

2.1 – 2.11 Zeichnungen

2.12 Bauwerksverzeichnis

2.13 Kostenberechnung nach DIN 276

2.14 Unterlagen zu Baugrund und Luftbilddauswertung

2.14
Baugrund und
Luftbilddauswertung

Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH: Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburgermühle, 10+875 bis 14+730, Geotechnischer Bericht Nr. 1, Beurteilung der Standsicherheit. (18.02.2019)

Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH: Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburgermühle, 10+875 bis 14+730, Beurteilung der binnenseitigen Böschungsneigungen 1:3 und 1:4. (26.06.2019)

Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH: Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburgermühle, 10+875 bis 14+750 [...], Geotechnische Stellungnahme zu den geplanten Ausbauvarianten unter Berücksichtigung der Niedersächsischen Küstenschutzstrategie 2020. (10.08.2022)

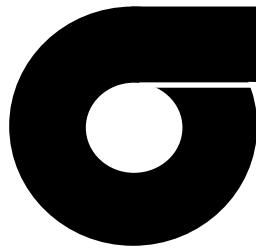
Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH: Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburgermühle, 10+875 bis 14+730, Geotechnischer Bericht Nr. 3, Beurteilung der Standsicherheit im Bauzustand. (15.02.2023)

Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH: Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburgermühle, 10+875 bis 14+750, Geotechnische Stellungnahme zu einer Anpassung der Variante Achse/Achse nach binnen. (24.11.2023)

Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH: Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburgermühle, 10+875 bis 14+730, Geotechnischer Bericht Nr. 4, Ergänzende Nachweise der Standsicherheit im Bauzustand. (06.02.2024)

Böker und Partner, Beratende Ingenieure und Geologen: NLWKN PASS Wapelergröden, Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen dem Jade Wapeler Siel und Schweiburgermühle, Potentiell sulfatsaure Böden. (23.02.2024)

Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen, Regionaldirektion Hameln - Hannover, Kampfmittelbeseitigungsdienst: Ergebnis der beantragten Luftbilddauswertung nach § 3 NUIG. (05.08.2019)



GRUNDBAULABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR GEOTECHNIK MBH
KLEINER ORT 2
28357 BREMEN
TELEFON (0421) 20770-0
TELEFAX (0421) 27 42 55
GLB@GRUNDBAULABOR.DE

Objekt-Nr: 19 12337
Datum: 18.02.2019
Zeichen: SB/Re
Datei: O:\19\12337\GTB1.docx

Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburgermühle, 10+875 bis 14+730, 26349 Jade-Wapeler Siel

Geotechnischer Bericht Nr. 1

Beurteilung der Standsicherheit

Bauherr: I. Oldenburgischer Deichband
Franz-Schubert-Straße 31
26919 Brake

Planung: Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NLWKN - Betriebsstelle Brake - Oldenburg
Heinestr. 1
26919 Brake



INHALTSVERZEICHNIS

1	Veranlassung	3
2	Baumaßnahme	3
2.1	Planunterlagen.....	3
2.2	Untersuchungsfläche (Abbildung 1)	5
2.3	Geotechnische Kategorien	5
3	Baugrund	6
4	Nachweis der Standsicherheit	7
4.1	Aufgabenstellung und Berechnungsquerschnitte (Anlagen 1.1.1 bis 1.1.4.2 und 2.3.1 bis 2.3.4.2)	7
4.2	Software.....	8
4.3	Baugrund	8
4.4	Wasserstände	9
4.4.1	Bauzustände	9
4.4.2	Endzustände	10
4.5	Berechnungsansätze	10
4.6	Teilsicherheitsbeiwerte.....	10
4.7	Zusammenfassung Nachweiskonzept	11
4.7.1	Bauzustände	11
4.7.2	Endzustände	11
4.8	Ergebnisse der Böschungsbruchberechnungen (Anlagen 1.1.1 bis 1.1.4.2 und 2.3.1 bis 2.3.4.2)	12
4.8.1	Variante 1 (Anlagen 1.1.1 bis 1.1.4.2)	12
4.8.2	Variante 2 (Anlagen 2.3.1 bis 2.3.4.2)	14
4.9	Vor- und Nachteile Variante 1 und 2	17
4.9.1	Variante 1	17
4.9.2	Variante 2	17
5	Zusammenfassung der Varianten 1 und 2	18
6	Anlagenverzeichnis	19

1 Veranlassung

Der II. Oldenburgische Deichband plant die Deichverstärkung und Deicherhöhung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburgermühle.

In dem genannten Deichabschnitt soll der vorhandene Deich von einer derzeitigen Höhe von rd. + 8,0 m NN bis + 8,35 m NN auf ein Maß von + 9,7 m NN bis + 9,8 m NN erhöht werden. Unter Berücksichtigung der Querschnittsgestaltung der Varianten 1 und 2 wurde die Standsicherheit exemplarisch für den Bauzustand bzw. für den Endzustand im Bereich eines charakteristischen Querschnittes bei Stat.-km 12+800 (Variante 1) bzw. 12+720 (Variante 2) überprüft und im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit der Umsetzung der beiden Varianten gegenübergestellt werden.

Dieser Geotechnische Bericht 1 enthält die Ergebnisse der Böschungsbruchberechnungen für den Querschnitt 12+720 bzw. 12+800 der Varianten 1 und 2 sowie eine Zusammenfassung der Standsicherheitsbeurteilung der Varianten 1 und 2 im Hinblick auf die Herstellung. Nach Festlegung der Ausführungsvariante sind weitergehende geotechnische Nachweise zu führen.

2 Baumaßnahme

2.1 Planunterlagen

Grundbaulabor Bremen

- [1] Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Wapeler siel und Norderschweiburg, Deich km-298.375 bis 303.000, Geotechnischer Bericht Nr. 1, Beurteilung der Gründung, vom 19.01.2005 (Objekt-Nr. 02 7800).
- [2] Jade-Wapeler-Siel, Sielstraße, 26349 Wapeler Siel, Geotechnischer Bericht Nr. 1, Beurteilung der Gründung, vom 07.09.2006 (Objekt-Nr. 06 8665).
- [3] Deicherhöhung km 14+800 - 16+200, km 16+400 - 19+300, 26349 Norderschweiburg-Sehestedt, Geotechnischer Bericht Nr. 1, Beurteilung der Deichstandsicherheit, vom 22.11.2011 (Objekt-Nr. 11 9899).

- [4] Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburgermühle, 11+150 bis 14+730, Briefe 1 bis 15 im Zeitraum vom 21.10.2016 bis zum 05.12.2018 (Objekt-Nr. 16 11506).

GTU Ingenieurgesellschaft mbH

- [5] Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches Jade-Wapeler Siel - Diekmannshausen, Baugrunderkundungen und Baugrundgutachten, 5. Bericht, km. 10+350 und km 14+100, Geotechnisches Gutachten mit erdstatischen Berechnungen, GTU Proj.-Nr. 1506127 vom 30.06.2010.
- [6] Standsicherheit der Deiche in Sehestedt; 16. Geotechnischer Bericht, Vorabzug vom 05.10.2008 der GTU Ingenieurgesellschaft mbH, Hannover, Profilschnitte km 14+500, km 14+600 (fehlt), km 14+700 (fehlt), km 14+800.
- [7] Standsicherheit der Deiche in Sehestedt; 17. Geotechnischer Bericht, Vorabzug vom 05.10.2008 der GTU Ingenieurgesellschaft mbH, Hannover, Profilschnitte km 14+100 (fehlt), km 14+200, km 14+300 und km 14+400.

GGU Ingenieurgesellschaft mbH

- [8] Herstellung der Deichsicherheit im Bereich des Jade-Wapeler-Siels, Gründungsgutachten Ausführungsplanung, Bericht 7907.5/2015, der GGU mbH vom 07.07.2015.

NLWKN – Betriebsstelle Brake

- [9] Grundlage Entwurfsplanung - Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburgermühle, Deich-km 10+875 bis 14+730, Variante 1 (Binnenvariante) Prinzipquerschnitte, aufgestellt durch NLWKN, Anlage 1, Blatt 6, vom 09.11.2018, erhalten am 29.11.2018 (dwg-Datei).
- [10] Grundlage Entwurfsplanung - Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburgermühle, Deich-km 10+875 bis 14+730, Variante 2 (Erhalt vorh. Deichachse) Prinzipquerschnitte, aufgestellt durch NLWKN, vom 28.11.2018, erhalten am 29.11.2018 (dwg-Datei).

Damm/Böschung

- [11] DIN 4084 „Baugrund - Geländebruchberechnungen“, Januar 2009.

2.2 Untersuchungsfläche (Abbildung 1)

Der zu untersuchende Deichabschnitt erstreckt sich über eine Länge von rd. 3,8 km und befindet sich im Bereich zwischen Jade-Wapeler Siel (Stat. 10+875) im Westen und der Schweiburgermühle (Stat. 14+730) im Nordosten, siehe Abbildung 1.

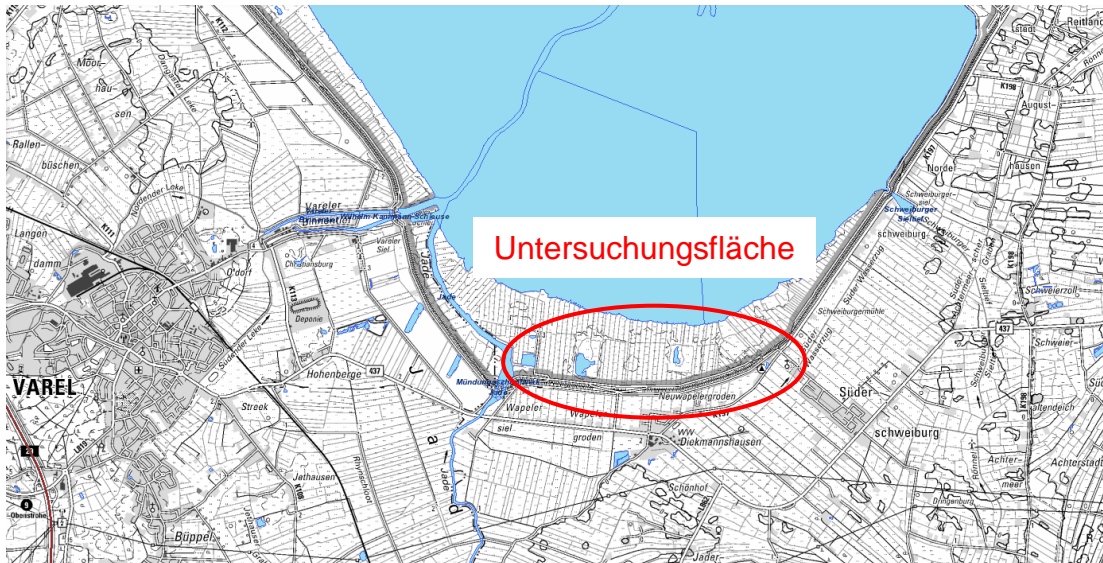


Abbildung 1: Ausschnitt Niedersächsische Umweltkarte (ohne Maßstab)

2.3 Geotechnische Kategorien

Nach Eurocode 7 (DIN EN 1997-1 mit DIN 1054: 2010-12) werden bautechnische Maßnahmen in drei geotechnische Kategorien eingestuft. Die geotechnischen Kategorien sind Gruppen, in die bautechnische Maßnahmen nach dem geotechnischen Risiko, das sich nach dem Schwierigkeitsgrad der Konstruktion, der Baugrundverhältnisse und der Wechselbeziehung zur Umgebung richtet, folgendermaßen eingestuft werden:

Die geotechnische Kategorie 1 (GK 1) umfasst kleine einfache Baumaßnahmen bei einfachen und übersichtlichen Baugrundverhältnissen, so dass die Standsicherheit aufgrund gesicherter Erfahrung beurteilt werden kann.

Die geotechnische Kategorie 2 (GK 2) umfasst Baumaßnahmen und Baugrundverhältnisse mittleren Schwierigkeitsgrades, bei denen die Sicherheit zahlenmäßig nachgewiesen werden muss und die eine ingenieurmäßige Bearbeitung mit geotechnischen Kenntnissen und Erfahrungen verlangen.

Die geotechnische Kategorie 3 (GK 3) umfasst Baumaßnahmen mit schwieriger Konstruktion und/oder mit schwierigen Baugrundverhältnissen, die zur Bearbeitung vertiefte geotechnische Kenntnisse und Erfahrungen auf dem jeweiligen Spezialgebiet der Geotechnik verlangen.

Für wasserbelastete Dämme, Staudämme, Deiche, Absperrbauwerke von Sedimentationsbecken und Dämmen von Hochwasserrückhaltebecken wurde das geometrische Kriterium der Stauhöhe auf ≤ 2 m (GK 1) und > 4 m (GK 3) im EC 7-1 festgelegt. Für eine Einstufung in GK 3 gilt alternativ das Stauvolumen von > 100.000 m³ als Kriterium.

Die Baumaßnahme ist in die geotechnische Kategorie 3 einzustufen.

3 Baugrund

Die Angaben zu dem Baugrund im Bereich des Deichquerschnittes 12+800 (Variante 1) bzw. 12+720 (Variante 2), wie z.B.:

- Baugrundaufschlüsse
- Baugrundsichtung
- Wasser im Baugrund
- Messergebnisse
- Ergebnisse von Laborversuchen

sind den Unterlagen [U1] und [U5] zu entnehmen.

4 Nachweis der Standsicherheit

4.1 Aufgabenstellung und Berechnungsquerschnitte (Anlagen 1.1.1 bis 1.1.4.2 und 2.3.1 bis 2.3.4.2)

Vom NLWKN - Betriebsstelle Brake - wurde eine Beurteilung der Deichstandsicherheit an einem charakteristischen Querschnitt im Bereich des Deichabschnittes von Jade-Wapeler Siel bis zur Schweiburgermühle in den Varianten 1 und 2 beauftragt. Die Standsicherheit der geplanten Böschungen wurde an dem charakteristischen Querschnitt 12+800 in der Variante 1 (Binnenvariante, siehe Abbildung 2) und 12+720 in der Variante 2 (Erhalt der vorhandenen Deichachse, siehe Abbildung 3) untersucht.

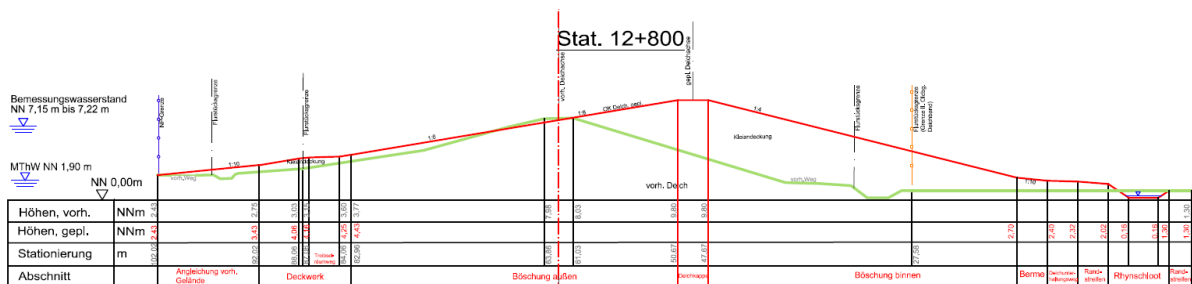


Abbildung 2: Stat. 12+800, Variante 1 (Ausschnitt aus [U9])

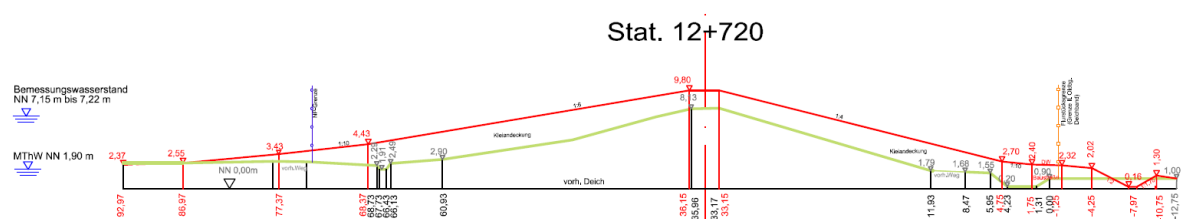


Abbildung 3: Stat. 12+720, Variante 2 (Ausschnitt aus [U10])

4.2 Software

Die Berechnung der Böschungsbruchsicherheit wurde mit dem Programm GGU - STABILITY - Böschungsbruchberechnungen und Berechnungen von Bodenvernagelungen und Bewehrte-Erde-Wände nach DIN 4084 und EC 7 - Version 12.00 durchgeführt.

Die Deichstandsicherheit wurde mit dem Verfahren nach Bishop (kreisförmiger Bruchkörper mit dem Mohr-Coulomb Bruchkriterium) ermittelt.

Der Ausnutzungsgrad „ μ “ wird als Verhältnis des Bemessungswertes der Einwirkungen bzw. Beanspruchungen zu den Widerständen definiert und muss die Forderung $\mu \leq 1,0$ erfüllen.

4.3 Baugrund

Der Baugrund des charakteristischen Querschnittes (12+720/12+800) wurde analog zu unserem Schreiben vom 21.10.2016 (br1, 16 11506 [U4]) und vom 06.12.2016 (br2, 16 11506 [U4]) anhand der Baugrundsichtung aus Unterlage [5] im Bemessungsprofil Station 11+700 (siehe Abbildung 4) festgelegt.

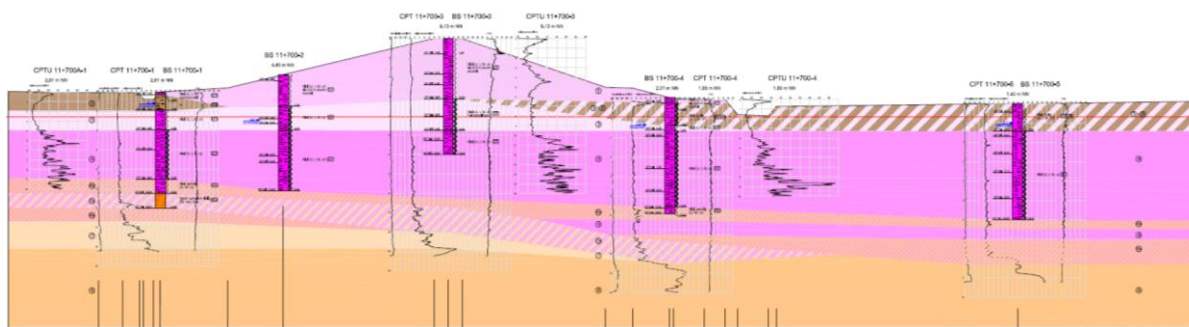


Abbildung 4: Bemessungsprofil 11+700 (Ausschnitt aus [U5])

Die Bodenkennwerte wurden gemäß [U4] br1 vom 21.10.2016, br2 vom 06.12.2016 und der Unterlage [U5] in Ansatz gebracht.

Die Geländeoberkante wurde gemäß dem Querprofil Stat. 12+800 der Variante 1 [U9] bzw. Stat. 12+720 der Variante 2 [U10] binnenseitig mit + 0,6 m NN (Grabensohle) und außenseitig mit rd. + 2,4 m NN, siehe Anlagen 1.1.1 bis 1.1.4.2 und 2.3.1 bis 2.3.4.2, in Ansatz gebracht. In den vorgenannten Anlagen ist zudem das für das geologische Profil berücksichtigte Bodenprofil dargestellt.

Das in Ansatz gebrachte Bodenprofil mit den rechnerischen Bodenkennwerten ist auf den Anlagen 1.1.1 bis 1.1.4.2 und 2.3.1 bis 2.3.4.2 zur Berechnung der Böschungsbruchsicherheit angegeben.

4.4 Wasserstände

4.4.1 Bauzustände

Der Wasserstand wurde während der Bauzustände wasserseitig entlang des extrapolierten Geländes mit + 2,4 m NN und binnenseitig mit einem Grabenwasserstand von + 1,0 m NN gemäß der Unterlagen [U9] und [U10] angesetzt.

Im Deichkern wurden zwei Wasserstände angesetzt:

1. Wasserstand

Es wurde eine Wasserstandlinie im Deichkern (mittlerer Wasserstand ca. + 1,8 m NN) durch die Verbindung der Wasserstände binnenseitig und außenseitig festgelegt.

2. Wasserstand

Es wurde ein maximaler Deichkernwasserstand von + 3,0 m NN untersucht.

4.4.2 Endzustände

Im Endzustand wurden zwei Wasserstände im Jadebusen untersucht:

3. Wasserstand - Bemessungshochwasser (BHW) von + 7,22 m NN
4. Wasserstand - bordvoll mit + 8,3 m NN (außergewöhnlicher Lastfall)

Binnenseitig wurde der Wasserstand aus den Bauzuständen mit + 1,0 m NN (Grabenwasserstand) übernommen.

4.5 Berechnungsansätze

Sowohl bei der Berechnung für den Bauzustand als auch für den Endzustand wurde der Nachweis der Standsicherheit für die Globalsicherheit der Außen- (WS) und Binnenböschung (LS) geführt. Die Berechnungen erfolgten mit den Scherfestigkeiten des undränierten Bodens (Anfangszustand) und im teilkonsolidierten Zustand mit den dränierten Scherparametern, siehe [U2], [U4] und [U5].

4.6 Teilsicherheitsbeiwerte

Die Teilsicherheitsbeiwerte für die Einwirkungen und Widerstände für den Bauzustand (temporäre Bemessungssituation: BS-T) und den Endzustand bei Bemessungshochwasser BHW (ständige Bemessungssituation: BS-P) und bei Bordvoll (außergewöhnliche Bemessungssituation: BS-A) wurden aus der EC 7 übernommen und sind nachfolgend aufgeführt:

	Formelzeichen	BS-T	BS-P	BS-A
Ständige Einwirkungen	γ_G	1,00	1,00	1,00
ungünstige veränderliche Einwirkungen	γ_Q	1,20	1,30	1,00
Reibungsbeiwert $\tan \varphi'$ des dränierten Bodens	γ_φ	1,15	1,25	1,10
Kohäsion c' des dränierten Bodens	γ_c			
Scherfestigkeit c_u des undränierten Bodens	γ_{c_u}			

4.7 Zusammenfassung Nachweiskonzept

4.7.1 Bauzustände

Für die Bauzustände wurden folgende Nachweise sowohl für die Außenböschung (WS) als auch für die Binnenböschung (LS) geführt:

	<u>Wasserseite (WS)</u>	<u>Landseite (LS)</u>	<u>Deichkernwasserstand</u>
BS-T:	+ 2,4 m NN	+ 1,0 m NN	ca. + 1,8 m NN (i. M.)
BS-T:	+ 2,4 m NN	+ 1,0 m NN	+ 3,0 m NN

Die Bauzustände wurden im ersten Ansatz mit den undränierten Scherparametern c_u (Anfangszustand) berechnet. Die kritischen temporären Zustände (Überschreitung des Ausnutzungsgrades $\mu > 1,0$ bei einem Ansatz mit den undränierten Scherparametern c_u) wurden mit den dränierten Scherparametern c_d zum einen unter Berücksichtigung einer festgelegten Konsolidationszeit und zum anderen unter Berücksichtigung eines maximalen Porenwasserüberdruckes berechnet. Für den Fall der Berücksichtigung des maximalen Porenwasserüberdruckes sind baubegleitende Messprogramme erforderlich, die auf eine Überschreitung eines festgelegten Grenzwertes hinweisen und zu einer Unterbrechung der Bauarbeiten führen.

4.7.2 Endzustände

Für die Endzustände wurden folgende Nachweise für die Binnenböschung (LS) geführt:

		<u>Wasserseite (WS)</u>	<u>Landseite (LS)</u>
BS-P:	BHW	+ 7,22 m NN	+ 1,0 m NN
BS-A:	Bordvoll	+ 8,30 m NN	+ 1,0 m NN

Bei den Standsicherheitsberechnungen für den Endzustand wurde grundsätzlich mit dränierten Scherparametern c_d gerechnet, da es sich um einen auskonsolidierten und entspannten Zustand des Baugrundes handelt.

4.8 Ergebnisse der Böschungsbruchberechnungen (Anlagen 1.1.1 bis 1.1.4.2 und 2.3.1 bis 2.3.4.2)

4.8.1 Variante 1 (Anlagen 1.1.1 bis 1.1.4.2)

Die Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen des Deichquerschnittes 12+800 der Variante 1 sowohl für den Bauzustand als auch für den Endzustand sind auf den Anlagen 1.1.1 bis 1.1.4.2 dargestellt und nachfolgend zusammengefasst:

Zustand	Wasserstand	Scherparameter c_u/c_d	Ausnutzungsgrad μ	Nachweis erfüllt	Anlage
Bau-Zust. WS	1. BS-T	c_u	0,82	JA	1.1.1
Bau-Zust. LS	1. BS-T	c_u	1,15	NEIN	1.1.2.1
Bau-Zust. LS	1. BS-T	c_d Konsolidationszeitpunkt: 2 Jahre	1,26	NEIN	1.1.2.2
Bau-Zust. LS max. Porenwasserüberdruck 50 kN/m ²	1. BS-T	c_d Konsolidationszeitpunkt: 30 Tage	0,98	JA	1.1.2.3
Bau-Zust. LS Hälfte der Auflast	1. BS-T	c_d Konsolidationszeitpunkt: 30 Tage	0,85	JA	1.1.2.4
Bau-Zust. LS Gesamtauflast	1. BS-T	c_d Konsolidationszeitpunkt: 270 + 30 Tage	1,27	NEIN	1.1.2.5
Bau-Zust. LS	2. BS-T	c_u	1,15	NEIN	1.1.3.1
Bau-Zust. LS	2. BS-T	c_d Konsolidationszeitpunkt: 30 Tage	1,83	NEIN	1.1.3.2
End-Zust. LS	3. BS-P	c_d auskonsolidiert	0,80	JA	1.1.4.1
End-Zust. LS	4. BS-A	c_d auskonsolidiert	0,84	JA	1.1.4.2

Nachweise der Wasserseite

Die Übersicht zeigt, dass im Bauzustand zur Wasserseite mit den Bodenkennwerten (undrännierte Scherparameter c_u) keine Standsicherheitsprobleme zu erwarten sind. Aufgrund des hohen Ausnutzungsgrades kann es jedoch zu Verformungsproblemen (Gebrauchstauglichkeit) kommen (Anlage 1.1.1).

Nachweise der Landseite

Die Übersicht zeigt, dass der Nachweis der Standsicherheit zur Landseite mit den Bodenkennwerten der undrännierten Scherparameter c_u für einen mittleren Deichkernwasserstand von ca. + 1,8 m NN nicht erfüllt ist, $\mu = 1,15 > 1,0$ (Anlage 1.1.2.1). Unter Berücksichtigung derselben Randbedingungen nur mit dränierten Scherparametern c_d und einer Konsolidationszeit von 10 Jahren ergibt sich ein Ausnutzungsgrad von $\mu = 1,14 > 1,0$ (Anlage 1.1.2.2). Bei Ansatz eines maximalen Porenwasserüberdruckes von 50 kN/m² im Bereich der stärksten Aufschütthöhe (ca. 6,0 m) an der Binnenböschung ergibt sich ein Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,98 < 1,0$ (Anlage 1.1.2.3). Es ergibt sich eine maximale Differenz zum Porenwasserüberdruck von 104 kN/m² aus der Mächtigkeit der Aufschüttung (ca. 6,0 m) von rd. 50 kN/m². Um den maximalen Porenwasserüberdruck nicht zu überschreiten, müssen Porenwasserdruckmessgeber eingebaut werden.

Alternativ wurde untersucht, wie sich eine Aufschüttung der Böschung in zwei Lagen über den Zeitraum eines Jahres auf den Nachweis der Standsicherheit auswirkt. Bei einer ersten Aufschütthöhe von ca. 3,0 m ergibt sich mit dränierten Scherparametern c_d ein Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,85 < 1,0$ (Anlage 1.1.2.4). Mit einer Liegezeit der ersten Aufschüttlage von 270 Tagen ergibt sich für die Gesamtaufschüttung ein unzulässiger Ausnutzungsgrad von $\mu = 1,27 > 1,0$ (Anlage 1.1.2.5). Der Porenwasserüberdruck ist durch die Mächtigkeit der Gesamtaufschüttung zu groß und kann über den Zeitraum von einem Jahr nicht ausreichend abgebaut werden.

Der Nachweis der Deichstandsicherheit kann bei einem Deichkernwasserstand von + 1,8 m NN nicht erbracht werden. Bei einem Deichkernwasserstand von + 3,0 m NN ergibt sich mit undrännierten Scherparametern ein Ausnutzungsgrad von $\mu = 1,15 > 1,0$ (Anlage 1.1.3.1). Mit drännierten Scherparametern ergibt sich nach 30 Tagen Konsolidationszeit ein Ausnutzungsgrad von $\mu = 1,83 > 1,0$ (Anlage 1.1.3.2). Weitere Standsicherheitsuntersuchungen wurden für diese Bemessungssituation nicht untersucht, da der Nachweis der Standsicherheitsberechnungen bei einem Deichkernwasserstand von + 1,8 m NN nicht erfüllt sind.

Die Berechnung des Endzustandes im auskonsolidierten, entspannten Zustand mit einem Bemessungshochwasser (BHW) von + 7,22 m NN zeigt einen Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,80 < 1,0$ (Anlage 1.1.4.1) und mit einem Kronenstauwasserstand (Bordvoll) von + 8,3 m NN von $\mu = 0,84 < 1,0$ (Anlage 1.1.4.2). Im Endzustand ist der Nachweis sowohl für die Bemessungssituation BS-P als auch für die Bemessungssituation BS-A erfüllt.

Aufgrund der zum Teil hohen Ausnutzungsgrade kann es zu Verformungsproblemen (Gebrauchstauglichkeit) kommen.

4.8.2 Variante 2 (Anlagen 2.3.1 bis 2.3.4.2)

Die Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen des Deichquerschnittes 12+720 der Variante 2 sowohl für den Bauzustand als auch für den Endzustand sind auf den Anlagen 2.3.1 bis 2.3.4.2 dargestellt und nachfolgend zusammengefasst:

Zustand	Wasser- stand	Scher- parameter c_u/c_d	Ausnutzungs- grad μ	Nachweis erfüllt	Anlage
Bau-Zust. WS	1. BS-T	c_u	0,82	JA	2.3.1
Bau-Zust. LS	1. BS-T	c_u	1,14	NEIN	2.3.2.1
Bau-Zust. LS	1. BS-T	c_d Konsolidations- zeitpunkt: 30 Tage	0,97	JA	2.3.2.2
Bau-Zust. LS	2. BS-T	c_u	1,14	NEIN	2.3.3.1
Bau-Zust. LS	2. BS-T	c_d Konsolidations- zeitpunkt: 30 Tage	1,08	NEIN	2.3.3.2
Bau-Zust. LS	2. BS-T	c_d Konsolidations- zeitpunkt: 3 Jahre	0,96	JA	2.3.3.3
Bau-Zust. LS max. Poren- wasserüber- druck 25 kN/m ²	2. BS-T	c_d Konsolidations- zeitpunkt: 30 Tage	0,98	JA	2.3.3.4
End-Zust. LS	3. BS-P	c_d auskonsolidiert	0,83	JA	2.3.4.1
End-Zust. LS	4. BS-A	c_d auskonsolidiert	0,82	JA	2.3.4.2

Nachweise der Wasserseite

Die Übersicht zeigt, dass im Bauzustand auf der Wasserseite mit den Bodenkennwerten (undrÄnierte Scherparameter c_u) keine Standsicherheitsprobleme zu erwarten sind. Aufgrund des hohen Ausnutzungsgrades kann es jedoch zu Verformungsproblemen (Gebrauchstauglichkeit) kommen (Anlage 2.3.1).

Nachweise der Landseite

Die Übersicht zeigt, dass der Nachweis der Standsicherheit auf der Landseite mit den Bodenkennwerten der undränierten Scherparameter c_u für einen mittleren Deichkernwasserstand von ca. + 1,8 m NN nicht erfüllt ist, $\mu = 1,14 > 1,0$ (Anlage 2.3.2.1). Unter Berücksichtigung derselben Randbedingungen nur mit dränierten Scherparametern c_d und einer Konsolidationszeit von 30 Tagen ergibt sich ein Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,97 < 1,0$ (Anlage 2.3.2.2) und der Nachweis ist für den Querschnitt 12+720 der Variante 2 bei einem mittleren Deichkernwasserstand von + 1,8 m NN nachgewiesen.

Bei Ansatz eines Deichkernwasserstandes von + 3,0 m NN ist der Nachweis mit undränierten Scherparametern c_u mit einem Ausnutzungsgrad von $\mu = 1,14 > 1,0$ (Anlage 2.3.3.1) nicht erfüllt. Bei der Berechnung mit dränierten Scherparametern c_d ergibt sich ein Ausnutzungsgrad von $\mu = 1,08 > 1,0$ (Anlage 2.3.3.2) und der Nachweis der Standsicherheit ist ebenfalls nicht erbracht. Nach einer Konsolidierungszeit von 3 Jahren ergibt sich ein Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,96 < 1,0$ (Anlage 2.3.3.3) und der Nachweis ist erfüllt. Bei Ansatz eines maximalen Porenwasserüberdruckes von 25 kN/m² im Bereich der binnenseitigen Aufschütthöhe (ca. 2,5 m) ergibt sich nach einer Konsolidationszeit von 30 Tagen ein Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,98 < 1,0$ (Anlage 2.3.3.4). Es ergibt sich eine maximale Differenz zum Porenwasserüberdruck von 45 kN/m² aus der Mächtigkeit der Aufschüttung (ca. 2,5 m) von rd. 20 kN/m². Um den maximalen Porenwasserüberdruck einhalten zu können, sollten baubegleitend Porenwasserdruckmessgeber eingebaut werden.

Die Berechnung des Endzustandes im auskonsolidierten, entspannten Zustand mit einem Bemessungshochwasser (BHW) von + 7,22 m NN zeigt einen Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,83 < 1,0$ (Anlage 2.3.4.1) und mit einem Kronenstauwasserstand (Bordvoll) von + 8,3 m NN von $\mu = 0,82 < 1,0$ (Anlage 2.3.4.2). Im Endzustand ist der Nachweis sowohl für die Bemessungssituation BS-P als auch für die Bemessungssituation BS-A erfüllt.

Aufgrund der zum Teil hohen Ausnutzungsgrade kann es zu Verformungsproblemen (Gebrauchstauglichkeit) kommen.

4.9 Vor- und Nachteile Variante 1 und 2

4.9.1 Variante 1

Vorteile:

- Erdarbeiten erfolgen weitestgehend im Hochwasserschutz des bestehenden Hauptdeiches

Nachteile:

- Aufgrund der hohen Belastungssituation aus der erforderlichen Auffüllung sind deutlich erhöhte Maßnahmen zur Realisierung notwendig
 - Lange Bauzeit
 - Aufhöhung in zeitlicher Staffelung
 - Zusatzmaßnahmen, wie Vertikaldränage, Vorbelastung im Überschüttverfahren etc. sind zur Reduzierung der Bauzeit erforderlich
 - Erhöhter Messaufwand zur bauzeitlichen Kontrolle der geotechnischen Ansätze
- Überdurchschnittlich hohe Setzungen binnendeichs
 - Aufschütthöhe von ca. 6,0 m ergibt eine Auflast von 100 kN/m²
 - Setzungen bis zu mehreren Dezimetern über einen langen Zeitraum
 - Es wird eine Überhöhung der Aufschüttung erforderlich (Massenmehrung)

4.9.2 Variante 2

Vorteile:

- Kürzere Bauzeit
- Standsicherheit höher, da geringere Auffüllungshöhen und Baugrundfestigkeit wasserseitig und unter Altdeich größer
- Keine außergewöhnlichen Zusatzmaßnahmen zur Baugrundverbesserung erforderlich
- Deutlich geringere Setzungen im Betriebszustand
 - Aufschütthöhe liegt bei max. 2,5 m und ergibt eine Auflast von max. 45 kN/m²
 - Setzungen sind gleichmäßig über den gesamten Deichquerschnitt

Nachteile:

- Baumaßnahmen sowohl wasser- als auch binnenseitig
- Bauzeitliche Beeinflussungen durch Hochwasser

5 Zusammenfassung der Varianten 1 und 2

Bei der Variante 1 werden im Bereich der Binnenböschung ca. 6,0 m mächtige Auffüllungen zur Herstellung des neuen Deichquerschnittes erforderlich (Verschiebung der Deichachse zur Binnenseite). Hierbei entsteht durch die Auflast ein maximaler Porenwasserüberdruck von ca. 100 kN/m², der über einen langen Zeitraum im bindigen Boden abgebaut werden muss. Die Anlage 1.1.2.2 zeigt, dass der Boden nach 2 Jahren noch nicht auskonsolidiert ist und die Standsicherheit der Binnenböschung nicht nachgewiesen werden kann. Eine Aufschüttung in zwei Lagen ist nach dem Einbau der zweiten Lage im bindigen Boden nicht auskonsolidiert. Bei dieser Variante sind standsicherheitserhöhende Zusatzmaßnahmen oder eine Aufschüttung in mehr als 2 Lagen und somit über mehrere Jahre erforderlich. Eine Beschleunigung der Aufhöhung kann in diesem Fall nur über kostenintensive Zusatzmaßnahmen wie Vertikaldräns und Entwässerungsschichten erfolgen.

Bei der Variante 2 bleibt die Deichachse erhalten und der Deich wird um max. 2,5 m erhöht. Aufgrund der geringeren Aufschütthöhe ergibt sich ein geringer Porenwasserüberdruck (45 kN/m²) als in Variante 1. Bei einem Deichkernwasserstand von + 3,0 m NN ist der Nachweis der Standsicherheit der Binnenböschung nach 3 Jahren erfüllt. Unter Berücksichtigung eines maximal zulässigen Porenwasserüberdruckes von 25 kN/m² im Bereich der Binnenböschung kann die Aufschüttung durch ein baubegleitendes Messprogramm, in dem der tatsächliche maximale Porenwasserüberdruck den Grenzwert nicht überschreiten darf, in einem Arbeitsschritt erfolgen.

Nach Abwägung aller Vor- und Nachteile der hier betrachteten Varianten kann die Variante 2 aus baugrundtechnischer Sicht als die geeignetere Lösung identifiziert werden.



Insbesondere die Unwägbarkeit / Unkalkulierbarkeit der tatsächlich notwendig werdenden Vorbelastungsphasen (mind. über 3 Jahre) bei Umsetzung der Variante 1 und die daraus resultierende Bauzeitverlängerung und Kostensteigerung sowie die zu erwartenden deutlich höheren Setzungen im Betriebszustand haben zu dieser Einschätzung geführt.

Dr.-Ing. von Bloh
Geschäftsführer

i. A.
Bau-Ing. Stefanie Bodendiek M. Sc.
(geb. Bösche)

Verteiler:

Bauherr: I. Oldenburgischer Deichband
Franz-Schubert-Straße 31
26919 Brake
- über NLWKN - 1 x

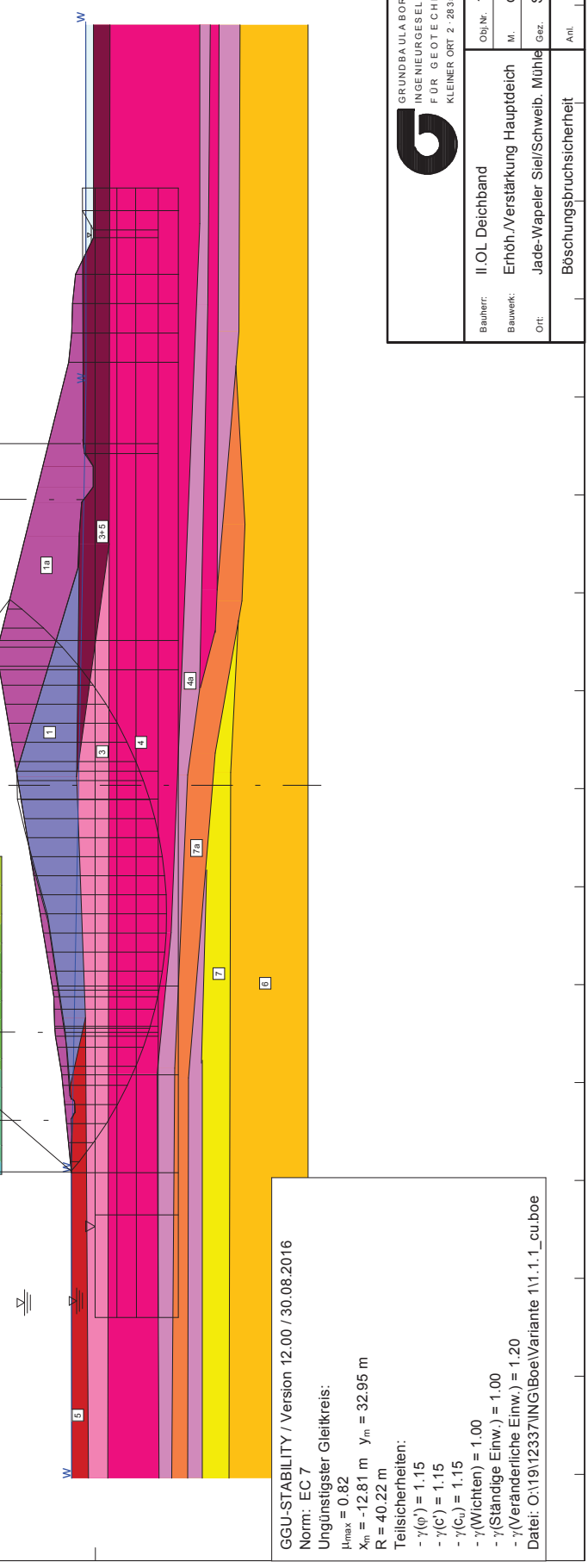
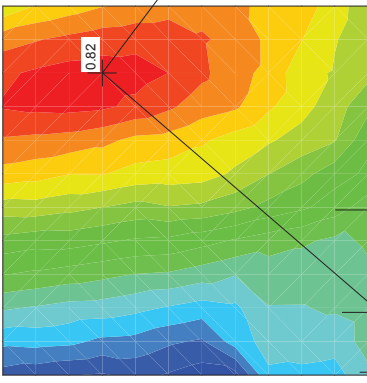
Planung: Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NLWKN - Betriebsstelle Brake - Oldenburg
Heinestr. 1
26919 Brake 1 x + digital

6 Anlagenverzeichnis

I N H A L T	von	bis
1. Standsicherheit Variante 1		
1.1 Querschnitt Stat. 12+800	1.1.1	1.1.4.2
2. Standsicherheit Variante 2		
2.3 Querschnitt Stat. 12+720	2.3.1	2.3.4.2

Querschnitt 12+800 (Bauzustände-WS) BS-T_GLOBAL_WS_CU_Vollkleideich

Boden	ϕ^k [°]	c^k [kN/m ²]	γ^k [kN/m ³]	Bezeichnung
1	0.00	30.00	17.00	[1] Deichkörper aus Klei
1a	0.00	40.00	17.00	[1a] Kleiabdeckung, geplant
3	0.00	20.00	16.00	[3] Oberer Klei
3+5	0.00	25.00	14.00	[3+5] Oberer Klei und Torf
4	0.00	20.00	16.00	[4] Unterer Klei-Mudde
4a	0.00	35.00	17.00	[4a] Sandiger Klei
5	0.00	20.00	13.00	[5] Torf mit Kleilagern
6	37.50	0.00	19.00	[6] Pleistozäner Sand
7	32.50	0.00	18.00	[7] Sand
7a	30.00	0.00	18.00	[7a] Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig



GGU-STABILITY / Version 12.00 / 30.08.2016
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.82$
 $X_m = -12.81$ m $Y_m = 32.95$ m
 $R = 40.22$ m
 Teilsicherheiten:
 $-\gamma(\phi) = 1.15$
 $-\gamma(c) = 1.15$
 $-\gamma(c_u) = 1.15$
 $-\gamma(Wichten) = 1.00$
 $-\gamma(S\ddot{a}ndige Einw.) = 1.00$
 $-\gamma(Ver\ddot{a}nderliche Einw.) = 1.20$
 Datei: C:\19112337\ING\Boe\Variante 1\1.1.1_cu.boe

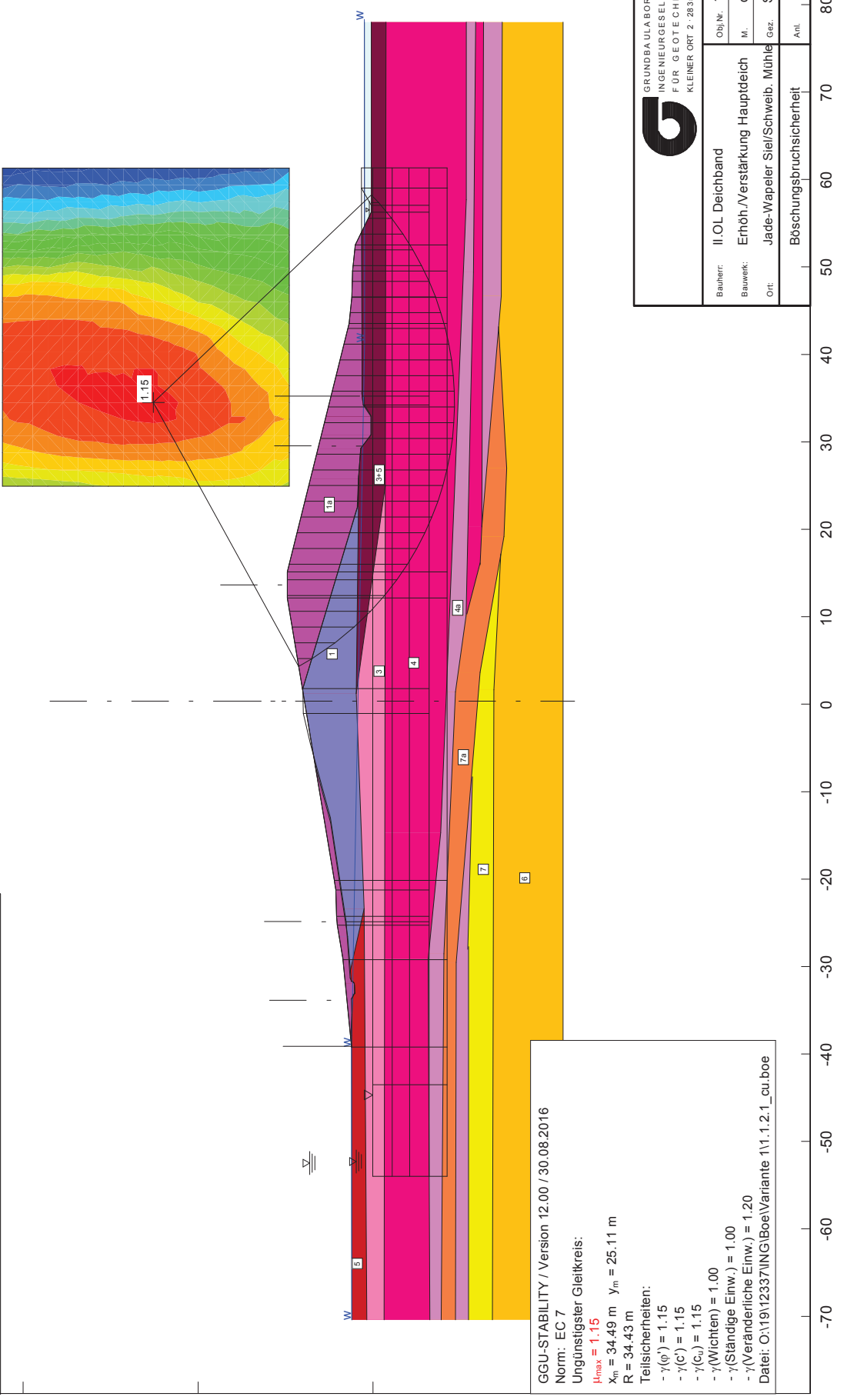
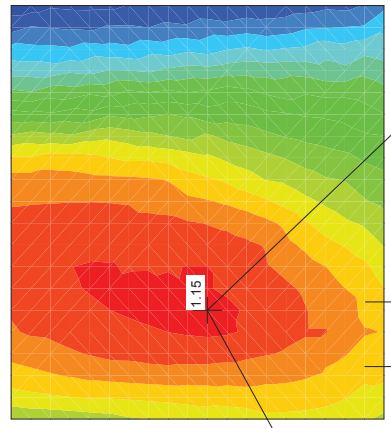


GRUNDBAU LABOR BREMEN
 INGENIEURGESELLSCHAFT
 FÜR GEOTECHNIK MBH
 KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

Bauherr:	II.LOL Deichband	Obj.Nr.:	1912337
Bauwerk:	Erhöht/Verstärkung Hauptdeich	M.:	ohne
Ort:	Jade-Wapeler Sied/Schweib. Mühle	Gez.:	SB
Böschungssicherheitsfaktor:		Anl.:	1.1.1

Querschnitt 12+800 (Bauzustände-LS) BS-T_GLOBAL_LS_CU_Vollkleideich

Boden	ϕ^k [°]	c^k [kN/m ²]	γ^k [kN/m ³]	Bezeichnung
	0.00	30.00	17.00	[1] Deichkörper aus Klei
	0.00	40.00	17.00	[1a] Kleiabdeckung, geplant
	0.00	20.00	16.00	[3] Oberer Klei
	0.00	25.00	14.00	[3+5] Oberer Klei und Torf
	0.00	20.00	16.00	[4] Unterer Klei-Mudde
	0.00	35.00	17.00	[4a] Sandiger Klei
	0.00	20.00	13.00	[5] Torf mit Kleilagern
	37.50	0.00	19.00	[6] Pleistozäner Sand
	32.50	0.00	18.00	[7] Sand
	30.00	0.00	18.00	[7a] Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig

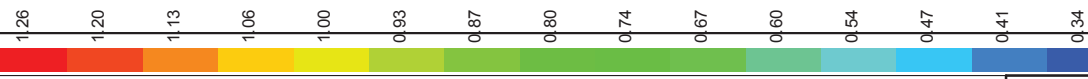


GGU-STABILITY / Version 12.00 / 30.08.2016
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 1.15$
 $x_m = 34.49$ m $y_m = 25.11$ m
 $R = 34.43$ m
 Teilsicherheiten:
 $-\gamma(\phi) = 1.15$
 $-\gamma(c) = 1.15$
 $-\gamma(c_u) = 1.15$
 $-\gamma(Wichten) = 1.00$
 $-\gamma(Ständige Einw.) = 1.00$
 $-\gamma(Veränderliche Einw.) = 1.20$
 Datei: C:\19\1912337\ING\Boe\Variante 1\1.1.2.1_cu_boe

GRUNDBAULABOR BREMEN
 INGENIEURGESELLSCHAFT
 FÜR GEOTECHNIK MBH
 KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

Bauherr:	II.LOL Deichband		
Bauwerk:	Erhöhung/Verstärkung Hauptdeich		
Ort:	Jade-Wapeler Sied/Schweib. Mühle	M. ohne	Gez. SB
Obj.Nr.:	1912337		
Anl.:	1.1.2.1		



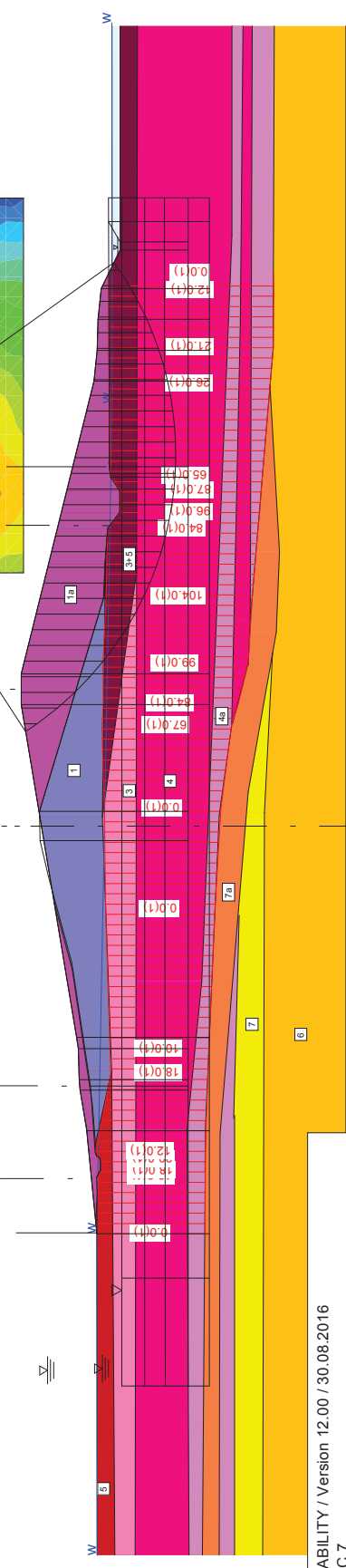
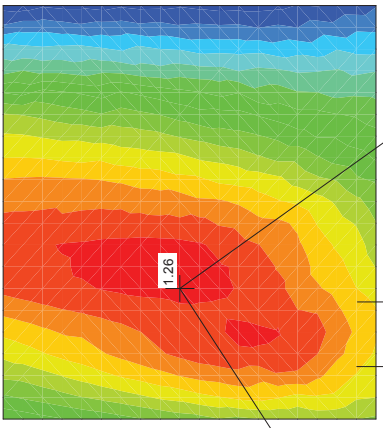


Querschnitt 12+800 (Bauzustände-LS)

BS-T_GLOBAL_LS_CD_Vollkleideich

Konsolidationszeitpunkt: 730 Tage = 2 Jahre

Boden	ϕ^k [°]	c^k [kN/m ²]	γ^k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	7.50	17.00	Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	Kleiabdeckung, geplant
[3]	17.50	7.50	16.00	Oberer Klei
[3+5]	17.50	7.50	14.00	Oberer Klei und Torf
[4]	17.50	7.50	16.00	Unterer Klei-Müdde
[4a]	17.50	7.50	17.00	Sandiger Klei
[5]	15.00	5.00	13.00	Torf mit Kleilagern
[6]	37.50	0.00	19.00	Pleistozäner Sand
[7]	32.50	0.00	18.00	Sand
[7a]	30.00	0.00	18.00	Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig



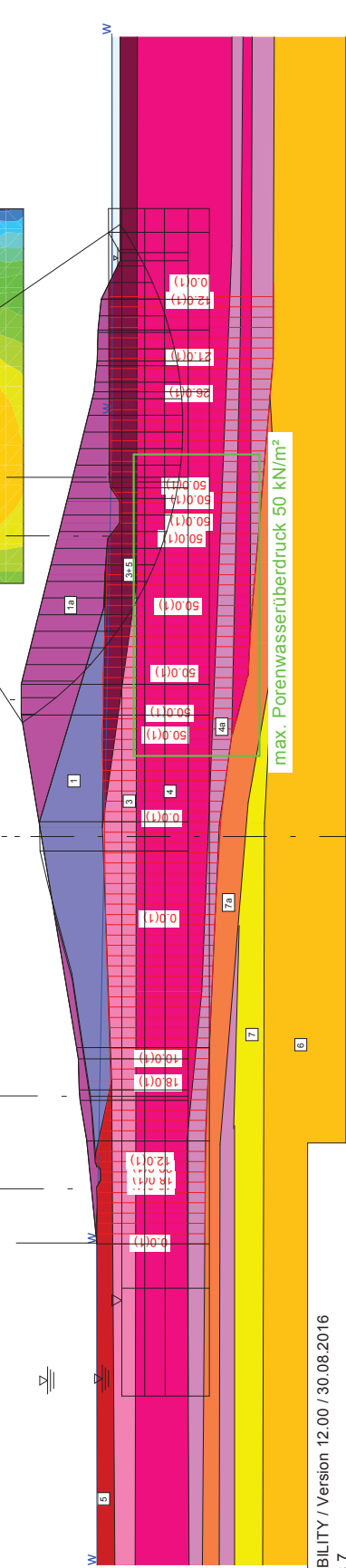
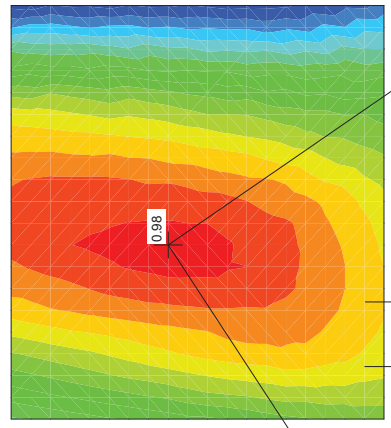
GGU-STABILITY / Version 12.00 / 30.08.2016
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 1.26$
 $X_m = 36.41$ m $y_m = 26.83$ m
 $R = 32.05$ m
 Teilsicherheiten:
 $-\gamma(\phi) = 1.15$
 $-\gamma(c) = 1.15$
 $-\gamma(c_u) = 1.15$
 $-\gamma(Wichten) = 1.00$
 $-\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 $-\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 730.0 Tage
 — Konsolidationsschicht 1: unten offen / $E_s = 750.0$ / $k = 1.00E-9$
 Datei: O:\1912337\ING\Boei\Variante 1\1.1.2.2_cd.boe

GRUNDBAU LABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
 FÜR GEOTECHNIK MBH
 KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

Bauherr: II.O.L Deichband
 Bauwerk: Erhöhung/Verstärkung Hauptdeich
 Ort: Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle
 Obj.Nr.: 1912337
 M.: ohne
 Gez.: SB
 Anl.: 1.1.2.2
 Böschungsbruchsicherheit

Querschnitt 12+800 (Bauzustände-LS) BS-T_GLOBAL_LS_CD_Vollkleideich Konsolidationszeitpunkt: 30 Tage

Boden	ϕ^k [°]	c^k [kN/m ²]	γ^k [kN/m ³]	Bezeichnung
1	20.00	7.50	17.00	[1] Deichkörper aus Klei
1a	20.00	10.00	17.00	[1a] Kleiabdeckung, geplant
3	17.50	7.50	16.00	[3] Oberer Klei
3+5	17.50	7.50	14.00	[3+5] Oberer Klei und Torf
4	17.50	7.50	16.00	[4] Unterer Klei-Mudde
4a	17.50	7.50	17.00	[4a] Sandiger Klei
5	15.00	5.00	13.00	[5] Torf mit Kleilagern
6	37.50	0.00	19.00	[6] Pleistozäner Sand
7	32.50	0.00	18.00	[7] Sand
7a	30.00	0.00	18.00	[7a] Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig



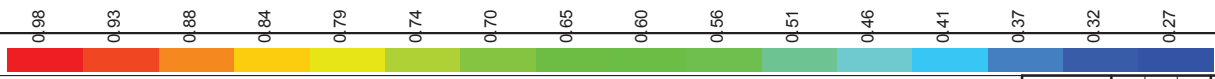
GGU-STABILITY / Version 12.00 / 30.08.2016
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.98$
 $X_m = 40.24$ m $y_m = 28.56$ m
 $R = 34.46$ m
 Teilsicherheiten:
 $-\gamma(\phi) = 1.15$
 $-\gamma(c) = 1.15$
 $-\gamma(c_u) = 1.15$
 $-\gamma(Wichten) = 1.00$
 $-\gamma(Ständige Einw.) = 1.00$
 $-\gamma(Veränderliche Einw.) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 — Konsolidationsschicht 1: unten offen / $E_s = 750.0$ / $k = 1.00E-9$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boei\Variante 1\1.1.2.3_cd_boe

GRUNDBAU LABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
 FÜR GEOTECHNIK MBH
 KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

II.O.L Deichband
 Erhöh./Verstärkung Hauptdeich
 Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle

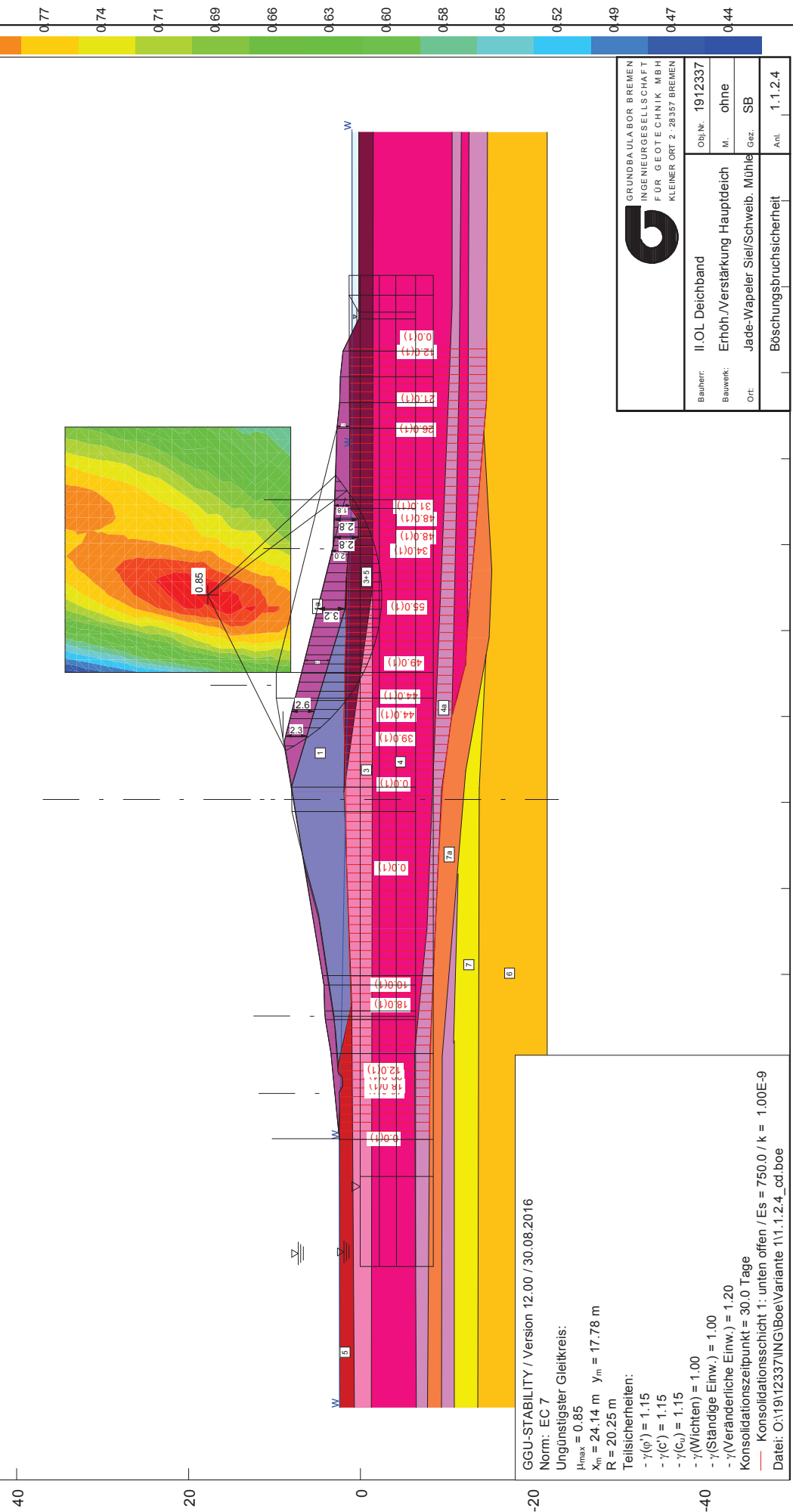
Obj.Nr.: 1912337
 M.: ohne
 Ort: SB
 Anl.: 1.1.2.3

Bauherr: **Böschungssicherheits**
 Bauwerk: **Böschungssicherheits**



Querschnitt 12+800 (Bauzustände-LS) BS-T_GLOBAL_LS_CD_Vollkleideich Konsolidationszeitpunkt: 30 Tage

Boden	ϕ^k [°]	c^k [kN/m ²]	γ^k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	7.50	17.00	Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	Kleiabdeckung, geplamt
[3]	17.50	7.50	16.00	Oberer Klei
[3+5]	17.50	7.50	14.00	Oberer Klei und Torf
[4]	17.50	7.50	16.00	Unterer Klei-Mudde
[4a]	17.50	7.50	17.00	Sandiger Klei
[5]	15.00	5.00	13.00	Torf mit Kleilagern
[6]	37.50	0.00	19.00	Pleistozäner Sand
[7]	32.50	0.00	18.00	Sand
[7a]	30.00	0.00	18.00	Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig



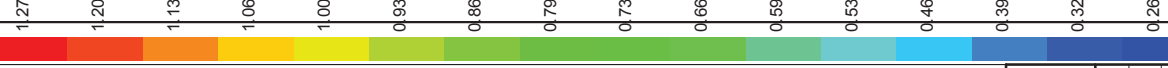
GGU-STABILITY / Version 12.00 / 30.08.2016
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.85$
 $X_m = 24.14$ m $y_m = 17.78$ m
 $R = 20.25$ m
 Teilsicherheiten:
 $-\gamma(\phi) = 1.15$
 $-\gamma(c) = 1.15$
 $-\gamma(c_u) = 1.15$
 $-\gamma(Wichten) = 1.00$
 $-\gamma(S\ddot{a}ndige Einw.) = 1.00$
 $-\gamma(Ver\ddot{a}nderliche Einw.) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 — Konsolidationsschicht 1: unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9$
 Datei: O:\1912337\ING\Boei\Variante 1\1.1.2.4_cd.boe

GRUNDBAU LABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
 FÜR GEOTECHNIK MBH
 KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

II.O.L Deichband
 Erhöhen/Verstärkung Hauptdeich
 Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle

Obj.Nr.: 1912337
 M.: ohne
 Ort: SB
 Anl.: 1.1.2.4

Bauherr: Böschungssicherheits
 Bauwerk: Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle
 Ort: SB
 Anl.: 1.1.2.4

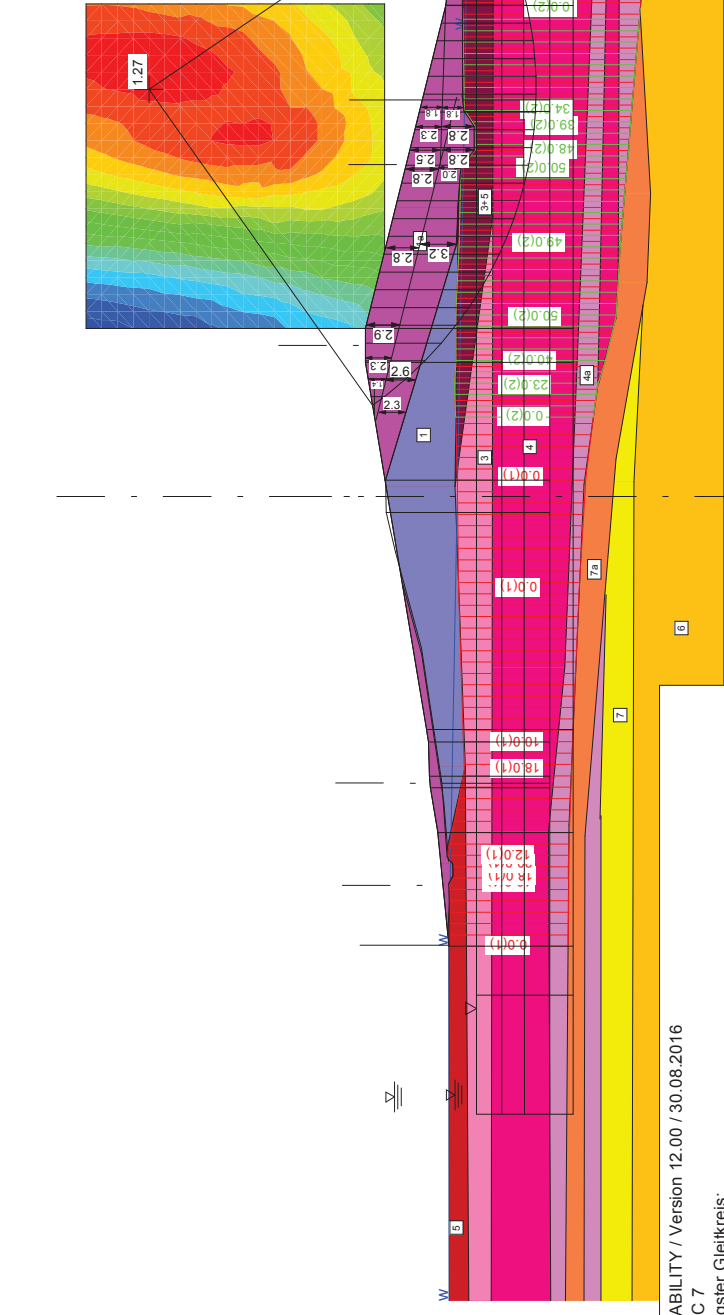


Querschnitt 12+800 (Bauzustände-LS)

BS-T_GLOBAL_LS_CD_Vollkleideich

Konsolidationszeitpunkt: 270 Tage + 30 Tage

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	7.50	17.00	Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	Kleiabdeckung, geplamt
[3]	17.50	7.50	16.00	Oberer Klei
[3+5]	17.50	7.50	14.00	Oberer Klei und Torf
[4]	17.50	7.50	16.00	Unterer Klei-Müdde
[4a]	17.50	7.50	17.00	Sandiger Klei
[5]	15.00	5.00	13.00	Torf mit Kleilagern
[6]	37.50	0.00	19.00	Pleistozäner Sand
[7]	32.50	0.00	18.00	Sand
[7a]	30.00	0.00	18.00	Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig



GGU-STABILITY / Version 12.00 / 30.08.2016

Norm: EC 7

Ungünstigster Gleitkreis:

$u_{max} = 1.27$

$x_m = 36.17$ m $y_m = 28.84$ m

$R = 34.05$ m

Teilsicherheiten:

$\gamma(\phi') = 1.15$

$\gamma(c') = 1.15$

$\gamma(c_u) = 1.15$

$\gamma(W_{sichten}) = 1.00$

$\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

$\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$

Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage

— Konsolidationsschicht 1: unten offen / $E_s = 750.0$ / $k = 1.00E-9$ / Liegezeit = 270.0

— Konsolidationsschicht 2: unten offen / $E_s = 750.0$ / $k = 1.00E-9$

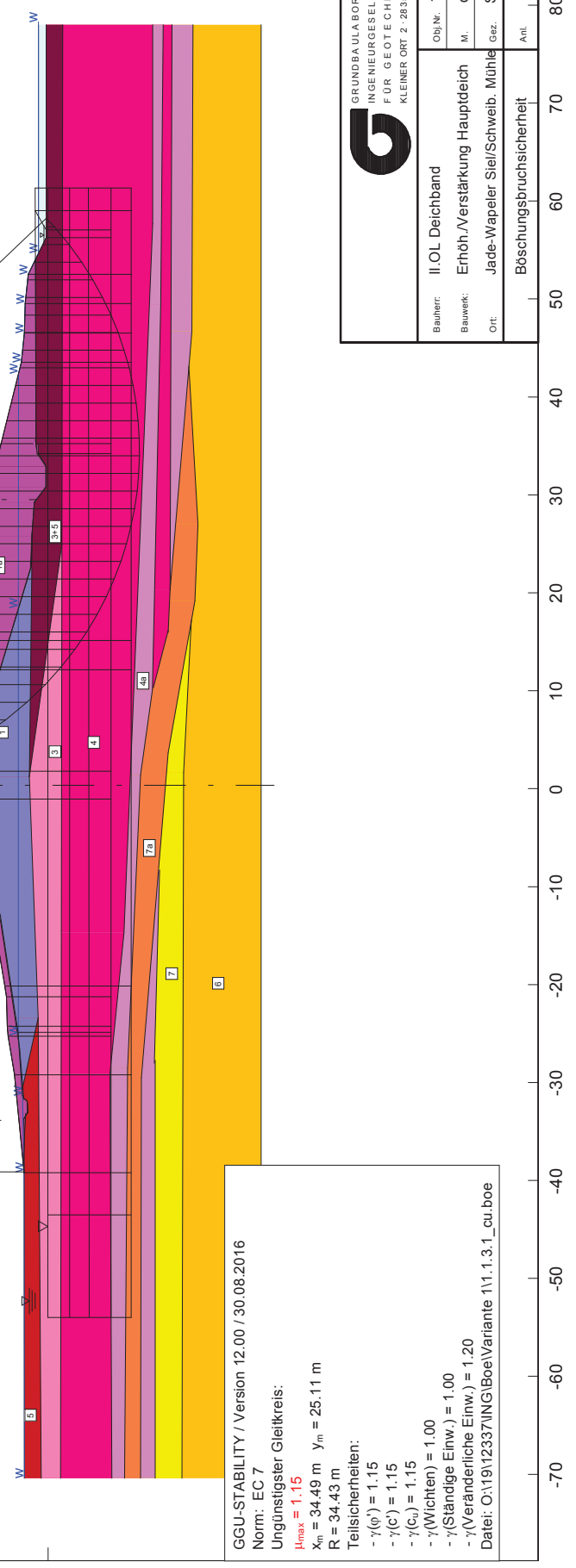
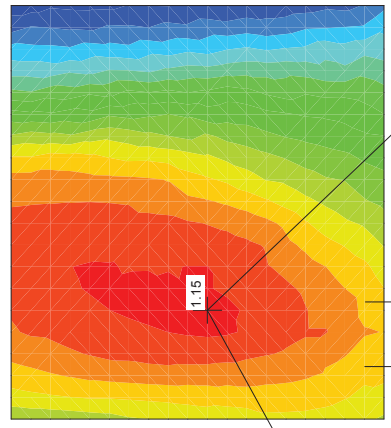
Datei: D:\1912337\ING\Boei\Variante 1\1.1.2.5_cd.boe

GRUNDBAU LABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR GEOTECHNIK MBH
KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

Bauherr:	II.O.L Deichband		
Bauwerk:	Erhöhung/Verstärkung Hauptdeich		
Ort:	Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	M. ohne	Obj.Nr. 1912337
	Böschungssicherheitsfaktor	Gez. SB	Anl. 1.1.2.5

Querschnitt 12+800 (Bauzustände-LS) BS-T_GLOBAL_LS_CU_Vollkleideich-Wasserstand max. + 3,00 m NN

Boden	ϕ^k [°]	c^k [kN/m ²]	γ^k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	0.00	30.00	17.00	[1] Deichkörper aus Klei
[1a]	0.00	40.00	17.00	[1a] Kleiabdeckung, geplant
[3]	0.00	20.00	16.00	[3] Oberer Klei
[3+5]	0.00	25.00	14.00	[3+5] Oberer Klei und Torf
[4]	0.00	20.00	16.00	[4] Unterer Klei-Mudde
[4a]	0.00	35.00	17.00	[4a] Sandiger Klei
[5]	0.00	20.00	13.00	[5] Torf mit Kleilagern
[6]	37.50	0.00	19.00	[6] Pleistozäner Sand
[7]	32.50	0.00	18.00	[7] Sand
[7a]	30.00	0.00	18.00	[7a] Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig



GGU-STABILITY / Version 12.00 / 30.08.2016
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 1.15$
 $x_m = 34.49$ m $y_m = 25.11$ m
 $R = 34.43$ m
 Teilsicherheiten:
 $-\gamma(\phi) = 1.15$
 $-\gamma(c) = 1.15$
 $-\gamma(c_u) = 1.15$
 $-\gamma(Wichten) = 1.00$
 $-\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 $-\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Datei: C:\19\1912337\ING\Boe\Variante 1\1.1.3.1_cu_boe



GRUNDBAU LABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
 FÜR GEOTECHNIK MBH
 KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

II.O.L Deichband
 Erhöhen/Verstärkung Hauptdeich
 Jade-Wapeler Sied/Schweib. Mühle

Obj.Nr.: 1912337
 M.: ohne
 Ort: SB
 Anl.: 1.1.3.1

Böschungsbruchsicherheit

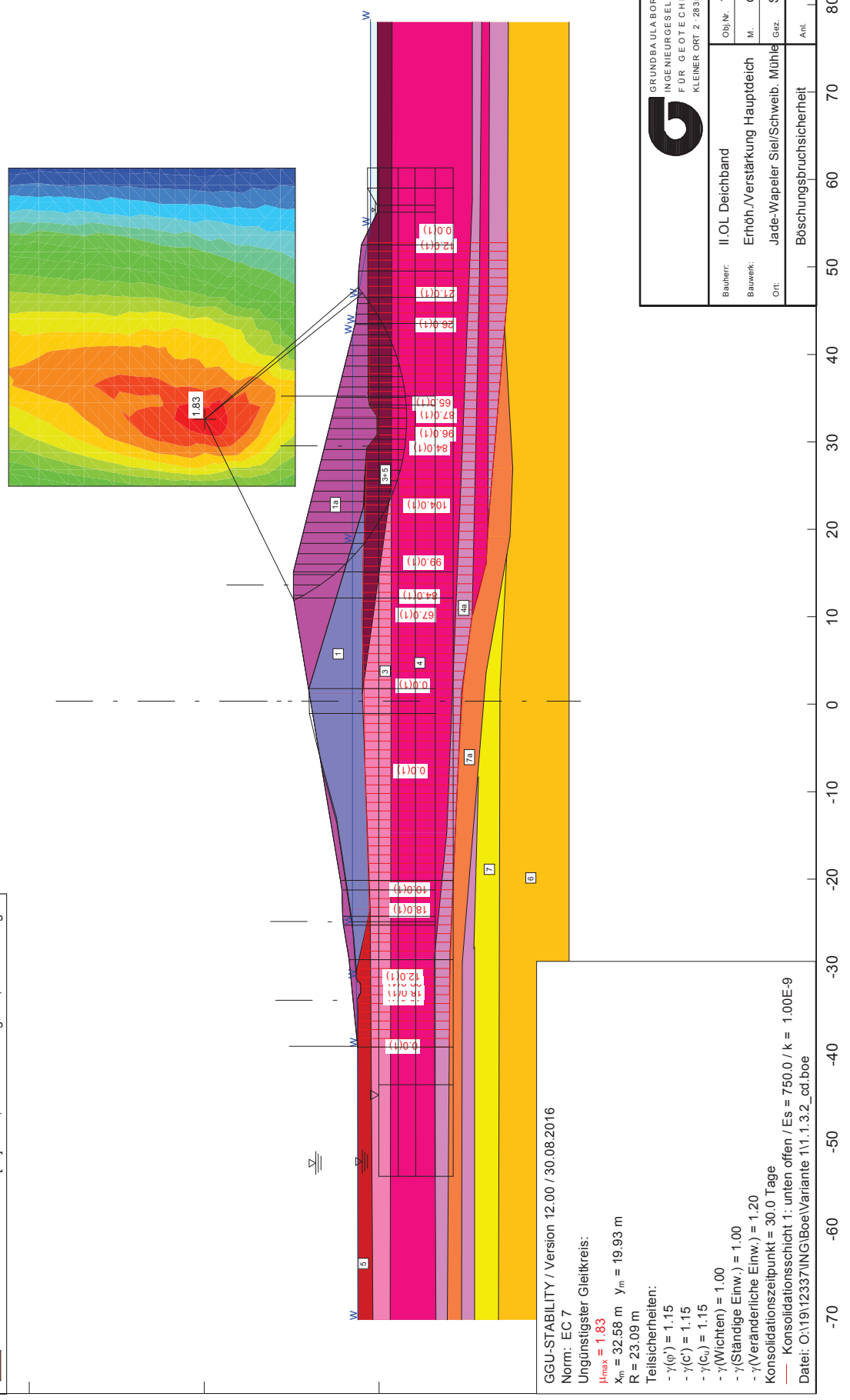
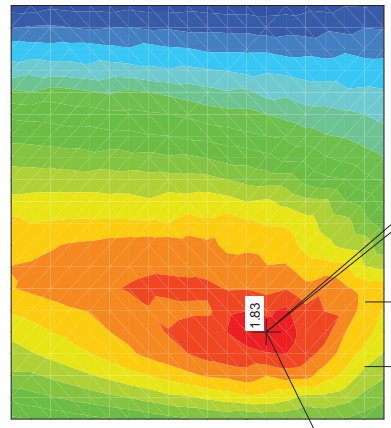


Querschnitt 12+800 (Bauzustände-LS)

BS-T_GLOBAL_LS_CD_Vollkleideich-Wasserstand max. + 3,00 m NN

Konsolidationszeitpunkt: 30 Tage

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
1	20.00	7.50	17.00	[1] Deichkörper aus Klei
1a	20.00	10.00	17.00	[1a] Kleiabdeckung, geplant
2	17.50	7.50	16.00	[2] Oberer Klei
3	17.50	7.50	14.00	[3+5] Oberer Klei und Torf
4	17.50	7.50	16.00	[4] Unterer Klei-Müdde
4a	17.50	7.50	17.00	[4a] Sandiger Klei
5	15.00	5.00	13.00	[5] Torf mit Kleilagern
6	37.50	0.00	19.00	[6] Pleistozäner Sand
7	32.50	0.00	18.00	[7] Sand
7a	30.00	0.00	18.00	[7a] Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig



GGU-STABILITY / Version 12.00 / 30.08.2016
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 1.83$
 $x_m = 32.58$ m $y_m = 19.93$ m
 $R = 23.09$ m
 Teilsicherheiten:
 $-\gamma(\phi) = 1.15$
 $-\gamma(c) = 1.15$
 $-\gamma(c_u) = 1.15$
 $-\gamma(Wichten) = 1.00$
 $-\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 $-\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 — Konsolidationsschicht 1: unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9$
 Datei: O:\1912337\ING\Boei\Variante 1\1.1.3.2_cd.boe

GRUNDBAU LABOR BREMEN
 INGENIEURGESELLSCHAFT
 FÜR GEOTECHNIK MBH
 KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

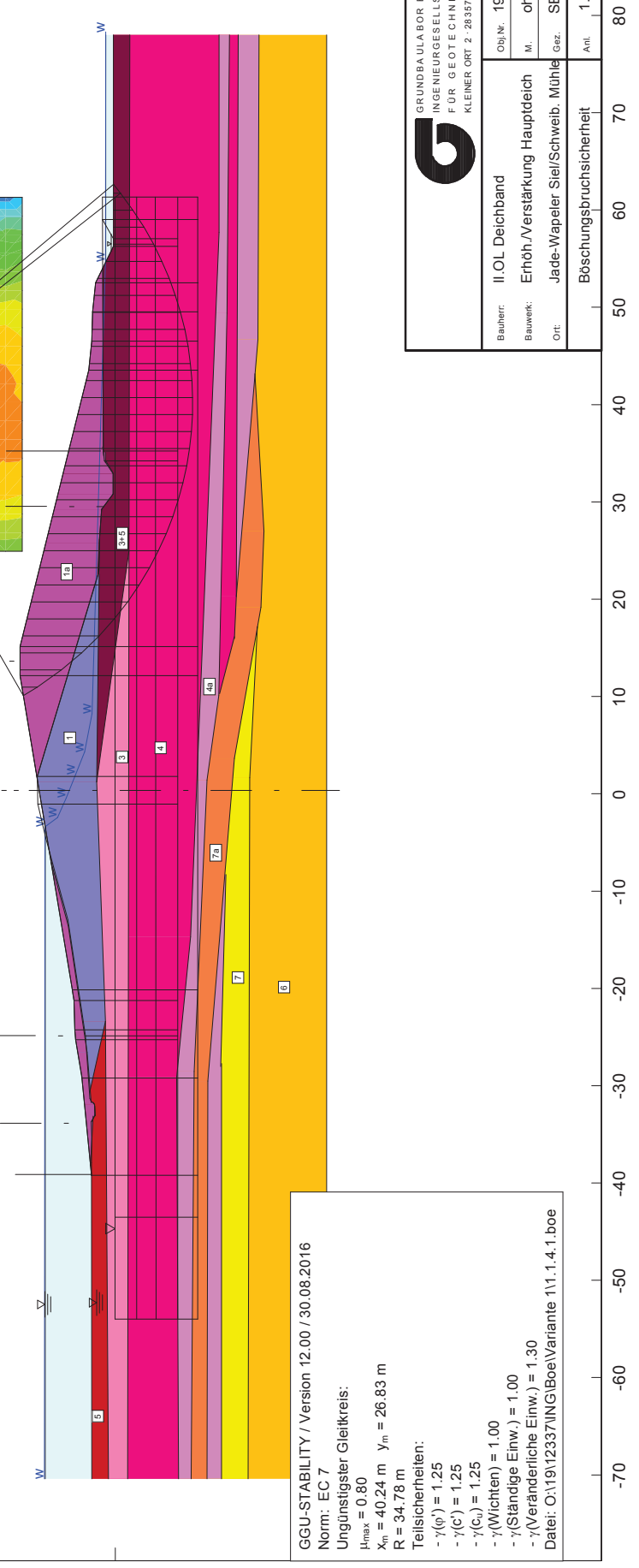
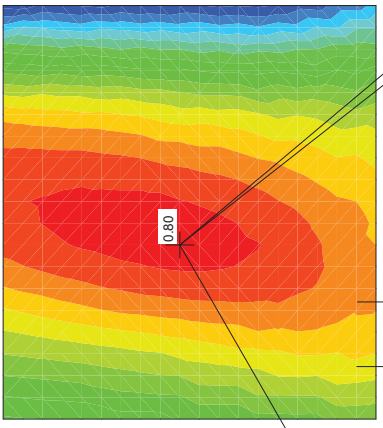
II.O.L Deichband
 Erhöh./Verstärkung Hauptdeich
 Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle

Obj.Nr.: 1912337
 M.: ohne
 Ort: SB
 Anl.: 1.1.3.2

Bauherr: **Böschungssicherheits**
 Bauwerk: **Böschungssicherheits**

Querschnitt 12+800 (Endzustand-LS) BS-P_GLOBAL_LS_CD_Vollkleideich_BHW + 7,22 m NN

Boden	ϕ^k [°]	c^k [kN/m ²]	γ^k [kN/m ³]	Bezeichnung
1	20.00	7.50	17.00	[1] Deichkörper aus Klei
2	20.00	10.00	17.00	[1a] Kleiabdeckung, geplant
3	17.50	7.50	16.00	[3] Oberer Klei
4	17.50	7.50	14.00	[3+5] Oberer Klei und Torf
5	17.50	7.50	16.00	[4] Unterer Klei-Mulde
6	17.50	7.50	17.00	[4a] Sandiger Klei
7	15.00	5.00	13.00	[5] Torf mit Kleilagern
8	37.50	0.00	19.00	[6] Pleistozäner Sand
9	32.50	0.00	18.00	[7] Sand
10	30.00	0.00	18.00	[7a] Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig



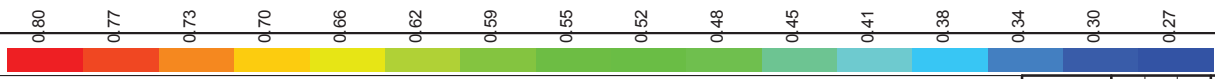
GGU-STABILITY / Version 12.00 / 30.08.2016
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.80$
 $X_m = 40.24$ m $y_m = 26.83$ m
 $R = 34.78$ m
 Teilsicherheiten:
 $-\gamma(\phi) = 1.25$
 $-\gamma(c) = 1.25$
 $-\gamma(c_u) = 1.25$
 $-\gamma(Wichten) = 1.00$
 $-\gamma(Ständige Einw.) = 1.00$
 $-\gamma(Veränderliche Einw.) = 1.30$
 Datei: C:\1912337\ING\Boe\Variante 1\1.1.4.1.boe

GRUNDBAU LABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
 FÜR GEOTECHNIK MBH
 KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

II.O.L Deichband
 Erhöhen/Verstärkung Hauptdeich
 Jade-Wapeler Sied/Schweib. Mühle

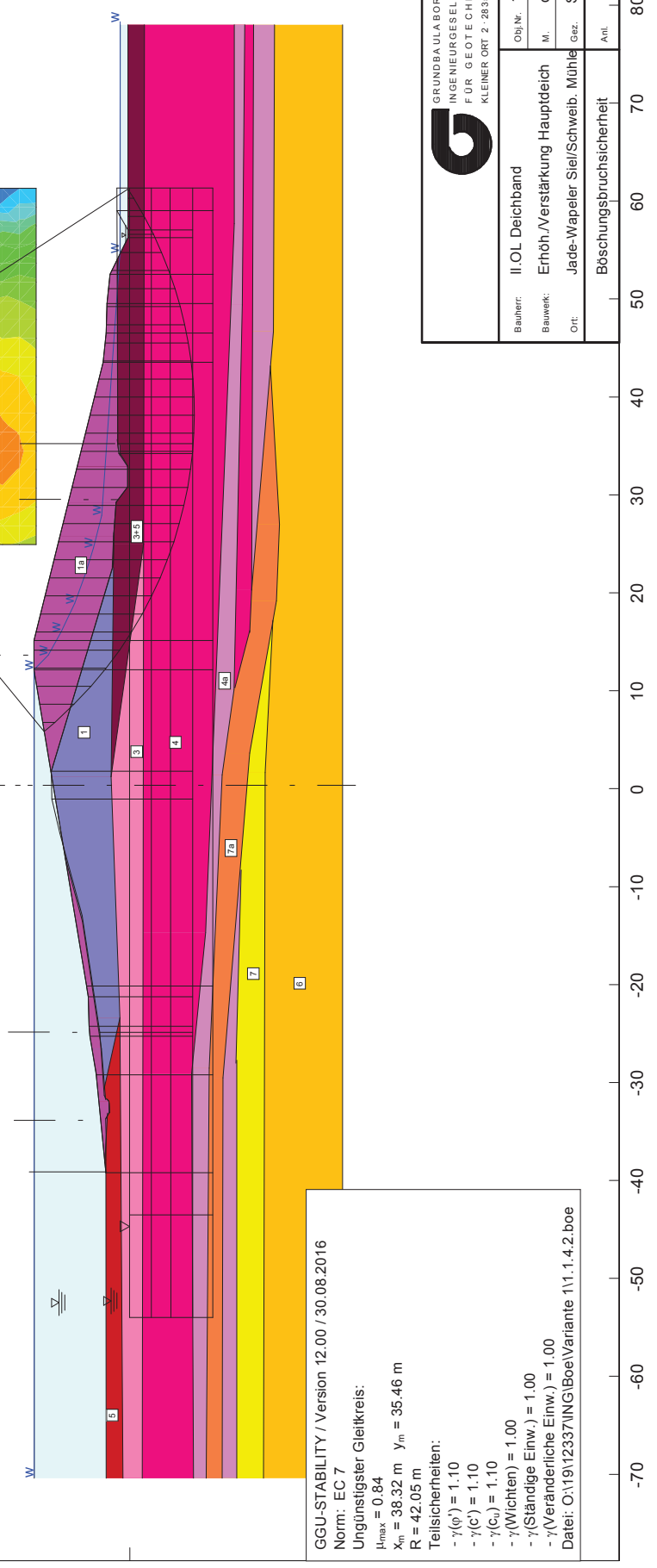
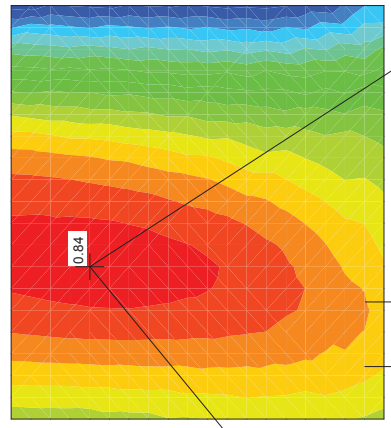
Obj.Nr.: 1912337
 M.: ohne
 Gez.: SB
 Anl.: 1.1.4.1

Bauherr: Böschungsbruchsicherheit
 Bauwerk:
 Ort:
 Anl.: 1.1.4.1



Querschnitt 12+800 (Endzustand-LS) BS-A_GLOBAL_LS_CD_Vollkleideich_Bordvoll

Boden	ϕ^k [°]	c^k [kN/m ²]	γ^k [kN/m ³]	Bezeichnung
1	20.00	7.50	17.00	[1] Deichkörper aus Klei
1a	20.00	10.00	17.00	[1a] Kleiabdeckung, geplant
2	17.50	7.50	16.00	[3] Oberer Klei
3+5	17.50	7.50	14.00	[3+5] Oberer Klei und Torf
4	17.50	7.50	16.00	[4] Unterer Klei-Mulde
4a	17.50	7.50	17.00	[4a] Sandiger Klei
5	15.00	5.00	13.00	[5] Torf mit Kleilagern
6	37.50	0.00	19.00	[6] Pleistozäner Sand
7	32.50	0.00	18.00	[7] Sand
7a	30.00	0.00	18.00	[7a] Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig



GGU-STABILITY / Version 12.00 / 30.08.2016
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.84$
 $X_m = 38.32$ m $y_m = 35.46$ m
 $R = 42.05$ m
 Teilsicherheiten:
 $-\gamma(\phi) = 1.10$
 $-\gamma(c) = 1.10$
 $-\gamma(c_u) = 1.10$
 $-\gamma(Wichten) = 1.00$
 $-\gamma(Ständige Einw.) = 1.00$
 $-\gamma(Veränderliche Einw.) = 1.00$
 Datei: C:\19\12337\ING\Boe\Variante 1\1.1.4.2.boe

GRUNDBAU LABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
 FÜR GEOTECHNIK MBH
 KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

II.O.L Deichband
 Erhöhen/Verstärkung Hauptdeich
 Jade-Wapeler Sied/Schweib. Mühle

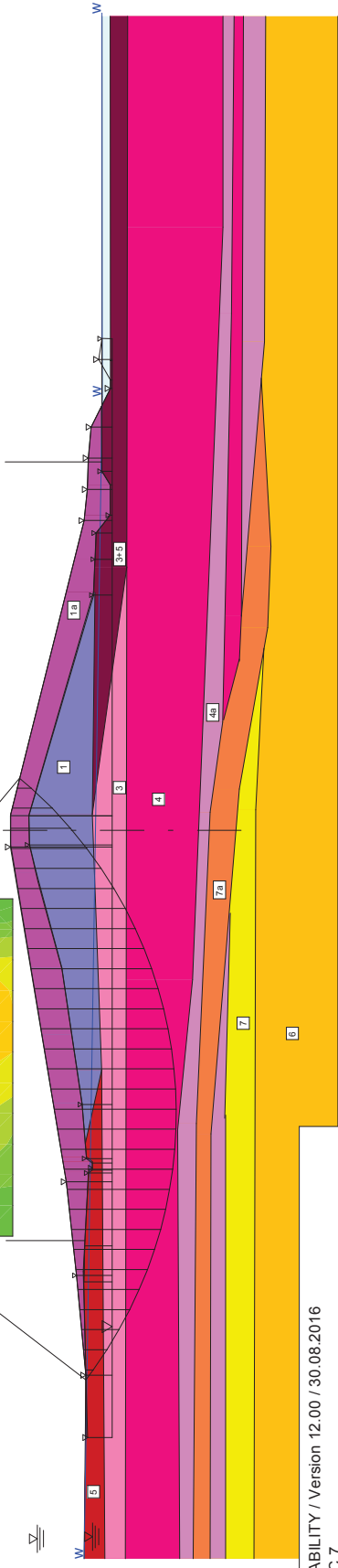
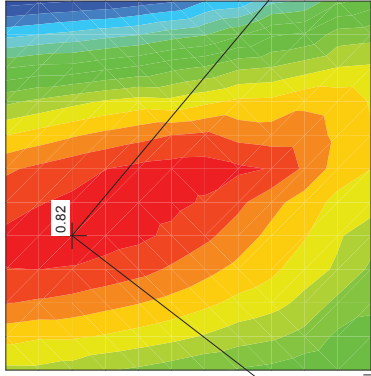
Obj.Nr.: 1912337
 M.: ohne
 Gez.: SB
 Anl.: 1.1.4.2

Bauherr: Böschungsbruchsicherheit
 Bauwerk:
 Ort:
 Anl.: 1.1.4.2



Querschnitt 12+720 (Bauzustände-WS) BS-T_GLOBAL_WS_CU_Vollkleideich

Boden	ϕ^k [°]	c^k [kN/m ²]	γ^k [kN/m ³]	Bezeichnung
1	0.00	30.00	17.00	[1] Deichkörper aus Klei
1a	0.00	40.00	17.00	[1a] Kleiabdeckung, geplant
3	0.00	20.00	16.00	[3] Oberer Klei
3+5	0.00	25.00	14.00	[3+5] Oberer Klei und Torf
4	0.00	20.00	16.00	[4] Unterer Klei-Müdde
4a	0.00	35.00	17.00	[4a] Sandiger Klei
5	0.00	20.00	13.00	[5] Torf mit Kleilagern
6	37.50	0.00	19.00	[6] Pleistozäner Sand
7	32.50	0.00	18.00	[7] Sand
7a	30.00	0.00	18.00	[7a] Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig



GGU-STABILITY / Version 12.00 / 30.08.2016

Norm: EC 7

Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{max} = 0.82$

$X_m = -27.57$ m $Y_m = 35.87$ m

$R = 42.04$ m

Teilsicherheiten:

$-\gamma(\phi) = 1.15$

$-\gamma(c) = 1.15$

$-\gamma(c_u) = 1.15$

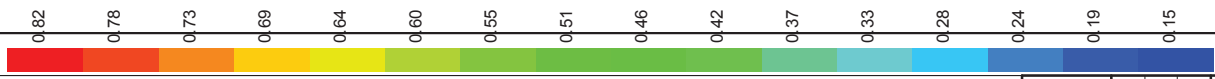
$-\gamma(Wichten) = 1.00$

$-\gamma(Ständige Einw.) = 1.00$

$-\gamma(Veränderliche Einw.) = 1.20$

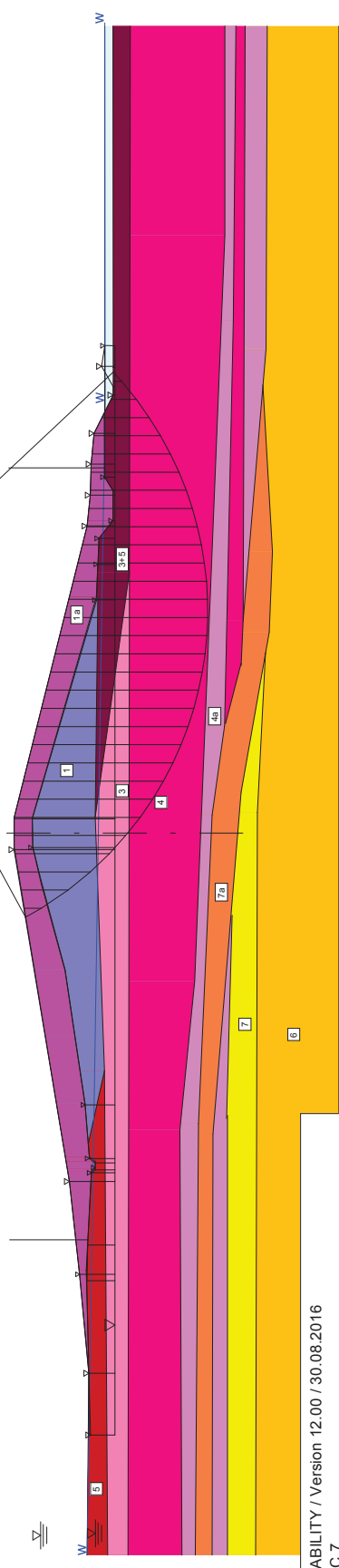
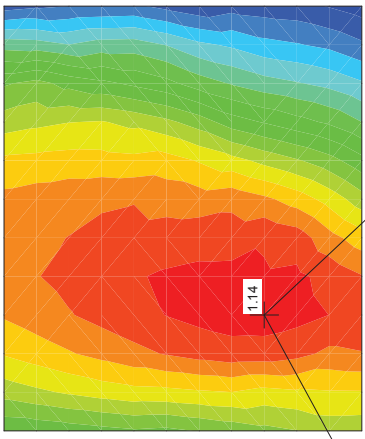
Datei: C:\19\12337\ING\Boei\Variante 2\Station 12+720\2.3.1_cu.boe

	GRUNDBAU LABOR BREMEN		
	INGENIEURGESELLSCHAFT		
	FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN		
Bauherr:	Obj.Nr.:	1912337	
Bauwerk:	M.:	ohne	
Ort:	Gez.:	SB	
Böschungsbruchsicherheit		Anl.:	2.3.1

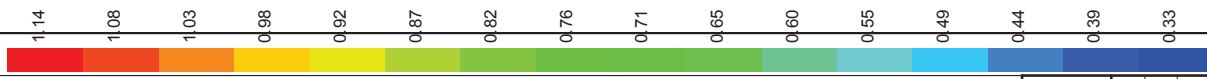


Querschnitt 12+720 (Bauzustände-LS) BS-T_GLOBAL_LS_CU_Vollkleideich

Boden	ϕ^k [°]	c^k [kN/m ²]	γ^k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	0.00	30.00	17.00	[1] Deichkörper aus Klei
[1a]	0.00	40.00	17.00	[1a] Kleiabdeckung, geplant
[3]	0.00	20.00	16.00	[3] Oberer Klei
[3+5]	0.00	20.00	14.00	[3+5] Oberer Klei und Torf
[4]	0.00	25.00	16.00	[4] Unterer Klei-Mudde
[4a]	0.00	35.00	17.00	[4a] Sandiger Klei
[5]	0.00	20.00	13.00	[5] Torf mit Kleilaggen
[6]	37.50	0.00	19.00	[6] Pleistozäner Sand
[7]	32.50	0.00	18.00	[7] Sand
[7a]	30.00	0.00	18.00	[7a] Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig



GGU-STABILITY / Version 12.00 / 30.08.2016
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 1.14$
 $X_m = 21.24$ m $y_m = 24.86$ m
 $R = 33.86$ m
 Teilsicherheiten:
 $-\gamma(\phi) = 1.15$
 $-\gamma(c) = 1.15$
 $-\gamma(c_u) = 1.15$
 $-\gamma(Wichten) = 1.00$
 $-\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 $-\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Datei: C:\19\12337\ING\Boei\Variante 2\Station 12+720\2.3.2.1_cu.boe



GRUNDBAU LABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
 FÜR GEOTECHNIK MBH
 KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

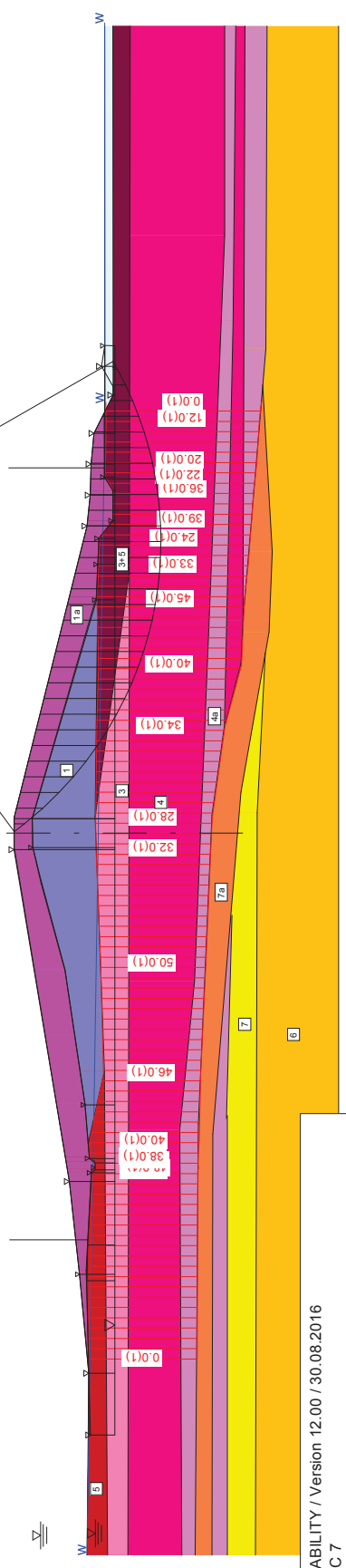
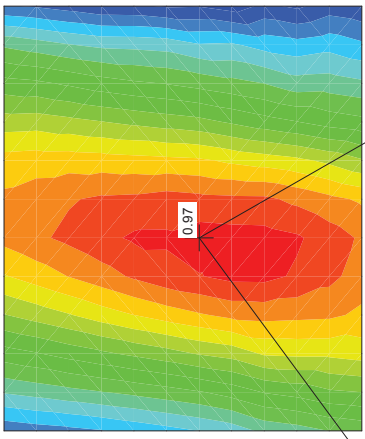
Logo: G

Bauherr:	II.LOL Deichband	Obj.Nr.:	1611506
Bauwerk:	Erhöh./Verstärkung Hauptdeich	M.:	ohne
Ort:	Jade-Wapeler Sied/Schweib. Mühle	Gez.:	SB
Böschungsbruchsicherheit		Anl.:	2.3.2.1

60 40 20 0 -20 -40 -60 -70 0 10 20 30 40 50 60 70 80

Querschnitt 12+720 (Bauzustände-LS) BS-T_GLOBAL_LS_CD_Vollkleideich Konsolidationszeitpunkt: 30 Tage

Boden	ϕ^k [°]	c^k [kN/m ²]	γ^k [kN/m ³]	Bezeichnung
1	20.00	7.50	17.00	[1] Deichkörper aus Klei
1a	20.00	10.00	17.00	[1a] Kleiabdeckung, geplant
3	17.50	7.50	16.00	[3] Oberer Klei
3+5	17.50	7.50	14.00	[3+5] Oberer Klei und Torf
4	17.50	7.50	16.00	[4] Unterer Klei-Mudde
4a	17.50	7.50	17.00	[4a] Sandiger Klei
5	15.00	5.00	13.00	[5] Torf mit Kleilagern
6	37.50	0.00	19.00	[6] Pleistozäner Sand
7	32.50	0.00	18.00	[7] Sand
7a	30.00	0.00	18.00	[7a] Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig



GGU-STABILITY / Version 12.00 / 30.08.2016

Norm: EC 7

Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.97$

$X_m = 28.03$ m $y_m = 30.59$ m

$R = 35.05$ m

Teilsicherheiten:

$-\gamma(\phi) = 1.15$

$-\gamma(c) = 1.15$

$-\gamma(c_u) = 1.15$

$-\gamma(W_{liten}) = 1.00$

$-\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

$-\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$

Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage

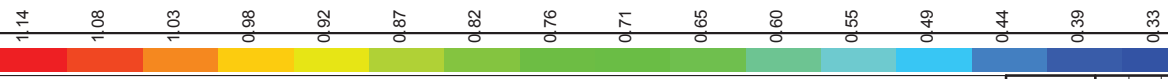
— Konsolidationsschicht 1: unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9$

Datei: O:\19\12337\ING\Boei\Variante 2\Station 12+720\2.3.2.2_cd.boe

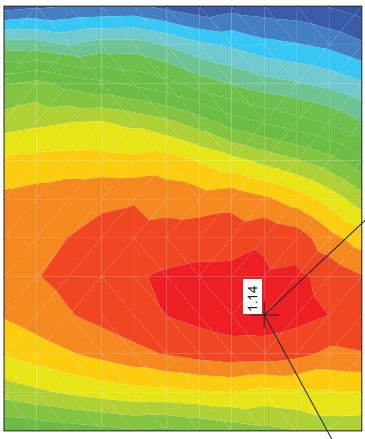
GRUNDBAU LABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR GEOTECHNIK MBH
KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

Bauherr:	II.O.L Deichband	Obj.Nr.:	1611506
Bauwerk:	Erhöhung/Verstärkung Hauptdeich	M.:	ohne
Ort:	Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	Gez.:	SB
Böschungssicherheitsfaktor		Anl.:	2.3.2.2

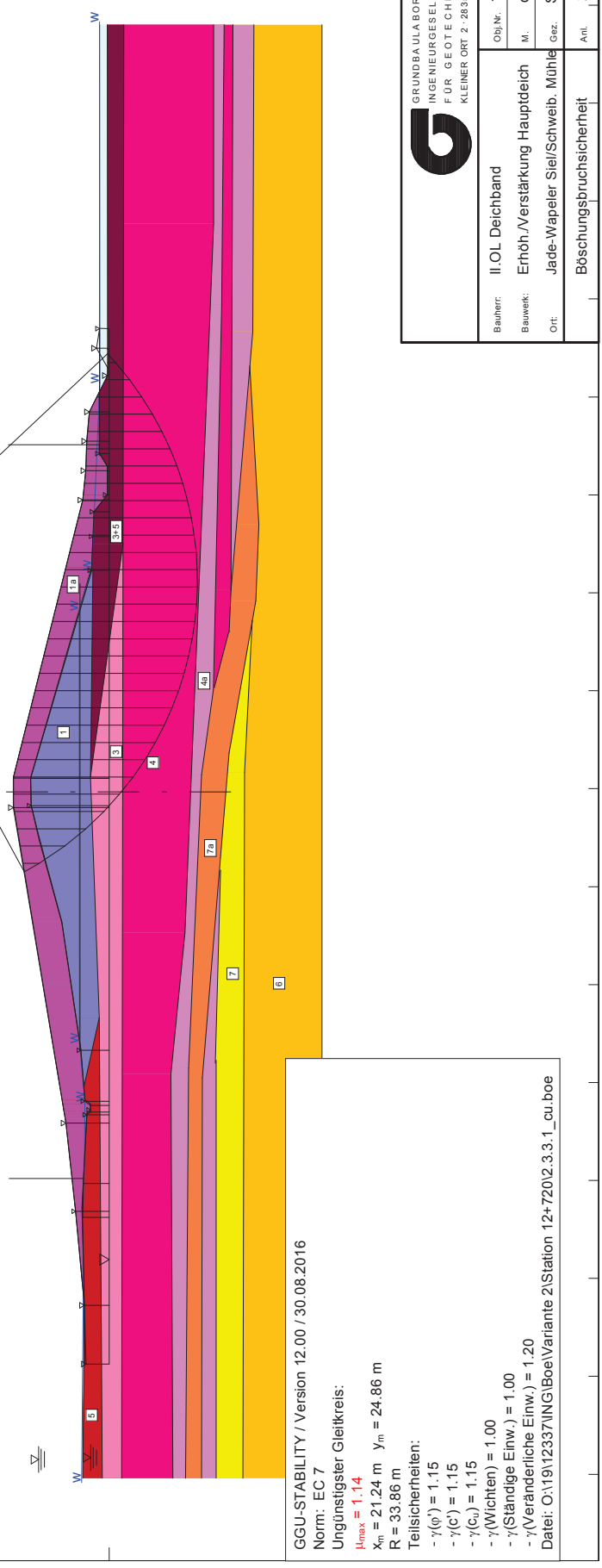




Querschnitt 12+720 (Bauzustände-LS) BS-T_GLOBAL_LS_CU_Vollkleideich-Deichkernwasserstand max. + 3,00 m NN



Boden	ϕ^k [°]	c^k [kN/m ²]	γ^k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	0.00	30.00	17.00	Deichkörper aus Klei
[1a]	0.00	40.00	17.00	Kleiabdeckung, geplamt
[3]	0.00	20.00	16.00	Oberer Klei
[3+5]	0.00	25.00	14.00	Oberer Klei und Torf
[4]	0.00	20.00	16.00	Unterer Klei-Mudde
[4a]	0.00	35.00	17.00	Sandiger Klei
[5]	0.00	20.00	13.00	Torf mit Kleilagern
[6]	37.50	0.00	19.00	Pleistozäner Sand
[7]	32.50	0.00	18.00	Sand
[7a]	30.00	0.00	18.00	Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig



GGU-STABILITY / Version 12.00 / 30.08.2016
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 1.14$
 $x_m = 21.24$ m $y_m = 24.86$ m
 $R = 33.86$ m
 Teilsicherheiten:
 $-\gamma(\phi) = 1.15$
 $-\gamma(c) = 1.15$
 $-\gamma(c_u) = 1.15$
 $-\gamma(Wichten) = 1.00$
 $-\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 $-\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Datei: C:\19\12337\ING\Boei\Variante 2\Station 12+720\2.3.3.1_cu.boe

GRUNDBAU LABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
 FÜR GEOTECHNIK MBH
 KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

II.O.L Deichband
 Erhöh./Verstärkung Hauptdeich
 Jade-Wapeler Sied/Schweib. Mühle

Obj.Nr.: 1611506
 M.: ohne
 Ort: SB
 Anl.: 2.3.3.1

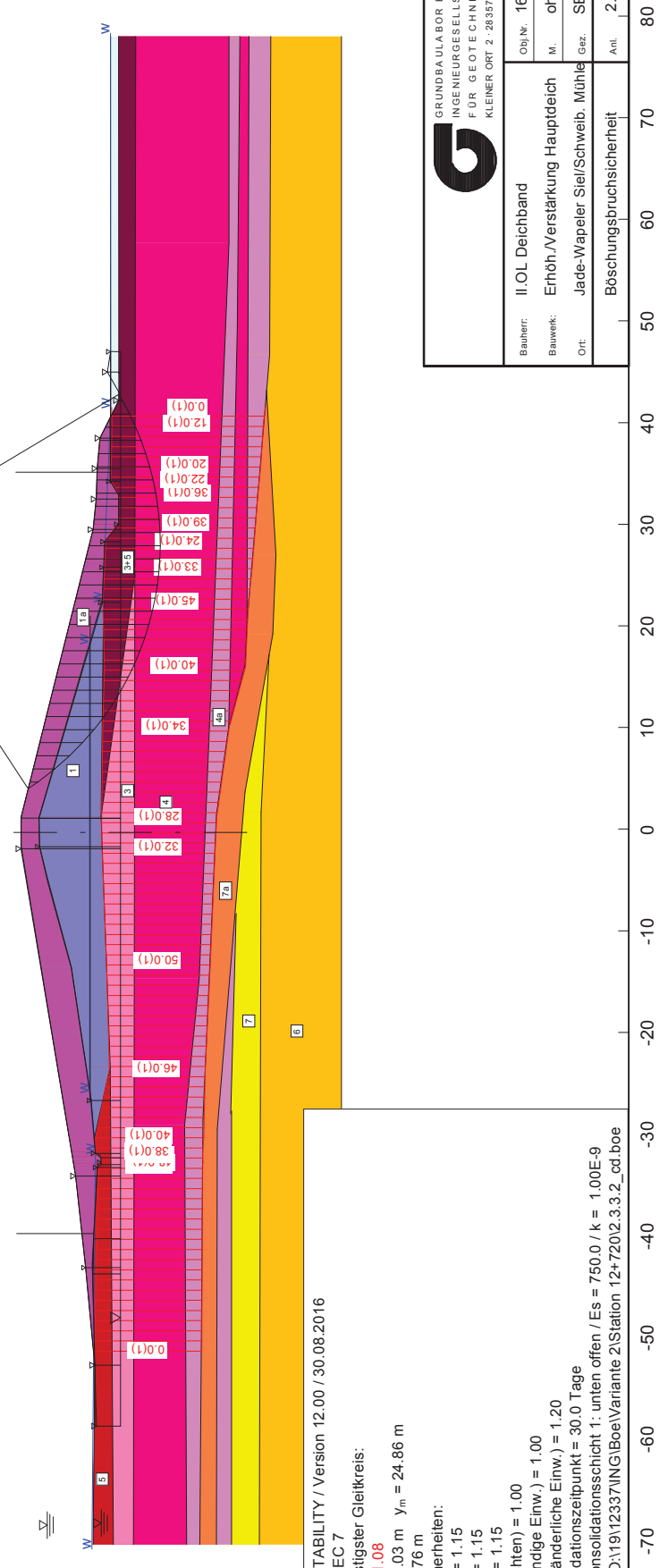
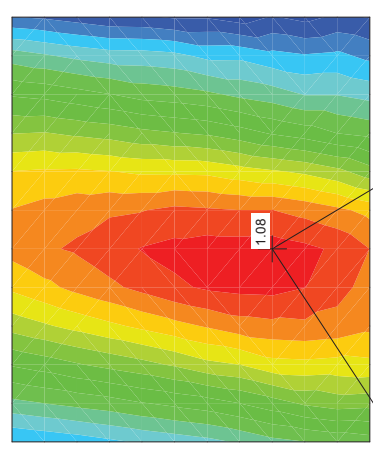
Böschungsbruchsicherheit

Boden	ϕ^k [°]	c^k [kN/m ²]	γ^k [kN/m ³]	Bezeichnung
20.00	7.50	17.00	[1] Deichkörper aus Klei	
20.00	10.00	17.00	[1a] Kleiabdeckung, geplant	
17.50	7.50	16.00	[3] Oberer Klei	
17.50	7.50	14.00	[3+5] Oberer Klei und Torf	
17.50	7.50	16.00	[4] Unterer Klei-Mudde	
17.50	7.50	17.00	[4a] Sandiger Klei	
15.00	5.00	13.00	[5] Torf mit Kleilagern	
37.50	0.00	19.00	[6] Pleistozäner Sand	
32.50	0.00	18.00	[7] Sand	
30.00	0.00	18.00	[7a] Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig	

Querschnitt 12+720 (Bauzustände-LS)

BS-T_GLOBAL_LS_CD_Vollkleideich-Deichkernwasserstand max. + 3,00 m NN

Konsolidationszeitpunkt: 30 Tage



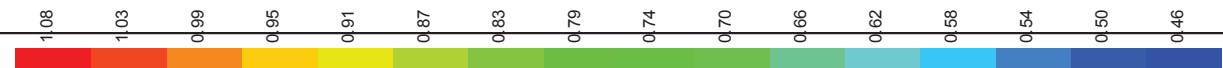
GGU-STABILITY / Version 12.00 / 30.08.2016
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 1.08$
 $X_m = 28.03 \text{ m}$ $y_m = 24.86 \text{ m}$
 $R = 28.76 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 $-\gamma(\phi) = 1.15$
 $-\gamma(c) = 1.15$
 $-\gamma(c_u) = 1.15$
 $-\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 $-\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 $-\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 — Konsolidationsschicht 1: unten offen / Es = 750.0 / k = 1.00E-9
 Datei: O:\19\12337\ING\Boei\Variante 2\Station 12+720\2.3.3.2_cd_boe

GRUNDBAULABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
 FÜR GEOTECHNIK MBH
 KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

II.O.L Deichband
 Erhöhen/Verstärkung Hauptdeich
 Jade-Wapeler Sied/Schweib. Mühle

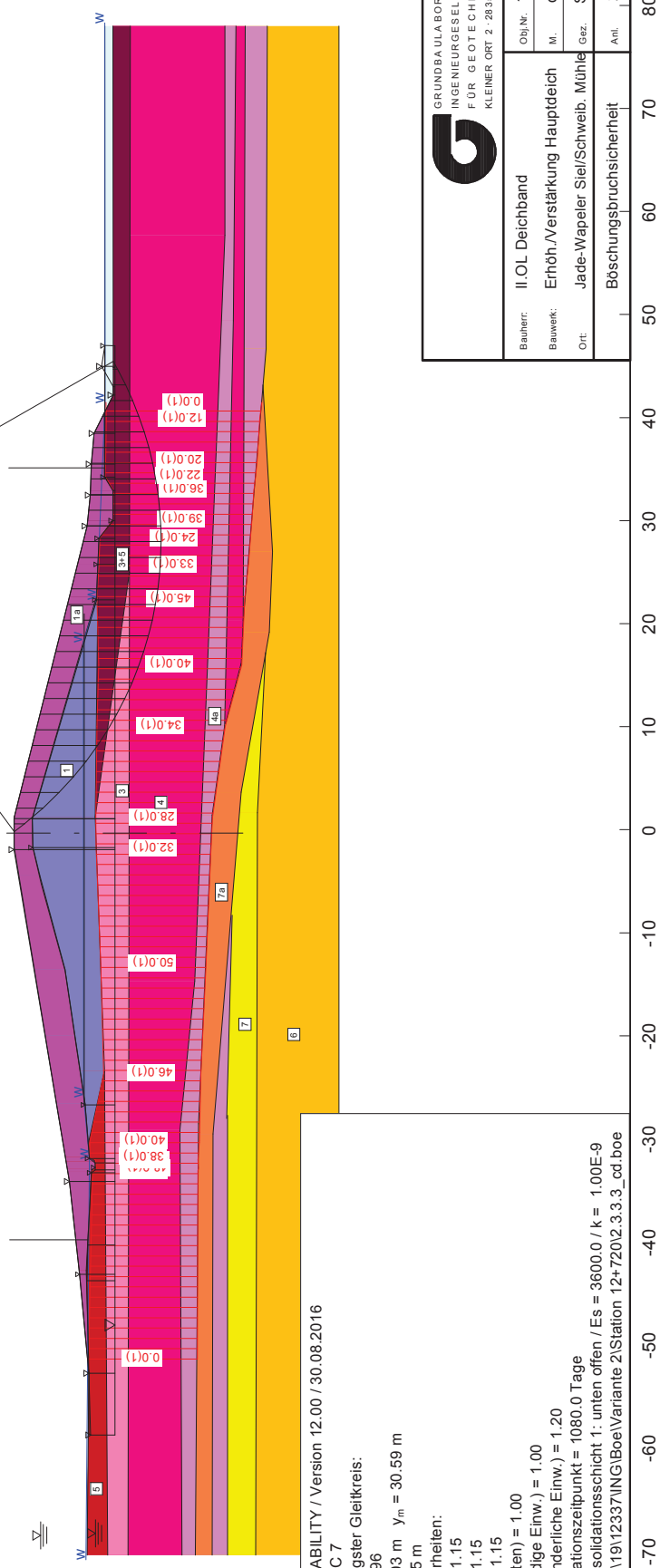
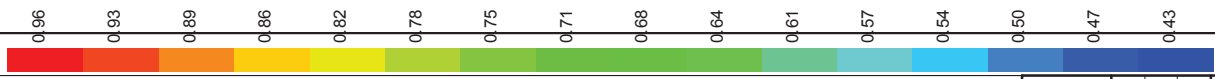
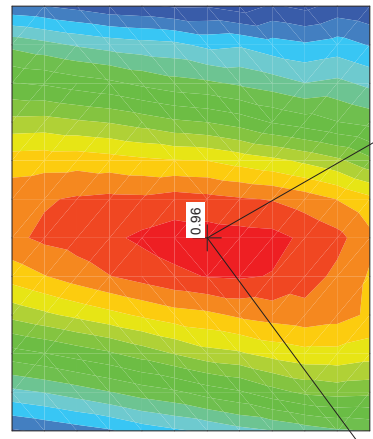
Obj.Nr.: 1611506
 M.: ohne
 Ort: SB
 Anl.: 2.3.3.2

Bauherr: Böschungssicherheits
 Bauwerk: Jade-Wapeler Sied/Schweib. Mühle



Querschnitt 12+720 (Bauzustände-LS) BS-T_GLOBAL_LS_CD_Vollkleideich-Deichkernwasserstand max. + 3,00 m NN Konsolidationszeitpunkt: 1080 Tage = 3 Jahre

Boden	ϕ^k [°]	c^k [kN/m ²]	γ^k [kN/m ³]	Bezeichnung
1	20.00	7.50	17.00	[1] Deichkörper aus Klei
1a	20.00	10.00	17.00	[1a] Kleiabdeckung, geplant
3	17.50	7.50	16.00	[3] Oberer Klei
3+5	17.50	7.50	14.00	[3+5] Oberer Klei und Torf
4	17.50	7.50	16.00	[4] Unterer Klei-Mudde
4a	17.50	7.50	17.00	[4a] Sandiger Klei
5	15.00	5.00	13.00	[5] Torf mit Kleilagern
6	37.50	0.00	19.00	[6] Pleistozäner Sand
7	32.50	0.00	18.00	[7] Sand
7a	30.00	0.00	18.00	[7a] Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig



GGU-STABILITY / Version 12.00 / 30.08.2016

Norm: EC 7

Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{max} = 0.96$

$X_m = 28.03$ m $y_m = 30.59$ m

$R = 35.05$ m

Teilsicherheiten:

$-\gamma(\phi) = 1.15$

$-\gamma(c) = 1.15$

$-\gamma(c_u) = 1.15$

$-\gamma(W_{ichten}) = 1.00$

$-\gamma(S_{tändige Einw.}) = 1.00$

$-\gamma(Veränderliche Einw.) = 1.20$

Konsolidationszeitpunkt = 1080.0 Tage

— Konsolidationsschicht 1: unten offen / $E_s = 3600.0$ / $k = 1.00E-9$

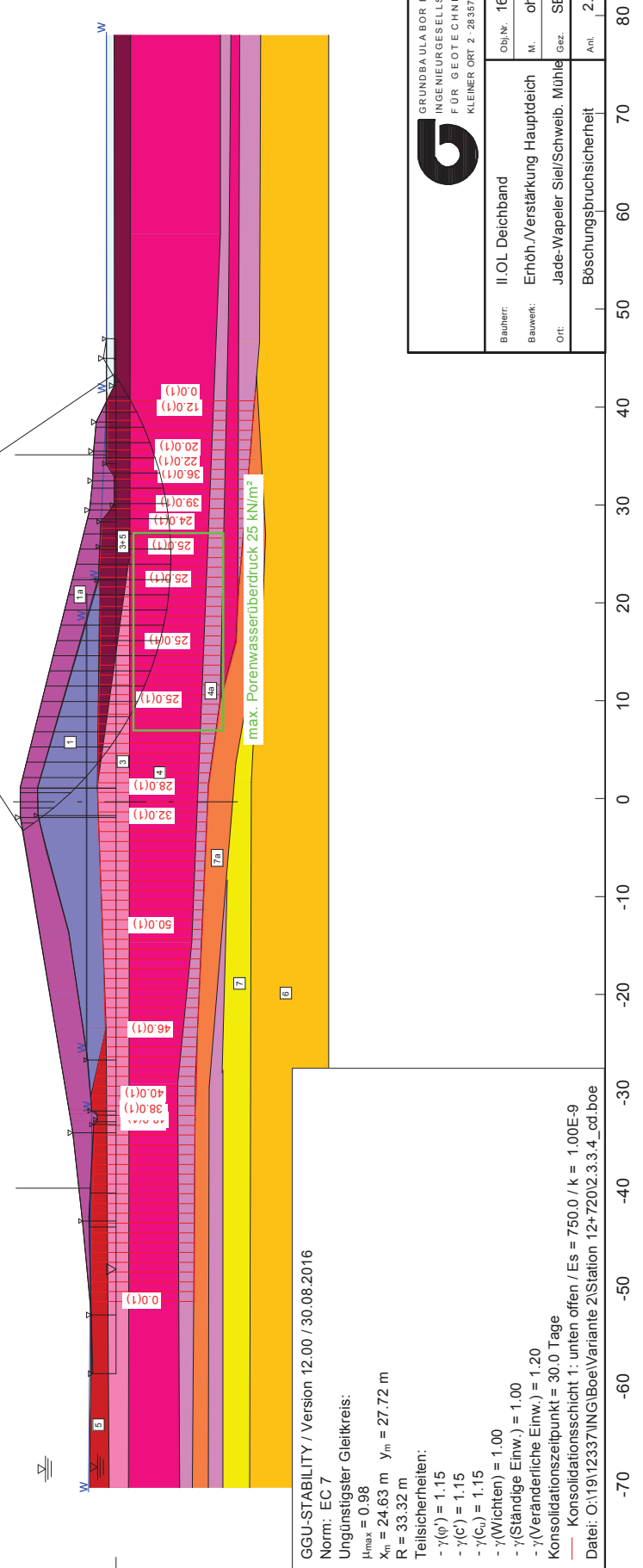
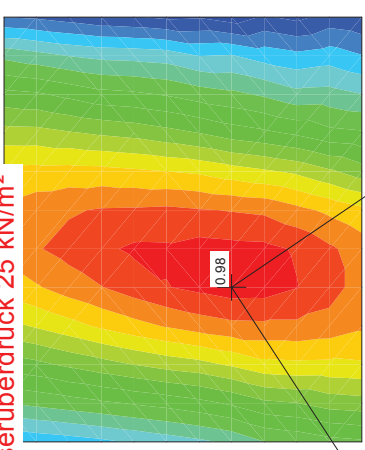
Datei: O:\19\12337\ING\Boei\Variante 2\Station 12+720\2.3.3_cd_boe

GRUNDBAU LABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR GEOTECHNIK MBH
KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

Bauherr:	II.O.L Deichband	Obj.Nr.:	1611506
Bauwerk:	Erhöhung/Verstärkung Hauptdeich	M.:	ohne
Ort:	Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	Gez.:	SB
Böschungssicherheitsfaktor		Anl. 2.3.3.3	

Boden	ϕ^k [°]	c^k [kN/m ²]	γ^k [kN/m ³]	Bezeichnung
1	20.00	7.50	17.00	[1] Deichkörper aus Klei
1a	20.00	10.00	17.00	[1a] Kleiabdeckung, geplant
2	17.50	7.50	16.00	[2] Oberer Klei
3	17.50	7.50	14.00	[3+5] Oberer Klei und Torf
4	17.50	7.50	16.00	[4] Unterer Klei-Mudde
4a	17.50	7.50	17.00	[4a] Sandiger Klei
5	15.00	5.00	13.00	[5] Torf mit Kleilagern
6	37.50	0.00	19.00	[6] Pleistozäner Sand
7	32.50	0.00	18.00	[7] Sand
7a	30.00	0.00	18.00	[7a] Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig

Querschnitt 12+720 (Bauzustände-LS)
 BS-T_GLOBAL_LS_CD_Vollkleideich-Deichkernwasserstand max. + 3,00 m NN
 Konsolidationszeitpunkt: 30 Tage
max. Porenwasserüberdruck 25 kN/m²



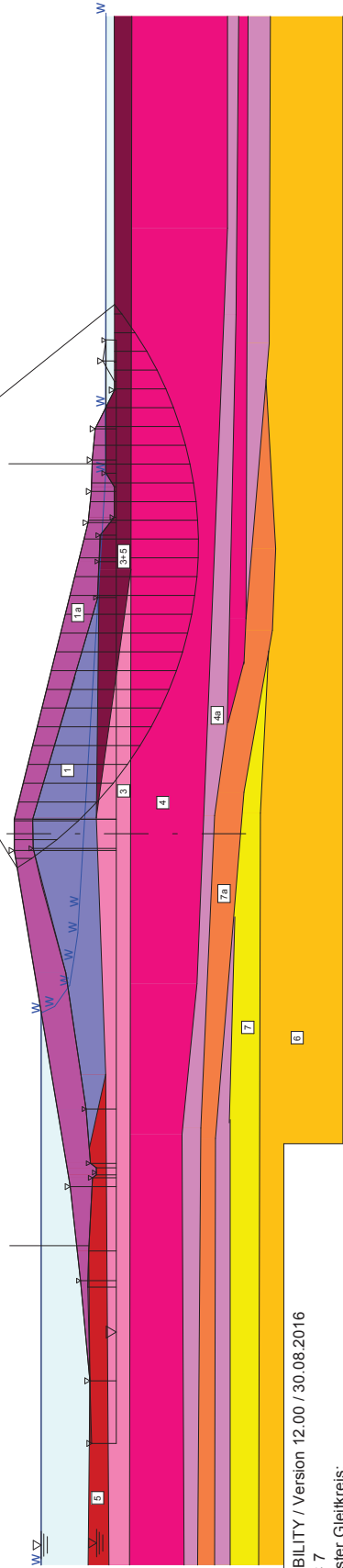
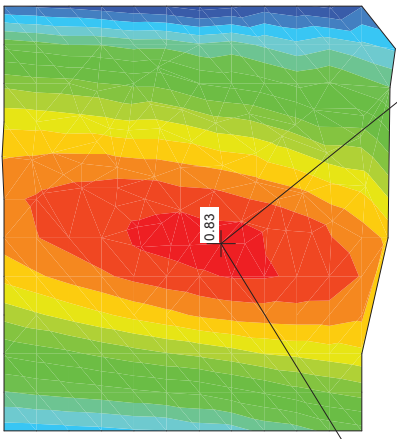
GGU-STABILITY / Version 12.00 / 30.08.2016
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.98$
 $X_m = 24.63 \text{ m}$ $y_m = 27.72 \text{ m}$
 $R = 33.32 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 $-\gamma(\phi) = 1.15$
 $-\gamma(c) = 1.15$
 $-\gamma(c_u) = 1.15$
 $-\gamma(Wichten) = 1.00$
 $-\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 $-\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 — Konsolidationsschicht 1: unten offen / Es = 750.0 / k = 1.00E-9
 Datei: O:\19\12337\ING\Boei\Variante 2\Station 12+720\2.3.3.4_cd.boe

Bauherr:	II.O.L Deichband
Bauwerk:	Erhöh./Verstärkung Hauptdeich
Ort:	Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle
Obj.Nr.:	1611506
M.:	ohne
Gez.:	SB
Anl.:	2.3.3.4
Böschungssicherheitsfaktor	



Querschnitt 12+720 (Endzustand-LS) BS-P_GLOBAL_LS_CD_Vollkleideich_BHW + 7,22 m NN

Boden	ϕ^k [°]	c^k [kN/m ²]	γ^k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	7.50	17.00	Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	Kleiabdeckung, geplant
[3]	17.50	7.50	16.00	Oberer Klei
[3+5]	17.50	7.50	14.00	Oberer Klei und Torf
[4]	17.50	7.50	16.00	Unterer Klei-Mudde
[4a]	17.50	7.50	17.00	Sandiger Klei
[5]	15.00	5.00	13.00	Torf mit Kleilagern
[6]	37.50	0.00	19.00	Pleistozäner Sand
[7]	32.50	0.00	18.00	Sand
[7a]	30.00	0.00	18.00	Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig



GGU-STABILITY / Version 12.00 / 30.08.2016
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.83$
 $x_m = 27.53$ m $y_m = 28.66$ m
 $R = 36.53$ m
 Teilsicherheiten:
 $-\gamma(\phi^k) = 1.25$
 $-\gamma(c^k) = 1.25$
 $-\gamma(C_u) = 1.25$
 $-\gamma(Wichten) = 1.00$
 $-\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 $-\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boe\Variante 2\Station 12+720\2.3.4.1.boe

GRUNDBAU LABOR BREMEN
 INGENIEURGESELLSCHAFT
 FÜR GEOTECHNIK MBH
 KLEINER ORT 2 · 28337 BREMEN

Bauherr:	II.O.L Deichband		
Bauwerk:	Erhöh./Verstärkung Hauptdeich		
Ort:	Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	Gez.	SB
Obj.Nr.:	1611506	M.	ohne
Anl.	Böschungssicherheits		
	50	60	70
	80		



60

40

20

0

-20

-40

-70

-60

-50

-40

-30

-20

-10

0

10

20

30

40

50

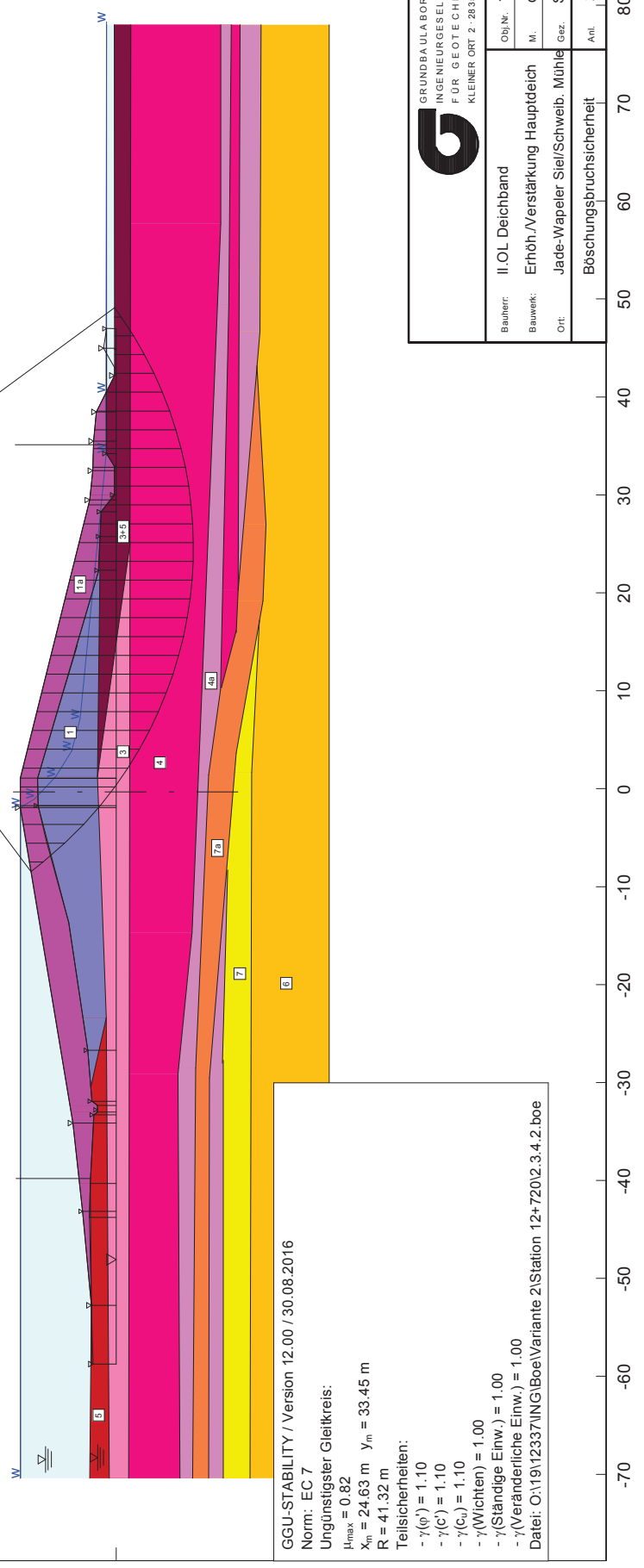
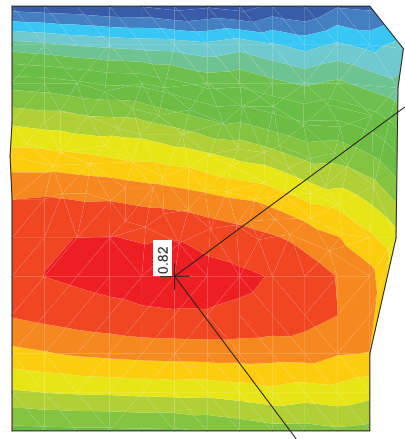
60

70

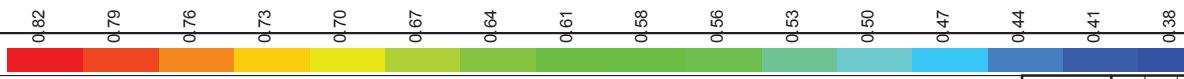
80

Querschnitt 12+720 (Endzustand-LS) BS-A_GLOBAL_LS_CD_Vollkleideich_Bordvoll

Boden	ϕ^k [°]	c^k [kN/m ²]	γ^k [kN/m ³]	Bezeichnung
1	20.00	7.50	17.00	[1] Deichkörper aus Klei
2	20.00	10.00	17.00	[1a] Kleiabdeckung, geplant
3	17.50	7.50	16.00	[3] Oberer Klei
4	17.50	7.50	14.00	[3+5] Oberer Klei und Torf
5	17.50	7.50	16.00	[4] Unterer Klei-Mulde
6	17.50	7.50	17.00	[4a] Sandiger Klei
7	15.00	5.00	13.00	[5] Torf mit Kleilagern
8	37.50	0.00	19.00	[6] Pleistozäner Sand
9	32.50	0.00	18.00	[7] Sand
10	30.00	0.00	18.00	[7a] Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig



GGU-STABILITY / Version 12.00 / 30.08.2016
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.82$
 $x_m = 24.63 \text{ m}$ $y_m = 33.45 \text{ m}$
 $R = 41.32 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 $-\gamma(\phi^k) = 1.10$
 $-\gamma(c^k) = 1.10$
 $-\gamma(C_u) = 1.10$
 $-\gamma(Wichten) = 1.00$
 $-\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 $-\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boe\Variante 2\Station 12+720\2.3.4.2.boe

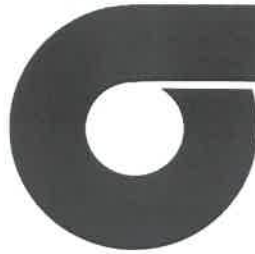


GRUNDBAU LABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
 FÜR GEOTECHNIK MBH
 KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

II.O.L Deichband
 Erhöhen/Verstärkung Hauptdeich
 Jade-Wapeler Sied/Schweib. Mühle

Obj.Nr.: 1611506
 M.: ohne
 Ort: SB
 Anl.: 2.3.4.2

Böschungsbruchsicherheit



GRUNDBAULABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR GEOTECHNIK MBH
KLEINER ORT 2
28357 BREMEN
TELEFON (0421) 20770-0
TELEFAX (0421) 27 42 55
GLB@GRUNDBAULABOR.DE

GRUNDBAULABOR BREMEN · KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

I. Oldenburgischer Deichband

Franz-Schubert-Str. 31

26919 Brake

c/o

NLWKN - Betriebsstelle Brake - Oldenburg

Herrn Marco Walleit

Heinestr. 1

26919 Brake

26.06.2019 SB

Niedersächsischer Landesbetrieb
für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
- Betriebsstelle Brake-Oldenburg -
Objekt-Nr.
19-12337
Eing.: - 1. Juli 2019

O:\19\12337\Briefe\br7.docx

Dienstgebäude Brake

Mail: Markus.Walleit@nlwkn-bra.niedersachsen.de

**Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und
Schweiburgermühle, 10+875 bis 14+730, 26349 Jade-Wapeler Siel
Beurteilung der binnenseitigen Böschungsneigungen 1 : 3 und 1 : 4**

Sehr geehrter Herr Walleit,

grundsätzlich kann aus geotechnischer Sicht davon ausgegangen werden, je flacher eine Böschungsneigung ist, desto geringer ist der Ausnutzungsgrad μ der Standsicherheitsnachweise.

Der Ausnutzungsgrad „ μ “ wird als Verhältnis des Bemessungswertes der Einwirkungen bzw. Beanspruchungen zu den Widerständen definiert und muss die Forderung

$$\mu \leq 1,0$$

erfüllen.

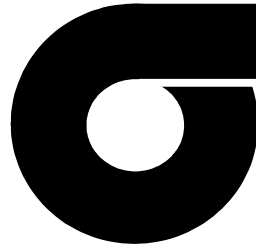
Im o.g. Vorhaben ist der Ausnutzungsgrad μ bei einer binnenseitigen Böschungsneigung von 1 : 3 annähernd ausgelastet ($\mu \approx 1,0$). Bei einer abgeflachten Böschung mit einer Neigung von 1 : 4 ergibt sich ein deutlich geringerer Ausnutzungsgrad ($\mu < 1,0$).

Für Rückfragen stehen wir Ihnen selbstverständlich gern zur Verfügung.

Mit freundlichem Gruß

Dr.-Ing. von Bloh
Geschäftsführer

i. A.
Bau.-Ing. Stefanie Bodendiek M.Sc.



GRUNDBAULABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR GEOTECHNIK MBH
KLEINER ORT 2
28357 BREMEN
TELEFON (0421) 20770-0
MOIN@GRUNDBAULABOR.DE

GRUNDBAULABOR BREMEN · KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

II. Oldenburgischer Deichband
Franz-Schubert-Str. 31
26919 Brake
c/o
NLWKN - Betriebsstelle Brake - Oldenburg
Herrn Pannemann-Schriever
Heinestr. 1
26919 Brake

10.08.2022 Hub/Re
Objekt-Nr.
19 12337
O:\19\12337\Briefe\br9.docx

Mail: Johannes.Pannemann-Schriever@nlwkn.niedersachsen.de
cc: Rena.Luehrsen@nlwkn.niedersachsen.de
cc: AnnKathrin.Mai@nlwkn.niedersachsen.de

**Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel
und Schweiburgermühle, Deich-km 10+870 bis 14+750
Generalplanküstenschutz Kilometrierung GPK 297,975 bis 301,830
Geotechnische Stellungnahme zu den geplanten Ausbauvarianten unter
Berücksichtigung der Niedersächsischen Küstenschutzstrategie 2020**

Sehr geehrter Herr Pannemann-Schriever,

wie besprochen, erhalten Sie unsere Stellungnahme mit einer geotechnischen Bewertung der drei ausstehenden Varianten zur Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburgermühle.

Nachfolgende Varianten werden im Rahmen dieser Stellungnahme detailliert aus geotechnischer Sicht unter Berücksichtigung der Standsicherheit bewertet:

Variante 1: Achse-Binnen

Die Variante 1 beinhaltet die Erhöhung des Deiches binnenseitig. Die Deichachse wird folglich zur Landseite verschoben.



Variante 2: Achse-Achse

Die Variante 2 beinhaltet die Erhöhung des Deiches überwiegend auf der vorhandenen Deichachse. Die Deichachse bleibt weitestgehend erhalten.

Variante 3: Achse-Außen

Die Variante 3 beinhaltet die Erhöhung des Deiches außenseitig. Die Deichachse wird folglich zur Seeseite verschoben.

Folgende Unterlagen liegen dieser geotechnischen Stellungnahme neben den eigens durchgeführten Standsicherheitsberechnungen zugrunde:

- [1.1] Querprofil Achse-Achse Deich-km 10.870 bis 14.750, Blatt 1, 02/2022
- [1.2] Querprofil Achse-Achse Deich-km 10.870 bis 14.750, Blatt 2, 02/2022
- [1.3] Längsschnitt Achse-Achse, Anlage 1, Blatt 1, 02/2022
- [1.4] Lageplan Achse-Achse, Anlage 1, Blatt 1, 02/2022
- [1.5] Achse-Außen, Querprofil Deich-km 10.870 bis 14.750, Anl. 2, Blatt 1, 09/2021
- [1.6] Achse-Binnen, Querprofil Deich-km 10.870 bis 14.750, Anl. 2, Blatt 1, 09/2021

Bewertung des Bauablaufes unter Berücksichtigung der Standsicherheit

Varianten 1 und 3

Da die Varianten 1 und 3 grundsätzlich ähnliche Standsicherheitsbedingungen aufweisen, werden sie nachfolgend gemeinsam erläutert:

Bei den Varianten 1 und 3 werden im Bereich der Binnenböschung bzw. der Außenböschung aufgrund der Verschiebung der Deichachse Auffüllungen mit einer Mächtigkeit von maximal 7,0 m erforderlich. Hierbei entsteht eine Zusatzbelastung aus der erforderlichen Auffüllung von maximal rd. 110 kN/m². In den Klei- und Torfschichten des Untergrundes sowie dem bindigen Deichkern entstehen hieraus Porenwasserüberdrücke, die die Festigkeiten des Untergrundes beeinträchtigen und über einen langen Zeitraum abgebaut werden müssen.

Die Standsicherheit des neuen Deichkörpers ist unter Berücksichtigung dieses Porenwasserüberdruckes bei einem zeitlich nicht gestaffelten Aufbau nicht gewährleistet. Auch ein zeitlich gestaffelter mehrlagiger Aufbau führt nur zu einer Verbesserung der Gesamtstandsicherheit, wenn der Untergrund für die jeweiligen Laststufen eine ausreichende Konsolidierung mit entsprechendem Festigkeitszuwachs aufweist. Dies ist nur mit einem erheblichen Zeitaufwand möglich. Nach einer geotechnischen Abschätzung muss ohne Zusatzmaßnahme mit einer gesamten Konsolidationsdauer von 5-10 Jahren gerechnet werden. Es wird darauf hingewiesen, dass die exakte Konsolidationsdauer nur über umfangreiche Standsicherheits- und Konsolidierungsberechnungen möglich ist.

Um die gesamte Konsolidationsdauer auf wenige Jahre zu verkürzen, besteht die Möglichkeit, aufwendige und kostenintensive Zusatzmaßnahmen wie Vertikaldrains einzusetzen. Hierbei handelt es sich um lotrechte Elemente mit größerer Durchlässigkeit als der umliegende Boden. Bei der Herstellung von Vertikaldrains ist vor allem die Befahrbarkeit und Erreichbarkeit der Einbaustelle für die Gerätschaften zur Installation von entscheidender Bedeutung. Hierfür muss eine ausreichend standsichere und durchlässige Arbeitsebene auf der gesamten Fläche hergestellt werden. In Bereichen, in denen der Bestandsdeich vorhanden ist, sind Sonderlösungen zur Herstellung der Arbeitsebene und der Vertikaldrainagen erforderlich.

Während die binnenseitige Erhöhung (Variante 1) überwiegend im Schutze des bestehenden Hauptdeiches hergestellt werden könnte, erschwert der Einfluss bauzeitlicher Hochwasserereignisse die Arbeiten außendeichs. Da die Böden im Bereich des Bestandsdeiches aufgrund der Vorbelastung eine höhere Scherfestigkeit aufweisen und sich die Binnenböschung mit der geringeren Neigung in diesem Bereich befindet, weist die Variante 3 (Achse-Außen) gegenüber der Variante 1 (Achse-Binnen) Vorteile in der Gesamtstandsicherheit auf, die sich günstig auf den Bauablauf auswirken. Ferner ist hier zu berücksichtigen, dass das Deichvorland z. Z. eine größere Geländehöhe aufweist und dadurch hier eine geringere Auffüllungshöhe und somit auch geringere Massentransporte erforderlich werden.



Variante 2

Da bei der Variante 2 der Deich auf dem gesamten Querschnitt nahezu gleichmäßig erhöht wird, sind sowohl binnenseitige als auch außenseitige Arbeiten erforderlich.

Die Auffüllung weist eine Mächtigkeit von maximal ca. 4 m auf, die zu einem maximalen Porenwasserüberdruck von ca. 70 kN/m² führen. Aufgrund der geringeren Aufschütthöhe ist eine signifikant geringere Konsolidationsdauer der Aufschüttlagen im Vergleich zu den Varianten 1 und 3 erforderlich. Darüber hinaus sind die Böden im Bereich des Altdeiches bereits vorbelastet und weisen daher eine höhere Scherfestigkeit und geringere Setzungsempfindlichkeit auf. Ausgleichsmassen infolge geringerer Setzungen vermindern sich hierdurch. Daher sind weniger Materialtransporte über einen geringeren Zeitraum erforderlich, wodurch Emissionen reduziert werden.

Wirtschaftliche Einordnung

Eine detaillierte Bewertung der Kostenunterschiede ist aufgrund der Unsicherheiten in der Preisentwicklung nicht möglich. Nachfolgend werden lediglich Größenordnungen gegenübergestellt.

Als eindeutig wirtschaftlichste Variante kann die Variante 2 genannt werden, da hier keine Zusatzmaßnahmen zur Beschleunigung der Konsolidation erforderlich sind.

Die Varianten 1 und 3 werden hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit ähnlich eingeordnet, wengleich die Variante 1 geringe wirtschaftliche Vorteile aufweist, da die Arbeiten im Schutze des Bestandsdeiches durchgeführt werden können und geringere Massentransporte erforderlich sind. Demgegenüber kann bei der Variante 3 voraussichtlich mit weniger Schüttstufen gearbeitet werden, da die Binnenböschung im Bereich des Bestandsdeiches liegt.



Zusammenfassung

Die Vor- und Nachteile der betrachteten Varianten werden nachfolgend zwecks Übersichtlichkeit zusammengefasst:

Variante	Vorteile
Achse-Binnen	- Erdarbeiten erfolgen weitestgehend im Hochwasserschutz des bestehenden Hauptdeiches
Achse-Achse	- Standsicherheit höher, da geringere Auffüllungshöhen erforderlich sind und die Anfangsscherfestigkeit des Bodens im Bereich des Bestandsdeiches höher ist - Bauzeit deutlich geringer, da weniger Schüttstufen erforderlich sind - Deutlich geringere Setzungen - Setzungen treten gleichmäßig über den Querschnitt auf - Geringere Emissionen durch weniger Massentransporte
Achse-Außen	- Erhöhte Scherfestigkeit im Bereich der binnenseitigen Böschung

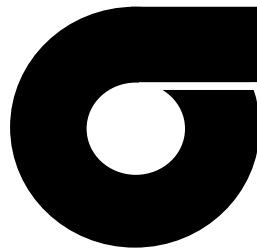
Variante	Nachteile
Achse-Binnen	- Deutlich längere Bauzeit - Erhöhung in mehreren Schüttstufen - Deutlich höhere Setzungen bis zu mehreren Dezimetern - Umfangreiche Zusatzmaßnahmen sind zur Reduzierung der Bauzeit erforderlich - Erhöhter Messaufwand zur bauzeitlichen Kontrolle der geotechnischen Ansätze - Gesteigerte Emissionen durch erhöhten Massentransport
Achse-Achse	- Erdarbeiten erfolgen teilweise im Einflussbereich von Hochwasserereignissen
Achse-Außen	- Erdarbeiten erfolgen vollständig im Einflussbereich von Hochwasserereignissen - Deutlich längere Bauzeit - Erhöhung in mehreren Schüttstufen - Deutlich höhere Setzungen bis zu mehreren Dezimetern - Umfangreiche Zusatzmaßnahmen sind zur Reduzierung der Bauzeit erforderlich - Erhöhter Messaufwand zur bauzeitlichen Kontrolle der geotechnischen Ansätze - Gesteigerte Emissionen durch erhöhten Massentransport



Abschließend kann aus geotechnischer Sicht nach Abwägung der Auswirkungen der Standsicherheitsberechnungen der einzelnen Varianten eindeutig die Variante 2 (Achse-Achse) als geeignetste Variante identifiziert werden. Hintergrund hierfür ist insbesondere das erhöhte Planungs- und Ausführungsrisiko, die geringere Umweltbelastung durch Emissionen infolge der geringeren Massentransporte sowie der zeitliche und wirtschaftliche Mehraufwand bei einer binnen- oder außenseitigen Erhöhung des Deiches.

Dr.-Ing. von Bloh
Geschäftsführer

i. A. Bau-Ing. Luka Hublitz M. Eng.



GRUNDBAULABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR GEOTECHNIK MBH
KLEINER ORT 2
28357 BREMEN
TELEFON (0421) 20770-0
MOIN@GRUNDBAULABOR.DE

Objekt-Nr.: 19 12337
Datum: 15.02.2023
Zeichen: Hub/ALa
Datei: O:\19\12337\GTB3.docx

Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburger Mühle, km 10+875 bis 14+730, 26349 Jade-Wapeler Siel

Geotechnischer Bericht Nr. 3

Beurteilung der Standsicherheit im Bauzustand

Bauherr: II. Oldenburgischer Deichband
Franz-Schubert-Straße 31
26919 Brake

Planung: Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NLWKN - Betriebsstelle Brake - Oldenburg
Heinestr. 1
26919 Brake



INHALTSVERZEICHNIS

1	Veranlassung	3
2	Baumaßnahme	3
2.1	Planunterlagen.....	3
2.2	Untersuchungsfläche (Abbildung 1)	5
2.3	Geotechnische Kategorien.....	6
3	Baugrund	7
4	Nachweis der Standsicherheit	7
4.1	Aufgabenstellung und Berechnungsquerschnitte	7
4.2	Software.....	8
4.3	Bauablauf.....	8
4.4	Baugrund	9
4.5	Wasserstand.....	10
4.6	Berechnungsansätze	11
4.7	Teilsicherheitsbeiwerte.....	11
4.8	Ergebnisse der Böschungsbruchberechnungen (Anlagen 4.1.1 bis 4.4.4).....	12
4.8.1	Querschnitt 11.070 (Anlagen 4.1.1 bis 4.1.5)	12
4.8.2	Querschnitt 12+570 (Anlagen 4.2.1 bis 4.2.6).....	13
4.8.3	Querschnitt 13+770 (Anlagen 4.3.1 bis 4.3.3).....	14
4.8.4	Querschnitt 14+470 (Anlagen 4.4.1 bis 4.4.4).....	15
5	Zusammenfassung	16
6	Anlagenverzeichnis	17

1 Veranlassung

Der II. Oldenburgische Deichband plant die Deichverstärkung und Deicherhöhung des Hauptdeiches zwischen dem Jade-Wapeler Siel und der Schweiburger Mühle.

In dem genannten Deichabschnitt soll der vorhandene Deich von einer derzeitigen Höhe von rd. + 8,0 m NN bis + 8,35 m NN auf ein Maß von + 10,4 m NN erhöht werden. Unter Berücksichtigung der Querschnittsgestaltung der Erhöhung auf der vorhandenen Achse (Vollkleideich) wurde das Grundbaulabor Bremen beauftragt, die Standsicherheit exemplarisch für den Bauzustand in den charakteristischen Querschnitten bei Stat.-km 11.070, 12.570, 13.770 und 14.470 (erhalten am 02.12.2022) zu untersuchen.

Dieser Geotechnische Bericht Nr. 3 enthält die Ergebnisse der Böschungsbruchberechnungen für die Querschnitte bei Stat.-km 11.070, 12.570, 13.770 und 14.470.

2 Baumaßnahme

2.1 Planunterlagen

Grundbaulabor Bremen

- [1.1] Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Wapeler Siel und Norderschweiburg, Deich km-298.375 bis 303.000, Geotechnischer Bericht Nr. 1, Beurteilung der Gründung, vom 19.01.2005 (Objekt-Nr. 02 7800).
- [1.2] Jade-Wapeler Siel, Sielstraße, 26349 Wapeler Siel, Geotechnischer Bericht Nr. 1, Beurteilung der Gründung, vom 07.09.2006 (Objekt-Nr. 06 8665).
- [1.3] Deicherhöhung km 14+800 - 16+200, km 16+400 - 19+300, 26349 Norderschweiburg-Sehestedt, Geotechnischer Bericht Nr. 1, Beurteilung der Deichstandsicherheit, vom 22.11.2011 (Objekt-Nr. 11 9899).

- [1.4] Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburger Mühle, 11+150 bis 14+730, Briefe 1 bis 15 im Zeitraum vom 21.10.2016 bis zum 05.12.2018 (Objekt-Nr. 16 11506).
- [1.5] Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburger Mühle, 10+875 bis 14+730, Brief 1 vom 05.12.2018, Standsicherheitsberechnungen Varianten 1 und 2 (Objekt-Nr. 19 12337).
- [1.6] Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburger Mühle, 10+875 bis 14+730, Geotechnischer Bericht Nr. 1; Beurteilung der Standsicherheit vom 18.02.2019 (Objekt-Nr. 19 12337).
- [1.7] Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburger Mühle, 10+875 bis 14+730, Geotechnischer Bericht Nr. 2; Beurteilung der Standsicherheit vom 15.05.2019 (Objekt-Nr. 19 12337).

GTU Ingenieurgesellschaft mbH

- [2.1] Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches Jade-Wapeler Siel - Diekmannshausen, Baugrunderkundungen und Baugrundgutachten, 5. Bericht, km. 10+350 und km 14+100, Geotechnisches Gutachten mit erdstatischen Berechnungen, GTU Proj.-Nr. 1506127 vom 30.06.2010.
- [2.2] Standsicherheit der Deiche in Sehestedt; 16. Geotechnischer Bericht, Vorabzug vom 05.10.2008 der GTU Ingenieurgesellschaft mbH, Hannover, Profilschnitte km 14+500, km 14+600 (fehlt), km 14+700 (fehlt), km 14+800.
- [2.3] Standsicherheit der Deiche in Sehestedt; 17. Geotechnischer Bericht, Vorabzug vom 05.10.2008 der GTU Ingenieurgesellschaft mbH, Hannover, Profilschnitte km 14+100 (fehlt), km 14+200, km 14+300 und km 14+400.

GGU Ingenieurgesellschaft mbH

- [3.1] Herstellung der Deichsicherheit im Bereich des Jade-Wapeler Siels, Gründungsgutachten Ausführungsplanung, Bericht 7907.5/2015, der GGU mbH vom 07.07.2015.
- [3.2] Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburger Mühle, 11+150 bis 14+730, Festlegung Untersuchungsquerschnitte, Bericht 9852. 1/2016, GGU mbH vom 16.12.2016.
- [3.3] Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburger Mühle, 11+150 bis 14+730, Böschungsbruchberechnungen des Grundbaulabor Bremen, Bericht 9852. 2/2017, GGU mbH vom 20.09.2017.

NLWKN – Betriebsstelle Brake

- [4.1] Entwurfsplanung - Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburger Mühle, Deich-km 10.875 bis 14.730, Lageplan Achse-Achse, Anlage 1, Blatt 1, 11/2022
- [4.2] Entwurfsplanung - Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburger Mühle, Deich-km 10.875 bis 14.730, Querprofile Deich-km 10.870 bis 14.750, Blatt 1, 11/2022
- [4.3] Entwurfsplanung - Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburger Mühle, Deich-km 10.875 bis 14.730, Querprofile Trift Deich-km 10.870 bis 14.750, Blatt 1, 11/2022

2.2 Untersuchungsfläche (Abbildung 1)

Der zu untersuchende Deichabschnitt erstreckt sich über eine Länge von rd. 3,8 km und befindet sich im Bereich zwischen dem Jade-Wapeler Siel (Stat. 10+875) im Westen und der Schweiburger Mühle (Stat. 14+730) im Nordosten, siehe Abbildung 1.

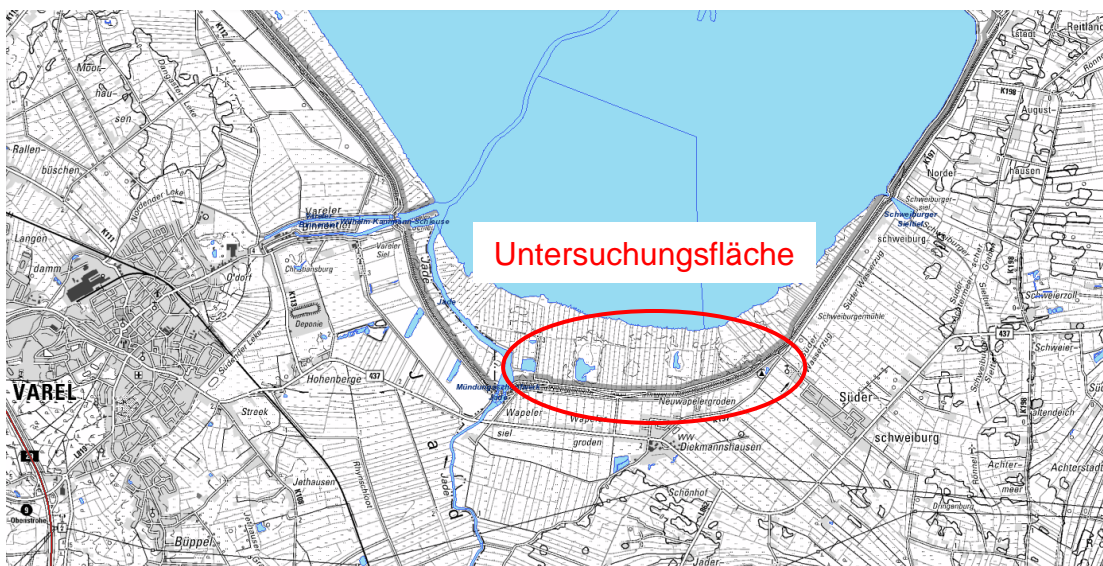


Abbildung 1: Ausschnitt Niedersächsische Umweltkarte (ohne Maßstab)

2.3 Geotechnische Kategorien

Nach Eurocode 7 (DIN EN 1997-1 mit DIN 1054: 2010-12) werden bautechnische Maßnahmen in drei geotechnische Kategorien eingestuft. Die geotechnischen Kategorien sind Gruppen, in die bautechnische Maßnahmen nach dem geotechnischen Risiko, das sich nach dem Schwierigkeitsgrad der Konstruktion, der Baugrundverhältnisse und der Wechselbeziehung zur Umgebung richtet, folgendermaßen eingestuft werden:

Die geotechnische Kategorie 1 (GK 1) umfasst kleine einfache Baumaßnahmen bei einfachen und übersichtlichen Baugrundverhältnissen, so dass die Standsicherheit aufgrund gesicherter Erfahrung beurteilt werden kann.

Die geotechnische Kategorie 2 (GK 2) umfasst Baumaßnahmen und Baugrundverhältnisse mittleren Schwierigkeitsgrades, bei denen die Sicherheit zahlenmäßig nachgewiesen werden muss und die eine ingenieurmäßige Bearbeitung mit geotechnischen Kenntnissen und Erfahrungen verlangen.

Die geotechnische Kategorie 3 (GK 3) umfasst Baumaßnahmen mit schwieriger Konstruktion und/oder mit schwierigen Baugrundverhältnissen, die zur Bearbeitung vertiefte geotechnische Kenntnisse und Erfahrungen auf dem jeweiligen Spezialgebiet der Geotechnik verlangen.

Für wasserbelastete Dämme, Staudämme, Deiche, Absperrbauwerke von Sedimentationsbecken und Dämmen von Hochwasserrückhaltebecken wurde das geometrische Kriterium der Stauhöhe auf ≤ 2 m (GK 1) und > 4 m (GK 3) im EC 7-1 festgelegt. Für eine Einstufung in GK 3 gilt alternativ das Stauvolumen von > 100.000 m³ als Kriterium.

Die Baumaßnahme ist in die geotechnische Kategorie 3 einzustufen.

3 Baugrund

Die Angaben zu dem Baugrund im Bereich der Deichquerschnitte von Deich-km 10.870 bis 14.750 wie z.B.:

- Baugrundaufschlüsse
- Baugrundsichtung
- Wasser im Baugrund
- Messergebnisse
- Ergebnisse von Laborversuchen

sind den Unterlagen [1.1] und [1.7] zu entnehmen.

4 Nachweis der Standsicherheit

4.1 Aufgabenstellung und Berechnungsquerschnitte

Vom II. Oldenburgischen Deichband wurde eine Beurteilung der Deichstandsicherheit im Bereich des Deichabschnittes von dem Jade-Wapeler Siel bis zur Schweiburger Mühle für die Bauzustände für die Erhöhung auf der vorhandenen Achse in Vollkleibauweise beauftragt.

Die Standsicherheit der geplanten Böschungen wurde an den charakteristischen Querschnitten an Stat.-km 11.070, 12.570, 13.770 und 14.470 entsprechend der vorhandenen Baugrundsituation und dem geplanten Aufbau untersucht.

Der Querschnitt an Stat.-km 13.770 gilt repräsentativ als ungünstigster Querschnitt für den Bereich der Trift von Stat. 13.770 bis 13.970.

4.2 Software

Die Berechnung der Böschungsbruchsicherheit wurde mit dem Programm GGU - STABILITY - Böschungsbruchberechnungen und Berechnungen von Bodenvernagelungen und Bewehrte-Erde-Wände nach DIN 4084 und EC 7 - Version 14.00 vom 15.09.2022 durchgeführt.

Die Deichstandsicherheit wurde mit dem Verfahren nach Bishop (kreisförmiger Bruchkörper mit dem Mohr-Coulomb Bruchkriterium) ermittelt.

Der Ausnutzungsgrad „ μ “ wird als Verhältnis des Bemessungswertes der Einwirkungen bzw. Beanspruchungen zu den Widerständen definiert und muss die Forderung

$$\mu \leq 1,0$$

erfüllen.

4.3 Bauablauf

Die Herstellung der Deicherhöhung ist nach Unterlage [4.2] überwiegend in 4 Bauabschnitten (A bis D) geplant. Im Bereich der Trift (Unterlage [4.3]) entfällt aufgrund der Nutzung der Abschnitt D, so dass hier lediglich 3 Abschnitte geplant sind. Die Abschnitte lassen sich grundsätzlich wie folgt einteilen:

- Abschnitt A: Aufbringen der ersten Lage binnenseitig
- Abschnitt B: Aufbringen der ersten Lage außenseitig
- Abschnitt C: Aufbringen der zweiten Lage außenseitig
- Abschnitt D: Aufbringen der zweiten Lage binnenseitig und Herstellen der Deichkrone

In den Berechnungen wird für die teilkonsolidierten Bauzustände eine Dauer der jeweiligen Abschnitte von 365 Tagen berücksichtigt.

In den Standsicherheitsberechnungen wurde der Bauabschnitt A optimiert, indem eine Auffüllung bis zur Deichkrone betrachtet wurde.

4.4 Baugrund

Der Baugrund der charakteristischen Querschnitte wurde analog zu unserem Geotechnischen Bericht Nr. 2 (Unterlage [1.7]) und den darin aufgeführten Unterlagen anhand der Baugrundsichtungen aus Unterlage [2.1] in folgenden Bemessungsprofilen abgestimmt und mit Herrn Dr. Grubert von der GGU mbH [3.1 bis 3.3] festgelegt:

Station 11 + 070 mit Bemessungsprofil 11 + 400

Station 12 + 570 mit Bemessungsprofil 11 + 700

Station 13 + 770 mit Bemessungsprofil 10 + 700

Station 14 + 470 mit Bemessungsprofil 14 + 300

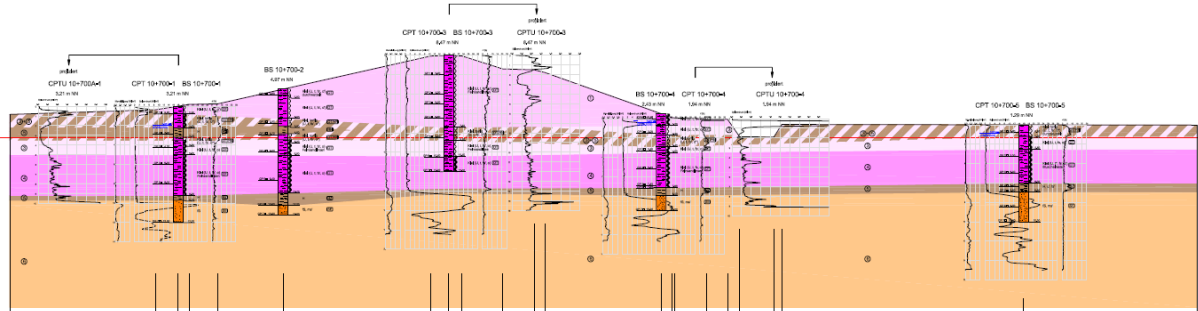


Abbildung 2a: Bemessungsprofil 10+700 (Ausschnitt aus [2.1])

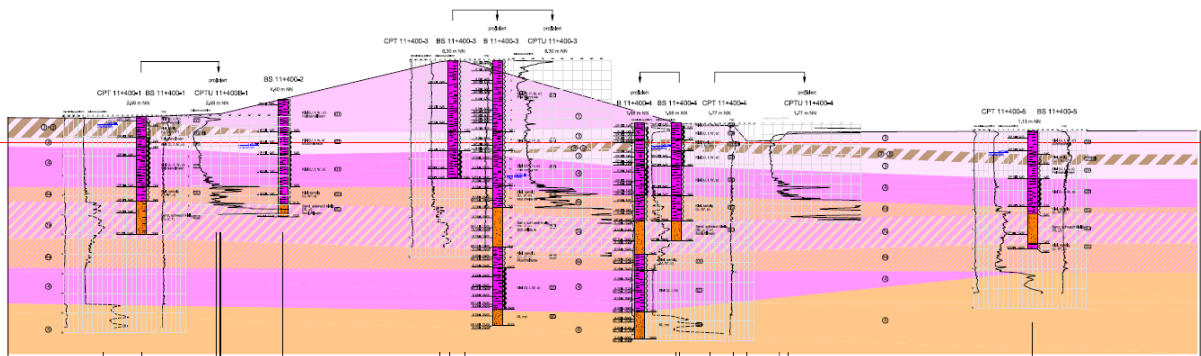


Abbildung 2b: Bemessungsprofil 11+400 (Ausschnitt aus [2.1])

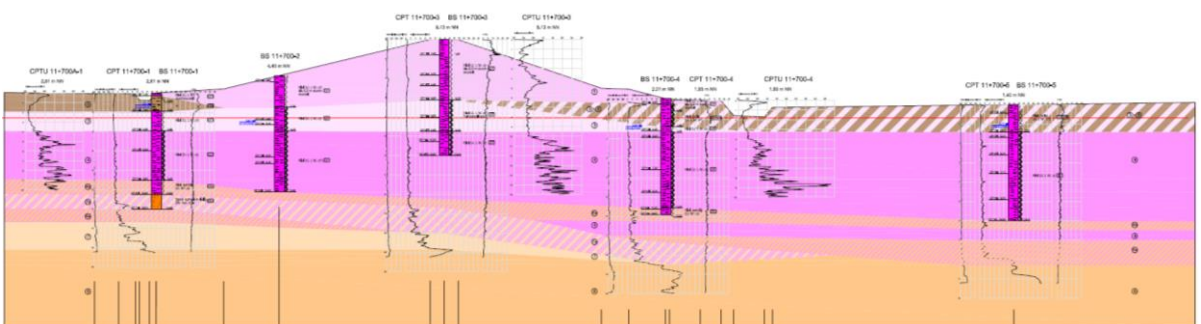


Abbildung 2c: Bemessungsprofil 11+700 (Ausschnitt aus [2.1])

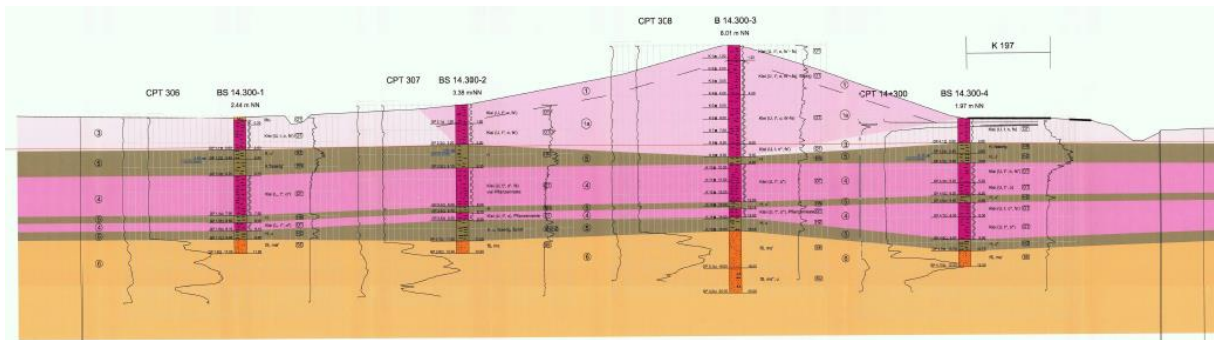


Abbildung 2d: Bemessungsprofil 14+300 (Ausschnitt aus [2.3])

Die Bodenkennwerte wurden gemäß [1.4] br1 vom 21.10.2016, br2 vom 06.12.2016 und der Unterlage [2.1] in Ansatz gebracht.

4.5 Wasserstand

Vom NLWKN - Betriebsstelle Brake - wurden mit E-Mail vom 24.02.2022 nachfolgende Bemessungswasserstände übermittelt:

- Jade-Wapeler Siel: + 7,62 m NHN
- Schweiburger Mühle: + 7,71 m NHN
- Schweiburger Siel: + 7,74 m NHN

Binnenseitig wurde der Wasserstand mit + 1,0 m NHN angesetzt.

Sämtliche binnenseitige Nachweise wurden mit dem für die Standsicherheit maßgebenden höchsten Wasserstand (Bemessungswasserstand) geführt. Auf der sicheren Seite liegend wurde der höchstmögliche Bemessungswasserstand von + 7,74 m NHN für die Nachweise zugrunde gelegt.



4.6 Berechnungsansätze

Bei der Berechnung für den Bauzustand wurde der Nachweis der Standsicherheit für die Globalsicherheit der Außen- (WS) und Binnenböschung (LS) geführt.

Die Berechnungen erfolgten mit den Scherfestigkeiten des dränierten Bodens im teilkonsolidierten Zustand in Anhängigkeit von den Liegezeiten der jeweiligen Bauphasen.

4.7 Teilsicherheitsbeiwerte

Die Teilsicherheitsbeiwerte für die Einwirkungen und Widerstände für den Bauzustand (temporäre Bemessungssituation: BS-T) wurden aus der EC 7 übernommen und sind nachfolgend aufgeführt:

	Formelzeichen	BS-T
Ständige Einwirkungen	γ_G	1,00
ungünstige veränderliche Einwirkungen	γ_Q	1,20
Reibungsbeiwert $\tan \varphi'$ des dränierten Bodens	γ_φ	1,15
Kohäsion c' des dränierten Bodens	γ_c	
Scherfestigkeit c_u des undränierten Bodens	γ_{cu}	

4.8 Ergebnisse der Böschungsbruchberechnungen (Anlagen 4.1.1 bis 4.4.4)

4.8.1 Querschnitt 11.070 (Anlagen 4.1.1 bis 4.1.5)

Die Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen des Deichquerschnittes 11.070 für den Bauzustand sind auf den Anlagen 4.1.1 bis 4.1.5 dargestellt und nachfolgend zusammengefasst:

Zustand	Böschungsseite	Ausnutzungsgrad μ	Nachweis erfüllt	Anlage
Bauabschnitt A	Binnen	0,97	JA	4.1.1
Bauabschnitt B	Außen	0,64	JA	4.1.2
Bauabschnitt C	Außen	0,75	JA	4.1.3
Bauabschnitt D	Binnen	1,11	Nein	4.1.4
Bauabschnitt D	Binnen	0,98	JA	4.1.5

Bei den Nachweisen der globalen Deichstandsicherheit ergeben sich außenseitig im Bauabschnitt D im Querschnitt 11.070 für die Bemessungssituation BS-T, Ausnutzungsgrade von

$$\mu > 1,0.$$

Die ausreichende Standsicherheit ist für den Bauabschnitt D des Querschnitts 11.070 unter den gegebenen Randbedingungen nicht nachgewiesen. Daher wurde der Porenwasserüberdruck reduziert, bis eine ausreichende Standsicherheit rechnerisch erfüllt wird. Bei Ansatz eines maximalen Porenwasserüberdruckes von 30 kN/m² im Bereich der maximalen Deicherhöhung ergibt sich ein Ausnutzungsgrad $\mu \leq 1,00$. Um den maximal zulässigen Porenwasserüberdruck nicht zu überschreiten, müssen Porenwasserdruckmessgeber eingebaut werden. Der Bauablauf ist in Abhängigkeit zu den Messergebnissen abzusichern.

4.8.2 Querschnitt 12+570 (Anlagen 4.2.1 bis 4.2.6)

Die Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen des Deichquerschnittes 12+570 für den Bauzustand sind auf den Anlagen 4.2.1 bis 4.2.6 dargestellt und nachfolgend zusammengefasst:

Zustand	Böschungsseite	Ausnutzungsgrad μ	Nachweis erfüllt	Anlage
Bauabschnitt A	Binnen	0,97	JA	4.2.1
Bauabschnitt B	Außen	0,61	JA	4.2.2
Bauabschnitt C	Außen	0,75	JA	4.2.3
Bauabschnitt C	Binnen	0,83	JA	4.2.4
Bauabschnitt D	Binnen	1,26	Nein	4.2.5
Bauabschnitt D	Binnen	1,0	JA	4.2.6

Bei den Nachweisen der globalen Deichstandsicherheit ergeben sich außenseitig im Bauabschnitt D im Querschnitt 12+570 für die Bemessungssituation BS- T, Ausnutzungsgrade von

$$\mu > 1,0.$$

Die ausreichende Standsicherheit ist für den Bauabschnitt D des Querschnitts 12+570 unter den gegebenen Randbedingungen nicht nachgewiesen. Daher wurde der Porenwasserüberdruck reduziert, bis eine ausreichende Standsicherheit rechnerisch erfüllt wurde. Bei Ansatz eines maximalen Porenwasserüberdruckes von 25 kN/m² im Bereich der maximalen Deicherhöhung ergibt sich ein Ausnutzungsgrad $\mu \leq 1,00$. Um den maximal zulässigen Porenwasserüberdruck nicht zu überschreiten, müssen Porenwasserdruckmessgeber eingebaut werden. Der Bauablauf ist in Abhängigkeit zu den Messergebnissen abzusichern.

4.8.3 Querschnitt 13+770 (Anlagen 4.3.1 bis 4.3.3)

Die Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen des Deichquerschnittes 13+770 für den Bauzustand sind auf den Anlagen 4.3.1 bis 4.3.3 dargestellt und nachfolgend zusammengefasst:

Zustand	Böschungsseite	Ausnutzungsgrad μ	Nachweis erfüllt	Anlage
Bauabschnitt A	Binnen	0,96	JA	4.3.1
Bauabschnitt B	Außen	0,58	JA	4.3.2
Bauabschnitt C	Außen	1,0	JA	4.3.3

Bei den weiteren Nachweisen der globalen und lokalen Deichstandsicherheit binnen- und außenseitig ergeben sich im Querschnitt 13+770 für die Bemessungssituation BS- T Ausnutzungsgrade von

$$\mu \leq 1,0.$$

Die ausreichende Standsicherheit ist für den Querschnitt 13+770 unter den gegebenen Randbedingungen nachgewiesen.

Aufgrund des teilweise hohen Ausnutzungsgrades kann es jedoch zu Verformungsproblemen (Gebrauchstauglichkeit) kommen.

4.8.4 Querschnitt 14+470 (Anlagen 4.4.1 bis 4.4.4)

Die Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen des Deichquerschnittes 14+470 für den Bauzustand sind auf den Anlagen 4.4.1 bis 4.4.4 dargestellt und nachfolgend zusammengefasst:

Zustand	Böschungsseite	Ausnutzungsgrad μ	Nachweis erfüllt	Anlage
Bauabschnitt B	Binnen	0,82	JA	4.4.1
Bauabschnitt C	Außen	0,67	JA	4.4.2
Bauabschnitt C	Binnen	0,79	JA	4.4.3
Bauabschnitt D	Binnen	0,86	JA	4.4.4

Bei den Nachweisen der globalen und lokalen Deichstandsicherheit binnen- und außenseitig ergeben sich im Querschnitt 14+470 für die Bemessungssituation BS- T Ausnutzungsgrade von

$$\mu \leq 1,0.$$

Die ausreichende Standsicherheit ist für den Querschnitt 14+470 unter den gegebenen Randbedingungen nachgewiesen.

Aufgrund des teilweise hohen Ausnutzungsgrades kann es jedoch zu Verformungsproblemen (Gebrauchstauglichkeit) kommen.

5 Zusammenfassung

Für die Deichverstärkung und Deicherhöhung des Hauptdeiches zwischen dem Jade-Wapeler Siel und der Schweiburger Mühle soll die Deichstandsicherheit binnenseitig und außenseitig für verschiedene Bauzustände untersucht werden.

In dem genannten Deichabschnitt soll der vorhandene Deich von einer derzeitigen Höhe von rd. + 8,0 m NN bis + 8,35 m NN auf ein Maß von + 10,4 m NN erhöht werden. Unter Berücksichtigung der Querschnittsgestaltung (Erhalt der Deichachse) wurde die Standsicherheit exemplarisch für den Bauzustand bzw. für den Endzustand in den charakteristischen Querschnitten bei Stat.-km 11.070, 12.570, 13.770 und 14.470 untersucht.

Weitere Einzelheiten sowie die Ergebnisse der Böschungsbruchuntersuchungen des Deichabschnittes zwischen dem Jade-Wapeler Siel und der Schweiburger Mühle sind im Bericht gegeben. Es ist ein Messprogramm zur Kontrolle des zulässigen Porenwasserüberdruckes auszuarbeiten.



Dr.-Ing. von Bloh
Geschäftsführer



i. A. Bau-Ing. Luka Hublitz M. Eng.



Verteiler:

Bauherr: II. Oldenburgischer Deichband
Franz-Schubert-Straße 31
26919 Brake
- über NLWKN - digital

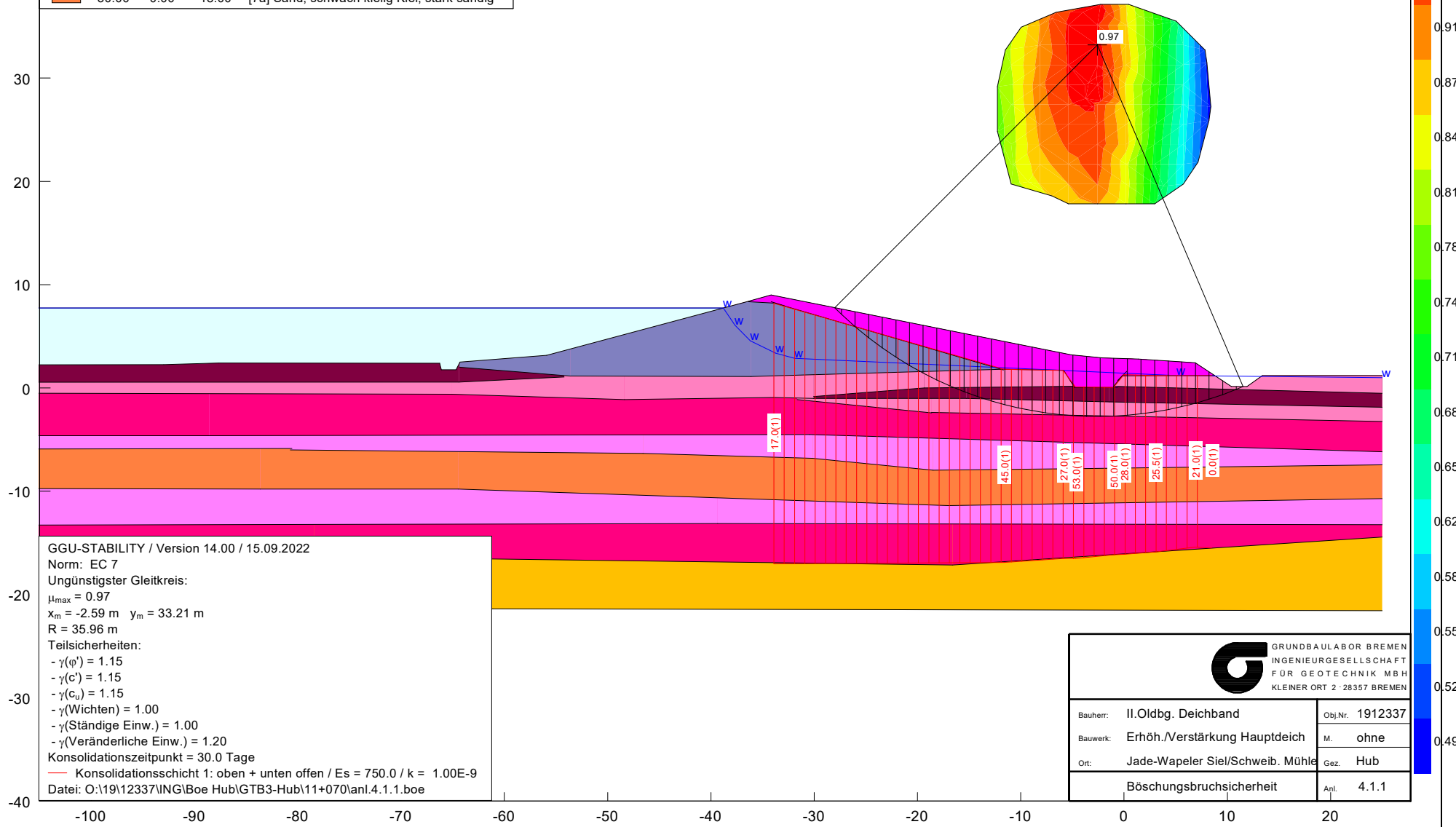
Planung: Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NLWKN - Betriebsstelle Brake - Oldenburg
Heinestr. 1
26919 Brake digital

6 Anlagenverzeichnis


I N H A L T	von	bis
3. Böschungsbruchuntersuchungen		
4.1 Querschnitt Stat. 11.070	4.1.1	4.1.5
4.2 Querschnitt Stat. 12.570	4.2.1	4.2.6
4.3 Querschnitt Stat. 13.770	4.3.1	4.3.3
4.4 Querschnitt Stat. 14.470	4.4.1	4.4.4

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	7.50	17.00	Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	Kleiabdeckung, geplant
[3]	17.50	7.50	16.00	Oberer Klei
[3+5]	17.50	7.50	14.00	Oberer Klei und Torf
[4]	17.50	7.50	16.00	Unterer Klei- Mudde
[4a]	17.50	7.50	17.00	Sandiger Klei
[6]	37.50	0.00	19.00	Pleistozäner Sand
[7a]	30.00	0.00	18.00	Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig

Querschnitt 11+070 (Bauzustand - Abschnitt A) BS-T_GLOBAL_LS_Vollkleideich

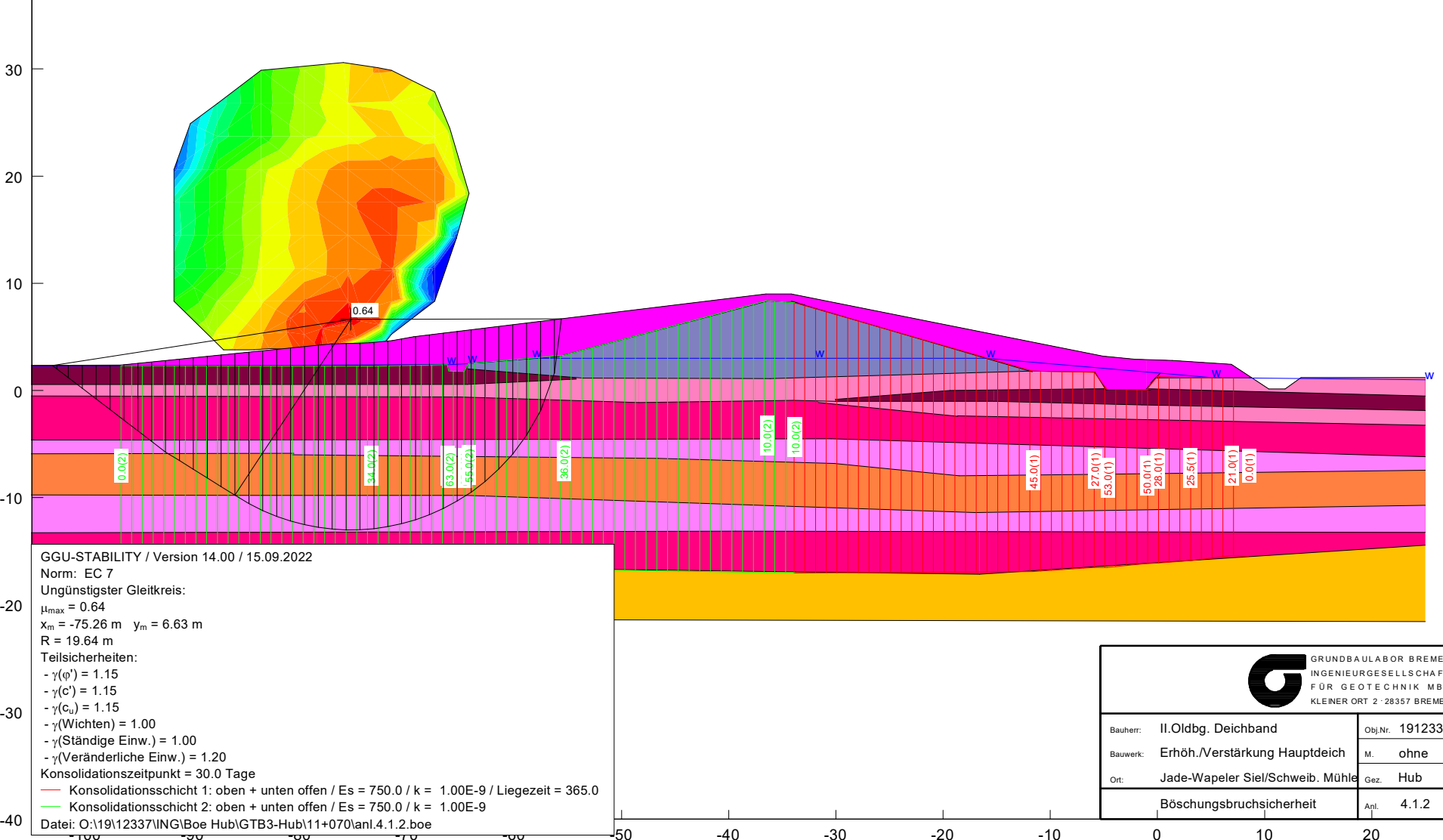


GGU-STABILITY / Version 14.00 / 15.09.2022
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.97$
 $x_m = -2.59$ m $y_m = 33.21$ m
 $R = 35.96$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi) = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_v) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 — Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boe Hub\GTB3-Hub\11+070\anl.4.1.1.boe


 GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN		
		Bauherr: II.Oldbg. Deichband
Bauwerk: Erhöh./Verstärkung Hauptdeich	M. ohne	
Ort: Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	Gez. Hub	
Böschungsbruchsicherheit		Anl. 4.1.1

Querschnitt 11+070 (Bauzustand-Abschnitt B) BS-T_GLOBAL_WS_Vollkleideich

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	7.50	17.00	[1] Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	[1a] Kleiabdeckung, geplant
[3]	17.50	7.50	16.00	[3] Oberer Klei
[3+5]	17.50	7.50	14.00	[3+5] Oberer Klei und Torf
[4]	17.50	7.50	16.00	[4] Unterer Klei- Mudde
[4a]	17.50	7.50	17.00	[4a] Sandiger Klei
[6]	37.50	0.00	19.00	[6] Pleistozäner Sand
[7a]	30.00	0.00	18.00	[7a] Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig

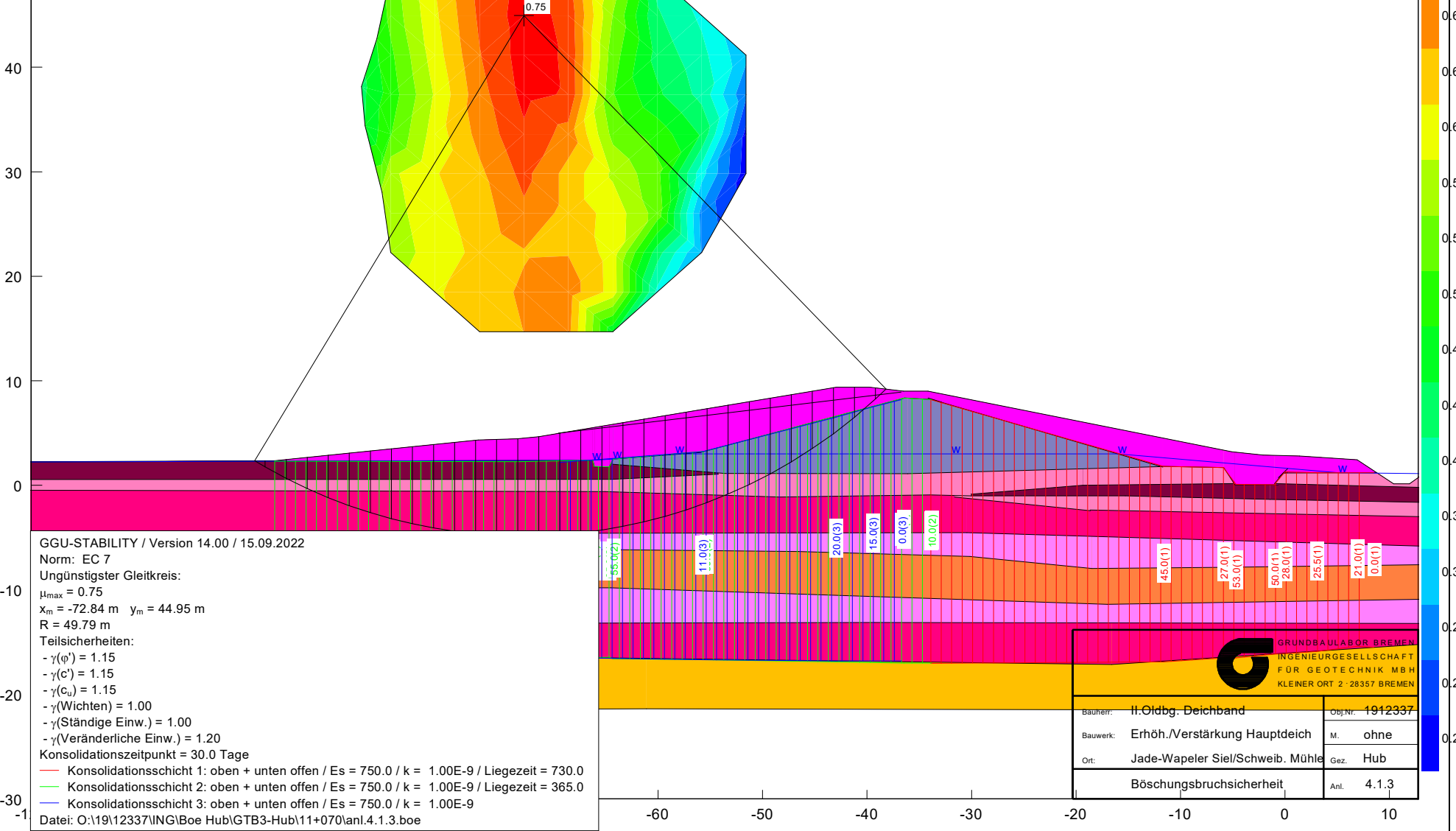


GGU-STABILITY / Version 14.00 / 15.09.2022
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.64$
 $x_m = -75.26 \text{ m}$ $y_m = 6.63 \text{ m}$
 $R = 19.64 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_v) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 - Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9 / \text{Liegezeit} = 365.0$
 - Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boe Hub\GTB3-Hub\11+070\anl.4.1.2.boe


 GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN		Obj.Nr. 1912337
		M. ohne
Bauherr: II.Oldbg. Deichband	Gez. Hub	
Bauwerk: Erhöh./Verstärkung Hauptdeich	Anl. 4.1.2	
Ort: Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	Böschungsbruchsicherheit	

Querschnitt 11+070 (Bauzustand-Abschnitt C) BS-T_GLOBAL_WS_Vollkleideich

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	7.50	17.00	Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	Kleiabdeckung, geplant
[3]	17.50	7.50	16.00	Oberer Klei
[3+5]	17.50	7.50	14.00	Oberer Klei und Torf
[4]	17.50	7.50	16.00	Unterer Klei- Mudde
[4a]	17.50	7.50	17.00	Sandiger Klei
[6]	37.50	0.00	19.00	Pleistozäner Sand
[7a]	30.00	0.00	18.00	Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig

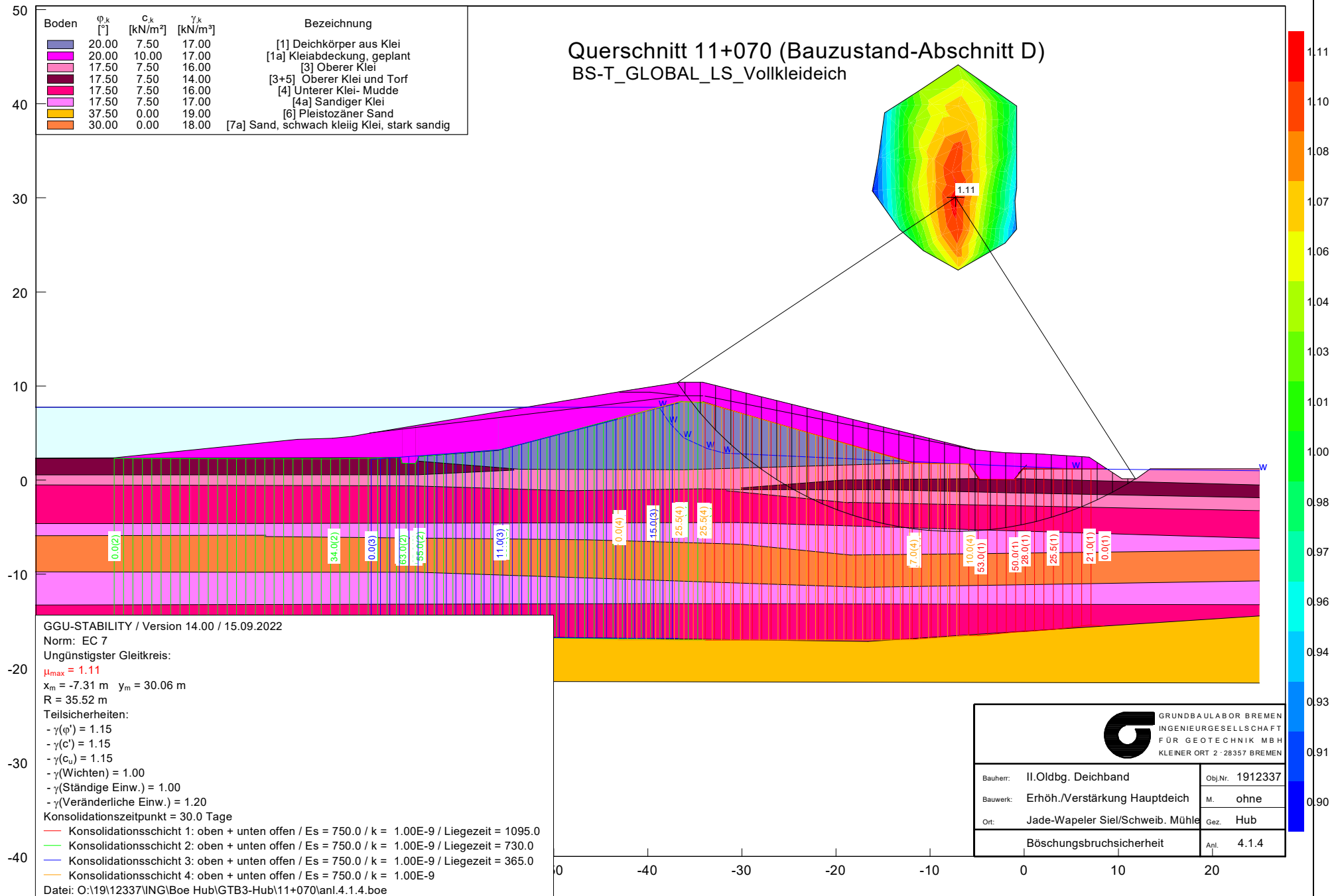


GGU-STABILITY / Version 14.00 / 15.09.2022
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.75$
 $x_m = -72.84$ m $y_m = 44.95$ m
 $R = 49.79$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_v) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 - Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / $E_s = 750.0$ / $k = 1.00E-9$ / Liegezeit = 730.0
 - Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / $E_s = 750.0$ / $k = 1.00E-9$ / Liegezeit = 365.0
 - Konsolidationsschicht 3: oben + unten offen / $E_s = 750.0$ / $k = 1.00E-9$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boe Hub\GTB3-Hub\11+070\anl.4.1.3.boe

 GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN		
		Bauherr: II.Öldbg. Deichband
Bauwerk: Erhöh./Verstärkung Hauptdeich	M. ohne	
Ort: Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	Gez. Hub	
Böschungsbruchsicherheit		Anl. 4.1.3

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	7.50	17.00	[1] Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	[1a] Kleiabdeckung, geplant
[3]	17.50	7.50	16.00	[3] Oberer Klei
[3+5]	17.50	7.50	14.00	[3+5] Oberer Klei und Torf
[4]	17.50	7.50	16.00	[4] Unterer Klei- Mudde
[4a]	17.50	7.50	17.00	[4a] Sandiger Klei
[6]	37.50	0.00	19.00	[6] Pleistozäner Sand
[7a]	30.00	0.00	18.00	[7a] Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig

Querschnitt 11+070 (Bauzustand-Abschnitt D) BS-T_GLOBAL_LS_Vollkleideich



GGU-STABILITY / Version 14.00 / 15.09.2022
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 1.11$
 $x_m = -7.31$ m $y_m = 30.06$ m
 $R = 35.52$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi) = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_v) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 - Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / $E_s = 750.0$ / $k = 1.00E-9$ / Liegezeit = 1095.0
 - Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / $E_s = 750.0$ / $k = 1.00E-9$ / Liegezeit = 730.0
 - Konsolidationsschicht 3: oben + unten offen / $E_s = 750.0$ / $k = 1.00E-9$ / Liegezeit = 365.0
 - Konsolidationsschicht 4: oben + unten offen / $E_s = 750.0$ / $k = 1.00E-9$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boe Hub\GTB3-Hub\11+070\anl.4.1.4.boe

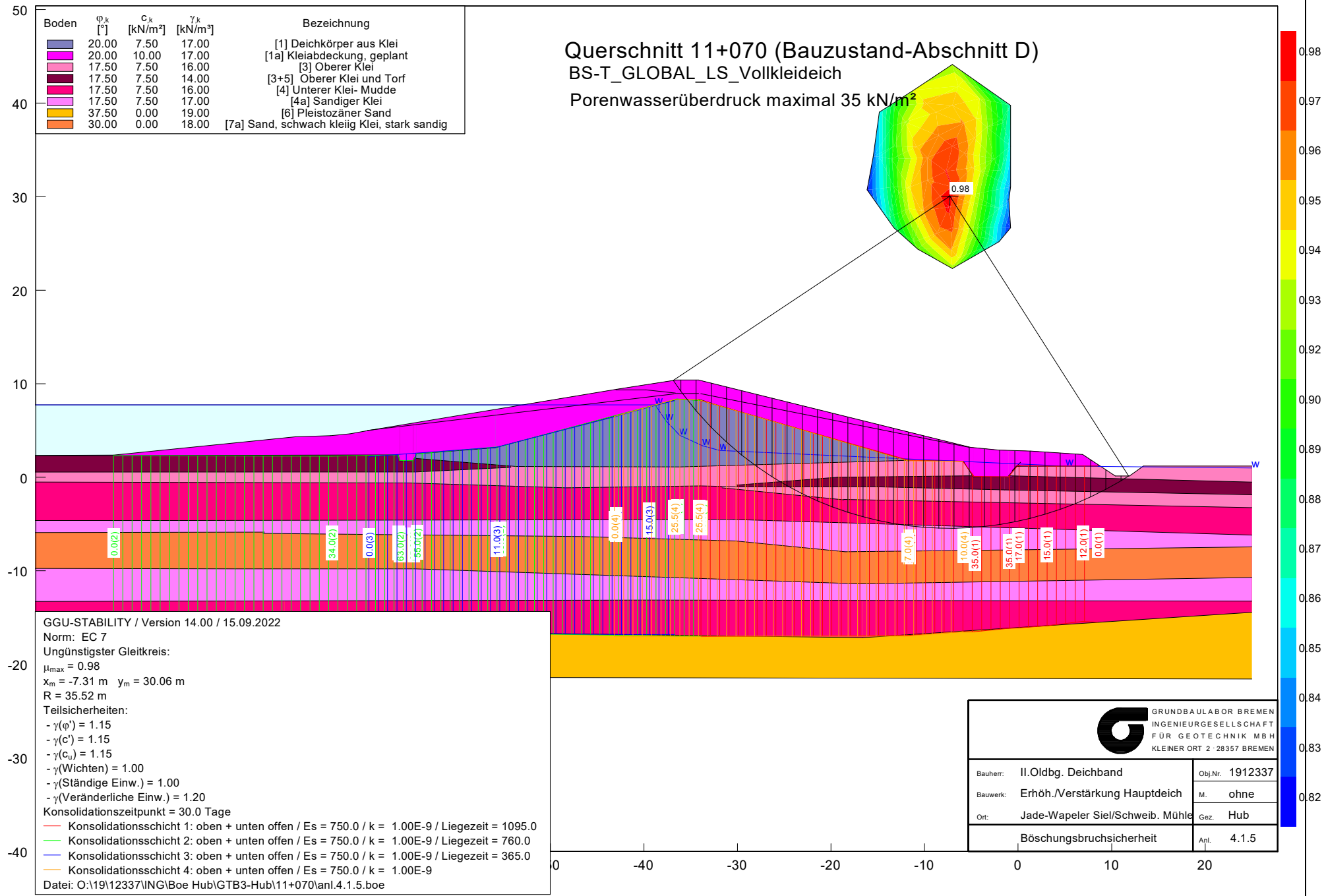
 GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN		Obj.Nr. 1912337
		M. ohne
Bauherr: II.Oldbg. Deichband	Ort: Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	
Bauwerk: Erhöh./Verstärkung Hauptdeich	Gez. Hub	
Böschungsbruchsicherheit		Anl. 4.1.4

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	7.50	17.00	[1] Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	[1a] Kleiabdeckung, geplant
[3]	17.50	7.50	16.00	[3] Oberer Klei
[3+5]	17.50	7.50	14.00	[3+5] Oberer Klei und Torf
[4]	17.50	7.50	16.00	[4] Unterer Klei- Mudde
[4a]	17.50	7.50	17.00	[4a] Sandiger Klei
[6]	37.50	0.00	19.00	[6] Pleistozäner Sand
[7a]	30.00	0.00	18.00	[7a] Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig

Querschnitt 11+070 (Bauzustand-Abschnitt D)

BS-T_GLOBAL_LS_Vollkleideich

Porenwasserüberdruck maximal 35 kN/m²

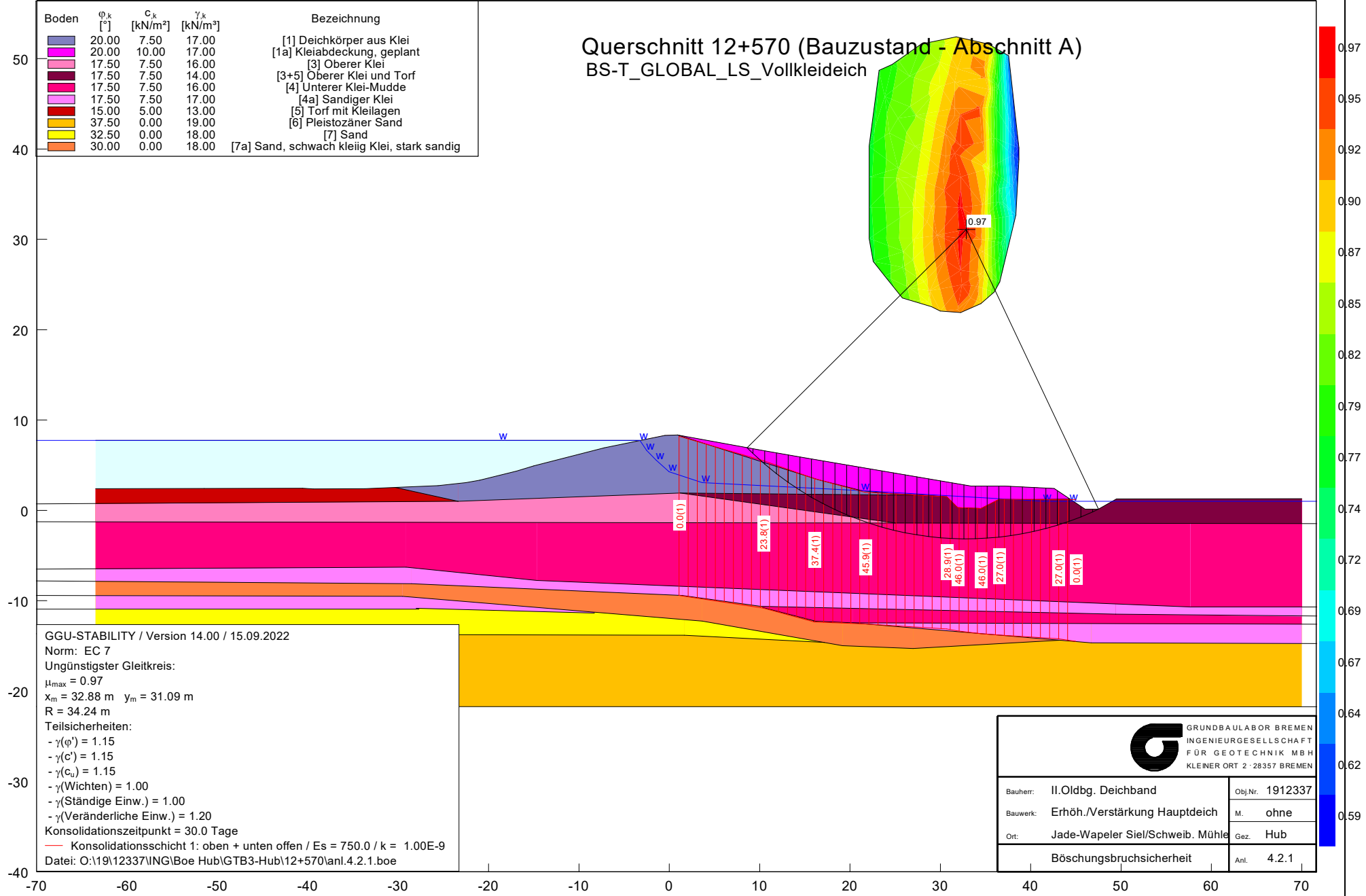


GGU-STABILITY / Version 14.00 / 15.09.2022
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.98$
 $x_m = -7.31 \text{ m}$ $y_m = 30.06 \text{ m}$
 $R = 35.52 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi) = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_v) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 - Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9 / \text{Liegezeit} = 1095.0$
 - Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9 / \text{Liegezeit} = 760.0$
 - Konsolidationsschicht 3: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9 / \text{Liegezeit} = 365.0$
 - Konsolidationsschicht 4: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boe Hub\GTB3-Hub\11+070\anl.4.1.5.boe


 GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN		Obj.Nr. 1912337
		M. ohne
Bauherr: II.Oldbg. Deichband	Ort: Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	
Bauwerk: Erhöh./Verstärkung Hauptdeich	Gez. Hub	
Böschungsbruchsicherheit		Anl. 4.1.5

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	7.50	17.00	Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	Kleiabdeckung, geplamt
[3]	17.50	7.50	16.00	Oberer Klei
[3+5]	17.50	7.50	14.00	Oberer Klei und Torf
[4]	17.50	7.50	16.00	Unterer Klei-Mudde
[4a]	17.50	7.50	17.00	Sandiger Klei
[5]	15.00	5.00	13.00	Torf mit Kleilagern
[6]	37.50	0.00	19.00	Pleistozäner Sand
[7]	32.50	0.00	18.00	Sand
[7a]	30.00	0.00	18.00	Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig

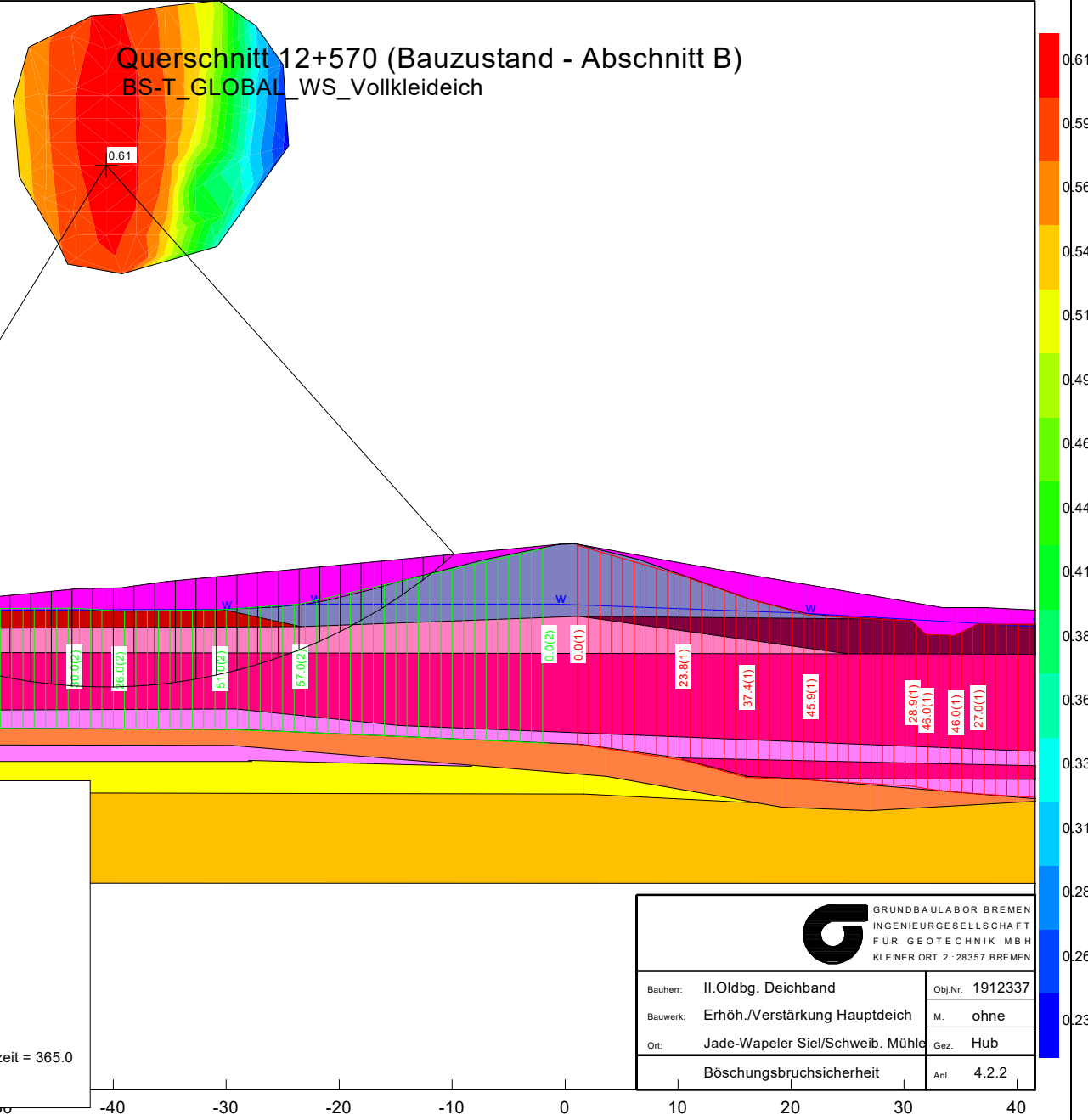
Querschnitt 12+570 (Bauzustand - Abschnitt A) BS-T_GLOBAL_LS_Vollkleideich



GGU-STABILITY / Version 14.00 / 15.09.2022
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.97$
 $x_m = 32.88 \text{ m}$ $y_m = 31.09 \text{ m}$
 $R = 34.24 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 — Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boe Hub\GTB3-Hub\12+570\anl.4.2.1.boe

 GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN		
		Bauherr: II.Oldbg. Deichband
Bauwerk: Erhöh./Verstärkung Hauptdeich	M. ohne	
Ort: Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	Gez. Hub	
Böschungsbruchsicherheit		Anl. 4.2.1

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	7.50	17.00	Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	Kleiabdeckung, geplant
[3]	17.50	7.50	16.00	Oberer Klei
[3+5]	17.50	7.50	14.00	Oberer Klei und Torf
[4]	17.50	7.50	16.00	Unterer Klei-Mudde
[4a]	17.50	7.50	17.00	Sandiger Klei
[5]	15.00	5.00	13.00	Torf mit Kleilag
[6]	37.50	0.00	19.00	Pleistozäner Sand
[7]	32.50	0.00	18.00	Sand
[7a]	30.00	0.00	18.00	Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig

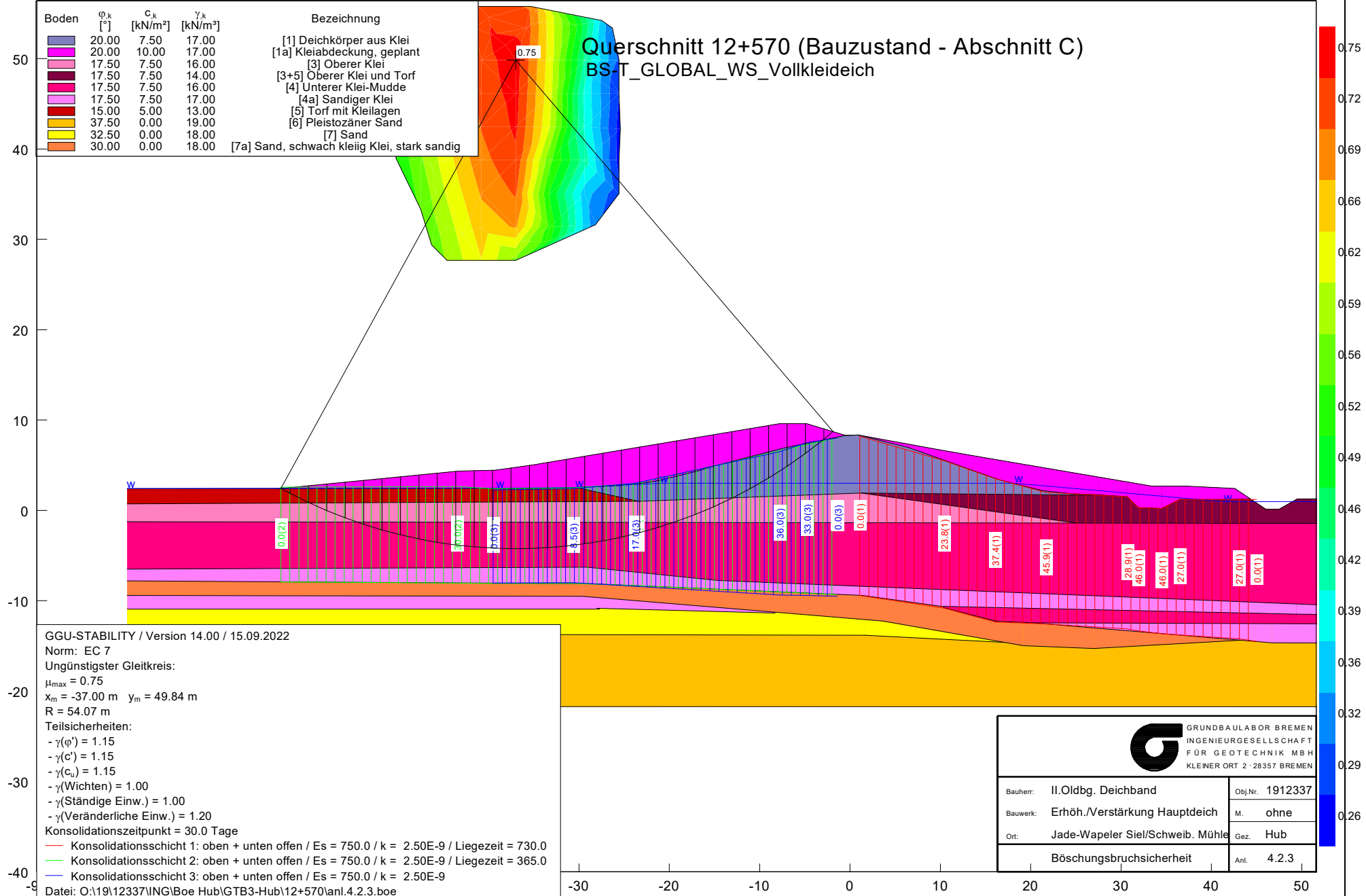


GGU-STABILITY / Version 14.00 / 15.09.2022
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.61$
 $x_m = -40.63$ m $y_m = 41.86$ m
 $R = 46.19$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.15$
 - $\gamma(c) = 1.15$
 - $\gamma(c_v) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 - Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / $E_s = 750.0$ / $k = 1.00E-9$ / Liegezeit = 365.0
 - Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / $E_s = 750.0$ / $k = 1.00E-9$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boe Hub\GTB3-Hub\12+570\anl.4.2.2.boe


		Obj.Nr. 1912337
		M. ohne
Bauherr: II.Oldbg. Deichband	Ort: Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	
Bauwerk: Erhöh./Verstärkung Hauptdeich	Gez. Hub	
Böschungsbruchsicherheit		Anl. 4.2.2

Querschnitt 12+570 (Bauzustand - Abschnitt C) BS-T_GLOBAL_WS_Vollkleideich

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	7.50	17.00	Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	Kleiabdeckung, geplamt
[3]	17.50	7.50	16.00	Oberer Klei
[3+5]	17.50	7.50	14.00	Oberer Klei und Torf
[4]	17.50	7.50	16.00	Unterer Klei-Mudde
[4a]	17.50	7.50	17.00	Sandiger Klei
[5]	15.00	5.00	13.00	Torf mit Kleilagern
[6]	37.50	0.00	19.00	Pleistozäner Sand
[7]	32.50	0.00	18.00	Sand
[7a]	30.00	0.00	18.00	Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig

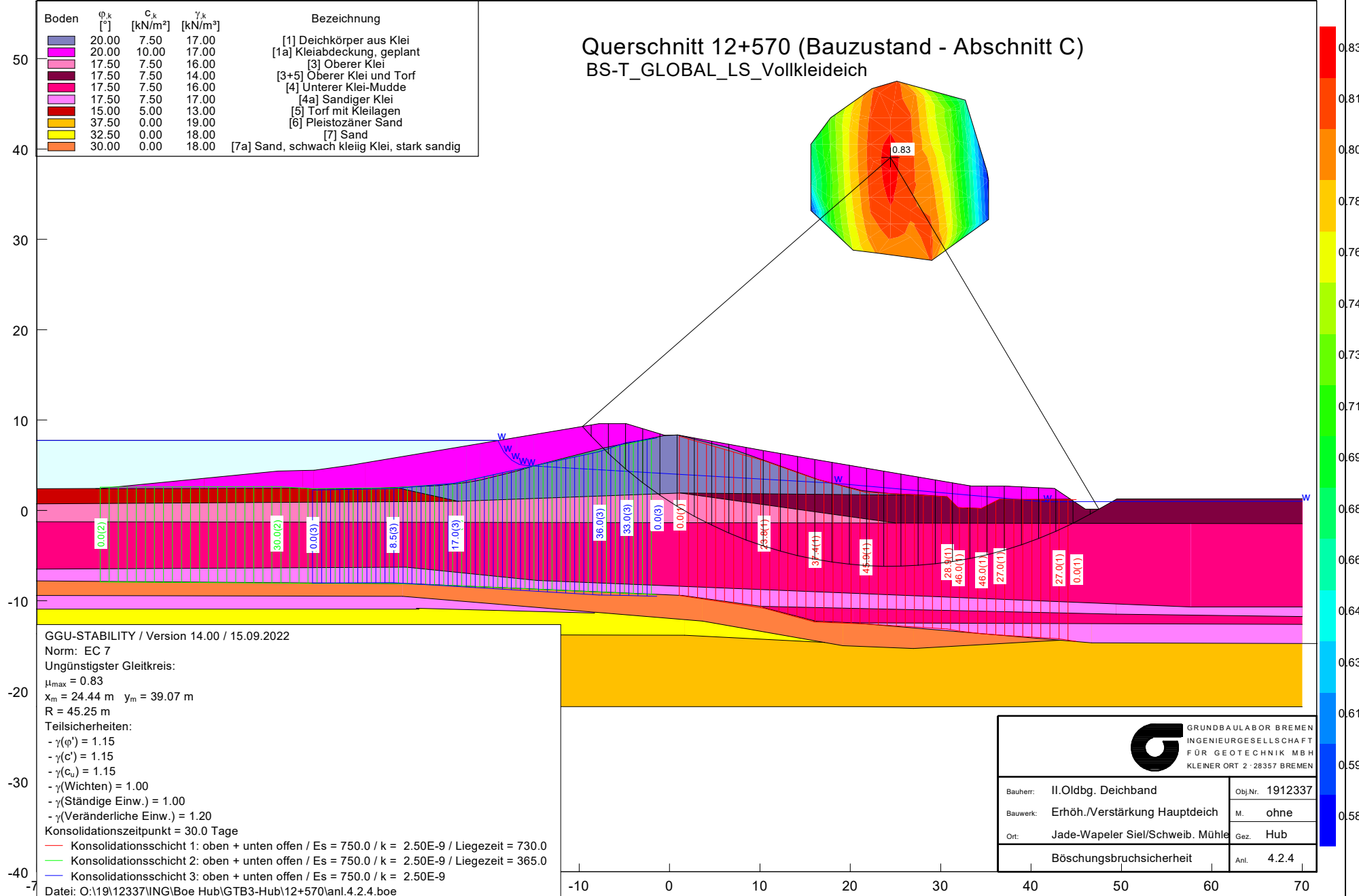


GGU-STABILITY / Version 14.00 / 15.09.2022
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.75$
 $x_m = -37.00$ m $y_m = 49.84$ m
 $R = 54.07$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 - Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / $E_s = 750.0$ / $k = 2.50E-9$ / Liegezeit = 730.0
 - Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / $E_s = 750.0$ / $k = 2.50E-9$ / Liegezeit = 365.0
 - Konsolidationsschicht 3: oben + unten offen / $E_s = 750.0$ / $k = 2.50E-9$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boe Hub\GTB3-Hub\12+570\anl.4.2.3.boe


 GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN		Bauherr:	II.Oldbg. Deichband	Obj.Nr.	1912337
		Bauwerk:	Erhöh./Verstärkung Hauptdeich	M.	ohne
Ort:		Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	Gez.	Hub	
Böschungsbruchsicherheit		Anl.		4.2.3	

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	7.50	17.00	Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	Kleiabdeckung, geplamt
[3]	17.50	7.50	16.00	Oberer Klei
[3+5]	17.50	7.50	14.00	Oberer Klei und Torf
[4]	17.50	7.50	16.00	Unterer Klei-Mudde
[4a]	17.50	7.50	17.00	Sandiger Klei
[5]	15.00	5.00	13.00	Torf mit Kleilagen
[6]	37.50	0.00	19.00	Pleistozäner Sand
[7]	32.50	0.00	18.00	Sand
[7a]	30.00	0.00	18.00	Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig

Querschnitt 12+570 (Bauzustand - Abschnitt C) BS-T_GLOBAL_LS_Vollkleideich

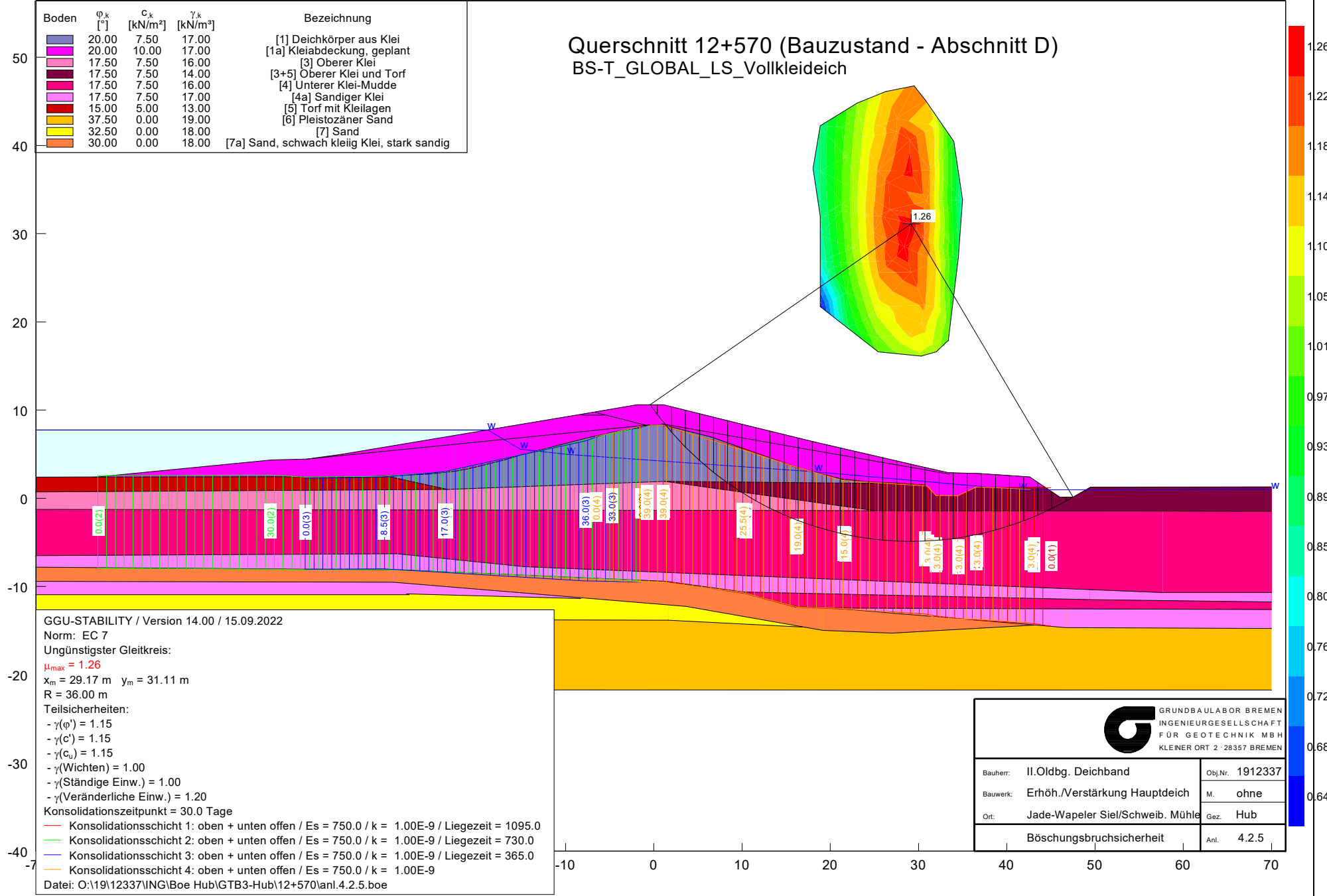


GGU-STABILITY / Version 14.00 / 15.09.2022
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.83$
 $x_m = 24.44$ m $y_m = 39.07$ m
 $R = 45.25$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 - Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / $E_s = 750.0$ / $k = 2.50E-9$ / Liegezeit = 730.0
 - Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / $E_s = 750.0$ / $k = 2.50E-9$ / Liegezeit = 365.0
 - Konsolidationsschicht 3: oben + unten offen / $E_s = 750.0$ / $k = 2.50E-9$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boe Hub\GTB3-Hub\12+570\anl.4.2.4.boe

 GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN		Obj.Nr. 1912337
		M. ohne
Bauherr: II.Oldbg. Deichband	Ort: Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	
Bauwerk: Erhöh./Verstärkung Hauptdeich	Gez. Hub	
Böschungsbruchsicherheit		Anl. 4.2.4

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	7.50	17.00	[1] Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	[1a] Kleiabdeckung, geplamt
[3]	17.50	7.50	16.00	[3] Oberer Klei
[3+5]	17.50	7.50	14.00	[3+5] Oberer Klei und Torf
[4]	17.50	7.50	16.00	[4] Unterer Klei-Mudde
[4a]	17.50	7.50	17.00	[4a] Sandiger Klei
[5]	15.00	5.00	13.00	[5] Torf mit Kleilagern
[6]	37.50	0.00	19.00	[6] Pleistozäner Sand
[7]	32.50	0.00	18.00	[7] Sand
[7a]	30.00	0.00	18.00	[7a] Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig

Querschnitt 12+570 (Bauzustand - Abschnitt D) BS-T_GLOBAL_LS_Vollkleideich



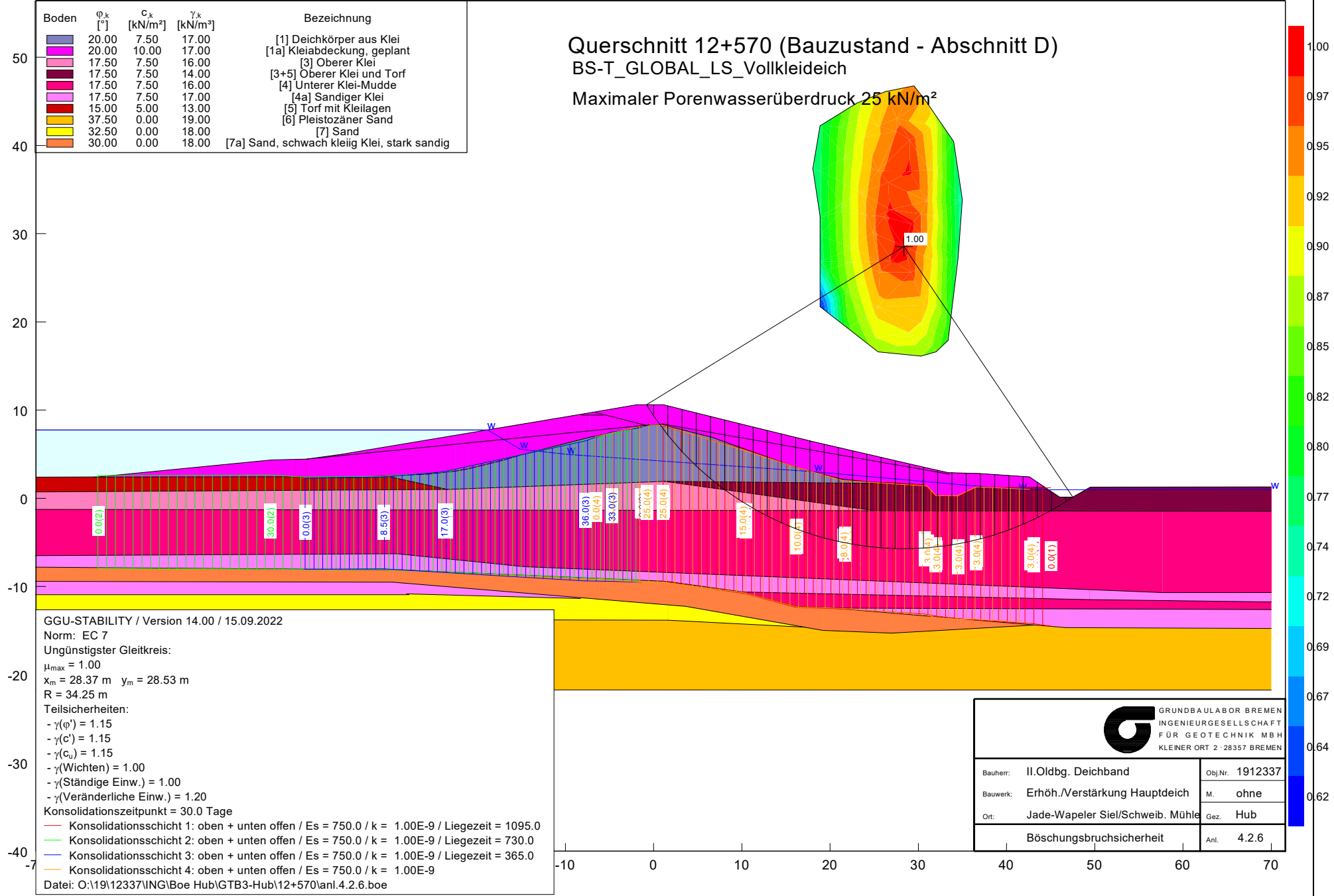
GGU-STABILITY / Version 14.00 / 15.09.2022
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 1.26$
 $x_m = 29.17 \text{ m}$ $y_m = 31.11 \text{ m}$
 $R = 36.00 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 - Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9 / \text{Liegezeit} = 1095.0$
 - Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9 / \text{Liegezeit} = 730.0$
 - Konsolidationsschicht 3: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9 / \text{Liegezeit} = 365.0$
 - Konsolidationsschicht 4: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boe Hub\GTB3-Hub\12+570\anl.4.2.5.boe

		Obj.Nr. 1912337
		M. ohne
Bauherr: II.Oldbg. Deichband	Gez. Hub	
Bauwerk: Erhöh./Verstärkung Hauptdeich	Anl. 4.2.5	
Ort: Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	Böschungsbruchsicherheit	

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	7.50	17.00	[1] Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	[1a] Kleiabdeckung, geplamt
[3]	17.50	7.50	16.00	[3] Oberer Klei
[3+5]	17.50	7.50	14.00	[3+5] Oberer Klei und Torf
[4]	17.50	7.50	16.00	[4] Unterer Klei-Mudde
[4a]	17.50	7.50	17.00	[4a] Sandiger Klei
[5]	15.00	5.00	13.00	[5] Torf mit Kleilagern
[6]	37.50	0.00	19.00	[6] Pleistozäner Sand
[7]	32.50	0.00	18.00	[7] Sand
[7a]	30.00	0.00	18.00	[7a] Sand, schwach kleiig Klei, stark sandig

Querschnitt 12+570 (Bauzustand - Abschnitt D) BS-T_GLOBAL_LS_Vollkleideich

Maximaler Porenwasserüberdruck 25 kN/m²

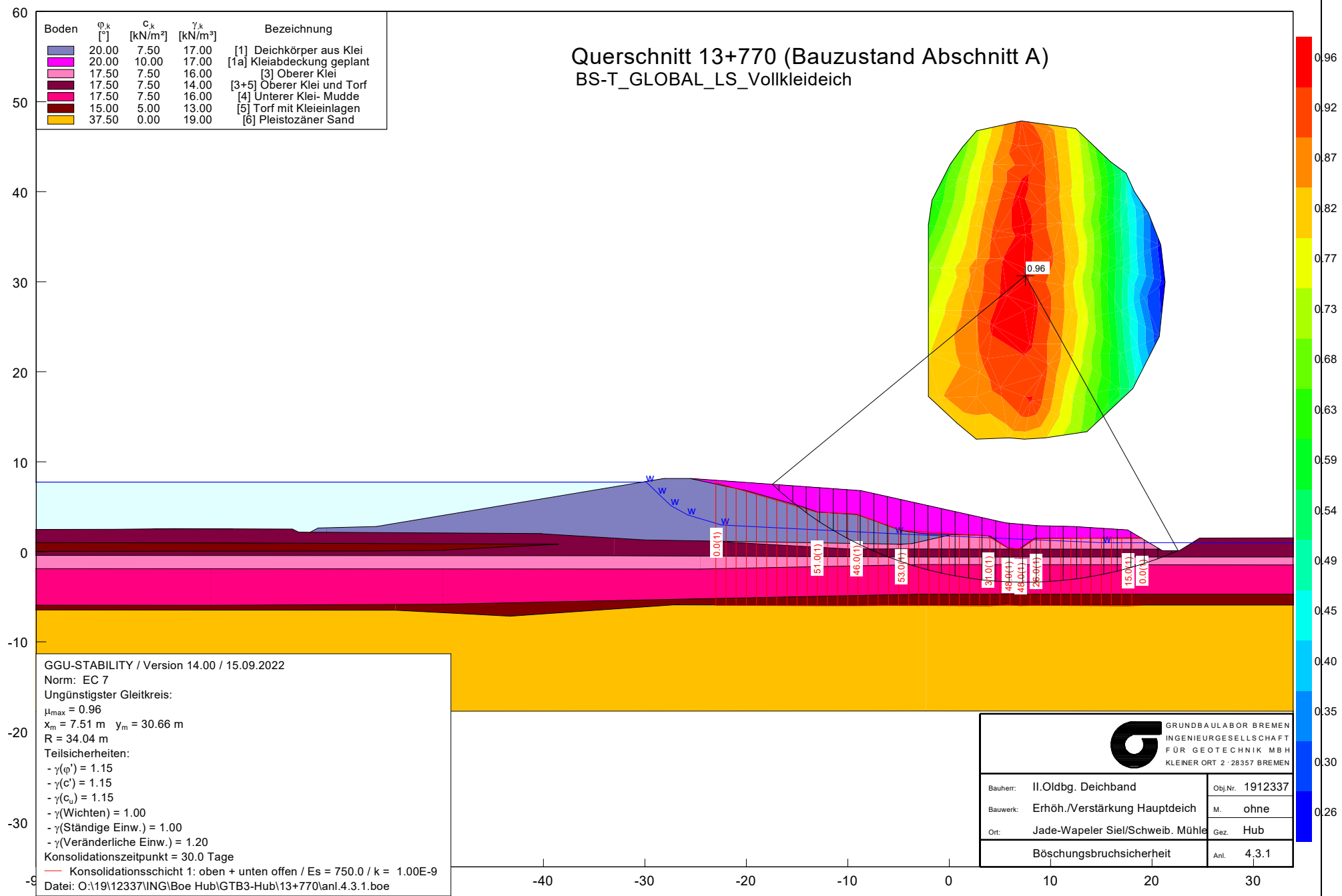


GGU-STABILITY / Version 14.00 / 15.09.2022
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 1.00$
 $x_m = 28.37 \text{ m}$ $y_m = 28.53 \text{ m}$
 $R = 34.25 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 - Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9 / \text{Liegezeit} = 1095.0$
 - Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9 / \text{Liegezeit} = 730.0$
 - Konsolidationsschicht 3: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9 / \text{Liegezeit} = 365.0$
 - Konsolidationsschicht 4: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boe Hub\GTB3-Hub\12+570\anl.4.2.6.boe

		Obj.Nr. 1912337
		M. ohne
Bauherr: II.Oldbg. Deichband	Gez. Hub	
Bauwerk: Erhöh./Verstärkung Hauptdeich	Anl. 4.2.6	
Ort: Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	Böschungsbruchsicherheit	

Querschnitt 13+770 (Bauzustand Abschnitt A) BS-T_GLOBAL_LS_Vollkleideich

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	7.50	17.00	Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	Kleiabdeckung geplant
[3]	17.50	7.50	16.00	Oberer Klei
[3+5]	17.50	7.50	14.00	Oberer Klei und Torf
[4]	17.50	7.50	16.00	Unterer Klei- Mudde
[5]	15.00	5.00	13.00	Torf mit Kleieinlagen
[6]	37.50	0.00	19.00	Pleistozäner Sand

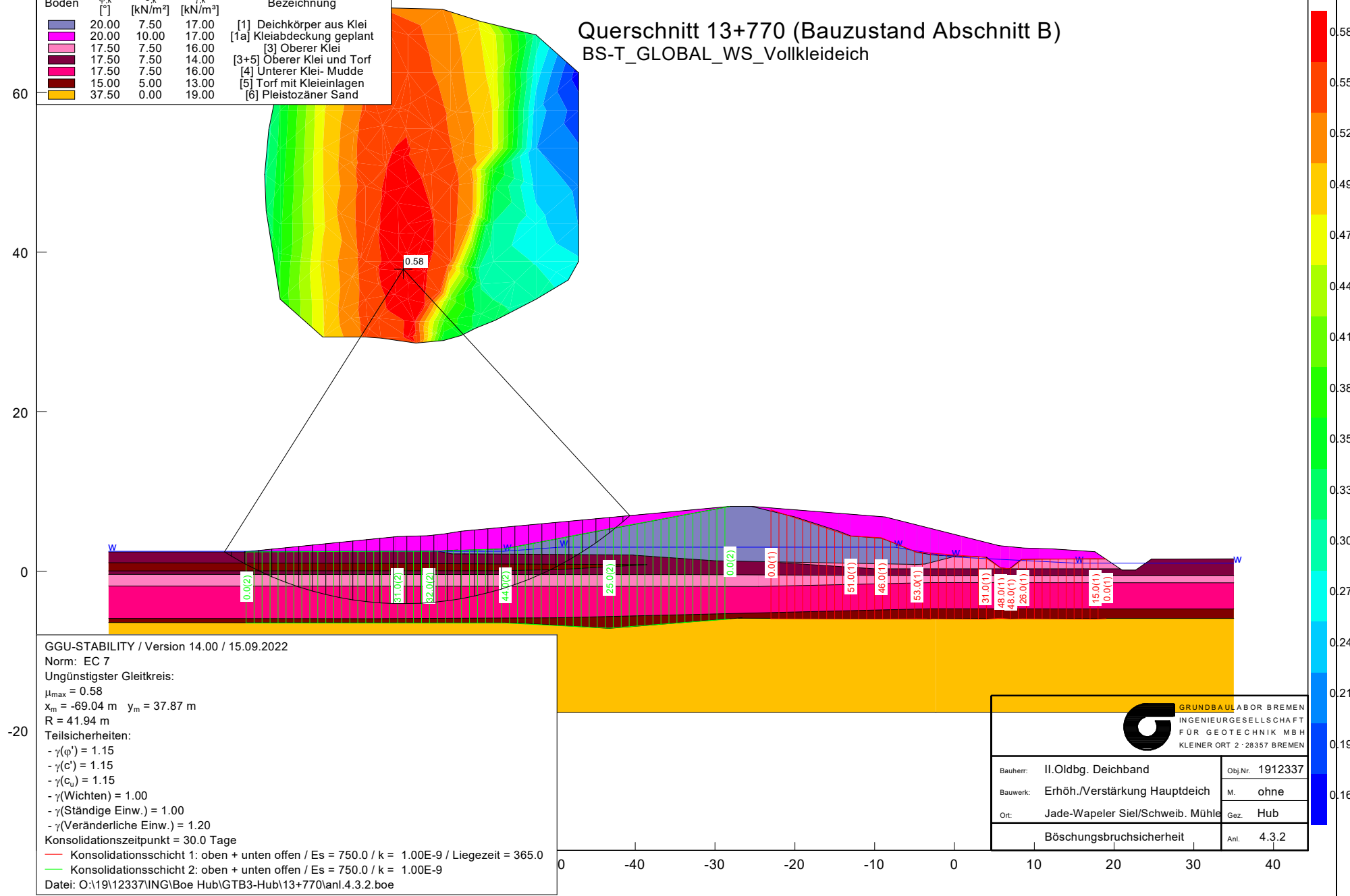


GGU-STABILITY / Version 14.00 / 15.09.2022
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.96$
 $x_m = 7.51 \text{ m}$ $y_m = 30.66 \text{ m}$
 $R = 34.04 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 — Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boe Hub\GTB3-Hub\13+770\anl.4.3.1.boe


 GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN		Obj.Nr. 1912337
		M. ohne
Bauherr: II.Oldbg. Deichband	Ort: Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	
Bauwerk: Erhöh./Verstärkung Hauptdeich	Gez. Hub	
Böschungsbruchsicherheit		Anl. 4.3.1

Querschnitt 13+770 (Bauzustand Abschnitt B) BS-T_GLOBAL_WS_Vollkleideich

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	7.50	17.00	Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	Kleiabdeckung geplant
[3]	17.50	7.50	16.00	Oberer Klei
[3+5]	17.50	7.50	14.00	Oberer Klei und Torf
[4]	17.50	7.50	16.00	Unterer Klei- Mudde
[5]	15.00	5.00	13.00	Torf mit Kleieinlagen
[6]	37.50	0.00	19.00	Pleistozäner Sand

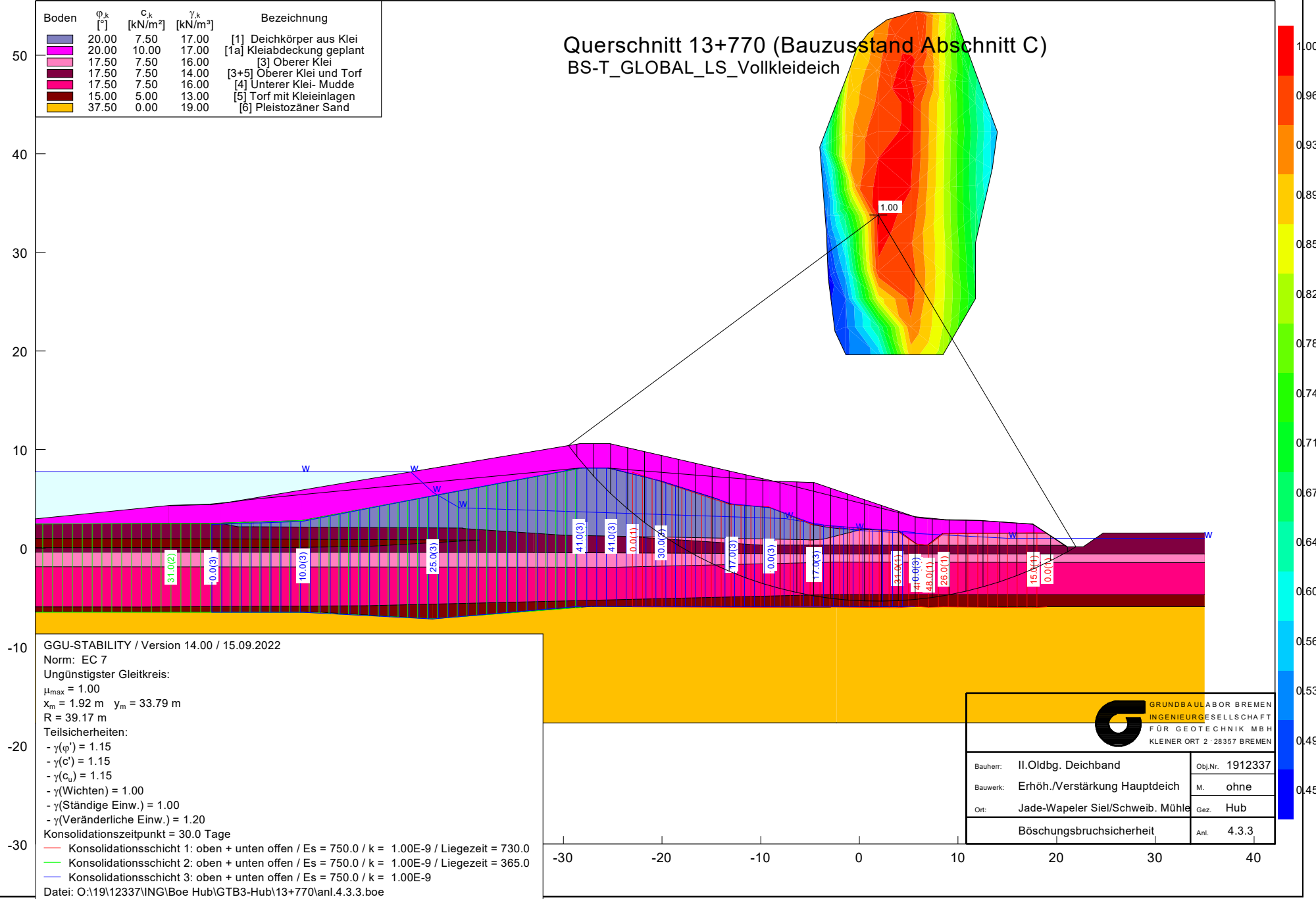


GGU-STABILITY / Version 14.00 / 15.09.2022
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.58$
 $x_m = -69.04 \text{ m}$ $y_m = 37.87 \text{ m}$
 $R = 41.94 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 — Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9 / \text{Liegezeit} = 365.0$
 — Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boe Hub\GTB3-Hub\13+770\anl.4.3.2.boe


 GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN	
Bauwerk: Erhöh./Verstärkung Hauptdeich	M. ohne
Ort: Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	Gez. Hub
Böschungsbruchsicherheit	
Anl. 4.3.2	







Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
[1]	20.00	7.50	17.00	Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	Kleiabdeckung geplant
[3]	17.50	7.50	16.00	Oberer Klei
[3+5]	17.50	7.50	14.00	Oberer Klei und Torf
[4]	17.50	7.50	16.00	Unterer Klei- Mudde
[5]	15.00	5.00	13.00	Torf mit Kleieinlagen
[6]	37.50	0.00	19.00	Pleistozäner Sand

Querschnitt 13+770 (Bauzustand Abschnitt C) BS-T_GLOBAL_LS_Vollkleideich

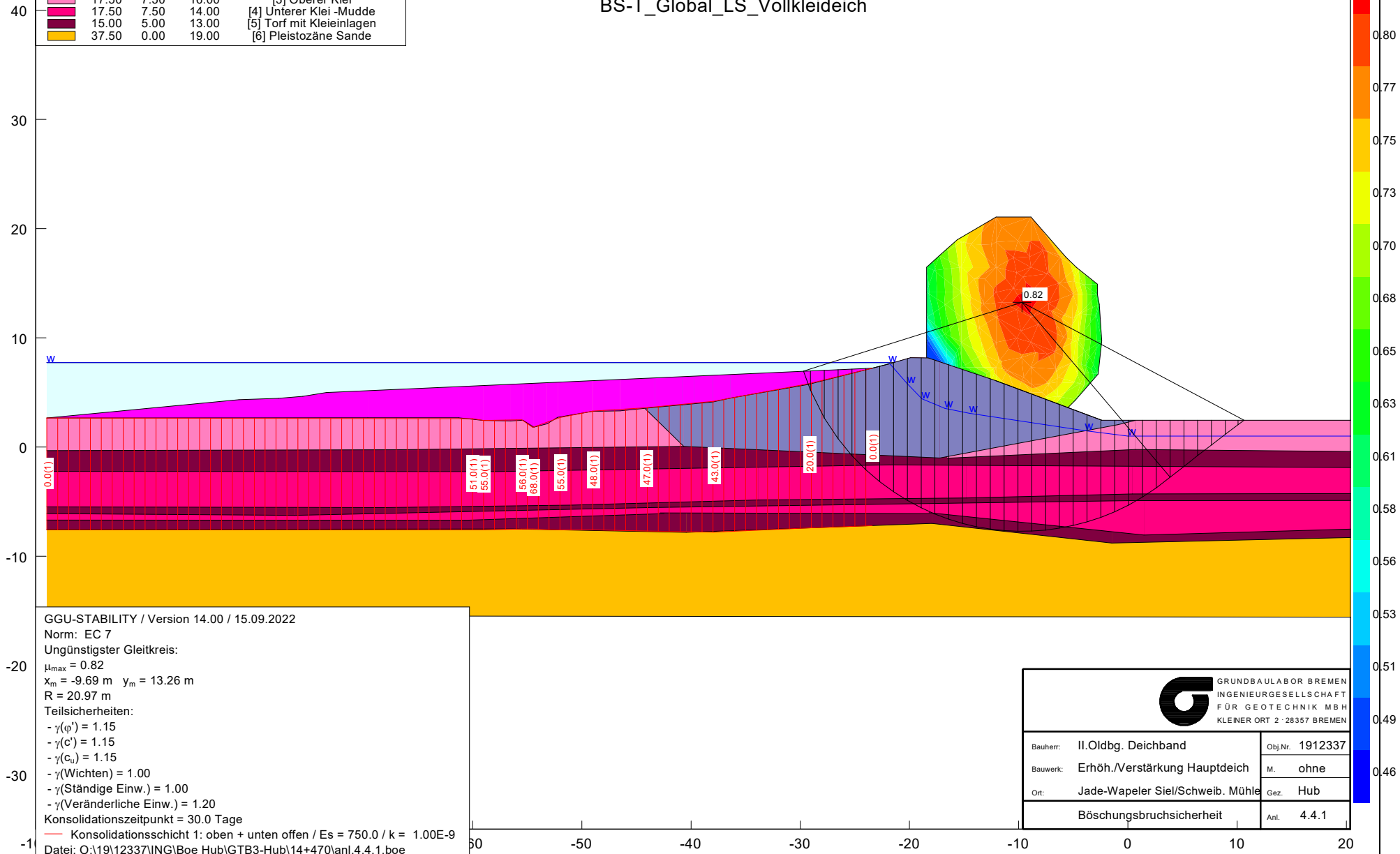


GGU-STABILITY / Version 14.00 / 15.09.2022
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 1.00$
 $x_m = 1.92 \text{ m}$ $y_m = 33.79 \text{ m}$
 $R = 39.17 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 - Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9 / \text{Liegezeit} = 730.0$
 - Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9 / \text{Liegezeit} = 365.0$
 - Konsolidationsschicht 3: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boe Hub\GTB3-Hub\13+770\anl.4.3.3.boe

 GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH <small>KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN</small>		Bauherr:	II.Oldbg. Deichband	Obj.Nr.	1912337
		Bauwerk:	Erhöh./Verstärkung Hauptdeich	M.	ohne
Ort:	Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	Gez.	Hub		
Böschungsbruchsicherheit			Anl.	4.3.3	

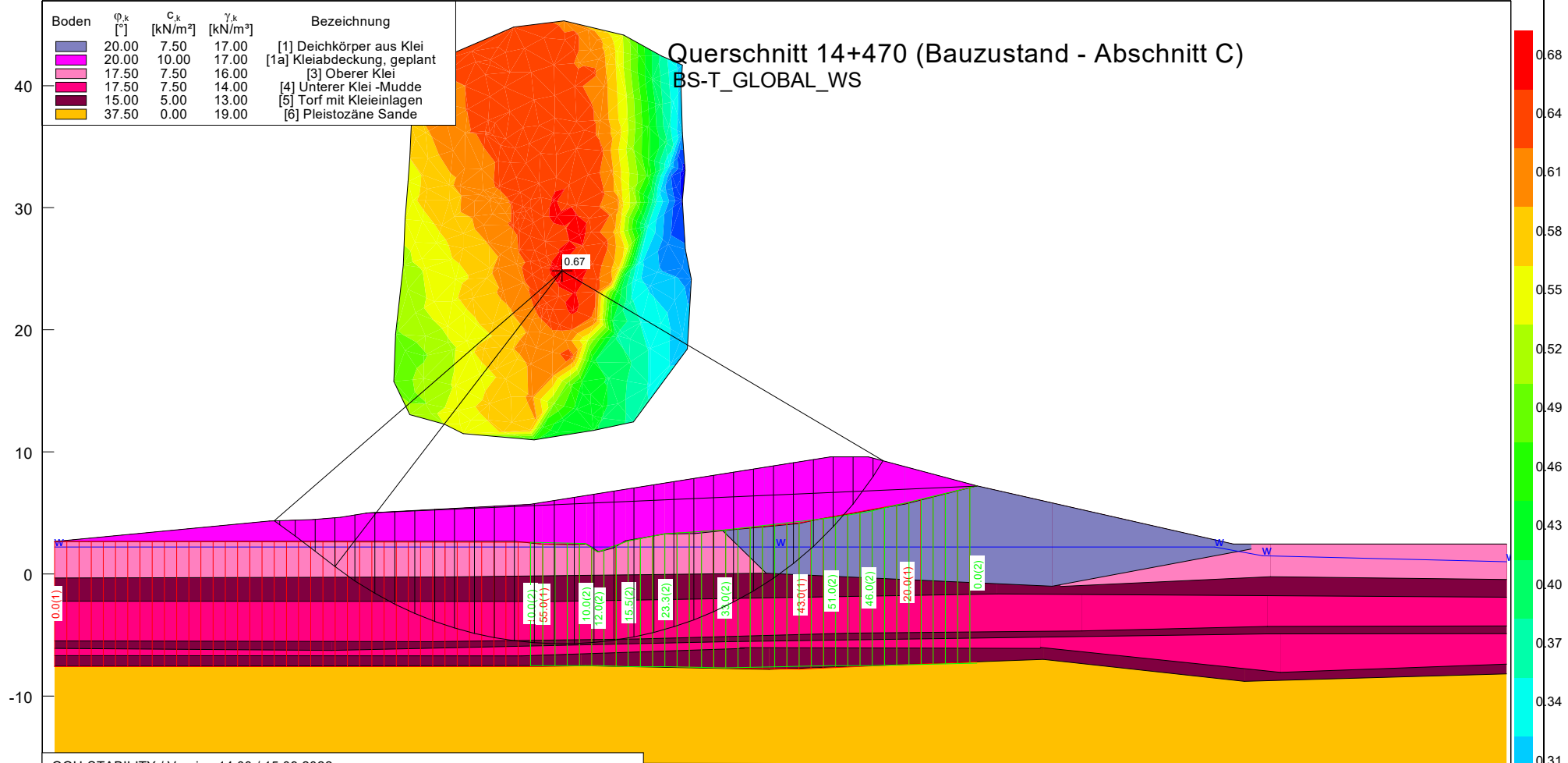
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	20.00	7.50	17.00	[1] Deichkörper aus Klei
	20.00	10.00	17.00	[1a] Kleiabdeckung, geplant
	17.50	7.50	16.00	[3] Oberer Klei
	17.50	7.50	14.00	[4] Unterer Klei -Mudde
	15.00	5.00	13.00	[5] Torf mit Kleieinlagen
	37.50	0.00	19.00	[6] Pleistozäne Sande

Querschnitt 14+470 (Bauzustand - Abschnitt B) BS-T_Global_LS_Vollkleideich




Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	7.50	17.00	Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	Kleiabdeckung, geplant
[3]	17.50	7.50	16.00	Oberer Klei
[4]	17.50	7.50	14.00	Unterer Klei -Mudde
[5]	15.00	5.00	13.00	Torf mit Kleinlagen
[6]	37.50	0.00	19.00	Pleistozäne Sande

Querschnitt 14+470 (Bauzustand - Abschnitt C) BS-T_GLOBAL_WS

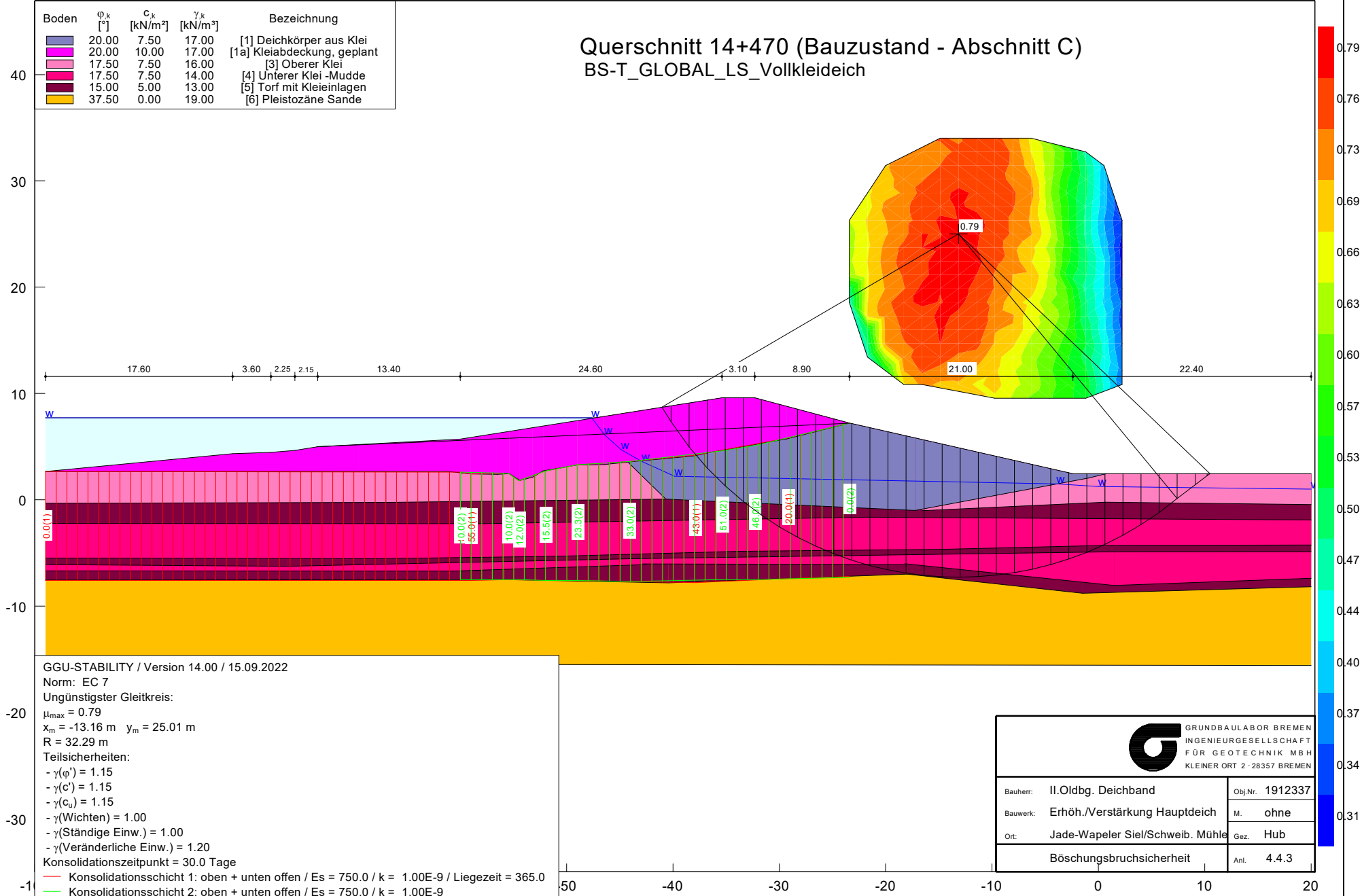


GGU-STABILITY / Version 14.00 / 15.09.2022
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.67$
 $x_m = -57.40 \text{ m}$ $y_m = 24.84 \text{ m}$
 $R = 30.56 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.15$
 - $\gamma(c) = 1.15$
 - $\gamma(c_v) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 - Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9 / \text{Liegezeit} = 365.0$
 - Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boe Hub\GTB3-Hub\14+470\anl.4.4.2.boe

 GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN		
		Bauherr: II.Oldbg. Deichband
Bauwerk: Erhöh./Verstärkung Hauptdeich	M. ohne	
Ort: Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	Gez. Hub	
Böschungsbruchsicherheit		Anl. 4.4.2

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	7.50	17.00	Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	Kleiabdeckung, geplant
[3]	17.50	7.50	16.00	Oberer Klei
[4]	17.50	7.50	14.00	Unterer Klei -Mudde
[5]	15.00	5.00	13.00	Torf mit Kleinlagen
[6]	37.50	0.00	19.00	Pleistozäne Sande

Querschnitt 14+470 (Bauzustand - Abschnitt C) BS-T_GLOBAL_LS_Vollkleideich

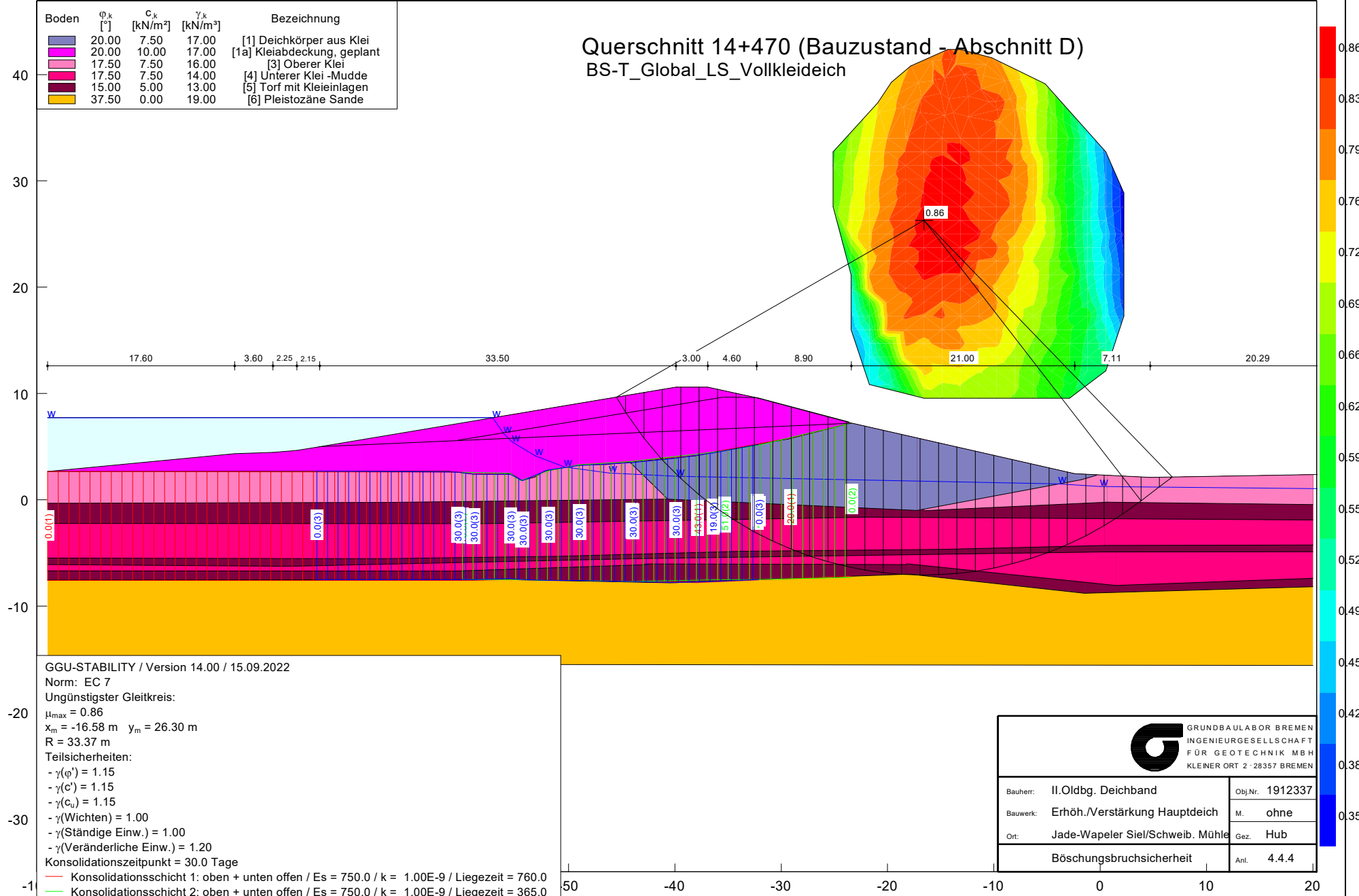


GGU-STABILITY / Version 14.00 / 15.09.2022
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.79$
 $x_m = -13.16 \text{ m}$ $y_m = 25.01 \text{ m}$
 $R = 32.29 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.15$
 - $\gamma(c) = 1.15$
 - $\gamma(c_v) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 - Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9 / \text{Liegezeit} = 365.0$
 - Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boe Hub\GTB3-Hub\14+470\anl.4.4.3.boe


		Obj.Nr. 1912337
		M. ohne
Bauherr: II.Oldbg. Deichband	Ort: Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	
Bauwerk: Erhöh./Verstärkung Hauptdeich	Gez. Hub	
Böschungsbruchsicherheit		Anl. 4.4.3

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	7.50	17.00	Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	Kleiabdeckung, geplant
[3]	17.50	7.50	16.00	Oberer Klei
[4]	17.50	7.50	14.00	Unterer Klei -Mudde
[5]	15.00	5.00	13.00	Torf mit Kleiinlagen
[6]	37.50	0.00	19.00	Pleistozäne Sande

Querschnitt 14+470 (Bauzustand - Abschnitt D) BS-T_Global_LS_Vollkleideich



GGU-STABILITY / Version 14.00 / 15.09.2022
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.86$
 $x_m = -16.58 \text{ m}$ $y_m = 26.30 \text{ m}$
 $R = 33.37 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.15$
 - $\gamma(c) = 1.15$
 - $\gamma(c_v) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 - Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9 / \text{Liegezeit} = 760.0$
 - Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9 / \text{Liegezeit} = 365.0$
 - Konsolidationsschicht 3: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boe Hub\GTB3-Hub\14+470\anl.4.4.4.boe

 GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN		
		Bauherr: II.Oldbg. Deichband
Bauwerk: Erhöh./Verstärkung Hauptdeich	M. ohne	
Ort: Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	Gez. Hub	
Böschungsbruchsicherheit		Anl. 4.4.4



GRUNDBAULABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR GEOTECHNIK MBH
KLEINER ORT 2
28357 BREMEN
TELEFON (0421) 20770-0
MOIN@GRUNDBAULABOR.DE

GRUNDBAULABOR BREMEN · KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

II. Oldenburgischer Deichband
Franz-Schubert-Str. 31
26919 Brake
c/o
NLWKN - Betriebsstelle Brake - Oldenburg
Herrn Pannemann-Schriever
Heinestr. 1
26919 Brake

24.11.2023 Hub/Re
Objekt-Nr.
19 12337
O:\19\12337\Briefe\br13.docx

Mail: Johannes.Pannemann-Schriever@nlwkn.niedersachsen.de
cc: Rena.Luehrsen@nlwkn.niedersachsen.de
cc: AnnKathrin.Mai@nlwkn.niedersachsen.de

**Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel
und Schweiburgermühle, Deich-km 10+870 bis 14+750
Geotechnische Stellungnahme zu einer Anpassung der Variante Achse/Achse
nach binnen**

Sehr geehrter Herr Pannemann-Schriever,

nachfolgend erhalten Sie unsere Stellungnahme mit einer geotechnischen Bewertung
einer Anpassung der Variante Achse/Achse Richtung binnen.

Aus den Standsicherheitsberechnungen im Bauzustand (Geotechnischer Bericht Nr. 3
vom 15.02.2023) ist ersichtlich, dass die Standsicherheit im Bau- und Endzustand
unter Berücksichtigung einer Liegezeit der einzelnen Bauzustände von mindestens 1
Jahr überwiegend erfüllt ist. Die für die Standsicherheit ungünstigste Situation stellt
hierbei die binnenseitige Auffüllung dar, da hier die größte Böschungsneigung
vorhanden ist und das Gelände eine geringere Ausgangshöhe aufweist.

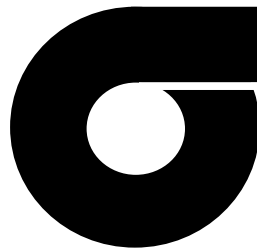


Unter Berücksichtigung dieser Standsicherheitsberechnungen wird von einer Verschiebung der Deichachse in Richtung binnen abgeraten, da diese Verschiebung unmittelbar mit einer größeren Auffüllungsmächtigkeit binnenseitig einhergeht. Auch unter Berücksichtigung der Ausführungstoleranzen resultieren selbst aus geringen Verschiebungen bereits signifikante Auswirkungen auf die Standsicherheit und folglich auf die Liegezeit bzw. auf die Notwendigkeit zusätzlicher Maßnahmen in Form von Vertikaldränagen o.Ä.

Für Fragen stehen wir Ihnen selbstverständlich gern zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

i. A. Bau-Ing. Luka Hublitz M. Eng.



GRUNDBAULABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR GEOTECHNIK MBH
KLEINER ORT 2
28357 BREMEN
TELEFON (0421) 20770-0
MOIN@GRUNDBAULABOR.DE

Objekt-Nr.: 19 12337
Datum: 06.02.2024
Zeichen: Hub/Ala/Re
Datei: O:\19\12337\GTB4.docx

Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburger Mühle, km 10+875 bis 14+730, 26349 Jade-Wapeler Siel

Geotechnischer Bericht Nr. 4

Ergänzende Nachweise der Standsicherheit im Bauzustand

Bauherr: II. Oldenburgischer Deichband
Franz-Schubert-Straße 31
26919 Brake

Planung: Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NLWKN - Betriebsstelle Brake - Oldenburg
Heinestr. 1
26919 Brake



INHALTSVERZEICHNIS

1	Veranlassung	3
2	Baumaßnahme	3
2.1	Planunterlagen.....	3
2.2	Untersuchungsfläche und Baugrundverhältnisse	4
3	Nachweis der Standsicherheit	4
3.1	Aufgabenstellung und Berechnungsquerschnitte	4
3.2	Software.....	4
3.3	Bauablauf.....	5
3.4	Berechnungsansätze	5
3.5	Ergebnisse der Böschungsbruchberechnungen Querschnitt 14+470 (Anlagen 5.1.1 bis 5.1.5).....	5
4	Anlagenverzeichnis	7

1 Veranlassung

Der II. Oldenburgische Deichband plant die Deichverstärkung und Deicherhöhung des Hauptdeiches zwischen dem Jade-Wapeler Siel und der Schweiburger Mühle.

Unter Berücksichtigung der Querschnittsgestaltung der Erhöhung auf der vorhandenen Achse (Vollkleideich) wurden vom Grundbaulabor Bremen Standsicherheitsberechnungen für die einzelnen Bauzustände durchgeführt (Unterlage [1.1]).

Das Grundbaulabor Bremen wurde ergänzend beauftragt, für den Teilbereich von Deich-km 14.030 bis 14.730 bauzeitliche Standsicherheitsberechnungen für die Herstellung eines Sandkerneiches durchzuführen.

Dieser Geotechnische Bericht Nr. 4 enthält die Ergebnisse der Böschungsbruchberechnungen für den repräsentativen Querschnitt bei Stat.-km 14.470 und gilt nur in Verbindung mit dem Geotechnischen Bericht Nr. 3 vom 15.02.2023.

2 Baumaßnahme

2.1 Planunterlagen

Grundbaulabor Bremen

[1.1] Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburger Mühle, 10+875 bis 14+730, Geotechnischer Bericht Nr. 3; Beurteilung der Standsicherheit im Bauzustand vom 15.02.2023 und die dort aufgeführten Unterlagen, (Objekt-Nr. 19 12337).

NLWKN – Betriebsstelle Brake

[2.1] Entwurfsplanung - Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen Jade-Wapeler Siel und Schweiburger Mühle, Deich-km 10.875 bis 14.750, Sandkerneich Deich-km 14.030 bis 14.730, 01/2024

2.2 Untersuchungsfläche und Baugrundverhältnisse

Eine Beschreibung der Untersuchungsfläche und Angaben zu den Baugrundverhältnissen sind in [1.1] gegeben.

3 Nachweis der Standsicherheit

3.1 Aufgabenstellung und Berechnungsquerschnitte

Vom II. Oldenburgischen Deichband wurde ergänzend eine Beurteilung der Deichstandsicherheit im Bereich des Deichabschnittes an Stat.-km 14.470 entsprechend der vorhandenen Baugrundsituation und dem geplanten Aufbau mit Sandkern beauftragt.

3.2 Software

Die Berechnung der Böschungsbruchsicherheit wurde mit dem Programm GGU - STABILITY - Böschungsbruchberechnungen und Berechnungen von Bodenvernagelungen und Bewehrte-Erde-Wände nach DIN 4084 und EC 7 - Version 14.00 vom 15.09.2022 durchgeführt.

Die Deichstandsicherheit wurde mit dem Verfahren nach Bishop (kreisförmiger Bruchkörper mit dem Mohr-Coulomb Bruchkriterium) ermittelt.

Der Ausnutzungsgrad „ μ “ wird als Verhältnis des Bemessungswertes der Einwirkungen bzw. Beanspruchungen zu den Widerständen definiert und muss die Forderung

$$\mu \leq 1,0$$

erfüllen.

3.3 Bauablauf

Die Herstellung der Deicherhöhung im betrachteten Bereich ist nach Unterlage [2.1] überwiegend in 3 Bauphasen geplant. Die Phasen lassen sich grundsätzlich wie folgt einteilen:

- Bauphase B: Aufbringen der ersten Lage Klei außendeichs
- Bauphase C: Auskofferung und Lagerung des Aushubes außendeichs
- Bauphase D: Herstellung des Sandkerns und Herstellung der Kleiabdeckung

In den Berechnungen wird für die teilkonsolidierten Bauzustände eine Zeitdauer zwischen den jeweiligen Phasen von 365 Tagen berücksichtigt.

3.4 Berechnungsansätze

Bei der Berechnung für den Bauzustand wurde der Nachweis der Standsicherheit für die Globalsicherheit der Außen- und Binnenböschung geführt.

Die Berechnungen erfolgten mit den Scherfestigkeiten des dränierten Bodens im teilkonsolidierten Zustand in Anhängigkeit von den Liegezeiten der jeweiligen Bauphasen.

3.5 Ergebnisse der Böschungsbruchberechnungen Querschnitt 14+470 (Anlagen 5.1.1 bis 5.1.5)

Die Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen des Deichquerschnittes 14+470 für den Bauzustand sind auf den Anlagen 5.1.1 bis 5.1.5 dargestellt und nachfolgend zusammengefasst:

Zustand	Böschungsseite	Ausnutzungsgrad μ	Nachweis erfüllt	Anlage
Bauphase B	Binnen	0,85	JA	5.1.1
Bauphase C	Binnen	0,93	JA	5.1.2
Bauphase C	Außen	0,80	JA	5.1.3
Bauphase D	Binnen	0,98	JA	5.1.4
Endzustand	Binnen	0,83	JA	5.1.5

Bei den Nachweisen der globalen und lokalen Deichstandsicherheit binnen- und außenseitig ergeben sich im Querschnitt 14+470 für die Bemessungssituation BS- T Ausnutzungsgrade von

$$\mu \leq 1,0.$$

Die ausreichende Standsicherheit ist für den Querschnitt 14+470 unter den gegebenen Randbedingungen nachgewiesen. Aufgrund des teilweise hohen Ausnutzungsgrades kann es jedoch zu Verformungsproblemen (Gebrauchstauglichkeit) kommen.

Abweichend zu den bereits abgestimmten Bodenkennwerten für den Bemessungsquerschnitt bei Deich-km 14.300 wurde für die Bauphase C (Anl. 5.1.2 und 5.1.3) eine erhöhte Kohäsion für den bestehenden Deichkörper angesetzt, da die maßgebenden Gleitkreise in dem vom Aushub entlasteten Bereich liegen. Die tatsächliche Scherfestigkeit ist hier aufgrund der Spannungshistorie deutlich größer als die mit den drainierten Bodenkennwerten errechnete Scherfestigkeit. Zur Berücksichtigung der Spannungshistorie wurde daher die drainierte Kohäsion erhöht. Zur Kontrolle der Porenwasserüberdrücke wird weiterhin ein baubegleitendes Messprogramm empfohlen.

Dr.-Ing. von Bloh
Geschäftsführer

i. A. Bau-Ing. Luka Hublitz M. Eng.



Verteiler:

Bauherr: II. Oldenburgischer Deichband
Franz-Schubert-Straße 31
26919 Brake
- über NLWKN - digital

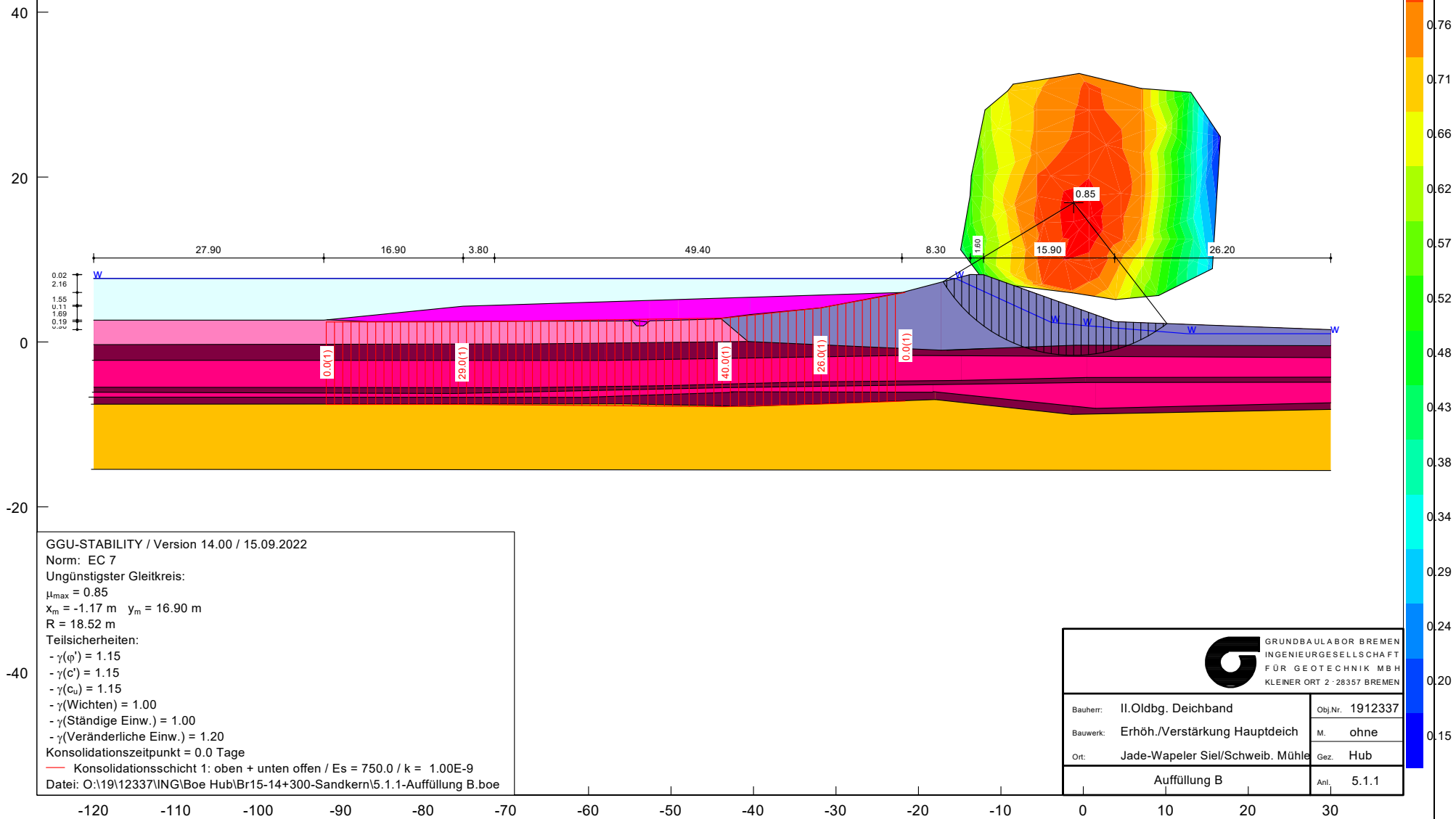
Planung: Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NLWKN - Betriebsstelle Brake - Oldenburg
Heinestr. 1
26919 Brake digital

4 Anlagenverzeichnis


I N H A L T	von	bis
Böschungsbruchuntersuchungen		
Querschnitt Stat. 14.470	5.1.1	5.1.5

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	7.50	17.00	Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	Kleiabdeckung, geplant
[2]	35.00	0.00	19.00	Sandkern, geplant
[3]	17.50	7.50	16.00	Oberer Klei
[4]	17.50	7.50	14.00	Unterer Klei -Mudde
[5]	15.00	5.00	13.00	Torf mit Kleieinlagen
[6]	37.50	0.00	19.00	Pleistozäne Sande

Querschnitt 14+470 Bauzustand BS-T_Bemessungswasserstand + 7,71 m NN

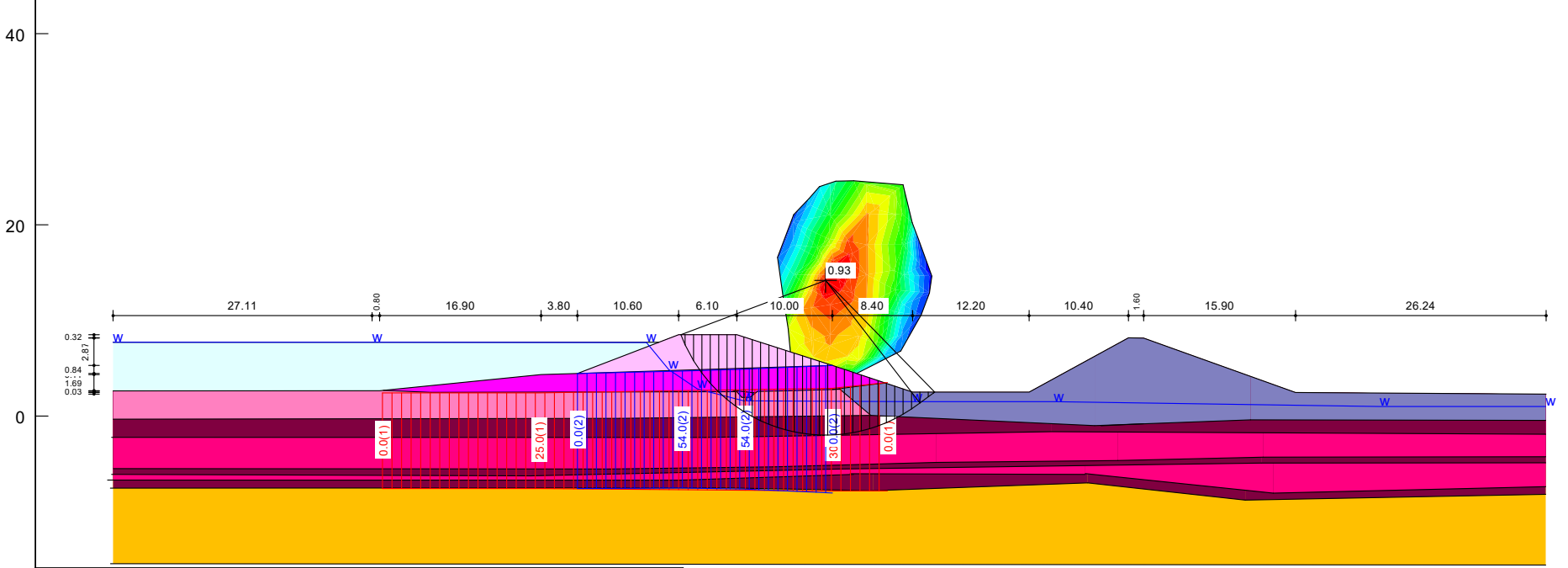


GGU-STABILITY / Version 14.00 / 15.09.2022
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.85$
 $x_m = -1.17$ m $y_m = 16.90$ m
 $R = 18.52$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 0.0 Tage
 — Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / $E_s = 750.0$ / $k = 1.00E-9$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boe Hub\Br15-14+300-Sandkern\5.1.1-Auffüllung B.boe

 GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN	
Bauwerk: Erhöh./Verstärkung Hauptdeich	M. ohne
Ort: Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	Gez. Hub
Auffüllung B	
	Anl. 5.1.1

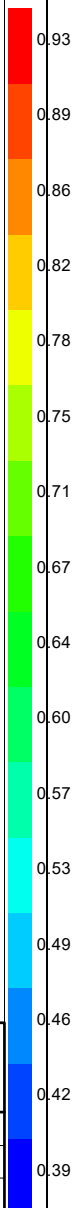
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	15.00	17.00	Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	Kleiabdeckung, Auff. B
[2]	35.00	0.00	19.00	Sandkern, geplant
[3]	17.50	7.50	16.00	Oberer Klei
[4]	17.50	7.50	14.00	Unterer Klei-Mudde
[5]	15.00	5.00	13.00	Torf mit Kleieinlagen
[6]	37.50	0.00	19.00	Pleistozäne Sande
[7]	20.00	10.00	17.00	Auffüllung C

Querschnitt 14+470 (Bauzustand)
 BS-T_Bemessungswasserstand = + 7,71 m NN
 OK Auffüllung = + 8,5 m NN



GGU-STABILITY / Version 14.00 / 15.09.2022
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.93$
 $x_m = -45.41$ m $y_m = 14.18$ m
 $R = 16.18$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 — Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / $E_s = 750.0$ / $k = 1.00E-9$ / Liegezeit = 365.0
 — Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / $E_s = 750.0$ / $k = 1.00E-9$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boe Hub\Br15-14+300-Sandkern\5.1.2-Aushub C.boe

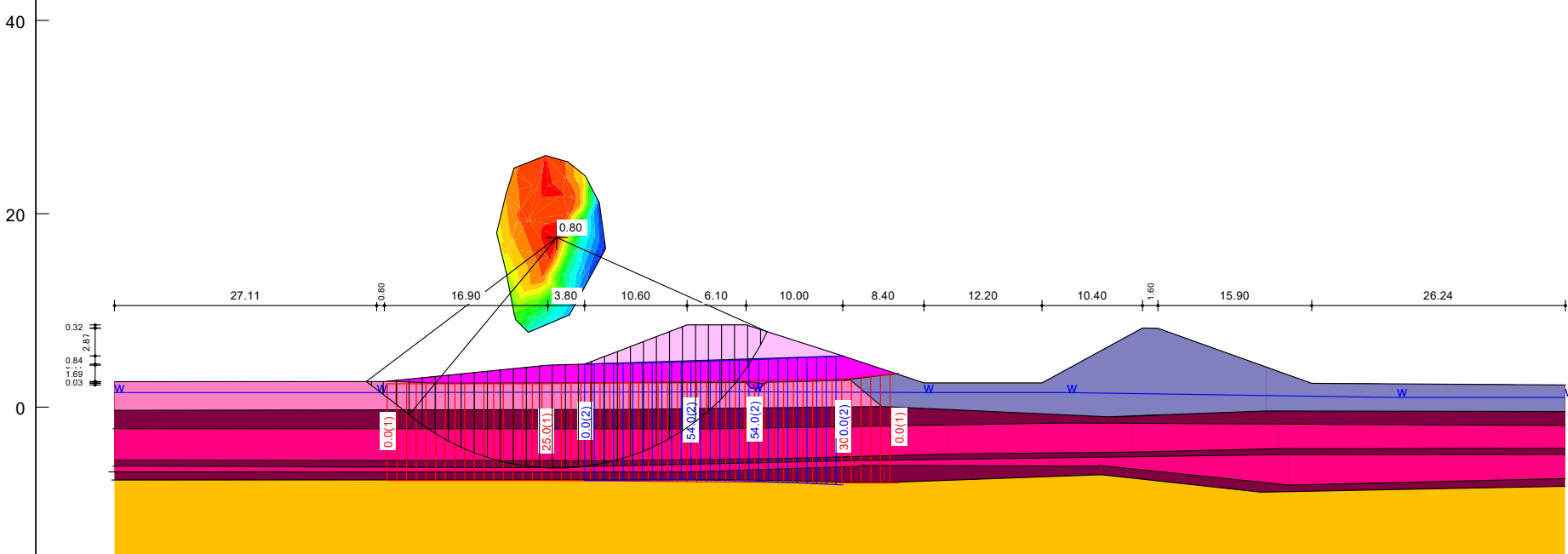
 GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN		
		Bauherr: II.Oldbg. Deichband
Bauwerk: Erhöh./Verstärkung Hauptdeich	M. ohne	Gez. Hub
Ort: Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	Anl. 5.1.2	



-120 -110 -100 -90 -80 -70 -60 -50 -40 -30 -20 -10 0 10 20 30

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	15.00	17.00	Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	Kleiabdeckung, Auff. B
[2]	35.00	0.00	19.00	Sandkern, geplant
[3]	17.50	7.50	16.00	Oberer Klei
[4]	17.50	7.50	14.00	Unterer Klei-Mudde
[5]	15.00	5.00	13.00	Torf mit Kleieinlagen
[6]	37.50	0.00	19.00	Pleistozäne Sande
[7]	20.00	10.00	17.00	Auffüllung C

Querschnitt 14+470 (Bauzustand)
 BS-T_Bemessungswasserstand = + 7,71 m NN
 OK Auffüllung = + 8,5 m NN



GGU-STABILITY / Version 14.00 / 15.09.2022
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.80$
 $x_m = -74.28 \text{ m}$ $y_m = 17.53 \text{ m}$
 $R = 23.83 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 — Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9 / \text{Liegezeit} = 365.0$
 — Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boe Hub\Br15-14+300-Sandkern\5.1.3-Aushub C.boe

 GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN	
Bauwerk: Erhöh./Verstärkung Hauptdeich	M. ohne
Ort: Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	Gez. Hub
Aushub und Auffüllung C	
	Anl. 5.1.3

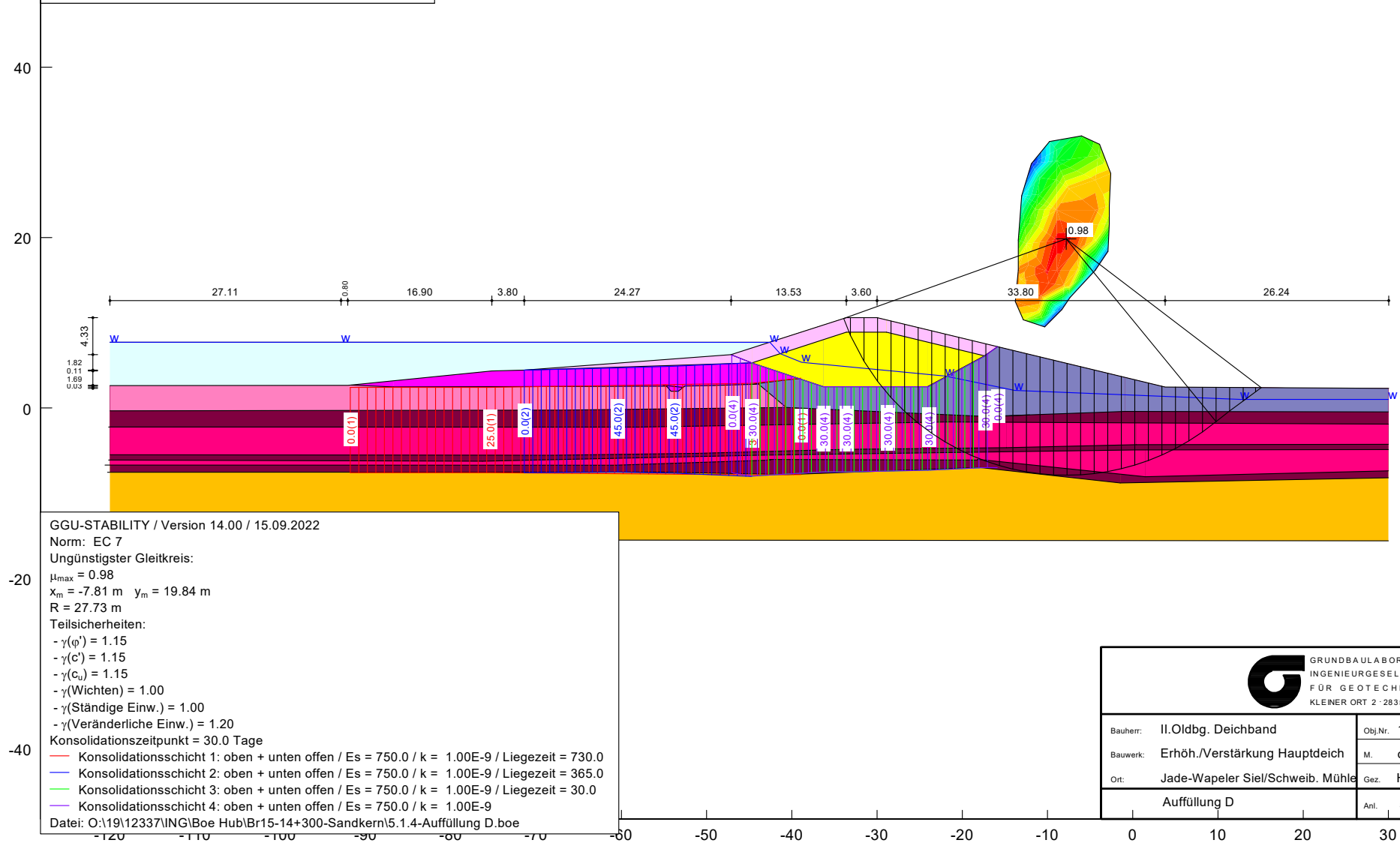
-120 -110 -100 -90 -80 -70 -60 -50 -40 -30 -20 -10 0 10 20 30

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[1]	20.00	7.50	17.00	Deichkörper aus Klei
[1a]	20.00	10.00	17.00	Kleiabdeckung, Auff. B
[2]	35.00	0.00	19.00	Sandkern, geplant
[3]	17.50	7.50	16.00	Oberer Klei
[4]	17.50	7.50	14.00	Unterer Klei -Mudde
[5]	15.00	5.00	13.00	Torf mit Kleieinlagen
[6]	37.50	0.00	19.00	Pleistozäne Sande
[7]	20.00	10.00	17.00	Auffüllung C

Querschnitt 14+470 (Bauzustand)

BS-T_Bemessungswasserstand = +7,71 m NN

OK Deich = +10,6 m NN



GGU-STABILITY / Version 14.00 / 15.09.2022
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.98$
 $x_m = -7.81 \text{ m}$ $y_m = 19.84 \text{ m}$
 $R = 27.73 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 30.0 Tage
 - Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9 / \text{Liegezeit} = 730.0$
 - Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9 / \text{Liegezeit} = 365.0$
 - Konsolidationsschicht 3: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9 / \text{Liegezeit} = 30.0$
 - Konsolidationsschicht 4: oben + unten offen / $E_s = 750.0 / k = 1.00E-9$
 Datei: O:\19\12337\ING\Boe Hub\Br15-14+300-Sandkern\5.1.4-Auffüllung D.boe

GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN	
Bauwerk: Erhöh./Verstärkung Hauptdeich	M. ohne
Ort: Jade-Wapeler Siel/Schweib. Mühle	Gez. Hub
Auffüllung D	
	Anl. 5.1.4



NLWKN PASS Wapelergroden

Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches zwischen dem Jade Wapeler Siel und Schweiburgermühle

Potentiell sulfatsaure Böden

Bericht

Auftraggeber: II. Oldenburgischer Deichband

über: NLWKN
Heinestraße 1
26919 Brake

Projektnummer: 24P116

Berichtsdatum: 23.02.2024

Umfang: 3 Seiten / 1 Anlage

Bearbeitung: **Böker und Partner mbB**
Cloppenburger Str. 4a
26135 Oldenburg

Ansprechpartner:

Dr. Dieter Cordes

Sachverständiger §18 BBodSchG
zert. Bodenkundlicher Baubegleitung Bv Boden (2017)

Telefon: 0441 – 960 10 61
E-Mail: cordes@boekerundpartner.de

M.Sc. Tewe Piwek

Bearbeiter

0441 – 960 10 61
piwek@boekerundpartner.de





INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG UND VERANLASSUNG.....	1
2	VORHANDENE INFORMATIONEN.....	1
3	UNTERSUCHUNGSKONZEPT.....	1
4	DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN.....	1
5	CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN.....	2
6	SCHNELLTEST UND BEWERTUNGEN.....	2
7	FAZIT UND EMPFEHLUNGEN.....	3

VERZEICHNIS DER ANLAGEN

Anlage 1: Übersichtskarte





1 EINLEITUNG UND VERANLASSUNG

Der II Oldenburgische Deichband, plant die Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches im Deichabschnitt Jade Wapeler Siel bis Schweiburger Mühle bei Wapelergroden.

Das Ingenieurbüro Böker und Partner mbB, Oldenburg, wurde am 24.01.2024 mit den notwendigen Untersuchungen beauftragt.

2 VORHANDENE INFORMATIONEN

Es liegen bisher keine Untersuchungen zum Standort vor.

Die Fläche liegen gemäß Informationen des NIBIS-Kartenservers im holozänen Küstenbereich des Naturraums Küstenmarschen. Aufgrund der Genese der sehr tiefen Kalkmarsch können in Teilbereichen des Plangebiets im wassergesättigten Bereich potentiell sulfatsaure Eigenschaften vorherrschen, welche unter Sauerstoffzufuhr aktuell werden und zu einer starken Versauerung des betreffenden Bodens führen können (NIBIS: aktuell und potentiell sulfatsaures Material aus mineralischen Anteilen und Torfen; Material mit hohen Schwefelgehalten (lagunäre oder stark humose, tonreiche Sedimente im Wechsel mit Torfen, häufig lagunäre Sedimente und mächtigere Torfe im Untergrund)).

Somit ist der Standort mit geplantem Bodenaushub (nach der Planung: rd. 1 m Grabenaushub) gemäß der Vorgaben der GeoFakten 25 zu überprüfen.

3 UNTERSUCHUNGSKONZEPT

Für die Erkundungen und Beprobungen auf sulfatsaure Eigenschaften wurden Sondierungen auf der Projektfläche ausgeführt. Die Sondierungen wurden an 10 Standorten (siehe Anlage 1) im Plangebiet plaziert.

Die Bewertung der Ergebnisse erfolgt hinsichtlich der Vorgaben der GeoFakten 24 + 25.

4 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Es wurden 10 Sondierungen (Probe 1 bis Probe 1) mit einer Endteufe von 1,5 m u. GOK auf der Projektfläche mittels Handbohrgerät niedergebracht.

Für alle Sondierungen wurde eine Schichtenaufnahme durchgeführt und schichtenweise, maximal aber bis 1,5 m Tiefe, beprobt. Die Einzelproben wurden per Schnelltest nach Vorgaben der GeoFakten 25 untersucht.

5 CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN

Die Einzelproben aus den Sondierungen wurden im Labor auf sulfatsaure Eigenschaften untersucht. Die Ergebnisse der Schnelltests sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Die Einstufung der sulfatsauren Eigenschaften erfolgt nach Vorgaben der GeoFakten 25.

6 SCHNELLTEST UND BEWERTUNGEN

Die folgend aufgeführten Ergebnisse der durchgeführten Schnelltests ergaben Einschätzungen von potentiell sulfatsaurer bis nicht potentiell sulfatsaurer Böden.

(Erläuterung der Bewertung des HCl-Tests: „++“ = stark, „+“ = deutlich, „o“ = mäßig, „-“ = wenig/nicht)

Tabelle 1: Schnelltests der Bodenproben auf sulfatsaure Eigenschaften nach den GeoFakten25

Bohrung	Tiefe [m]	Schicht	HCl-Test Geruch	Schäumen HCl	pH-Wert vor H ₂ O ₂	pH-Wert nach H ₂ O ₂	Einschätzung potentiell sulfatsaurer
1	0,15-1,1	2	-	+	7,0	6,0	nein
1	1,1-1,5	3	-	-	7,0	6,0	nein
2	0,0-1,0	1	-	+	7,0	6,0	nein
3	0,0-1,1	1	-	+	7,0	7,0	nein
4	0,0-1,0	1	-	+	7	5,0	nein
4	1,0-1,5	2	-	+	6,5	5,0	nein
5	0,0-1,0	1	-	+	7,0	5,0	nein
5	1,0-1,5	2	-	+	7,0	5,0	nein
6	0,0-1,0	1	-	+	7,0	5,0	nein
6	1,0-1,5	2	-	+	7,0	5,0	nein
7	0,0-1,0	1	+	+	7,0	5,0	nein
7	1,0-1,5	2	-	+	7,0	5,0	nein
8	0,0-1,0	1	-	o	6,5	5,0	nein
8	1,0-1,5	2	-	+	7,0	4,5	wahrscheinlich
9	0,0-1,0	1	-	+	7,0	6,0	nein
9	1,0-1,5	2	-	+	7,0	5,0	nein
10	0,0-1,5	1	-	+	7,0	6,5	nein



Die Ergebnisse der Schnelltests weisen für den obersten Meter unter GOK an **keine Hinweise auf potentiell sulfatsaure Eigenschaften** des Bodens auf. An dem Probenpunkt Nummer 8 zeigt der Schnelltest für die zweite Schicht potentiell sulfatsaure Eigenschaften an.

Aufgrund der eindeutigen Ergebnisse der Schnelltests wurde auf die chemische Analytik (SNK, SBP) verzichtet.

7 FAZIT UND EMPFEHLUNGEN

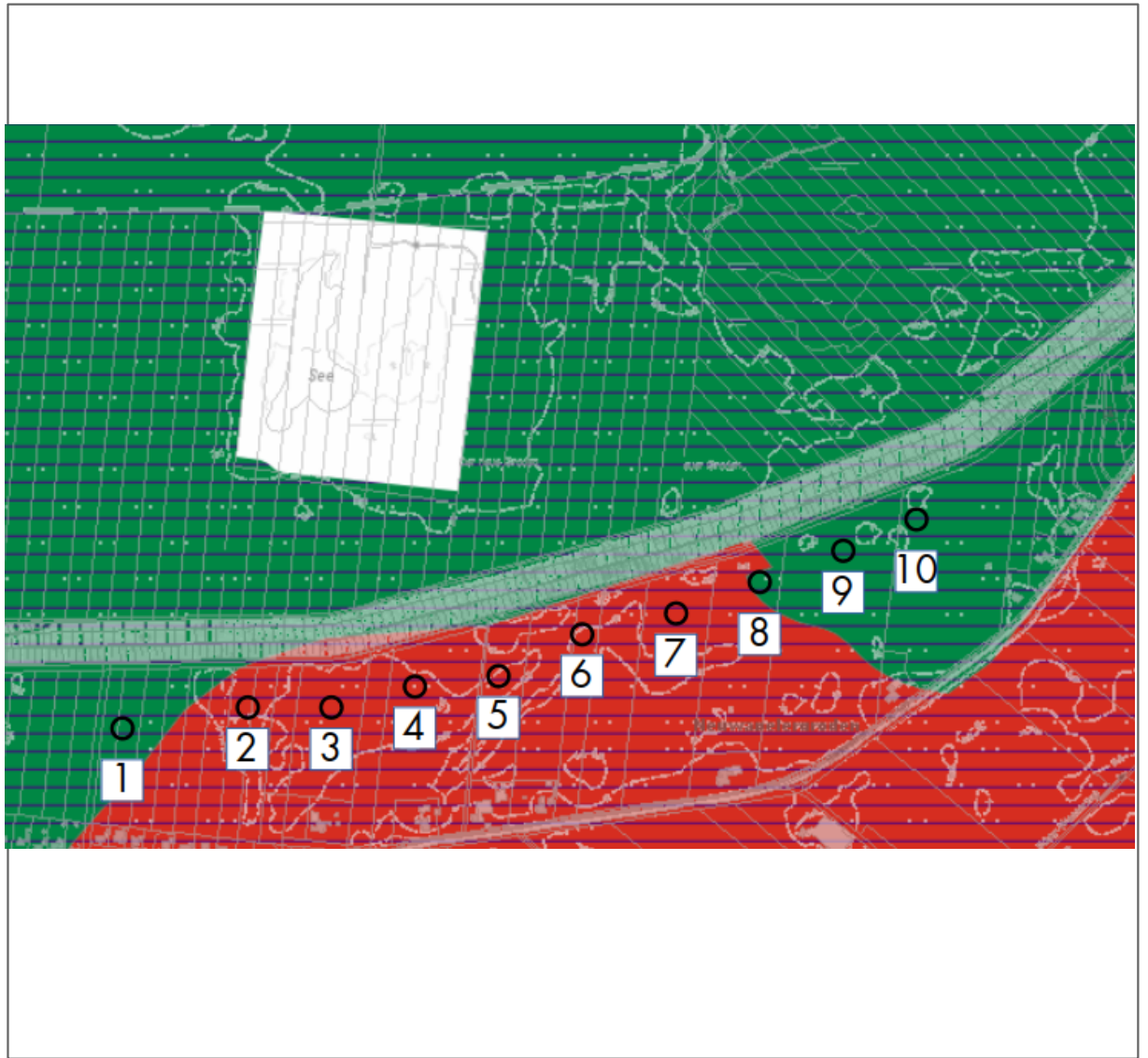
Die Informationen des NIBIS-Kartenservers konnten durch die Beprobung und die Schnelltests nicht bestätigt werden. Bis auf Punkt 8 (unterhalb von 1 m) wurden an keinem Beprobungspunkt im Plangebiet potentiell sulfatsaure Eigenschaften festgestellt.

Die erforderliche Aushubtiefe für die neuen Entwässerungsgräben des verbreiterten Deiches liegen an Beprobungspunkt 8 möglicherweise im Bereich von potentiell sulfatsaurem Boden.

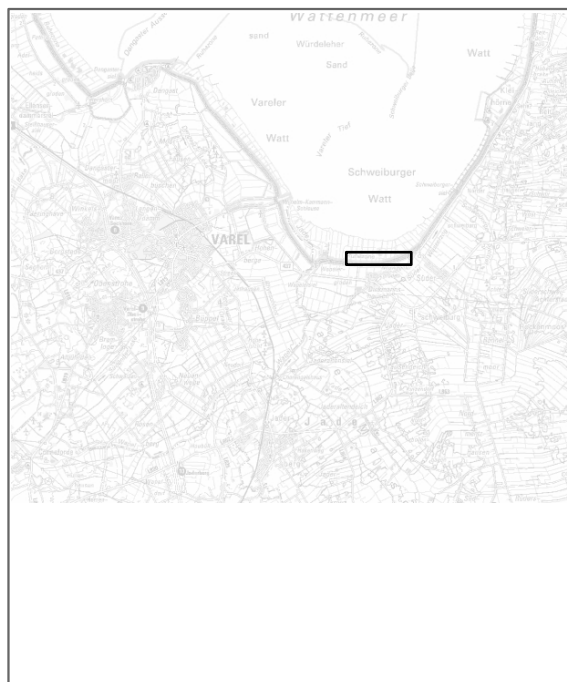
Aushubböden aus diesem Bereich sollten nicht zwischengelagert werden. Falls Torfböden auftreten, sind diese ebenfalls getrennt zu lagern. Wenn sich eine Zwischenlagerung der Aushubböden nicht vermeiden lässt, empfehlen wir eine Kalkung der Bodenmieten, um ein Absinken des pH-Wertes während der Bauarbeiten zu vermeiden.

Durch eine Kalkung der Böden wird der pH-Wert erhöht und ein Puffer für die säurebildenden Effekte bei aktuell sulfatsauren Böden geschaffen. Somit wird die Mobilisierung von Schwermetallen verhindert sowie negative Effekte auf das Pflanzenwachstum und die Fauna vermieden.

Allgemein bleibt zu fordern, dass derartige Materialien möglichst umgehend wieder eingebaut werden, damit kein Luftzutritt erfolgt. Wir empfehlen aufgrund der komplexen Verhältnisse die Einsetzung einer Bodenkundlichen Baubegleitung.



Kartengrundlage: digitaler Routenplaner



Deichverbreiterung Wapelergroden Potentiell sulfatsaure Böden Erkundungsbericht

Auftraggeber

II. Oldenburgischer Deichband, über: NLWKN
Heinestraße 1
26919 Brake

Übersichtskarte mit Lage der Bohrpunkte

BÖKER und PARTNER



Partnerschaft mit beschränkter Berufshaftung
Beratende Ingenieure und Geologen
www.boekerundpartner.de

24P116

T. Piwek
Februar 2024

Anlage 1

LGLN, Regionaldirektion Hameln - Hannover
Kampfmittelbeseitigungsdienst
Dorfstraße 19, 30519 Hannover

II. Oldenburgischer Deichband
Herr Weimann
Franz-Schubert-Str. 31
26919 Brake

Bearbeitet von Britta Neuenfeld

Ihr Zeichen	Ihre Nachricht vom	Mein Zeichen (Bei Antwort angeben)	Durchwahl	0511 30245 502/-503	Hannover	05.08.2019
AZ-62330-170- -160	08.04.2019	BA-2019-01577	E-Mail	kbd-postfach@lgl.niedersachsen.de		

Kampfmittelbeseitigung in Niedersachsen

Ergebnis der beantragten Luftbildauswertung nach § 3 NUIG

Projekt / Lageort: Jade, Neuwapelergröden, Deich, südl. Jadebusen

Sehr geehrter Herr Weimann,

die hier zurzeit vorhandenen Luftbilder wurden auf Ihren Antrag hin ausgewertet
(siehe beigefügte Kartenunterlage).

Mit freundlichen Grüßen

Britta Neuenfeld

Anlagen

Kostenfestsetzungsbescheid
1 Kartenunterlage(n)

LGLN, Regionaldirektion Hameln - Hannover
Kampfmittelbeseitigungsdienst
Dorfstraße 19, 30519 Hannover

Empfehlung: Kein Handlungsbedarf

Fläche A

- Luftbilder:** Die derzeit vorliegenden Luftbilder wurden vollständig ausgewertet.
- Luftbildauswertung:** Nach durchgeführter Luftbildauswertung wird keine Kampfmittelbelastung vermutet.
- Sondierung:** Es wurde keine Sondierung durchgeführt.
- Räumung:** Die Fläche wurde nicht geräumt.
- Belastung:** Ein Kampfmittelverdacht hat sich nicht bestätigt.

Hinweise:

Die vorliegenden Luftbilder können nur auf Schäden durch Abwurfkampfmittel überprüft werden. Sollten bei Erdarbeiten andere Kampfmittel (Granaten, Panzerfäuste, Minen etc.) gefunden werden, benachrichtigen Sie bitte umgehend die zuständige Polizeidienststelle, das Ordnungsamt oder den Kampfmittelbeseitigungsdienst des Landes Niedersachsens bei der RD Hameln-Hannover des LGLN.

Legende

-  Antragsfläche
-  kein Handlungsbedarf

