6.073	5.621	20.916	23.426	0.00	0.00
5.621	5.220	23.426	25.656	0.00	0.00
5.220	4.768	25.656	28.166	0.00	0.00
4.768	3.412	28.166	24.114	0.00	0.00
3.412	2.690	24.114	27.746	0.00	0.00
2.690	2.390	27.746	28.417	0.00	3.00
2.390	0.400	28.417	32.864	3.00	3.00
0.400	-1.300	26.398	30.595	3.00	3.00
-1.300	-13.000	41.244	86.157	3.00	3.00

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017 ger. GF

Schicht	UK	k_{pgh}	k_{pch}	φ_k	δ	θ
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
3	0.40	5.335	6.413	30.000	-18.00	19.10
4	-1.30	8.185	8.946	35.000	-21.00	15.69
5	-13.00	3.168	4.359	22.500	-13.50	24.08

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.20

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
7.25	6.60	0.00	0.00
6.60	6.22	0.00	-30.66
6.22	6.07	-30.66	-42.15
6.07	5.62	-42.15	-78.31
5.62	5.22	-78.31	-110.45
5.22	4.77	-110.45	-146.61
4.77	3.41	-146.61	-255.09
3.41	2.69	-255.09	-312.89
2.69	2.39	-312.89	-336.90
2.39	0.40	-336.90	-407.68
0.40	-1.30	-625.50	-753.06
-1.30	-13.00	-327.81	-636.73

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.25	0.0	0.0	0.0
7.93	-0.4	0.0	0.0
7.25	-4.7	-8.9	-2.9
6.60	-9.5	-19.4	-12.0
6.22	-10.7	-20.8	-20.1
6.07	-10.2	-18.4	-22.9

5.62	-5.3	-0.7	-27.8
5.22	3.2	28.1	-22.7
4.77	17.5	75.1	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.25	0.0	0.0	0.0
7.93	-0.4	0.0	0.0
7.25	-1.5	-1.0	-0.2
6.60	-3.4	-4.0	-1.8
6.22	-4.3	-5.1	-3.6
6.07	-4.4	-4.7	-4.3
5.62	-3.9	-1.0	-5.8
5.22	-2.4	5.6	-4.9
4.77	0.5	16.9	0.0

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.25	0.0	0.0	0.0
7.93	-0.4	0.0	0.0
7.25	-4.7	-8.9	-2.9
6.60	-9.5	-19.4	-12.0
6.22	-10.7	-20.8	-20.1
6.07	-10.2	-18.4	-22.9
5.62	-5.3	-0.7	-27.8
5.22	3.2	28.1	-22.7
4.77	17.5	75.1	0.0

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.25	0.0	0.0	0.0
7.93	-0.4	0.0	0.0
7.25	-1.5	-1.0	-0.2
6.60	-3.4	-4.0	-1.8
6.22	-4.3	-5.1	-3.6
6.07	-4.4	-4.7	-4.3
5.62	-3.9	-1.0	-5.8
5.22	-2.4	5.6	-4.9
4.77	0.5	16.9	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.25	0.0	0.0	0.0
7.93	0.0	0.0	0.0
7.25	-3.1	-7.9	-2.7
6.60	-6.1	-15.4	-10.2
6.22	-6.4	-15.7	-16.5
6.07	-5.8	-13.7	-18.6
5.62	-1.5	0.3	-22.0
5.22	5.5	22.4	-17.8
4.77	17.0	58.2	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.25	0.0	0.0	0.0
7.93	0.0	0.0	0.0
7.25	0.0	0.0	0.0
6.60	0.0	0.0	0.0
6.22	0.0	0.0	0.0
6.07	0.0	0.0	0.0
5.62	0.0	0.0	0.0
5.22	0.0	0.0	0.0
4.77	0.0	0.0	0.0

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit $EI = 9.461E+4 \text{ kN} \cdot \text{m}^2/\text{m}$

Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w
-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---

[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]
8.25	-1.1	8.20	-1.1	7.98	-1.0	7.93	-0.9	7.93	-0.9	7.88	-0.9	7.30	-0.6
7.25	-0.6	7.25	-0.6	7.20	-0.6	6.65	-0.4	6.60	-0.3	6.60	-0.3	6.55	-0.3
6.26	-0.2	6.22	-0.2	6.22	-0.2	6.17	-0.2	6.12	-0.2	6.07	-0.2	6.07	-0.2
6.02	-0.1	5.67	-0.1	5.62	-0.1	5.62	-0.1	5.57	0.0	5.27	0.0	5.22	0.0
5.22	0.0	5.17	0.0	4.82	0.0	4.77	0.0						

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]
 $\phi_{i,[g+q],k}$: 0.00000000
 Theoretischer Fußpunkt = 4.768 m

Bemessung nach EC 3 (el.-el.)
 Bemessungssituation: max M,gq
 $M_{Ed} = 27.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{Ed} = 0.7 \text{ kN/m}$
 $N_{Ed} = -5.3 \text{ kN/m}$ (Druck)
 Profil: AZ 20-800 Stahlgüte: S 240 GP
 Wasserdruckdifferenz = 0.30 m
 $b = 800.0 \text{ mm}$ / $b_f = 435.8 \text{ mm}$
 $t_f = 9.5 \text{ mm}$ / $t_w = 9.5 \text{ mm}$ / $A = 141.0 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $h = 450.0 \text{ mm}$ / $\alpha = 51.8^\circ$
 $W_{el} = 2000.00 \text{ cm}^3/\text{m}$ / $I = 45050.0 \text{ cm}^4/\text{m}$
 $\gamma_{M0} = 1.00$ / $\gamma_{M1} = 1.10$
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 46.3$
 Querschnittsklasse: 3
 $f_{y,red} = 240.0 \text{ N/mm}^2$
 $M_{c,Rd} = 480.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{pl,Rd} = 724.8 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.001$)
 $N_{pl,Rd} = 3384.0 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.002$)
 Querkraft-Interaktion
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$ keine Abm.
 Normalkraft-Interaktion
 keine Abm.
 Nachweis M_{Rd}
 $M_{c,Rd} = 480.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.058$
 Knicklänge = 5.39 m
 $N_{cr} = 32139.3 \text{ kN/m}$
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.000 \leq 0.04$
 $\rightarrow$ Kein Knicknachweis
 max $\mu = 0.058$

max $M_d = 27.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ (Tiefe = 5.62 m)
 Zugehörige Werte: $N_d = -5.3 \text{ kN/m}$; $Q_d = -0.7 \text{ kN/m}$; $w_k = 0.1 \text{ mm}$

max $Q_d = 75.1 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ (Tiefe = 4.77 m)
 Zugehörige Werte: $N_d = 17.5 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max $N_d = 17.5 \text{ kN/m}$ (Tiefe = 4.77 m)
 Zugehörige Werte: $Q_d = 75.1 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max $w_k = 1.1 \text{ mm}$ (Tiefe = 8.25 m)
 Zugehörige Werte: $N_d = 0.0 \text{ kN/m}$; $Q_d = 0.0 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %
 Einbindetiefe $t_g = 2.20 \text{ m}$
 Profillänge = 3.85 m

Nachweis Summe V
 Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
 Bedingung: $G_k + P_{v,k} + E_{av,k} + 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_C) \geq (B_{h,k} - 0.5 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p)$
 $G_k = 4.26 \text{ kN/m}$
 $P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$
 $E_{av,k} = 23.13 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 61.75 \text{ kN/m}$)
 $C_{h,k} = 75.05 \text{ kN/m}$
 $B_{v,k} = -44.45 \text{ kN/m}$
 $\delta_p [^\circ] = -18.0$
 $\delta_C [^\circ] = 10.0$
 Summe $V_k = 1.75 \text{ kN/m}$ (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

Nachweis mit Bemessungsgrößen

$$(Q_{g,k} + B_{v,k} - 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_p)) / \gamma_P \geq P_{v,d} + E_{av,d} + G_d + 0.5 \cdot C_{h,d} \cdot \tan(\delta_c)$$

($Q_{g,k}$ = Druckkraft infolge Mantelreibung und Spitzendruck)

(Mantelreibung nur unterhalb des rechnerischen Fußpunktes)

$$\gamma_P \text{ i.a.} = 1.40$$

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

$$E_{av,d} = 23.13 \text{ kN/m}$$

$$G_d = 4.26 \text{ kN/m}$$

$$C_{h,d} = 75.05 \text{ kN/m}$$

Folgender Nachweis ist zu erbringen:

$$(Q_{g,k} + 44.45 - 12.19) / \gamma_P \geq 34.00 \text{ kN/m}$$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Hydraulische Grundbruchsicherheit

UK Schicht = 8.25

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

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

Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.000

$$= 0.000 = (1.45 \cdot 0.00) / (0.95 \cdot 0.00)$$

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

$$\text{Faktor Verkehrslasten } f_Q = 1.000 / 1.000 = 1.000$$

$$\text{Teilsicherheit (Grundbruch) } \gamma(R_v) = 1.200$$

Berechnungsebene = 4.40 mNHN

$$\text{Breite} = 0.51 \text{ m}$$

$$\text{Gewicht } G_k \text{ (einschließlich Verkehr)} = 41.62 \text{ [kN/m]}$$

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.000)

$$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 26.70 \text{ [kN/m]}$$

$$\text{Kohäsionskraft } K_k = 0.00 \text{ [kN/m]}$$

$$\text{Grundbruchlast } R_{n,k} = 332.28 \text{ [kN/m]}$$

Grundbruch mit:

$$\text{Reibungswinkel } \varphi_k = 25.95 [^\circ]$$

$$\text{Kohäsion } c_k = 5.97 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$N_d = 11.800 / N_b = 5.257 / N_c = 22.185$$

$$\sigma_{\bar{u}} = 39.573 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$\text{mue} = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.139$$

$$\text{mue} = [41.62 \cdot 1.00] / [(332.28 + 0.00 + 26.70) / 1.200] = 0.139$$

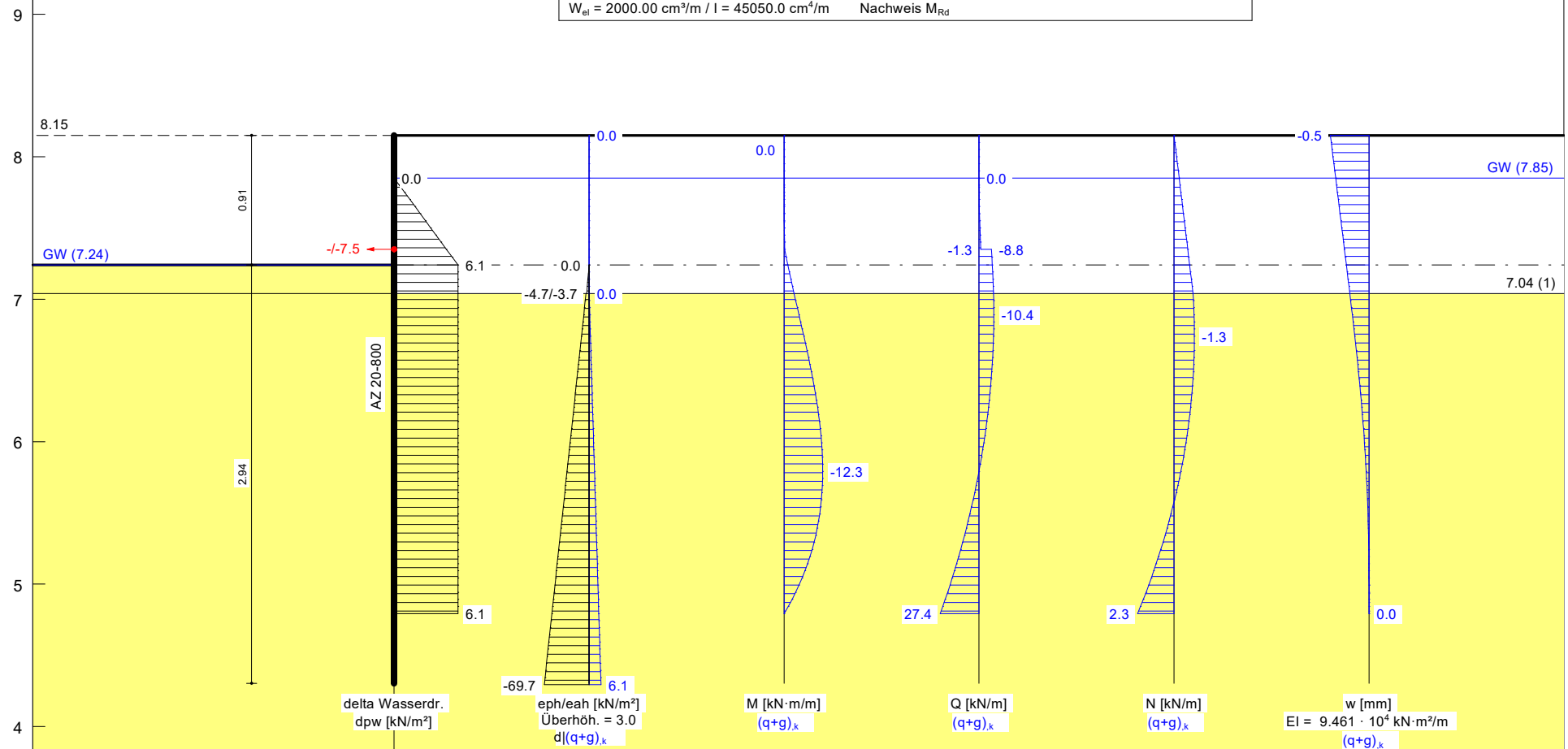
Hochwasserschutzwand
Norm: EC 7
Spundwand
AZ 20-800
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF
Erf. Profillänge = 3.85 m
Erf. Einbindetiefe = 2.94 m
BS: DIN EN 1997-1: BS-T

$\gamma_G = 1.20$
 $\gamma_O = 1.30$
 $\gamma_{Ep} = 1.30$
mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.71$

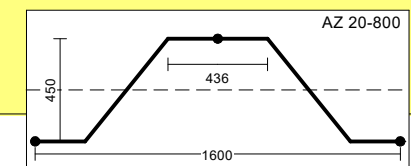
Bemessung:
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)
Bemessungssituation: max M,gq
 $M_{Ed} = 15.5 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{Ed} = 0.1 \text{ kN}$ (50 % abgemindert)
 $N_{Ed} = -0.4 \text{ kN/m}$ (Druck)
Profil: AZ 20-800 Stahlgüte: S 240 GP
Wasserdruckdifferenz = 0.61 m
 $b = 800.0 \text{ mm}$ / $b_f = 435.8 \text{ mm}$
 $t_f = 9.5 \text{ mm}$ / $t_w = 9.5 \text{ mm}$ / $A = 141.0 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $h = 450.0 \text{ mm}$ / $\alpha = 51.8^\circ$
 $W_{el} = 2000.00 \text{ cm}^3/\text{m}$ / $I = 45050.0 \text{ cm}^4/\text{m}$

$\gamma_{M0} = 1.00$ / $\gamma_{M1} = 1.10$
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 46.3$
Querschnittsklasse: 3
 $f_{y,red} = 240.0 \text{ N/mm}^2$
 $M_{c,Rd} = 480.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{pl,Rd} = 724.8 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.000$)
 $N_{pl,Rd} = 3384.0 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.000$)
Querkraft-Interaktion
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$ keine Abm.
Normalkraft-Interaktion
keine Abm.
Nachweis M_{Rd}

$M_{c,Rd} = 480.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.032$
Knicklänge = 5.38 m
 $N_{cr} = 32258.9 \text{ kN/m}$
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.000 \leq 0.04$
 $\rightarrow$ Kein Knicknachweis
max $\mu = 0.032$



Boden pas/akt	γ_k [kN/m³]	γ'_{k1} [kN/m³]	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	δ/φ passiv	δ/φ aktiv	Bezeichnung
18.0/0.0	8.0/0.0	30.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.000	0.667	Luft/Auffüllung
18.0/18.0	8.0/8.0	30.0/30.0	0.0/0.0	0.0/0.0	-0.270	0.667	Auffüllung
19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	0.0/0.0	-0.270	0.667	Sand
20.0/20.0	10.0/10.0	22.5/22.5	10.0/10.0	10.0/10.0	-0.270	0.667	Lauenburger Ton



Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Anlage M2.1 S.1

Spundwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Hochwasserschutzwand

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 8.15 mNHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 7.24 mNHN

Grundwasserstand (rechts) = 7.85 mNHN

Grundwasserstand (links) = 7.24 mNHN

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

$\gamma_G = 1.20$

$\gamma_Q = 1.30$

$\gamma_{Ep} = 1.30$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Kraftträger

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
[-]	[mNHN]	[kN·m/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	7.35	0.00	0.00	0.00	-7.50	0.00	0.00

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

$E_{ph,d} = 70.68 \text{ kN/m}$ ($E_{pv,d} = -10.01 \text{ kN/m}$)

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = $B_{h,d} / E_{ph,d} = 1.000$

$B_{h(g+q),d} = 70.68 \text{ kN/m}$

$B_{h,g,d} = 41.59 \text{ kN/m}$

$B_{h,q,d} = 29.09 \text{ kN/m}$

$B_{h,w,d} = 35.18 \text{ kN/m}$

Ersatzkräfte C_h (Blum)

$C_{h,k} = 27.35 \text{ kN/m}$

$C_{h,g,k} = 11.28 \text{ kN/m}$

$C_{h,q,k} = 16.08 \text{ kN/m}$

$C_{h,w,k} = 11.72 \text{ kN/m}$

Bodenkennwerte

Schicht	UK	γ_k	γ'_{k}	φ_k	c_k	$d(a)/\varphi$	$d(p)/\phi$
pas/akt	[mNHN]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[-]	[-]
1	7.04	18.00/ 0.00	8.00/ 0.00	30.00/ 0.00	0.00/ 0.00	0.000	0.667
2	0.40	18.00/18.00	8.00/ 8.00	30.00/30.00	0.00/ 0.00	-0.270	0.667
3	-1.30	19.00/19.00	11.00/11.00	35.00/35.00	0.00/ 0.00	-0.270	0.667
4	-13.00	20.00/20.00	10.00/10.00	22.50/22.50	10.00/10.00	-0.270	0.667

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$

Ersatzerddruck-Beiwert k_{ach} wird angewendet, wenn Kohäsion ≤ 0.0 .

Ersatzerddruck-Beiwert k_{agh} wird nur auf ständige Lasten angewendet.

bestimmt nach:

Schicht	UK	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	θ	$k_{agh}(40^\circ)$
---------	----	-----------	-----------	-------------	----------	----------	---------------------

Durch Vergleichsrechnung geprüft
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Anlage M2.1 S.2

[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	7.04	1.000	2.000	0.000	0.00	37.76	0.179
2	0.40	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98	0.179
3	-1.30	0.224	0.813	35.000	23.34	58.94	0.179
4	-13.00	0.384	1.109	22.500	15.01	51.51	0.179

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
8.150	7.850	0.000	0.000	0.00	0.00
7.850	7.350	0.000	0.000	0.00	5.00
7.350	7.240	0.000	0.000	5.00	6.10
7.240	7.140	0.000	0.000	6.10	6.10
7.140	7.040	0.000	0.000	6.10	6.10
7.040	6.141	0.000	2.008	6.10	6.10
6.141	5.792	2.008	2.789	6.10	6.10
5.792	5.143	2.789	4.240	6.10	6.10
5.143	4.793	4.240	5.021	6.10	6.10
4.793	0.400	5.021	14.840	6.10	6.10
0.400	-1.300	11.920	16.116	6.10	6.10
-1.300	-13.000	16.477	61.390	6.10	6.10

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017 ger. GF

Schicht	UK	k _{pgh}	k _{pch}	φ _k	δ	θ
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	7.04	3.000	3.464	30.000	0.00	30.00
2	0.40	3.843	4.478	30.000	-8.10	24.56
3	-1.30	5.124	5.392	35.000	-9.45	21.66
4	-13.00	2.618	3.522	22.500	-6.08	28.86

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
7.35	7.24	0.00	0.00
7.24	7.14	0.00	-1.85
7.14	7.04	-1.85	-3.69
7.04	6.14	-4.73	-25.98
6.14	5.79	-25.98	-34.25
5.79	5.14	-34.25	-49.60
5.14	4.79	-49.60	-57.86
4.79	0.40	-57.86	-161.76
0.40	-1.30	-215.67	-289.38
-1.30	-13.00	-174.97	-410.61

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.15	0.0	0.0	0.0
7.85	-0.4	0.0	0.0
7.35	-1.1	-1.5	-0.2
7.35	-1.1	-11.3	-0.2
7.24	-1.2	-12.0	-1.5
7.14	-1.3	-12.6	-2.8
7.04	-1.5	-13.1	-4.0
6.14	-1.1	-6.9	-14.3
5.79	-0.4	0.2	-15.5
5.14	1.6	20.0	-9.4
4.79	3.1	34.4	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.15	0.0	0.0	0.0
7.85	-0.4	0.0	0.0
7.35	-1.1	-1.5	-0.2
7.24	-1.2	-2.2	-0.5
7.14	-1.3	-2.9	-0.7
7.04	-1.5	-3.5	-1.0
6.14	-1.9	-3.3	-4.7

5.79	-1.9	-0.8	-5.5
5.14	-1.6	7.3	-3.6
4.79	-1.2	13.5	0.0

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.15	0.0	0.0	0.0
7.85	-0.3	0.0	0.0
7.35	-0.9	-1.3	-0.2
7.35	-0.9	-8.8	-0.2
7.24	-1.0	-9.4	-1.2
7.14	-1.1	-9.9	-2.2
7.04	-1.2	-10.3	-3.2
6.14	-1.0	-5.5	-11.3
5.79	-0.4	0.1	-12.3
5.14	1.2	15.9	-7.5
4.79	2.3	27.4	0.0

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.15	0.0	0.0	0.0
7.85	-0.3	0.0	0.0
7.35	-0.9	-1.2	-0.2
7.24	-1.0	-1.9	-0.4
7.14	-1.1	-2.4	-0.6
7.04	-1.2	-2.9	-0.9
6.14	-1.6	-2.7	-3.9
5.79	-1.6	-0.7	-4.6
5.14	-1.3	6.1	-3.0
4.79	-1.0	11.3	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.15	0.0	0.0	0.0
7.85	0.0	0.0	0.0
7.35	0.0	0.0	0.0
7.35	0.0	-7.5	0.0
7.24	0.0	-7.5	-0.8
7.14	0.0	-7.5	-1.6
7.04	0.0	-7.4	-2.3
6.14	0.7	-2.8	-7.4
5.79	1.2	0.7	-7.7
5.14	2.4	9.8	-4.5
4.79	3.3	16.1	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.15	0.0	0.0	0.0
7.85	0.0	0.0	0.0
7.35	0.0	-1.3	-0.2
7.24	0.0	-1.9	-0.4
7.14	0.0	-2.4	-0.6
7.04	0.0	-2.9	-0.9
6.14	0.8	-2.8	-4.0
5.79	1.4	-0.7	-4.7
5.14	3.0	6.3	-3.1
4.79	4.0	11.7	0.0

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit $EI = 9.461E+4 \text{ kN} \cdot \text{m}^2/\text{m}$

Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w
[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]
8.15	-0.5	8.10	-0.5	7.90	-0.4	7.85	-0.4	7.85	-0.4	7.80	-0.4	7.40	-0.3
7.35	-0.3	7.35	-0.3	7.29	-0.3	7.29	-0.3	7.24	-0.3	7.24	-0.3	7.19	-0.3
7.19	-0.3	7.14	-0.3	7.14	-0.3	7.09	-0.2	7.09	-0.2	7.04	-0.2	7.04	-0.2
6.99	-0.2	6.19	-0.1	6.14	-0.1	6.14	-0.1	6.09	-0.1	5.84	0.0	5.79	0.0
5.79	0.0	5.74	0.0	5.19	0.0	5.14	0.0	5.14	0.0	5.09	0.0	4.84	0.0
4.79	0.0												

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]
 $\phi_{i,[g+q],k}$: 0.00000000
Theoretischer Fußpunkt = 4.793 m

Bemessung nach EC 3 (el.-el.)
Bemessungssituation: max $M_{g,q}$
 $M_{Ed} = 15.5 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{Ed} = 0.1 \text{ kN}$ (50 % abgemindert)
 $N_{Ed} = -0.4 \text{ kN/m}$ (Druck)
Profil: AZ 20-800 Stahlgüte: S 240 GP
Wasserdruckdifferenz = 0.61 m
 $b = 800.0 \text{ mm}$ / $b_f = 435.8 \text{ mm}$
 $t_f = 9.5 \text{ mm}$ / $t_w = 9.5 \text{ mm}$ / $A = 141.0 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $h = 450.0 \text{ mm}$ / $\alpha = 51.8^\circ$
 $W_{el} = 2000.00 \text{ cm}^3/\text{m}$ / $I = 45050.0 \text{ cm}^4/\text{m}$
 $\gamma_{M0} = 1.00$ / $\gamma_{M1} = 1.10$
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 46.3$
Querschnittsklasse: 3
 $f_{y,red} = 240.0 \text{ N/mm}^2$
 $M_{c,Rd} = 480.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{pl,Rd} = 724.8 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.000$)
 $N_{pl,Rd} = 3384.0 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.000$)
Querkraft-Interaktion
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$ keine Abm.
Normalkraft-Interaktion
keine Abm.
Nachweis M_{Rd}
 $M_{c,Rd} = 480.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.032$
Knicklänge = 5.38 m
 $N_{cr} = 32258.9 \text{ kN/m}$
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.000 \leq 0.04$
 $\rightarrow$ Kein Knicknachweis
max $\mu = 0.032$

max $M_d = 15.5 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ (Tiefe = 5.79 m)
Zugehörige Werte: $N_d = -0.4 \text{ kN/m}$; $Q_d = 0.2 \text{ kN/m}$; $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max $Q_d = 34.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ (Tiefe = 4.79 m)
Zugehörige Werte: $N_d = 3.1 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max $N_d = 3.1 \text{ kN/m}$ (Tiefe = 4.79 m)
Zugehörige Werte: $Q_d = 34.4 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max $w_k = 0.5 \text{ mm}$ (Tiefe = 8.15 m)
Zugehörige Werte: $N_d = 0.0 \text{ kN/m}$; $Q_d = 0.0 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %
Einbindetiefe $t_g = 2.94 \text{ m}$
Profillänge = 3.85 m

Nachweis Summe V
Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
Bedingung: $G_k + P_{v,k} + E_{av,k} + 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_C) \geq (B_{h,k} - 0.5 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p)$
 $G_k = 4.26 \text{ kN/m}$
 $P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$
 $E_{av,k} = 2.05 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 5.64 \text{ kN/m}$)
 $C_{h,k} = 27.35 \text{ kN/m}$
 $B_{v,k} = -8.11 \text{ kN/m}$
 $\delta_p [^\circ] = -8.1$
 $\delta_C [^\circ] = 10.0$
Summe $V_k = 2.56 \text{ kN/m}$ (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit
Nachweis mit Bemessungsgrößen
 $(Q_{g,k} + B_{v,k} - 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_p)) / \gamma_P \geq P_{v,d} + E_{av,d} + G_d + 0.5 \cdot C_{h,d} \cdot \tan(\delta_C)$
($Q_{g,k}$ = Druckkraft infolge Mantelreibung und Spitzendruck)
(Mantelreibung nur unterhalb des rechnerischen Fußpunktes)
 γ_P i.a. = 1.40
 $P_{v,d} = 0.00 \text{ kN/m}$

$E_{av,d} = 2.46 \text{ kN/m}$
 $G_d = 5.11 \text{ kN/m}$
 $C_{h,d} = 34.43 \text{ kN/m}$

Folgender Nachweis ist zu erbringen:
 $(Q_{g,k} + 8.11 - 1.95) / \gamma_P \geq 10.61 \text{ kN/m}$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Hydraulische Grundbruchsicherheit
UK Schicht = 7.04
Gewicht = 1.60 kN/m^2
Strömungskraft = 0.21 kN/m^2
 $\gamma(\text{Gewicht}) = 0.95$
 $\gamma(\text{Strömungskraft}) = 1.45$
Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.204
 $= 0.204 = (1.45 \cdot 0.21) / (0.95 \cdot 1.60)$

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

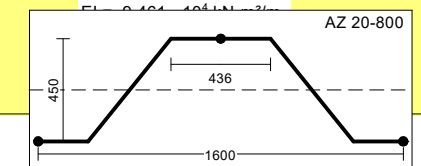
Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99
Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt
Faktor Verkehrslasten $f_Q = 1.300 / 1.200 = 1.083$
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma(R_v) = 1.300$
Berechnungsebene = 4.30 mNHN
Breite = 0.18 m
Gewicht G_k (einschließlich Verkehr) = 10.44 [kN/m]
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)
 $E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 3.04 \text{ [kN/m]}$
Kohäsionskraft $K_k = 0.00 \text{ [kN/m]}$
Grundbruchlast $R_{n,k} = 142.06 \text{ [kN/m]}$
Grundbruch mit:
Reibungswinkel $\varphi_k = 26.09 [^\circ]$
Kohäsion $c_k = 5.78 \text{ [kN/m}^2]$
 $N_d = 11.962 / N_b = 5.366 / N_c = 22.391$
 $\sigma_u = 52.847 \text{ [kN/m}^2]$
 $\mu_e = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.112$
 $\mu_e = [10.44 \cdot 1.20] / [(142.06 + 0.00 + 3.04) / 1.300] = 0.112$

BS: EAB/EAU: BS-A

mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.86$

$$W_{el} = 2000.00 \text{ cm}^3/\text{m} / I = 45050.0 \text{ cm}^4/\text{m}$$

Nachweis M_{Rd}



Anlage M2.2 S.1

Spundwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Hochwasserschutzwand

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 8.15 mNHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 7.24 mNHN

Grundwasserstand (rechts) = 7.85 mNHN

Grundwasserstand (links) = 7.24 mNHN

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: EAB/EAU: BS-A

$\gamma_G = 1.00$

$\gamma_Q = 1.00$

$\gamma_{Ep} = 1.20$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Krafränder

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
[-]	[mNHN]	[kN·m/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	7.85	0.00	0.00	0.00	-10.00	0.00	0.00
2	7.35	0.00	0.00	0.00	-15.00	0.00	0.00

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

$E_{ph,d} = 126.64 \text{ kN/m}$ ($E_{pv,d} = -17.97 \text{ kN/m}$)

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = $B_{h,d} / E_{ph,d} = 1.000$

$B_{h(g+q),d} = 126.64 \text{ kN/m}$

$B_{h,g,d} = 43.96 \text{ kN/m}$

$B_{h,q,d} = 82.68 \text{ kN/m}$

$B_{h,w,d} = 34.85 \text{ kN/m}$

Ersatzkräfte C_h (Blum)

$C_{h,k} = 70.66 \text{ kN/m}$

$C_{h,g,k} = 13.13 \text{ kN/m}$

$C_{h,q,k} = 57.53 \text{ kN/m}$

$C_{h,w,k} = 13.73 \text{ kN/m}$

Bodenkennwerte

Schicht	UK	γ_k	γ'_{k}	φ_k	c_k	$d(a)/\varphi$	$d(p)/\phi$
pas/akt	[mNHN]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[-]	[-]
1	7.04	18.00/ 0.00	8.00/ 0.00	30.00/ 0.00	0.00/ 0.00	0.000	0.667
2	0.40	18.00/18.00	8.00/ 8.00	30.00/30.00	0.00/ 0.00	-0.270	0.667
3	-1.30	19.00/19.00	11.00/11.00	35.00/35.00	0.00/ 0.00	-0.270	0.667
4	-13.00	20.00/20.00	10.00/10.00	22.50/22.50	10.00/10.00	-0.270	0.667

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$

Ersatzerddruck-Beiwert k_{ah} wird angewendet, wenn Kohäsion ≤ 0.0 .

Ersatzerddruck-Beiwert k_{ah} wird nur auf ständige Lasten angewendet.

bestimmt nach:

Schicht	UK	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	θ	$k_{agh}(40^\circ)$
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	7.04	1.000	2.000	0.000	0.00	37.76	0.179
2	0.40	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98	0.179
3	-1.30	0.224	0.813	35.000	23.34	58.94	0.179
4	-13.00	0.384	1.109	22.500	15.01	51.51	0.179

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
8.150	7.850	0.000	0.000	0.00	0.00
7.850	7.350	0.000	0.000	0.00	5.00
7.350	7.240	0.000	0.000	5.00	6.10
7.240	7.140	0.000	0.000	6.10	6.10
7.140	7.040	0.000	0.000	6.10	6.10
7.040	6.141	0.000	2.008	6.10	6.10
6.141	5.442	2.008	3.570	6.10	6.10
5.442	5.143	3.570	4.240	6.10	6.10
5.143	4.144	4.240	6.471	6.10	6.10
4.144	4.094	6.471	6.583	6.10	6.10
4.094	0.400	6.583	14.840	6.10	6.10
0.400	-1.300	11.920	16.116	6.10	6.10
-1.300	-13.000	16.477	61.390	6.10	6.10

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017 ger. GF

Schicht	UK	k_{pgh}	k_{pch}	φ_k	δ	θ
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	7.04	3.000	3.464	30.000	0.00	30.00
2	0.40	3.843	4.478	30.000	-8.10	24.56
3	-1.30	5.124	5.392	35.000	-9.45	21.66
4	-13.00	2.618	3.522	22.500	-6.08	28.86

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.20

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
7.35	7.24	0.00	0.00
7.24	7.14	0.00	-2.00
7.14	7.04	-2.00	-4.00
7.04	6.14	-5.12	-28.15
6.14	5.44	-28.15	-46.06
5.44	5.14	-46.06	-53.73
5.14	4.14	-53.73	-79.31
4.14	4.09	-79.31	-80.59
4.09	0.40	-80.59	-175.24
0.40	-1.30	-233.65	-313.49
-1.30	-13.00	-189.55	-444.83

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.15	0.0	0.0	0.0
7.85	-0.3	0.0	0.0
7.85	-0.3	-10.0	0.0
7.35	-0.9	-11.2	-5.2
7.35	-0.9	-26.3	-5.2
7.24	-1.0	-26.9	-8.1
7.14	-1.1	-27.4	-10.8
7.04	-1.2	-27.7	-13.6
6.14	-0.4	-19.1	-36.0
5.44	1.8	0.5	-43.2
5.14	3.1	12.4	-41.3
4.14	9.5	67.3	-3.4
4.09	9.9	70.7	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.15	0.0	0.0	0.0
7.85	-0.3	0.0	0.0

7.35	-0.9	-1.2	-0.2
7.24	-1.0	-1.9	-0.4
7.14	-1.1	-2.4	-0.6
7.04	-1.2	-2.9	-0.9
6.14	-1.8	-4.1	-4.4
5.44	-2.0	-1.4	-6.6
5.14	-2.0	0.8	-6.7
4.14	-1.8	12.4	-0.6
4.09	-1.8	13.1	0.0

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.15	0.0	0.0	0.0
7.85	-0.3	0.0	0.0
7.85	-0.3	-10.0	0.0
7.35	-0.9	-11.2	-5.2
7.35	-0.9	-26.2	-5.2
7.24	-1.0	-26.9	-8.1
7.14	-1.1	-27.4	-10.8
7.04	-1.2	-27.7	-13.6
6.14	-0.4	-19.1	-36.0
5.44	1.8	0.5	-43.2
5.14	3.1	12.4	-41.3
4.14	9.5	67.3	-3.4
4.09	9.9	70.7	0.0

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.15	0.0	0.0	0.0
7.85	-0.3	0.0	0.0
7.35	-0.9	-1.3	-0.2
7.24	-1.0	-1.9	-0.4
7.14	-1.1	-2.4	-0.6
7.04	-1.2	-2.9	-0.9
6.14	-1.8	-4.1	-4.4
5.44	-2.0	-1.4	-6.6
5.14	-2.0	0.8	-6.7
4.14	-1.8	12.4	-0.6
4.09	-1.8	13.1	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.15	0.0	0.0	0.0
7.85	0.0	0.0	0.0
7.85	0.0	-10.0	0.0
7.35	0.0	-10.0	-5.0
7.35	0.0	-25.0	-5.0
7.24	0.0	-25.0	-7.7
7.14	0.0	-24.9	-10.2
7.04	0.0	-24.7	-12.7
6.14	1.4	-15.0	-31.6
5.44	3.8	1.9	-36.6
5.14	5.2	11.6	-34.7
4.14	11.3	54.9	-2.8
4.09	11.7	57.5	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
8.15	0.0	0.0	0.0
7.85	0.0	0.0	0.0
7.35	0.0	-1.2	-0.2
7.24	0.0	-1.9	-0.4
7.14	0.0	-2.4	-0.6
7.04	0.0	-3.0	-0.9
6.14	0.6	-4.3	-4.6
5.44	1.6	-1.5	-6.8
5.14	2.2	0.8	-6.9
4.14	4.8	12.9	-0.7

4.09 4.9 13.7 0.0

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit EI = 9.461E+4 kN·m²/m

Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w
[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]
8.15	-2.5	8.10	-2.4	7.90	-2.2	7.85	-2.2	7.85	-2.2	7.80	-2.1	7.40	-1.7
7.35	-1.7	7.35	-1.7	7.29	-1.6	7.29	-1.6	7.24	-1.6	7.24	-1.6	7.19	-1.5
7.19	-1.5	7.14	-1.5	7.14	-1.5	7.09	-1.4	7.09	-1.4	7.04	-1.4	7.04	-1.4
6.99	-1.3	6.19	-0.7	6.14	-0.6	6.14	-0.6	6.09	-0.6	5.49	-0.2	5.44	-0.2
5.44	-0.2	5.39	-0.2	5.19	-0.1	5.14	-0.1	5.14	-0.1	5.09	-0.1	4.19	0.0
4.14	0.0	4.14	0.0	4.09	0.0								

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,[g+q],k: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 4.094 m

Bemessung nach EC 3 (el.-el.)

Bemessungssituation: max M,gq

M_{Ed} = 43.2 kN·m/m

V_{Ed} = 0.3 kN (50 % abgemindert)

N_{Ed} = 1.8 kN/m (Zug)

Profil: AZ 20-800 Stahlgüte: S 240 GP

Wasserdruckdifferenz = 0.61 m

b = 800.0 mm / b_f = 435.8 mm

t_f = 9.5 mm / t_w = 9.5 mm / A = 141.0 cm²/m

h = 450.0 mm / α = 51.8 °

W_{el} = 2000.00 cm³/m / I = 45050.0 cm⁴/m

γ_{M0} = 1.00 / γ_{M1} = 1.10

ε = 0.990 -> b_f / t_f / ε = 46.3

Querschnittsklasse: 3

f_{y,red} = 240.0 N/mm²

M_{c,Rd} = 480.0 kN·m/m

V_{pl,Rd} = 724.8 kN/m (μ = 0.000)

N_{pl,Rd} = 3384.0 kN/m (μ = 0.001)

Querkraft-Interaktion

V_{Ed} ≤ 0.5 · V_{pl,Rd} -> keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M_{Rd}

M_{c,Rd} = 480.0 kN·m/m

μ = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.090

N_{Ed} > 0.0 (Zug)

-> Kein Knicknachweis

max μ = 0.090

max M_d = 43.2 kN·m/m (Tiefe = 5.44 m)

Zugehörige Werte: N_d = 1.8 kN/m; Q_d = 0.5 kN/m; w_k = 0.2 mm

max Q_d = 70.7 kN·m/m (Tiefe = 4.09 m)

Zugehörige Werte: N_d = 9.9 kN/m; M_d = 0.0 kN·m/m; w_k = 0.0 mm

max N_d = 9.9 kN/m (Tiefe = 4.09 m)

Zugehörige Werte: Q_d = 70.7 kN/m; M_d = 0.0 kN·m/m; w_k = 0.0 mm

max w_k = 2.5 mm (Tiefe = 8.15 m)

Zugehörige Werte: N_d = 0.0 kN/m; Q_d = 0.0 kN/m; M_d = 0.0 kN·m/m

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %

Einbindetiefe t_g = 3.77 m

Profillänge = 4.68 m

Nachweis Summe V

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

Bedingung: G_k + P_{v,k} + E_{av,k} + 0.5 · C_{h,k} · tan(δ_C) ≥ (B_{h,k} - 0.5 · C_{h,k}) · tan(δ_p)

G_k = 5.19 kN/m

P_{v,k} = 0.00 kN/m

E_{av,k} = 3.53 kN/m (E_{ah,k} = 9.70 kN/m)

C_{h,k} = 70.66 kN/m

B_{v,k} = -17.93 kN/m

δ_p [°] = -8.1

$$\delta_c [^\circ] = 10.0$$

Summe $V_k = 2.03 \text{ kN/m}$ (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

Nachweis mit Bemessungsgrößen

$$(Q_{g,k} + B_{v,k} - 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_p)) / \gamma_P \geq P_{v,d} + E_{av,d} + G_d + 0.5 \cdot C_{h,d} \cdot \tan(\delta_c)$$

($Q_{g,k}$ = Druckkraft infolge Mantelreibung und Spitzendruck)

(Mantelreibung nur unterhalb des rechnerischen Fußpunktes)

$$\gamma_P \text{ i.a.} = 1.40$$

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

$$E_{av,d} = 3.53 \text{ kN/m}$$

$$G_d = 5.19 \text{ kN/m}$$

$$C_{h,d} = 70.66 \text{ kN/m}$$

Folgender Nachweis ist zu erbringen:

$$(Q_{g,k} + 17.93 - 5.03) / \gamma_P \geq 14.94 \text{ kN/m}$$

Horizontaler Wasserdruk herkömmlich bestimmt.

Hydraulische Grundbruchsicherheit

UK Schicht = 3.47

$$\text{Gewicht} = 30.20 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Strömungskraft} = 3.24 \text{ kN/m}^2$$

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

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

$$\text{Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch} = 0.164$$

$$= 0.164 = (1.45 \cdot 3.24) / (0.95 \cdot 30.20)$$

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

$$\text{Faktor Verkehrslasten } f_Q = 1.000 / 1.000 = 1.000$$

$$\text{Teilsicherheit (Grundbruch) } \gamma(R_v) = 1.200$$

$$\text{Berechnungsebene} = 3.47 \text{ mNHN}$$

$$\text{Breite} = 0.22 \text{ m}$$

$$\text{Gewicht } G_k \text{ (einschließlich Verkehr)} = 16.08 \text{ [kN/m]}$$

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.000)

$$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 5.20 \text{ [kN/m]}$$

$$\text{Kohäsionskraft } K_k = 0.00 \text{ [kN/m]}$$

$$\text{Grundbruchlast } R_{n,k} = 214.29 \text{ [kN/m]}$$

Grundbruch mit:

$$\text{Reibungswinkel } \varphi_k = 26.09 [^\circ]$$

$$\text{Kohäsion } c_k = 5.78 \text{ [kN/m}^2]$$

$$N_d = 11.962 / N_b = 5.366 / N_c = 22.391$$

$$\sigma_{\bar{u}} = 67.944 \text{ [kN/m}^2]$$

$$\text{mue} = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.088$$

$$\text{mue} = [16.08 \cdot 1.00] / [(214.29 + 0.00 + 5.20) / 1.200] = 0.088$$

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	0.00	0.00	0.00	Luft/Auffüllung
	0.00	0.00	10.00	Luft/Auffüllung (GW)
	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (GW)
	35.00	0.00	21.00	Sand (GW)
	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
	30.00	0.00	18.00	Luft/Auffüllung (GW) (pas)
	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (GW) (pas)
	35.00	0.00	21.00	Sand (GW) (pas)
	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)

10

5

0

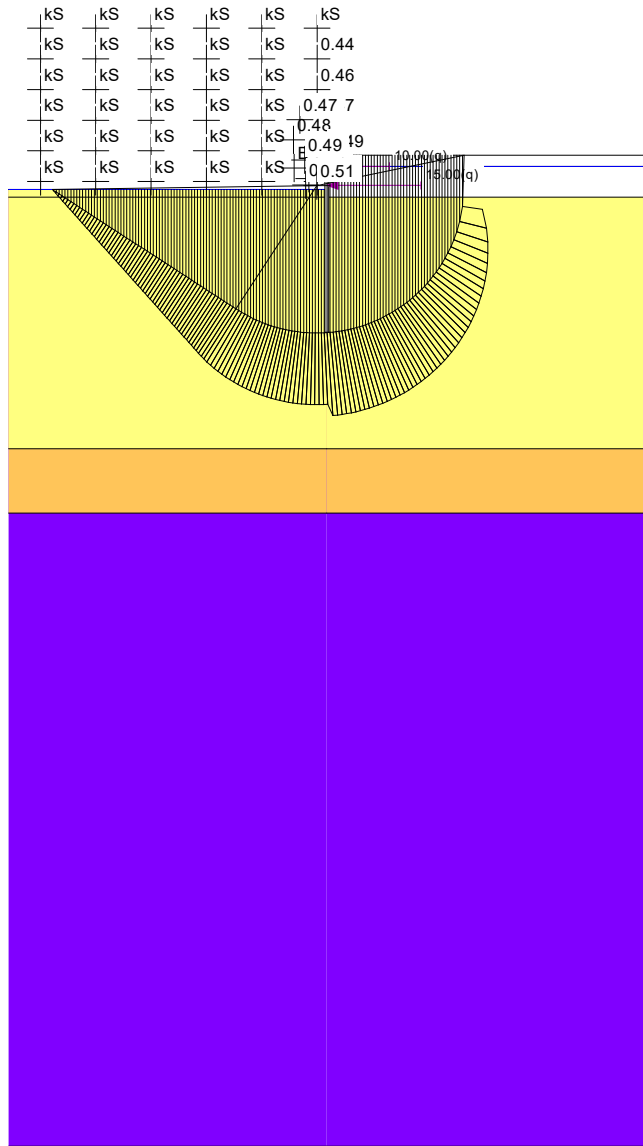
-5

-10

-15

Hochwasserschutzwand
Norm.: EC 7
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.51$
 $x_m = -0.26$ m $y_m = 7.34$ m
R = 3.89 m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi) = 1.25$
- $\gamma(c') = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$

- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050



**Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen**

Hochwasserschutzwand

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

γ [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

x_m, y_m [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes

rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- $\gamma_m(\varphi) = 1.25$

- $\gamma_m(c') = 1.25$

- $\gamma_m(c_u) = 1.25$

- $\gamma_m(\text{Wichten}) = 1.00$

- $\gamma_m(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

- $\gamma_m(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-8.392	7.240	2	-0.002	7.240	3	-0.001	8.150	4	8.392	8.150

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft/Auffüllung
2	0.00	0.00	10.00	Luft/Auffüllung (GW)
3	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (GW)
4	35.00	0.00	21.00	Sand (GW)
5	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
6	30.00	0.00	18.00	Luft/Auffüllung (GW) (pas)
7	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (GW) (pas)
8	35.00	0.00	21.00	Sand (GW) (pas)
9	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	0.00	0.00	0.00	Luft/Auffüllung
2	0.00	0.00	10.00	Luft/Auffüllung (GW)
3	24.79	0.00	18.00	Auffüllung (GW)
4	29.26	0.00	21.00	Sand (GW)
5	18.33	8.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)
6	24.79	0.00	18.00	Luft/Auffüllung (GW) (pas)
7	24.79	0.00	18.00	Auffüllung (GW) (pas)
8	29.26	0.00	21.00	Sand (GW) (pas)
9	18.33	8.00	20.00	Lauenburger Ton (GW) (pas)

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	-8.392	7.040	0.000	7.040	6
2	-8.392	0.400	0.000	0.400	7
3	-8.392	-1.300	0.000	-1.300	8
4	-8.392	-18.000	0.000	-18.000	9
5	0.000	7.850	8.392	7.850	1
6	0.000	7.040	8.392	7.040	2
7	0.000	0.400	8.392	0.400	3
8	0.000	-1.300	8.392	-1.300	4
9	0.000	-18.000	8.392	-18.000	5

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-8.392	7.240	2	0.000	7.240	3	0.001	7.850	4	8.392	7.850

Einzelkräfte / Einzelmomente

Nr.	H-Kraft	V-Kraft	Moment	x	y	
[-]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[m]	[m]	
1	-10.00	0.00	0.00	0.00	7.85	(Verkehrslast)
2	-15.00	0.00	0.00	0.00	7.35	(Verkehrslast)

Bauteil 1

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	-0.05	8.15
2	-0.05	3.48
3	0.05	3.48
4	0.05	8.15

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 7.24

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 7.85

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 0.0000 3.4653

x / y (Ende): 0.0000 -17.0000

Anzahl Radien = 40

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	-7.5545	11.4975	Kein Schnitt mit Gelände								
2	-7.5545	10.6890	Kein Schnitt mit Gelände								
3	-7.5545	9.8805	Kein Schnitt mit Gelände								
4	-7.5545	9.0721	Kein Schnitt mit Gelände								
5	-7.5545	8.2636	Kein Schnitt mit Gelände								
6	-7.5545	7.4551	Kein Schnitt mit Gelände								
7	-6.0949	11.4975	Kein Schnitt mit Gelände								
8	-6.0949	10.6890	Kein Schnitt mit Gelände								
9	-6.0949	9.8805	Kein Schnitt mit Gelände								
10	-6.0949	9.0721	Kein Schnitt mit Gelände								
11	-6.0949	8.2636	Kein Schnitt mit Gelände								
12	-6.0949	7.4551	Kein Schnitt mit Gelände								
13	-4.6354	11.4975	Kein Schnitt mit Gelände								
14	-4.6354	10.6890	Kein Schnitt mit Gelände								
15	-4.6354	9.8805	Kein Schnitt mit Gelände								
16	-4.6354	9.0721	Kein Schnitt mit Gelände								
17	-4.6354	8.2636	Kein Schnitt mit Gelände								
18	-4.6354	7.4551	Kein Schnitt mit Gelände								
19	-3.1759	11.4975	Kein Schnitt mit Gelände								
20	-3.1759	10.6890	Kein Schnitt mit Gelände								
21	-3.1759	9.8805	Kein Schnitt mit Gelände								
22	-3.1759	9.0721	Kein Schnitt mit Gelände								
23	-3.1759	8.2636	Kein Schnitt mit Gelände								
24	-3.1759	7.4551	Kein Schnitt mit Gelände								
25	-1.7163	11.4975	Kein Schnitt mit Gelände								
26	-1.7163	10.6890	Kein Schnitt mit Gelände								
27	-1.7163	9.8805	Kein Schnitt mit Gelände								
28	-1.7163	9.0721	Kein Schnitt mit Gelände								
29	-1.7163	8.2636	Kein Schnitt mit Gelände								
30	-1.7163	7.4551	Kein Schnitt mit Gelände								
31	-0.2568	11.4975	Kein Schnitt mit Gelände								
32	-0.2568	10.6890	7.2282	113	0.4370	408.688	935.116	935.1	0.0	306.7	102.0
33	-0.2568	9.8805	6.4204	116	0.4555	348.429	765.014	765.0	0.0	272.7	75.7
34	-0.2568	9.0721	5.6126	121	0.4737	284.880	601.429	601.4	0.0	235.4	49.5
35	-0.2568	8.2636	4.8051	127	0.4910	218.610	445.223	445.2	0.0	195.4	23.2
36	-0.2568	7.4551	3.9981	138	0.5087	150.760	296.359	296.4	0.0	152.7	-1.9
37	-0.8567	7.8104	Gleitkörper schneidet Bauteil								
38	-0.8780	8.5538	5.1636	125	0.4830	254.272	526.417	526.4	0.0	221.7	32.6
39	-0.7081	9.0847	5.6638	121	0.4707	292.235	620.828	620.8	0.0	242.4	49.9
40	-0.0072	8.1290	4.6637	129	0.4933	205.766	417.144	417.1	0.0	186.9	18.8
41	-0.5806	8.0228	4.5943	130	0.4921	201.648	409.786	409.8	0.0	186.3	15.4

42	-0.4744	7.5343	4.0966	137	0.5061	159.915	315.949	315.9	0.0	159.5	0.4
43	-0.5594	7.3644	3.9390	140	0.5089	146.589	288.035	288.0	0.0	151.2	-4.6
44	-0.2621	7.3432	3.8867	140	0.5109	141.211	276.412	276.4	0.0	146.4	-5.2

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
44	-0.2621	7.3432	3.8867	140	0.5109	141.211	276.412	276.4	0.0	146.4	-5.2

Verfasser:	INROS LACKNER SE, Bremen	Linzer Str. 3, 28359 Bremen Tel.: 0421 / 65 84 10 Fax: 0421 / 65 84 110	Projekt Nr.: 2013-0281
Bearbeiter:	M. Sc. Hauke Clausen		
Bauwerk:	Hochwasserschutz Bremen-Vegesack, Abschnitt C und D		Datum: 13.12.2022

Anlage N: Abschnitt D Teilbereich X, Schnitt 15

N.1 Bemessung der Stemmtore (REFEM)

N.1.1 Aktuelle Bestickhöhe NHN + 7,90 m

N.1.2 Zukünftige Bestickhöhe NHN + 8,15 m

N.2 Nachweis der äußeren Standsicherheit (GGU-FOOTING)

N.3 Nachweis gegen Geländebruch (GGU-STABILITY)

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Anlagen



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore
BW NHN +7,60 m

Datum: 05.08.2022

STATISCHE BERECHNUNG

BAUVORHABEN

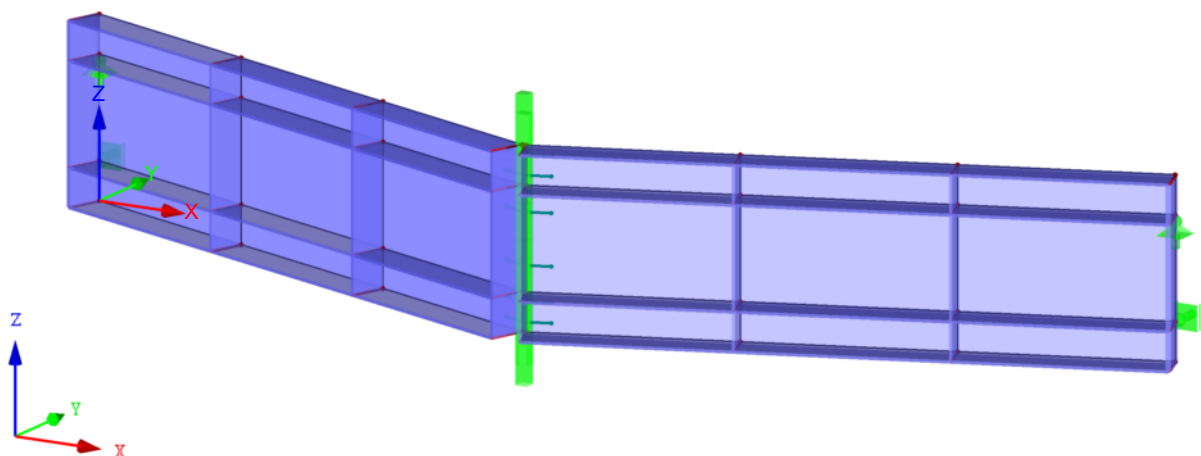
**Erhöhung des Landschaftsdeiches
in Bremen-Vegesack**

BAUHERR

**Bremischer Deichverband
am rechten Weserufer**

ERSTELLER

Isometrie



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



MODELL

Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore
BW NHN +7,60 m

Datum: 05.08.2022

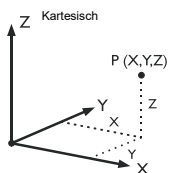
MODELL-BASISANGABEN

	Allgemein	Modellname	:	Deichschart_Abschnitt_BW +7,60
		Modelltyp	:	3D
		Positive Richtung der globalen Z-Achse	:	Nach oben
		Klassifizierung der Lastfälle und Kombinationen	:	Nach Norm: EN 1990 Nationaler Anhang: DIN - Deutschland
	Optionen	☐ RF-Formfindung - Ermittlung von initialen Gleichgewichtsformen für Membran- und Seilkonstruktionen		
		☐ RF-ZUSCHNITT		
		☐ Rohrleitungsanalyse		
		☐ CQC-Regel anwenden		
		☐ CAD/BIM-Modell ermöglichen		
		Erdbeschleunigung g	:	10.00 m/s ²

FE-NETZ-EINSTELLUNGEN

	Allgemein	Angestrebte Länge der Finiten Elemente	l_{FE}	:	0.100 m
		Maximaler Abstand zwischen Knoten und Linie um in die Linie zu integrieren	ϵ	:	0.001 m
		Maximale Anzahl der FE-Netz-Knoten (in Tausenden)		:	500
	Stäbe	Anzahl Teilungen von Stäben mit Seil, Bettung, Voute oder plastischer Charakteristik		:	10
		☒ Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem intern teilen			
		☒ Teilung auch für gerade Stäbe,		:	Angestrebte Länge LFE der Finiten Elemente
		die nicht in Flächen integriert sind, verwenden mit Mindestanzahl der Stäbeteilungen:		:	2
		☒ Teilung der Stäbe durch den Knoten, der auf den Stäben liegt			
	Flächen	Maximales Verhältnis der FE-Viereck-Diagonalen	Δ_D	:	1.800
		Maximale Neigung von zwei Finiten Elementen aus der Ebene	α	:	0.50 °
		Form der Finiten Elemente:		:	Drei- und Vierecke
					☒ Gleiche Quadrate generieren, wo möglich

1.1 KNOTEN



Knoten Nr.	Knotentyp	Bezugs-Knoten	Koordinaten-System	Knotenkoordinaten			Kommentar
				X [m]	Y [m]	Z [m]	
1	Standard	-	Kartesisch	0.000	0.000	0.000	
2	Standard	-	Kartesisch	0.000	0.000	0.150	
3	Standard	-	Kartesisch	0.000	0.000	0.550	
4	Standard	-	Kartesisch	0.000	0.000	0.700	
5	Standard	-	Kartesisch	0.752	-0.274	0.000	
6	Standard	-	Kartesisch	0.752	-0.274	0.150	
7	Standard	-	Kartesisch	0.752	-0.274	0.550	
8	Standard	-	Kartesisch	0.752	-0.274	0.700	
9	Standard	-	Kartesisch	1.503	-0.548	0.000	
10	Standard	-	Kartesisch	1.503	-0.548	0.150	
11	Standard	-	Kartesisch	1.503	-0.548	0.550	
12	Standard	-	Kartesisch	1.503	-0.548	0.700	
13	Standard	-	Kartesisch	2.241	-0.817	0.000	
14	Standard	-	Kartesisch	2.241	-0.817	0.150	
15	Standard	-	Kartesisch	2.241	-0.817	0.550	
16	Standard	-	Kartesisch	2.241	-0.817	0.700	
17	Standard	-	Kartesisch	2.250	-0.820	0.000	
18	Standard	-	Kartesisch	2.250	-0.820	0.150	
19	Standard	-	Kartesisch	2.250	-0.820	0.550	
20	Standard	-	Kartesisch	2.250	-0.820	0.700	
21	Standard	-	Kartesisch	2.259	-0.817	0.000	
22	Standard	-	Kartesisch	2.259	-0.817	0.150	
23	Standard	-	Kartesisch	2.259	-0.817	0.550	
24	Standard	-	Kartesisch	2.259	-0.817	0.700	
25	Standard	-	Kartesisch	2.997	-0.548	0.000	
26	Standard	-	Kartesisch	2.997	-0.548	0.150	
27	Standard	-	Kartesisch	2.997	-0.548	0.550	
28	Standard	-	Kartesisch	2.997	-0.548	0.700	
29	Standard	-	Kartesisch	3.748	-0.274	0.000	
30	Standard	-	Kartesisch	3.748	-0.274	0.150	
31	Standard	-	Kartesisch	3.748	-0.274	0.550	
32	Standard	-	Kartesisch	3.748	-0.274	0.700	
33	Standard	-	Kartesisch	4.500	0.000	0.000	
34	Standard	-	Kartesisch	4.500	0.000	0.150	
35	Standard	-	Kartesisch	4.500	0.000	0.550	
36	Standard	-	Kartesisch	4.500	0.000	0.700	



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,60 m

1.2 LINIEN

Linie Nr.	Linientyp	Knoten Nr.	Linienlänge L [m]		Kommentar
1	Polylinie	1,2	0.150	Z	
2	Polylinie	2,3	0.400	Z	
3	Polylinie	3,4	0.150	Z	
4	Polylinie	1,5	0.800	XY	
5	Polylinie	2,6	0.800	XY	
6	Polylinie	3,7	0.800	XY	
7	Polylinie	4,8	0.800	XY	
8	Polylinie	5,6	0.150	Z	
9	Polylinie	6,7	0.400	Z	
10	Polylinie	7,8	0.150	Z	
11	Polylinie	5,9	0.799	XY	
12	Polylinie	6,10	0.799	XY	
13	Polylinie	7,11	0.799	XY	
14	Polylinie	8,12	0.799	XY	
15	Polylinie	9,10	0.150	Z	
16	Polylinie	10,11	0.400	Z	
17	Polylinie	11,12	0.150	Z	
18	Polylinie	9,13	0.785	XY	
19	Polylinie	10,14	0.785	XY	
20	Polylinie	11,15	0.785	XY	
21	Polylinie	12,16	0.785	XY	
22	Polylinie	13,14	0.150	Z	
23	Polylinie	14,15	0.400	Z	
24	Polylinie	15,16	0.150	Z	
25	Polylinie	13,17	0.009	XY	
26	Polylinie	14,18	0.009	XY	
27	Polylinie	15,19	0.009	XY	
28	Polylinie	16,20	0.009	XY	
29	Polylinie	17,18	0.150	Z	
30	Polylinie	18,19	0.400	Z	
31	Polylinie	19,20	0.150	Z	
32	Polylinie	17,21	0.009	XY	
33	Polylinie	18,22	0.009	XY	
34	Polylinie	19,23	0.009	XY	
35	Polylinie	20,24	0.009	XY	
36	Polylinie	21,22	0.150	Z	
37	Polylinie	22,23	0.400	Z	
38	Polylinie	23,24	0.150	Z	
39	Polylinie	21,25	0.785	XY	
40	Polylinie	22,26	0.785	XY	
41	Polylinie	23,27	0.785	XY	
42	Polylinie	24,28	0.785	XY	
43	Polylinie	25,26	0.150	Z	
44	Polylinie	26,27	0.400	Z	
45	Polylinie	27,28	0.150	Z	
46	Polylinie	25,29	0.799	XY	
47	Polylinie	26,30	0.799	XY	
48	Polylinie	27,31	0.799	XY	
49	Polylinie	28,32	0.799	XY	
50	Polylinie	29,30	0.150	Z	
51	Polylinie	30,31	0.400	Z	
52	Polylinie	31,32	0.150	Z	
53	Polylinie	29,33	0.800	XY	
54	Polylinie	30,34	0.800	XY	
55	Polylinie	31,35	0.800	XY	
56	Polylinie	32,36	0.800	XY	
57	Polylinie	33,34	0.150	Z	
58	Polylinie	34,35	0.400	Z	
59	Polylinie	35,36	0.150	Z	

1.3 MATERIALIEN

Mat. Nr.	Modul E [kN/cm ²]	Modul G [kN/cm ²]	Querdehnzahl ν [-]	Spez. Gewicht γ [kN/m ³]	Wärmedehnz. α [1/°C]	Teilsich.-Beiwert γ_M [-]	Material-Modell
1	Baustahl S 235 DIN EN 1993-1-1:2010-12 21000.00	8076.92	0.300	78.50	1.20E-05	1.00	Isotrop linear elastisch

1.4 FLÄCHEN

Fläche Nr.	Flächentyp Geometrie	Steifigkeit	Begrenzungslinien Nr.	Mat. Nr.	Dicke Typ	d [mm]	Fläche A [m ²]	Gewicht G [kg]
1	Eben	Standard	1-3,7,14,21,28,31-29, 25,18,11,4	1	Konstant	12.0	1.676	157.91
2	Eben	Standard	29-31,35,42,49,56, 59-57,53,46,39,32	1	Konstant	12.0	1.676	157.91

1.4.2 FLÄCHEN - INTEGRIERTE OBJEKTE

Fläche Nr.	Knoten	Integrierte Objekte Nr. Linien	Öffnungen	Kommentar
1		5,6,8-10,12,13,15-17,19,20,22-24,26, 27		Gesehen
2		33,34,36-38,40,41,43-45,47,48,50-52, 54,55		Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore
BW NHN +7,60 m

Datum: 05.08.2022

■ 1.7 KNOTENLAGER

Lager Nr.	Knoten Nr.	Achsensystem	Stütze in Z	Lagerung bzw. Feder					
				u_x	u_y	u_z	φ_x	φ_y	φ_z
1	2	Benutzerdefiniertes X', Y', Z'	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐
2	3	Benutzerdefiniertes X', Y', Z'	☐	☒	☒	☒	☐	☐	☐
3	34	Benutzerdefiniertes X', Y', Z'	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐
4	35	Benutzerdefiniertes X', Y', Z'	☐	☒	☒	☒	☐	☐	☐

■ 1.7.10 KNOTENLAGER - BENUTZERDEFINIERTES ACHSENSYSTEM

Lager Nr.	Richtungs- typ:	Folge	Verdrehung [°]			Koordinaten- system	1. A Knoten Nr.	Knoten Nr.	2. A Knoten Nr.	Bezugs Knoten	Stab/Linie Nr.
			um X	um Y	um Z						
1	Gedreht	ZYX	0.00	0.00	270.00						
2	Gedreht	ZYX	0.00	0.00	270.00						
3	Gedreht	ZYX	0.00	0.00	90.00						
4	Gedreht	ZYX	0.00	0.00	90.00						

■ 1.8 LINIENLAGER

Lager Nr.	Linien Nr.	Bezugs- system	Drehung β [°]	Wand in Z	Feste Stützung bzw. Einspannung					
					u_x	u_y	u_z	φ_x	φ_y	φ_z
1	29-31	Global		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒

■ 1.10 LINIENGELLENKE

Gelenk Nr.	Linie Nr.	Fläche Nr.	Seite	Axial/Quer-Gelenk [kN/m²]			Momentengelenk [kNm/rad/m]		
				u_x	u_y	u_z	φ_x	φ_y	φ_z
1	29	1	-	☐	☐	☐	☒	☐	☐
2	29	2	-	☐	☐	☐	☒	☐	☐
3	30	1	-	☐	☐	☐	☒	☐	☐
4	30	2	-	☐	☐	☐	☒	☐	☐
5	31	1	-	☐	☐	☐	☒	☐	☐
6	31	2	-	☐	☐	☐	☒	☐	☐

■ 1.13 QUERSCHNITTE

Quers. Nr.	Mater. Nr.	I_T [cm⁴]	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	Hauptachsen α [°]	Drehung α' [°]	Gesamtabmessungen [mm]	
		A [cm²]	A_y [cm²]	A_z [cm²]			Breite b	Höhe h
1	Flachstahl 12/140							
	1	7.63 16.80	274.40 14.00	2.02 14.00	0.00	0.00	12.0	140.0
3	Flachstahl 20/140							
	1	33.97 28.00	457.33 23.33	9.33 23.33	0.00	0.00	20.0	140.0

■ 1.17 STÄBE

Stab Nr.	Linie Nr.	Stabtyp	Drehung		Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
			Typ	β [°]	Anfang	Ende	Anfang	Ende				
1	1	Rippe	Winkel	249.98	3	3	-	-	-	-	0.150	Z
2	2	Rippe	Winkel	249.98	3	3	-	-	-	-	0.400	Z
3	3	Rippe	Winkel	249.98	3	3	-	-	-	-	0.150	Z
4	4	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-	-	-	0.800	XY
5	5	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-	-	-	0.800	XY
6	6	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-	-	-	0.800	XY
7	7	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-	-	-	0.800	XY
8	8	Rippe	Winkel	249.98	1	1	-	-	-	-	0.150	Z
9	9	Rippe	Winkel	249.98	1	1	-	-	-	-	0.400	Z
10	10	Rippe	Winkel	249.98	1	1	-	-	-	-	0.150	Z
11	11	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-	-	-	0.799	XY
12	12	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-	-	-	0.799	XY
13	13	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-	-	-	0.799	XY
14	14	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-	-	-	0.799	XY
15	15	Rippe	Winkel	249.98	1	1	-	-	-	-	0.150	Z
16	16	Rippe	Winkel	249.98	1	1	-	-	-	-	0.400	Z
17	17	Rippe	Winkel	249.98	1	1	-	-	-	-	0.150	Z
18	18	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-	-	-	0.785	XY
19	19	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-	-	-	0.785	XY
20	20	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-	-	-	0.785	XY
21	21	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-	-	-	0.785	XY
22	22	Rippe	Winkel	249.98	1	1	-	-	-	-	0.150	Z
23	23	Rippe	Winkel	249.98	1	1	-	-	-	-	0.400	Z
24	24	Rippe	Winkel	249.98	1	1	-	-	-	-	0.150	Z
25	36	Rippe	Winkel	110.02	1	1	-	-	-	-	0.150	Z
26	37	Rippe	Winkel	110.02	1	1	-	-	-	-	0.400	Z
27	38	Rippe	Winkel	110.02	1	1	-	-	-	-	0.150	Z
28	39	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.785	XY
29	40	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.785	XY
30	41	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.785	XY
31	42	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.785	XY
32	43	Rippe	Winkel	110.02	1	1	-	-	-	-	0.150	Z
33	44	Rippe	Winkel	110.02	1	1	-	-	-	-	0.400	Z
34	45	Rippe	Winkel	110.02	1	1	-	-	-	-	0.150	Z
35	46	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.799	XY
36	47	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.799	XY



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmto

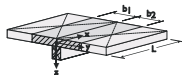
Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,60 m

1.17 STÄBE

Stab Nr.	Linie Nr.	Stabtyp	Drehung		Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
			Typ	β [°]	Anfang	Ende	Anfang	Ende				
37	48	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-		-	0.799	XY
38	49	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-		-	0.799	XY
39	50	Rippe	Winkel	110.02	1	1	-	-		-	0.150	Z
40	51	Rippe	Winkel	110.02	1	1	-	-		-	0.400	Z
41	52	Rippe	Winkel	110.02	1	1	-	-		-	0.150	Z
42	53	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-		-	0.800	XY
43	54	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-		-	0.800	XY
44	55	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-		-	0.800	XY
45	56	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-		-	0.800	XY
46	57	Rippe	Winkel	110.02	3	3	-	-		-	0.150	Z
47	58	Rippe	Winkel	110.02	3	3	-	-		-	0.400	Z
48	59	Rippe	Winkel	110.02	3	3	-	-		-	0.150	Z

1.18 RIPPEN



Stab Nr.	Lage der Rippe	Mitwirkende Breite - Seite 1		Mitwirkende Breite - Seite 2		Kommentar
		Fläche Nr.	b_1 [m]	Fläche Nr.	b_2 [m]	
1	Am -z-Rand	1	0.025		0.000	
2	Am -z-Rand	1	0.066		0.000	
3	Am -z-Rand	1	0.025		0.000	
4	Am -z-Rand	1	0.133		0.000	
5	Am -z-Rand	1	0.133		0.000	
6	Am -z-Rand	1	0.133		0.000	
7	Am -z-Rand	1	0.133		0.000	
8	Am -z-Rand	1	0.025		0.000	
9	Am -z-Rand	1	0.066		0.000	
10	Am -z-Rand	1	0.025		0.000	
11	Am -z-Rand	1	0.133		0.000	
12	Am -z-Rand	1	0.133		0.000	
13	Am -z-Rand	1	0.133		0.000	
14	Am -z-Rand	1	0.133		0.000	
15	Am -z-Rand	1	0.025		0.000	
16	Am -z-Rand	1	0.066		0.000	
17	Am -z-Rand	1	0.025		0.000	
18	Am -z-Rand	1	0.131		0.000	
19	Am -z-Rand	1	0.131		0.000	
20	Am -z-Rand	1	0.131		0.000	
21	Am -z-Rand	1	0.131		0.000	
22	Am -z-Rand	1	0.025		0.000	
23	Am -z-Rand	1	0.066		0.000	
24	Am -z-Rand	1	0.025		0.000	
25	Am +z-Rand	2	0.025		0.000	
26	Am +z-Rand	2	0.066		0.000	
27	Am +z-Rand	2	0.025		0.000	
28	Am +z-Rand	2	0.131		0.000	
29	Am +z-Rand	2	0.131		0.000	
30	Am +z-Rand	2	0.131		0.000	
31	Am +z-Rand	2	0.131		0.000	
32	Am +z-Rand	2	0.025		0.000	
33	Am +z-Rand	2	0.066		0.000	
34	Am +z-Rand	2	0.025		0.000	
35	Am +z-Rand	2	0.133		0.000	
36	Am +z-Rand	2	0.133		0.000	
37	Am +z-Rand	2	0.133		0.000	
38	Am +z-Rand	2	0.133		0.000	
39	Am +z-Rand	2	0.025		0.000	
40	Am +z-Rand	2	0.066		0.000	
41	Am +z-Rand	2	0.025		0.000	
42	Am +z-Rand	2	0.133		0.000	
43	Am +z-Rand	2	0.133		0.000	
44	Am +z-Rand	2	0.133		0.000	
45	Am +z-Rand	2	0.133		0.000	
46	Am +z-Rand	2	0.025		0.000	
47	Am +z-Rand	2	0.066		0.000	
48	Am +z-Rand	2	0.025		0.000	



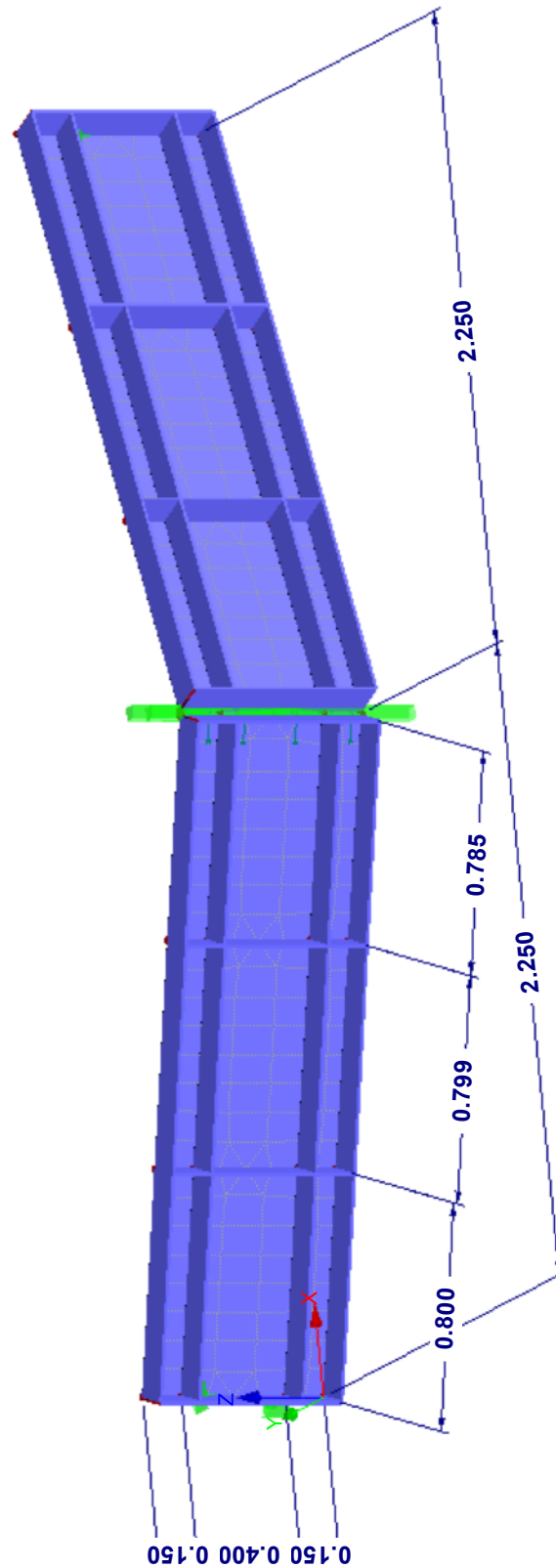
Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore
BW NHN +7,60 m

Datum: 05.08.2022

■ MODELL

Isometrie



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



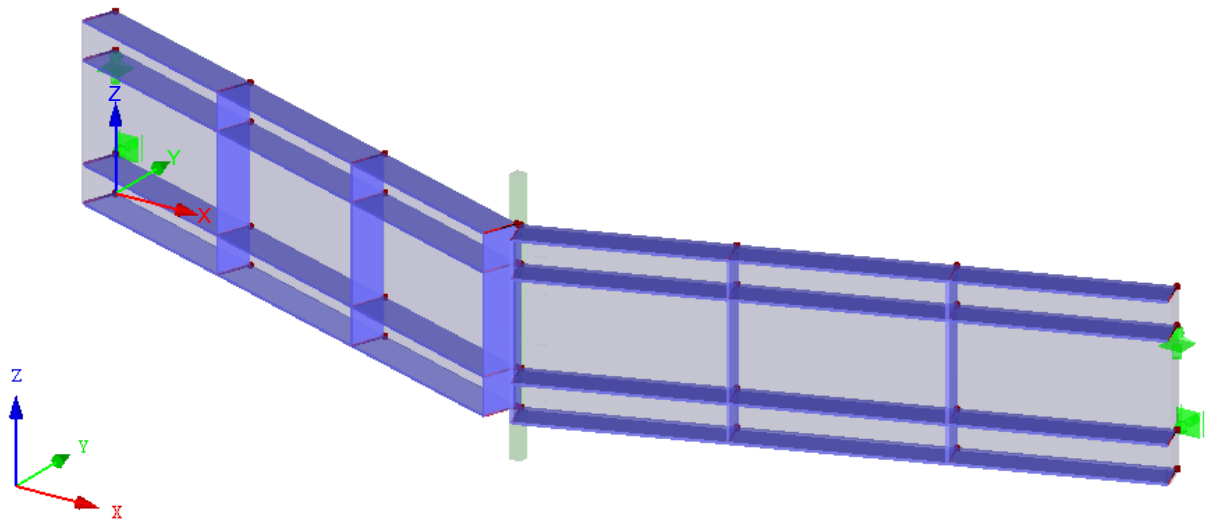
Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore
BW NHH +7,60 m

Datum: 05.08.2022

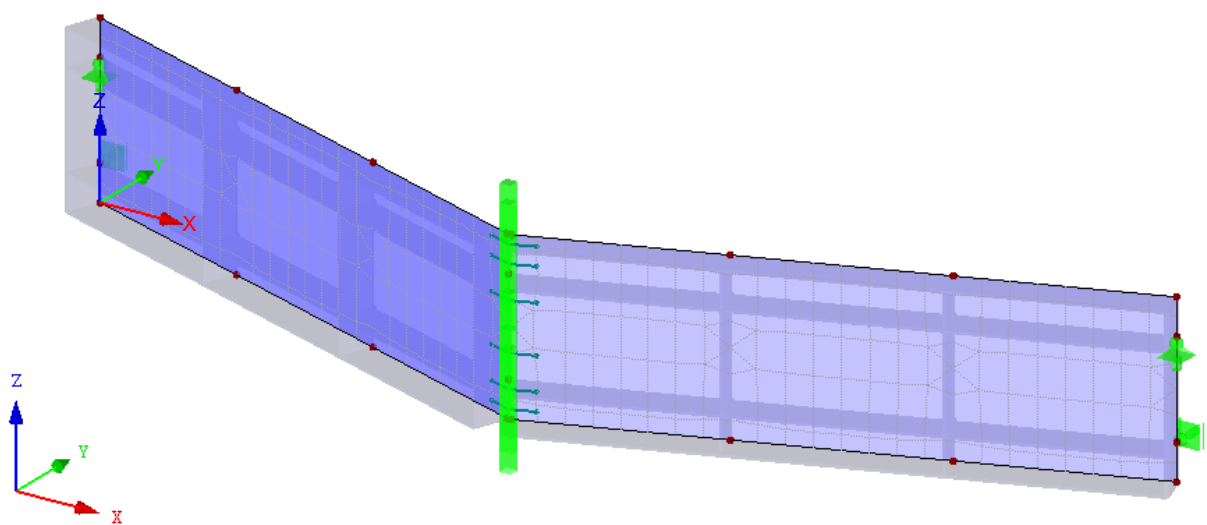
■ **FLACHSTAHL 12/140**

Isometrie



■ **STAUBLECH T = 12 MM**

Isometrie



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



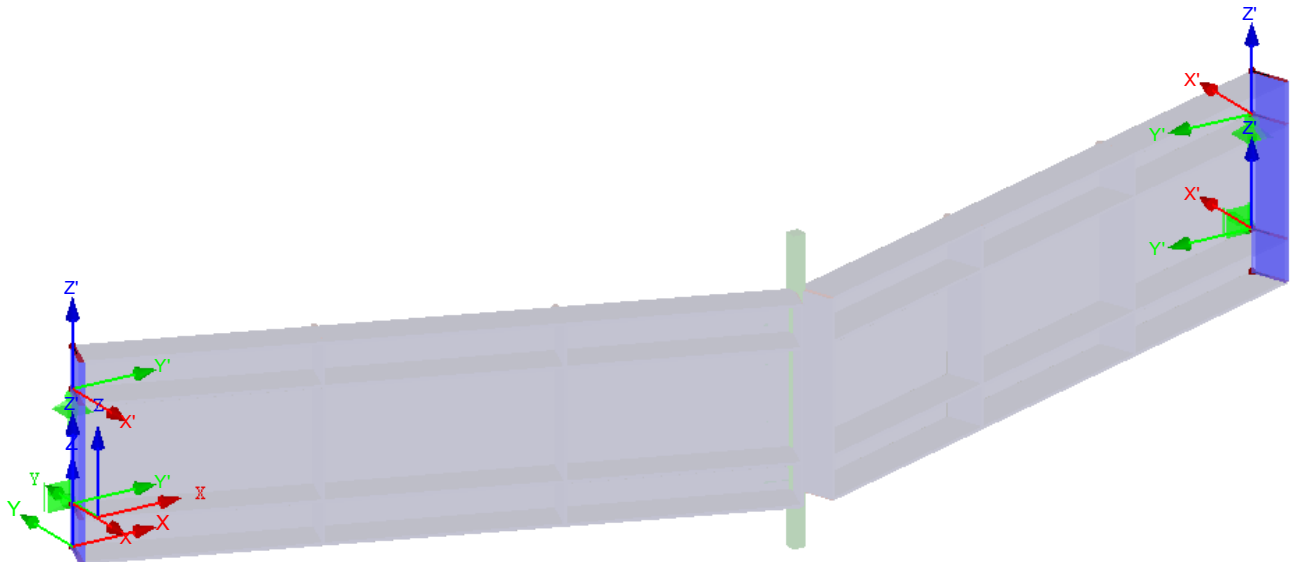
Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtope
BW NHH +7,60 m

Datum: 05.08.2022

■ **FLACHSTAHL 20/140**

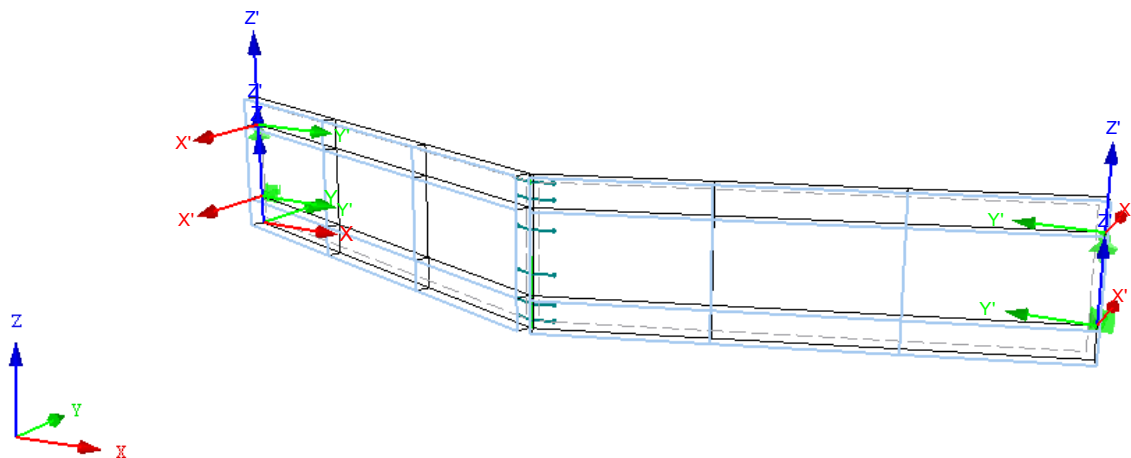
Isometrie



■ **MODELL**

Knotennummerierung

Perspektive



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,60 m

2.1 LASTFÄLLE

Lastfall	LF-Bezeichnung	EN 1990 DIN Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung			
			Aktiv	X	Y	Z
LF1	Eigengewicht	Ständig	☒	0.000	0.000	-1.000
LF2	Hochwasser	Nutzlasten - Kategorie F: Verkehrslasten - Fahrzeuglast ≤ 30 kN	☒	0.000	0.000	0.000
LF4	ganze Welle	Nutzlasten - Kategorie F: Verkehrslasten - Fahrzeuglast ≤ 30 kN	☐			
LF5	Treibgut mitte	Nutzlasten - Kategorie F: Verkehrslasten - Fahrzeuglast ≤ 30 kN	☐			
LF7	Treibgut Auflager	Nutzlasten - Kategorie F: Verkehrslasten - Fahrzeuglast ≤ 30 kN	☐			

2.1.1 LASTFÄLLE - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastfall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter	
		Berechnungstheorie	
LF1	Eigengewicht	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) : ☒ Stäbe (Faktor für GJ, E _I , E _{Iz} , EA, GA _y , GA _z)	
LF2	Hochwasser	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) : ☒ Stäbe (Faktor für GJ, E _I , E _{Iz} , EA, GA _y , GA _z)	
LF4	ganze Welle	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) : ☒ Stäbe (Faktor für GJ, E _I , E _{Iz} , EA, GA _y , GA _z)	
LF5	Treibgut mitte	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) : ☒ Stäbe (Faktor für GJ, E _I , E _{Iz} , EA, GA _y , GA _z)	
LF7	Treibgut Auflager	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) : ☒ Stäbe (Faktor für GJ, E _I , E _{Iz} , EA, GA _y , GA _z)	

2.5 LASTKOMBINATIONEN

Lastkombin.	Lastkombination		Nr.	Faktor	Lastfall	
	BS	Bezeichnung				
LK1		BS-A (TG mittig)	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Hochwasser
			3	1.00	LF4	ganze Welle
			4	1.00	LF5	Treibgut mitte
LK2		BS-A (TG Auflager)	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Hochwasser
			3	1.00	LF4	ganze Welle
			4	1.00	LF7	Treibgut Auflager
LK3		BS-A_ohne Treibgut	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Hochwasser
			3	1.00	LF4	ganze Welle

2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastkombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter	
		Berechnungstheorie	
LK1	BS-A (TG mittig)	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Optionen : ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: : ☒ Normalkräfte N : ☒ Querkkräfte V _y und V _z : ☒ Momente M _{xy} , M _z und M _T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : ☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ _M) : ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) : ☒ Stäbe (Faktor für GJ, E _I , E _{Iz} , EA, GA _y , GA _z)	
LK2	BS-A (TG Auflager)	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Optionen : ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: : ☒ Normalkräfte N : ☒ Querkkräfte V _y und V _z	



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,60 m

2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Last-kombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter	
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	☒ Momente M_y, M_z und M_T ☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) ☒ Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LK3	BS-A_ohne Treibgut	Berechnungstheorie	☒ Theorie I. Ordnung (linear) ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: ☒ Normalkräfte N ☒ Querkraften V_y und V_z ☒ Momente M_y, M_z und M_T
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) ☒ Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)

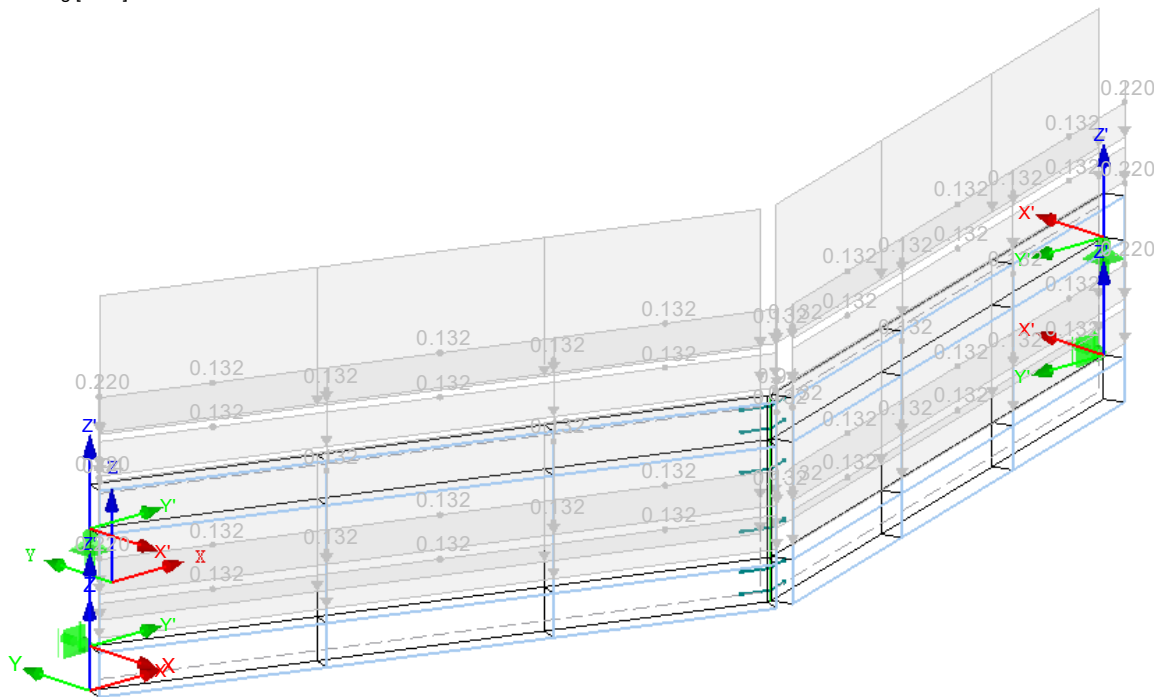
2.7 ERGEBNISKOMBINATIONEN

Ergebn.-kombin.	Bezeichnung	Belastung
EK1	BS-A	LK1 oder LK2

LF1: EIGENGEWICHT

LF1 : Eigengewicht
Belastung [kN/m]

Isometrie



LF2
Hochwasser

3.10 FREIE POLYGONLASTEN

LF2: Hochwasser

0.10 FREIET GEFÜHRENDEN								LP 2: Hochwasser		
Nr.	An Flächen Nr.	Projekt.	Last- verteilung	Last- Richtung	Lastparameter			Lastposition		
					Symbol	Wert	Einheit	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	1	XZ	Linear	z	p1	4.00	kN/m²	0.000	0.000	0.000
					p2	4.00	kN/m²	2.250	0.000	0.000
					p3	0.00	kN/m²	2.250	0.000	0.400
2	2	XZ	Linear	z				0.000	0.000	0.400
					p1	-4.00	kN/m²	2.250	0.000	0.000
					p2	-4.00	kN/m²	4.500	0.000	0.000
					p3	0.00	kN/m²	4.500	0.000	0.400
								2.250	0.000	0.400



Projekt: 2013-0282

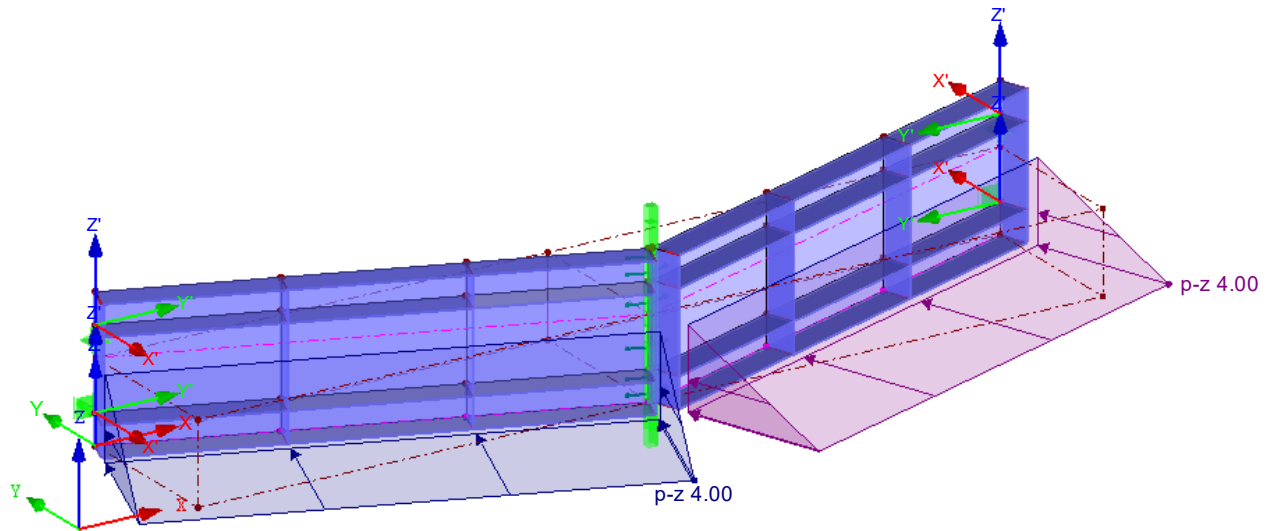
Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore
BW NHH +7,60 m

Datum: 05.08.2022

LF2: HOCHWASSER

LF2 : Hochwasser
Belastung [kN/m], [kN/m²]

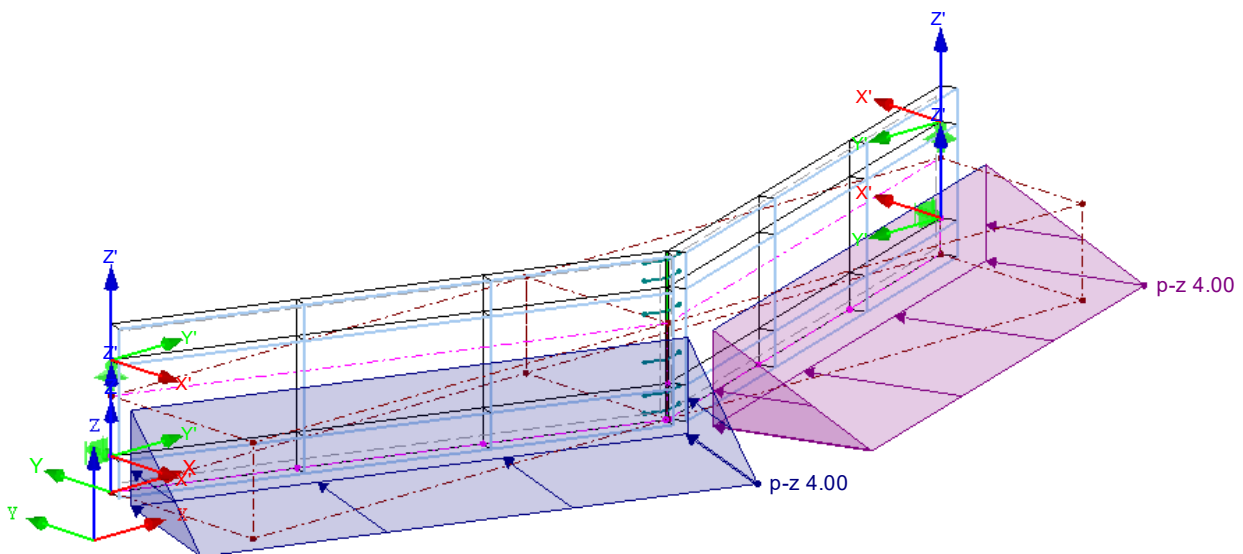
Isometrie



LF2: HOCHWASSER

LF2 : Hochwasser
Belastung [kN/m], [kN/m²]

Isometrie



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore
BW NHH +7,60 m

Datum: 05.08.2022

LF4
ganze Welle

3.2 STABLASTEN

LF4: ganze Welle

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Symbol	Lastparameter Wert	Einheit
1	Stäbe	4,11,18	Kraft	Konstant	z	Wahre Länge	p	15.000	kN/m
2	Stäbe	28,35,42	Kraft	Konstant	z	Wahre Länge	p	-15.000	kN/m

3.2/1 STABLASTEN - LASTAUSMITTE

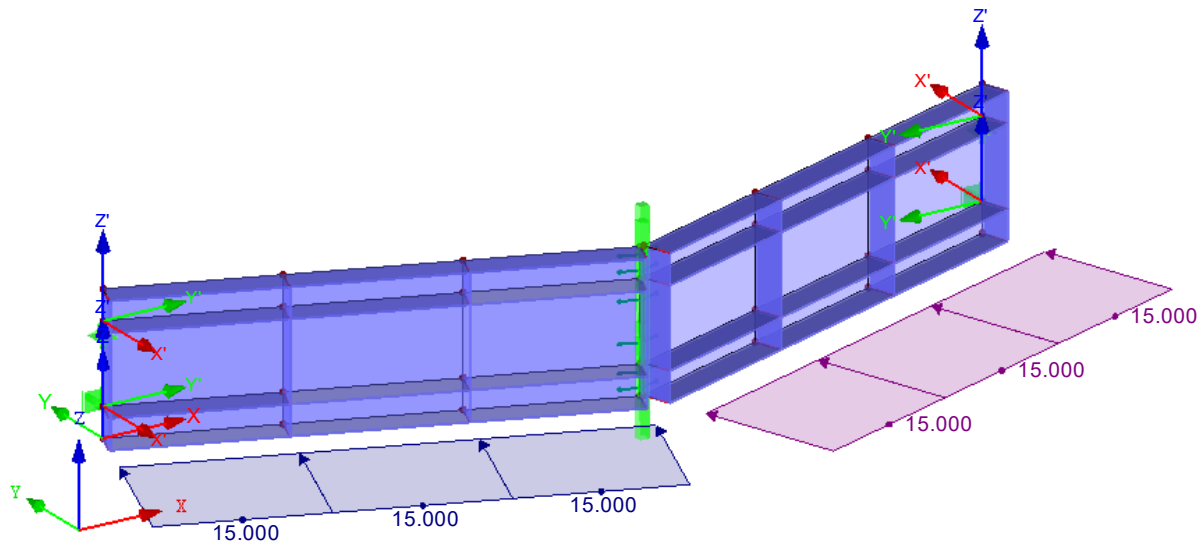
LF4: ganze Welle

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz Stabanfang		Absoluter Versatz Stabende		Relativer Versatz Stabanfang		Relativer Versatz Stabende	
			e _y [mm]	e _z [mm]	e _y [mm]	e _z [mm]	y-Achse	z-Achse	y-Achse	z-Achse
1	Stäbe	4,11,18	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
2	Stäbe	28,35,42	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte

LF4: GANZE WELLE

LF4 : ganze Welle
Belastung [kN/m]

Isometrie





Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

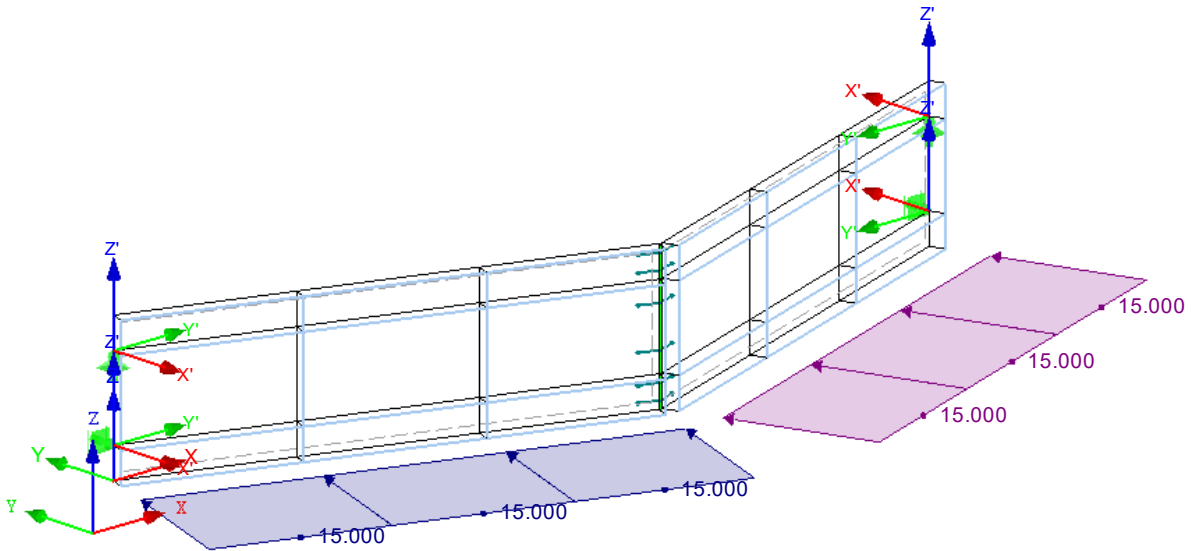
Datum: 05.08.2022

BW NHH +7,60 m

■ LF4: GANZE WELLE

LF4 : ganze Welle
Belastung [kN/m]

Isometrie



LF5
Treibgut mitte

■ 3.8 FREIE RECHTECKLASTEN

LF5: Treibgut mitte

Nr.	An Flächen Nr.	Projekt.	Last- verteilung	Last- Richtung	Symbol	Lastgröße		Lastposition		
						Wert	Einheit	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	1	XZ	Konstant	z	p	120.00	kN/m ²	0.875		0.150
								1.375		0.650

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Projekt: 2013-0282

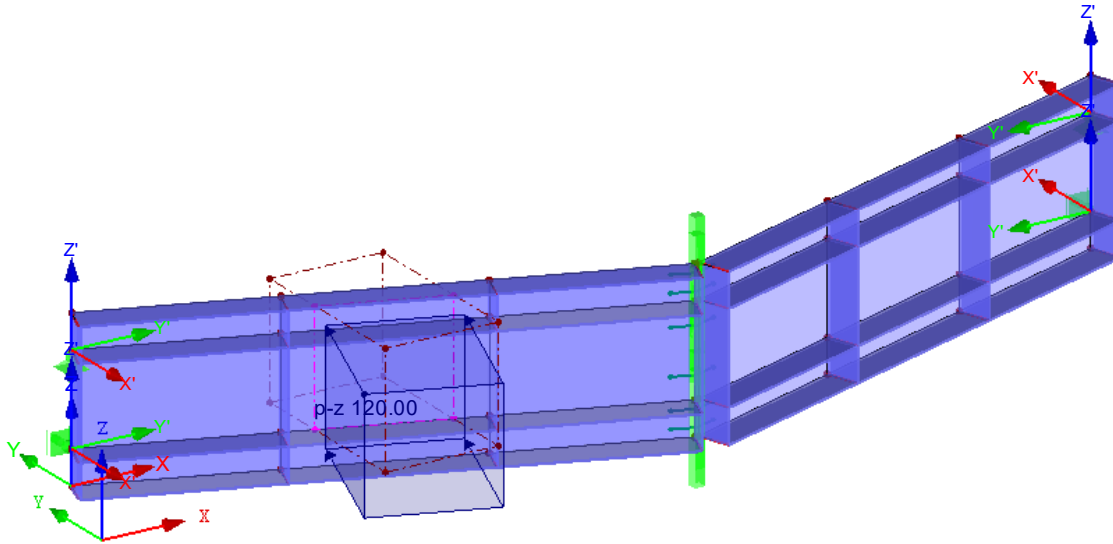
Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore
BW NHH +7,60 m

Datum: 05.08.2022

LF5: TREIBGUT MITTE

LF5 : Treibgut mitte
Belastung [kN/m²]

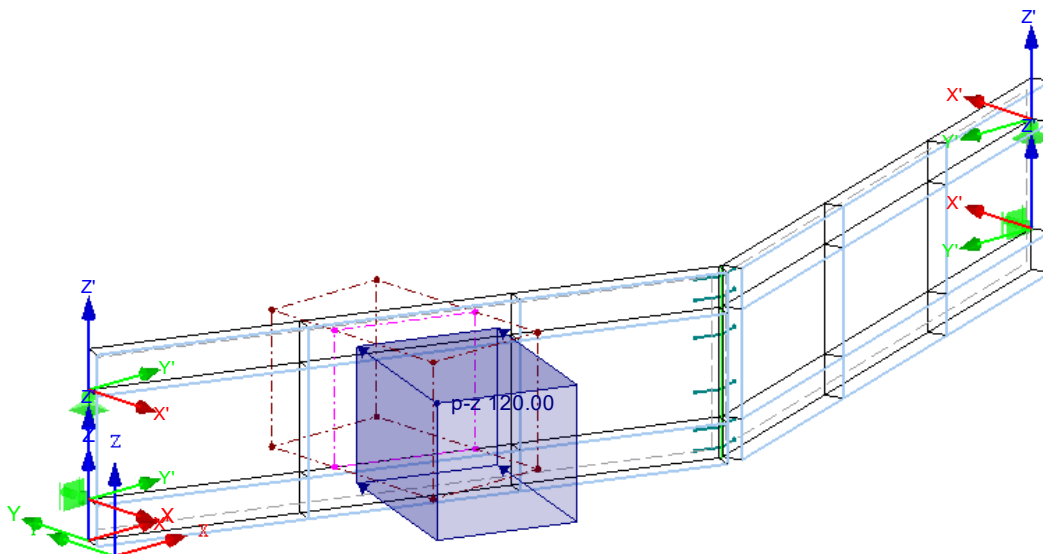
Isometrie



LF5: TREIBGUT MITTE

LF5 : Treibgut mitte
Belastung [kN/m²]

Isometrie



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,60 m

LF7
Treibgut Auflager

3.8 FREIE RECHTECKLASTEN

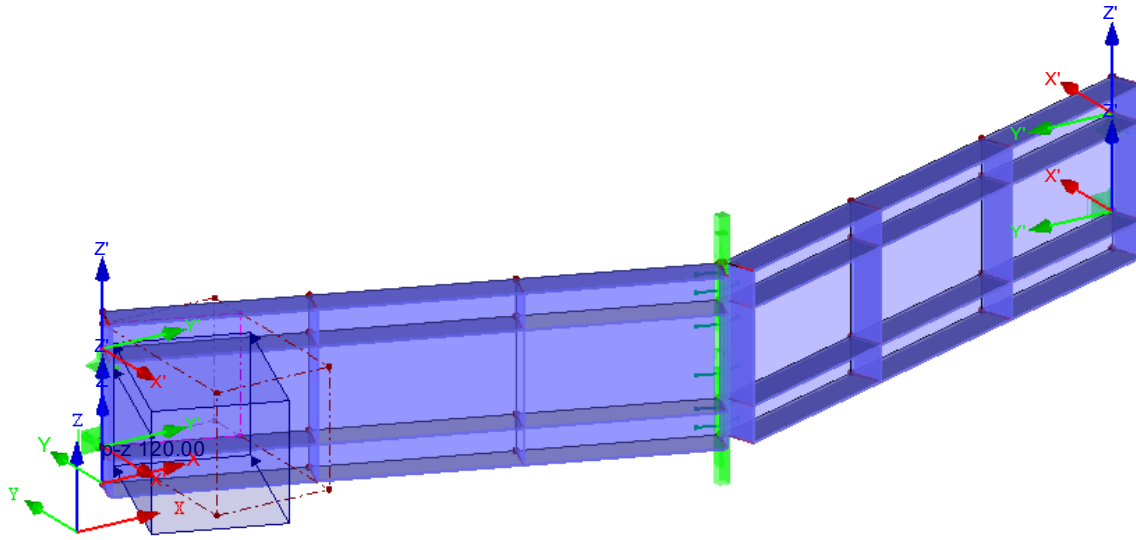
LF7: Treibgut Auflager

Nr.	An Flächen Nr.	Projekt.	Last- verteilung	Last- Richtung	Symbol	Lastgröße		Lastposition		
						Wert	Einheit	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	1	XZ	Konstant	z	p	120.00	kN/m ²	0.000		0.150
								0.500		0.650

LF7: TREIBGUT AUFLAGER

LF7 : Treibgut Auflager
Belastung [kN/m²]

Isometrie





Projekt: 2013-0282

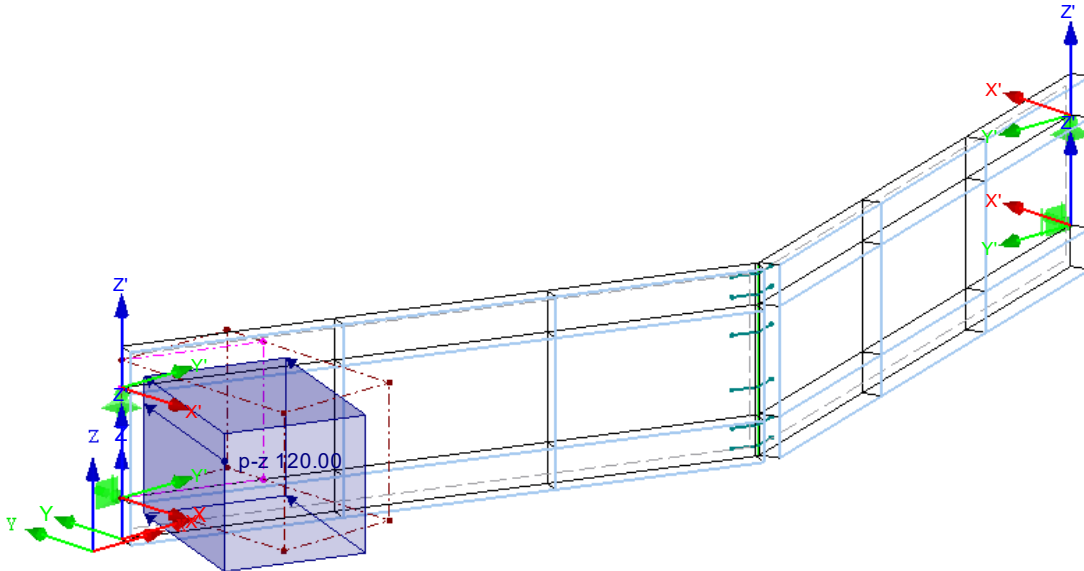
Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore
BW NHH +7,60 m

Datum: 05.08.2022

LF7: TREIBGUT AUFLAGER

LF7 : Treibgut Auflager
Belastung [kN/m²]

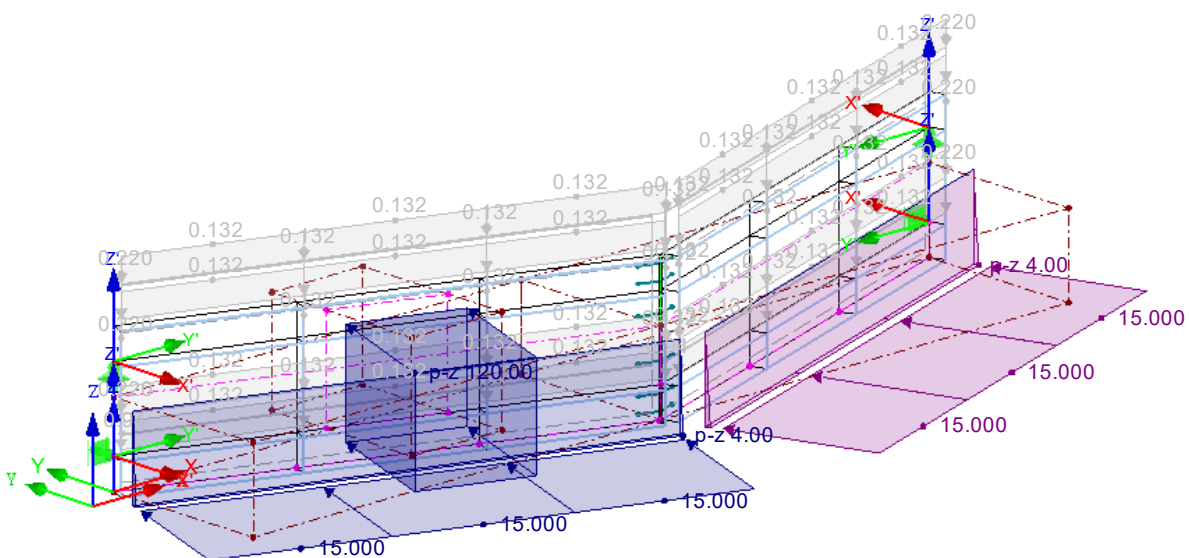
Isometrie



LK1: BS-A (TG MITTIG)

LK1 : BS-A (TG mittig)
Belastung [kN/m], [kN/m²]

Isometrie



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Projekt: 2013-0282

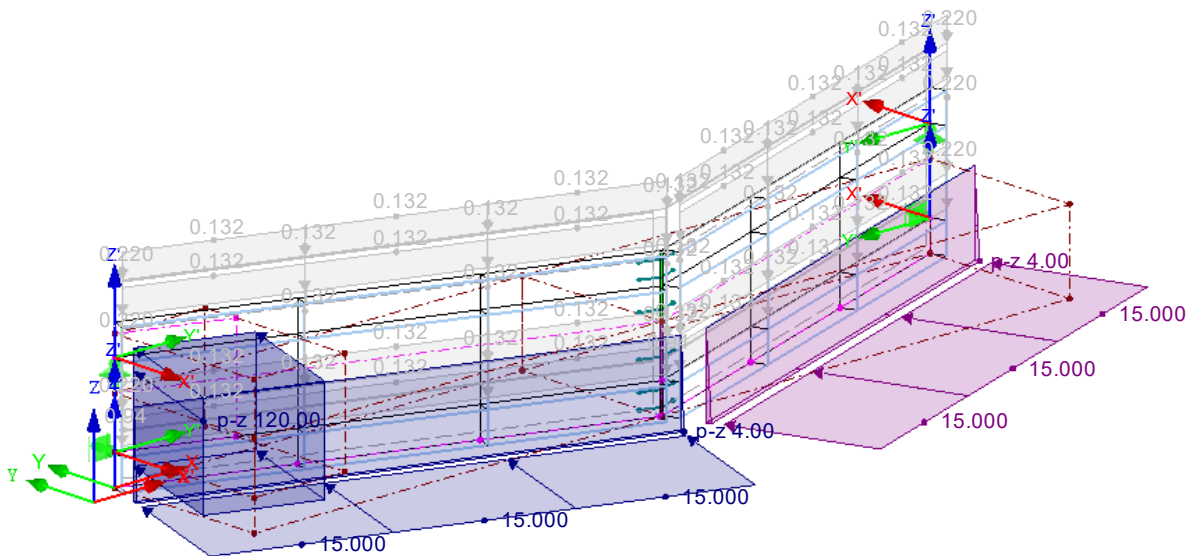
Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtope
BW NHN +7,60 m

Datum: 05.08.2022

■ LK2: BS-A (TG AUFLAGER)

LK2 : BS-A (TG Auflager)
Belastung [kN/m], [kN/m²]

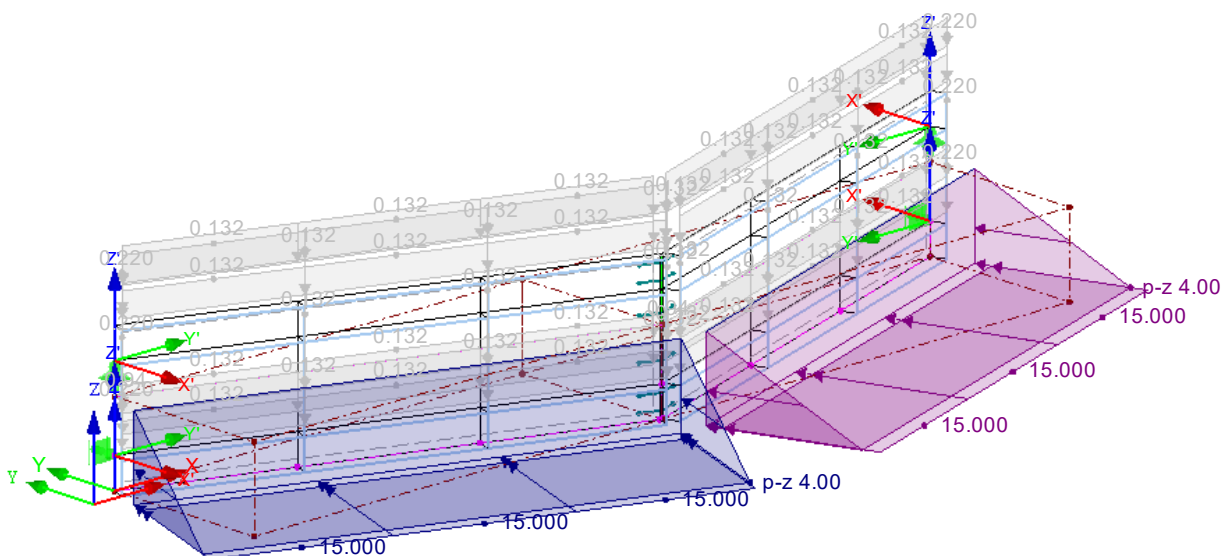
Isometrie



■ LK3: BS-A_OHNE TREIBGUT

LK3 : BS-A_ohne Treibgut
Belastung [kN/m], [kN/m²]

Isometrie



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,60 m

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

	Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Lastfall LF1 - Eigengewicht				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Z	-6.54	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	-6.54	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.250, Y:-0.439, Z:0.350 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	-0.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 60 (X: 0.658, Y: -0.240, Z: 0.000 m)
	Max. Verschiebung in Y	0.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 17 (X: 2.250, Y: -0.820, Z: 0.000 m)
	Max. Verschiebung in Z	-0.1	mm	Stab Nr. 18, x: 0.785 m
	Max. Verschiebung vektoriell	0.1	mm	Stab Nr. 18, x: 0.785 m
	Max. Verdrehung um X	0.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 19 (X: 2.250, Y: -0.820, Z: 0.550 m)
	Max. Verdrehung um Y	-0.0	mrad	FE-Netzknoten Nr. 385 (X: 3.559, Y: -0.343, Z: 0.640 m)
	Max. Verdrehung um Z	-0.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 2 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.150 m)
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	Steffigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.363E+13		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.43E+05		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	3.684E+2097		
	Unendlich-Norm	1.273E+14		
Lastfall LF2 - Hochwasser				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	3.60	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	3.60	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
	Resultierende der Reaktionen um X	0.760	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.250, Y:-0.439, Z:0.350 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.0	mm	Stab Nr. 11, x: 0.200 m
	Max. Verschiebung in Y	0.1	mm	Stab Nr. 11, x: 0.400 m
	Max. Verschiebung in Z	-0.0	mm	Stab Nr. 13, x: 0.400 m
	Max. Verschiebung vektoriell	0.1	mm	Stab Nr. 11, x: 0.400 m
	Max. Verdrehung um X	0.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 172 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.428 m)
	Max. Verdrehung um Y	-0.0	mrad	FE-Netzknoten Nr. 176 (X: 1.221, Y: -0.445, Z: 0.428 m)
	Max. Verdrehung um Z	-0.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 37 (X: 2.250, Y: -0.820, Z: 0.000 m)
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	Steffigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.363E+13		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.43E+05		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	3.684E+2097		
	Unendlich-Norm	1.273E+14		
Lastfall LF4 - ganze Welle				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	67.23	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	67.23	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
	Resultierende der Reaktionen um X	23.531	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.250, Y:-0.439, Z:0.350 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.7	mm	Stab Nr. 11, x: 0.300 m
	Max. Verschiebung in Y	1.8	mm	Stab Nr. 11, x: 0.400 m
	Max. Verschiebung in Z	-0.3	mm	Stab Nr. 11, x: 0.400 m
	Max. Verschiebung vektoriell	1.9	mm	Stab Nr. 11, x: 0.400 m
	Max. Verdrehung um X	3.2	mrad	FE-Netzknoten Nr. 170 (X: 1.128, Y: -0.411, Z: 0.060 m)
	Max. Verdrehung um Y	-1.2	mrad	FE-Netzknoten Nr. 53 (X: 1.315, Y: -0.480, Z: 0.000 m)
	Max. Verdrehung um Z	-2.6	mrad	FE-Netzknoten Nr. 37 (X: 2.250, Y: -0.820, Z: 0.000 m)
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	Steffigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.363E+13		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.43E+05		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	3.684E+2097		
	Unendlich-Norm	1.273E+14		
Lastfall LF5 - Treibgut mitte				
	Summe Belastung in Richtung X	10.94	kN	

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,60 m

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

	Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
	Summe Lagerkräfte in X	10.94	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Y	30.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	30.00	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
	Resultierende der Reaktionen um X	-1.500	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.250, Y:-0.439, Z:0.350 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.542	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	-34.062	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 172 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.428 m)
	Max. Verschiebung in Y	1.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 172 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.428 m)
	Max. Verschiebung in Z	0.2	mm	Stab Nr. 12, x: 0.400 m
	Max. Verschiebung vektoriell	1.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 172 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.428 m)
	Max. Verdrehung um X	-2.4	mrad	FE-Netzknoten Nr. 171 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.272 m)
	Max. Verdrehung um Y	0.9	mrad	FE-Netzknoten Nr. 171 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.272 m)
	Max. Verdrehung um Z	-2.0	mrad	FE-Netzknoten Nr. 43 (X: 2.250, Y: -0.820, Z: 0.700 m)
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.363E+13		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.43E+05		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	3.684E+2097		
		6		
	Unendlich-Norm	1.273E+14		

Lastfall LF7 - Treibgut Auflager				
	Summe Belastung in Richtung X	10.93	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	10.93	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Y	30.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	30.00	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
	Resultierende der Reaktionen um X	-1.500	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.250, Y:-0.439, Z:0.350 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.549	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	-63.799	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.2	mm	Stab Nr. 14, x: 0.100 m
	Max. Verschiebung in Y	0.5	mm	FE-Netzknoten Nr. 148 (X: 0.470, Y: -0.171, Z: 0.428 m)
	Max. Verschiebung in Z	0.1	mm	Stab Nr. 5, x: 0.400 m
	Max. Verschiebung vektoriell	0.5	mm	FE-Netzknoten Nr. 148 (X: 0.470, Y: -0.171, Z: 0.428 m)
	Max. Verdrehung um X	-1.6	mrad	FE-Netzknoten Nr. 143 (X: 0.376, Y: -0.137, Z: 0.272 m)
	Max. Verdrehung um Y	0.6	mrad	FE-Netzknoten Nr. 143 (X: 0.376, Y: -0.137, Z: 0.272 m)
	Max. Verdrehung um Z	1.9	mrad	FE-Netzknoten Nr. 132 (X: 0.087, Y: -0.032, Z: 0.426 m)
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.363E+13		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.43E+05		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	3.684E+2097		
		6		
	Unendlich-Norm	1.273E+14		

Lastkombination LK1 - BS-A (TG mittig)				
	Summe Belastung in Richtung X	10.94	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	10.94	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Y	100.83	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	100.83	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	-6.54	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	-6.54	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	22.8	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.3, Y:-0.4, Z:0.3 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.5	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	-34.1	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	1.0	mm	Stab Nr. 11, x: 0.300 m
	Max. Verschiebung in Y	2.8	mm	Stab Nr. 11, x: 0.400 m
	Max. Verschiebung in Z	-0.4	mm	Stab Nr. 35, x: 0.300 m
	Max. Verschiebung vektoriell	3.0	mm	Stab Nr. 11, x: 0.400 m
	Max. Verdrehung um X	4.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 172 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.428 m)
	Max. Verdrehung um Y	-1.4	mrad	FE-Netzknoten Nr. 172 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.428 m)
	Max. Verdrehung um Z	-4.0	mrad	FE-Netzknoten Nr. 37 (X: 2.250, Y: -0.820, Z: 0.000 m)
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.363E+13		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.43E+05		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	3.684E+2097		
		6		
	Unendlich-Norm	1.273E+14		

Lastkombination LK2 - BS-A (TG Auflager)				
	Summe Belastung in Richtung X	10.93	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	10.93	kN	Abweichung -0.00%

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,60 m

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

	Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
	Summe Belastung in Richtung Y	100.83	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	100.83	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	-6.54	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	-6.54	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	22.8	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.3, Y:-0.4, Z:0.3 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.5	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	-63.8	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.8	mm	Stab Nr. 11, x: 0.200 m
	Max. Verschiebung in Y	2.2	mm	Stab Nr. 11, x: 0.400 m
	Max. Verschiebung in Z	-0.4	mm	Stab Nr. 35, x: 0.300 m
	Max. Verschiebung vektoriell	2.3	mm	Stab Nr. 11, x: 0.400 m
	Max. Verdrehung um X	3.3	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 374 (X: 3.372, Y: -0.411, Z: 0.060 m)
	Max. Verdrehung um Y	1.2	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 260 (X: 3.185, Y: -0.480, Z: 0.000 m)
	Max. Verdrehung um Z	-3.1	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 37 (X: 2.250, Y: -0.820, Z: 0.000 m)
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.363E+13		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.43E+05		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	3.684E+2097		
	Unendlich-Norm	1.273E+14		
Lastkombination LK3 - BS-A ohne Treibgut				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	70.83	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	70.83	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	-6.54	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	-6.54	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	24.3	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.3, Y:-0.4, Z:0.3 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.7	mm	Stab Nr. 11, x: 0.300 m
	Max. Verschiebung in Y	1.9	mm	Stab Nr. 35, x: 0.400 m
	Max. Verschiebung in Z	-0.4	mm	Stab Nr. 11, x: 0.500 m
	Max. Verschiebung vektoriell	2.0	mm	Stab Nr. 35, x: 0.400 m
	Max. Verdrehung um X	3.3	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 170 (X: 1.128, Y: -0.411, Z: 0.060 m)
	Max. Verdrehung um Y	-1.2	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 53 (X: 1.315, Y: -0.480, Z: 0.000 m)
	Max. Verdrehung um Z	-2.7	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 37 (X: 2.250, Y: -0.820, Z: 0.000 m)
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.363E+13		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.43E+05		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	3.684E+2097		
	Unendlich-Norm	1.273E+14		
Gesamt				
	Max. Verschiebung in X	1.0	mm	LK1, Stab Nr. 11, x: 0.300 m
	Max. Verschiebung in Y	2.8	mm	LK1, Stab Nr. 11, x: 0.400 m
	Max. Verschiebung in Z	-0.4	mm	LK1, Stab Nr. 35, x: 0.300 m
	Max. Verschiebung vektoriell	3.0	mm	LK1, Stab Nr. 11, x: 0.400 m
	Max. Verdrehung um X	4.1	mmrad	LK1, FE-Netzknoten Nr. 172 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.428 m)
	Max. Verdrehung um Y	-1.4	mmrad	LK1, FE-Netzknoten Nr. 172 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.428 m)
	Max. Verdrehung um Z	-4.0	mmrad	LK1, FE-Netzknoten Nr. 37 (X: 2.250, Y: -0.820, Z: 0.000 m)
	Sonstige Einstellungen:			
	Anzahl 1D-Finite-Elemente	256		
	Anzahl 2D-Finite-Elemente	392		
	Anzahl 3D-Finite-Elemente	0		
	Anzahl FE-Netzknoten	435		
	Anzahl der Gleichungen	2610		
	Maximale Anzahl Iterationen	100		
	Anzahl der Stabteilungen für Ergebnisverläufe	10		
	Stabteilung Seil-, Bettungs- und Voutenstäbe	10		
	Anzahl der Stabteilungen für das Suchen der Maximalwerte	10		
	Unterteilungen des FE-Netzes für grafische Ergebnisse	3		
	Prozentuelle Anzahl der Iterationen der Methode nach Picard kombiniert mit der Methode nach Newton-Raphson	5	%	
	Optionen:			
	Schubsteifigkeit (Ay, Az) der Stäbe aktivieren	☒		
	Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem teilen	☒		
	Die eingestellten Steifigkeitsänderungen aktivieren	☒		
	Rotationsfreiheitsgrade ignorieren	☐		
	Kontrolle der kritischen Kräfte der Stäbe	☒		
	Unsymmetrischer direkter Gleichungslöser, falls für nichtlineares Modell erfordert	☐		

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtoore

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,60 m

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

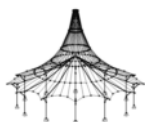
Lösungsmethode für das Gleichungssystem	Gerade
Platten-Biegetheorie	Mindlin
Solver-Version	64-bit
Genauigkeit und Toleranz: Standardeinstellung ändern	☐

4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Knoten Nr.	LF/LK	Lagerkräfte [kN]			Lagermomente [kNm]			
		P_x	P_y	P_z	M_x	M_y	M_z	
2*	LF1	-3.58	-9.29	0.00	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	-1.85	-2.19	0.00	0.00	0.00	0.00	Hochwasser
	LF4	-46.22	-54.40	0.00	0.00	0.00	0.00	ganze Welle
	LF5	-6.46	-0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	Treibgut mitte
	LF7	-9.73	4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	Treibgut Auflager
	LK1	-58.12	-66.19	0.00	0.00	0.00	0.00	BS-A (TG mittig)
	LK2	-61.38	-61.52	0.00	0.00	0.00	0.00	BS-A (TG Auflager)
	LK3	-51.65	-65.88	0.00	0.00	0.00	0.00	BS-A ohne Treibgut
3*	LF1	3.58	9.29	-3.27	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	Hochwasser
	LF4	12.61	14.61	0.00	0.00	0.00	0.00	ganze Welle
	LF5	-15.04	-12.07	0.77	0.00	0.00	0.00	Treibgut mitte
	LF7	-18.38	1.39	0.39	0.00	0.00	0.00	Treibgut Auflager
	LK1	1.20	11.88	-2.50	0.00	0.00	0.00	BS-A (TG mittig)
	LK2	-2.14	25.34	-2.88	0.00	0.00	0.00	BS-A (TG Auflager)
	LK3	16.24	23.95	-3.27	0.00	0.00	0.00	BS-A ohne Treibgut
34*	LF1	3.58	-9.29	0.00	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	1.85	-2.19	0.00	0.00	0.00	0.00	Hochwasser
	LF4	46.22	-54.40	0.00	0.00	0.00	0.00	ganze Welle
	LF5	4.79	-13.12	0.00	0.00	0.00	0.00	Treibgut mitte
	LF7	1.52	-4.16	0.00	0.00	0.00	0.00	Treibgut Auflager
	LK1	56.45	-79.00	0.00	0.00	0.00	0.00	BS-A (TG mittig)
	LK2	53.17	-70.03	0.00	0.00	0.00	0.00	BS-A (TG Auflager)
	LK3	51.65	-65.88	0.00	0.00	0.00	0.00	BS-A ohne Treibgut
35*	LF1	-3.58	9.29	-3.27	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	-0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	Hochwasser
	LF4	-12.61	14.61	0.00	0.00	0.00	0.00	ganze Welle
	LF5	3.71	-10.20	-0.78	0.00	0.00	0.00	Treibgut mitte
	LF7	0.37	-1.03	-0.39	0.00	0.00	0.00	Treibgut Auflager
	LK1	-12.53	13.76	-4.04	0.00	0.00	0.00	BS-A (TG mittig)
	LK2	-15.87	22.93	-3.66	0.00	0.00	0.00	BS-A (TG Auflager)
	LK3	-16.24	23.95	-3.27	0.00	0.00	0.00	BS-A ohne Treibgut
	Σ Lager	0.00	0.00	-6.54				
	Σ Lasten	0.00	0.00	-6.54				
	Σ Lager	0.00	3.60	0.00				
	Σ Lasten	0.00	3.60	0.00				
	Σ Lager	0.00	67.23	0.00				
	Σ Lasten	0.00	67.23	0.00				
	Σ Lager	10.94	30.00	0.00				
	Σ Lasten	10.94	30.00	0.00				
	Σ Lager	10.93	30.00	0.00				
	Σ Lasten	10.93	30.00	0.00				
	Σ Lager	10.94	100.83	-6.54				
	Σ Lager	10.94	100.83	-6.54				
	Σ Lager	10.93	100.83	-6.54				
	Σ Lager	10.93	100.83	-6.54				
	Σ Lager	0.00	70.83	-6.54				
	Σ Lager	0.00	70.83	-6.54				

4.3 LINIEN - LAGERKRÄFTE

Linie Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [m]	Lagerkräfte [kN/m]			Lagermomente [kNm/m]			
				p_x	p_y	p_z	m_x	m_y	m_z	
29	LF1	17	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		18	0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF2	17	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		18	0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF4	17	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		18	0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF5	17	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		18	0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF7	17	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		18	0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK1	17	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		18	0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK2	17	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		18	0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK3	17	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		18	0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
30	LF1	18	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,60 m

4.3 LINIEN - LAGERKRÄFTE

Linie Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [m]	Lagerkräfte [kN/m]			Lagermomente [kNm/m]		
				p_x	p_y	p_z	m_x	m_y	m_z
30	LF1	18	0.300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		19	0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF2	18	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF4	19	0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		18	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF5	19	0.300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		18	0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF7	19	0.200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		18	0.300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK1	18	0.100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		19	0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK2	18	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK3	19	0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		18	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31	LF1	19	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		20	0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF2	19	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		20	0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF4	19	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		20	0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF5	19	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		20	0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF7	19	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		20	0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK1	19	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		20	0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK2	19	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		20	0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK3	19	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		20	0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ Lager	LF1			0.00	0.00	0.00			
Σ Laste	LF1			0.00	0.00	-6.54			
Σ Lager	LF2			0.00	0.00	0.00			
Σ Laste	LF2			0.00	3.60	0.00			
Σ Lager	LF4			0.00	0.00	0.00			
Σ Laste	LF4			0.00	67.23	0.00			
Σ Lager	LF5			0.00	0.00	0.00			
Σ Laste	LF5			10.94	30.00	0.00			
Σ Lager	LF7			0.00	0.00	0.00			
Σ Laste	LF7			10.93	30.00	0.00			
Σ Lager	LK1			0.00	0.00	0.00			
Σ Laste	LK1			10.94	100.83	-6.54			
Σ Lager	LK2			0.00	0.00	0.00			
Σ Laste	LK2			10.93	100.83	-6.54			
Σ Lager	LK3			0.00	0.00	0.00			
Σ Laste	LK3			0.00	70.83	-6.54			



Projekt: 2013-0282

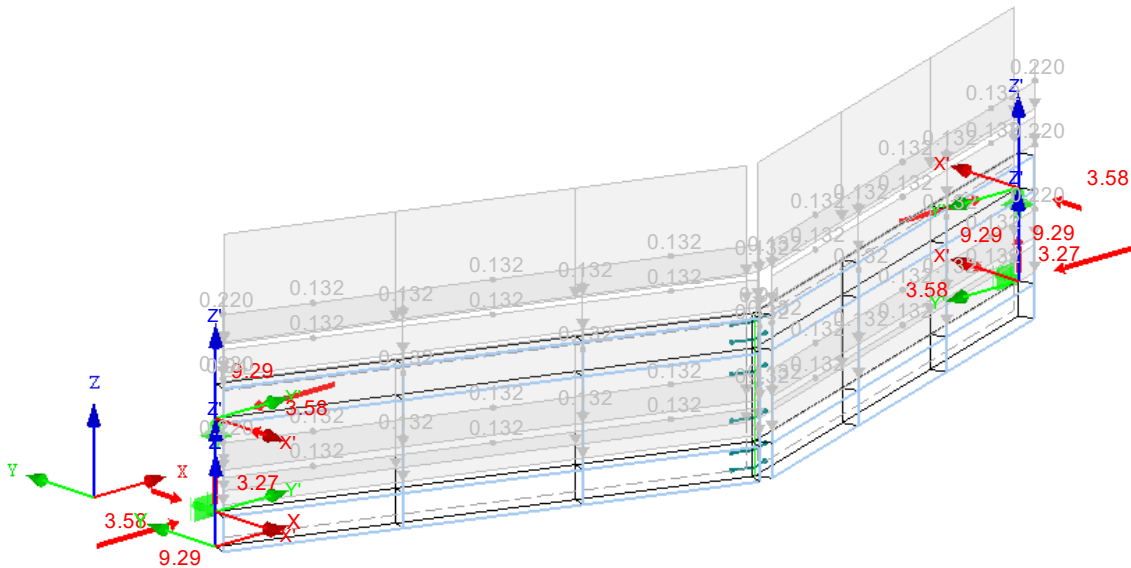
Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtoore
BW NHN +7,60 m

Datum: 05.08.2022

LAGERREAKTIONEN

LF1 : Eigengewicht
Belastung [kN/m]
Lagerreaktionen[kN]

Isometrie

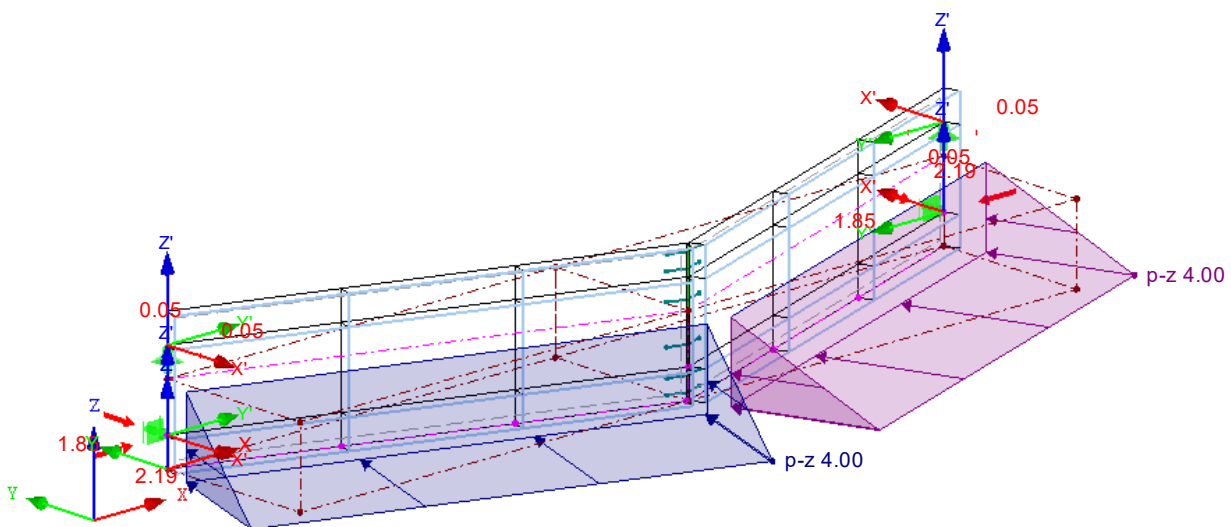


Max P-X': 3.58, Min P-X': -3.58 kN
Max P-Y': 9.29, Min P-Y': -9.29 kN
Max P-Z': 0.00, Min P-Z': -3.27 kN

LAGERREAKTIONEN

LF2 : Hochwasser
Belastung [kN/m], [kN/m²]
Lagerreaktionen[kN]

Isometrie



Max P-X': 1.85, Min P-X': -1.85 kN
Max P-Y': 0.05, Min P-Y': -2.19 kN
Max P-Z': 0.00, Min P-Z': 0.00 kN

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Projekt: 2013-0282

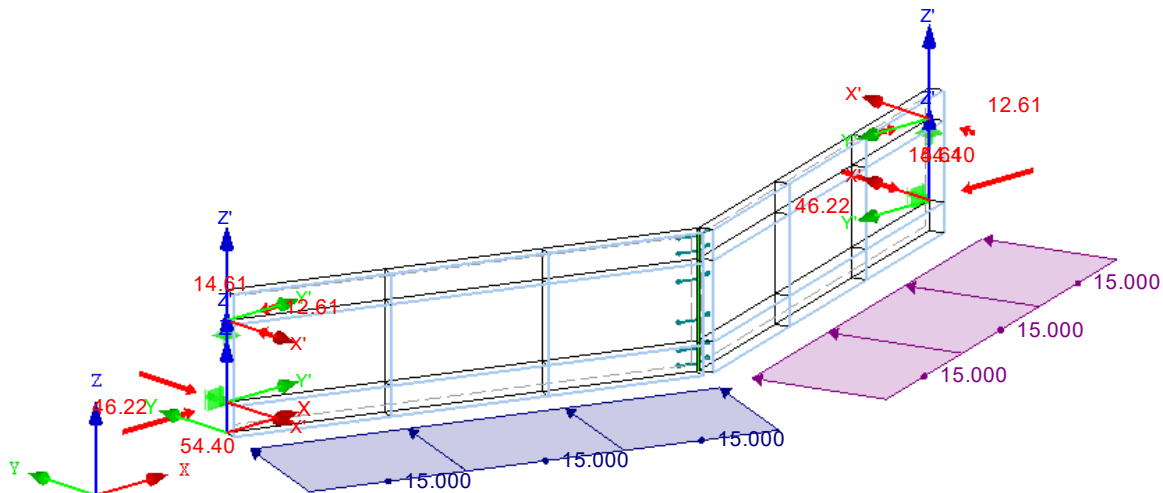
Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtoore
BW NHH +7,60 m

Datum: 05.08.2022

■ LAGERREAKTIONEN

LF4 : ganze Welle
Belastung [kN/m]
Lagerreaktionen[kN]

Isometrie

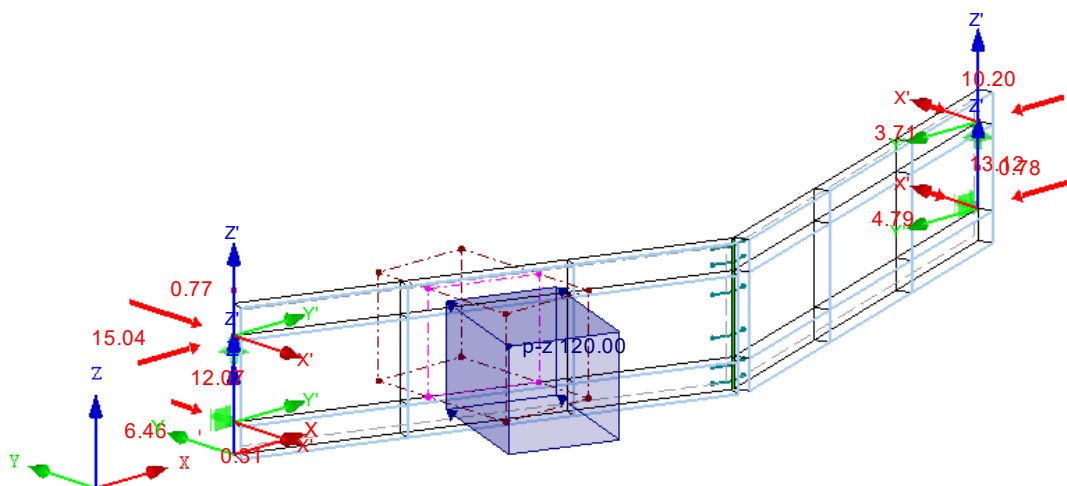


Max P-X': 46.22, Min P-X': -46.22 kN
Max P-Y': 14.61, Min P-Y': -54.40 kN
Max P-Z': 0.00, Min P-Z': 0.00 kN

■ LAGERREAKTIONEN

LF5 : Treibgut mitte
Belastung [kN/m²]
Lagerreaktionen[kN]

Isometrie



Max P-X': 4.79, Min P-X': -15.04 kN
Max P-Y': -0.31, Min P-Y': -13.12 kN
Max P-Z': 0.77, Min P-Z': -0.78 kN

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Max P-X': 56.45, Min P-X': -58.12 kN
Max P-Y': 13.76, Min P-Y': -79.00 kN
Max P-Z': 0.00, Min P-Z': -4.04 kN

Max P-X': 51.65, Min P-X': -51.65 kN
Max P-Y': 23.95, Min P-Y': -65.88 kN
Max P-Z': 0.00, Min P-Z': -3.27 kN



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,60 m

4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Ergebniskombinationen

Knoten Nr.	EK		Lagerkräfte [kN]			Lagermomente [kNm]			
			P_x	P_y	P_z	M_x	M_y	M_z	
2*	EK1	Max	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	BS-A
		Min	-61.38	-66.19	0.00	0.00	0.00	0.00	BS-A
3*	EK1	Max	1.20	25.34	0.00	0.00	0.00	0.00	BS-A
		Min	-2.14	0.00	-2.88	0.00	0.00	0.00	BS-A
34*	EK1	Max	56.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	BS-A
		Min	0.00	-79.00	0.00	0.00	0.00	0.00	BS-A
35*	EK1	Max	0.00	22.93	0.00	0.00	0.00	0.00	BS-A
		Min	-15.87	0.00	-4.04	0.00	0.00	0.00	BS-A

4.3 LINIEN - LAGERKRÄFTE

Ergebniskombinationen

Linie Nr.	EK	Knoten Nr.	Stelle x [m]	Lagerkräfte [kN/m]			Lagermomente [kNm/m]			
				p_x	p_y	p_z	m_x	m_y	m_z	
29	EK1	17	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		18	0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Max p_x	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min p_x	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Max p_y	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min p_y	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Max p_z	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min p_z	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Max m_x	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min m_x	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Max m_y	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min m_y	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Max m_z	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min m_z	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
30	EK1	18	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		19	0.200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Max p_x	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min p_x	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Max p_y	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min p_y	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Max p_z	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min p_z	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Max m_x	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min m_x	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Max m_y	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min m_y	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Max m_z	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min m_z	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
31	EK1	19	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		20	0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Max p_x	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min p_x	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Max p_y	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min p_y	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Max p_z	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min p_z	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Max m_x	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min m_x	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Max m_y	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min m_y	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Max m_z	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min m_z	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	



Projekt: 2013-0282

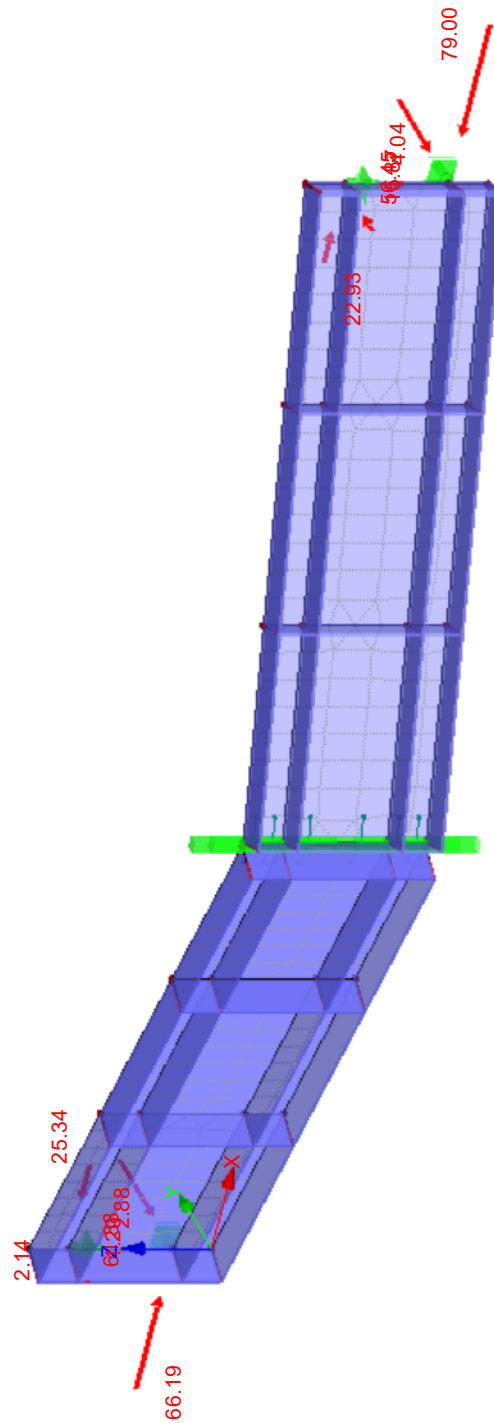
Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,60 m

■ **LAGERREAKTIONEN**

Isometrie



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

EK1 : BS-A
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Max P-X': 56.45, Min P-X': -61.38 kN
Max P-Y': 25.34, Min P-Y': -79.00 kN
Max P-Z': 0.00, Min P-Z': -4.04 kN
Max p-y': 0.00, Min p-y': 0.00 kN/m
Max p-z': 0.00, Min p-z': 0.00 kN/m



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmto
BW NHN +7,60 m

Datum: 05.08.2022

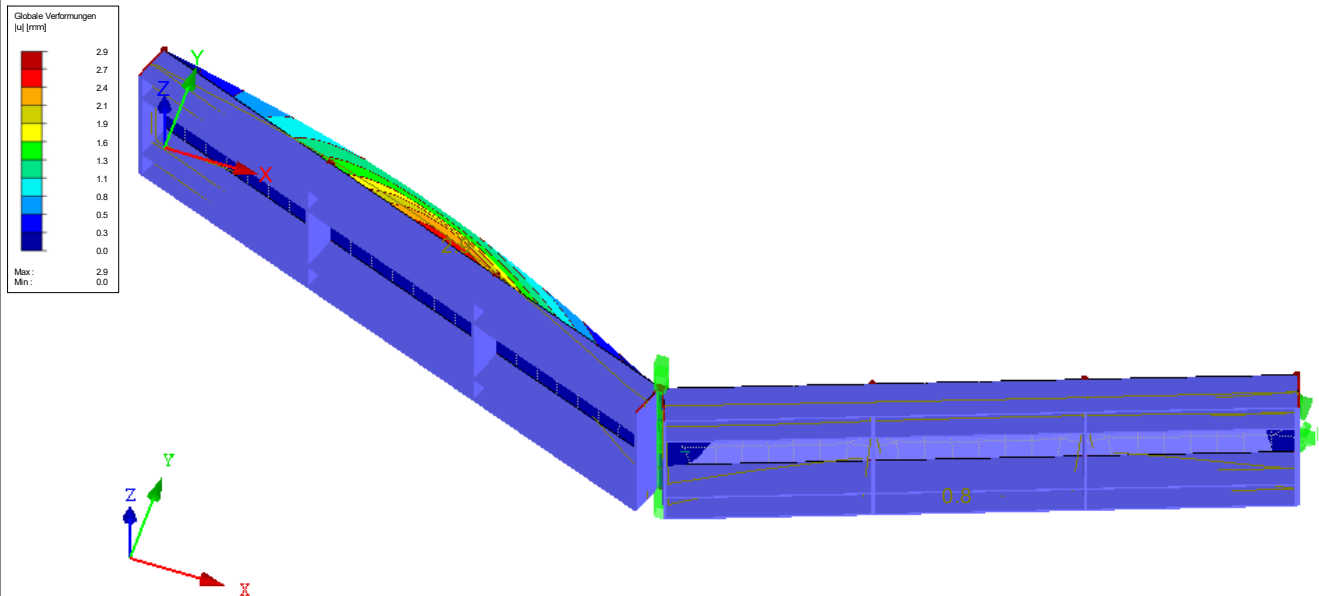
■ GLOBALE VERFORMUNGEN u

EK1 : BS-A

Globale Verformungen u [mm]

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



Faktor für Verformungen: 88.00
Max u: 2.9, Min u: 0.0 mm

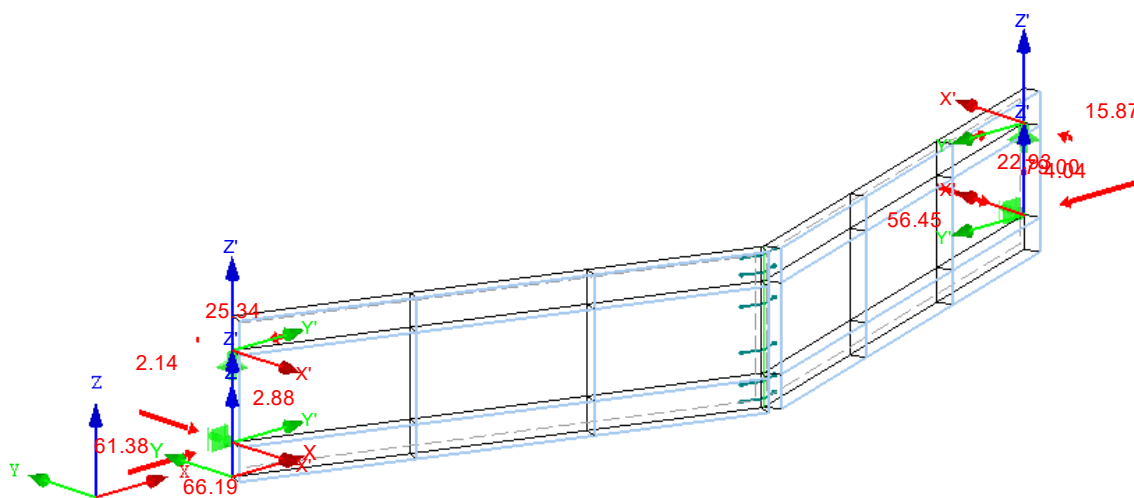
■ LAGERREAKTIONEN

EK1 : BS-A

Lagerreaktionen[kN]

Ergebniskombinationen: Max-Werte

Isometrie



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Max P-X': 56.45, Min P-X': -61.38 kN
Max P-Y': 25.34, Min P-Y': -79.00 kN
Max P-Z': 0.00, Min P-Z': -4.04 kN



RF-STAHL Flächen

FA1

Allgemeine
Spannungsanalyse von
Flächen

Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,60 m

1.1 BASISANGABEN

Zu bemessende Flächen Alle
Zu bemessende Ergebniskombinationen: EK1 BS-A

1.2 MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	Teilsich.-Beiwert γ_M [-]	Streckgrenze f_{yk} [kN/cm ²]	Grenzspannungen [kN/cm ²]				
				Manuell	grenz σ_x	grenz τ	grenz σ_v	grenz $\sigma_{v,m}$
1	Baustahl S 235	1.00	23.50	☐	23.50	13.57	23.50	23.50

1.3 FLÄCHEN

Fläche Nr.	Material Nr.	Dicke		Max. Aus- nutzung [-]	Fläche A [m ²]	Gewicht G [t]	Kommentar
		Typ	d [mm]				
1	1	Konstant	12.0	0.80	1.68	0.16	
2	1	Konstant	12.0	0.70	1.68	0.16	

2.2 SPANNUNGEN MATERIALWEISE

Material Nr.	Fläche Nr.	FE-Netz- punkt Nr.	Punktkoordinaten [m]			Belastung	Spannung [kN/cm²]			Aus- nutzung [-]
			X	Y	Z		Symbol	Vorh.	Grenze	
1	Baustahl S 235									
	1	13	2.241	-0.817	0.000	EK1	τ_{max}	4.56	13.57	0.34
	1	13	2.241	-0.817	0.000	EK1	$\sigma_{1,+}$	7.28	23.50	0.31
	1	13	2.241	-0.817	0.000	EK1	$\sigma_{2,+}$	3.63	23.50	0.15
	1	3	0.000	0.000	0.550	EK1	$\sigma_{1,-}$	7.15	23.50	0.30
	1	1	0.000	0.000	0.000	EK1	$\sigma_{2,-}$	4.21	23.50	0.18
	1	3	0.000	0.000	0.550	EK1	$\sigma_{1,m}$	3.56	23.50	0.15
	2	35	4.500	0.000	0.550	EK1	$\sigma_{2,m}$	1.19	23.50	0.05
	1	13	2.241	-0.817	0.000	EK1	$\sigma_{v,max}$	18.69	23.50	0.80
	2	34	4.500	0.000	0.150	EK1	$\sigma_{v,m}$	10.68	23.50	0.45

2.3 SPANNUNGEN FLÄCHENWEISE

Fläche Nr.	FE-Netz- punkt Nr.	Punktkoordinaten [m]			Belastung	Spannung [kN/cm²]			Aus- nutzung [-]	
		X	Y	Z		Symbol	Vorh.	Grenze		
1	Material:- Baustahl S 235 - Dicke d: 12.0 mm									
	13	2.241	-0.817	0.000	EK1	τ_{max}	4.56	13.57	0.34	
	13	2.241	-0.817	0.000	EK1	$\sigma_{1,+}$	7.28	23.50	0.31	
	13	2.241	-0.817	0.000	EK1	$\sigma_{2,+}$	3.63	23.50	0.15	
	3	0.000	0.000	0.550	EK1	$\sigma_{1,-}$	7.15	23.50	0.30	
	1	0.000	0.000	0.000	EK1	$\sigma_{2,-}$	4.21	23.50	0.18	
	3	0.000	0.000	0.550	EK1	$\sigma_{1,m}$	3.56	23.50	0.15	
	3	0.000	0.000	0.550	EK1	$\sigma_{2,m}$	0.79	23.50	0.03	
	13	2.241	-0.817	0.000	EK1	$\sigma_{v,max}$	18.69	23.50	0.80	
	2	0.000	0.000	0.150	EK1	$\sigma_{v,m}$	9.25	23.50	0.39	
2	Material:- Baustahl S 235 - Dicke d: 12.0 mm									
	21	2.259	-0.817	0.000	EK1	τ_{max}	3.49	13.57	0.26	
	33	4.500	0.000	0.000	EK1	$\sigma_{1,+}$	4.05	23.50	0.17	
	33	4.500	0.000	0.000	EK1	$\sigma_{2,+}$	2.56	23.50	0.11	
	21	2.259	-0.817	0.000	EK1	$\sigma_{1,-}$	4.36	23.50	0.19	
	21	2.259	-0.817	0.000	EK1	$\sigma_{2,-}$	2.72	23.50	0.12	
	35	4.500	0.000	0.550	EK1	$\sigma_{1,m}$	3.54	23.50	0.15	
	35	4.500	0.000	0.550	EK1	$\sigma_{2,m}$	1.19	23.50	0.05	
	34	4.500	0.000	0.150	EK1	$\sigma_{v,max}$	16.52	23.50	0.70	
	34	4.500	0.000	0.150	EK1	$\sigma_{v,m}$	10.68	23.50	0.45	



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

Datum: 05.08.2022

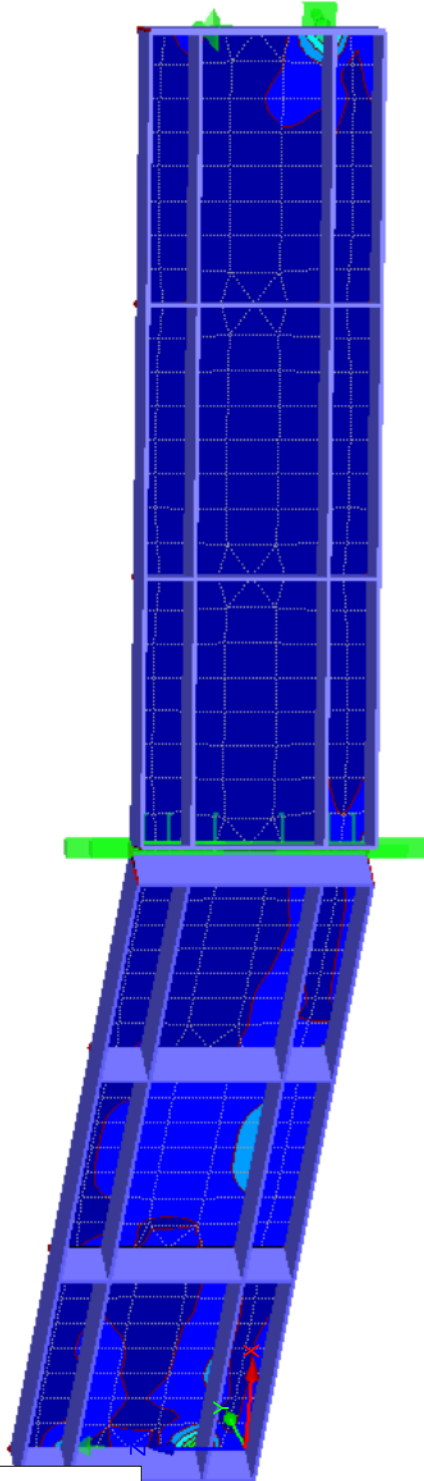
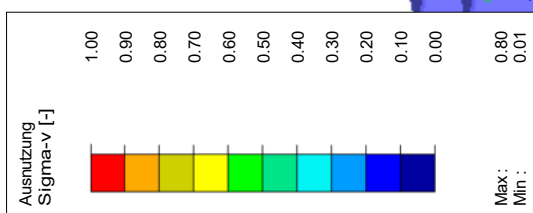
BW NHN +7,60 m

■ Ausnutzung $\sigma_{v,max}$

Isometrie

RF-STAHL Flächen FA1
EK1

Flächen Ausnutzung Ausnutzung Sigma-v [-]



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSAM

Flächen Max Ausnutzung Sigma-v: 0.80, Min Ausnutzung Sigma-v: 0.01 [-]



RF-STAHL EC3

FA1

Bemessung nach Eurocode 3

Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,60 m

1.1 BASISANGABEN

Zu bemessende Stäbe:	Alle
Zu bemessende Stabsätze:	
Nationaler Anhang:	CEN
Tragfähigkeitsnachweise	
Zu bemessende Ergebniskombinationen:	EK1 BS-A

1.2 MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	E-Modul E [kN/cm ²]	Schubmodul G [kN/cm ²]	Querdehnzahl ν [-]	Streckgrenze f_{yk} [kN/cm ²]	Max. Bauteildicke t [mm]
1	Baustahl S 235 DIN EN 1993-1-1:2010-12	21000.00	8076.92	0.300	23.50	40.0
					21.50	80.0
					21.50	100.0
					19.50	150.0
					18.50	200.0
					17.50	250.0
					16.50	400.0

Flachstahl 12/140 Flachstahl 20/140



1.3 QUERSCHNITTE

Quer. Nr.	Material Nr.	Querschnitt Bezeichnung	Querschnitts-typ	Maximale Ausnutzung	Kommentar
1	1	Flachstahl 12/140	Flachstahl	0.55	
3	1	Flachstahl 20/140	Flachstahl	0.20	

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis	Gleichung Nr.	Bezeichnung
1	Flachstahl 12/140					
	44	0.800	EK1	0.02	≤ 1	CS101) Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	12	0.400	EK1	0.22	≤ 1	CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	9	0.000	EK1	0.02	≤ 1	CS112) Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	30	0.000	EK1	0.02	≤ 1	CS117) Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	18	0.785	EK1	0.10	≤ 1	CS122) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
	6	0.000	EK1	0.02	≤ 1	CS124) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
	18	0.785	EK1	0.10	≤ 1	CS129) Querschnittsnachweis - Resultierende Querkraft nach 6.2.6(4)
	9	0.000	EK1	0.02	≤ 1	CS143) Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	30	0.000	EK1	0.02	≤ 1	CS153) Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	7	0.000	EK1	0.04	≤ 1	CS163) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	11	0.699	EK1	0.49	≤ 1	CS183) Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.2 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	4	0.000	EK1	0.03	≤ 1	CS203) Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.2 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	12	0.400	EK1	0.55	≤ 1	CS223) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
3	Flachstahl 20/140					
	2	0.100	EK1	0.01	≤ 1	CS101) Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	3	0.150	EK1	0.00	≤ 1	CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	48	0.075	EK1	0.01	≤ 1	CS112) Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	1	0.000	EK1	0.06	≤ 1	CS122) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
	47	0.000	EK1	0.02	≤ 1	CS124) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
	1	0.000	EK1	0.06	≤ 1	CS129) Querschnittsnachweis - Resultierende Querkraft nach 6.2.6(4)
	46	0.150	EK1	0.13	≤ 1	CS131) Querschnittsnachweis - Torsion nach 6.2.7
	46	0.150	EK1	0.17	≤ 1	CS133) Querschnittsnachweis - Torsion und Querkraft nach 6.2.7(5)
	3	0.000	EK1	0.09	≤ 1	CS138) Querschnittsnachweis - Torsion und Querkraft nach 6.2.7(5)
	46	0.075	EK1	0.12	≤ 1	CS140) Querschnittsnachweis - Torsions- und resultierende Querkraftbeanspruchung nach 6.2.7(5)
	48	0.075	EK1	0.01	≤ 1	CS143) Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	46	0.075	EK1	0.06	≤ 1	CS148) Querschnittsnachweis - Biegung, Querkraft und Torsion nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	3	0.075	EK1	0.01	≤ 1	CS158) Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Querkraft und Torsion nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	47	0.400	EK1	0.05	≤ 1	CS163) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,60 m

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/EK	Nachweis		Gleichung Nr.	Bezeichnung
	46	0.150	EK1	0.16	≤ 1	CS168)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Querkraft und Torsion nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	2	0.300	EK1	0.04	≤ 1	CS183)	Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.2 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	46	0.075	EK1	0.06	≤ 1	CS188)	Querschnittsnachweis - Biegung, Querkraft, Torsion und Normalkraft nach 6.2.9.2 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	1	0.000	EK1	0.03	≤ 1	CS203)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.2 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	2	0.000	EK1	0.16	≤ 1	CS223)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	1	0.150	EK1	0.17	≤ 1	CS228)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Querkraft, Torsion und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	1	0.150	EK1	0.20	≤ 1	CS271)	Querschnittsnachweis - Normalspannung und Torsion - Elastische Bemessung

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmto

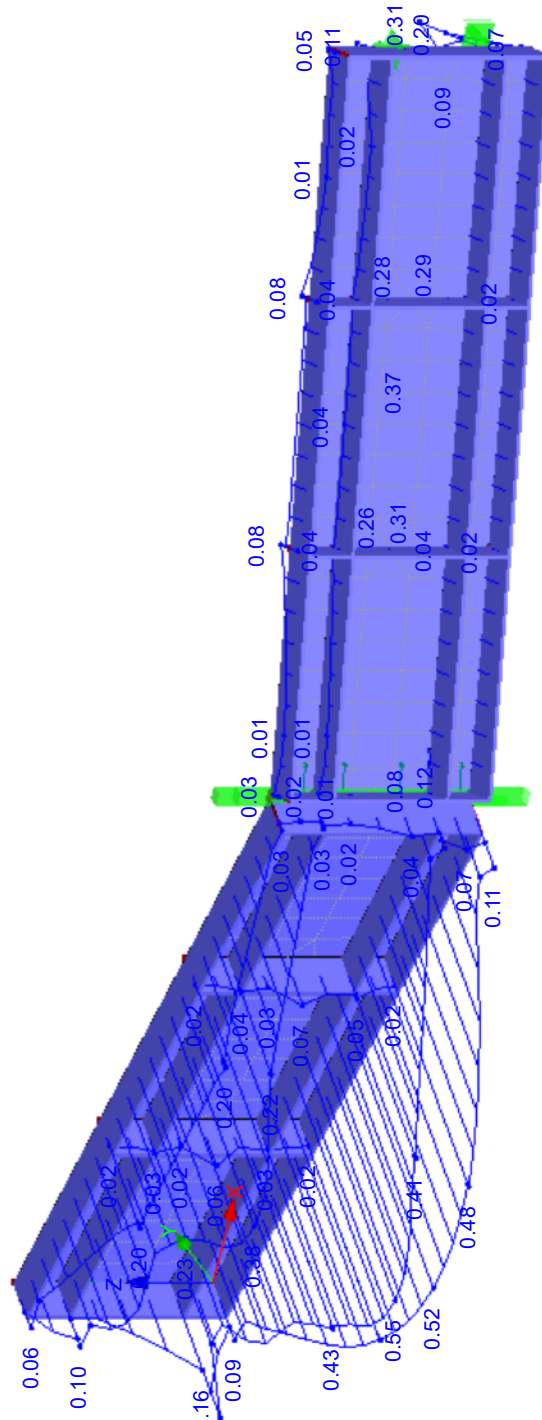
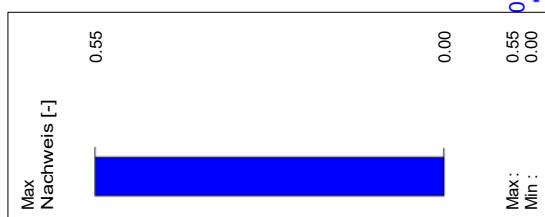
Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,60 m

NACHWEIS

Isometrie

RF-STAHLC3 FA1
Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis, Stabilitätsnachweis, Schweißnahtbemessung, Druckbemessung, Plastische Bemessung



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSAN

Stäbe Max Nachweis: 0.55



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore
BW NHH +7,85 m

Datum: 05.08.2022

STATISCHE BERECHNUNG

BAUVORHABEN

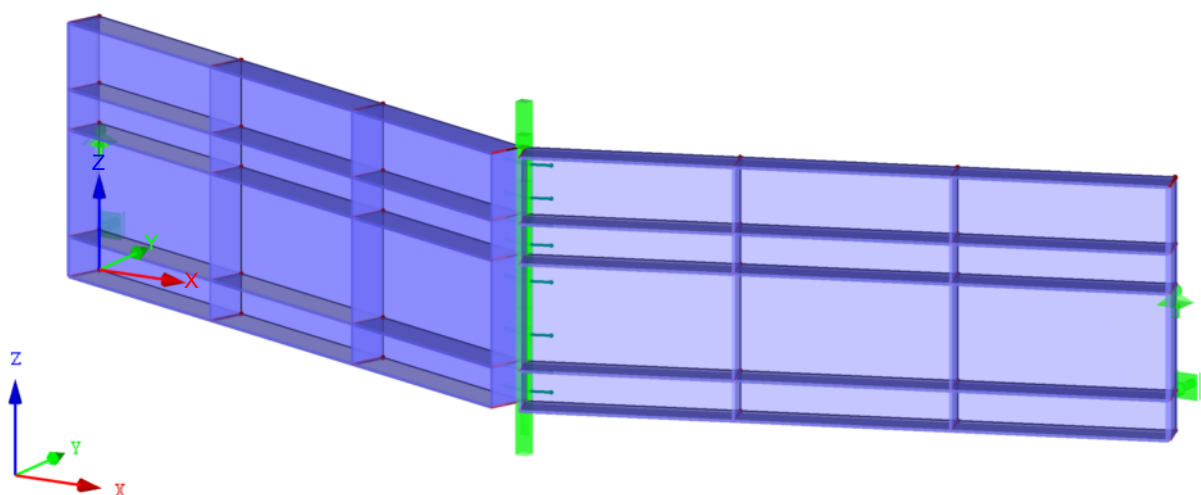
**Erhöhung des Landschaftsdeiches
in Bremen-Vegesack**

BAUHERR

**Bremischer Deichverband
am rechten Weserufer**

ERSTELLER

Isometrie



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



MODELL

Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore
BW NHN +7,85 m

Datum: 05.08.2022

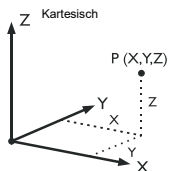
MODELL-BASISANGABEN

Allgemein	Modellname	: Deichschart_Abschnitt_BW +7,85
	Modelltyp	: 3D
	Positive Richtung der globalen Z-Achse	: Nach oben
	Klassifizierung der Lastfälle und Kombinationen	: Nach Norm: EN 1990 Nationaler Anhang: DIN - Deutschland
Optionen	☐ RF-Formfindung - Ermittlung von initialen Gleichgewichtsformen für Membran- und Seilkonstruktionen	
	☐ RF-ZUSCHNITT	
	☐ Rohrleitungsanalyse	
	☐ CQC-Regel anwenden	
	☐ CAD/BIM-Modell ermöglichen	
	Erdbeschleunigung	: 10.00 m/s ²
	g	

FE-NETZ-EINSTELLUNGEN

Allgemein	Angestrebte Länge der Finiten Elemente	l_{FE}	: 0.100 m
	Maximaler Abstand zwischen Knoten und Linie um in die Linie zu integrieren	ϵ	: 0.001 m
	Maximale Anzahl der FE-Netz-Knoten (in Tausenden)		: 500
Stäbe	Anzahl Teilungen von Stäben mit Seil, Bettung, Voute oder plastischer Charakteristik		: 10
	☒ Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem intern teilen		
	☒ Teilung auch für gerade Stäbe,		: Angestrebte Länge LFE der Finiten Elemente
	die nicht in Flächen integriert sind, verwenden mit Mindestanzahl der Stäbeteilungen:		: 2
	☒ Teilung der Stäbe durch den Knoten, der auf den Stäben liegt		
Flächen	Maximales Verhältnis der FE-Viereck-Diagonalen	Δ_D	: 1.800
	Maximale Neigung von zwei Finiten Elementen aus der Ebene	α	: 0.50 °
	Form der Finiten Elemente:		: Drei- und Vierecke ☒ Gleiche Quadrate generieren, wo möglich

1.1 KNOTEN



Knoten Nr.	Knotentyp	Bezugs- Knoten	Koordinaten- System	Knotenkoordinaten			Kommentar
				X [m]	Y [m]	Z [m]	
1	Standard	-	Kartesisch	0.000	0.000	0.000	
2	Standard	-	Kartesisch	0.000	0.000	0.150	
3	Standard	-	Kartesisch	0.000	0.000	0.550	
4	Standard	-	Kartesisch	0.000	0.000	0.700	
5	Standard	-	Kartesisch	0.000	0.000	0.950	
6	Standard	-	Kartesisch	0.752	-0.274	0.000	
7	Standard	-	Kartesisch	0.752	-0.274	0.150	
8	Standard	-	Kartesisch	0.752	-0.274	0.550	
9	Standard	-	Kartesisch	0.752	-0.274	0.700	
10	Standard	-	Kartesisch	0.752	-0.274	0.950	
11	Standard	-	Kartesisch	1.503	-0.548	0.000	
12	Standard	-	Kartesisch	1.503	-0.548	0.150	
13	Standard	-	Kartesisch	1.503	-0.548	0.550	
14	Standard	-	Kartesisch	1.503	-0.548	0.700	
15	Standard	-	Kartesisch	1.503	-0.548	0.950	
16	Standard	-	Kartesisch	2.241	-0.817	0.000	
17	Standard	-	Kartesisch	2.241	-0.817	0.150	
18	Standard	-	Kartesisch	2.241	-0.817	0.550	
19	Standard	-	Kartesisch	2.241	-0.817	0.700	
20	Standard	-	Kartesisch	2.241	-0.817	0.950	
21	Standard	-	Kartesisch	2.250	-0.820	0.000	
22	Standard	-	Kartesisch	2.250	-0.820	0.150	
23	Standard	-	Kartesisch	2.250	-0.820	0.550	
24	Standard	-	Kartesisch	2.250	-0.820	0.700	
25	Standard	-	Kartesisch	2.250	-0.820	0.950	
26	Standard	-	Kartesisch	2.259	-0.817	0.000	
27	Standard	-	Kartesisch	2.259	-0.817	0.150	
28	Standard	-	Kartesisch	2.259	-0.817	0.550	
29	Standard	-	Kartesisch	2.259	-0.817	0.700	
30	Standard	-	Kartesisch	2.259	-0.817	0.950	
31	Standard	-	Kartesisch	2.997	-0.548	0.000	
32	Standard	-	Kartesisch	2.997	-0.548	0.150	
33	Standard	-	Kartesisch	2.997	-0.548	0.550	
34	Standard	-	Kartesisch	2.997	-0.548	0.700	
35	Standard	-	Kartesisch	2.997	-0.548	0.950	
36	Standard	-	Kartesisch	3.748	-0.274	0.000	
37	Standard	-	Kartesisch	3.748	-0.274	0.150	
38	Standard	-	Kartesisch	3.748	-0.274	0.550	
39	Standard	-	Kartesisch	3.748	-0.274	0.700	
40	Standard	-	Kartesisch	3.748	-0.274	0.950	
41	Standard	-	Kartesisch	4.500	0.000	0.000	
42	Standard	-	Kartesisch	4.500	0.000	0.150	
43	Standard	-	Kartesisch	4.500	0.000	0.550	
44	Standard	-	Kartesisch	4.500	0.000	0.700	
45	Standard	-	Kartesisch	4.500	0.000	0.950	



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore
BW NHN +7,85 m

Datum: 05.08.2022

1.2 LINIEN

Linie Nr.	Linientyp	Knoten Nr.	Linienlänge L [m]		Kommentar
1	Polylinie	1,2	0.150	Z	
2	Polylinie	2,3	0.400	Z	
3	Polylinie	3,4	0.150	Z	
4	Polylinie	4,5	0.250	Z	
5	Polylinie	1,6	0.800	XY	
6	Polylinie	2,7	0.800	XY	
7	Polylinie	3,8	0.800	XY	
8	Polylinie	4,9	0.800	XY	
9	Polylinie	5,10	0.800	XY	
10	Polylinie	6,7	0.150	Z	
11	Polylinie	7,8	0.400	Z	
12	Polylinie	8,9	0.150	Z	
13	Polylinie	9,10	0.250	Z	
14	Polylinie	6,11	0.799	XY	
15	Polylinie	7,12	0.799	XY	
16	Polylinie	8,13	0.799	XY	
17	Polylinie	9,14	0.799	XY	
18	Polylinie	10,15	0.799	XY	
19	Polylinie	11,12	0.150	Z	
20	Polylinie	12,13	0.400	Z	
21	Polylinie	13,14	0.150	Z	
22	Polylinie	14,15	0.250	Z	
23	Polylinie	11,16	0.785	XY	
24	Polylinie	12,17	0.785	XY	
25	Polylinie	13,18	0.785	XY	
26	Polylinie	14,19	0.785	XY	
27	Polylinie	15,20	0.785	XY	
28	Polylinie	16,17	0.150	Z	
29	Polylinie	17,18	0.400	Z	
30	Polylinie	18,19	0.150	Z	
31	Polylinie	19,20	0.250	Z	
32	Polylinie	16,21	0.009	XY	
33	Polylinie	17,22	0.009	XY	
34	Polylinie	18,23	0.009	XY	
35	Polylinie	19,24	0.009	XY	
36	Polylinie	20,25	0.009	XY	
37	Polylinie	21,22	0.150	Z	
38	Polylinie	22,23	0.400	Z	
39	Polylinie	23,24	0.150	Z	
40	Polylinie	24,25	0.250	Z	
41	Polylinie	21,26	0.009	XY	
42	Polylinie	22,27	0.009	XY	
43	Polylinie	23,28	0.009	XY	
44	Polylinie	24,29	0.009	XY	
45	Polylinie	25,30	0.009	XY	
46	Polylinie	26,27	0.150	Z	
47	Polylinie	27,28	0.400	Z	
48	Polylinie	28,29	0.150	Z	
49	Polylinie	29,30	0.250	Z	
50	Polylinie	26,31	0.785	XY	
51	Polylinie	27,32	0.785	XY	
52	Polylinie	28,33	0.785	XY	
53	Polylinie	29,34	0.785	XY	
54	Polylinie	30,35	0.785	XY	
55	Polylinie	31,32	0.150	Z	
56	Polylinie	32,33	0.400	Z	
57	Polylinie	33,34	0.150	Z	
58	Polylinie	34,35	0.250	Z	
59	Polylinie	31,36	0.799	XY	
60	Polylinie	32,37	0.799	XY	
61	Polylinie	33,38	0.799	XY	
62	Polylinie	34,39	0.799	XY	
63	Polylinie	35,40	0.799	XY	
64	Polylinie	36,37	0.150	Z	
65	Polylinie	37,38	0.400	Z	
66	Polylinie	38,39	0.150	Z	
67	Polylinie	39,40	0.250	Z	
68	Polylinie	36,41	0.800	XY	
69	Polylinie	37,42	0.800	XY	
70	Polylinie	38,43	0.800	XY	
71	Polylinie	39,44	0.800	XY	
72	Polylinie	40,45	0.800	XY	
73	Polylinie	41,42	0.150	Z	
74	Polylinie	42,43	0.400	Z	
75	Polylinie	43,44	0.150	Z	
76	Polylinie	44,45	0.250	Z	

1.3 MATERIALIEN

Mat. Nr.	Modul E [kN/cm²]	Modul G [kN/cm²]	Querdehnzahl ν [-]	Spez. Gewicht γ [kN/m³]	Wärmedehnz. α [1/°C]	Teilsich.-Beiwert γ_M [-]	Material-Modell
1	Baustahl S 235 DIN EN 1993-1-1:2010-12 21000.00		8076.92	0.300	78.50	1.20E-05	1.00
							Isotrop linear elastisch

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore
BW NHN +7,85 m

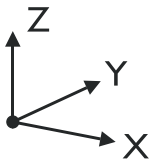
Datum: 05.08.2022

1.4 FLÄCHEN

Fläche Nr.	Flächentyp		Begrenzungslinien Nr.	Mat. Nr.	Dicke		Fläche A [m²]	Gewicht G [kg]
	Geometrie	Steifigkeit			Typ	d [mm]		
1	Eben	Standard	1-4,9,18,27,36,40-37, 32,23,14,5	1	Konstant	12.0	2.275	214.31
2	Eben	Standard	37-40,45,54,63,72, 76-73,68,59,50,41	1	Konstant	12.0	2.275	214.31

1.4.2 FLÄCHEN - INTEGRIERTE OBJEKTE

Fläche Nr.	Integrierte Objekte Nr.		Öffnungen	Kommentar
	Knoten	Linien		
1		6,7,10-12,15,16,19-21,24,25,28-30,33, 34,8,17,26,35,13,22,31		
2		42,43,46-48,51,52,55-57,60,61,64-66, 69,70,44,53,62,71,49,58,67		

1.7 KNOTENLAGER

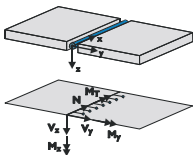
Lager Nr.	Knoten Nr.	Achsensystem	Stütze in Z	Lagerung bzw. Feder						
				u _x	u _y	u _z	φ _x	φ _y	φ _z	
1	2	Benutzerdefiniertes X',Y',Z'	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐
2	3	Benutzerdefiniertes X',Y',Z'	☐	☒	☒	☒	☐	☐	☐	☐
3	42	Benutzerdefiniertes X',Y',Z'	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐
4	43	Benutzerdefiniertes X',Y',Z'	☐	☒	☒	☒	☐	☐	☐	☐

1.7.10 KNOTENLAGER - BENUTZERDEFINIERTES ACHSENSYSTEM

Lager Nr.	Richtungs- typ:	Folge	Verdrehung [°]			Koordinaten- system	1. A Knoten Nr.	Knoten Nr.	2. A Knoten Nr.	Bezugs Knoten	Stab/Linie Nr.
			um X	um Y	um Z						
1	Gedreht	ZYX	0.00	0.00	270.00						
2	Gedreht	ZYX	0.00	0.00	270.00						
3	Gedreht	ZYX	0.00	0.00	90.00						
4	Gedreht	ZYX	0.00	0.00	90.00						

1.8 LINIENLAGER

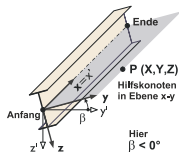
Lager Nr.	Linien Nr.	Bezugs- system	Drehung β [°]	Wand in Z	Feste Stützung bzw. Einspannung						
					u _x	u _y	u _z	φ _x	φ _y	φ _z	
1	37-40	Global		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	

1.10 LINIENGELLENKE

Gelenk Nr.	Linie Nr.	Fläche Nr.	Seite	Axial/Quer-Gelenk [kN/m²]			Momentengelenk [kNm/rad/m]		
				u _x	u _y	u _z	φ _x	φ _y	φ _z
1	37	1	-	☐	☐	☐	☒	☐	☐
2	37	2	-	☐	☐	☐	☒	☐	☐
3	38	1	-	☐	☐	☐	☒	☐	☐
4	38	2	-	☐	☐	☐	☒	☐	☐
5	39	1	-	☐	☐	☐	☒	☐	☐
6	39	2	-	☐	☐	☐	☒	☐	☐
7	40	1	-	☐	☐	☐	☒	☐	☐
8	40	2	-	☐	☐	☐	☒	☐	☐

1.13 QUERSCHNITTE

Quers. Nr.	Mater. Nr.	I _T [cm⁴]		I _y [cm⁴]		I _z [cm⁴]		Hauptachsen α [°]	Drehung α' [°]	Gesamtabmessungen [mm]	
		A [cm²]		A _y [cm²]		A _z [cm²]				Breite b	Höhe h
1	Flachstahl 12/140 1	7.63 16.80		274.40 14.00		2.02 14.00		0.00	0.00	12.0	140.0
3	Flachstahl 20/140 1	33.97 28.00		457.33 23.33		9.33 23.33		0.00	0.00	20.0	140.0

1.17 STÄBE

Stab Nr.	Linie Nr.	Stabtyp	Drehung		Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
			Typ	β [°]	Anfang	Ende	Anfang	Ende				
1	1	Rippe	Winkel	249.98	3	3	-	-		-	0.150	Z
2	2	Rippe	Winkel	249.98	3	3	-	-		-	0.400	Z
3	3	Rippe	Winkel	249.98	3	3	-	-		-	0.150	Z
4	4	Rippe	Winkel	249.98	3	3	-	-		-	0.250	Z
5	5	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-		-	0.800	XY
6	6	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-		-	0.800	XY
7	7	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-		-	0.800	XY
8	8	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-		-	0.800	XY
9	9	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-		-	0.800	XY
10	10	Rippe	Winkel	249.98	1	1	-	-		-	0.150	Z
11	11	Rippe	Winkel	249.98	1	1	-	-		-	0.400	Z
12	12	Rippe	Winkel	249.98	1	1	-	-		-	0.150	Z



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

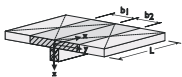
Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,85 m

1.17 STÄBE

Stab Nr.	Linie Nr.	Stabtyp	Drehung		Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
			Typ	β [°]	Anfang	Ende	Anfang	Ende				
13	13	Rippe	Winkel	249.98	1	1	-	-	-	-	0.250	Z
14	14	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-	-	-	0.799	XY
15	15	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-	-	-	0.799	XY
16	16	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-	-	-	0.799	XY
17	17	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-	-	-	0.799	XY
18	18	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-	-	-	0.799	XY
19	19	Rippe	Winkel	249.98	1	1	-	-	-	-	0.150	Z
20	20	Rippe	Winkel	249.98	1	1	-	-	-	-	0.400	Z
21	21	Rippe	Winkel	249.98	1	1	-	-	-	-	0.150	Z
22	22	Rippe	Winkel	249.98	1	1	-	-	-	-	0.250	Z
23	23	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-	-	-	0.785	XY
24	24	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-	-	-	0.785	XY
25	25	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-	-	-	0.785	XY
26	26	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-	-	-	0.785	XY
27	27	Rippe	Winkel	270.00	1	1	-	-	-	-	0.785	XY
28	28	Rippe	Winkel	249.98	1	1	-	-	-	-	0.150	Z
29	29	Rippe	Winkel	249.98	1	1	-	-	-	-	0.400	Z
30	30	Rippe	Winkel	249.98	1	1	-	-	-	-	0.150	Z
31	31	Rippe	Winkel	249.98	1	1	-	-	-	-	0.250	Z
32	46	Rippe	Winkel	110.02	1	1	-	-	-	-	0.150	Z
33	47	Rippe	Winkel	110.02	1	1	-	-	-	-	0.400	Z
34	48	Rippe	Winkel	110.02	1	1	-	-	-	-	0.150	Z
35	49	Rippe	Winkel	110.02	1	1	-	-	-	-	0.250	Z
36	50	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.785	XY
37	51	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.785	XY
38	52	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.785	XY
39	53	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.785	XY
40	54	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.785	XY
41	55	Rippe	Winkel	110.02	1	1	-	-	-	-	0.150	Z
42	56	Rippe	Winkel	110.02	1	1	-	-	-	-	0.400	Z
43	57	Rippe	Winkel	110.02	1	1	-	-	-	-	0.150	Z
44	58	Rippe	Winkel	110.02	1	1	-	-	-	-	0.250	Z
45	59	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.799	XY
46	60	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.799	XY
47	61	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.799	XY
48	62	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.799	XY
49	63	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.799	XY
50	64	Rippe	Winkel	110.02	1	1	-	-	-	-	0.150	Z
51	65	Rippe	Winkel	110.02	1	1	-	-	-	-	0.400	Z
52	66	Rippe	Winkel	110.02	1	1	-	-	-	-	0.150	Z
53	67	Rippe	Winkel	110.02	1	1	-	-	-	-	0.250	Z
54	68	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.800	XY
55	69	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.800	XY
56	70	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.800	XY
57	71	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.800	XY
58	72	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.800	XY
59	73	Rippe	Winkel	110.02	3	3	-	-	-	-	0.150	Z
60	74	Rippe	Winkel	110.02	3	3	-	-	-	-	0.400	Z
61	75	Rippe	Winkel	110.02	3	3	-	-	-	-	0.150	Z
62	76	Rippe	Winkel	110.02	3	3	-	-	-	-	0.250	Z

1.18 RIPPEN



Stab Nr.	Lage der Rippe	Mitwirkende Breite - Seite 1		Mitwirkende Breite - Seite 2		Kommentar
		Fläche Nr.	b_1 [m]	Fläche Nr.	b_2 [m]	
1	Am -z-Rand	1	0.025		0.000	
2	Am -z-Rand	1	0.066		0.000	
3	Am -z-Rand	1	0.025		0.000	
4	Am -z-Rand	1	0.025		0.000	
5	Am -z-Rand	1	0.133		0.000	
6	Am -z-Rand	1	0.133		0.000	
7	Am -z-Rand	1	0.133		0.000	
8	Am -z-Rand	1	0.133		0.000	
9	Am -z-Rand	1	0.133		0.000	
10	Am -z-Rand	1	0.025		0.000	
11	Am -z-Rand	1	0.066		0.000	
12	Am -z-Rand	1	0.025		0.000	
13	Am -z-Rand	1	0.025		0.000	
14	Am -z-Rand	1	0.133		0.000	
15	Am -z-Rand	1	0.133		0.000	
16	Am -z-Rand	1	0.133		0.000	
17	Am -z-Rand	1	0.133		0.000	
18	Am -z-Rand	1	0.133		0.000	
19	Am -z-Rand	1	0.025		0.000	
20	Am -z-Rand	1	0.066		0.000	
21	Am -z-Rand	1	0.025		0.000	
22	Am -z-Rand	1	0.025		0.000	
23	Am -z-Rand	1	0.131		0.000	
24	Am -z-Rand	1	0.131		0.000	
25	Am -z-Rand	1	0.131		0.000	
26	Am -z-Rand	1	0.131		0.000	
27	Am -z-Rand	1	0.131		0.000	
28	Am -z-Rand	1	0.025		0.000	
29	Am -z-Rand	1	0.066		0.000	
30	Am -z-Rand	1	0.025		0.000	
31	Am -z-Rand	1	0.025		0.000	
32	Am +z-Rand	2	0.025		0.000	
33	Am +z-Rand	2	0.066		0.000	
34	Am +z-Rand	2	0.025		0.000	
35	Am +z-Rand	2	0.025		0.000	
36	Am +z-Rand	2	0.131		0.000	
37	Am +z-Rand	2	0.131		0.000	

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,85 m

1.18 RIPPEN

Stab Nr.	Lage der Rippe	Mitwirkende Breite - Seite 1		Mitwirkende Breite - Seite 2		Kommentar
		Fläche Nr.	b ₁ [m]	Fläche Nr.	b ₂ [m]	
38	Am +z-Rand	2	0.131		0.000	
39	Am +z-Rand	2	0.131		0.000	
40	Am +z-Rand	2	0.131		0.000	
41	Am +z-Rand	2	0.025		0.000	
42	Am +z-Rand	2	0.066		0.000	
43	Am +z-Rand	2	0.025		0.000	
44	Am +z-Rand	2	0.025		0.000	
45	Am +z-Rand	2	0.133		0.000	
46	Am +z-Rand	2	0.133		0.000	
47	Am +z-Rand	2	0.133		0.000	
48	Am +z-Rand	2	0.133		0.000	
49	Am +z-Rand	2	0.133		0.000	
50	Am +z-Rand	2	0.025		0.000	
51	Am +z-Rand	2	0.066		0.000	
52	Am +z-Rand	2	0.025		0.000	
53	Am +z-Rand	2	0.025		0.000	
54	Am +z-Rand	2	0.133		0.000	
55	Am +z-Rand	2	0.133		0.000	
56	Am +z-Rand	2	0.133		0.000	
57	Am +z-Rand	2	0.133		0.000	
58	Am +z-Rand	2	0.133		0.000	
59	Am +z-Rand	2	0.025		0.000	
60	Am +z-Rand	2	0.066		0.000	
61	Am +z-Rand	2	0.025		0.000	
62	Am +z-Rand	2	0.025		0.000	



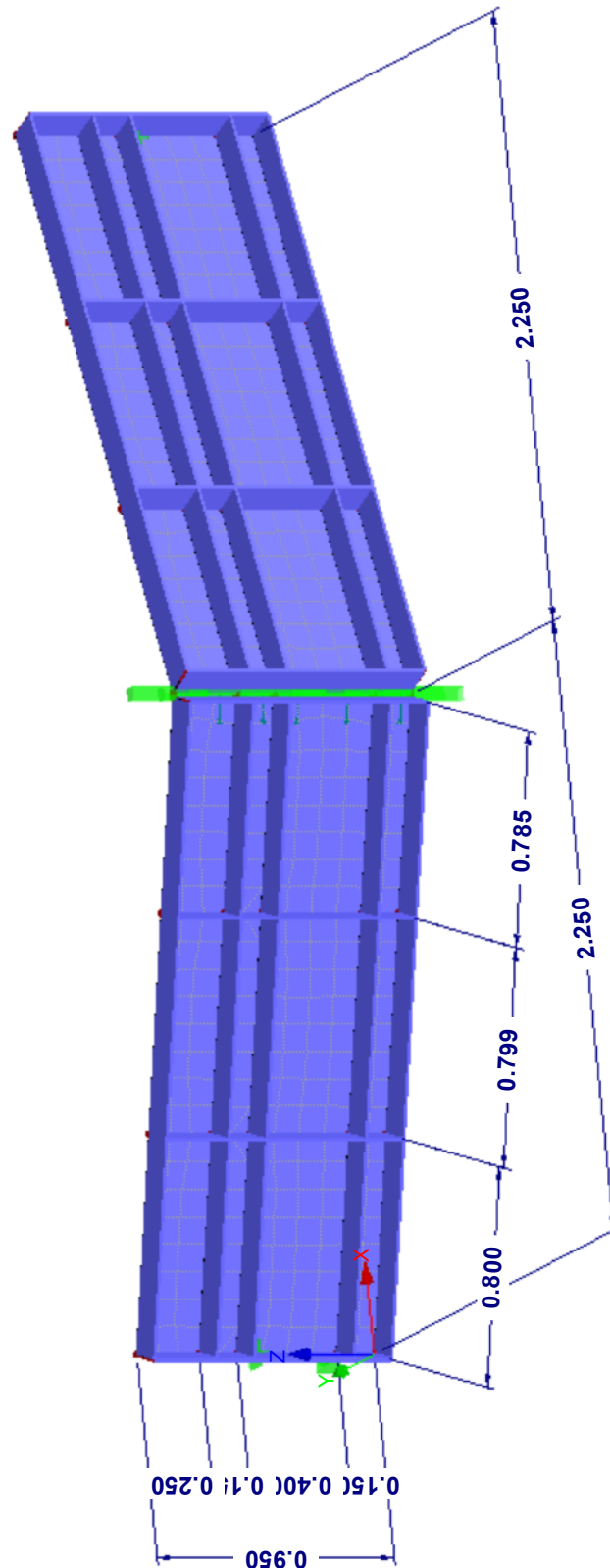
Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore
BW NHN +7,85 m

Datum: 05.08.2022

■ **MODELL**

Isometrie



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



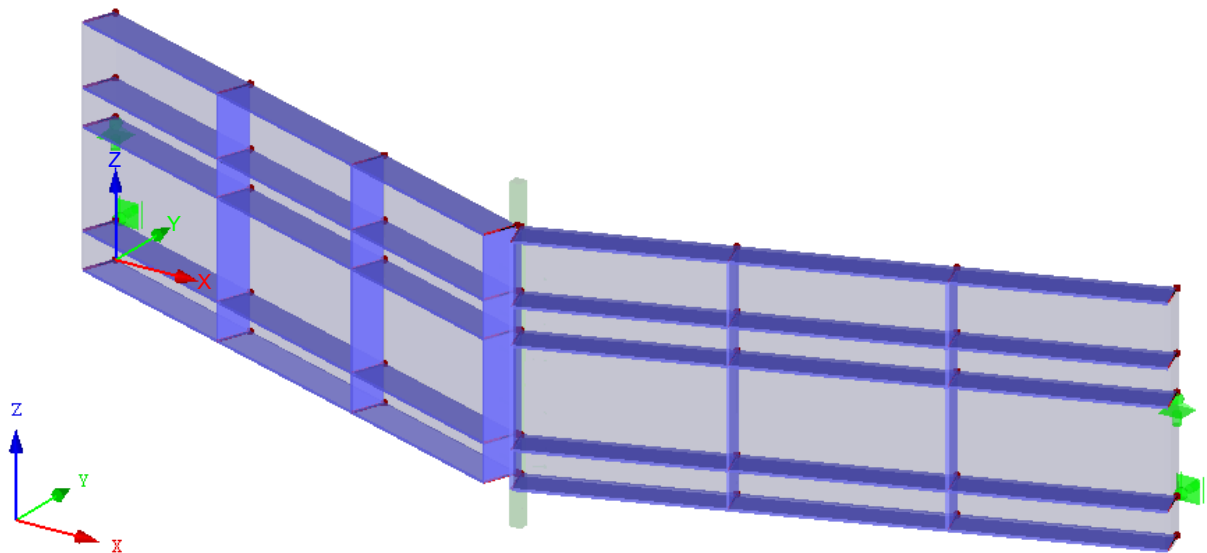
Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore
BW NHH +7,85 m

Datum: 05.08.2022

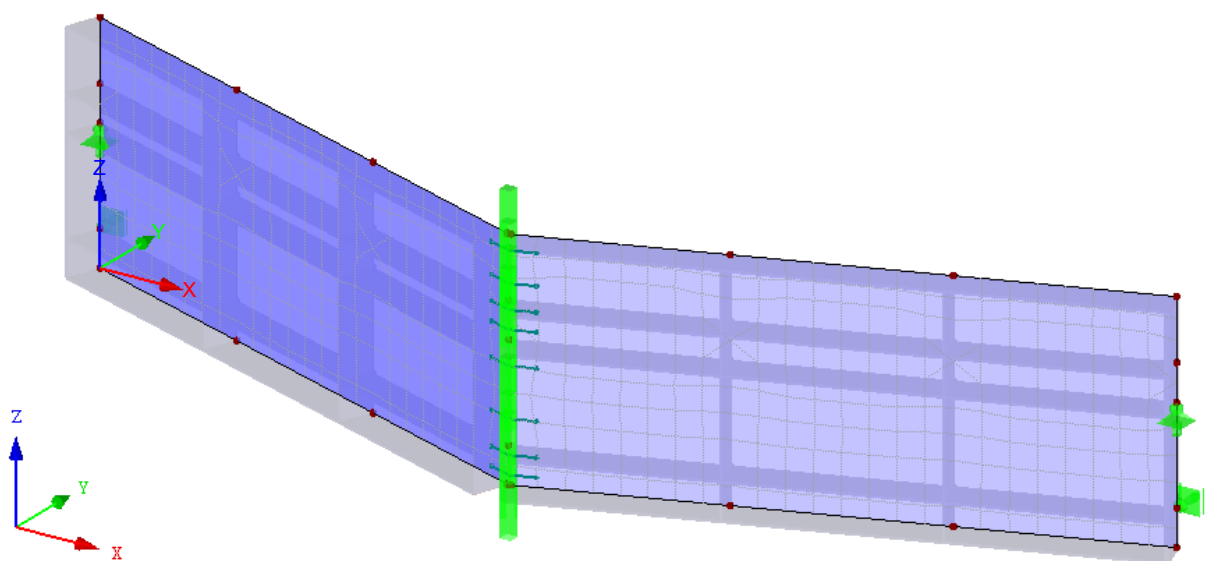
■ **FLACHSTAHL 12/140**

Isometrie



■ **STAUBLECH T = 12 MM**

Isometrie



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



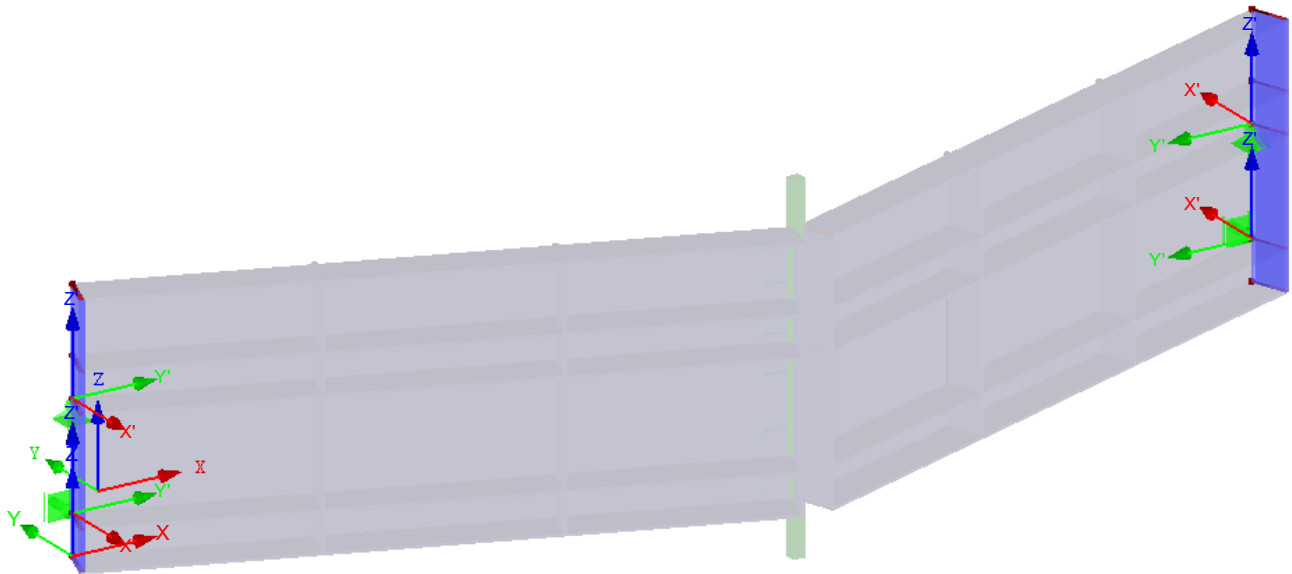
Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtoore
BW NHN +7,85 m

Datum: 05.08.2022

■ **FLACHSTAHL 20/140**

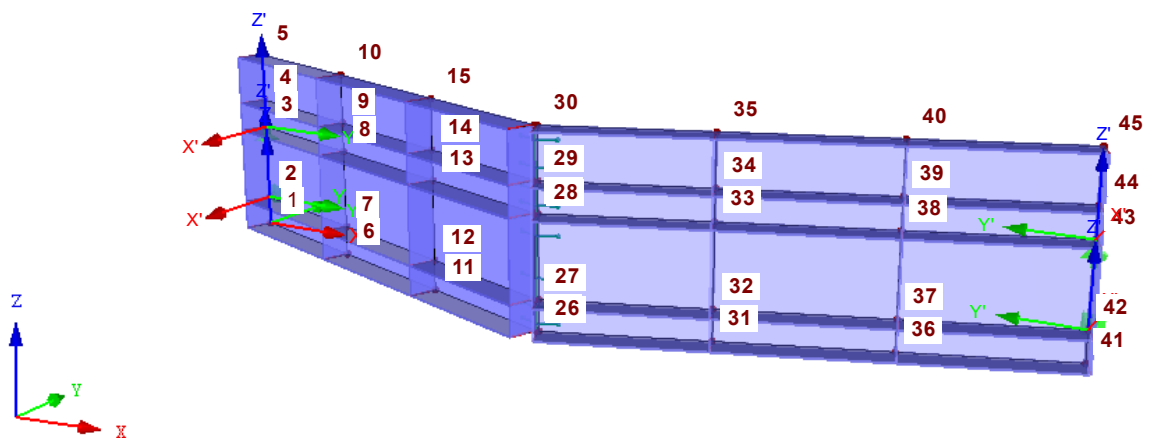
Isometrie



■ **MODELL**

Knotennummerierung

Perspektive



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmto

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,85 m

2.1 LASTFÄLLE

Lastfall	LF-Bezeichnung	EN 1990 DIN Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung			
			Aktiv	X	Y	Z
LF1	Eigengewicht	Ständig	☒	0.000	0.000	-1.000
LF2	Hochwasser	Nutzlasten - Kategorie F: Verkehrslasten - Fahrzeuglast ≤ 30 kN	☒	0.000	0.000	0.000
LF4	ganze Welle	Nutzlasten - Kategorie F: Verkehrslasten - Fahrzeuglast ≤ 30 kN	☐			
LF5	Treibgut mitte	Nutzlasten - Kategorie F: Verkehrslasten - Fahrzeuglast ≤ 30 kN	☐			
LF7	Treibgut Auflager	Nutzlasten - Kategorie F: Verkehrslasten - Fahrzeuglast ≤ 30 kN	☐			

2.1.1 LASTFÄLLE - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastfall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter	
		Berechnungstheorie	
LF1	Eigengewicht	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) ☒ Stäbe (Faktor für GJ, E _I , E _{Iz} , EA, GA _y , GA _z)
LF2	Hochwasser	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) ☒ Stäbe (Faktor für GJ, E _I , E _{Iz} , EA, GA _y , GA _z)
LF4	ganze Welle	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) ☒ Stäbe (Faktor für GJ, E _I , E _{Iz} , EA, GA _y , GA _z)
LF5	Treibgut mitte	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) ☒ Stäbe (Faktor für GJ, E _I , E _{Iz} , EA, GA _y , GA _z)
LF7	Treibgut Auflager	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) ☒ Stäbe (Faktor für GJ, E _I , E _{Iz} , EA, GA _y , GA _z)

2.5 LASTKOMBINATIONEN

Lastkombin.	Lastkombination		Nr.	Faktor	Lastfall	
	BS	Bezeichnung				
LK1		BS-A (TG mittig)	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Hochwasser
			3	1.00	LF4	ganze Welle
			4	1.00	LF5	Treibgut mitte
LK2		BS-A (TG Auflager)	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Hochwasser
			3	1.00	LF4	ganze Welle
			4	1.00	LF7	Treibgut Auflager
LK3		BS-A_ohne Treibgut	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Hochwasser
			3	1.00	LF4	ganze Welle

2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastkombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter	
		Berechnungstheorie	
LK1	BS-A (TG mittig)	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Optionen : ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: : ☒ Normalkräfte N : ☒ Querkkräfte V _y und V _z : ☒ Momente M _{iy} , M _{iz} und M _{it} Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ _M) ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) ☒ Stäbe (Faktor für GJ, E _I , E _{Iz} , EA, GA _y , GA _z)
LK2	BS-A (TG Auflager)	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Optionen : ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: : ☒ Normalkräfte N : ☒ Querkkräfte V _y und V _z	



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,85 m

2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Last-kombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter
LK3	BS-A_ohne Treibgut	Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:
		☒ Momente M_y , M_z und M_T
		☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M)
		☒ Querschnitte (Faktor für J , I_y , I_z , A , A_y , A_z)
LK3	BS-A_ohne Treibgut	Berechnungstheorie
		☒ Theorie I. Ordnung (linear)
		☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
		☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für:
LK3	BS-A_ohne Treibgut	☒ Normalkräfte N
		☒ Querkraften V_y und V_z
		☒ Momente M_y , M_z und M_T
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:
LK3	BS-A_ohne Treibgut	☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M)
		☒ Querschnitte (Faktor für J , I_y , I_z , A , A_y , A_z)
		☒ Stäbe (Faktor für GJ , EI_y , EI_z , EA , GA_y , GA_z)

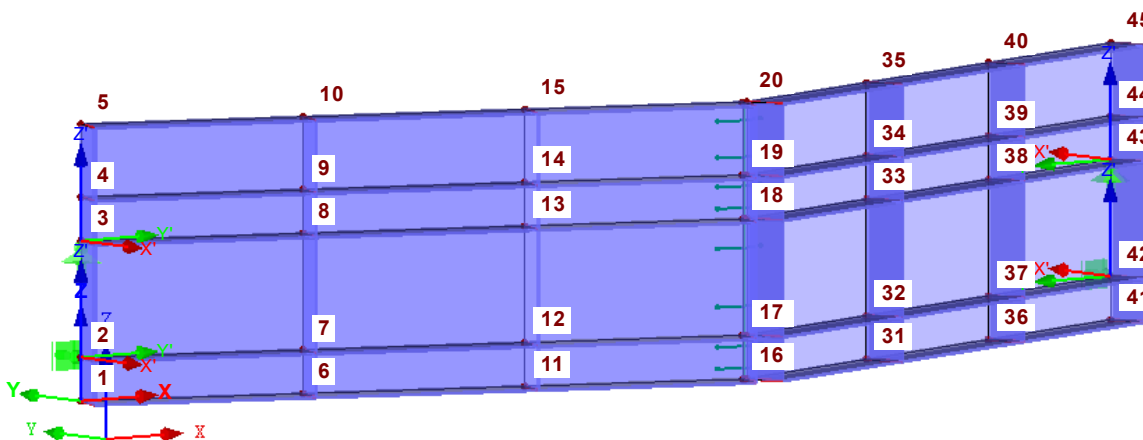
2.7 ERGEBNISKOMBINATIONEN

Ergebn.-kombin.	Bezeichnung	Belastung
EK1	BS-A	LK1 oder LK2

LF1: EIGENGEWICHT

LF1 : Eigengewicht
Belastung [kN/m]

Isometrie



LF2
Hochwasser

3.10 FREIE POLYGONLASTEN

LF2: Hochwasser

Nr.	An Flächen Nr.	Projekt.	Last- verteilung	Last- Richtung	Lastparameter			Lastposition		
					Symbol	Wert	Einheit	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	1	XZ	Linear	z	p1	6.50	kN/m ²	0.000	0.000	0.000
					p2	6.50	kN/m ²	2.250	0.000	0.000
					p3	0.00	kN/m ²	2.250	0.000	0.650
								0.000	0.000	0.650
2	2	XZ	Linear	z	p1	-6.50	kN/m ²	2.250	0.000	0.000
					p2	-6.50	kN/m ²	4.500	0.000	0.000
					p3	0.00	kN/m ²	4.500	0.000	0.650
								2.250	0.000	0.650

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Projekt: 2013-0282

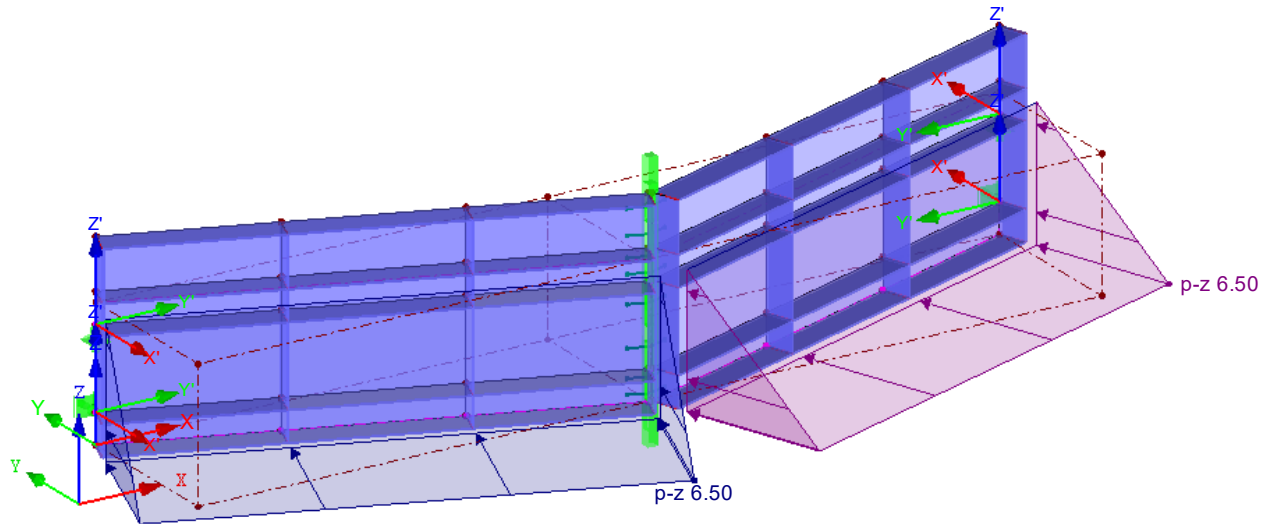
Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore
BW NHN +7,85 m

Datum: 05.08.2022

■ LF2: HOCHWASSER

LF2 : Hochwasser
Belastung [kN/m], [kN/m²]

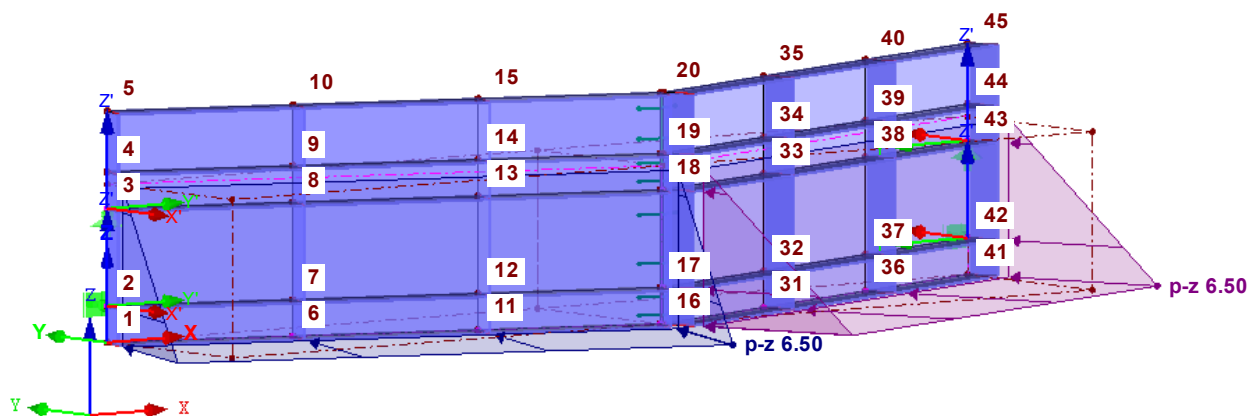
Isometrie



■ LF2: HOCHWASSER

LF2 : Hochwasser
Belastung [kN/m], [kN/m²]

Isometrie



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmto
BW NHN +7,85 m

Datum: 05.08.2022

LF4
ganze Welle

3.7 FREIE LINIENLASTEN

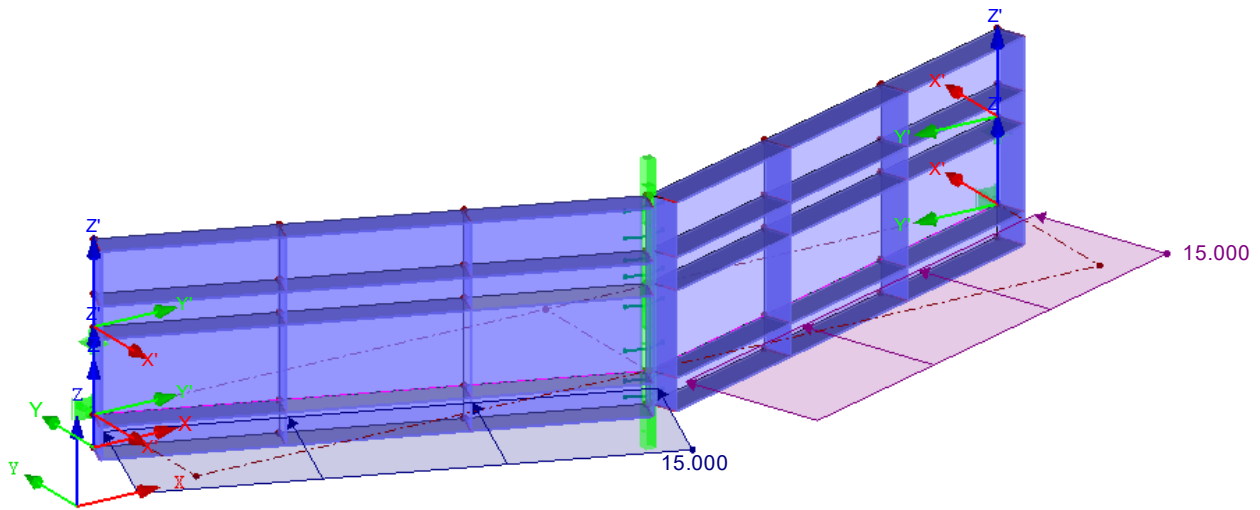
LF4: ganze Welle

Nr.	An Flächen Nr.	Projekt.	Last- verteilung	Last- Richtung	Symbol	Lastgröße		Lastposition		
						Wert	Einheit	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	1	XZ	Konstant	z	p	15.000	kN/m	0.000		0.150
2	2	XZ	Konstant	z	p	-15.000	kN/m	2.250		0.150
								2.250		0.150
								4.500		0.150

LF4: GANZE WELLE

LF4 : ganze Welle
Belastung [kN/m]

Isometrie





Projekt: 2013-0282

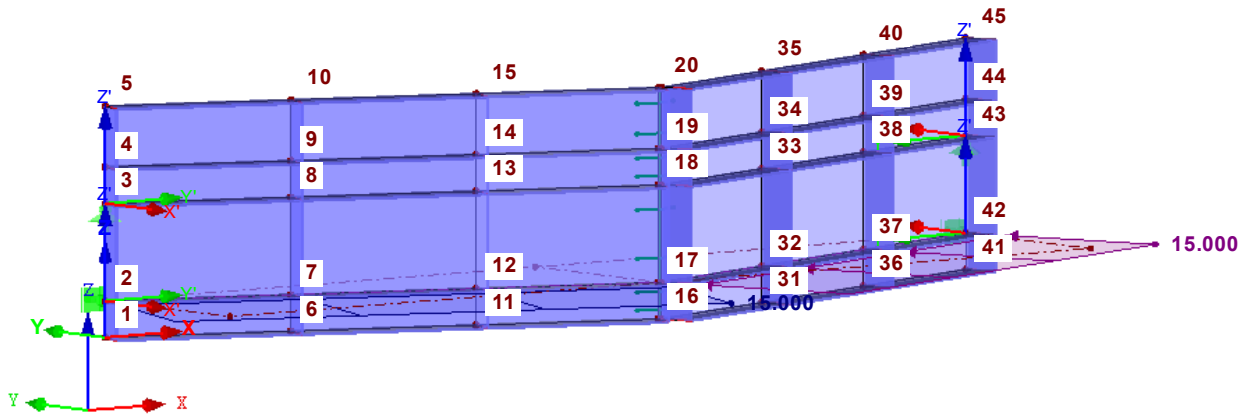
Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore
BW NHH +7,85 m

Datum: 05.08.2022

■ LF4: GANZE WELLE

LF4 : ganze Welle
Belastung [kN/m]

Isometrie



LF5
Treibgut mitte

■ 3.8 FREIE RECHTECKLASTEN

LF5: Treibgut mitte

Nr.	An Flächen Nr.	Projekt.	Last- verteilung	Last- Richtung	Symbol	Lastgröße		Lastposition		
						Wert	Einheit	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	1	XZ	Konstant	z	p	120.00	kN/m ²	0.875		0.400
								1.375		0.900

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

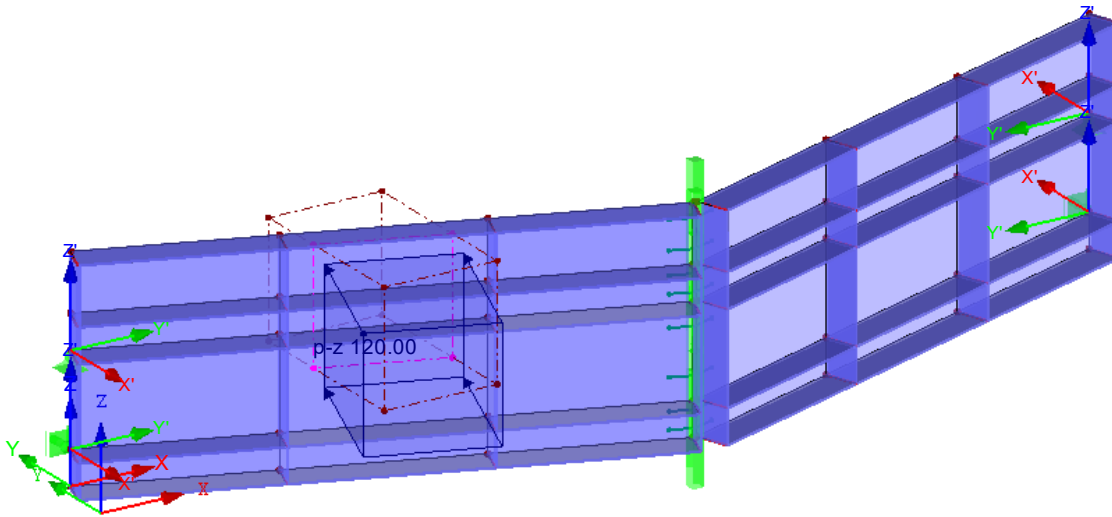
Datum: 05.08.2022

BW NHH +7,85 m

LF5: TREIBGUT MITTE

LF5 : Treibgut mitte
Belastung [kN/m²]

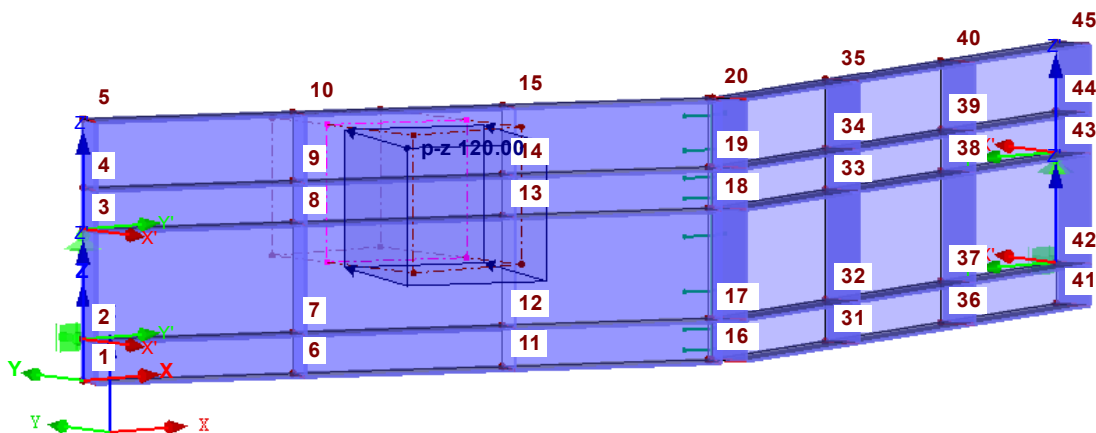
Isometrie



LF5: TREIBGUT MITTE

LF5 : Treibgut mitte
Belastung [kN/m²]

Isometrie



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore
BW NHN +7,85 m

Datum: 05.08.2022

LF7
Treibgut Auflager

■ 3.8 FREIE RECHTECKLASTEN

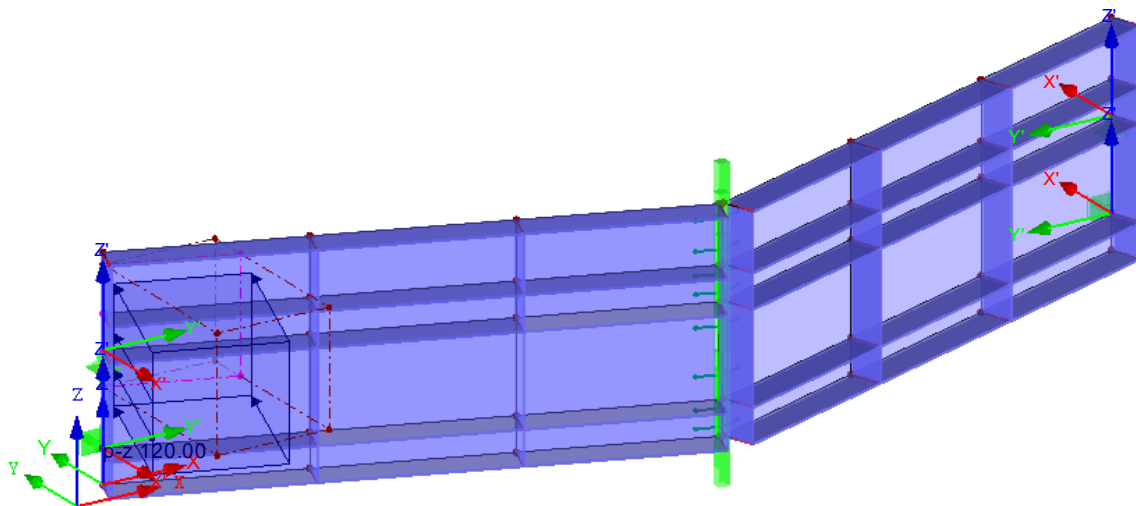
LF7: Treibgut Auflager

Nr.	An Flächen Nr.	Projekt.	Last- verteilung	Last- Richtung	Symbol	Lastgröße		Lastposition		
						Wert	Einheit	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	1	XZ	Konstant	z	p	120.00	kN/m ²	0.000		0.400
								0.500		0.900

■ LF7: TREIBGUT AUFLAGER

LF7 : Treibgut Auflager
Belastung [kN/m²]

Isometrie



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Projekt: 2013-0282

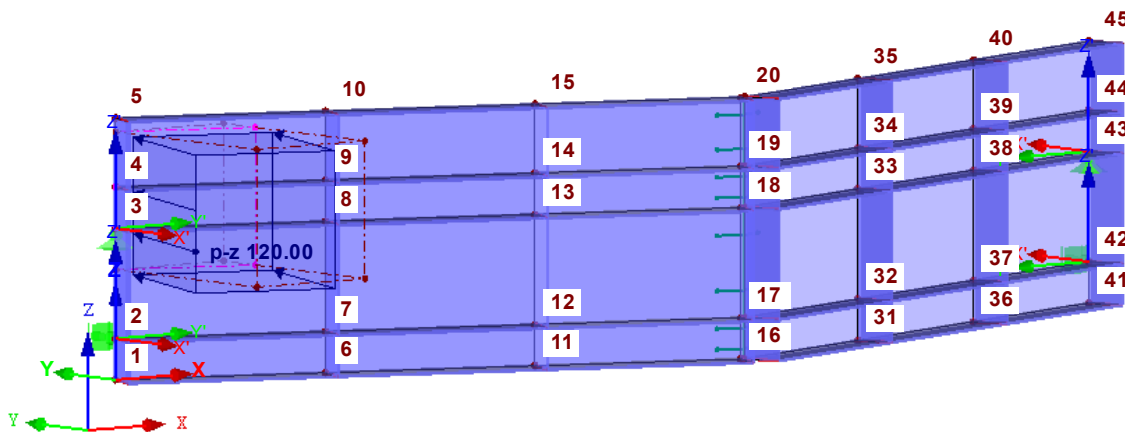
Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore
BW NHH +7,85 m

Datum: 05.08.2022

LF7: TREIBGUT AUFLAGER

LF7 : Treibgut Auflager
Belastung [kN/m²]

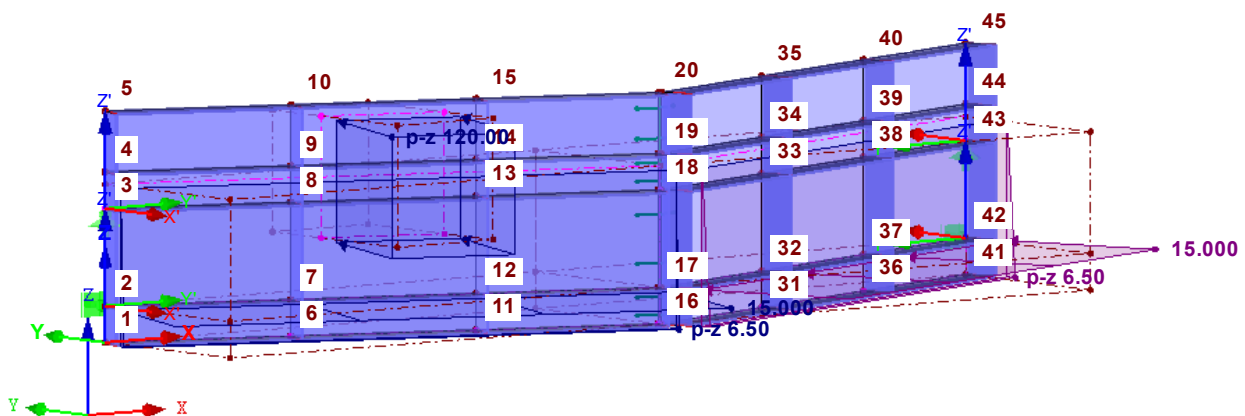
Isometrie



LK1: BS-A (TG MITTIG)

LK1 : BS-A (TG mittig)
Belastung [kN/m], [kN/m²]

Isometrie



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Projekt: 2013-0282

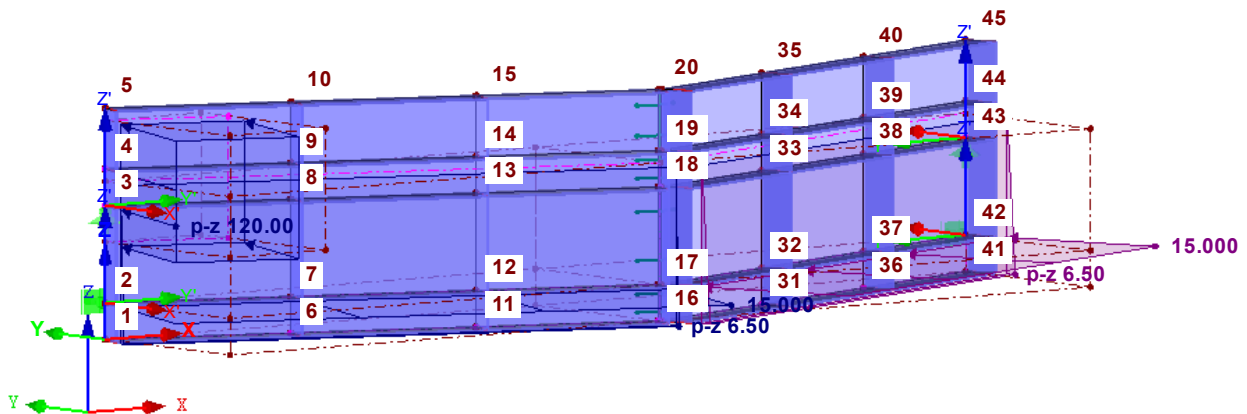
Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore
BW NHN +7,85 m

Datum: 05.08.2022

■ LK2: BS-A (TG AUFLAGER)

LK2 : BS-A (TG Auflager)
Belastung [kN/m], [kN/m²]

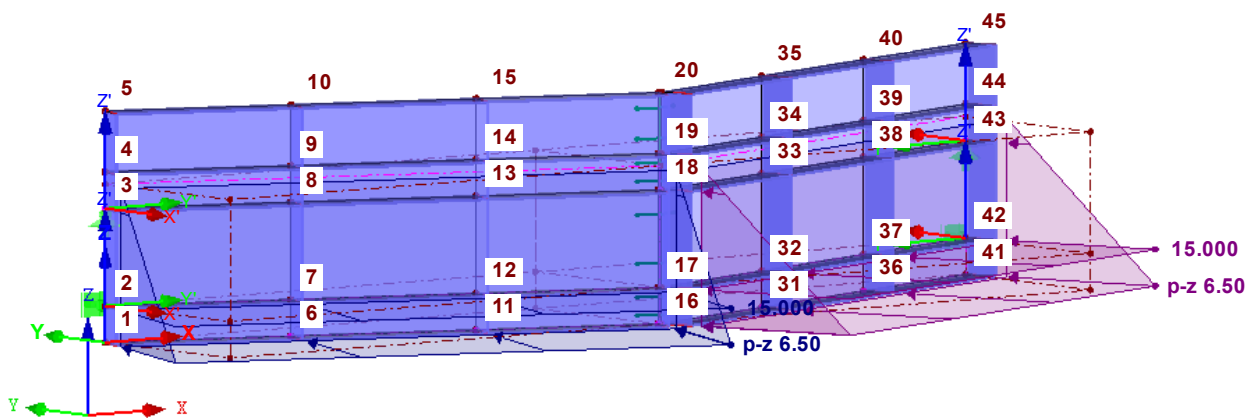
Isometrie



■ LK3: BS-A_OHNE TREIBGUT

LK3 : BS-A_ohne Treibgut
Belastung [kN/m], [kN/m²]

Isometrie



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,85 m

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

	Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Lastfall LF1 - Eigengewicht				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Z	-8.60	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	-8.60	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.250, Y:-0.437, Z:0.473 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	-0.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 45 (X: 4.500, Y: 0.000, Z: 0.950 m)
	Max. Verschiebung in Y	-0.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 25 (X: 2.250, Y: -0.820, Z: 0.950 m)
	Max. Verschiebung in Z	-0.1	mm	Stab Nr. 27, x: 0.785 m
	Max. Verschiebung vektoriell	0.2	mm	Stab Nr. 27, x: 0.785 m
	Max. Verdrehung um X	0.1	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 350 (X: 2.351, Y: -0.783, Z: 0.000 m)
	Max. Verdrehung um Y	0.1	mmrad	Stab Nr. 3, x: 0.056 m
	Max. Verdrehung um Z	-0.1	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 2 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.150 m)
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	StEIFigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der StEIFigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.363E+13		
	Minimaler Wert des Elementes der StEIFigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.43E+05		
	Determinante der StEIFigkeitsmatrix	1.168E+2859		
	Unendlich-Norm	1.273E+14		
Lastfall LF2 - Hochwasser				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	9.51	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	9.51	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
	Resultierende der Reaktionen um X	2.412	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.250, Y:-0.437, Z:0.473 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.1	mm	Stab Nr. 14, x: 0.200 m
	Max. Verschiebung in Y	0.2	mm	Stab Nr. 14, x: 0.400 m
	Max. Verschiebung in Z	-0.0	mm	Stab Nr. 16, x: 0.400 m
	Max. Verschiebung vektoriell	0.2	mm	Stab Nr. 14, x: 0.400 m
	Max. Verdrehung um X	0.2	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 229 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.431 m)
	Max. Verdrehung um Y	-0.1	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 229 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.431 m)
	Max. Verdrehung um Z	-0.2	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 46 (X: 2.250, Y: -0.820, Z: 0.000 m)
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	StEIFigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der StEIFigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.363E+13		
	Minimaler Wert des Elementes der StEIFigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.43E+05		
	Determinante der StEIFigkeitsmatrix	1.168E+2859		
	Unendlich-Norm	1.273E+14		
Lastfall LF4 - ganze Welle				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	67.50	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	67.50	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	0.07	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	0.07	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	21.797	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.250, Y:-0.437, Z:0.473 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	-0.001	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	-0.001	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.5	mm	Stab Nr. 14, x: 0.200 m
	Max. Verschiebung in Y	1.2	mm	Stab Nr. 14, x: 0.400 m
	Max. Verschiebung in Z	-0.2	mm	Stab Nr. 16, x: 0.400 m
	Max. Verschiebung vektoriell	1.3	mm	Stab Nr. 14, x: 0.400 m
	Max. Verdrehung um X	1.6	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 228 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.338 m)
	Max. Verdrehung um Y	-0.6	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 228 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.338 m)
	Max. Verdrehung um Z	-1.8	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 46 (X: 2.250, Y: -0.820, Z: 0.000 m)
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	StEIFigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der StEIFigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.363E+13		
	Minimaler Wert des Elementes der StEIFigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.43E+05		
	Determinante der StEIFigkeitsmatrix	1.168E+2859		
	Unendlich-Norm	1.273E+14		
Lastfall LF5 - Treibgut mitte				
	Summe Belastung in Richtung X	10.94	kN	



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,85 m

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

	Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
	Summe Lagerkräfte in X	10.94	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Y	30.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	30.00	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
	Resultierende der Reaktionen um X	-5.305	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.250, Y:-0.437, Z:0.473 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	1.936	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	-34.048	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.6	mm	Stab Nr. 18, x: 0.300 m
	Max. Verschiebung in Y	1.6	mm	Stab Nr. 18, x: 0.400 m
	Max. Verschiebung in Z	0.2	mm	Stab Nr. 15, x: 0.500 m
	Max. Verschiebung vektoriell	1.7	mm	Stab Nr. 18, x: 0.400 m
	Max. Verdrehung um X	-2.0	mrad	FE-Netzknoten Nr. 227 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.241 m)
	Max. Verdrehung um Y	0.7	mrad	FE-Netzknoten Nr. 227 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.241 m)
	Max. Verdrehung um Z	-2.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 54 (X: 2.250, Y: -0.820, Z: 0.950 m)
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.363E+13		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.43E+05		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	1.168E+2859		
		8		
	Unendlich-Norm	1.273E+14		

Lastfall LF7 - Treibgut Auflager				
	Summe Belastung in Richtung X	10.93	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	10.93	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Y	30.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	30.00	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
	Resultierende der Reaktionen um X	-5.305	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.250, Y:-0.437, Z:0.473 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	1.932	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	-63.785	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.2	mm	Stab Nr. 9, x: 0.800 m
	Max. Verschiebung in Y	0.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 359 (X: 0.846, Y: -0.308, Z: 0.950 m)
	Max. Verschiebung in Z	0.1	mm	Stab Nr. 8, x: 0.400 m
	Max. Verschiebung vektoriell	0.6	mm	Stab Nr. 18, x: 0.100 m
	Max. Verdrehung um X	-0.9	mrad	FE-Netzknoten Nr. 91 (X: 0.282, Y: -0.103, Z: 0.700 m)
	Max. Verdrehung um Y	0.3	mrad	FE-Netzknoten Nr. 92 (X: 0.376, Y: -0.137, Z: 0.700 m)
	Max. Verdrehung um Z	1.2	mrad	FE-Netzknoten Nr. 170 (X: 0.098, Y: -0.036, Z: 0.805 m)
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.363E+13		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.43E+05		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	1.168E+2859		
		8		
	Unendlich-Norm	1.273E+14		

Lastkombination LK1 - BS-A (TG mittig)				
	Summe Belastung in Richtung X	10.94	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	10.94	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Y	107.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	107.00	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	-8.53	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	-8.53	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	18.9	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.3, Y:-0.4, Z:0.5 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	1.9	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	-34.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 228 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.338 m)
	Max. Verschiebung in Y	1.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 228 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.338 m)
	Max. Verschiebung in Z	-0.2	mm	Stab Nr. 47, x: 0.300 m
	Max. Verschiebung vektoriell	1.8	mm	FE-Netzknoten Nr. 228 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.338 m)
	Max. Verdrehung um X	1.9	mrad	FE-Netzknoten Nr. 508 (X: 3.373, Y: -0.411, Z: 0.431 m)
	Max. Verdrehung um Y	0.7	mrad	FE-Netzknoten Nr. 502 (X: 3.279, Y: -0.445, Z: 0.431 m)
	Max. Verdrehung um Z	-2.4	mrad	FE-Netzknoten Nr. 287 (X: 2.165, Y: -0.789, Z: 0.246 m)
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.363E+13		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.43E+05		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	1.168E+2859		
		8		
	Unendlich-Norm	1.273E+14		

Lastkombination LK2 - BS-A (TG Auflager)				
	Summe Belastung in Richtung X	10.93	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	10.93	kN	Abweichung 0.00%

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,85 m

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

	Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
	Summe Belastung in Richtung Y	107.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	107.00	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	-8.53	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	-8.53	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	18.9	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.3, Y:-0.4, Z:0.5 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	1.9	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	-63.8	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.5	mm	Stab Nr. 14, x: 0.200 m
	Max. Verschiebung in Y	1.5	mm	Stab Nr. 14, x: 0.400 m
	Max. Verschiebung in Z	-0.3	mm	Stab Nr. 47, x: 0.200 m
	Max. Verschiebung vektoriell	1.6	mm	Stab Nr. 14, x: 0.400 m
	Max. Verdrehung um X	1.9	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 508 (X: 3.373, Y: -0.411, Z: 0.431 m)
	Max. Verdrehung um Y	0.6	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 502 (X: 3.279, Y: -0.445, Z: 0.431 m)
	Max. Verdrehung um Z	2.2	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 168 (X: 0.095, Y: -0.035, Z: 0.341 m)
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.363E+13		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.43E+05		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	1.168E+2859		
	Unendlich-Norm	1.273E+14		
Lastkombination LK3 - BS-A ohne Treibgut				
	Summe Belastung in Richtung X	-0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	77.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	77.00	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	-8.53	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	-8.53	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	24.2	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.3, Y:-0.4, Z:0.5 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.5	mm	Stab Nr. 14, x: 0.300 m
	Max. Verschiebung in Y	1.4	mm	Stab Nr. 14, x: 0.400 m
	Max. Verschiebung in Z	-0.3	mm	Stab Nr. 16, x: 0.600 m
	Max. Verschiebung vektoriell	1.5	mm	Stab Nr. 14, x: 0.400 m
	Max. Verdrehung um X	1.9	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 229 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.431 m)
	Max. Verdrehung um Y	-0.6	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 235 (X: 1.221, Y: -0.445, Z: 0.431 m)
	Max. Verdrehung um Z	-2.0	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 46 (X: 2.250, Y: -0.820, Z: 0.000 m)
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.363E+13		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.43E+05		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	1.168E+2859		
	Unendlich-Norm	1.273E+14		
Gesamt				
	Max. Verschiebung in X	0.7	mm	LK1, FE-Netzknoten Nr. 228 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.338 m)
	Max. Verschiebung in Y	1.7	mm	LK1, FE-Netzknoten Nr. 228 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.338 m)
	Max. Verschiebung in Z	-0.3	mm	LK2, Stab Nr. 47, x: 0.200 m
	Max. Verschiebung vektoriell	1.8	mm	LK1, FE-Netzknoten Nr. 228 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.338 m)
	Max. Verdrehung um X	-2.0	mmrad	LF5, FE-Netzknoten Nr. 227 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.241 m)
	Max. Verdrehung um Y	0.7	mmrad	LF5, FE-Netzknoten Nr. 227 (X: 1.127, Y: -0.411, Z: 0.241 m)
	Max. Verdrehung um Z	-2.4	mmrad	LK1, FE-Netzknoten Nr. 287 (X: 2.165, Y: -0.789, Z: 0.246 m)
	Sonstige Einstellungen:			
	Anzahl 1D-Finite-Elemente	328		
	Anzahl 2D-Finite-Elemente	548		
	Anzahl 3D-Finite-Elemente	0		
	Anzahl FE-Netzknoten	594		
	Anzahl der Gleichungen	3564		
	Maximale Anzahl Iterationen	100		
	Anzahl der Stabteilungen für Ergebnisverläufe	10		
	Stabteilung Seil-, Bettungs- und Voutenstäbe	10		
	Anzahl der Stabteilungen für das Suchen der Maximalwerte	10		
	Unterteilung des FE-Netzes für grafische Ergebnisse	0		
	Prozentuelle Anzahl der Iterationen der Methode nach Picard kombiniert mit der Methode nach Newton-Raphson	5	%	
	Optionen:			
	Schubsteifigkeit (Ay, Az) der Stäbe aktivieren	☒		
	Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem teilen	☒		
	Die eingestellten Steifigkeitsänderungen aktivieren	☒		
	Rotationsfreiheitsgrade ignorieren	☐		
	Kontrolle der kritischen Kräfte der Stäbe	☒		
	Unsymmetrischer direkter Gleichungslöser, falls für nichtlineares Modell erfordert	☐		

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Inros Lackner SE
Linzer Straße 3, 28359 Bremen



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmstore

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,85 m

4.3 LINIEN - LAGERKRÄFTE

Linie Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [m]	Lagerkräfte [kN/m]			Lagermomente [kNm/m]			
				p _x	p _y	p _z	m _x	m _y	m _z	
38	LF1	22	0.300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		23	0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF2	22	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF4	22	0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF5	22	0.300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF7	22	0.200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK1	22	0.100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK2	22	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK3	22	0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
39	LF1	23	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF2	23	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF4	23	0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF5	23	0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF7	23	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK1	23	0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK2	23	0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK3	23	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
40	LF1	24	0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.083	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.167	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF2	24	0.250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.083	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.167	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF4	24	0.250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.083	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.167	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF5	24	0.250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.083	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.167	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF7	24	0.250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.083	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.167	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK1	24	0.250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.083	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.167	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK2	24	0.250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.083	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.167	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK3	24	0.250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.083	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.167	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Σ Lager	25	0.250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.083	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.167	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore
BW NHH +7,85 m

Datum: 05.08.2022

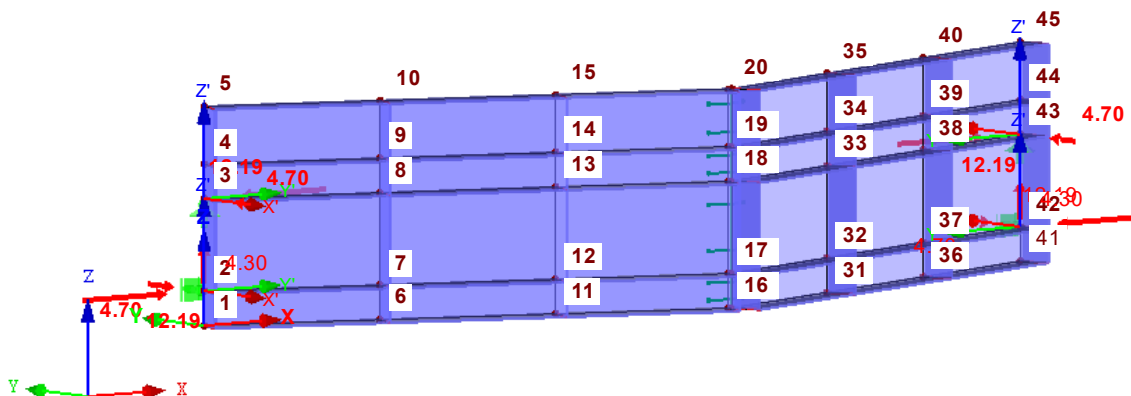
4.3 LINIEN - LAGERKRÄFTE

Linie Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [m]	Lagerkräfte [kN/m]			Lagermomente [kNm/m]			
				p _x	p _y	p _z	m _x	m _y	m _z	
Σ Laste	LF1	25		0.00	0.00	-8.60				
Σ Lager	LF2			0.00	0.00	0.00				
Σ Laste	LF2			0.00	9.51	0.00				
Σ Lager	LF4			0.00	0.00	0.00				
Σ Laste	LF4			0.00	67.50	0.07				
Σ Lager	LF5			0.00	0.00	0.00				
Σ Laste	LF5			10.94	30.00	0.00				
Σ Lager	LF7			0.00	0.00	0.00				
Σ Laste	LF7			10.93	30.00	0.00				
Σ Lager	LK1			0.00	0.00	0.00				
Σ Laste	LK1			10.94	107.00	-8.53				
Σ Lager	LK2			0.00	0.00	0.00				
Σ Laste	LK2			10.93	107.00	-8.53				
Σ Lager	LK3			0.00	0.00	0.00				
Σ Laste	LK3			0.00	77.00	-8.53				

LAGERREAKTIONEN

LF1 : Eigengewicht
Lagerreaktionen[kN], [kN/m]

Isometrie



Max P-X': 4.70, Min P-X': -4.70 kN
Max P-Y': 12.19, Min P-Y': -12.19 kN
Max P-Z': 0.00, Min P-Z': -4.30 kN
Max p-y': 0.00, Min p-y': 0.00 kN/m
Max p-z': 0.00, Min p-z': 0.00 kN/m

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

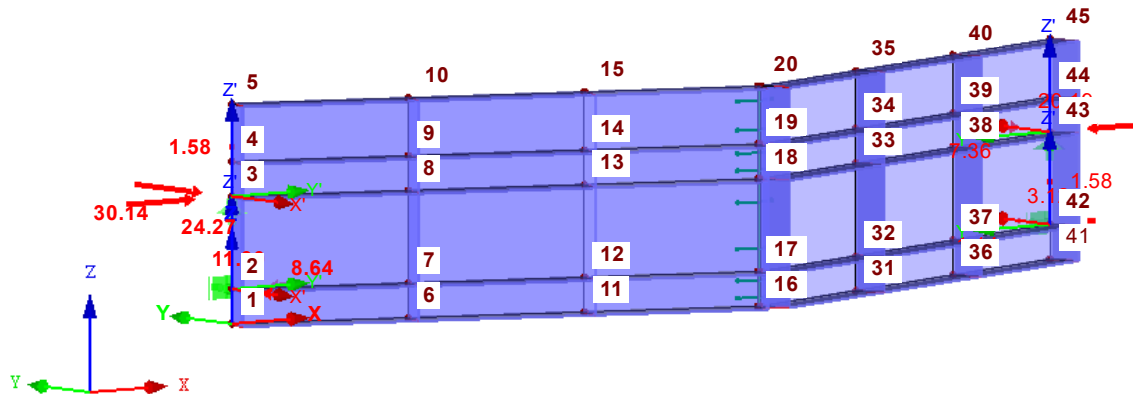
BW NHN +7,85 m

Datum: 05.08.2022

LAGERREAKTIONEN

LF5 : Treibgut mitte
Lagerreaktionen[kN], [kN/m]

Isometrie

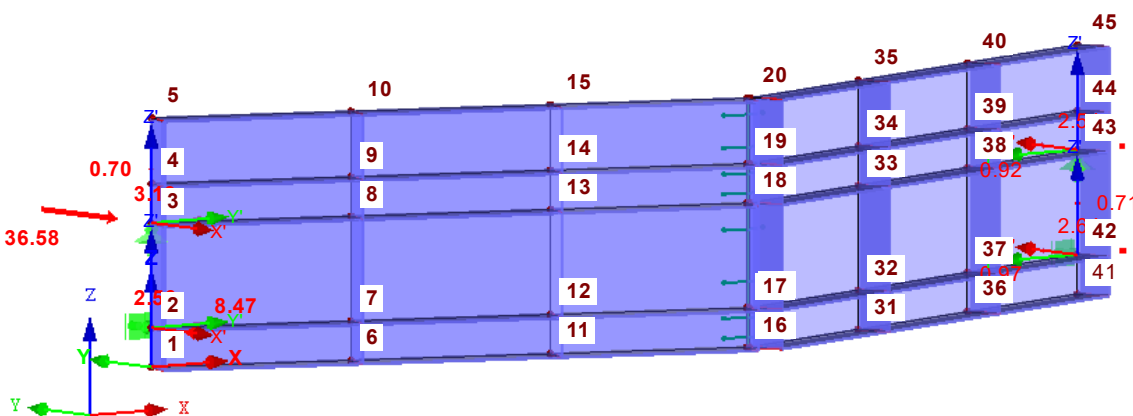


Max P-X': 8.64, Min P-X': -30.14 kN
Max P-Y': 11.90, Min P-Y': -24.27 kN
Max P-Z': 1.58, Min P-Z': -1.58 kN
Max p-y': 0.00, Min p-y': 0.00 kN/m
Max p-z': 0.00, Min p-z': 0.00 kN/m

LAGERREAKTIONEN

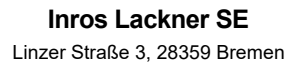
LF7 : Treibgut Auflager
Lagerreaktionen[kN], [kN/m]

Isometrie



Max P-X': 8.47, Min P-X': -36.58 kN
Max P-Y': 3.19, Min P-Y': -2.64 kN
Max P-Z': 0.70, Min P-Z': -0.71 kN
Max p-y': 0.00, Min p-y': 0.00 kN/m
Max p-z': 0.00, Min p-z': 0.00 kN/m

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

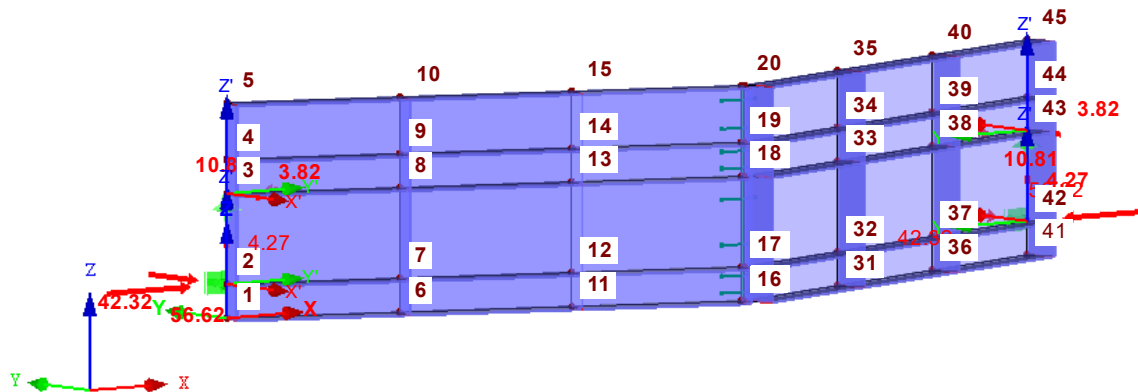
Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,85 m

■ LAGERREAKTIONEN

LK3 : BS-A_ohne Treibgut
Lagerreaktionen[kN], [kN/m]

Isometrie



Max P-X': 42.32, Min P-X': -42.32 kN
Max P-Y': 10.81, Min P-Y': -56.62 kN
Max P-Z': 0.00, Min P-Z': -4.27 kN
Max p-y': 0.00, Min p-y': 0.00 kN/m
Max p-z': 0.00, Min p-z': 0.00 kN/m

■ 4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Ergebniskombinationen

Knoten		Lagerkräfte [kN]					Lagermomente [kNm]			Ergebniskombinationen
Nr.	EK		P _X	P _Y	P _Z	M _X	M _Y	M _Z		
2*	EK1	Max	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	BS-A	
		Min	-33.85	-54.06	0.00	0.00	0.00	0.00	BS-A	
3*	EK1	Max	0.00	14.00	0.00	0.00	0.00	0.00	BS-A	
		Min	-32.76	-13.46	-3.56	0.00	0.00	0.00	BS-A	
42*	EK1	Max	43.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	BS-A	
		Min	0.00	-59.74	0.00	0.00	0.00	0.00	BS-A	
43*	EK1	Max	3.54	8.27	0.00	0.00	0.00	0.00	BS-A	
		Min	-2.90	-9.38	-5.84	0.00	0.00	0.00	BS-A	

■ 4.3 LINIEN - LAGERKRÄFTE

Ergebniskombinationen

Linie	Knoten	Stelle	Lagerkräfte [kN/m]				Lagermomente [kNm/m]			Ergissskombinationen	
Nr.	EK	Nr.	x [m]	p _x	p _y	p _z	m _x	m _y	m _z		
37	EK1	21	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
			0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
			0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
		22	Max p _x	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min p _x	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Max p _y	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min p _y	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Max p _z	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min p _z	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Max m _x	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min m _x	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Max m _y	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min m _y	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Max m _z	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Min m _z	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
38	EK1	22	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
			0.100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
			0.100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
			0.200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
			0.200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
			0.300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
			0.300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
			0.300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
			0.300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtoore
BW NHN +7,85 m

Datum: 05.08.2022

4.3 LINIEN - LAGERKRÄFTE

Ergebniskombinationen

Linie Nr.	EK	Knoten Nr.	Stelle x [m]	Lagerkräfte [kN/m]			Lagermomente [kNm/m]			
				p _x	p _y	p _z	m _x	m _y	m _z	
38	EK1	23	0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Max p _x	0.000	▷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	▷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Max p _y	0.000	▷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	▷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Min p _y	0.000	▷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	▷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Max p _z	0.000	▷	0.00	▷	0.00	0.00	0.00	
			0.000	▷	0.00	▷	0.00	0.00	0.00	
		Min p _z	0.000	▷	0.00	▷	0.00	0.00	0.00	
			0.000	▷	0.00	▷	0.00	0.00	0.00	
		Max m _x	0.000	▷	0.00	▷	▷	0.00	0.00	
			0.000	▷	0.00	▷	▷	0.00	0.00	
39	EK1	23	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		24	0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Max p _x	0.000	▷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	▷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Max p _y	0.000	▷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	▷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Min p _y	0.000	▷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	▷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Max p _z	0.000	▷	0.00	▷	0.00	0.00	0.00	
			0.000	▷	0.00	▷	0.00	0.00	0.00	
40	EK1	24	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		0.083	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.083	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		0.167	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.167	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		25	0.250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Max p _x	0.000	▷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	▷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Max p _y	0.000	▷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	▷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Min p _y	0.000	▷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.000	▷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	



Projekt: 2013-0282

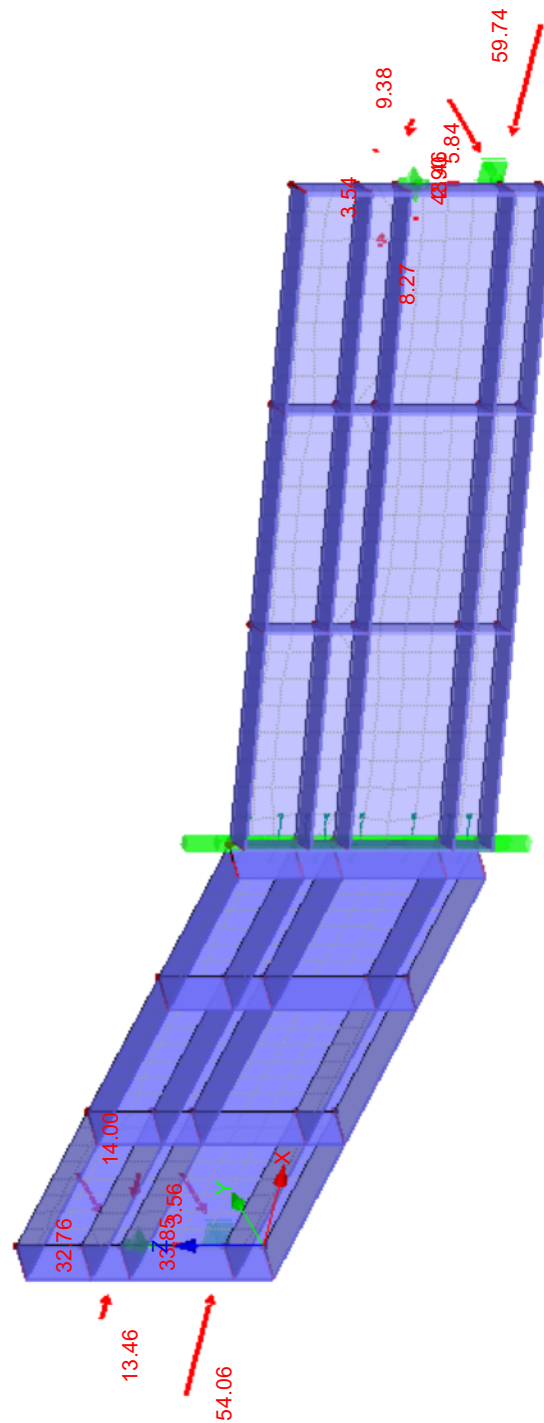
Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,85 m

■ **LAGERREAKTIONEN**

Isometrie



Gesehen
Prüfung, Dr.-Ing. R. EUSANI

EK1 : BS-A
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Max P-X: 43.46, Min P-X: -33.85 kN
Max P-Y: 14.00, Min P-Y: -59.74 kN
Max P-Z: 0.00, Min P-Z: -5.84 kN
Max p-y: 0.00, Min p-y: 0.00 kN/m
Max p-z: 0.00, Min p-z: 0.00 kN/m



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmto

Datum: 05.08.2022

BW NHH +7,85 m

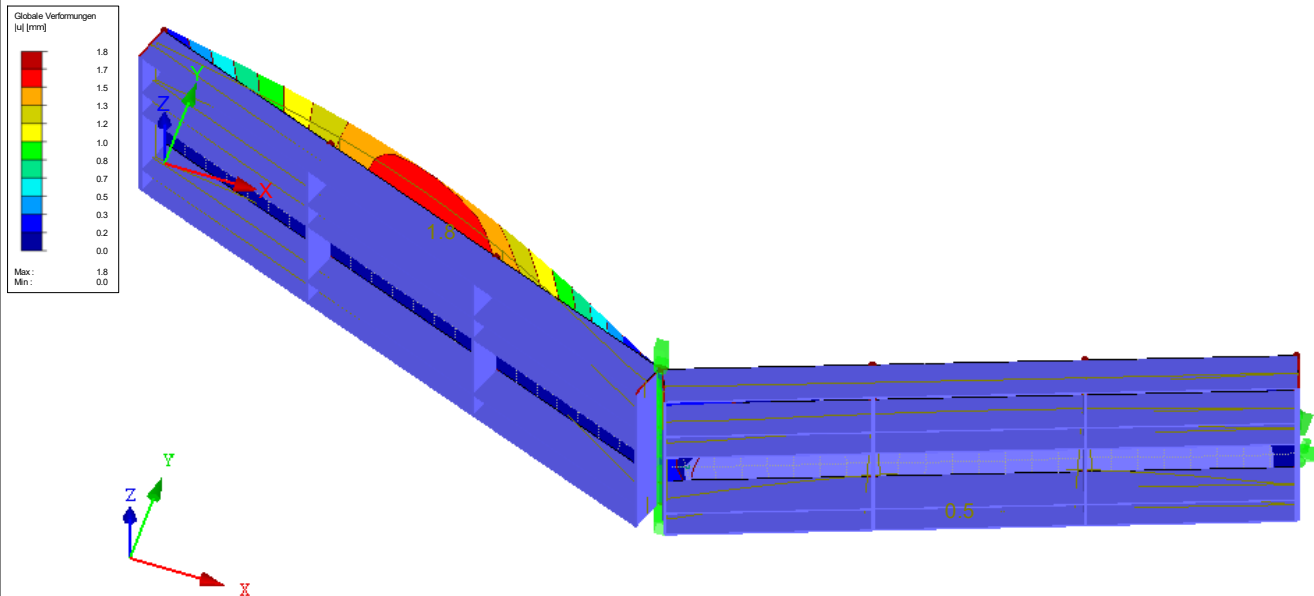
■ GLOBALE VERFORMUNGEN u

EK1 : BS-A

Globale Verformungen u [mm]

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



Faktor für Verformungen: 88.00
Max u: 1.8, Min u: 0.0 mm

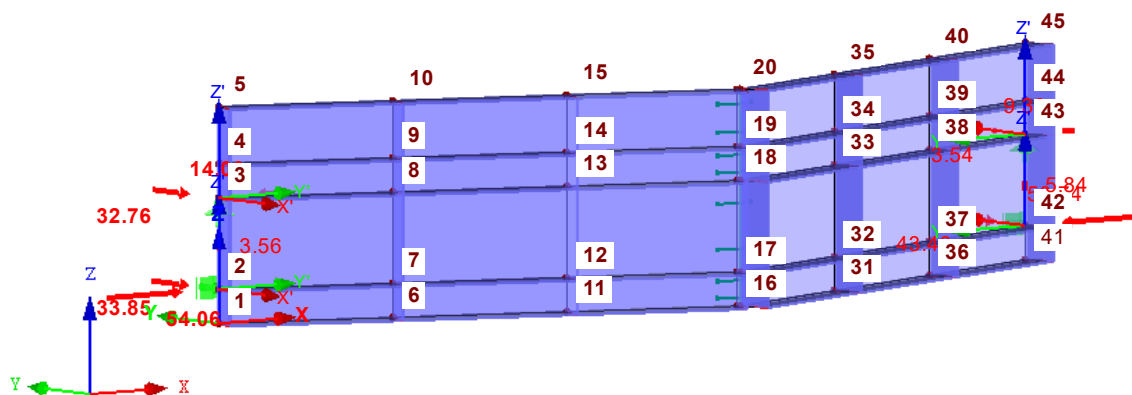
■ LAGERREAKTIONEN

EK1 : BS-A

Lagerreaktionen[kN], [kN/m]

Ergebniskombinationen: Max-Werte

Isometrie



Max P-X': 43.46, Min P-X': -33.85 kN
Max P-Y': 14.00, Min P-Y': -59.74 kN
Max P-Z': 0.00, Min P-Z': -5.84 kN
Max p-y': 0.00, Min p-y': 0.00 kN/m
Max p-z': 0.00, Min p-z': 0.00 kN/m

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



RF-STAHL Flächen

FA1

Allgemeine
Spannungsanalyse von
Flächen

Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,85 m

1.1 BASISANGABEN

Zu bemessende Flächen Alle
Zu bemessende Ergebniskombinationen: EK1 BS-A

1.2 MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	Teilsich.-Beiwert γ_M [-]	Streckgrenze f_{yk} [kN/cm ²]	Grenzspannungen [kN/cm ²]				
				Manuell	grenz σ_x	grenz τ	grenz σ_v	grenz $\sigma_{v,m}$
1	Baustahl S 235	1.00	23.50	☐	23.50	13.57	23.50	23.50

1.3 FLÄCHEN

Fläche Nr.	Material Nr.	Dicke		Max. Aus- nutzung [-]	Fläche A [m ²]	Gewicht G [t]	Kommentar
		Typ	d [mm]				
1	1	Konstant	12.0	0.91	2.28	0.21	
2	1	Konstant	12.0	0.53	2.28	0.21	

2.2 SPANNUNGEN MATERIALWEISE

Material Nr.	Fläche Nr.	FE-Netz- punkt Nr.	Punktkoordinaten [m]			Belastung	Spannung [kN/cm²]			Aus- nutzung [-]
			X	Y	Z		Symbol	Vorh.	Grenze	
1	Baustahl S 235									
	1	16	2.241	-0.817	0.000	EK1	τ_{max}	2.51	13.57	0.18
	1	9	0.752	-0.274	0.700	EK1	$\sigma_{1,+}$	6.92	23.50	0.29
	1	8	0.752	-0.274	0.550	EK1	$\sigma_{2,+}$	4.81	23.50	0.20
	1	3	0.000	0.000	0.550	EK1	$\sigma_{1,-}$	21.37	23.50	0.91
	1	9	0.752	-0.274	0.700	EK1	$\sigma_{2,-}$	5.05	23.50	0.21
	1	11	1.503	-0.548	0.000	EK1	$\sigma_{1,m}$	2.09	23.50	0.09
	1	13	1.503	-0.548	0.550	EK1	$\sigma_{2,m}$	0.54	23.50	0.02
	1	3	0.000	0.000	0.550	EK1	$\sigma_{v,max}$	19.46	23.50	0.83
	2	42	4.500	0.000	0.150	EK1	$\sigma_{v,m}$	7.72	23.50	0.33

2.3 SPANNUNGEN FLÄCHENWEISE

Fläche Nr.	FE-Netz- punkt Nr.	Punktkoordinaten [m]			Belastung	Spannung [kN/cm²]			Aus- nutzung [-]	
		X	Y	Z		Symbol	Vorh.	Grenze		
1	Material:- Baustahl S 235 - Dicke d: 12.0 mm									
	16	2.241	-0.817	0.000	EK1	τ_{max}	2.51	13.57	0.18	
	9	0.752	-0.274	0.700	EK1	$\sigma_{1,+}$	6.92	23.50	0.29	
	8	0.752	-0.274	0.550	EK1	$\sigma_{2,+}$	4.81	23.50	0.20	
	3	0.000	0.000	0.550	EK1	$\sigma_{1,-}$	21.37	23.50	0.91	
	9	0.752	-0.274	0.700	EK1	$\sigma_{2,-}$	5.05	23.50	0.21	
	11	1.503	-0.548	0.000	EK1	$\sigma_{1,m}$	2.09	23.50	0.09	
	13	1.503	-0.548	0.550	EK1	$\sigma_{2,m}$	0.54	23.50	0.02	
	3	0.000	0.000	0.550	EK1	$\sigma_{v,max}$	19.46	23.50	0.83	
	2	0.000	0.000	0.150	EK1	$\sigma_{v,m}$	6.66	23.50	0.28	
2	Material:- Baustahl S 235 - Dicke d: 12.0 mm									
	48	2.250	-0.820	0.000	EK1	τ_{max}	2.30	13.57	0.17	
	43	4.500	0.000	0.550	EK1	$\sigma_{1,+}$	4.20	23.50	0.18	
	31	2.997	-0.548	0.000	EK1	$\sigma_{2,+}$	1.29	23.50	0.06	
	31	2.997	-0.548	0.000	EK1	$\sigma_{1,-}$	3.22	23.50	0.14	
	27	2.259	-0.817	0.150	EK1	$\sigma_{2,-}$	1.83	23.50	0.08	
	43	4.500	0.000	0.550	EK1	$\sigma_{1,m}$	1.99	23.50	0.08	
	37	3.748	-0.274	0.150	EK1	$\sigma_{2,m}$	0.46	23.50	0.02	
	42	4.500	0.000	0.150	EK1	$\sigma_{v,max}$	12.35	23.50	0.53	
	42	4.500	0.000	0.150	EK1	$\sigma_{v,m}$	7.72	23.50	0.33	



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

Datum: 05.08.2022

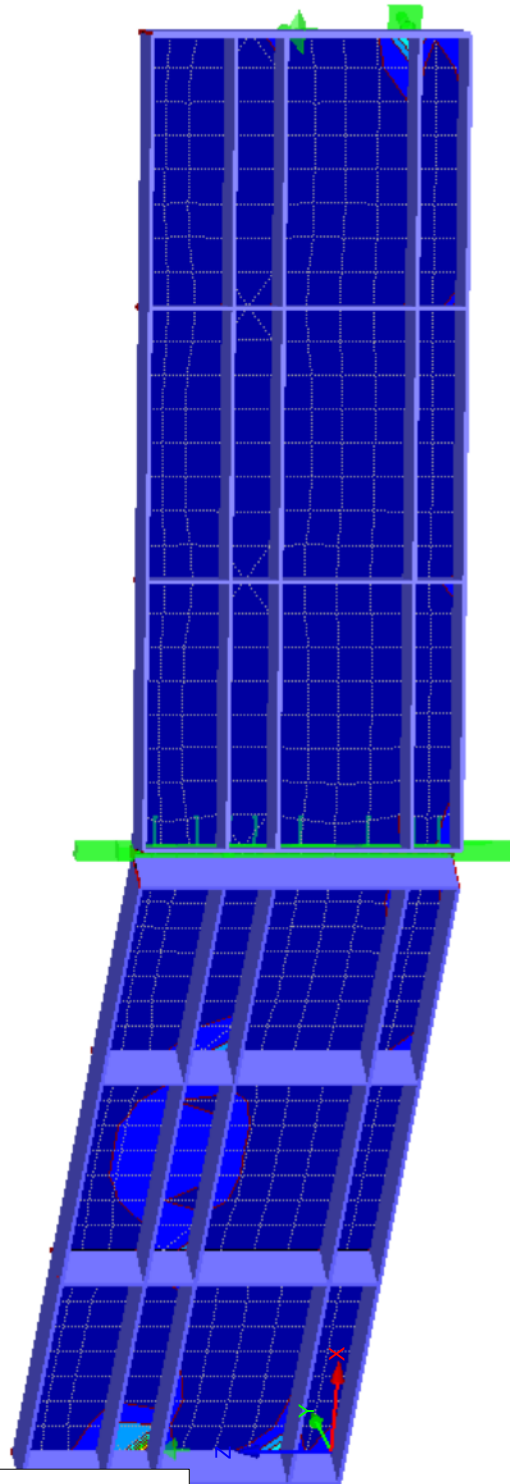
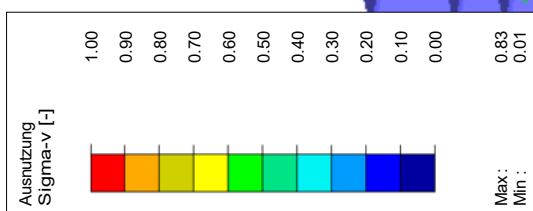
BW NHN +7,85 m

■ Ausnutzung $\sigma_{v,max}$

Isometrie

RF-STAHL Flächen FA1
EK1

Flächen Ausnutzung Ausnutzung Sigma-v [-]



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSAM

Flächen Max Ausnutzung Sigma-v: 0.83, Min Ausnutzung Sigma-v: 0.01 [-]



RF-STAHL EC3

FA1

Bemessung nach Eurocode 3

Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

BW NHN +7,85 m

Datum: 05.08.2022

1.1 BASISANGABEN

Zu bemessende Stäbe:	Alle
Zu bemessende Stabsätze:	
Nationaler Anhang:	CEN
Tragfähigkeitsnachweise	
Zu bemessende Ergebniskombinationen:	EK1 BS-A

1.2 MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	E-Modul E [kN/cm ²]	Schubmodul G [kN/cm ²]	Querdehnzahl ν [-]	Streckgrenze f_{yk} [kN/cm ²]	Max. Bauteildicke t [mm]
1	Baustahl S 235 DIN EN 1993-1-1:2010-12	21000.00	8076.92	0.300	23.50	40.0
					21.50	80.0
					21.50	100.0
					19.50	150.0
					18.50	200.0
					17.50	250.0
					16.50	400.0

Flachstahl 12/140 Flachstahl 20/140



1.3 QUERSCHNITTE

Quer. Nr.	Material Nr.	Querschnitt Bezeichnung	Querschnitts- typ	Maximale Ausnutzung	Kommentar
1	1	Flachstahl 12/140	Flachstahl	0.38	
3	1	Flachstahl 20/140	Flachstahl	0.14	

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis	Gleichung Nr.	Bezeichnung
1	Flachstahl 12/140					
	40	0.785	EK1	0.01	≤ 1	CS101) Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	16	0.400	EK1	0.15	≤ 1	CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	40	0.491	EK1	0.02	≤ 1	CS112) Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	30	0.075	EK1	0.02	≤ 1	CS117) Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	6	0.000	EK1	0.07	≤ 1	CS122) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
	34	0.150	EK1	0.01	≤ 1	CS124) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
	55	0.800	EK1	0.06	≤ 1	CS129) Querschnittsnachweis - Resultierende Querkraft nach 6.2.6(4)
	40	0.491	EK1	0.02	≤ 1	CS143) Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	30	0.075	EK1	0.02	≤ 1	CS153) Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	9	0.000	EK1	0.03	≤ 1	CS163) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	14	0.699	EK1	0.32	≤ 1	CS183) Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.2 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	13	0.083	EK1	0.02	≤ 1	CS203) Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.2 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	16	0.400	EK1	0.38	≤ 1	CS223) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
3	Flachstahl 20/140					
	2	0.400	EK1	0.04	≤ 1	CS101) Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	61	0.000	EK1	0.00	≤ 1	CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	59	0.075	EK1	0.03	≤ 1	CS112) Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	1	0.000	EK1	0.01	≤ 1	CS117) Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	3	0.150	EK1	0.06	≤ 1	CS122) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
	60	0.000	EK1	0.01	≤ 1	CS124) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
	3	0.150	EK1	0.06	≤ 1	CS129) Querschnittsnachweis - Resultierende Querkraft nach 6.2.6(4)
	59	0.150	EK1	0.07	≤ 1	CS131) Querschnittsnachweis - Torsion nach 6.2.7
	59	0.150	EK1	0.09	≤ 1	CS133) Querschnittsnachweis - Torsion und Querkraft nach 6.2.7(5)
	59	0.150	EK1	0.08	≤ 1	CS138) Querschnittsnachweis - Torsion und Querkraft nach 6.2.7(5)
	59	0.150	EK1	0.09	≤ 1	CS140) Querschnittsnachweis - Torsions- und resultierende Querkraftbeanspruchung nach 6.2.7(5)
	59	0.075	EK1	0.03	≤ 1	CS143) Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	1	0.000	EK1	0.01	≤ 1	CS153) Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	1	0.150	EK1	0.09	≤ 1	CS163) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	1	0.150	EK1	0.09	≤ 1	CS168) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Querkraft und T



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,85 m

■ 2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis		Gleichung Nr.	Bezeichnung
	3	0.000	EK1	0.14	≤ 1	CS183)	Torsion nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	4	0.250	EK1	0.02	≤ 1	CS203)	Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.2 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	2	0.400	EK1	0.14	≤ 1	CS223)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.2 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	59	0.150	EK1	0.11	≤ 1	CS228)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	59	0.150	EK1	0.13	≤ 1	CS271)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Querkraft, Torsion und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
							Querschnittsnachweis - Normalspannung und Torsion - Elastische Bemessung

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI



Projekt: 2013-0282

Modell: Teilabschnitt X, Deichschart, Stemmtore

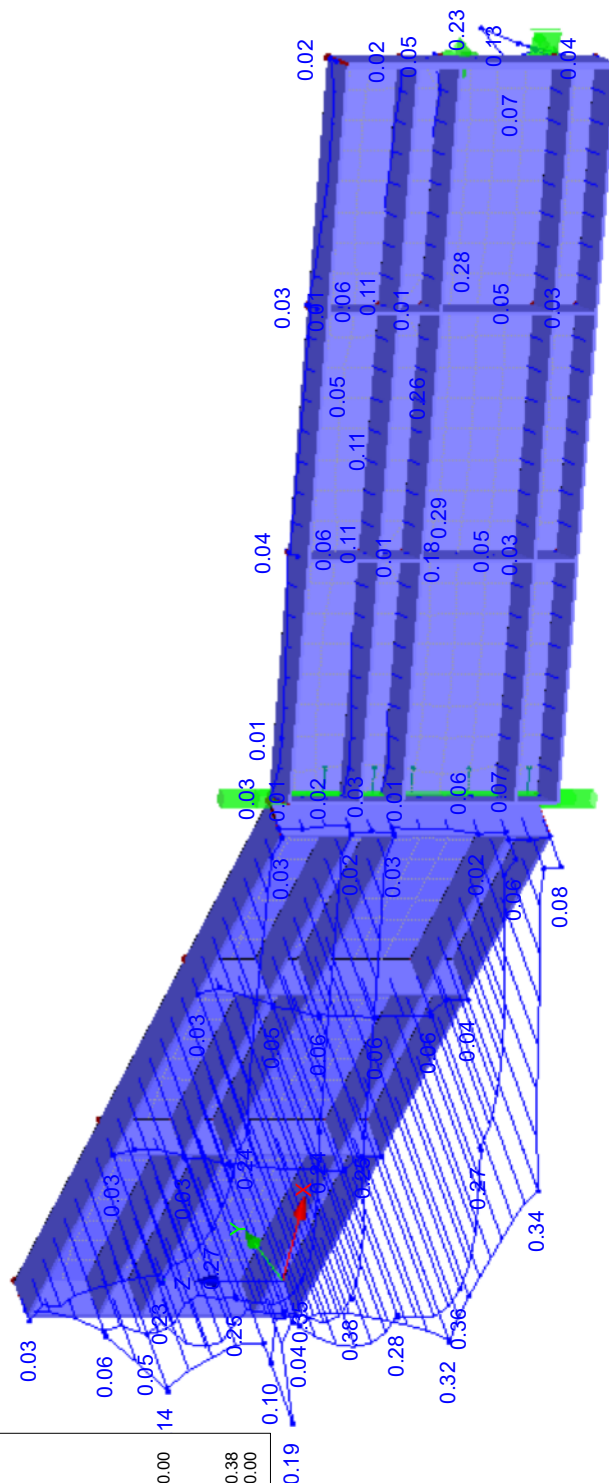
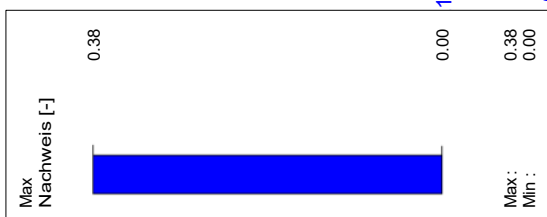
Datum: 05.08.2022

BW NHN +7,85 m

NACHWEIS

Isometrie

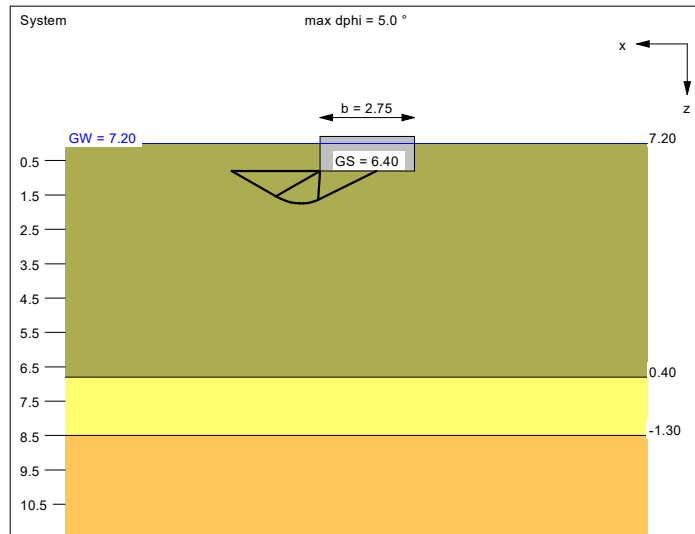
RF-STAHLC3 FA1
Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis, Stabilitätsnachweis, Schweißnahtbemessung, Druckbemessung, Plastische Bemessung



Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSAN

Stäbe Max Nachweis: 0.38

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	18.0	8.0	30.0	0.0	30.0	0.00	Auffüllung
	19.0	11.0	35.0	0.0	80.0	0.00	Sand
	20.0	10.0	22.5	10.0	15.0	0.00	Lauenburger Ton



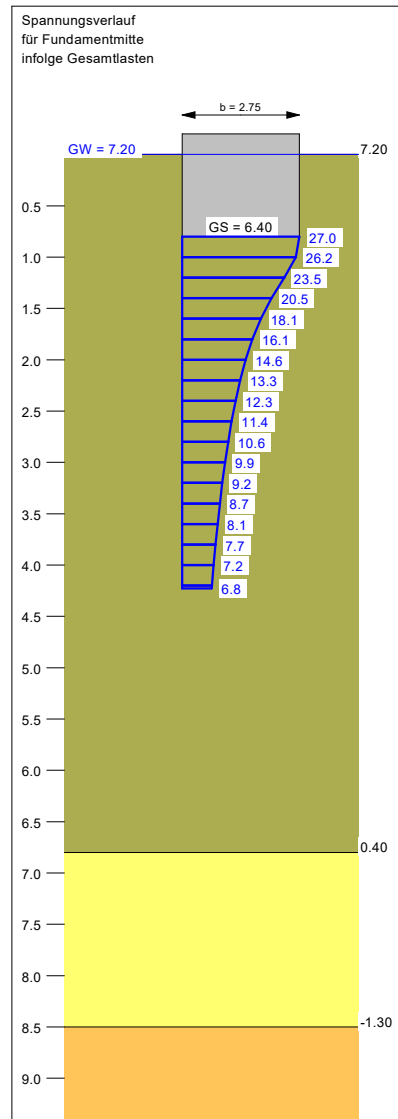
Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 400.74 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 155.24 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 222.25 / 0.00$ kN·m
 Länge $a = 5.400$ m
 Breite $b = 2.750$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.555$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
Resultierende im 2. Kern
 Länge $a' = 5.400$ m
 Breite $b' = 1.641$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.555$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
Resultierende im 2. Kern
 Länge $a' = 5.400$ m
 Breite $b' = 1.641$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 88.0 / 73.30$ kN/m²
 $R_{n,k} = 779.37$ kN
 $R_{n,d} = 649.47$ kN
 $V_d = 1.10 \cdot 400.74 + 1.10 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 440.81$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.679
 cal $\varphi = 30.0^\circ$
 cal c = 0.00 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 8.00$ kN/m³

cal $\sigma_0 = 6.40$ kN/m²
 UK log. Spirale = 1.75 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 4.65 m
 Fläche log. Spirale = 2.28 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{c0} = 30.14$; $N_{d0} = 18.40$; $N_{b0} = 10.05$
 Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.161$; $v_d = 1.152$; $v_b = 0.909$
 Neigungsbeiwerte (x):
 $i_c = 0.387$; $i_d = 0.421$; $i_b = 0.258$

Gleitwiderstand:
 Teilsicherheit (Gleitwiderstand) $\gamma_{R,h} = 1.10$
 $N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h} = 400.74 \cdot \tan(30.00^\circ) / 1.10$
 $R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h} = 210.33$ kN
 $T_d = 170.76$ kN
 $\mu = T_d / R_{t,d} = 0.812$

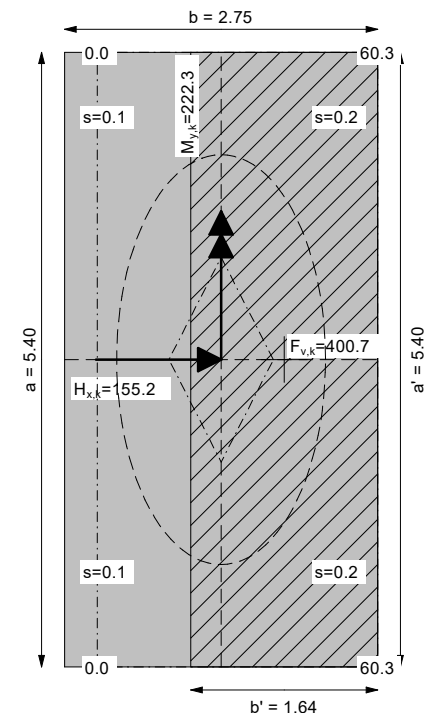
Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 4.23$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.16 cm
 Setzungen der KPs:
 links oben = 0.07 cm
 rechts oben = 0.25 cm
 links unten = 0.07 cm
 rechts unten = 0.25 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Verdrehung(y) (KP) = 1 : 1129.1
 Nachweis EQU:
 Maßgebend: Fundamentbreite
 $M_{dst} = 400.7 \cdot 2.75 \cdot 0.5 \cdot 0.95 = 523.5$
 $M_{dst} = 222.3 \cdot 1.00 = 222.3$
 $\mu_{EQU} = 222.3 / 523.5 = 0.425$



Berechnungsgrundlagen:
 Deichschart
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-A
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\gamma_G = 1.10$
 $\gamma_Q = 1.10$
 $\gamma_{R,h} = 1.10$

Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.00$
 $\gamma_{G,stb} = 0.95$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.00$
 Oberkante Gelände = 7.20 mNHN
 Gründungssohle = 6.40 mNHN
 Grundwasser = 7.20 mNHN
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite

Grundriss



Gesehen
 Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019

Berechnungsgrundlagen:

Deichschart

Teilsicherheitskonzept

Gründungssohle = 0.80 mNHN

Grundwasser = 0.00 mNHN

Böschungsneigung = 0.0 °

Bermenbreite = 0.00 m

Sohlneigung = 0.0 °

Grenztiefe mit p = 20.0 %

Bodenkennwerte

UK	γ	γ'	φ	c	E_s	ν	Bezeichnung
[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[MN/m ²]	[-]	
6.80	18.00	8.00	30.00	0.00	30.00	0.00	Auffüllung
8.50	19.00	11.00	35.00	0.00	80.00	0.00	Sand
20.20	20.00	10.00	22.50	10.00	15.00	0.00	Lauenburger Ton

Lasten = ständig / veränderlich

Vertikallast $F_{v,k} = 400.74 / 0.00$ kN

Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 155.24 / 0.00$ kN

Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN

Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m

Moment $M_{y,k} = 222.25 / 0.00$ kN·m

Länge a = 5.400 m

Breite b = 2.750 m

Unter ständigen Lasten:

Exzentrizität $e_x = 0.555$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 2. Kern

Länge a' = 5.400 m

Breite b' = 1.641 m

Unter Gesamtlasten:

Exzentrizität $e_x = 0.555$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende liegt im 2. Kern

Länge a' = 5.400 m

Breite b' = 1.641 m

Grundbruch:

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.20$

$\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 87.96 / 73.30$ kN/m²

$R_{n,k} = 779.37$ kN

$R_{n,d} = 649.47$ kN

Durchstanzen untersucht,
aber nicht maßgebend.

$V_d = 1.10 \cdot 400.74 + 1.10 \cdot 0.0$ kN

$V_d = 440.8$ kN

μ (parallel zu x) = 0.679

cal $\varphi = 30.0$ °

cal c = 0.00 kN/m²

cal $\gamma_2 = 8.00$ kN/m³

cal $\sigma_{\bar{u}} = 6.40$ kN/m²

UK log. Spirale = 1.75 m u. GOK

Länge log. Spirale = 4.65 m

Fläche log. Spirale = 2.28 m²

Tragfähigkeitsbeiwerte (x):

$N_c = 30.14$; $N_d = 18.40$; $N_b = 10.05$

Formbeiwerte (x):

$v_c = 1.161$; $v_d = 1.152$; $v_b = 0.909$

Neigungsbeiwerte (x):

$i_c = 0.387$; $i_d = 0.421$; $i_b = 0.258$

Gleitwiderstand:

Teilsicherheit (Gleitwiderstand) $\gamma_{R,h} = 1.10$

$N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h} = 400.74 \cdot \tan(30.00^\circ) / 1.10$

$R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h} = 210.33$ kN

$T_d = 170.76$ kN

$\mu = T_d / R_{t,d} = 0.812$

Setzung infolge Gesamtlasten:

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (GW)
	35.00	0.00	21.00	Sand (GW)
	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)

Deichschart
Norm: EC 7
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.52$
 $x_m = 0.83 \text{ m}$ $y_m = 7.29 \text{ m}$
 $R = 2.17 \text{ m}$
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi) = 1.10$
- $\gamma(c) = 1.10$
- $\gamma(c_d) = 1.10$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$
Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050

kS	kS	kS	0.37	0.30	0.25
kS	kS	kS	0.40	0.32	0.27
kS	kS	kS	0.44	0.36	0.30
kS	kS	kS	0.48	0.39	0.32
kS	kS	kS	0.48	0.44	0.35
kS	kS	kS	0.51	0.48	0.38

28.75(g) 5.67/59.84

**Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen**

Deichschart

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

γ [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

x_m, y_m [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes

rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- $\gamma_m(\varphi) = 1.10$

- $\gamma_m(c') = 1.10$

- $\gamma_m(c_u) = 1.10$

- $\gamma_m(\text{Wichten}) = 1.00$

- $\gamma_m(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

- $\gamma_m(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-3.387	7.200	2	6.875	7.200

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	30.00	0.00	18.00	Auffüllung (GW)
2	35.00	0.00	21.00	Sand (GW)
3	22.50	10.00	20.00	Lauenburger Ton (GW)

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	27.69	0.00	18.00	Auffüllung (GW)
2	32.48	0.00	21.00	Sand (GW)
3	20.63	9.09	20.00	Lauenburger Ton (GW)

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	-3.387	0.400	6.875	0.400	1
2	-3.387	-1.300	6.875	-1.300	2
3	-3.387	-2.800	6.875	-2.800	3

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-3.387	7.200	2	6.875	7.200

Ständige Lasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	-5.67	59.64	0.00	2.75	6.40

Einzelkräfte / Einzelmomente

Nr.	H-Kraft	V-Kraft	Moment	x	y
[-]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[m]	[m]
1	28.75	0.00	0.00	1.38	6.40

Bauteil 1

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	0.00	6.40
2	2.75	6.40
3	2.75	7.20
4	0.00	7.20

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 7.20

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 7.20

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 2.7500 6.4000

x / y (Ende): 4.1250 5.0250

Anzahl Radien = 40

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	-0.2526	8.0637	Kein Schnitt mit Gelände								
2	-0.2526	7.8986	Kein Schnitt mit Gelände								
3	-0.2526	7.7335	Kein Schnitt mit Gelände								
4	-0.2526	7.5684	Kein Schnitt mit Gelände								
5	-0.2526	7.4033	Kein Schnitt mit Gelände								
6	-0.2526	7.2381	Kein Schnitt mit Gelände								
7	0.0690	8.0637	Kein Schnitt mit Gelände								
8	0.0690	7.8986	Kein Schnitt mit Gelände								
9	0.0690	7.7335	Kein Schnitt mit Gelände								
10	0.0690	7.5684	Kein Schnitt mit Gelände								
11	0.0690	7.4033	Kein Schnitt mit Gelände								
12	0.0690	7.2381	Kein Schnitt mit Gelände								
13	0.3905	8.0637	Kein Schnitt mit Gelände								
14	0.3905	7.8986	Kein Schnitt mit Gelände								
15	0.3905	7.7335	Kein Schnitt mit Gelände								
16	0.3905	7.5684	Kein Schnitt mit Gelände								
17	0.3905	7.4033	Kein Schnitt mit Gelände								
18	0.3905	7.2381	Kein Schnitt mit Gelände								
19	0.7120	8.0637	2.6793	124	0.3701	69.888	188.847	188.8	0.0	117.7	-47.8
20	0.7120	7.8986	2.5779	127	0.4038	73.641	182.359	182.4	0.0	116.7	-43.1
21	0.7120	7.7335	2.4835	131	0.4421	77.829	176.047	176.0	0.0	116.2	-38.3
22	0.7120	7.5684	2.3968	135	0.4762	81.008	170.123	170.1	0.0	114.6	-33.6
23	0.7120	7.4033	Gleitkörper schneidet Bauteil								
24	0.7120	7.2381	nicht berechnet								
25	1.0336	8.0637	3.0223	122	0.2966	71.037	239.506	239.5	0.0	118.9	-47.8
26	1.0336	7.8986	2.8612	125	0.3223	71.438	221.629	221.6	0.0	114.5	-43.1
27	1.0336	7.7335	2.7545	129	0.3570	75.701	212.075	212.1	0.0	114.0	-38.3
28	1.0336	7.5684	2.1245	133	0.3947	53.784	136.281	136.3	0.0	87.4	-33.6
29	1.0336	7.4033	2.0359	139	0.4386	57.090	130.177	130.2	0.0	85.9	-28.8
30	1.0336	7.2381	1.9574	145	0.4823	59.955	124.314	124.3	0.0	84.1	-24.1
31	1.3551	8.0637	3.1899	120	0.2463	66.389	269.590	269.6	0.0	114.2	-47.8
32	1.3551	7.8986	3.0193	123	0.2656	65.929	248.220	248.2	0.0	109.0	-43.1
33	1.3551	7.7335	2.9019	127	0.2972	70.157	236.056	236.1	0.0	108.5	-38.3
34	1.3551	7.5684	2.7415	132	0.3214	69.519	216.333	216.3	0.0	103.1	-33.6
35	1.3551	7.4033	2.6362	137	0.3509	71.940	205.017	205.0	0.0	100.8	-28.8
36	1.3551	7.2381	2.4905	145	0.3797	70.986	186.954	187.0	0.0	95.1	-24.1
37	0.6092	7.2744	Kein Schnitt mit Gelände								
38	0.7034	7.3613	Gleitkörper schneidet Bauteil								
39	0.6454	7.3468	Kein Schnitt mit Gelände								
40	0.8265	7.2888	2.1660	143	0.5152	75.925	147.381	147.4	0.0	101.5	-25.6
41	0.8482	7.4409	2.2156	138	0.4769	71.643	150.229	150.2	0.0	101.6	-29.9
42	0.6527	7.4988	Kein Schnitt mit Gelände								
43	0.5513	7.3033	Kein Schnitt mit Gelände								
44	0.9134	7.3106	2.0973	142	0.4932	68.446	138.768	138.8	0.0	94.6	-26.2
45	0.8772	7.2526	2.1048	145	0.5141	72.290	140.614	140.6	0.0	96.8	-24.5
46	0.7540	7.2744	Gleitkörper schneidet Bauteil								

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
40	0.8265	7.2888	2.1660	143	0.5152	75.925	147.381	147.4	0.0	101.5	-25.6

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI

Grenztiefe $t_g = 4.23$ m u. GOK
Setzung (Mittel aller KPs) = 0.16 cm
Setzungen der KPs:
links oben = 0.07 cm
rechts oben = 0.25 cm
links unten = 0.07 cm
rechts unten = 0.25 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 1129.1

Koordinaten und Spannungen
(Fundamentmitte: x = 0 und y = 0)

Nr.	x	y	sigma
1	1.375	-2.700	60.30
2	-1.086	-2.700	0.00
3	-1.086	2.700	0.00
4	1.375	2.700	60.30

Grenztiefe $t_g = 4.23$ m u. GS
Setzung (Mittel aller KPs) = 0.16 cm
Setzungen der KPs:
links oben = 0.07 cm
rechts oben = 0.25 cm
links unten = 0.07 cm
rechts unten = 0.25 cm

UK log. Spirale = 1.75 m u. GS
Länge log. Spirale = 4.65 m
Fläche log. Spirale = 2.28 m²
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 1 : 1129.1

Gesehen
Prüfung. Dr.-Ing. R. EUSANI