



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.: 11 9991
Datum: 11.12.2014
Zeichen: vBI/AG/Re
Datei: O:\11\9991\gtb3.doc

**Hinterlandanbindung Offshore-Terminal-Bremerhaven, Los 3 Terminalzufahrt,
Am Luneort, 27572 Bremerhaven**

Geotechnischer Bericht Nr. 3

Beurteilung der Gründung

Bauherr: bremenports GmbH & Co. KG
für das Sondervermögen Fischereihafen
Postfach 10 02 10
27502 Bremerhaven

Planung: Ingenieurgemeinschaft
OTB (I-OTB)
c/o WKC Hamburg GmbH
Tempowerkring 1 b
21079 Hamburg

BPR Beraten / Planen / Realisieren
Dipl.-Ing. Bernd F. Künne & Partner
Ostertorstr. 38 / 39
28195 Bremen

Gralle & Partner
Beratende Ingenieure VBI
Überseetor 14
28217 Bremen



INHALTSVERZEICHNIS

1	Anlass der geotechnischen Untersuchungen	4
2	Verwendete Unterlagen	5
3	Bauvorhaben (Anlage 1)	7
3.1	Baugelände (Anlage 1)	7
3.2	Verkehrsflächen und Bauwerke	7
3.3	Geotechnische Kategorien	9
4	Baugrund (Anlagen 2.1.1 bis 3.3.4)	10
4.1	Geologische und bautechnische Vorgeschichte	10
4.2	Baugrundaufschlüsse (Anlagen 2.1.9 bis 2.2.62)	11
4.3	Baugrundverhältnisse (Anlagen 2.1.9. bis 2.1.13)	12
4.3.1	Ermittlung von Bodenprofilen aus Drucksondierungen (Anlagen 2.1.9 bis 2.1.13)	12
4.3.2	Baugrundsichtung (Anlagen 2.1.9 bis 2.1.12)	12
4.3.3	Baugrundfestigkeit	14
4.3.3.1	Nichtbindige Böden	14
4.3.3.2	Bindige Böden	16
4.3.4	Verunreinigungen von Böden / Baustoffen (Anlagen 3.3.1 bis 3.3.4)	16
4.3.5	Kampfmittelüberprüfung	18
4.4	Grundwasserverhältnisse	18
4.4.1	Hauptgrundwasserhorizont (Anlagen 2.5.1 bis 2.5.5)	18
4.4.2	Oberer Grundwasserhorizont	21
4.5	Ergebnisse von Laborversuchen ([U1] und Anlagen 3.1.5 bis 3.2.11)	22
4.6	Ergebnisse von Grundwasseruntersuchungen	25
5	Beurteilung des Baugrundes	26
5.1	Baugrundmodell	26
5.2	Baugrundeigenschaften	27
5.3	Baugrundtragfähigkeit	29
5.4	Wiederverwendbarkeit für bautechnische Zwecke	30
5.5	Befahrbarkeit	31
5.6	Bodenklassen	32
5.7	Beurteilung des Baugrundrisikos	34



6	Grundbautechnische Maßnahmen (Anlagen 4.1.1 bis 6.5)	36
6.1	Allgemeines	36
6.2	Unterführungsbauwerk	37
6.2.1	Allgemeines	37
6.2.2	Baugrundsichtung und Bodenkennwerte	37
6.2.3	Dimensionierung Großbohrpfähle	39
6.3	Rampenbauwerk	41
6.3.1	Bereich Deichkrone bis Unterführungsbauwerk	41
6.3.2	Bereich Unterführungsbauwerk bis ca. 70 m südlich der Druckrohrleitung	41
6.3.3	Bereich ab 70 m südlich Druckrohrleitung	44
6.4	Böschungsbruchsicherheit (Anlagen 4.1.1a bis 4.3.2a)	44
6.4.1	Allgemeines	44
6.4.2	Bemessungssituation	44
6.4.3	Bemessungsquerschnitte (Anlagen 4.1.1a bis 4.3.2a)	45
6.4.4	Baugrundverbesserungsmaßnahmen	45
6.5	Verkehrsflächen „Am Seedeich“ und „Großer Westring“	46
6.6	Schieberschächte	49
6.6.1	Allgemeines	49
6.6.2	Baugrundsichtung und Bodenkennwerte	50
6.7	Setzungen (Anlagen 5.1.1 bis 5.3.16)	51
6.9	Auswirkungen der Baumaßnahme auf Nachbarbauwerke	51
6.10	Grundwasserabsenkung	52
6.11	Erdarbeiten	54
6.12	Maßnahmen zur Bauwerksabdichtung	54
6.13	Maßnahmen gegen aggressives Grundwasser	55
7	Hinweise und Empfehlungen zu weiteren geotechnischen Untersuchungen und Maßnahmen	55
8	Zusammenfassung	56
9	Anlagenverzeichnis	57

1 Anlass der geotechnischen Untersuchungen

Die bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven, plant im Zuge der Errichtung des Offshore-Terminal-Bremerhavens (OTB) die Hinterlandanbindung über den Flugplatz Bremerhaven. Das Grundbaulabor Bremen wurde von der bremenports beauftragt, für das Bauvorhaben eine Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung einschließlich der dazu erforderlichen Baugrundaufschlüsse durchzuführen.

Der Geotechnische Bericht 2 vom 11.07.2013 [U1] umfasst die Ergebnisse von Standsicherheitsuntersuchungen und Setzungsberechnungen für die Entwurfsplanung mit Stand von Juni 2013 für die Rampe zum OTB (BA V). Weiterhin werden Hinweise und Empfehlungen zu den Erd- und Gründungsarbeiten sowie weiteren geotechnischen Untersuchungen im Zuge der Ausführungsplanung und der Bauausführung gegeben.

Im Zuge der weiteren Planung wurden ergänzende Baugrunduntersuchungen durchgeführt und ergänzende geotechnische Hinweise und Empfehlungen für die geplante Baumaßnahme gegeben.

Dieser Geotechnische Bericht 3 enthält die weitergehenden Baugrunderkundungen und geotechnischen Nachweise als Ergänzung und Präzisierung der Angaben in [U1] unter Berücksichtigung der weiteren Entwurfsplanung.

2 Verwendete Unterlagen

Für die durchzuführenden Untersuchungen wurden folgende Unterlagen verwendet:

- [1] Hinterlandanbindung Offshore-Terminal-Bremerhaven, Rampe zum OTB (BA V), Am Luneort, 27572 Bremerhaven, Geotechnischer Bericht Nr. 2 – Beurteilung der Gründung – Bereich Rampe zum OTB, Grundbaulabor Bremen, 11.07.2013, Objekt-Nr. 11 09991.
- [2] Bodenmanagement-Konzeption, Terminalzufahrt OTB; Bremerhaven, UMTEC Prof. Biener/Sasse/Konertz, Bremen, vom Juli 2014, Eingang Grundbaulabor 02.09.2014.
- [3] Offshore-Terminal-Bremerhaven, Los 3, Unterführungsbauwerk, Terminalzufahrt, Planungsgrundlage Lastenheft, Entwurfsplanung Dezember 2014. Ingenieurgemeinschaft OTB – WKC – Hamburg, Eingang Grundbaulabor 09.12.2014.
- [4] Offshore-Terminal-Bremerhaven (OTB), Gesamtmaßnahme OTB (losübergreifend), Projekthandbuch – Entwurfsplanung – September 2014 (Vorabzug), Ingenieurgemeinschaft OTB – WKC – Hamburg, Eingang Grundbaulabor 02.09.2014.
- [5] Terminalzufahrt (OTB), Herstellung Zufahrtsrampe, Systemschnitt Auf- und Überschüttung, bremenports, Zeichnungs-Nr. 2.10 mit Datum vom 07.07.2014.
- [6] Offshore-Terminal-Bremerhaven (OTB), Los 3, Terminalzufahrt, Lageplan und Querprofile, Vorabzug vom 06.11.2014, BPR Beraten/Planen/Realisieren, Hannover, Eingang Grundbaulabor 19.11.2014.

- [7] Offshore-Terminal-Bremerhaven, Los 3, Terminalzufahrt, Unterführungsbauwerk, Draufsicht/Längsschnitt, Gesamtbauwerk, überdecktes Trogbauwerk, Trogbauwerk südliche Rampe, Trogbauwerk nördliche Rampe, Bauphasenplan Bauphasen 1 bis 7, Querschnitt B-B, Querschnitt C-C, Querschnitt D-D, Querschnitt E-E, Querschnitt F-F, Regelquerschnitt Details und Detailvorabzug, Stand 18.11.2014, erstellt von der Ingenieurgemeinschaft OTB – WKC – Hamburg, Eingang Grundbaulabor 19.11.2014.

- [8] Protokolle der Besprechung Terminalzufahrt, erstellt durch die Ingenieurgemeinschaft OTB – WKC – Hamburg.

- [9] Diverse Schreiben und E-Mails zum Bauvorhaben, erstellt vom Grundbaulabor Bremen, u.a. Schreiben br24 vom 03.04.2014, Festlegung charakteristische Bodenkennwerte vom 04.04.2014, Festlegung Bemessungswasserstände, Schreiben br25 vom 08.04.2014, Vordimensionierung Bohrpfähle, Brücke Zufahrt Terminal, Schreiben br26 vom 13.05.2014, Vordimensionierung negative Mantelreibung, Spannung, Schreiben br27 vom 20.05.2014, vertikaler Erddruck/negative Mantelreibung, Schreiben br28 vom 10.06.2014, Änderung Lastbilder, Schreiben br29 vom 15.07.2014.

- [10] Schieberschacht 1 SW-Pumpwerk, Schieberschacht 2, Entwurf – Vorabzug vom 01.10.2013, Lageplan – Abwasserdruckrohrleitung, Vorabzug vom 01.10.2013, Gralle & Partner, Bremerhaven.

- [11] Detailplan RW-Behandlung nach RiStWag, Terminalzufahrt OTB, Entwurfsplanung, BPR –Bremen, März 2014, erhalten 19.09.2014.

- [12] Terminalzufahrt-Unterführungsbauwerk, Bauphasenplan Phasen 1 - 7, OTB, Los 3 Terminalzufahrt, Ingenieurgemeinschaft OTB – WKC – Hamburg, Vorabzug vom 05.12.2014.

- [13] Offshore-Terminal Bremerhaven (OTB), Los 3 Terminalzufahrt, Verkehrsanlagen, Lageplan, Baugrundertüchtigung, BPR –Bremen, Vorabzug 02.12.2014.

3 Bauvorhaben (Anlage 1)

3.1 Baugelände (Anlage 1)

Die geplante Rampe zum Offshore-Terminal-Bremerhaven (OTB) beginnt im nördlichen Bereich der Start- und Landebahn des Flughafens Bremerhaven und reicht an den Landesschutzdeich zur Weser.

Einen Lageplan im Maßstab 1 : 25.000 zeigt die Anlage 1.

Weitere Angaben sind in Unterlage [1] enthalten.

3.2 Verkehrsflächen und Bauwerke

Nachfolgende Angaben sind den zur Verfügung stehenden Unterlagen entnommen und geben nur einen Anhalt über die geplanten Maßnahmen. Detaillierte Angaben sind den jeweiligen Unterlagen zu entnehmen.

Für die Rampe wurde im Zuge der weiteren Planung ein Lastbild für den Transport von Offshore – Bauteilen vorgegeben. Das Sonderlastmodell [U 3] für die möglichen Transportkomponenten (z.B. SPMT - Self Propelled Modular Transporters) sieht eine maximale Verkehrslast von 150 kN/m² auf einer Bezugsfläche von 17 m x 2,5 m oder 8,5 m x 5,5 m vor. Im Bereich der Rampe ist die Nutzung der Extremschwerlastverkehre auf einer Breite von 40 m geplant.

Westlich davon wird auf der Rampe noch eine 6 m Breite Fahrspur für den motorisierten Individualverkehr angeordnet. An der Ostseite verläuft ein 1,5 m breiter Geh- und Radweg. Die Breite der Rampe am Böschungskopf beträgt einschließlich der Bankette 52 m. Die Bankettbreite beträgt an der Westseite 1 m und an der Ostseite 3,5 m.

Die Rampe hat eine Länge von ca. 650 m (Achse 405) und wird mit einer Längsneigung von 1 % und einem Dachprofil (Querneigung 1,5 %) geplant. Die Böschungsneigung im Endzustand [U6] liegt bei 1 : 2,5.

Aufgrund der Querung der Rampe mit der Straße „Am Seedeich“ ist hier ein Neubau mit Unterführungsbauwerk vorgesehen [U7]. Die Länge des betroffenen Straßenabschnittes beträgt ca. 490 m (Achse 200). Das Unterführungsbauwerk besteht aus den nordöstlichen und südwestlichen Trogbauwerken und dem eigentlichen Unterführungsbauwerk für die Straße „Am Seedeich“ und hat eine Gesamtlänge von ca. 210 m. Das Unterführungsbauwerk besteht aus einem monolithischen Rahmenbauwerk.

Die Straße „Am Seedeich“ wird in die Belastungsklasse Bk 10 nach RStO 12 eingeordnet. Bauzeitlich ist eine provisorische Verkehrsführung über den Flughafen und am östlichen Rand des Vorbelastungskörpers vorgesehen.

Weiterhin ist aufgrund der Lage der Rampe eine Umverlegung der Straße „Großer Westring“ (Bk 10) und der Zuwegung zum Yachthafen erforderlich.

Die vorhandene Abwasserdruckrohrleitung (DN 1200) zur Kläranlage [U10] wird nach Errichtung des Unterführungsbauwerkes neu verlegt in dem Unterführungsbauwerk. Die Schieberschächte werden an den Stationen ca. 0+075 (Schacht 2) und ca. 0+450 (Schacht 1) errichtet.

Die Regenwasserbehandlungsanlage [U11] liegt am Dammfuß der Zufahrtsrampe. Das Bauwerk ist nicht Bestandteil dieser geotechnischen Untersuchungen. Die Errichtung darf erst nach erfolgter Vorbelastung im Überschüttverfahren erfolgen.

Zeitlich parallel laufen ggf. direkt angrenzende Baumaßnahmen zur Erschließung der Gewerbegebiete und der Ertüchtigung der Start- und Landebahn.

Bauwerke:

Gradiente Unterföhrungsbauwerk, max.	+	8,55	m NN
Gradiente Rampe, min.	+	3,42	m NN
Gradiente „Am Seedeich“, max.	+	2,75	m NN
Gradiente „Am Seedeich“, min.	+	0,98	m NN
Unterkante Sohle „Trogbauwerk“, max.	ca. +	0,10	m NN
Unterkante Sohle Unterföhrungsbauwerk, min.	ca. -	1,10	m NN
Unterkante Sohle Schieberschacht 1	ca. -	2,30	m NN
Unterkante Sohle Schieberschacht 2	ca. -	1,20	m NN

3.3 Geotechnische Kategorien

Nach DIN 4020 "Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke" 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 umfasst kleine einfache Bauobjekte bei einfachen und übersichtlichen Baugrundverhältnissen, so dass die Standsicherheit auf Grund gesicherter Erfahrung beurteilt werden kann.

Die geotechnische Kategorie 2 umfasst Bauobjekte 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 umfasst Bauobjekte mit schwieriger Konstruktion und/oder mit schwierigen Baugrundverhältnissen, die zur Bearbeitung vertieften geotechnische Kenntnisse und Erfahrungen auf dem jeweiligen Spezialgebiet der Geotechnik verlangen.

Die Baumaßnahme ist aufgrund der schwierigen Baugrundverhältnisse (weiche organische Böden größerer Mächtigkeit) und der Anwendung der Beobachtungsmethode zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit in die geotechnische Kategorie 3 einzustufen.

4 Baugrund (Anlagen 2.1.1 bis 3.3.4)

4.1 Geologische und bautechnische Vorgeschichte

Nach der geologischen Übersichtskarte, Blatt Bremerhaven, ist im Bereich der Baufläche mit brackischen Ablagerungen (Ton, schluffig, sandig) zu rechnen. Weiterhin ist in der geologischen Übersichtskarte, Blatt Bremerhaven, ein Altarm der Weser verzeichnet, der zum Einen in den Labrador-/Freihafen übergeht, zum anderen aber auch im nördlichen Bereich die Start- und Landebahn quert.

Nach der Grundwasser- und Geotechnischen Planungskarte Bremerhaven - Geotechnik - sind im nördlichen Bereich Auffüllungen über den sehr gering konsolidierten bindigen Lockergesteinen (z. T. organisch, lagenweise Torf und Sand) kartiert.

Die Basis der holozänen Weichschichten liegt im südlichen Bereich der Landebahn bei ca. - 20 m NN, fällt in Höhe der Kläranlage (ca. Mitte der Start- und Landebahn) auf - 22 m NN ab und steigt dann wieder in nördlicher Richtung auf ca. - 18 m NN an.

4.2 **Baugrundaufschlüsse (Anlagen 2.1.9 bis 2.2.62)**

Entsprechend den Empfehlungen aus U [1] wurden zur weiteren Erkundung des Baugrundes vom Grundbaulabor Bremen von Oktober bis November 2013 im Bereich des Unterführungsbauwerkes, der Schieberschächte, der Umlegung der Straße „Großer Westring“ sowie der südwestlichen Deichtrift folgende ergänzende Baugrundaufschlüsse durchgeführt:

Direkte Baugrundaufschlüsse:

23 Kleinrammbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1, Durchmesser 45 mm bis 80 mm, t = 3 m bis 25 m.

Es ist zu beachten, dass bei dem Bohrverfahren, Kleinrammbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1 mit einem Durchmesser von 45 mm bis 80 mm, Steine > 63 mm nicht erkannt und gefördert werden können.

Indirekte Baugrundaufschlüsse:

5 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2 (DPH), t = 3 m bis 5 m.

13 elektrische Drucksondierungen CPT-E nach DIN 4094-1, t = 25 m bis 30 m, mit getrennter Messung von Spitzendruck und Mantelreibung.

Weiterhin wurden 4 Porenwasserdruckgeber in den Hauptgrundwasserleiter eingebaut.

Die Lage und das Ergebnis der Baugrundaufschlüsse, höhengerecht im Maßstab 1 : 100 als Bodenprofile mit den Sondierdiagrammen dargestellt, zeigen die Anlagen 2.1.9 und 2.1.13.

Die Sondierdiagramme der Drucksondierungen im Maßstab 1 : 100 zeigen die Anlagen 2.2.49 bis 2.2.62.

4.3 Baugrundverhältnisse (Anlagen 2.1.9. bis 2.1.13)

4.3.1 Ermittlung von Bodenprofilen aus Drucksondierungen (Anlagen 2.1.9 bis 2.1.13)

Es wird auf die Ausführungen in U [1] verwiesen.

Die aus den Drucksondierungen ermittelten Bodenprofile zeigen die Anlagen 2.1.9 bis 2.1.13.

4.3.2 Baugrundsichtung (Anlagen 2.1.9 bis 2.1.12)

Aus den direkten Baugrundaufschlüssen sowie den aus den Drucksondierungen interpretierten Bodenprofilen ist die nachstehende Schichtenfolge in Ergänzung zu den Angaben in [U1] erkennbar:

Unterführungsbauwerk (Anlage 2.1.9)

Im Bereich des Unterführungsbauwerkes ist neben der Oberflächenbefestigung der Straße „Am Seedeich“ aus Asphalt (d = 0,09 m bis 0,31 m) auch Betonsteinpflaster in den Nebenanlagen zum Deich vorhanden. Unterhalb der Oberflächenbefestigung folgen Tragschichten aus Schotter, teilweise mit Bauschutt, und bereichsweise Kopfsteinpflaster. Die unterlagernden Auffüllungen bestehen hauptsächlich aus Sanden mit bereichsweise Bauschuttbeimengungen. Teilweise sind in den Auffüllungen Schluffschichten oder schluffige Beimengungen vorhanden.

Die Oberkante der humosen, tonigen Schluffschichten (Klei) liegt in rd. 4,3 m bis 5,3 m Tiefe ($\hat{=}$ ca. – 1,3 m NN bis – 2,3 m NN). Mit zunehmender Tiefe steigt in den Kleischichten die sandige Fraktion an.

An der Basis der Watt- und Rinnensande wurden geringmächtige Klei- und Torfschichten bis in 23 m Tiefe erkundet. Darunter folgen wiederum Sande, bereichsweise mit bindigen Bestandteilen.

Umverlegung Straße „Großer Westring“ (Anlage 2.1.10)

Im Bereich der vorhandenen Straße „Großer Westring“ wurde eine Asphaltbefestigung (d = 0,18 m) erkundet. Die Tragschicht besteht aus Sand und Kies mit Baustoffrecycling. Die unterlagernde Auffüllung besteht, wie in den übrigen Bereichen, aus teilweise schluffigen Sanden, die in Tiefen von ca. 2,3 m bis 2,5 m von Torfen und humosen, tonigen Schluffen unterlagert werden.

Schieberschächte (Anlage 2.1.11)

Schieberschacht Süd (DS/BS 52/53)

Unterhalb der oberen durchwurzeltten Bodenzone folgen aufgefüllte, mit geringmächtigen Schluffschichten durchzogene, Sandauffüllungen bis in rd. 4,5 m Tiefe (\triangle - 1,5 m NN). Darunter folgen Kleischichten, die mit zunehmender Tiefe größere Sandbeimengungen aufweisen. Die Unterkante der Kleischichten liegt bei rd. - 8,5 m NN.

In den unterlagernden Sanden und Kiesen sind bereichsweise geringmächtige Schluffschichten eingelagert.

Schieberschacht Nord (BS/DS 69/70)

Unterhalb der oberen durchwurzeltten Bodenzone folgen aufgefüllte, mit geringmächtigen Schluffschichten durchzogene, Sandauffüllungen mit Bauschutt bis in rd. 4,5 m Tiefe (\triangle - 1,5 m NN). Darunter folgen Kleischichten, die mit zunehmender Tiefe größere Sandbeimengungen aufweisen. Die Unterkante der Kleischichten liegt bei rd. - 16,5 m Tiefe (\triangle - 13,5 m NN).

In den unterlagernden Sanden und Kiesen sind bereichsweise geringmächtige Schluff- und Torfschichten eingelagert.

Deichtrift (Anlage 2.12)

Die Deichabdeckung aus Klei hat im Kronenbereich eine Stärke von 3,6 m und an der binnenseitigen Böschung von 1,5 m. Als Deichkern folgt teilweise schluffiger Fein-/Mittelsand.

In den unteren kiesigen Sanden ist im gesamten Untersuchungsgebiet mit Steinen und Blöcken (Findlinge) zu rechnen. Genauere Angaben zur Mächtigkeit und Verbreitung sind anhand von Baugrundaufschlüssen wegen des begrenzten Bohrdurchmessers nicht zu gewinnen. Einen Hinweis auf Steine geben die Abbrüche bei den Baugrundaufschlüssen aufgrund von Hindernissen.

Die genaue Schichtenfolge und -mächtigkeit sowie weitere Angaben sind in den Bodenprofilen auf den Anlagen 2.1.9 bis 2.1.12 dargestellt.

4.3.3 Baugrundfestigkeit

4.3.3.1 Nichtbindige Böden

Aus den Sondierwiderständen der Rammsonde (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2, und der Drucksonde (CPT) nach DIN EN ISO 22476-1 kann bei nichtbindigen Böden unmittelbar auf die Baugrundfestigkeit geschlossen werden. Als Festigkeit ist hier die Eigenschaft eines nichtbindigen Bodens bezeichnet, die durch Lagerungsdichte, Korngröße und -rauigkeit gekennzeichnet ist und sich in der Größe des Steifemoduls E_S sowie des Winkels der inneren Reibung φ' äußert. Es kann von folgendem Zusammenhang zwischen Schlagzahl n_{10} sowie dem Spitzendruck q_c und der Baugrundfestigkeit ausgegangen werden:

Schlagzahlen n_{10}	Benennung der Festigkeit	Lagerung
0 - 1	sehr gering	sehr locker
1 - 2	gering	locker
2 - 5	mittel	mitteldicht
5 - 10	groß	dicht
> 10	sehr groß	sehr dicht

Spitzendruck q_c [MN/m ²]	Benennung der Festigkeit	Lagerung
0 - 2	sehr gering	sehr locker
2 - 4	gering	locker
4 - 10	mittel	mitteldicht
10 - 20	groß	dicht
> 20	sehr groß	sehr dicht

Bei den Sanden ist in den Bodenprofilen jeweils die Lagerung gem. vorstehender Tabelle angegeben.

Die Schichtgrenzen in den Sanden wurden nach den Grenzfestlegungen des Spitzendruckes q_c der vorstehenden Tabelle vorgenommen und können aus den jeweiligen Darstellungen in den Bodenprofilen mit den daneben aufgezeichneten Drucksondierungsdiagrammen entnommen werden.

Unterföhrungsbauwerk (Anlage 2.1.9)

Die Sandaufföllung ist im oberflächennahen Bereich mit Spitzendröcken q_c bis über 20 MN/m² dicht bis sehr dicht gelagert. Mit zunehmender Tiefe sind dann öberwiegend mitteldichte Lagerungen vorhanden. In den Watt- und Rinnensanden unterhalb der Kleischichten werden öberwiegend mitteldichte, bereichsweise auch dichte bis sehr dichte Lagerungen ermittelt. Im Tiefenbereich ab rd. – 23 m NN wurden durchgöngig dichte bis sehr dichte Lagerungen erkundet.

Umverlegung Straße „Großer Westring“ (Anlage 2.1.10)

Die aufgefüllten Sande sind oberflächennah überwiegend dicht bis sehr dicht gelagert. Darunter ist im Tiefenbereich ab 1 m bis 2 m bereichsweise nur eine mitteldichte Lagerung der Sandauffüllung vorhanden.

Schieberschächte (Anlage 2.1.11)

Bei den Standorten der geplanten Schieberschächte wurden in der oberen Sandauffüllung überwiegend mitteldichte Lagerungen festgestellt.

Die unteren Sande sind mitteldeicht bis dicht, mit zunehmender Tiefe auch sehr dicht gelagert.

4.3.3.2 Bindige Böden

Es wird auf die Ausführungen in U [1] verwiesen.

4.3.4 Verunreinigungen von Böden / Baustoffen (Anlagen 3.3.1 bis 3.3.4)

Nach den durchgeführten Sondierbohrungen im Untersuchungsbereich, die natürlich nur "Nadelstiche" im Baugrund darstellen, sind nach der organoleptischen Ansprache Bauschuttbeimengungen festgestellt worden.

Nach den Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) sind bei der Wiederverwertung bzw. Verwertung von Reststoffen besondere Grundsätze zu beachten. Der Begriff Reststoff umfasst dabei auch Boden mit mineralischen Fremdbestandteilen (z. B. Bauschutt, Schlacke, Ziegelbruch).

Bei geringen Mengen (< 200 m³) an nicht spezifisch belastetem Boden mit geringem Anteil an mineralischen Fremdbestandteilen (bis 10 Vol. %) ist unter der Voraussetzung, dass nach Inaugenscheinnahme und Auswertung vorhandener Unterlagen nicht mit einer Belastung gerechnet werden muss, eine Verwertung am Ausbauort oder an vergleichbaren Standorten in der Region ohne weitere analytische Untersuchungen möglich, wobei bestehende Nutzungseinschränkungen zu beachten sind. Bei Boden mit einem Anteil an Fremdbestandteilen > 10 Vol.-% oder schadstoffverdächtigen Inhaltsstoffen ist nach LAGA ein Mindestuntersuchungsprogramm bei unspezifischem Verdacht durchzuführen.

Abhängig vom Ergebnis dieser Untersuchungen wird dem Boden eine Einbauklasse zugeordnet (Z-Klasse). Die Zuordnungswerte (Obergrenzen) sind nachfolgend kurz erläutert:

- Z0 - uneingeschränkter Einbau
- Z1 - eingeschränkter offener Einbau
- Z2 - eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen
- > Z2 - Einbau/Ablagerung in Deponien bzw. gesonderte Entsorgung/Verwertung

Die Asphaltkernproben aus der Fahrbahndecke der Straßen „Am Seedeich“ und „Großer Westring“ wurden auftragsgemäß auf den Gehalt an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK-Gehalt) untersucht. Die chemische Untersuchung erfolgte durch das Labor Dr. Döring, Bremen.

Die detaillierten Angaben der Untersuchungsergebnisse sind in den Anlagen 3.3.1 bis 3.3.4 enthalten.

Das untersuchte Material ist entsprechend den technischen Regeln zur Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), insbesondere Abschn. 1.3 „Straßenaufbruch“ zu verwerten. Ferner sind die Hinweise der Landesämter für Straßenbau zur umweltverträglichen Verwertung von teerhaltigen Straßenaufbaustoffen zu beachten.

4.3.5 Kampfmittelüberprüfung

Falls für die Kampfmittelsuche Erdarbeiten erforderlich werden, ist sicherzustellen, dass der ausgehobene Boden bei entsprechender Eignung lagenweise eingebaut und fachgerecht verdichtet wird. Bei Suchbohrungen sind die Bohrlöcher nach der Suche wieder vollständig zu verfüllen und im Bereich von Sperrschichten mit bindigem Boden abzudichten.

Vor Beginn der Arbeiten des Kampfmittelräumdienstes oder den von ihnen beauftragten Fachfirmen sollte der Arbeitsablauf und ggf. die Suchmethode besprochen werden, um unnötige Mehrkosten zu vermeiden.

4.4 Grundwasserverhältnisse

4.4.1 Hauptgrundwasserhorizont (Anlagen 2.5.1 bis 2.5.5)

Nach den durchgeführten Baugrundaufschlüssen ist der Grundwasserleiter des Hauptgrundwasserhorizontes mehrschichtig.

Der obere Hauptgrundwasserhorizont liegt in den Rinnen- und Wattsanden, der untere Hauptgrundwasserhorizont in den unterlagernden Wesersanden.

Aufgrund der Mächtigkeit der sehr gering durchlässigen Kleischichten ist ein gespannter Grundwasserhorizont vorhanden.

Nach der Grundwasser- und Geotechnischen Planungskarte Bremerhaven - Grundwasser - ist mit einer Tidebeeinflussung durch die Weser auf den Hauptgrundwasserleiter zu rechnen. Die Grundwasseroberfläche liegt im Mittel bei + 0,2 m NN.

Für den Bereich der Weser ist mit einem Mitteltidehochwasser von ca. + 1,8 m NN und mit einem Mitteltideniedrigwasser von ca. - 1,9 m NN zu rechnen. Das höchste gemessene Hochwasser der Weser lag bei + 5,37 m NN (1962). Der Bemessungswasserstand der Weser liegt nach dem Generalplan Küstenschutz Niedersachsen/Bremen bei + 6,37 m NN.

Zur Abschätzung der Beeinflussung des Hauptgrundwasserleiters durch den Weserwasserstand wurde in U [1] der Einbau von Grundwassermessstellen im Bereich des geplanten Unterführungsbauwerkes empfohlen.

Die Porenwasserdruckgeber PWD 1 (Seriennummer 1321205, Tiefe - 11,91 m NN), PWD 2 (Seriennummer 1321206, Tiefe - 10,31 m NN), PWD 3 (Seriennummer 1321203, Tiefe - 16,49 m NN) und PWD 4 (Seriennummer 1321204, Tiefe - 13,39 m NN) wurden mit Hilfe einer Drucksonde in den Sand des Hauptgrundwasserleiters unter den bindigen Deckschichten gepresst. Die Lage und Tiefe der Messstellen zeigt die Anlage 2.13.

Als Referenzwasserstände der Weser wurden die öffentlich zugänglichen Daten des Weserpegels „Alter Leuchtturm“ herangezogen (www.pegelonline.de).

Die Rohdaten sind auf der Anlage 2.5.1 dargestellt.

Die Rohdaten der PWD 1 bis PWD 4 wurden ohne Glättung übernommen. Die Anlage 2.5.2 enthält die Daten mit geglättetem Weserpegel.

Der ausgewertete Messzeitraum beträgt 12 Monate.

Die Zeitreihen des Pegels „Alter Leuchtturm“ (09.11.2013 bis 14.11.2014) und der PWD 1/2 (05.12.2013 bis 22.07.2014, Ausfall Messanlage) und PWD 4 (05.12.2013 bis 13.11.2014) wurden statistisch ausgewertet:

Mess- stelle	Anzahl der Mess- werte	Minimum [m NN] Datum	Maximum [m NN] Datum	Mittelwert [m NN]	Standard- abweichung
Alter Leuchtturm	615388	- 3,11 (01.02.2014)	+ 5,003 (06.12.2013)	+ 0,170	1,341
PWD 1	22735	- 0,08 (29.01.2014)	+ 2,31 (06.12.2013)	+ 0,627	0,317
PWD 2	22735	- 0,39 (29.01.2014)	+ 2,00 (06.12.2013)	+ 0,316	0,317
PWD 3	37833	- 0,55 (29.01.2014)	+ 2,19 (06.12.2013)	+ 0,332	0,451
PWD 4	37833	- 0,33 (29.01.2014)	+ 2,33 (06.12.2013)	+ 0,527	0,437

Der Auswertungszeitraum ist auf der Anlage 2.5.2 dargestellt. Das Hochwasserereignis Anfang Dezember 2013 ist auf Anlage 2.5.3 dargestellt.

Auf der Anlage 2.5.4 sind die Messdaten von der Sturmflut im Oktober 2014 dargestellt.

Für die weitere Auswertung wurde davon ausgegangen, dass der zeitliche Verlauf dieser fiktiven Bemessungskettentide dem Verlauf der Sturmflut vom 06.12.2013 (siehe Anlage 2.5.3) entspricht.

Insbesondere bei der Annahme eines gleichen Zeitraumes von ca. 3 Tagen ermöglicht durch einfache Division die Ermittlung des Skalierfaktors von 1,27 ($6,37 / 5,003 \cong 1,27$). Eine mit dem Faktor 1,27 skalierte Darstellung des Hochwasserverlaufs ist auf Anlage 2.5.5 dargestellt.

Unter Berücksichtigung des Bemessungswasserstandes der Weser nach dem Generalplan Küstenschutz von + 6,37 m NN und Ansatz der Dämpfung wie bei der Sturmflut am 06. Dezember 2013 ergeben sich rechnerisch max. Grundwasserstände von ca. + 3 m NN (BS-T) für den Hauptgrundwasserleiter. Aus geotechnischer Sicht ist hiermit auch ein Bemessungswasserstand von + 6,62 m NN gem. SUBV, AZ. 32-11/632-10-07P, 19.07.2008) abgedeckt.

Für die Normaltide mit einem MThw von + 1,8 m NN sind nach den bisher vorliegenden Daten Wasserstände im Hauptgrundwasserleiter von + 1,2 m NN zu berücksichtigen.

4.4.2 Oberer Grundwasserhorizont

Die eingelagerten bindigen Schichten wirken als Grundwasserstauer für einen oberen Grundwasserhorizont, für den die überlagernden Sande der Auffüllung den Grundwasserleiter bilden.

Im Bereich des Unterführungsbauwerkes und der Schieberschächte wurden zum Zeitpunkt der Erkundungen im Oktober und November 2013 Grundwasserspiegel in den unverrohrten Sondierlöcher zwischen + 1,52 m NN und + 1,96 m NN erkundet.

Die oberen Grundwasserstände in der Sandauffüllung der Straße „Großer Westring“ lagen zwischen + 2,46 m NN und + 2,86 m NN:

Im Bereich der bindigen und humosen Deckschichten ist insbesondere bei sandigen Zwischenschichten oder darüber lagernden Auffüllungen mit stauendem Schichtenwasser in Abhängigkeit von Niederschlägen zu rechnen. Bei lang anhaltenden Niederschlägen ist im ungünstigsten Fall davon auszugehen, dass sich Schichtenwasser bis zur Geländeoberkante anstaut.

Für die Bemessung des gesamten Unterführungsbauwerkes aus Trogbauwerken und Unterführung mit Brücke sind folgende Grundwasserstände des oberen Grundwasserleiters anzunehmen:

- NN + 3,00 m für den Zeitraum vor Aufbringen der Aufschüttung und dauerhaft außerhalb des Rampenkörpers und des Überschüttungsbereichs
- NN + 4,00 m für die Bauphase unter der Bedingung des Einbaus einer bauzeitlichen Drainage auf der Ebene NN + 3,00 m
- NN + 4,00 m für den Endzustand unter der Bedingung eines Asphaltbelags auf dem Rampenkörper.

4.5 Ergebnisse von Laborversuchen ([U1] und Anlagen 3.1.5 bis 3.2.11)

Von den gestörten Bodenproben aus dem Untersuchungsbereich wurden in unserem Labor folgende bodenmechanische Kennziffern ermittelt:

Auffüllung (Sand, schwach schluffig)

Bodengruppe (DIN 18196)

SE - SU

Korngrößenverteilung (DIN 18123)

Schluffkorn	$d \leq 0,06$	mm	=	0	-	6	%
Sandkorn	$d = 0,06 - 2,0$	mm	=	94	-	100	%
Kieskorn	$d \geq 2,0$	mm	=	0	-	4	%



Auffüllung Kleiabdeckung - Deich

Bodengruppe (DIN 18196)

UL - OU

Korngrößenverteilung (DIN 18123)

Feinstes	$d \leq 0,002$	mm	=	25	%
Schluffkorn	$d = 0,002 - 0,06$	mm	=	51	%
Sandkorn	$d = 0,06 - 2,0$	mm	=	24	%
Wassergehalt (DIN 18121)		w_n	=	27,3 - 38,2	%

Auffüllung (Schluff/Sand)

Bodengruppe (DIN 18196)

SU* - UL

Wassergehalt (DIN 18121)		w_n	=	23 - 59	%
--------------------------	--	-------	---	---------	---

Schluff, tonig, humos, tlw. sandig (Klei)

Bodengruppe (DIN 18196)

UL/UM - OU

Korngrößenverteilung (DIN 18123)

Feinstes	$d \leq 0,002$	mm	=	10 - 28	%
Schluffkorn	$d = 0,002 - 0,06$	mm	=	45 - 80 ^{*)}	%
Sandkorn	$d = 0,06 - 2,0$	mm	=	13 - 42	%
Wassergehalt (DIN 18121)		w_n	=	35 - 122	%
Glühverlust (DIN 18128)		$V_{gl.}$	=	7,0 - 14,8	%

*)enthält Anteile Feinstes



Wattsand

Bodengruppe (DIN 18196)				SU*/UL		
Korngrößenverteilung (DIN 18123)						
Schluffkorn	$d \leq 0,06$	mm	=	29	-	33 %
Sandkorn	$d = 0,06 - 2,0$	mm	=	64	-	71 %
Kieskorn	$d \geq 2,0$	mm	=	0	-	3 %
Wassergehalt (DIN 18121)		w_n	=	35	-	40 %

Rinnensande

Bodengruppe (DIN 18196)				SE - SU		
Korngrößenverteilung (DIN 18123)						
Schluffkorn	$d \leq 0,06$	mm	=	2	-	5 %
Sandkorn	$d = 0,06 - 2,0$	mm	=	89	-	98 %
Kieskorn	$d \geq 2,0$	mm	=	0	-	8 %

Torf

Bodengruppe (DIN 18196)				HZ		
Wassergehalt (DIN 18121)		w_n	=	139	-	239 %
Glühverlust (DIN 18128)		$V_{gl.}$	=	58,1		%

Pleistozäne Sande, kiesig

Bodengruppe (DIN 18196)

SE – SU*

Korngrößenverteilung (DIN 18123)

Schluffkorn	$d \leq 0,06$	mm	=	0	-	21	%
Sandkorn	$d = 0,06 - 2,0$	mm	=	75	-	90	%
Kieskorn	$d \geq 2,0$	mm	=	0	-	24	%

4.6 Ergebnisse von Grundwasseruntersuchungen

Nach der Grundwasser- und Geotechnischen Planungskarte Bremerhaven - Grundwasser - ist im Hauptgrundwasserleiter mit dem Wassertyp Nr. 5 bzw. 6 zu rechnen. Der Säuregrad (pH-Wert) beträgt 6,5 bis 7. Die spezifische Leitfähigkeit liegt beim Wassertyp Nr. 5 zwischen 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und beim Grundwassertyp 6 zwischen 3900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und 14000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Nach der Grundwasser- und Geotechnischen Planungskarte Bremerhaven - Geotechnik - ist der untere Grundwasserleiter schwach angreifend nach DIN 4030.

Von bremenports vorgelegte Grundwasseruntersuchungen aus dem Untersuchungsbereich zeigen bei 2 Proben einen schwachen Angriffsgrad XA1 (schwach angreifend) und bei einer Probe XA2 (mäßig angreifend) aufgrund des Ammoniumgehaltes. Es wurde einvernehmlich die Expositionsklasse XA2 nach DIN EN 206-1 (mäßig angreifend) als Anforderung festgelegt (s.a. Protokoll der 2. Planungsbesprechung [U8]).

5 Beurteilung des Baugrundes

5.1 Baugrundmodell

Die ausgeführten Baugrundaufschlüsse geben eine exakte Aussage über die Baugrundsichtung nur für den jeweiligen Untersuchungspunkt. Für die dazwischen liegenden Bereiche sind nur Wahrscheinlichkeitsaussagen möglich.

Für die nachfolgende Baugrundbeschreibung wurden neben den Baugrundaufschlüssen auch Informationen aus Baugrundkarten und geologischen Karten herangezogen. Weiterhin wurden die persönlichen Erfahrungen aus geotechnischen Untersuchungen nahegelegener Bauvorhaben berücksichtigt. Unter Einbeziehung dieser Unterlagen und Erkenntnisse sind folgende Baugrundverhältnisse im Bereich der Baufläche zu erwarten:

Unterhalb bereichsweise vorhandener Oberflächenbefestigungen und Tragschichten folgen aufgefüllte Sande mit Schluffschichteinlagerungen, die von Kleischichten im Wechsel mit Watt- und Rinnensanden unterlagert werden. In größerer Tiefe folgen pleistozäne Wesersande (Sand-/Kiesgemische) und sandige Schluffschichten.

Die Baugrundaufschlüsse zeigen hinsichtlich der Auffüllung stark unregelmäßige Baugrundverhältnisse, die den allgemeinen Erwartungen entsprechen.

5.2 Baugrundeigenschaften

Die angetroffenen Bodenarten weisen folgende Baugrundeigenschaften auf:

Auffüllung: Sand, teilweise schluffig

Dichte:	oberer Bereich mitteldicht bis sehr dicht anschließend locker bis mitteldicht
Scherfestigkeit:	mittel bis groß
Zusammendrückbarkeit:	mittel bis gering
Wasserempfindlichkeit:	mittel
Wasserdurchlässigkeit:	groß
Verdichtbarkeitsklasse:	V1 nach ZTV A-StB 97/06
Ramm- und Rüttelbarkeit:	mittel bis sehr schwer
Frostempfindlichkeit:	F1 nach ZTVE-StB 09

Auffüllung (Schluff/Sand)

Konsistenz:	weich bis steif
Scherfestigkeit:	gering
Zusammendrückbarkeit:	mittel bis groß
Wasserempfindlichkeit:	groß
Wasserdurchlässigkeit:	mäßig bis gering
Verdichtbarkeitsklasse:	V2 bis V3 nach ZTV A-StB 97/06
Ramm- und Rüttelbarkeit:	leicht
Frostempfindlichkeit:	F3 nach ZTVE-StB 09

Schluff, tonig, humos, tlw. sandig (Klei)

Konsistenz:	weich bis steif
Scherfestigkeit:	gering
Zusammendrückbarkeit:	groß
Wasserempfindlichkeit:	sehr groß
Wasserdurchlässigkeit:	gering
Verdichtbarkeitsklasse:	V3 nach ZTV A-StB 97/06
Ramm- und Rüttelbarkeit:	leicht
Frostempfindlichkeit:	F3 nach ZTVE-StB 09

Torf

Scherfestigkeit:	sehr gering
Zusammendrückbarkeit:	sehr groß
Wasserempfindlichkeit:	groß
Wasserdurchlässigkeit:	gering
Verdichtbarkeit:	nicht verdichtbar
Ramm- und Rüttelbarkeit:	schwer
Frostempfindlichkeit:	F3 nach ZTVE-StB 09

Schluff und Sand, stark schluffige Sande (Wattsande)

Scherfestigkeit:	mittel
Zusammendrückbarkeit:	gering bis mittel
Wasserempfindlichkeit:	sehr groß
Wasserdurchlässigkeit:	gering bis sehr gering
Verdichtbarkeitsklasse:	V2 bis V3 nach ZTV A-StB 97/06
Ramm- und Rüttelbarkeit:	mittelschwer bis schwer
Frostempfindlichkeit:	F3 nach ZTVE-StB 09

Sand, tlw. schluffig (Rinnensande)

Dichte:	mitteldicht bis dicht
Scherfestigkeit:	groß
Zusammendrückbarkeit:	gering
Wasserempfindlichkeit:	gering
Wasserdurchlässigkeit:	groß
Verdichtbarkeitsklasse:	V1 nach ZTV A-StB 97/06
Ramm- und Rüttelbarkeit:	mittelschwer bis schwer
Frostempfindlichkeit:	F1 bis F3 nach ZTVE-StB 09

Pleistozäne Sande (Wesersande)

Dichte:	mitteldicht bis sehr dicht
Scherfestigkeit:	groß bis sehr groß
Zusammendrückbarkeit:	gering bis sehr gering
Wasserempfindlichkeit:	gering
Wasserdurchlässigkeit:	groß
Verdichtbarkeitsklasse:	V1 nach ZTV A-StB 97/06
Ramm- und Rüttelbarkeit:	mittelschwer bis sehr schwer
Frostempfindlichkeit:	F1 nach ZTVE-StB 09

Schluff, sandig (pleistozän)

Scherfestigkeit:	mittel
Zusammendrückbarkeit:	gering bis mittel
Wasserempfindlichkeit:	sehr groß
Wasserdurchlässigkeit:	gering bis sehr gering
Verdichtbarkeitsklasse:	V1 nach ZTV A-StB 97/06
Ramm- und Rüttelbarkeit:	schwer bis sehr schwer
Frostempfindlichkeit:	F3 nach ZTVE-StB 09

5.3 Baugrundtragfähigkeit

Die angetroffenen Bodenarten können in ihrer Tragfähigkeit wie folgt eingestuft werden:

Bodenart	Tragfähigkeit
Sandauffüllung, tlw. schluffig	durchschnittlich bis gut tragfähig
Schluffauffüllung, tlw. sandig	gering tragfähig
Klei	gering tragfähig
Torf	sehr gering tragfähig
Wattsande	durchschnittlich tragfähig
Rinnensande	gut tragfähig
Wesersande	gut bis sehr gut tragfähig
Schluff, sandig (pleistozän)	durchschnittlich tragfähig

5.4 Wiederverwendbarkeit für bautechnische Zwecke

Sofern die Schadstoffuntersuchungen keine Vorgaben zur Wiederverwendung/Entsorgung der auszuhebenden Böden liefern, sind diese Böden für bautechnische Zwecke wiederverwendbar:

Die mineralischen Bestandteile der Auffüllung (schluffige Sande) können als Auffüllmaterial für den Unterbau der Straßen und Verkehrsflächen verwendet werden.

Sofern die schlufffreien Teile von Sand und Kies separat gelagert werden, können diese als frostunempfindliches Material unter Verkehrsflächen und Zufahrtsstraßen eingebaut werden.

Die stark schluffige Sandauffüllung, die aufgefüllten Schluffe und die Kleischichten sind nicht verwendbar und sind abzufahren.

Nach den vorliegenden bodenmechanischen Laboruntersuchungen erfüllen die gewachsenen Kleischichten hinsichtlich des Tonanteils und des Sandanteils sowie des Gehaltes an organischer Substanz (Glühverlust) die Anforderungswerte der EAK 2002 für Klei als Deichabdeckboden. Aufgrund der gemessenen Wassergehalte und der Anfangsscherfestigkeiten ist vor Einbau jedoch eine Zwischenlagerung mit entsprechender Abtrocknung vorzusehen.

Da jedoch bei allen Baugrunderkundungen oberhalb der gewachsenen Kleischichten eine Auffüllung aus überwiegend Sanden mit Schluffbeimengungen in Stärken überwiegend zwischen ca. 1 m bis ca. 5 m festgestellt wurde, müsste diese Schicht vor Aushub der geeigneten Kleischichten abgetragen werden. Unter Berücksichtigung des erforderlichen Abtrages der Auffüllung und des Ersatzes durch Zuliefersand mit den erforderlichen Nebenleistungen (Wasserhaltung, Lagerflächen etc.) erscheint eine wirtschaftliche Gewinnung von Klei für Deichabdeckmaßnahmen nur in den Bereichen gegeben, wo der Austausch der Kleischichten aus Gründen unzureichender Tragschichtmächtigkeiten sowieso notwendig ist.

Der im Zuge der Großbohrpfahlherstellung anfallende Bodenaushub ist aufgrund der Durchmischung und dem Aushub unter Wasser aus geotechnischer Sicht nicht weiter verwendbar und ist abzutransportieren.

5.5 Befahrbarkeit

Durch den Baubetrieb werden von den Baufahrzeugen und -maschinen große punktförmige und dynamisch wirkende Kräfte in den Baugrund eingeleitet, die zu entsprechenden Verformungen führen. Diese Verformungen können nach Überschreiten der Scherfestigkeit so groß werden, dass das Planum nicht mehr befahrbar wird. Es ist daher erforderlich, zur Reduzierung der Verformungen Baustraßen zu erstellen, die mit ihren Tragschichten eine ausreichende Lastverteilung erzielen. Die Dimensionierung der Baustraßen ist neben der Belastung auch von dem Zustand des Planums nach dem Herrichten abhängig.

Bei stark niederschlagsreichen Jahreszeiten ist wegen des bindigen Baugrundes ein Zuschlag für die Tragschichten erforderlich.

Es wird empfohlen, die Baustraßen im Bereich der geplanten Verkehrsflächen anzuordnen. Dabei sollten der Straßenunterbau und die Tragschicht vollständig hergestellt werden und als Baustraße benutzt werden.

Für auf Ketten laufende Erdbaumaschinen mit geringen Bodenpressungen sind keine besonderen Befestigungen erforderlich.

Die gleichförmigen, schlufffreien Sande neigen beim Befahren mit Reifen zum seitlichen Ausweichen. Falls eine uneingeschränkte Befahrbarkeit mit bereiften Fahrzeugen erreicht werden soll, wird empfohlen, eine Tragschicht aus gebrochenem Material einzubauen.

Falls die Aushubsohlen für die Durchführung der Erd- und Gründungssohlen befahren werden sollen, sind entsprechend der einzusetzenden Baumaschinen die dafür erforderlichen Baustraßen oder anderweitige Befestigungen vorzusehen. Dies gilt auch für arbeitstechnisch geplante Zwischenebenen.

Für die Durchführung der Tiefgründungs- und Verbauarbeiten, wie z.B. Bohrpfähle usw., ist abhängig von den einzusetzenden Geräten ein ausreichend tragfähiges Arbeitsplanum aus Sand- und Schottertragschichten oberhalb der Kleischichten herzustellen.

5.6 Bodenklassen

Die angetroffenen Bodenarten können nach DIN 18300 - Erdarbeiten - in folgende Bodenklassen eingeteilt werden:

Bodenart	Bodenklasse	Bezeichnung
Sandauffüllung	3	leicht lösbare Bodenarten
	z.T. 4	mittelschwer lösbare Bodenarten
Schluffauffüllung	4	mittelschwer lösbare Bodenarten
	bis 5	schwer lösbare Bodenarten
Klei	4	mittelschwer lösbare Bodenarten
	bis 5	schwer lösbare Bodenarten
Wattsand	4	mittelschwer lösbare Bodenarten
Rinnensande	3	leicht lösbare Bodenarten
Wesersande	3	leicht lösbare Bodenarten
	bis 5	schwer lösbare Bodenarten
Schluff, sandig (Pleist.)	4	mittelschwer lösbare Bodenarten

Es ist nicht auszuschließen, dass die Schluff-Sandgemische der Auffüllung und die Kleiböden im Baugrubenanschnitt fließende Eigenschaften annehmen können und somit der Bodenklasse 2 zuzuordnen sind.

Nach DIN 18301 - Bohrarbeiten - können die Bodenarten in folgende Bodenklassen eingeteilt werden:

Bodenart	Boden- klasse	Bezeichnung
Sandauffüllung	BN1	nichtbindige Lockergesteine, Korngröße ≤ 63 mm, Feinkornanteil < 15 %
	BN2	nichtbindige Lockergesteine, Korngröße ≤ 63 mm, Feinkornanteil > 15 %
Schluffauffüllung	BB2	bindige Böden, $200 \text{ kN/m}^2 \geq c_u > 20 \text{ kN/m}^2$ weich bis steif
Klei	BB2	bindige Böden, $200 \text{ kN/m}^2 \geq c_u > 20 \text{ kN/m}^2$ weich bis steif
Torf	B01	organische Böden, Mudde, Humos u. zersetzte Torfe
Wattsand	BN2	nichtbindige Lockergesteine, Korngröße ≤ 63 mm, Feinkornanteil > 15 %
Rinnensande	BN1	nichtbindige Lockergesteine, Korngröße ≤ 63 mm, Feinkornanteil < 15 %
	BS1	Zusatzklasse Steine, 63 mm – 200 mm, (Steine) ≤ 30 %
Wesersand	BN1	nichtbindige Lockergesteine, Korngröße ≤ 63 mm, Feinkornanteil < 15 %
	BS1	Zusatzklasse Steine, 63 mm – 200 mm, (Steine) ≤ 30 %
Schluff, sandig (pleistozän)	BB2	bindige Böden, $200 \text{ kN/m}^2 \geq c_u > 20 \text{ kN/m}^2$ weich bis steif

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass im Bereich der Wesersande bereichsweise Steine und Blöcke, $d \geq 200$ mm vorhanden sind. Einen Hinweis darauf geben die Abbrüche der Drucksondierung aufgrund von Hindernissen.

5.7 Beurteilung des Baugrundrisikos

Da Bodenaufschlüsse immer nur eine exakte Aussage für den eigentlichen Untersuchungspunkt ergeben, sind für die dazwischen liegenden Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen möglich. Die Wahrscheinlichkeit einer Aussage über den Aufbau oder bestimmte für die geotechnische Beurteilung maßgebliche Eigenschaften von Boden wächst mit dem Untersuchungsumfang, d.h. mit der Anzahl der Aufschlüsse und nimmt ab mit der Wechselhaftigkeit des Baugrundes.

Es bleibt daher immer ein Risiko, dass im Baugrund Abweichungen von den zu erwartenden zu den tatsächlichen Baugrundverhältnissen vorhanden sind.

Dieses Risiko wird als Baugrundrisiko bezeichnet. Unter Baugrundrisiko versteht man auch die Gefahr, dass bei jeder Bebauung von Baugrund trotz vorhergehender, den Regeln der Technik entsprechender bestmöglicher Untersuchung und Beschreibung der Boden- und Wasserverhältnisse, unvorhersehbare Erschwernisse auftreten können.

Alles unerwartet im Baugrund Vorgefundene wird ebenfalls vom Begriff des „Baugrundrisikos“ generell ausgefüllt: so etwa Kellergewölbe, Fundamentreste, Holzpfähle, Findlinge, Geheimgänge, Wurzeln, Stollen, Bunker, Reste früherer Kulturen wie Gräber, Hafenbefestigungen, alte Tanks, Kanäle, Versorgungsleitungen aller Art, mit Altlasten verunreinigte oder sonstige kontaminierte Bereiche, Einlagerungen aller Art oder Klüfte, um nur einige Beispiele aus der Baupraxis und der Rechtsprechung anzuführen.

Ein restliches Baugrundrisiko kann daher auch durch eingehende geotechnische Untersuchungen nicht völlig ausgeschaltet werden, da kleinräumige Inhomogenitäten des Baugrundes nicht restlos zu erfassen sind. Ferner werden die bodenmechanischen Kennwerte an faustgroßen Proben ermittelt, die nicht immer repräsentativ für die gesamte Schicht sind. Die Werte der Baugrundparameter streuen in gewissen Bandbreiten und manche Eigenschaften des Baugrundes können mit angemessenem Aufwand nicht festgestellt werden.

Aufgabe der geotechnischen Untersuchungen von Boden als Baugrund ist es, das Baugrundrisiko im Hinblick auf die Aufgabenstellung des jeweiligen Projektes einzugrenzen.

Das Baugrundrisiko wird im vorliegenden Fall durch die unterschiedliche Mächtigkeit und Festigkeit der Auffüllung, sowie die gering tragfähigen Kleinschichten geprägt. Ein Risiko besteht bei der schnellen Belastung dieser Schichten durch die hohen Verkehrslasten beim Transport von Offshore-Komponenten zzgl. der Transporteinheit und durch die Auffüllungen für die Rampe.

Weiterhin bestehen Risiken aus den eintretenden Verformungen auf bestehende bzw. neu zu verlegende Ver- und Entsorgungsleitungen sowie aus den höheren Verkehrslasten.

Ein weiteres Herstellungsrisiko besteht bei Tiefgründungsarbeiten (Bohrpfahlarbeiten, Verbauarbeiten etc.) durch Hindernisse im Baugrund (alte Gründungskörper, Steine, usw.).

Um das Baugrundrisiko auf ein vertretbares Maß zu reduzieren, können verschiedene Maßnahmen durchgeführt werden.

Hierzu zählen unter anderem

- Baugrundverbesserungsmaßnahmen durch z.B. Bodenaustausch, Bodenbewehrung durch Geogitter o.ä., Vorbelastungen im Überschüttverfahren
- Verwendung von Leichtbaustoffen
- Verfahren mit aufgeständerten Gründungspolstern
- Zeitliche Staffelung der Auffüllungsphasen zur Festigkeitserhöhung durch Teilkonsolidierung, Einsatz von Vertikaldränagen
- Einhaltung von Sicherheitsabständen zu Baugruben, Gräben, Ver- und Entsorgungsleitungen
- Tiefgründung von Bauwerks- und Lagerlasten, Errichtung von Schutzbauwerken für verformungsempfindliche Leitungen

Bei der Durchführung der Baumaßnahme ist eine Kontrolle des zeitlichen Verlaufs der Setzungen durch Einsatz von Setzungspegeln erforderlich. Weiterhin sind im Sinne der Beobachtungsmethode Horizontal- und Vertikalverformungsmessungen sowie Erd- und Porenwasserdruckmessungen durchzuführen, um die Ansatzwerte der geotechnischen Beurteilungen zu bewerten und ggf. anzupassen.

Die geotechnischen Messungen müssen zeitnah baubegleitend ausgeführt und ausgewertet werden, da sie einen direkten Einfluss auf die ggf. kritischen Pfade der Bauablaufplanung haben.

Das Messprogramm umfasst u. a.:

- Interaktion Unterführungsbauwerk und Rampenbauwerk
- Zeitlicher Verlauf der Konsolidierung unter dem Rampenbauwerk (mit und ohne Vertikaldränagen)
- Kontrolle der horizontalen und vertikalen Verformungen

Messanlagen und Messkabel sind während der Baumaßnahme durch die ausführende Firma zu sichern.

6 Grundbautechnische Maßnahmen (Anlagen 4.1.1 bis 6.5)

6.1 Allgemeines

Beim Transport von Offshore-Komponenten über die geplante Rampe zum OTB (BA V) sind Standsicherheitsbetrachtungen unter Berücksichtigung der Belastungen aus extremen Schwerlastverkehr anzustellen. Weitere Hinweise hierzu enthält die Unterlage [1].

Die nachfolgenden Angaben beziehen sich auf den aktuellen Planungsstand und sind als Ergänzung/Änderung bzw. Präzisierung der Angaben aus [U1] zu verstehen.

6.2 Unterführungsbauwerk

6.2.1 Allgemeines

Zur Errichtung des Unterführungsbauwerkes ist ein ausgesteifter Spundwandverbau (Einpressverfahren, ggf. mit Lockerungsbohrungen) vorgesehen. Anschließend erfolgt die Herstellung der Großbohrpfähle ($D = 1,5 \text{ m}$). Die Bohrpfahlherstellung ist unter besonderer Berücksichtigung der maßgebenden Regelwerke DIN EN 1536 und DIN SPEC 18140 unter besonderer Würdigung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse (tideabhängiger gespannter Grundwasserleiter, s. Abschn. 4.4) vorzunehmen, so dass keine Auflockerungen des umgebenden Boden entstehen.

6.2.2 Baugrundsichtung und Bodenkennwerte

Für die Erddruckbelastung können folgende charakteristische bodenmechanische Kennwerte angesetzt werden:

Station 0 + 250 bis 0 + 375 (Stationsband gem. Entwurfsplanung Terminalzufahrt)

DS 47 / DS 65 / DS 46 / DS 67:

Höhe [m NN]	Bodenart	Wichte γ_k / γ'_k [kN/m ³]	Winkel der inneren Reibung φ' [°]	Kohäsion $c' (a) K$ [kN/m ²]	Kohäsion $c' (p) K$ [kN/m ²]	*) q_c [MN/m ²]	*) $c_{u,k}$ [kN/m ²]
OK Überschüttung bis + 3,0	Sandauffüllung, neu, verdichtet	19 / 11	35	0	0		
+ 3,0 bis - 1,6	Auffüllung	18 / 10	32,5	0	0		
- 1,6 bis - 5,0	Klei	16 / 6	20	10	5		25
- 5,0 bis - 10,0	Klei, sandig	17 / 7	22,5	10	5		40
-10,0 bis - 12,5	Klei und Sand	18 / 8	25	10	5		
- 12,5 bis - 22	Sand, schluffig	19 / 11	35			10	
Ab - 22	Sand	19 / 11	37,5	0	0	15	

*) Zur Ermittlung der vertikalen Tragfähigkeit und negativen Mantelreibung

**Station 0 + 160 bis 0 + 250 (Stationsband gem. Entwurfsplanung
Terminalzufahrt)**

DS 55 / DS 57 / DS 44 / DS 61:

Höhe [m NN]	Bodenart	Wichte γ_k / γ'_k [kN/m ³]	Winkel der inneren Reibung φ' [°]	Kohäsion c' (a) K [kN/m ²]	Kohäsion c' (p) K [kN/m ²]	*) q _c [MN/m ²]	*) C _{u,k} [kN/m ²]
OK Überschüt- tung bis + 3,0	Sandauffüllung, neu, verdichtet	19 / 11	35	0	0		
+ 3,0 bis - 1,6	Auffüllung	18 / 10	32,5	0	0		
- 1,6 bis - 5,0	Klei	16 / 6	20	10	5		25
- 5,0 bis - 10,0	Klei, sandig	17 / 7	22,5	10	5		40
-10,0 bis - 20,0	Sand, schluffig	19 / 11	35	0	0	10	
Ab - 20	Sand	19 / 11	37,5	0	0	20	

*) Zur Ermittlung der vertikalen Tragfähigkeit und negativen Mantelreibung

Bei den vorliegenden Verhältnissen sind die Auswirkungen des gespannten Grundwassers unterhalb der bindigen Schichten zu berücksichtigen. In der Baugrube ist der Wasserstand in Höhe der Aushubsohle anzunehmen, so dass auf der Baugrubenseite im Endaushub-Zustand eine nach oben gerichtete Grundwasserströmung durch die bindigen Schichten erfolgt. Die in der Baugrube aufwärts gerichtete Wasserströmung bewirkt eine Strömungskraft auf das Korngerüst des durchströmten Bodens, die bei der Ermittlung des Erdwiderstands berücksichtigt werden muss. Hinweise hierzu sind in der Empfehlung E 52 der Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen (EAU 2012) enthalten.

6.2.3 Dimensionierung Großbohrpfähle

Zur Dimensionierung der Großbohrpfähle nach DIN EN 1536 und DIN SPEC 18140 sind nachfolgend die Angaben zum Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ und zur Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ in Anlehnung an die EA-Pfähle für den Bereich des Unterführungsbauwerkes angegeben.

Tiefenbereich -12 mNN bis -22 mNN:

Bruchwert	$q_{s,k}$ der Pfahlmantelreibung	85	kN/m ²
-----------	----------------------------------	----	-------------------

Tiefenbereich -22 mNN bis -27 mNN:

Bruchwert	$q_{s,k}$ der Pfahlmantelreibung	122,5	kN/m ²
Pfahlspitzendruck	$q_{b,k}$ ($s/D_s = 0,02$)	1.225	kN/m ²
Pfahlspitzendruck	$q_{b,k}$ ($s/D_s = 0,03$)	1.575	kN/m ²
Pfahlspitzendruck	$q_{b,k}$ ($s/D_s = 0,10$)	3.500	kN/m ²

Die Mindestabsetztiefe zur Aktivierung des vollen Pfahlspitzendruckes liegt bei - 23 m NN.

Aus der Auffüllung und Überschüttung des Rampenkörpers erhalten die Pfähle eine Zusatzbelastung aus vertikalen (negative Mantelreibung) und horizontalen (Seitendruck) Beanspruchungen.

Die Angaben zum Ansatz negativer Mantelreibung, Seitendruck, zulässige Pfahlsetzungen und Setzungsunterschiede sind im Zuge der weitergehenden Planung und Festlegungen zum Bauablauf erfolgt (s. Abschn. 6.3.2).

Die Ermittlung der negativen Mantelreibungsspannung erfolgt über die effektive Spannung unter Berücksichtigung einer maximalen Überschüttungshöhe.

Bei der Ermittlung der negativen Mantelreibungskraft für die Außenwand des Brückenbauwerkes sowie des Bohrpfahles ist zu berücksichtigen, dass für den Grenzzustand der Tragfähigkeit die negative Mantelreibung als Einwirkung untersucht und das Maximum als Wert betrachtet werden muss.

Entsprechend DIN EN 1997-1 ist die Obergrenze des für die Größe der auf die Pfahlgruppe wirkende negative Mantelreibung das Gewicht des den Pfahl umgebenden Bodens.

Die Horizontaldruckbemessung erfolgt nach ZTV-Ing mit dem Erdruchdruck.

Die negative Mantelreibung an der Stahlbetonwand des Unterführungsbauwerkes wird ermittelt aus dem vertikalen Anteil des Erddruckes (erhöhter aktiver Erddruck; $\delta = 2/3 \varphi$) aus Eigengewicht der Überschüttung.

Die negative Mantelreibung beim Nachweis der Einleitung vertikaler Lasten ist wie folgt zu berücksichtigen:

$$\tau_{n,k} = 0,25 \cdot \sigma'_{V_s}$$

0,25 Faktor zur Festlegung der Größe der charakteristischen negativen Mantelreibung für bindige und nicht bindige Böden (s. z. B. EA „Pfähle“, 2. Auflage 2012 / Grundbau Taschenbuch 2009)

σ'_v Effektive Vertikalspannung

Die anzusetzende Pfahlfedersteifigkeit ergibt sich aus der Setzung bei der charakteristischen Einwirkung und ist hier mit $c_1 = 100$ MN/m im statischen System (Nachweis äußere Pfahltragfähigkeit) anzusetzen.

Zur Berücksichtigung weicher oder steifer Verhältnisse ist bei der inneren Tragfähigkeit und der Bemessung des Bauwerkes die Pfahlfedersteifigkeit auf Werte $c_0 = 50$ MN/m zu vermindern bzw. auf $c_2 = 200$ MN/m zu erhöhen.

Die Beanspruchung aus negativer Mantelreibung ist nicht mit der Verkehrslast zu überlagern.

6.3 Rampenbauwerk

6.3.1 Bereich Deichkrone bis Unterföhrungsbauwerk

Vor Herstellung des Unterföhrungsbauwerkes ist in diesem Bereich die Vertikaldränage bis zur vorhandenen Spundwand im Deich einzubauen.

Zur Abföhrung von Stauwasser im Deich sind am Fuß der alten Spundwand Löcher (\varnothing 100 mm) im Abstand von ca. 2 m vorzusehen. Zur Vermeidung von Sandaustritt ist umgehend ein Vliesstoff ($\geq 250 \text{ g/m}^2$) vor die Öfönung zu verlegen und entlang der Öfönungen ein bauzeitlicher Dränagestrang (Teilsickerrohr, vliesummantelt) auf der Ebene $\approx + 3 \text{ m NN}$ zu verlegen und mit einer Sandanschüttung zu fixieren.

Nach Herstellung des Bauwerkes und vor Verfüllung des Arbeitsraumes ist die Kleiabdeckung des vorhandenen Deiches landseitig bis zur Krone abzutragen. Dies betrifft den Bereich von ca. 0+240 (Achse 200) bis ca. 0+325 (Achse 200).

Die weitere Auffüllung und Überschüttung läuft gleichzeitig mit der Auffüllung und Überschüttung südlich des Bauwerks (s. Hinweise in Abschn. 6.3.2 und U [13]).

Die Überschüttung ist bis zur Deichkrone zu föhren.

Die endgültige Ausbildung der Deichböschung ist bis an das Unterföhrungsbauwerk zu föhren. Die Verfüllung ist mit Sand und die Deichabdeckung mit geeignetem Klei nach EAK 2002 bis an die Trogaußenwand zu föhren. Auftretendes Niederschlagswasser ist über die nach unten abgedichteten Mulden bzw. abgedichtete Rigo- len/Kiesfilter bis an den Troganfang bzw. –ende abzuföhren.

6.3.2 Bereich Unterföhrungsbauwerk bis ca. 70 m südlich der Druckrohrleitung

Im Bereich vom Unterföhrungsbauwerk bis ca. 70 m südlich (orthogonal zur Achse) der Druckrohrleitung kann eine Überschüttung zur Vorwegnahme der Setzungen erst nach Errichtung des Unterföhrungsbauwerkes und Umverlegung der setzungs- und erschütterungsempfindlichen Druckrohrleitung erfolgen (vgl. Angabe in U [13]).

In diesem Bereich sind ebenfalls zu Beginn der Baumaßnahme die Vertikaldränagen bis rd. - 9 m NN bis - 10 m NN einzubauen. Hierbei sind aufgrund der Auffüllungsmächtigkeit und der bereichsweise vorhandenen sehr dichten bis dichten Lagerung der aufgefüllten Sande ggf. Lockerungsbohrungen o. ä. zur Einbringung der Vertikaldränagen vorzusehen.

Bei den Vertikaldränagen, z.B. geosynthetische Vertikaldränagen, werden die Konsolidierungssetzungen (Primärsetzungen) der anstehenden bindigen und geringdurchlässigen Kleischichten beschleunigt. Die Vertikaldränagen führen zu einer Verkürzung der Konsolidierungsdauer und damit erhält der anstehende Klei früher die für die Auffüllung erforderliche Tragfähigkeit und Festigkeit. Erforderliche Schüttpausen und Liegedauer können hierdurch verkürzt werden.

Die Anforderungen an die Vertikaldränagen werden durch das Ableitvermögen des Konsolidierungswassers in Längsrichtung, die Filterstabilität gegen den anstehenden Boden sowie eine ausreichende Zugfestigkeit und Flexibilität bestimmt. Der Vertikaldrän darf durch die zu erwartenden Setzungen sein Wasserableitungsvermögen auch bei Stauchungen oder Knicke während der erforderlichen Funktionsdauer nicht verlieren.

Durch den geplanten Abstand in einem Dreiecksraster von 1,5 m werden die Entwässerungswege verkürzt, so dass der aus der Auflast entstehende Porenwasserüberdruck entsprechend schneller abgebaut werden kann. Zur Vermeidung einer Wasserwegigkeit vom Hauptgrundwasserleiter unterhalb der Kleischichten in die Sandauffüllung dürfen die vertikalen Dränagen maximal bis 1 m oberhalb der unterlagernden Sande geführt werden. Hierfür sind ergänzende Baugrundaufschlüsse durch z. B. Drucksondierungen im Bereich der geplanten Vertikaldränagen vom verantwortlichen Auftragnehmer auszuführen.

Der Verlauf der Konsolidierung ist durch Setzungsmessungen und Messungen des Porenwasserdruckes in situ zu überprüfen. Nur aus diesen Messungen lassen sich die erforderlichen Konsolidierungszeiträume prüfen. Für die vorgesehenen Maßnahmen sind Streifendränagen, bestehend aus einem Kunststoffkern für die Wasserabführung und einer Umhüllung aus geotextilem Vlies, vorgesehen.

Die StreifendrÄns passen sich wegen der hohen FlexibilitÄt den auftretenden Bodenverformungen leicht an. Die StreifendrÄns haben üblicherweise eine Breite von ca. 10 cm. Die StreifendrÄns werden in den Boden gedrückt. Ein Rüttel- oder Rammverfahren sowie Spülungen sind aufgrund der anstehenden teilweise bindigen Böden und der vorhandenen Sensitivität sowie der vorhandenen Druckrohrleitung nicht zugelassen.

Die Auffüllung bis ca. + 6 m NN darf zum Schutz der Druckrohrleitung erst im Abstand von 30 m südlich (orthogonal zur Achse) beginnen. Anschließend kann unter einer Böschungsneigung von 1 : 2,5 die Auffüllung bis + 6 m NN vorgenommen werden. Die Zwischenberme auf + 6 m NN sollte eine Breite von 10 m haben. Anschließend erfolgt die weitere Auffüllung und Überschüttung mit einer Neigung von 1 : 2,5 entsprechend den Vorgaben in U [1].

Zur Berücksichtigung der Porenwasserüberdruckbelastung auf das Bauwerk wurde in Abstimmung mit der I-OTB folgende Vorgehensweise für den hier betreffenden Abschnitt festgelegt:

- VertikaldrÄnagen im Dreiecksraster von 1,5 m x 1,5 m
- Aufbringung der Auffüllung bis max. + 8,5 m NN nach Verlegung der Druckrohrleitung über einen Zeitraum von einem Monat. Hierdurch wird ein Konsolidierungsgrad über gesamte Schichthöhe von 20 % erreicht
- Nach einer Liegedauer von 3 Monaten wird die Auffüllung bis + 8,5 m NN einen Konsolidierungsgrad von 80 % erreichen.
- Anschließend Aufbringung der Überschüttung bis mindestens + 11,0 m NN (ohne Setzungsüberhöhung) über 1 Monat und einer Mindestliegedauer von 4 Monaten (Konsolidierungsgrad Überschüttung 20 %).

Abweichungen oder Änderungen hinsichtlich Höhe oder Liegezeiten der Auffüllungs- und Überschüttungsphasen sind bei der statischen Bemessung des Bauwerkes zu berücksichtigen. Bei Änderung des Bauablaufes ist der Ansatz des Konsolidierungsgrades mit dem Baugrundsachverständigen abzustimmen.

6.3.3 Bereich ab 70 m südlich Druckrohrleitung

Nach den vorliegenden Erkenntnissen ergeben sich für diesen Bereich keine Abweichungen zu den Auffüllungs- und Überschüttungsphasen, so dass hier unter Berücksichtigung einer Mindestliegezeit von 6 Monaten die Vorgaben des Geotechnischen Berichtes 2 [U1] weiter gelten.

6.4 Böschungsbruchsicherheit (Anlagen 4.1.1a bis 4.3.2a)

6.4.1 Allgemeines

Es wird auf die Ausführungen in U [1] verwiesen.

6.4.2 Bemessungssituation

Für die Bemessung im Grenzzustand des Verlustes der Gesamtstandsicherheit (GEO 3) wurden aus der Verknüpfung der Einwirkungskombinationen (EK) mit den Sicherheitsklassen (SK) folgende kritische Lastfälle festgelegt:

Für die Belastung mit Schwerlastverkehr wird das geänderte Lastbild gemäß U [3] – Sonderlastmodell angesetzt.

Das erste Lastmodell mit 17 m Länge und 2,5 m Breite und 150 kN/m² Belastung ist in den Nachweisen des GTB 2 [U1] bereits berücksichtigt. Das zweite Lastmodell mit SPMT auf 8,5 m Länge und 5,5 m Breite bei 150 kN/m² Belastung wird in den nachfolgenden Nachweisen berücksichtigt. Für die weiteren Flächenbelastungen wird das Lastbild gem. Lastskizze SPMT parallel gekoppelt (s. Lastenheft U [3]) angesetzt. Hierbei sind für die Fahrspuren 3 kN/m² bis 12 kN/m² und für den Rest 3 kN/m² anzusetzen.

Aufgrund der geplanten regelmäßig auftretenden veränderlichen Einwirkung aus Extremlastverkehr ist die Bemessungssituation BS-P für den dränierten Zustand nach erfolgter Vorbelastung im Überschüttverfahren zu berücksichtigen. Die Einwirkungen werden als Verkehrslasten angesetzt.

6.4.3 Bemessungsquerschnitte (Anlagen 4.1.1a bis 4.3.2a)

Gegenüber den Untersuchungen im GTB 2 [U1] ist für den Querschnitt I-I unter Berücksichtigung der Nachweise auf den Anlagen 4.1.1a und 4.1.2a keine Änderung der Lastanordnung erforderlich. Es wurden ausreichende Sicherheiten mit Einhaltung des Ausnutzungsgrades $\mu \leq 1$ nachgewiesen.

Auf der Anlage 4.2.1a bis 4.2.2b sind die Nachweise im Querschnitt II-II für die neue Lastanordnung dargestellt. Unter Berücksichtigung der Bemessungssituation T (vorübergehende Bemessungssituation) können die Abstandsmaße wie im GTB 2 mit ausreichender Standsicherheit nachgewiesen werden. Sofern aufgrund der Lastkombination eine Bemessungssituation P (ständige Bemessungssituation) anzusetzen ist, ist die Lastfläche des SPMT's statt 5 m auf 7 m vom oberen Böschungsrand entfernt anzusetzen. Aus geotechnischer Sicht können jedoch unter Berücksichtigung der Lasteinwirkungskombinationen und da die Festigkeits- und Lastverteilungseigenschaften des Oberbaus aus Asphalt und Schottertragschicht nicht berücksichtigt wurden, die Abstandsmaße aus dem GTB 2 weiterhin angesetzt werden.

Im Bemessungsquerschnitt III-III (Anlagen 4.3.1a und 4.3.2a) zeigen sich ebenfalls ausreichende Sicherheiten durch Einhaltung des Ausnutzungsgrades $\mu \leq 1$ aufgrund des angepassten Lastmodells.

6.4.4 Baugrundverbesserungsmaßnahmen

Auf der Grundlage der durchgeführten Baugrunderkundungen, der anzusetzenden Lastbilder, der Gradientenlage und der zeitlichen Abfolge wird für den Rampenkörper eine Vorbelastung im Überschüttverfahren vorgeschlagen.

Die empfohlene Überschüttungshöhe liegt bei einer Liegezeit von mindestens 6 Monaten ohne Berücksichtigung zeitlicher Staffelungen der Auffüllungsphasen bei:

- 3,5 m über Gradiente im Bereich der Stationen 0+000 bis 0+300.
- 4,0 m über Gradiente im Bereich der Stationen 0+300 bis 0+450.
- 4,5 m über Gradiente im Bereich der Stationen 0+450 bis s. Hinweise Abschn. 6.3.2

Ab Station ca. 0+200 ist der Überschüttungskörper aufzuweiten, so dass ab Station ca. 0+300 die 10 m Breite Bermenvorschüttung mit dem Niveau + 6,0 m NN erreicht wird.

Von Station 0+000 bis 0+350 ist eine Tragschichtbewehrung vorzusehen, die von 4 Lagen bis Station 0+050 auf 1 Lage bei Station 0+350 gestaffelt ausgeführt wird. Die Geogitterbewehrung ist beidseitig bis 5 m über die Schwerlasttrasse hinaus vorzusehen. Hier sind jedoch noch ergänzende Standsicherheitsuntersuchungen unter Berücksichtigung weiterer Baugrunderkundungen, insbesondere zur vorhandenen Sandauffüllungsmächtigkeit vorzunehmen, sobald die weitere Planung hinsichtlich der Anbindung an die weiteren Transportwege und Lagerflächen vorliegt.

6.5 Verkehrsflächen „Am Seedeich“ und „Großer Westring“

Für den Neuaufbau der Straße ist eine ausreichende Tragschichtmächtigkeit vorzusehen. Der Oberbau ist entsprechend der RStO 12 für den überwiegenden Bereich der Straßen „Am Seedeich“ und „Großer Westring“ sowie MIV für die Belastungsklasse Bk 10 zu wählen. Für die Schwerlasttrasse auf der Rampe ist von der Belastungsklasse > Bk 100 auszugehen.

Die Regelanforderungen an Verkehrsflächen sind im Wesentlichen in der ZTVE-StB 09 sowie in der RStO 12 enthalten. Diese Anforderungen beziehen sich, soweit sie geotechnisch von Bedeutung sind, auf die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus und die Tragfähigkeit sowie den Verdichtungsgrad der Frostschutzschicht des Erdplanums und des Untergrundes bis 2,00 m unter dem Erdplanum.

Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues wird unter Berücksichtigung der Frostempfindlichkeit des Bodens nach Tabelle 1 der ZTVE-StB 09 in Verbindung mit Tabelle 6 der RStO 12 festgelegt. Danach beträgt die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus $d = 65$ cm bei der Frostempfindlichkeitsklasse F3.

Gemäß Tabelle 7 der RStO 12 - Mehr- oder Minderdicken infolge ungünstiger Wasserverhältnisse ist ein Zuschlag von 5 cm erforderlich.

Danach wird eine maximale Gesamtstärke $d \geq 70$ cm des frostsicheren Straßenaufbaues für die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 erforderlich.

Für das Erdplanum des Untergrundes (- 0,7 m unter Oberkante Verkehrsfläche) muss die Forderung $E_{V2} \geq 45$ MPa erfüllt werden. Der E_{V2} -Wert von 45 MPa ist für die Kleischichten erfahrungsgemäß nicht vorhanden, so dass eine zusätzliche Tragschicht zur Erreichung des E_{V2} -Wertes an der Unterkante der Frostschutzschicht erforderlich wird.

Aufgrund eigener Versuche auf vergleichbaren Bodenschichten ist zur Erreichung eines E_{V2} -Wertes von 45 MPa eine ca. 80 cm starke Sandtragschicht (E_{V2} -Wert ≥ 60 MN/m²) erforderlich. Daraus ergibt sich eine Gesamtstärke von mindestens 1,5 m von Oberkante Fahrbahn bis zum Planum. Im vorliegenden Fall wird aufgrund der besonderen Lastkonstellation mit 150 kN/m² ein Gesamtaufbau von 2 m empfohlen.

In Bereichen mit unzureichender Mächtigkeit der Sandtragschicht über den unterlagernden Kleischichten ist ein entsprechender Bodenaustausch auszuführen. In den Bereichen mit ausreichender Sandtragschichtmächtigkeit in erforderlicher Qualität (Bodengruppe SE nach DIN 18196) sind intensive Nachverdichtungen vorzunehmen. Weiterhin sind die Vorgaben der Tragschichtbewehrungen mit Geogittern entsprechend Angaben in [U1] zu berücksichtigen.

Der Aufbau der Tragschichten erfolgt dann direkt auf dem frostunempfindlichen Material der vorhandenen Sandauffüllung (Rampenauffüllung) bzw. ggf. den nach Bodenaustausch aufgefüllten frostunempfindlichen Sanden der Bodengruppe SE nach DIN 18196 nach den Vorgaben der RStO 12.

Auf dem Planum Unterkante Schottertragschicht sind dann zur Überprüfung der erreichten Verdichtung statische/dynamische Plattendruckversuche auszuführen. Die Verdichtung sollte mindestens $E_{v2} \geq 80$ MPa betragen (vgl. SoB-StB 04/07).

Es sind die technischen Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau TL SoB-StB 04/07 zu beachten.

Der Oberbau für die Straße „Am Seedeich“ und „Großer Westring“ sowie des MIV ist entsprechend RStO 12 für die Belastungsklasse Bk 10 zu wählen. Im vorliegenden Fall ist ein Oberbau aus Asphalt vorgesehen. Für die 1. Tragschicht oberhalb der Schicht aus frostunempfindlichem Material wird für die Verkehrsfläche eine mindestens 30 cm dicke Schicht aus Schotter 0/32 mm (natürliche, gebrochene Gesteinskörnung) empfohlen.

Im Bereich der Schwerlasttrasse auf der Rampe ist der Aufbau der Asphaltsschichten auf 30 cm zu erhöhen. Die Schottertragschicht aus 0/32 mm wird auf 40 cm Stärke erhöht. Darunter folgt eine Sandtragschicht, tlw. mit Geogitterbewehrung, in 1,3 m Mächtigkeit.

Bei Einsatz von geeigneten Recyclingbaustoffen in Tragschichten sind ebenso wie bei den natürlichen Gesteinskörnungen die Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau (TL Gestein-StB 04) einzuhalten.

Auf der Schottertragschicht ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 150$ MN/m² (Bk 10) und $E_{v2} \geq 180$ MN/m² (Bk > 100) bei einem Verhältniswert von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$ nachzuweisen.

6.6 Schieberschächte

6.6.1 Allgemeines

Zur Errichtung der Schieberschächte ist ein ausgesteifter Spundwandverbau (Einpessverfahren, ggf. mit Lockerungsbohrungen) vorgesehen. An den Stirnseiten sind fortlaufend mit dem Aushub ober- und unterhalb der vorhandenen Druckrohrleitung Stahlbleche o.ä. einzuschweißen, die den Eintritt von Boden behindern. Ggf. sind außerhalb mit Spülfiltern einer Vakuumanlage die Stauwasserstände abzusenken, damit ein Ausfließen der Sandauffüllung vermieden wird. Unterhalb der Unterkante der Schieberschächte ist eine mindestens 0,5 m starke Sandtragschicht mit Dräagen zur bauzeitlichen Grundwasserhaltung vorzusehen.

Aus geotechnischer Sicht wird empfohlen, die Bauwerkslasten (sowie die Auftriebslasten) der Schieberschächte über die Spundwände in die unteren Sande abzutragen.

Beim Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit der Spundwände sind die Hinweise und Empfehlungen der EAU 2012 E 4 (Abschn. 8.2.5) zu berücksichtigen. Bei Spundwänden können die Erfahrungswerte der Tab. E4-1 unter Berücksichtigung der Sondierspitzenwiderstände in den unteren Sanden (Schieberschacht Nord unterhalb – 14 m NN und Schieberschacht Süd unterhalb – 9 m NN) zur Vorbemessung herangezogen werden.

Bei dem Spitzenwiderstand ist nur die Querschnittsfläche des Wandprofils anzusetzen.

Bei einer Einbringung im Vibrationsverfahren sind entsprechende Abminderungen bei den vorstehenden Werten vorzunehmen.

Bei dem Schieberschacht Süd ist aufgrund einer unzureichenden Auftriebssicherheit bei Hochwasserständen ggf. eine Entspannung im Hauptgrundwasserleiter mit Tiefbrunnen vorzusehen (s. Abschn. 6.8).

6.6.2 Baugrundschiichtung und Bodenkennwerte

Für die Erddruckbelastung können folgende charakteristische bodenmechanische Kennwerte angesetzt werden:

Schieberschacht Nord (DS/BS 69/70), Station 0+450

Höhe [m NN]	Bodenart	Wichte γ_k / γ'_k [kN/m ³]	Winkel der inneren Reibung φ' [°]	Kohäsion c' (a) K [kN/m ²]	Kohäsion c' (p) K [kN/m ²]
+ 3,0 bis - 1,5	Auffüllung	18 / 10	32,5	0	0
- 1,5 bis - 6,0	Klei	16 / 6	20	10	5
- 6,0 bis - 13,5	Klei, sandig	17 / 7	22,5	10	5
- 13,5 bis - 20	Sand, schluffig	19 / 11	35	0	0
Ab - 20	Sand	19 / 11	37,5	0	0

Schieberschacht Süd (DS/BS 52/53), Station 0+075

Höhe [m NN]	Bodenart	Wichte γ_k / γ'_k [kN/m ³]	Winkel der inneren Reibung φ' [°]	Kohäsion c' (a) K [kN/m ²]	Kohäsion c' (p) K [kN/m ²]
+ 3,0 bis - 1,5	Auffüllung	18 / 10	32,5	0	0
- 1,5 bis - 6,0	Klei	16 / 6	20	10	5
- 6,0 bis - 8,5	Klei, sandig	17 / 7	22,5	10	5
- 8,5 bis - 13,0	Sand, schluffig	19 / 11	35	0	0
Ab - 13	Sand	19 / 11	37,5	0	0

Bei den vorliegenden Verhältnissen sind die Auswirkungen des gespannten Grundwassers unterhalb der bindigen Schichten zu berücksichtigen. In der Baugrube ist der Wasserstand in Höhe der Aushubsohle anzunehmen, so dass auf der Baugrubenseite im Endaushub-Zustand eine nach oben gerichtete Grundwasserströmung durch die bindigen Schichten erfolgt. Die in der Baugrube aufwärts gerichtete Wasserströmung bewirkt eine Strömungskraft auf das Korngerüst des durchströmten Bodens, die bei der Ermittlung des Erdwiderstands berücksichtigt werden muss. Hinweise hierzu sind in der Empfehlung E 52 der Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen (EAU 2012) enthalten.

6.7 Setzungen (Anlagen 5.1.1 bis 5.3.16)

Es wird auf die Ausführungen in [U1] verwiesen.

6.8 Auftriebssicherheit und hydraulischer Grundbruch der Sohle (Anlagen 6.3 bis 6.5)

6.8.1 Allgemeines und Berechnungsverfahren

Es wird auf die Ausführungen in U [1] verwiesen.

6.8.2 Ergebnisse (Anlagen 6.3 bis 6.5)

Für den Schieberschacht Nord ist bei den geplanten Aushubtiefen und den zu erwartenden Grundwasserständen im Hauptgrundwasserleiter eine ausreichende Sicherheit nachgewiesen (Anl. 6.3).

Bei dem Schieberschacht Süd ist ein ausreichender Ausnutzungsgrad nur für maximale Grundwasserstände im Hauptgrundwasserleiter bis + 2,2 m NN gewährleistet (Anl. 6.5). Bei höheren Grundwasserständen durch extremen Hochwasser in der Weser ist der Hauptgrundwasserleiter durch den Betrieb von Tiefbrunnen auf das erforderliche Maß zu entspannen.

6.9 Auswirkungen der Baumaßnahme auf Nachbarbauwerke

Es wird auf die Ausführungen in U [1] verwiesen.

6.10 Grundwasserabsenkung

Für die Erd- und Gründungsarbeiten der einzelnen Bauwerke ist eine Grundwasserabsenkung erforderlich.

Es wird empfohlen, das Grundwasser des oberen Grundwasserleiters im Bereich des Unterführungsbauwerkes mit Horizontaldränage und ggf. Vakuumanlage abzusenken. Hierdurch werden die innerhalb der eingespundeten Baugrube vorhandenen Stauwässer vor Aushub abgesenkt und auftretendes Niederschlagswasser/ Restwasser Durchsickerung Spundwand während der Bauphase abgeführt.

Die Horizontaldränagen können im Vorfeld bis auf das erforderliche Niveau eingefräst und mit Vollslauch an die Geländeoberkante geführt werden, um mit Vakuumpumpen zu entwässern. Alternativ können wie bei den weiteren Bauwerken fortlaufend mit dem Aushub Pumpensümpfe im Schutze von Spülfiltern einer Vakuumanlage eingebaut werden. Ausgehend von diesen Pumpensümpfen mit Tauchpumpen sind dann Dränagen unter der Aushubsohle zu verlegen und an die Pumpensümpfe anzuschließen.

Im Bereich der Vertikaldränagen unter der Rampe sind zur schnellen Abführung des Konsolidierungswassers Dränagestränge im Abstand von 10 m zu verlegen, die an die Ränder der Überschüttung entwässern.

Ferner sind am Bauanfang bis ca. 0+230 Dränagen zur Durchführung der Erdarbeiten (Bodenaustausch, Einbau Trag- und Bewehrungslagen) vorzusehen.

Zur Beweissicherung ist die Wassermenge durch eine Wasseruhr täglich zu messen. Es ist darauf zu achten, das Absenkziel auf das technisch erforderliche Maß zu beschränken, um die Gesamtfördermenge des Grundwassers zu minimieren.

Die Grundwasserabsenkungsanlage ist gem. VOB Teil C (DIN 18305), Abschnitt 3.2.1 von dem Auftragnehmer auch unter Berücksichtigung des max. Grundwasserstandes allein verantwortlich zu bemessen. Bei der Ausschreibung und Durchführung der Grundwasserabsenkung sind die ATV "Wasserhaltungsarbeiten", DIN 18305, zu beachten.

Jede Grundwasserabsenkung ist nach dem Bremischen Wassergesetz erlaubnispflichtig und muss bei der zuständigen Wasserbehörde beantragt werden.

Für die Abführung des abgepumpten Grundwassers ist die Kapazität des Vorfluters bzw. Kanales mit den zuständigen Behörden abzuklären und eine entsprechende Genehmigung einzuholen. Dabei ist zu klären, in welchem Umfang Gebühren für die Einleitung des Grundwassers zu entrichten sind. Außerdem ist auch abzuklären, welche Auflagen hinsichtlich der Einleitung zu erwarten sind.

Vom Senator für Umwelt, Bau und Verkehr sind folgende Einleitwerte von Grundwasser in Gewässer und in die Kanalisation angegeben (Stand vom 01.11.2011):

Parameter		Wiedereinleitung in den Untergrund	Einleitung in Oberflächengewässer bzw. Niederschlagswasserkanal	Einleitung in Schmutz- bzw. Mischwasserkanal
Mineralöl-KW	µg/l	100	400	10.000
BTEX	µg/l	15	50	100
Benzol	µg/l	1	5	
LHKW _{Summe}	µg/l	5	20	50
LHKW _{Einzel}	µg/l	1	5	Bewertung im Einzelfall
PAK _{Summe EPA, ohne Naphthalin}	µg/l	0,1	0,4	
Naphthalin	µg/l	1	4	
PAK _{Summe EPA, mit Naphthalin}	µg/l			0,5 je Verbindung
AOX	µg/l		150	500
Cadmium	µg/l		5	Bewertung im Einzelfall
Arsen	µg/l		10	Bewertung im Einzelfall
Chrom/Kupfer/Nickel	µg/l		Je 50	Bewertung im Einzelfall
Blei	µg/l		40	Bewertung im Einzelfall
Zink	µg/l		300	Bewertung im Einzelfall
Ammonium (NH ₄ -N)	mg/l		5	
Phosphor (P _{ges.})	mg/l		2	
CSB	mg/l		50	
Eisen	mg/l		5 ¹	
Chlorid	mg/l	400 ²	400 ^{1,3} 01.11. - 15.03. 1.500 ^{1,3}	
Sulfat	mg/l	200 ²	400 ^{1,3}	500
ph-Wert	mg/l	6,5 - 9,5 ²	6,5 - 9,5	
Leitfähigkeit	µS/cm	2.000 ²	2.200 ^{1,4} 01.11. - 15.03. 5.000 ^{1,4}	
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l		100	

¹ Gilt nicht bei Einleitung in Weser, Lesum und Wümmen.

² In Abhängigkeit von der Vorbelastung des anstehenden Grundwasserleiters (Wiedereinleitung < = Vorbelastung).

³ Kann entfallen, wenn die Leitfähigkeit festgesetzt wird.

⁴ Bei 25°C.

Nach den durchgeführten Grundwasseruntersuchungen (siehe Abschnitt 4.6 „Ergebnisse von Grundwasseruntersuchungen“) wurde im Grundwasser des Hauptgrundwasserleiters ein Eisengehalt von mehr als 5 mg/l, ein Chloridgehalt bis zu 90 mol/m³ und eine Leitfähigkeit von 1340 bis 2550 µS/cm festgestellt.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich aufgrund der geringen entnommenen Grundwassermenge um einen „stationären“ Zustand handelt. Bei Entnahme größerer Grundwassermengen, wie sie durch die Grundwasserabsenkung erfolgt, kann es zu einer Veränderung der Grundwasserinhaltsstoffe kommen.

Grundwasseruntersuchungen des oberen Grundwasserleiters sind nicht vorhanden. Es ist jedoch erfahrungsgemäß mit Eisengehalten von mehr als 5 mg/l zu rechnen, da durch die Vorbelastung auch Porenwasser aus den Kleinschichten auftritt.

Aufgrund des Eisengehaltes von mehr als 5 mg/l ist abhängig von der genehmigten Einleitstelle eine Enteisungsanlage vorzuhalten/zu betreiben, um bei der Einleitung den Grenzwert von 5 mg/l einzuhalten.

6.11 Erdarbeiten

Bei der Ausschreibung und Durchführung der Erdarbeiten sind die ATV "Erdarbeiten" - DIN 18300 - zu beachten.

Die weiteren Maßnahmen sind in U [1] beschrieben.

6.12 Maßnahmen zur Bauwerksabdichtung

Das Unterführungsbauwerk sowie die Schieberschächte für die Druckrohrleitung liegen unter dem zu erwartenden Grundwasserhöchststand infolge aufstauenden Sickerwassers, so dass Maßnahmen gegen von außen drückendem Wasser nach DIN 18195-6 vom Dezember 2011 erforderlich sind. Alternativ besteht die Möglichkeit, die Konstruktion aus wasserundurchlässigem Beton, gemäß der Richtlinie für wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton vom November 2003, herzustellen.

Es wird empfohlen, zur Bauwerksabdichtung die Sohlen und die Außenwände in wasserundurchlässigem Beton herzustellen. Bei wasserundurchlässigem Beton ist die Entstehung von Haarrissen, bei denen es zu Durchfeuchtungen kommen kann, nicht auszuschließen. Die Haarrisse treten vorwiegend in den Außenwänden auf. Die Nachbehandlung des Betons in Bereichen mit örtlichen Durchfeuchtungen mit Injektionen ist Stand der Technik und Gewährleistet danach einen dichten Verschluss von evtl. Rissen.

6.13 Maßnahmen gegen aggressives Grundwasser

Nach den vorliegenden Erkenntnissen wird das Grundwasser in die Expositions-kategorie XA2 (mäßig angreifend) nach DIN EN 206-1, Tabellen 1 und 2, eingestuft. Als Schutz gegen aggressives Grundwasser sind betontechnologische Maßnahmen gem. DIN 1045 erforderlich. Ferner sind die Empfehlungen der Schriftenreihe der Zementindustrie, Heft 53/1992: „Chemischer Angriff auf Beton“ zu beachten.

7 Hinweise und Empfehlungen zu weiteren geotechnischen Untersuchungen und Maßnahmen

Im Zuge der weiteren Planung sind zusätzliche Untersuchungen und geotechnische Nachweise mit Hinweisen zu Gründungsmaßnahmen durchzuführen. Diese Untersuchungen sind in folgenden Bereichen vorzunehmen:

- Regenwasserbehandlungsanlage
- Verlegung der Zufahrt zum Yachthafen
- Provisorische Umfahrung der Baustelle der Rampe
- Leitungskorridor zum Fischereihafen (Entwässerung)

Zur Kontrolle und Überwachung des Bauvorhabens ist aufgrund der Komplexität der Baugrund- und Belastungsbedingungen ein Mess- und Überwachungsprogramm auszuarbeiten und zu installieren, welches folgende Maßnahmen umfasst:

- Erd- und Porenwasserdruckmessungen im Bereich der Bauwerke.
- Messung der Horizontal- und Vertikalverformungen durch z. B. Inklinometer.
- Setzungsmessungen durch Pegel zur Kontrolle des Zeit-Setzungs-Verlaufes.

8 Zusammenfassung

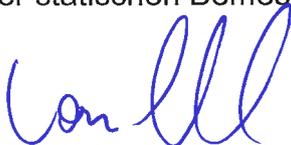
Für die Zufahrt zum Offshore-Terminal-Bremerhavens (OTB) sind eine Rampe zum Terminal sowie ein Unterführungsbauwerk mit Trogstrecken und Verkehrsanlagen geplant. Die geplante Rampe umfasst im Wesentlichen eine Trasse für Extrem-schwerlastverkehr auf 40 m Breite sowie seitlich eine Trasse für den motorisierten Individualverkehr. Durch das Unterführungsbauwerk mit Brücke quert zukünftig die Straße „Am Seedeich“ die Rampe zum OTB.

Der Baugrund besteht unterhalb bereichsweise vorhandener Oberflächenbefestigun-gen (Start- und Landebahn, „Am Seedeich“ etc.) aus Auffüllungen unterschiedlicher Zusammensetzung und Mächtigkeit. Darunter folgen Kleischichten, die von Watt- und Rinnensanden unterlagert werden. In größerer Tiefe folgen die Wesersande.

Für die Rampe ist eine Vorbelastung im Überschüttverfahren, teilweise mit Vertikal-dränagen erforderlich. Das Unterführungsbauwerk sowie die Schiebeschächte für die Druckrohrleitung sind mit einer Tiefgründung auszuführen. Weitere Einzelheiten sind im Bericht gegeben.

Dieser Geotechnische Bericht 3 enthält ergänzende Untersuchungen und Änderun-gen bzw. Präzisierungen zum Geotechnischen Bericht 2 vom 11.07.2013 [U1] und ist nur zusammen mit diesem gültig.

Die geotechnischen Nachweise und Empfehlungen gelten für den jeweiligen Planungsstand und vorgesehenen Bauablauf. Bei Planungsänderungen, insbesondere Lage- und Höhenanordnung von Bauwerken sowie dem zeitlichen Bauablauf und der vorgesehen Lasten sind die Auswirkungen zu überprüfen und bei der statischen Bemessung zu berücksichtigen.



Dr.-Ing. von Bloh



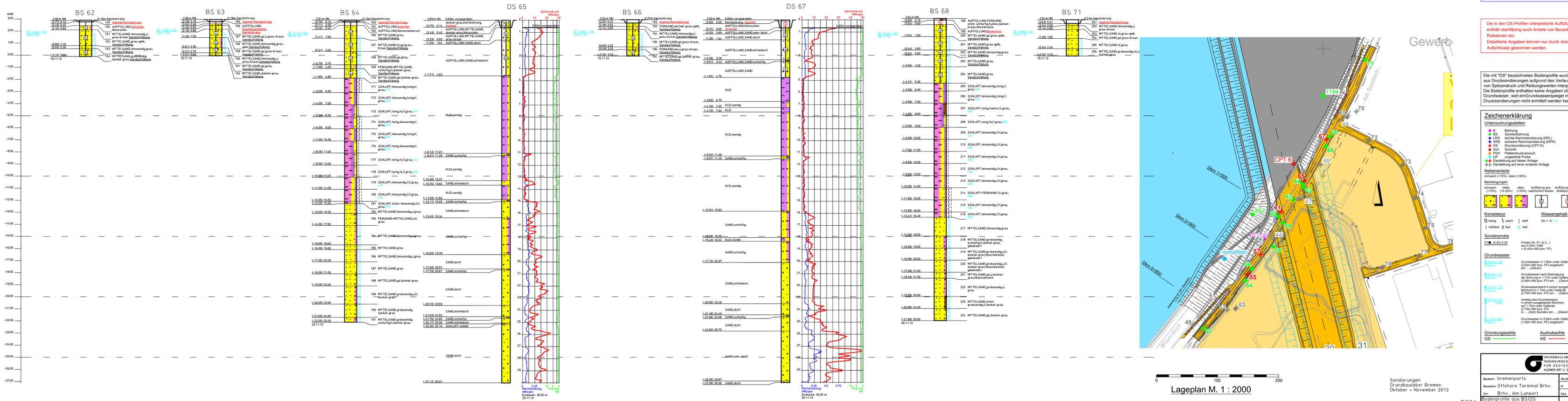
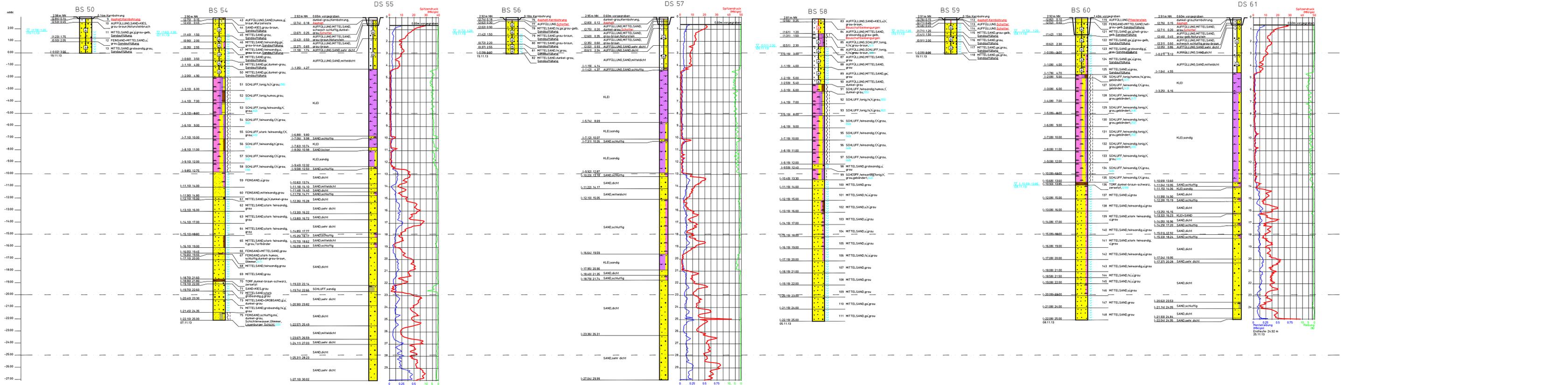
i.A. Dipl.-Ing. Gregull

**Verteiler:**

Bauherr:	bremenports GmbH & Co. KG für das Sondervermögen Fischereihafen Postfach 10 02 10 27502 Bremerhaven	1 x
Planung:	Ingenieurgemeinschaft OTB (I-OTB) c/o WKC Hamburg GmbH Tempowerkring 1 b 21079 Hamburg	1 x
	BPR Beraten / Planen / Realisieren Dipl.-Ing. Bernd F. Künne & Partner Ostertorstr. 38 / 39 28195 Bremen	1 x
	Gralle & Partner Beratende Ingenieure VBI Überseetor 14 28217 Bremen	1 x
Prüfingenieur:	Dipl.-Ing. B. Jeschke c/o KSF GmbH & Co. KG Alfred-Balzer-Str. 5 27570 Bremerhaven	1 x

9 Anlagenverzeichnis

I N H A L T	Anlage Nr.	
	von	bis
2. Felduntersuchungen		
2.1 Bodenprofile aus Sondierbohrungen + Drucksondierungen	2.1.9	2.1.13
2.2 Drucksondierungsdiagramme	2.2.49	2.2.62
2.3 Auswertung Grundwasserstandsmessungen	2.5.1	2.5.5
3. Laboruntersuchungen		
3.1 Korngrößenverteilungen	3.1.5	3.1.7
3.2 Bodenmechanische Kennziffern	3.2.8	3.2.11
3.3 Chemische Analysen	3.3.1	3.3.4
4. Gutachten		
4.1 Standsicherheitsnachweise	4.1.1a	4.3.2a
4.3 Auftriebsnachweis	6.3	6.5



Plangrundlage:
Lageplan erh. von bpr am 23.08.13

Die in den DS-Profilen interpretierte Auffüllung enthält oberflächlich auch Anteile von Bauschutt, Reststeinen etc.
Detaillierte Angaben können nur durch direkte Aufschlüsse gewonnen werden.

Die mit 'DS' bezeichneten Bodenprofile wurden aus Druckkonditionen aufgrund des Verlaufes von Spitzendruck und Reibungswerten interpretiert. Die Bodenprofile enthalten keine Angaben über Grundwasser, weil ein Grundwasserspiegel in Druckkonditionen nicht ermittelt werden kann.

Zeichenerklärung

Untersuchungsstellen

- B Bohrung
- BS Sondierbohrung
- LRS leichte Rammsondierung (DPL)
- SRS schwere Rammsondierung (BSP)
- DS Druckkonditionierung (CPT-E)
- Sch Scherbohrung
- PDV Plattendruckversuch
- UP ungesättigte Probe
- Darstellung auf einer anderen Anlage

Nebenanteile
schwach (<15%) stark (>30%)

Benennungen:
schwach mittel stark Auffüllung aus Auffüllung ausmit (<15%) (15-30%) (>30%) natürlichem Boden Abfallmaterial (Gülle)

Konsistenz | **Wassergehalt**

Sonderprobe
P1# 0,43 x 0,04
Ø 40 mm
l = 0,42 m (bzw. 1,0 m)

Grundwasser
CPT 6
G1
G2
G3
G4
G5
G6
G7
G8
G9
G10
G11
G12
G13
G14
G15
G16
G17
G18
G19
G20
G21
G22
G23
G24
G25
G26
G27
G28
G29
G30
G31
G32
G33
G34
G35
G36
G37
G38
G39
G40
G41
G42
G43
G44
G45
G46
G47
G48
G49
G50
G51
G52
G53
G54
G55
G56
G57
G58
G59
G60
G61
G62
G63
G64
G65
G66
G67
G68
G69
G70
G71
G72
G73
G74
G75
G76
G77
G78
G79
G80
G81
G82
G83
G84
G85
G86
G87
G88
G89
G90
G91
G92
G93
G94
G95
G96
G97
G98
G99
G100

Gründungssole | **Aushubschle**
GS | AS

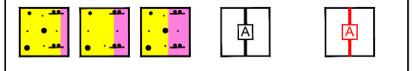
Plangrundlage:
Lageplan erh. von bpr am 23.08.13

Zeichenerklärung

- Untersuchungsstellen**
- B Bohrung
 - BS Sondierbohrung
 - LRS leichte Rammsondierung (DPL)
 - SRS schwere Rammsondierung (DPH)
 - DS Drucksondierung (CPT-E)
 - Sch Schürfe
 - PDV Plattendruckversuch
 - UP ungestörte Probe
 - Darstellung auf dieser Anlage
 - Darstellung auf einer anderen Anlage

Nebenteile

- schwach (<15%) mittel (15-30%) stark (>30%)
 Auffüllung aus natürlichem Boden Auffüllung aus mit Abfallprodukten



- Konsistenz**
 § breig § weich § steif
 | halbfest || fest § naß
- Wassergehalt**
 Wn = % (15)
 | naß

Sonderprobe

- P1 (0.42) 4.00
 Proben Nr. P1 (2.3,...) aus 4.00m Tiefe = (0.42m NN bzw. FP)

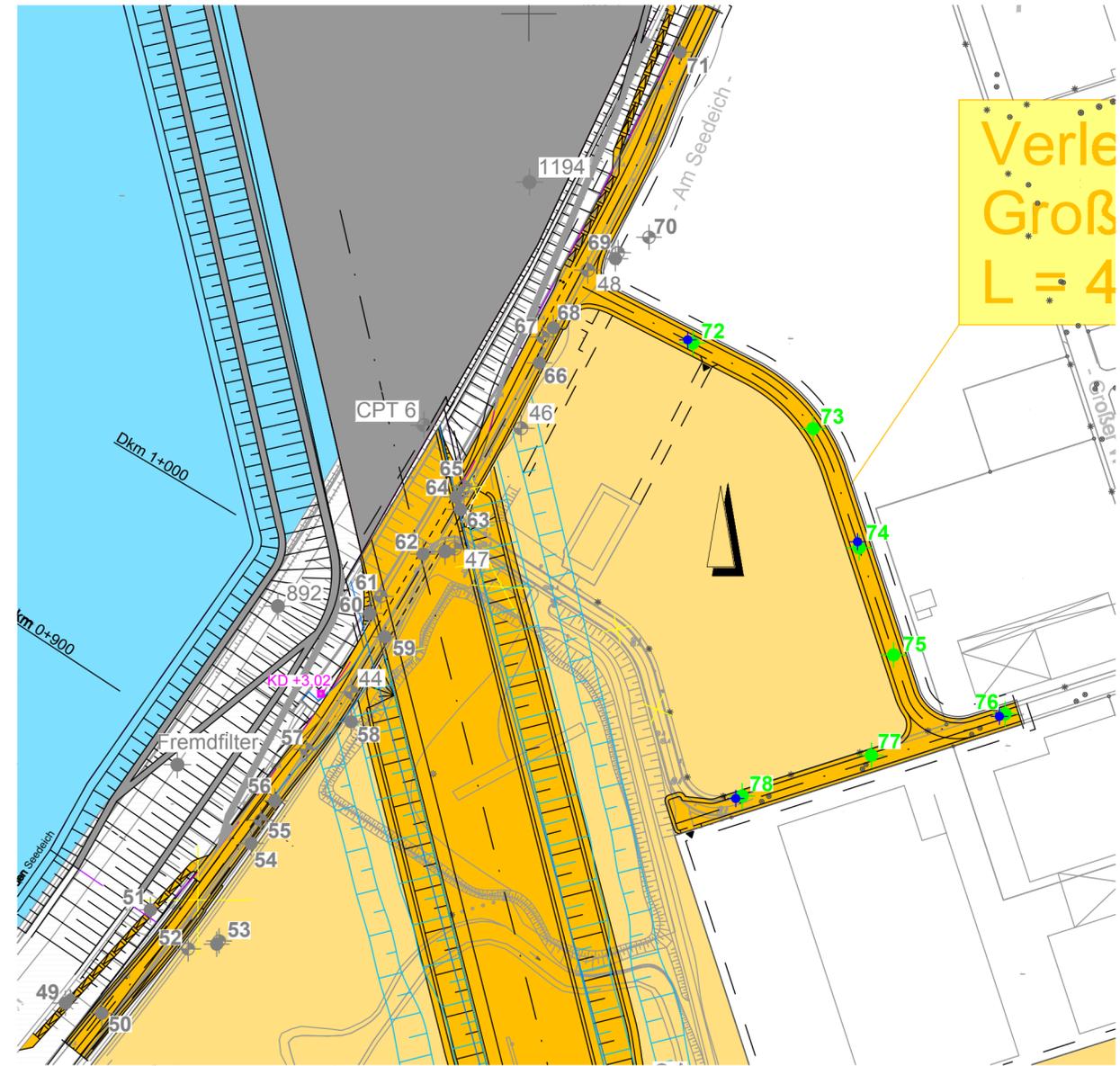
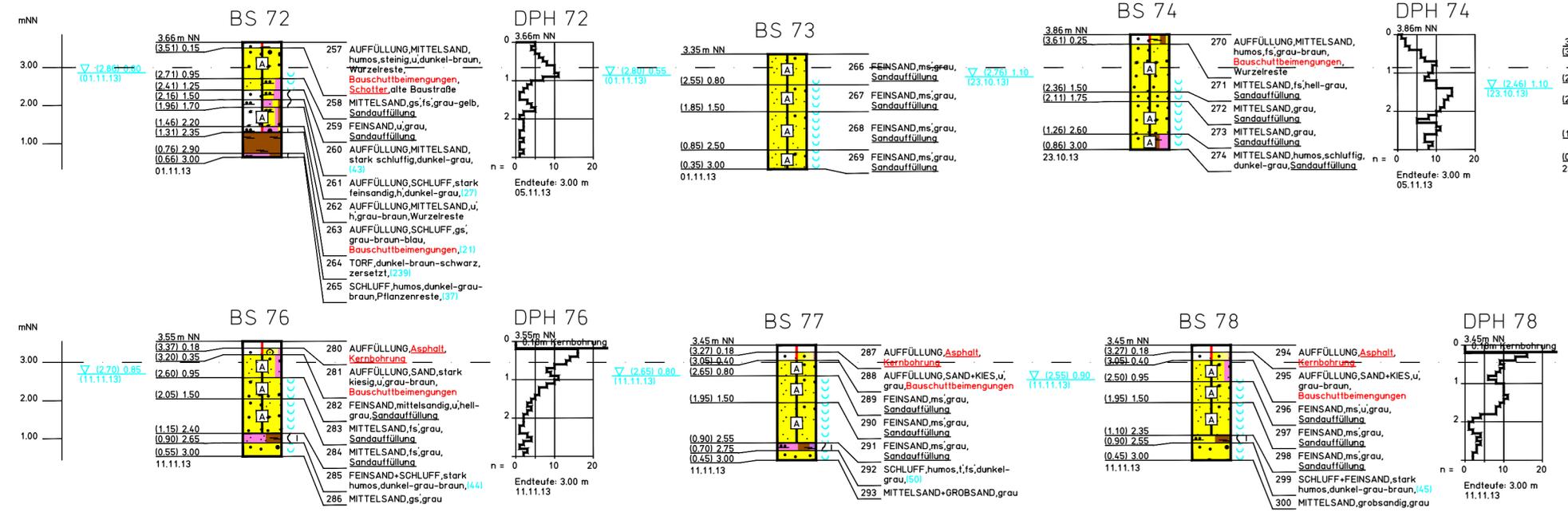
Grundwasser

- ▽ (2.82) 1.80 (Datum) Grundwasser in 1.80m unter Gelände (2.62m NN bzw. FP) angebohrt am(Datum)
- ▽ (2.65) 1.77 (Datum) Grundwasser nach Beendigung der Bohrung in 1.77m unter Gelände (2.65m NN bzw. FP) am(Datum)
- ▽ (2.70) 1.72 (Datum) Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrlöch in 1.72m unter Gelände (2.70m NN bzw. FP) am(Datum)
- ↑ (2.70) 1.72 (Zeit) Anstieg des Grundwassers in einem ausgebauten Bohrlöch auf 1.72m unter Gelände (2.70m NN bzw. FP) in(Zeit) Stunden am(Datum)
- △ (1.60) 2.82 (Datum) Grundwasser in 2.82m unter Gelände (1.60m NN bzw. FP) angebohrt

- Gründungssohle** GS
Aushubsohle AS



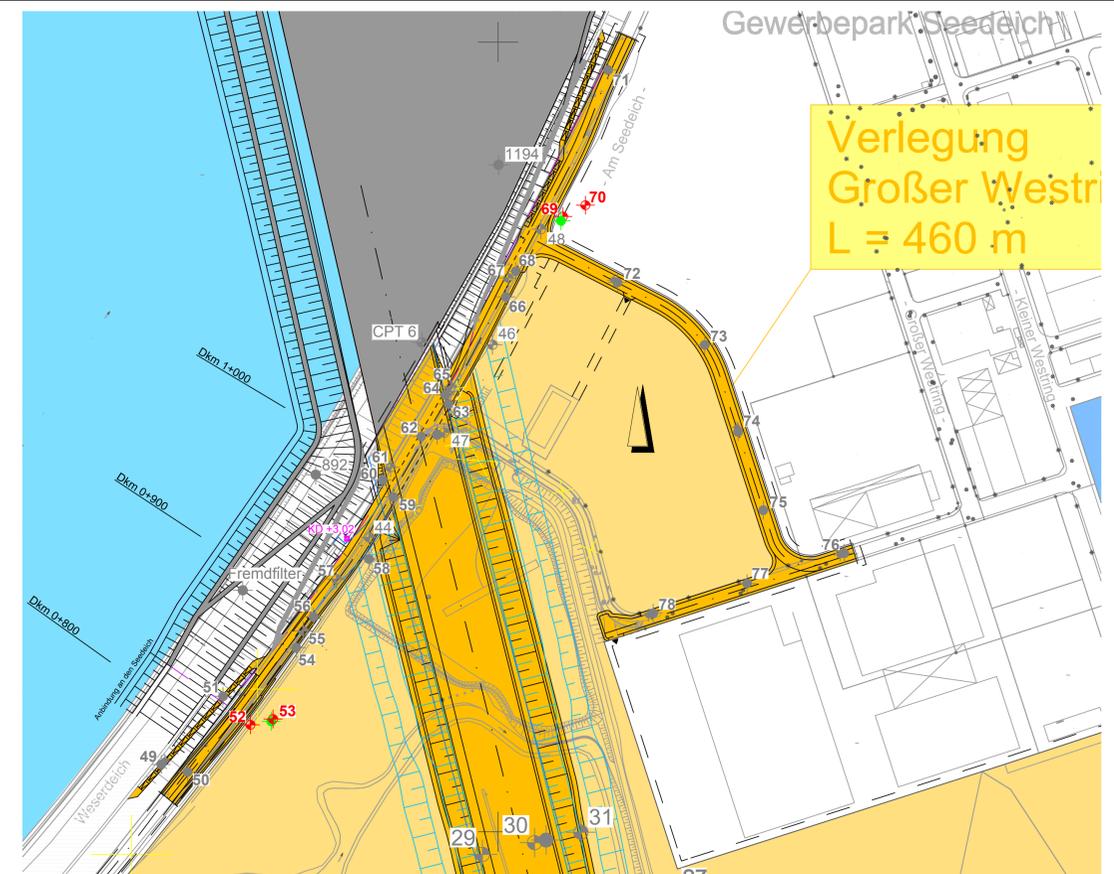
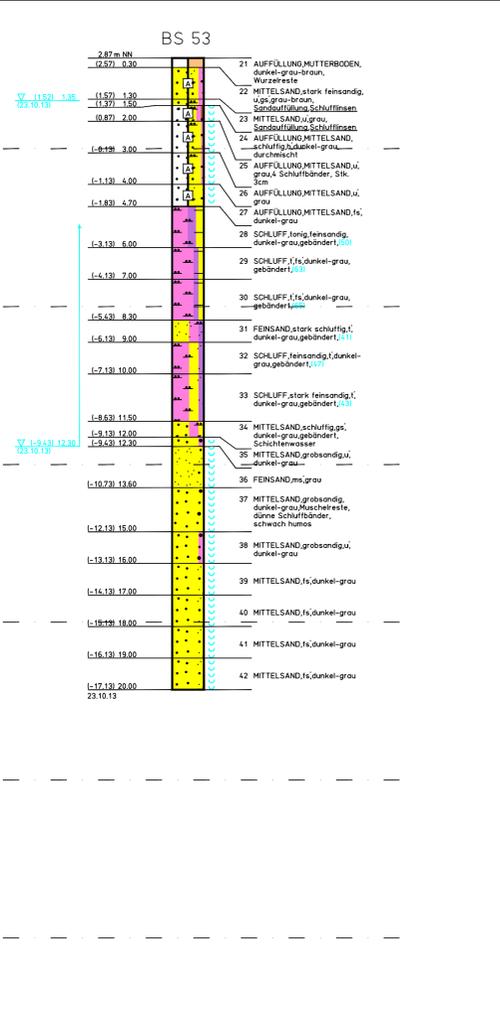
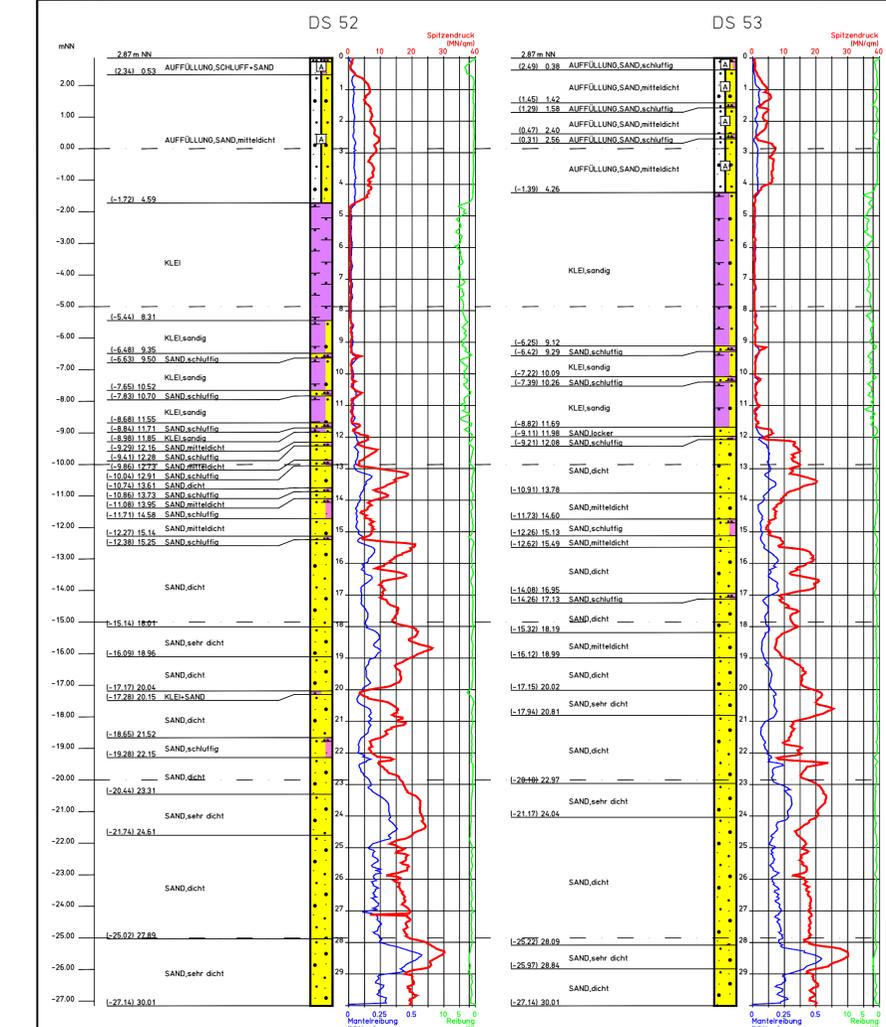
Bauherr: bremenports	Obj.Nr. 119991
Bauwerk: Offshore Terminal Brhv.	M 1 : 100
Ort: Brhv., Am Luneort	Gez. Ar
Bodenprofile aus BS/DPH 72 - 78	Anl. 2.1.10



Lageplan M. 1 : 2000

Sondierungen
 Grundbaulabor Bremen
 Oktober + November 2013

28.02.14
 28.11.13

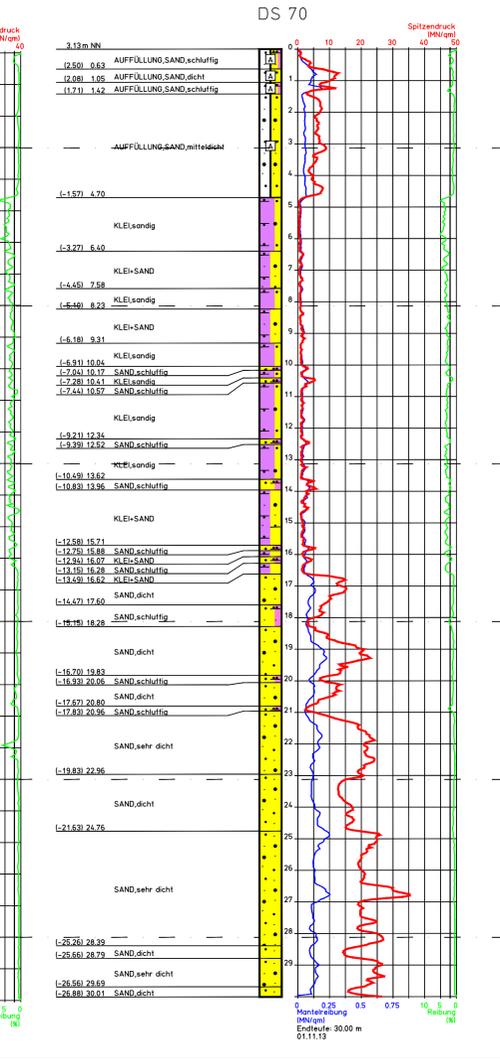
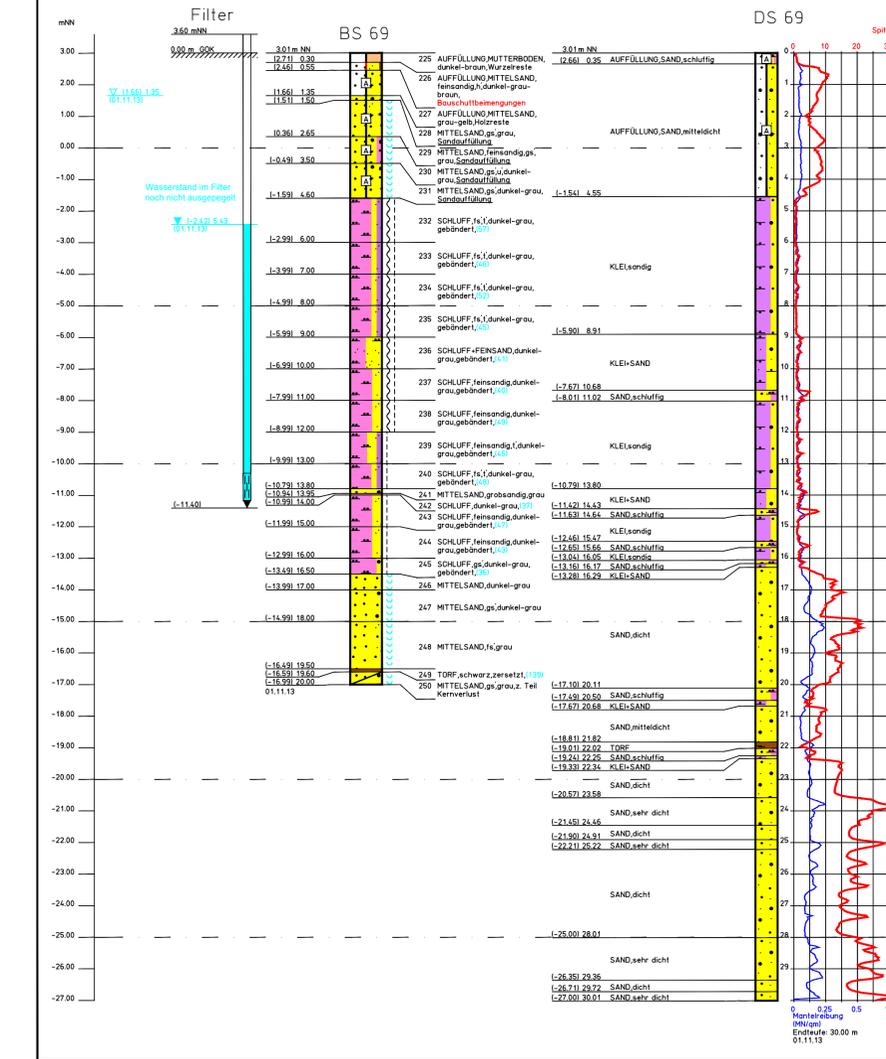


Verlegung
Großer Westri
L = 460 m

Lageplan M. 1 : 2000

Plangrundlage:
Lageplan erh. von bpr am 23.08.13

Die in den DS-Profilen interpretierte Auffüllung enthält oberflächlich auch Anteile von Bauschutt, Rotsteinen etc. Detaillierte Angaben können nur durch direkte Aufschlüsse gewonnen werden.



Zeichenerklärung

Untersuchungsstellen

- B Bohrung
- BS Sondierbohrung
- LRs leichte Rammsondierung (DPL)
- SRS schwere Rammsondierung (DPH)
- DS Drucksondierung (CPT-E)
- Sch Schürfe
- PfV Pfostenversuch
- UP ungestörte Probe
- Darstellung auf dieser Anlage
- Darstellung auf einer anderen Anlage

Nebenanteile

schwach (<15%) stark (>30%)
Beimengungen:
schwach mittel stark Auffüllung aus Auffüllung aus/ mit
(<15%) (15-30%) (>30%) natürlichem Boden Abfallprodukten

Konsistenz

flüssig weich fest steif
| halbfest | fest | naß |

Wasseranteil

W_n = % (15)

Sonderprobe

PI 1 (0,42) 4,00 Proben Nr. P1 (2,3...)
aus 4,00m Tiefe
= (0,42m NN bzw. FP)

Grundwasser

2,62-1,63 Grundwasser in 1,80m unter Gelände
(Datum) (2,62m NN bzw. FP) angebohrt am ... (Datum)

2,65-1,77 Grundwasser nach Beendigung der Bohrung in 1,77m unter Gelände
(2,65m NN bzw. FP am ... (Datum))

2,70-1,77 Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch in 1,77m unter Gelände
(2,70m NN bzw. FP am ... (Datum))

2,70-1,77 Anteil des Grundwassers in einem ausgebauten Bohrloch auf 1,77m unter Gelände (2,70m NN bzw. FP) in ... (Datum) abgelesen

2,80-2,82 Grundwasser in 2,82m unter Gelände (1,80m NN bzw. FP) angebohrt

Gründungssohle

GS Aushubssole AS

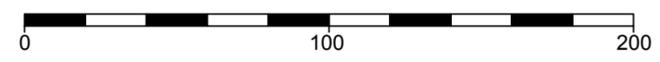
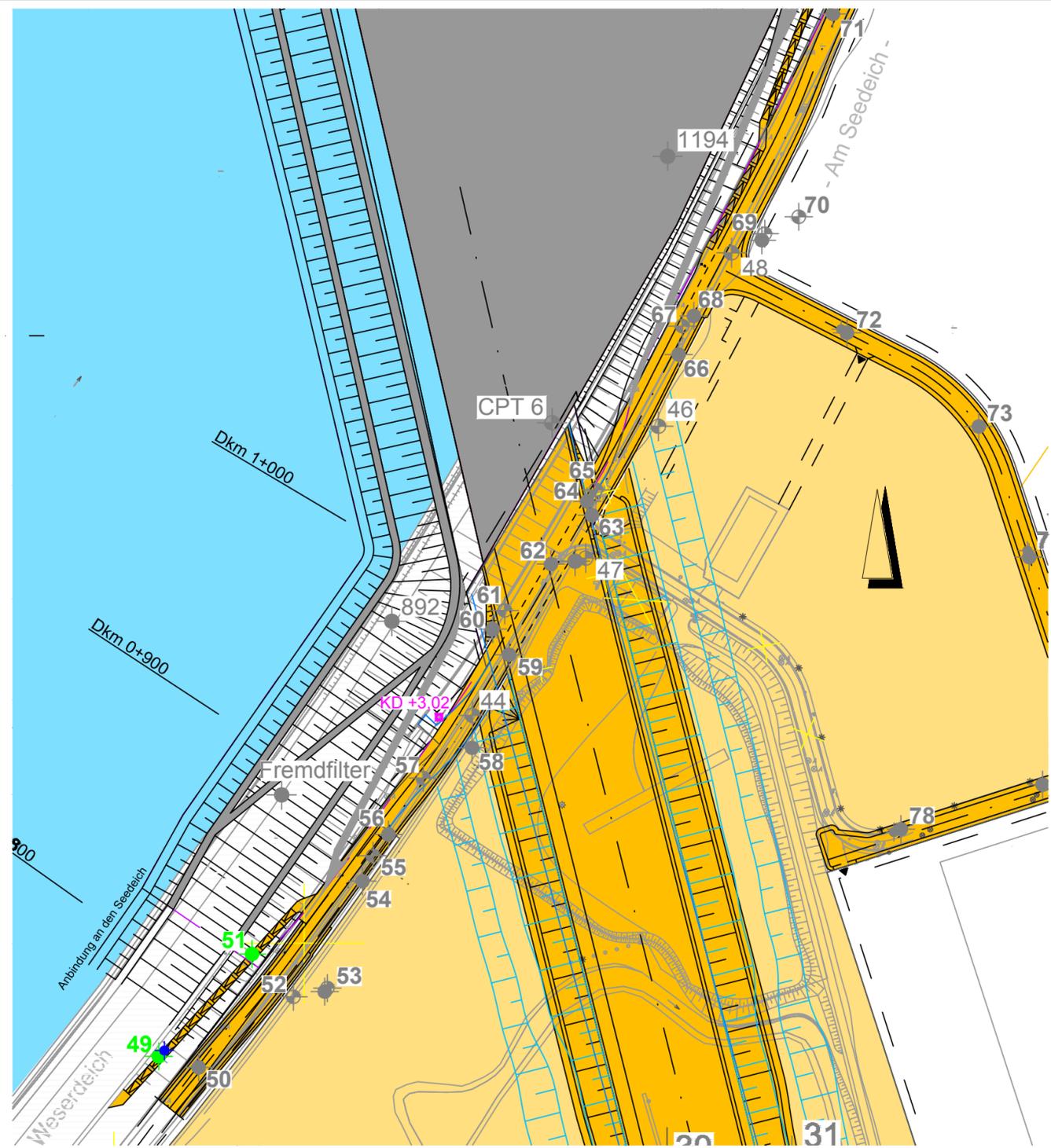
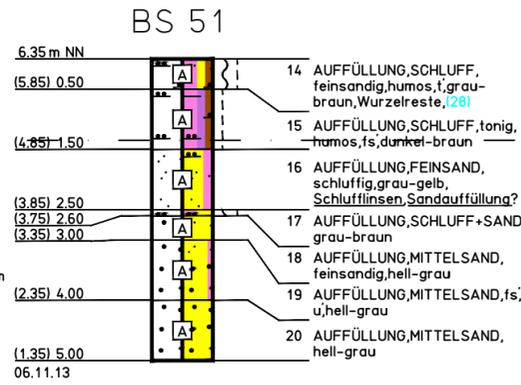
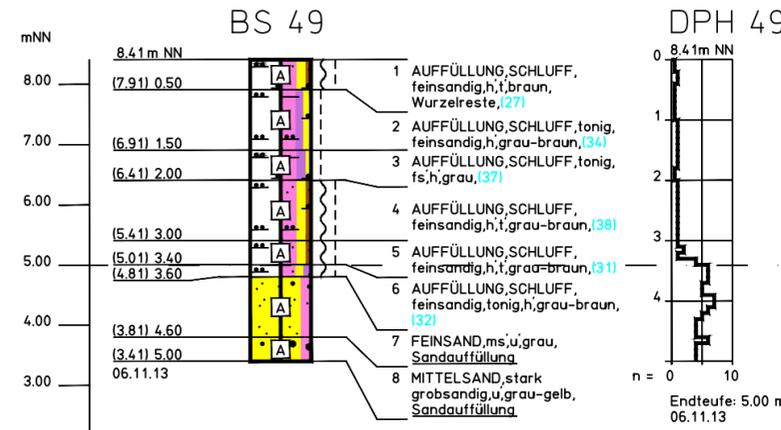
GRUNDBAULABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR GEOTECHNIK MBH
KLENER ORT 2 28937 BREMEN

Boherr: bremenports
Boherr: Offshore Terminal Brvh.
Ort: Brvh., Am Luneort
Bodenprofile aus BS/DS
52_53 + 69_70

Obj.Nr.: 119991
M 1 : 100
Gez. Ar
Anl. 2.1.11

Sondierungen
Grundbaulabor Bremen
Oktober + November 2013

C:\119991\cas009-11.dwg, 12.12.2014 11:28:06, ar. 11



Lageplan M. 1 : 2000

Sondierungen
Grundbaulabor Bremen
06.11.2013

Plangrundlage:
Lageplan erh. von bpr am 23.08.13

Zeichenerklärung

- Untersuchungsstellen**
- B Bohrung
 - BS Sondierbohrung
 - LRS leichte Rammsondierung (DPL)
 - SRS schwere Rammsondierung (DPH)
 - DS Drucksondierung (CPT-E)
 - Sch Schürfe
 - PDV Plattendruckversuch
 - UP ungestörte Probe
 - Darstellung auf dieser Anlage
 - Darstellung auf einer anderen Anlage

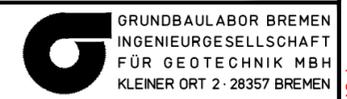
- Nebenanteile**
schwach (<15%) stark (>30%)
- Beimengungen:**
schwach (<15%) mittel (15-30%) stark (>30%)
Auffüllung aus natürlichem Boden
Auffüllung aus/mit Abfallprodukten

- Konsistenz**
§§ breig § weich | halbfest || fest
- Wassergehalt**
Wn = % (15)
steif naß

- Sonderprobe**
P1 (0.42) 4.00
Proben Nr. P1 (2,3,...) aus 4.00m Tiefe = (0.42m NN bzw. FP)

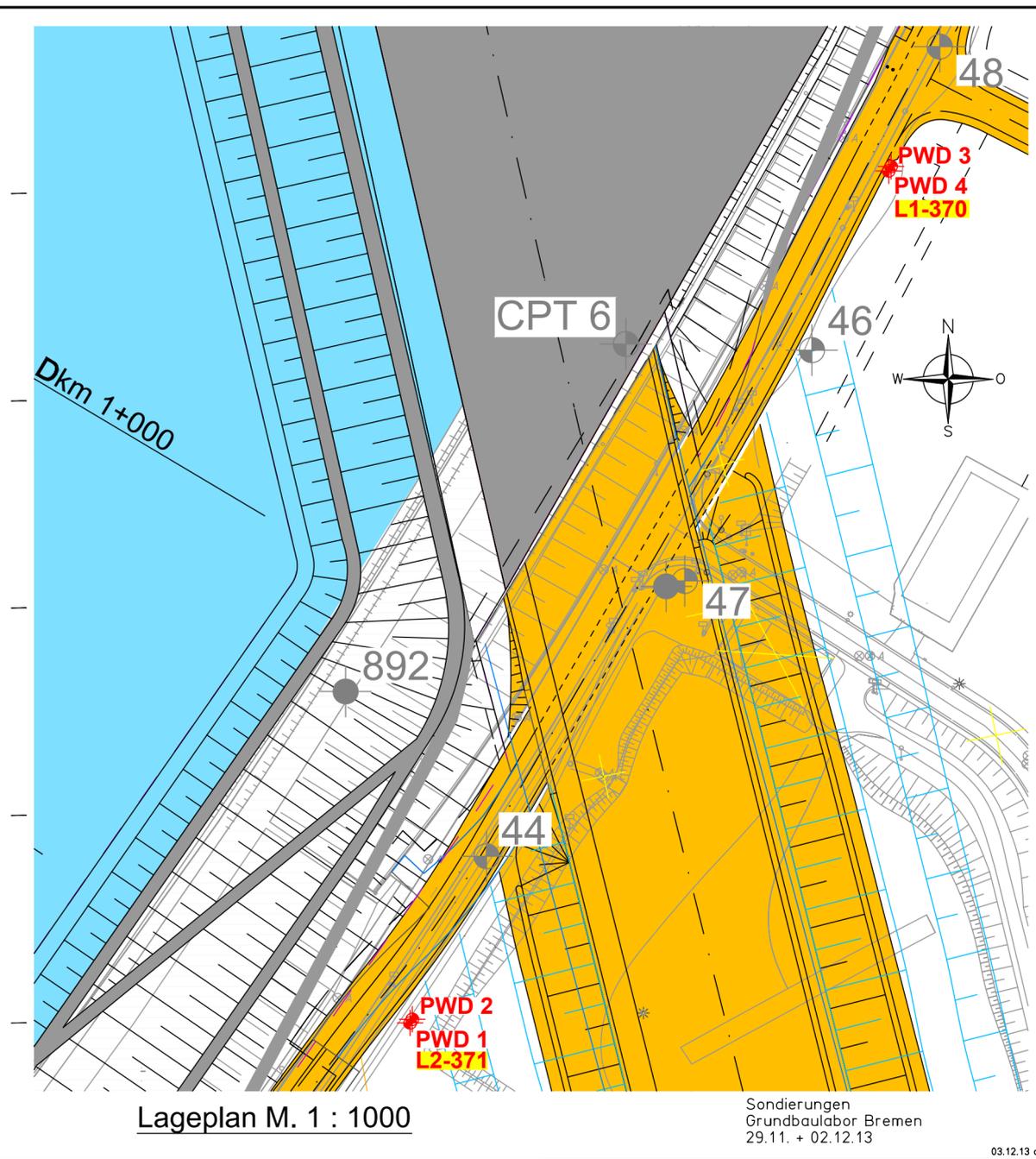
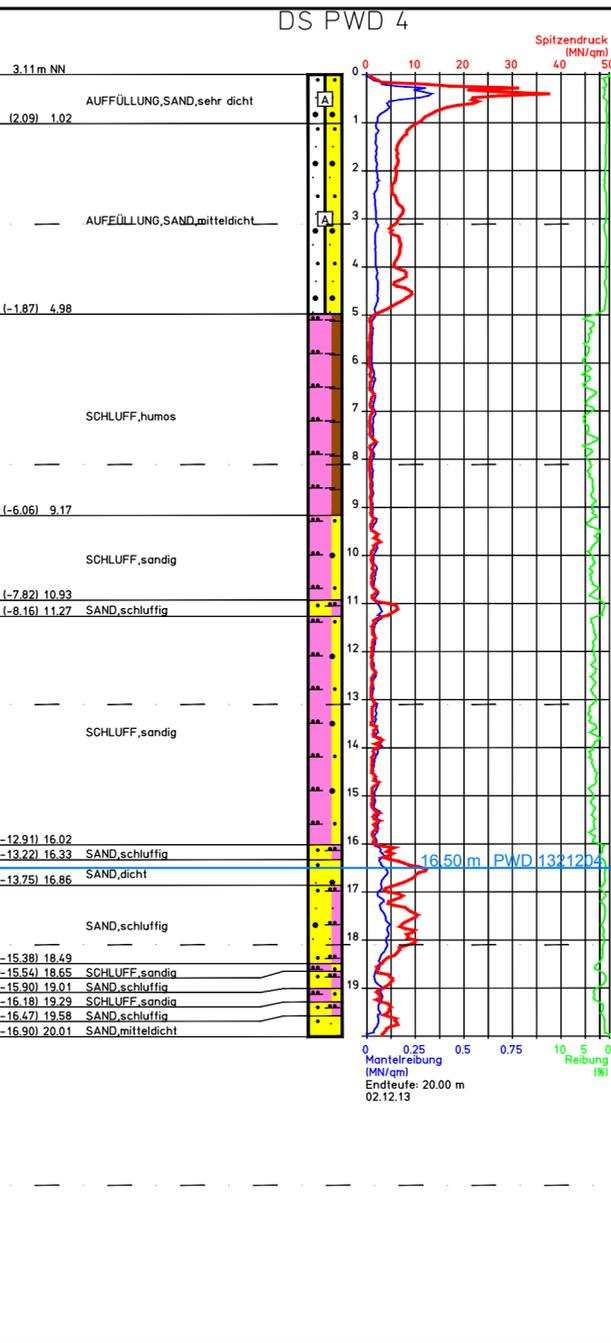
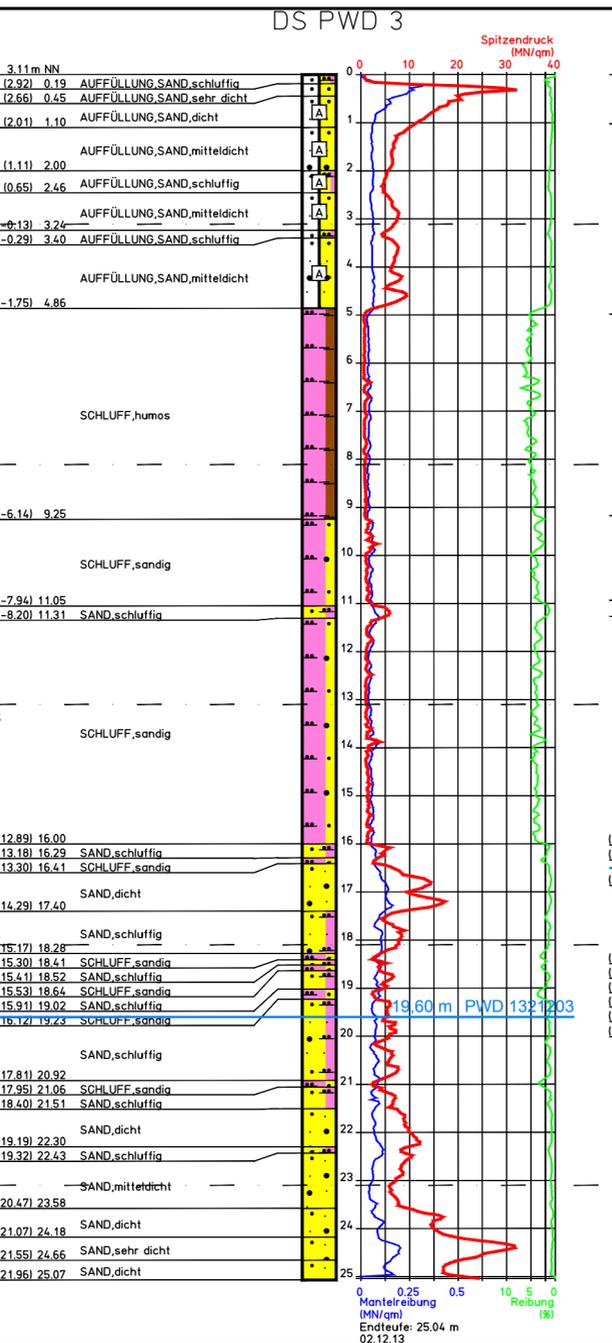
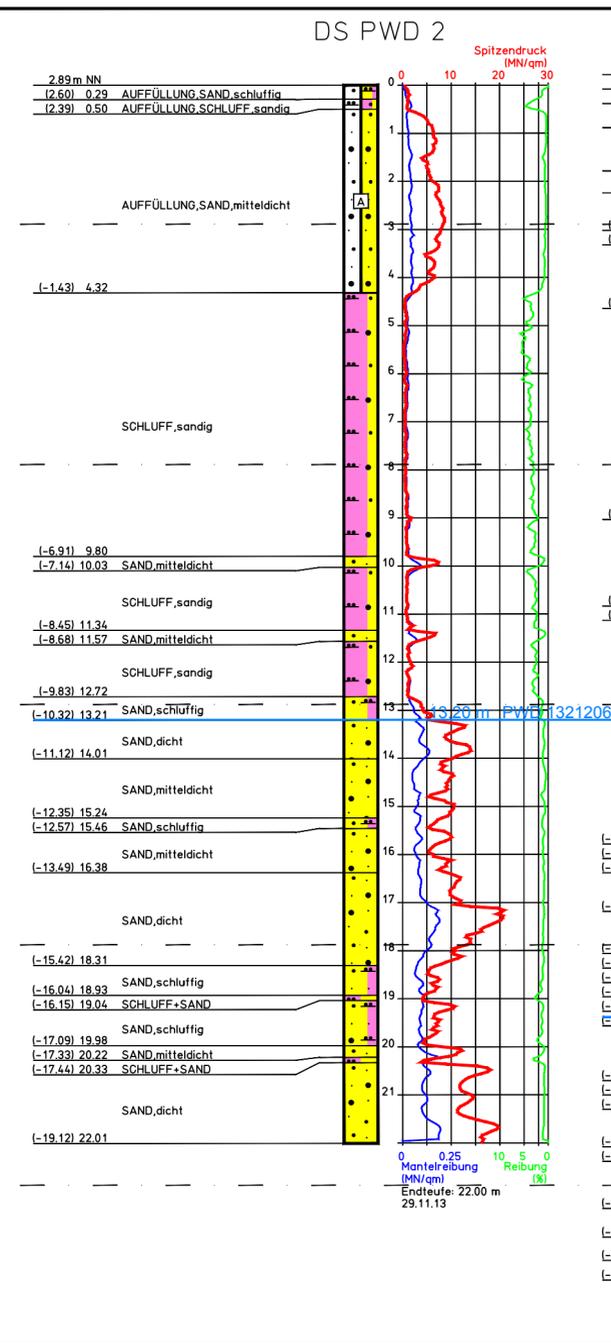
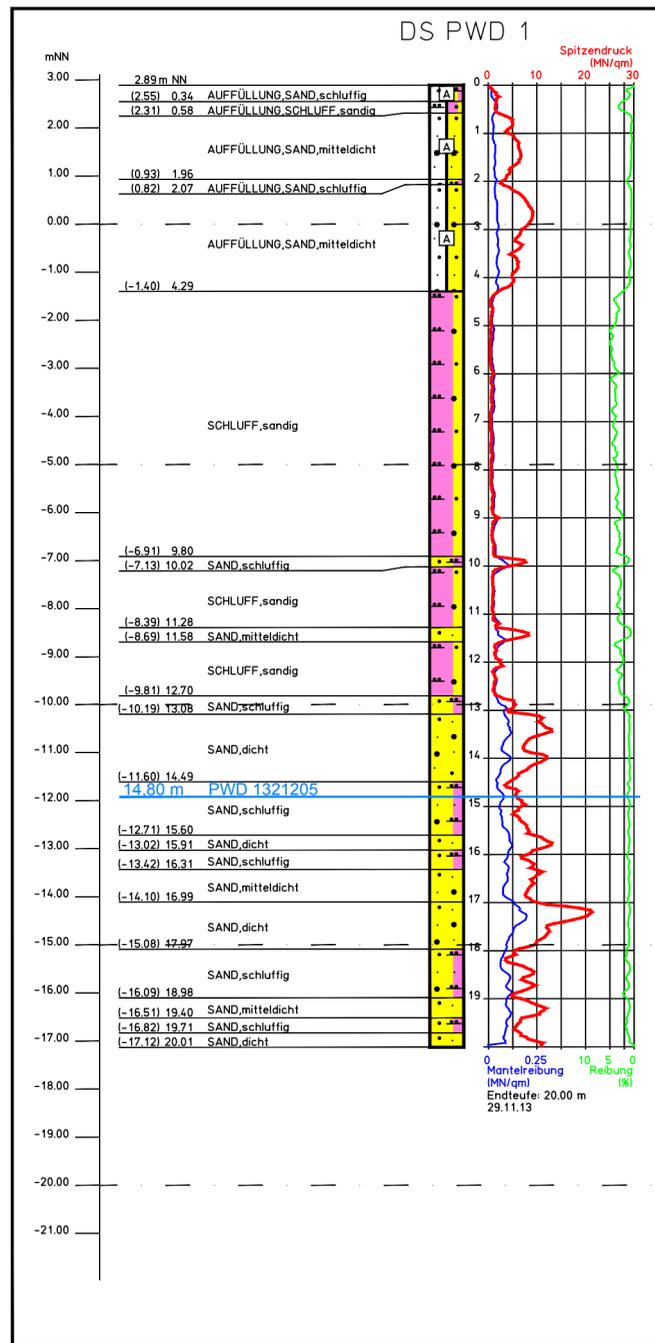
- Grundwasser**
- ▽ (2.62) 1.80 (Datum) Grundwasser in 1.80m unter Gelände (2.62m NN bzw. FP) angebohrt am(Datum)
 - ▽ (2.65) 1.77 (Datum) Grundwasser nach Beendigung der Bohrung in 1.77m unter Gelände (2.65m NN bzw. FP) am(Datum)
 - ▽ (2.70) 1.72 (Datum) Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch in 1.72m unter Gelände (2.70m NN bzw. FP) am(Datum)
 - ↑ (2.70) 1.72 (Zeit) Anstieg des Grundwassers in einem ausgebauten Bohrloch auf 1.72m unter Gelände (2.70m NN bzw. FP) in(Zeit) Stunden am(Datum)
 - ▲ (1.60) 2.82 (Datum) Grundwasser in 2.82m unter Gelände (1.60m NN bzw. FP) angebohrt

- Gründungssohle** GS
Aushubsohle AS



Bauherr: bremenports	Obj.Nr. 119991
Bauwerk: Offshore Terminal Brhv.	M 1 : 100
Ort: Brhv., Am Luneort	Gez. Ar
Bodenprofile aus BS/DPH 49 + 51	Anl. 2.1.12

26.02.14 ar
05.12.13 ar
28.11.13 ar



Die mit "DS" bezeichneten Bodenprofile wurden aus Drucksondierungen aufgrund des Verlaufes von Spitzendruck und Reibungswerten interpretiert. Die Bodenprofile enthalten keine Angaben über Grundwasser, weil ein Grundwasserspiegel in Drucksondierungen nicht ermittelt werden kann.

Zeichenerklärung

Untersuchungsstellen

- BS Sondierbohrung
- LRS leichte Rammsondierung (DPL)
- SRS schwere Rammsondierung (DPH)
- DS Drucksondierung (CPT-E)
- Sch Schürfe
- PDV Plattendruckversuch
- Grün: Darstellung auf dieser Anlage
- Blau: Darstellung auf einer anderen Anlage

Nebenteile
schwach (<15%) stark (>30%)

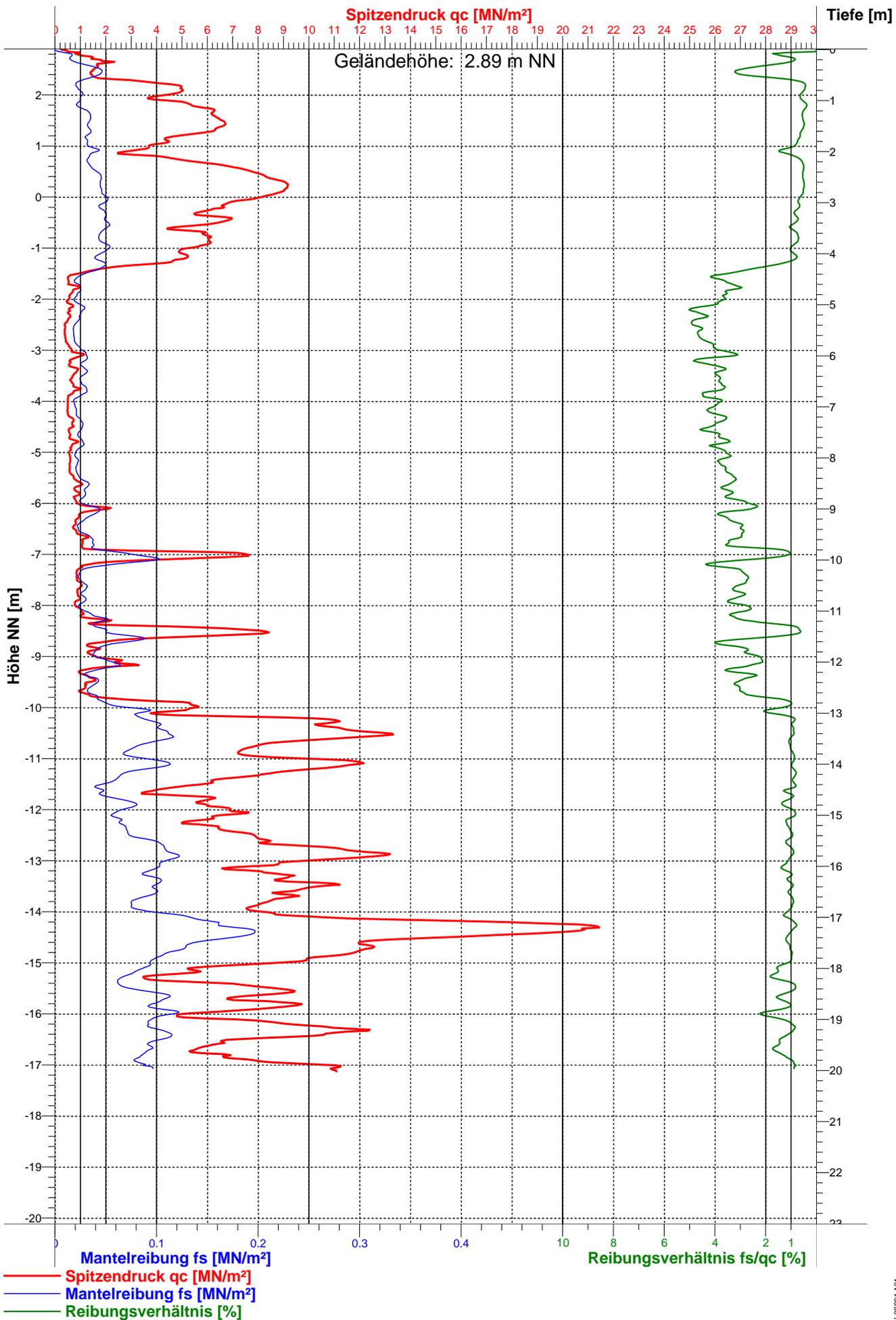
Beimengungen:
schwach (<15%) mittel (15-30%) stark (>30%) Auffüllung aus natürlichem Boden Auffüllung aus/mitt Abfallprodukten

Gründungssohle GS
Aushubsohle AS

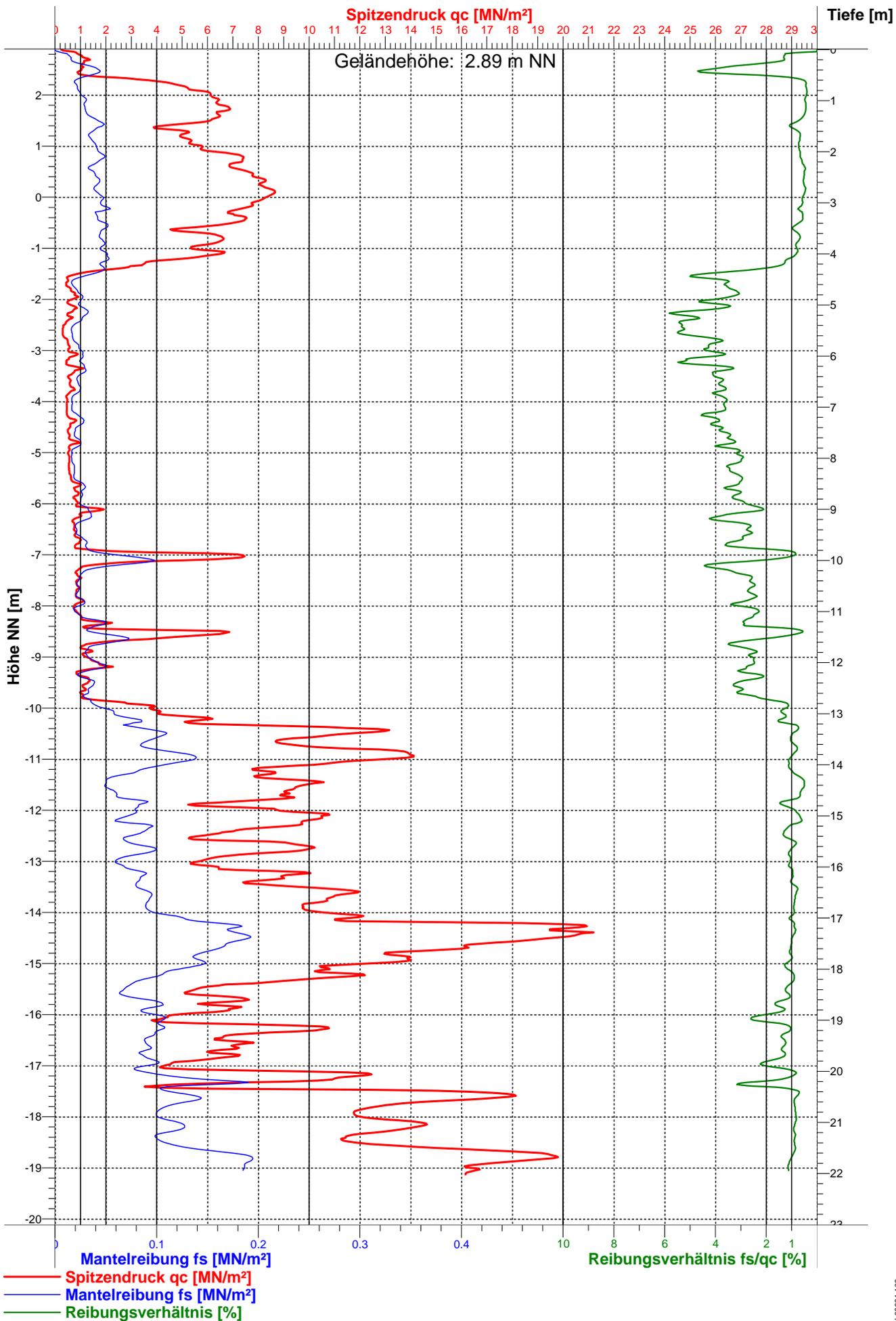
GRUNDBAULABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH
KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

Bauherr: bremenports	Obj.Nr. 119991
Bauwerk: Offshore Terminal Brhv.	M 1 : 100
Ort: Brhv., Am Luneort	Gez. Ar
Bodenprofile aus DS PW 1 - 4	Anl. 2.1.13

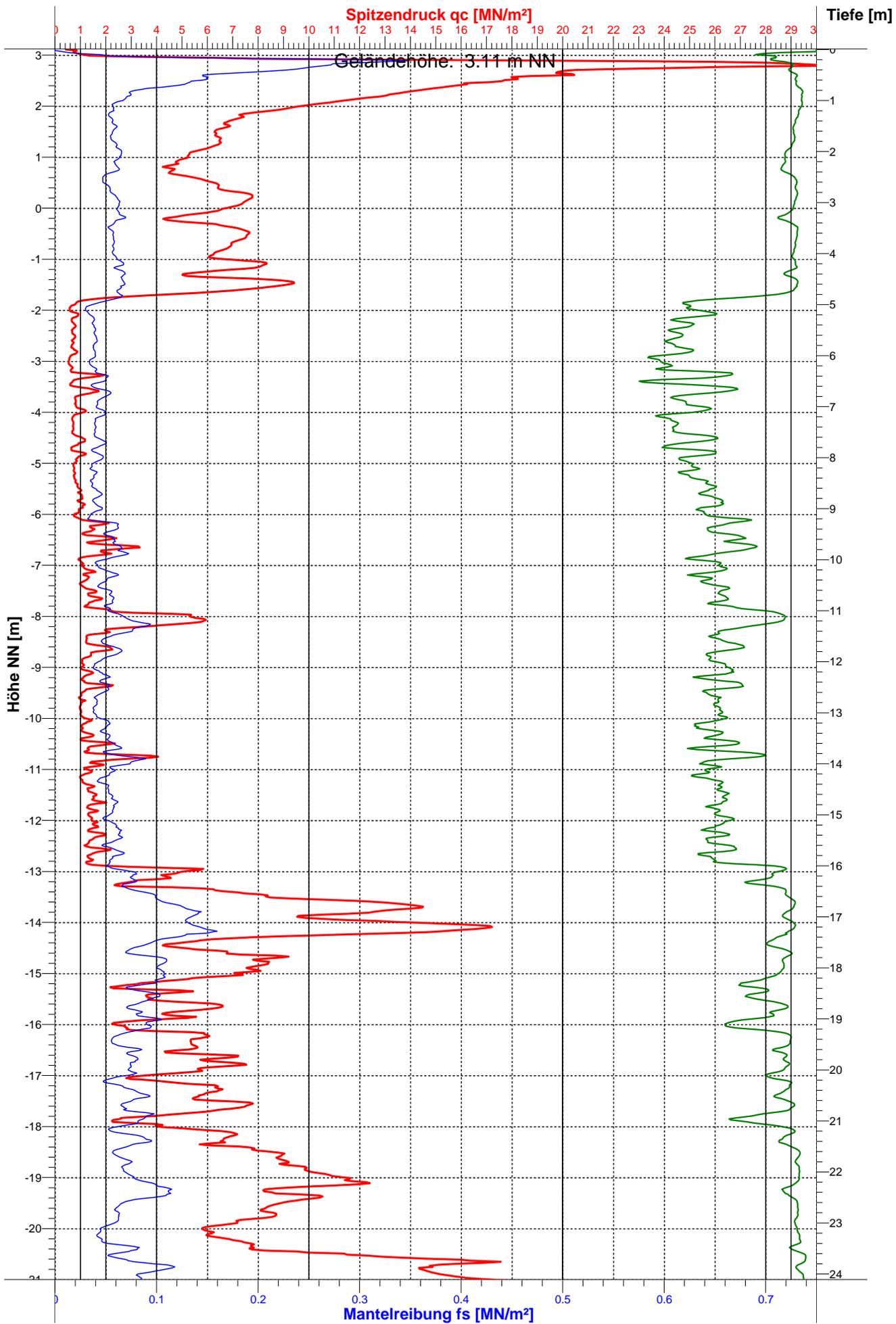
DS PWD 1

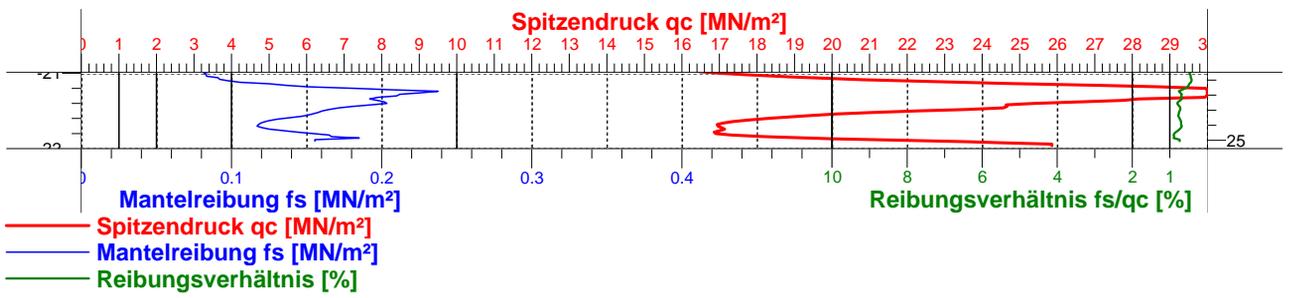


DS PWD 2



DS PWD 3



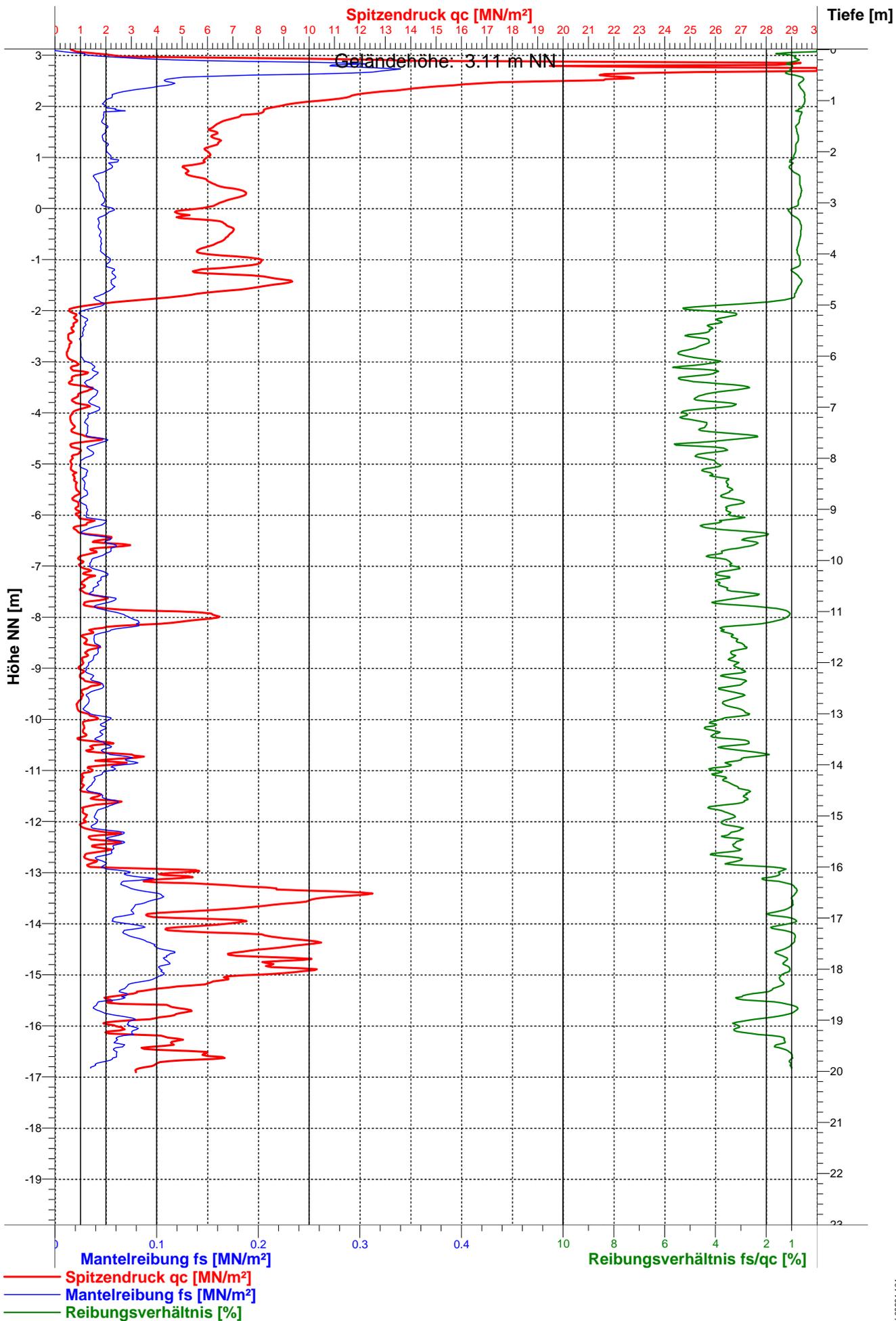


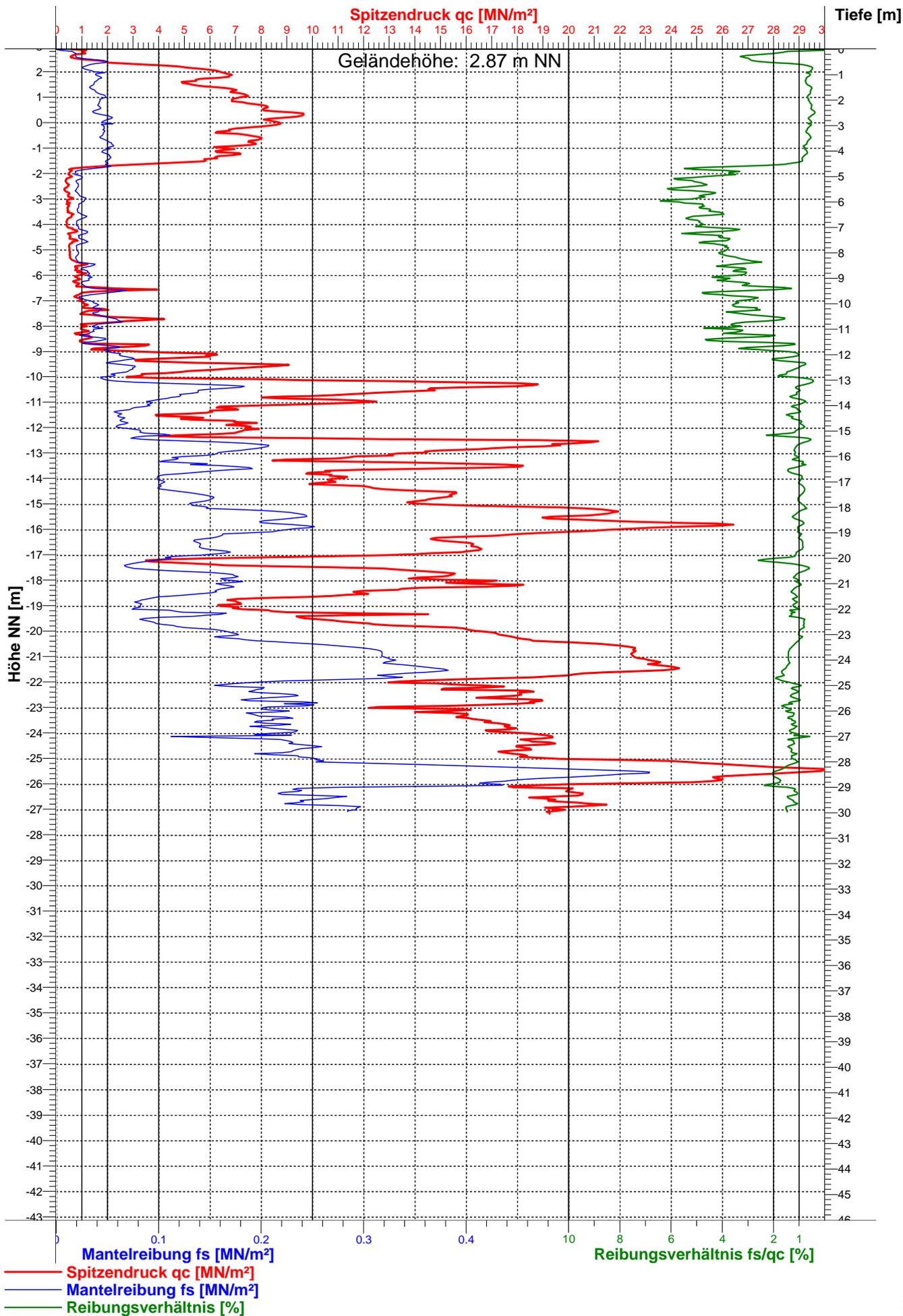
GRUNDBAULABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR GEOTECHNIK MBH
28357 BREMEN

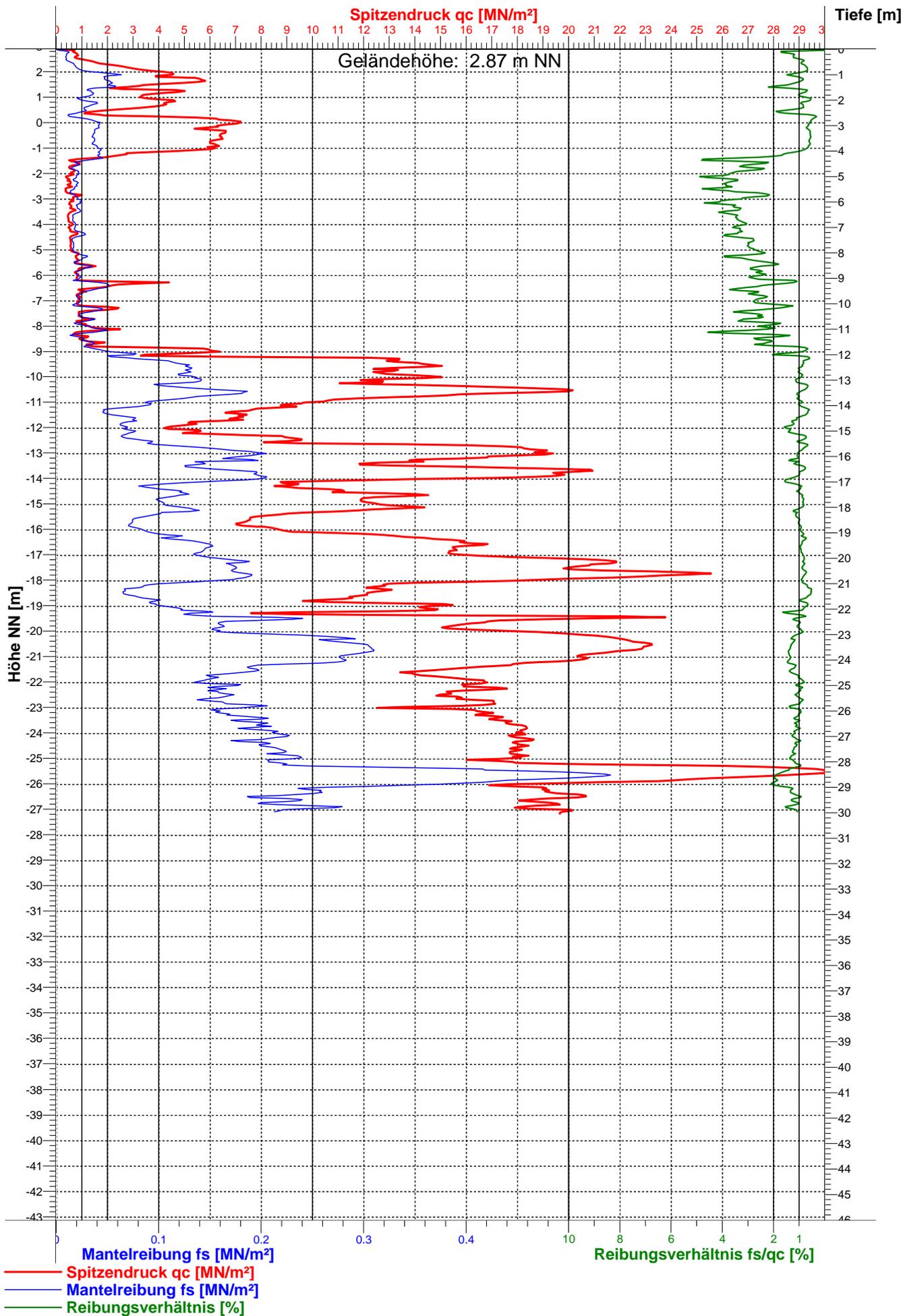
Bauherr: bremenports GmbH
 Bauwerk: Offshore-Terminal-Bremerhaven
 Ort: Bremerhaven, Am Luneort
 Drucksondierung: DS PWD 3

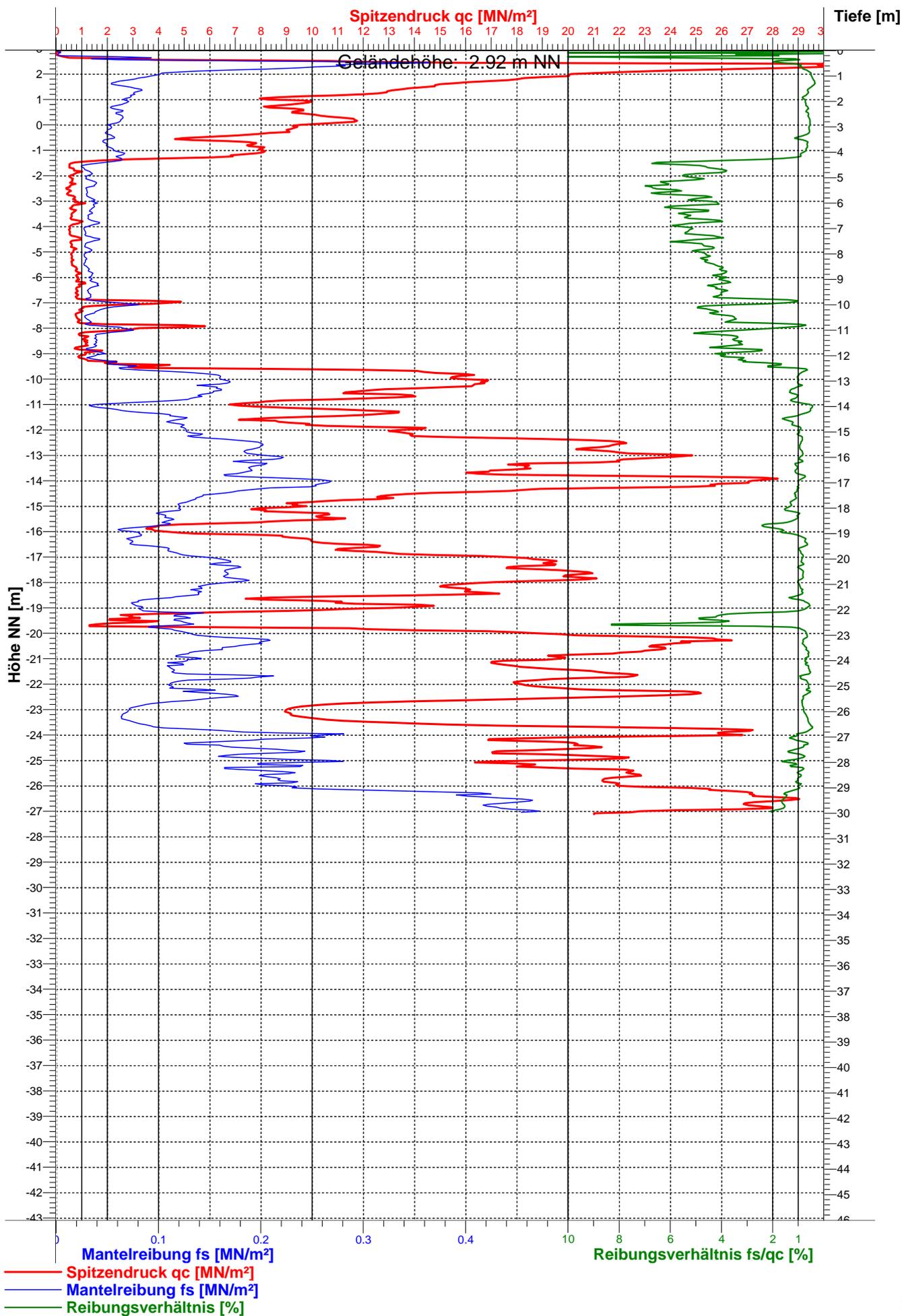
Obj. Nr.: 1109991
 Konus Nr.: S15CFI.067
 Datum: 02.12.13
 Anlage: 2.2.61

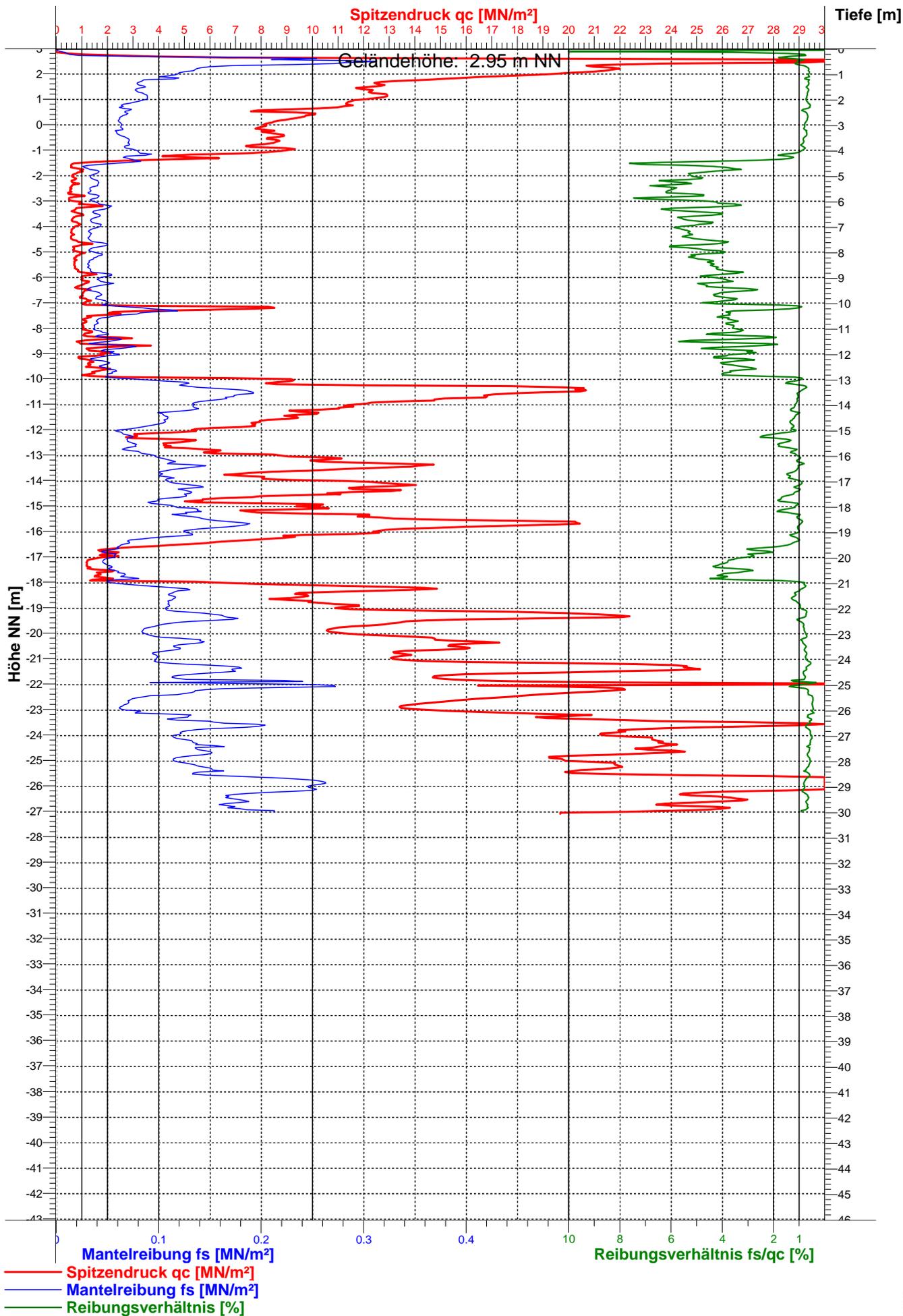
DS PWD 4

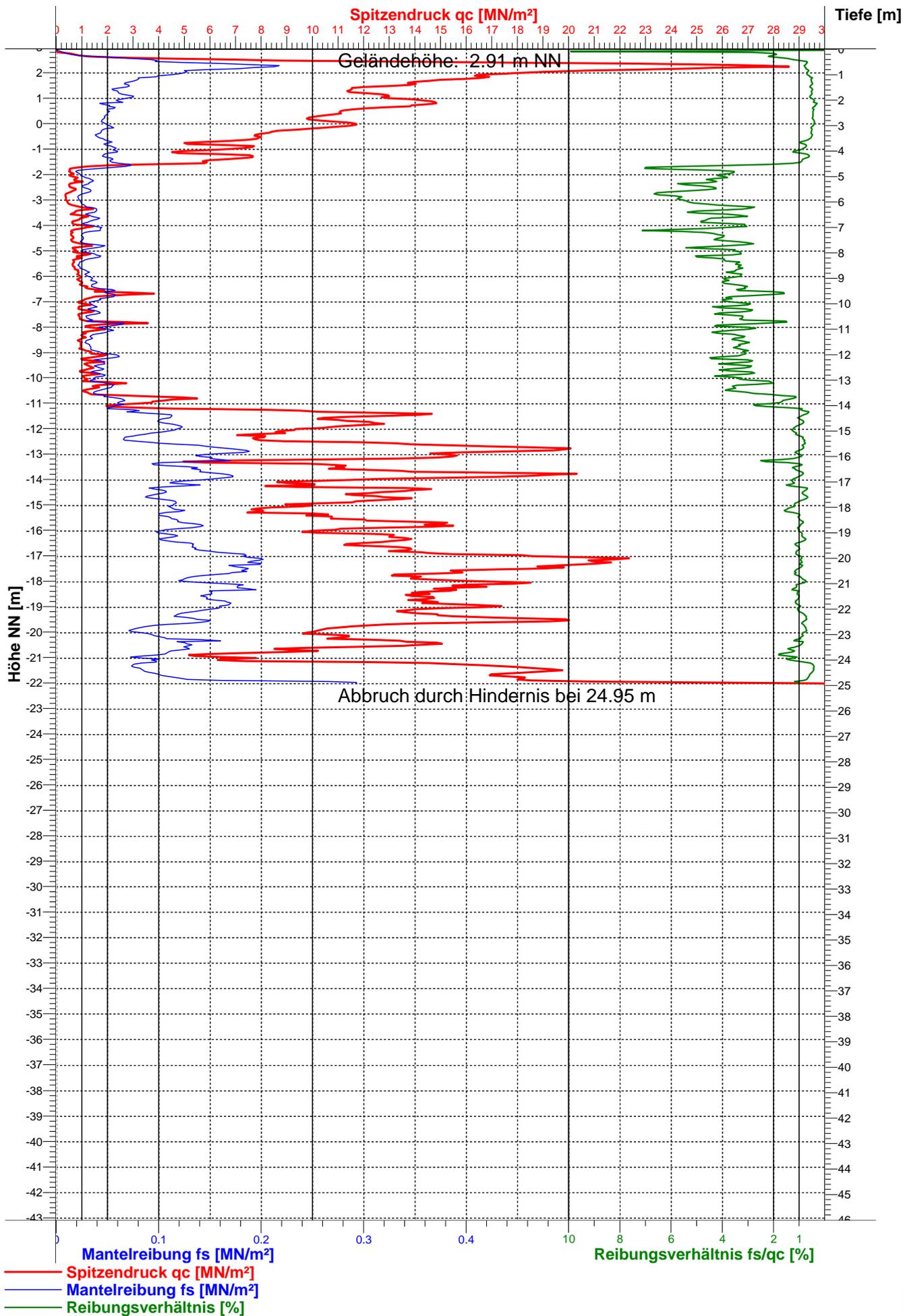


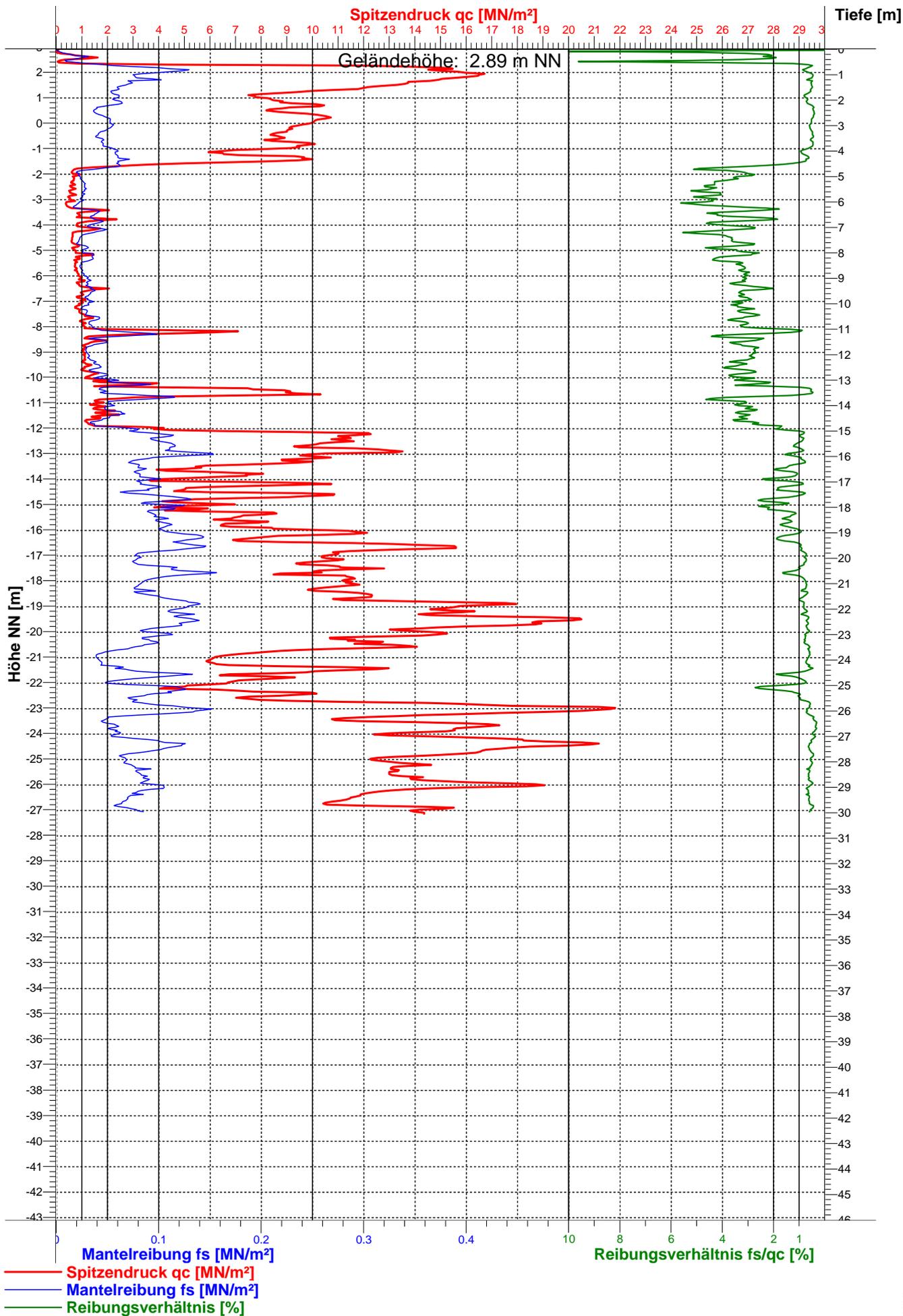


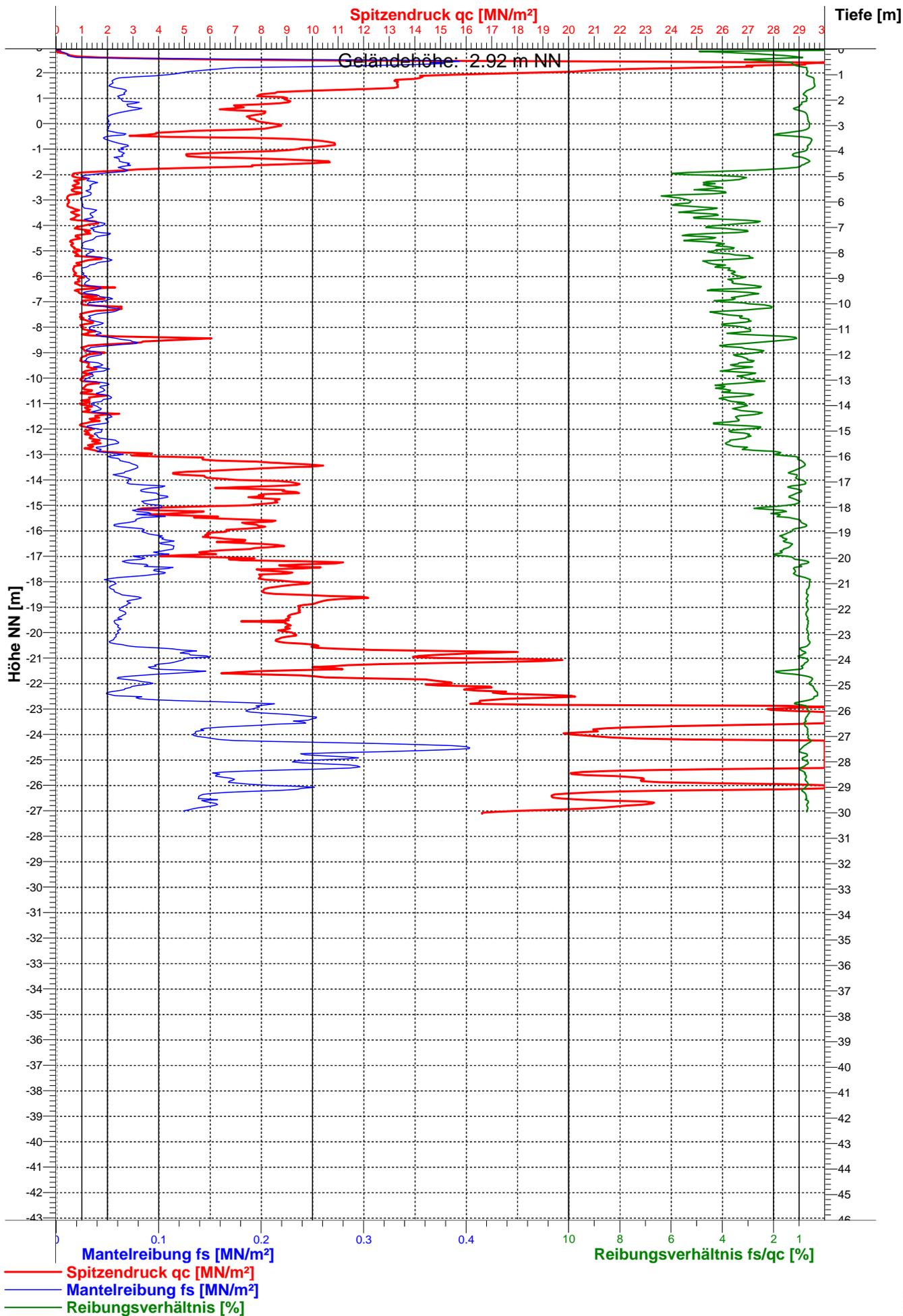


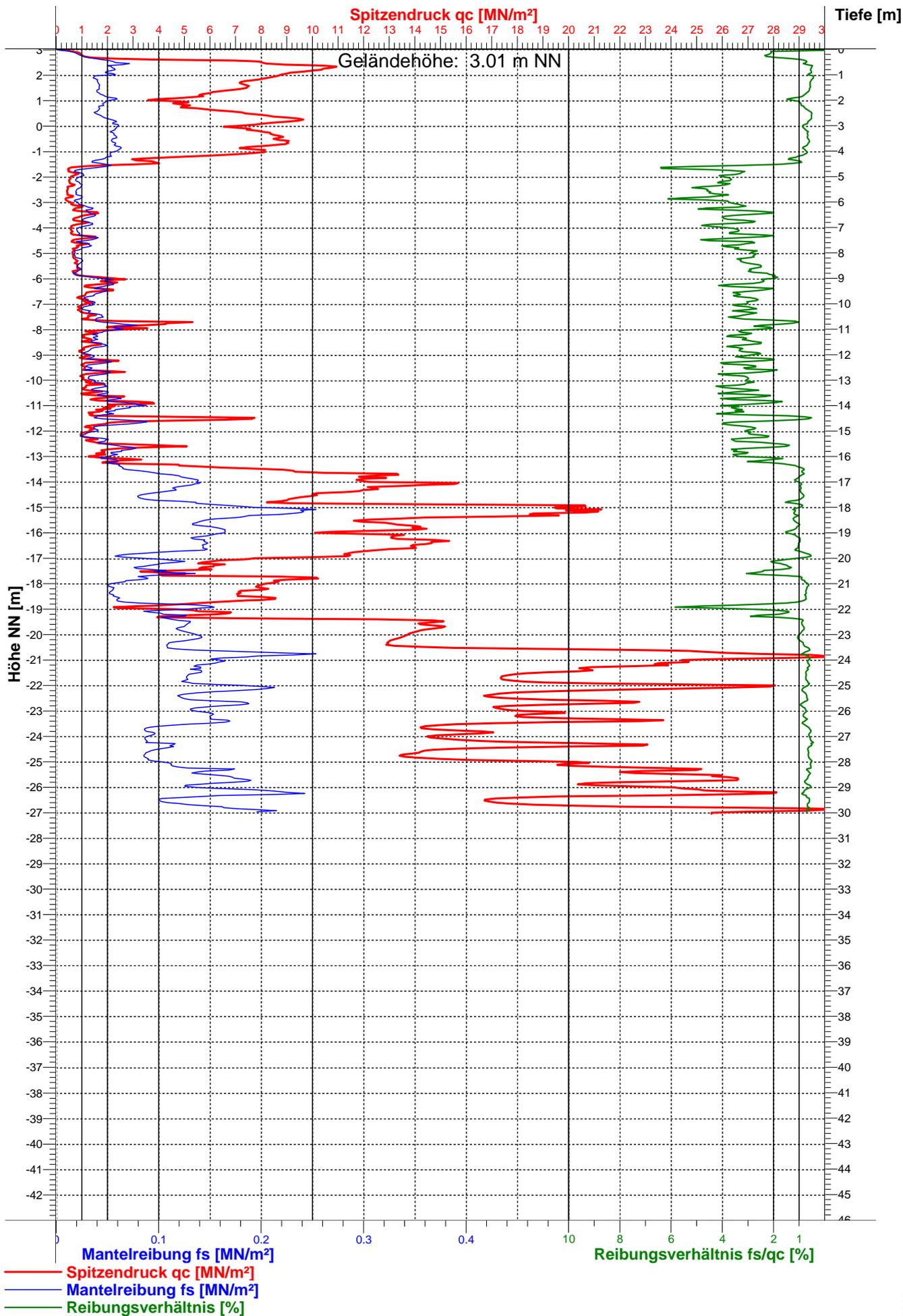


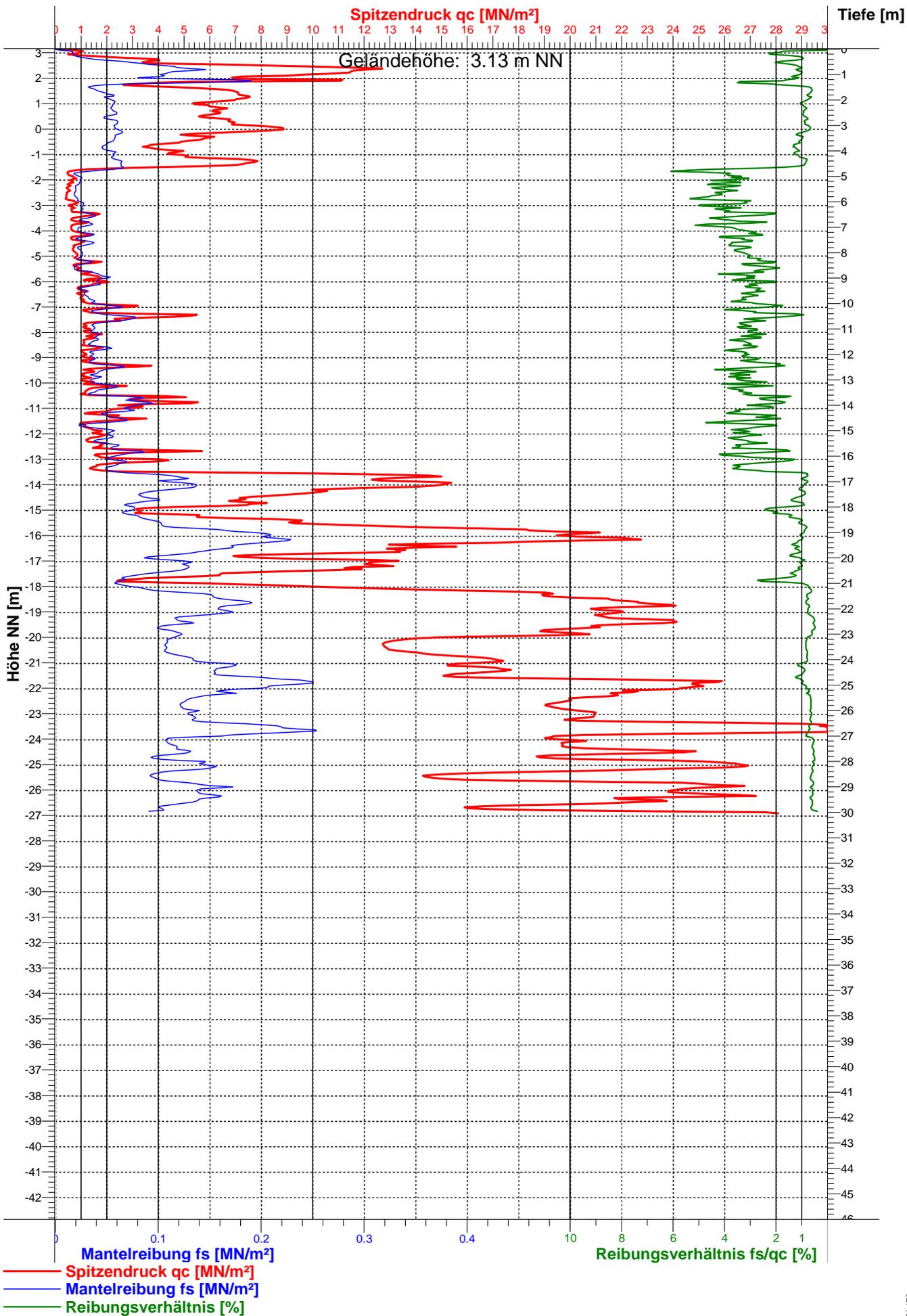




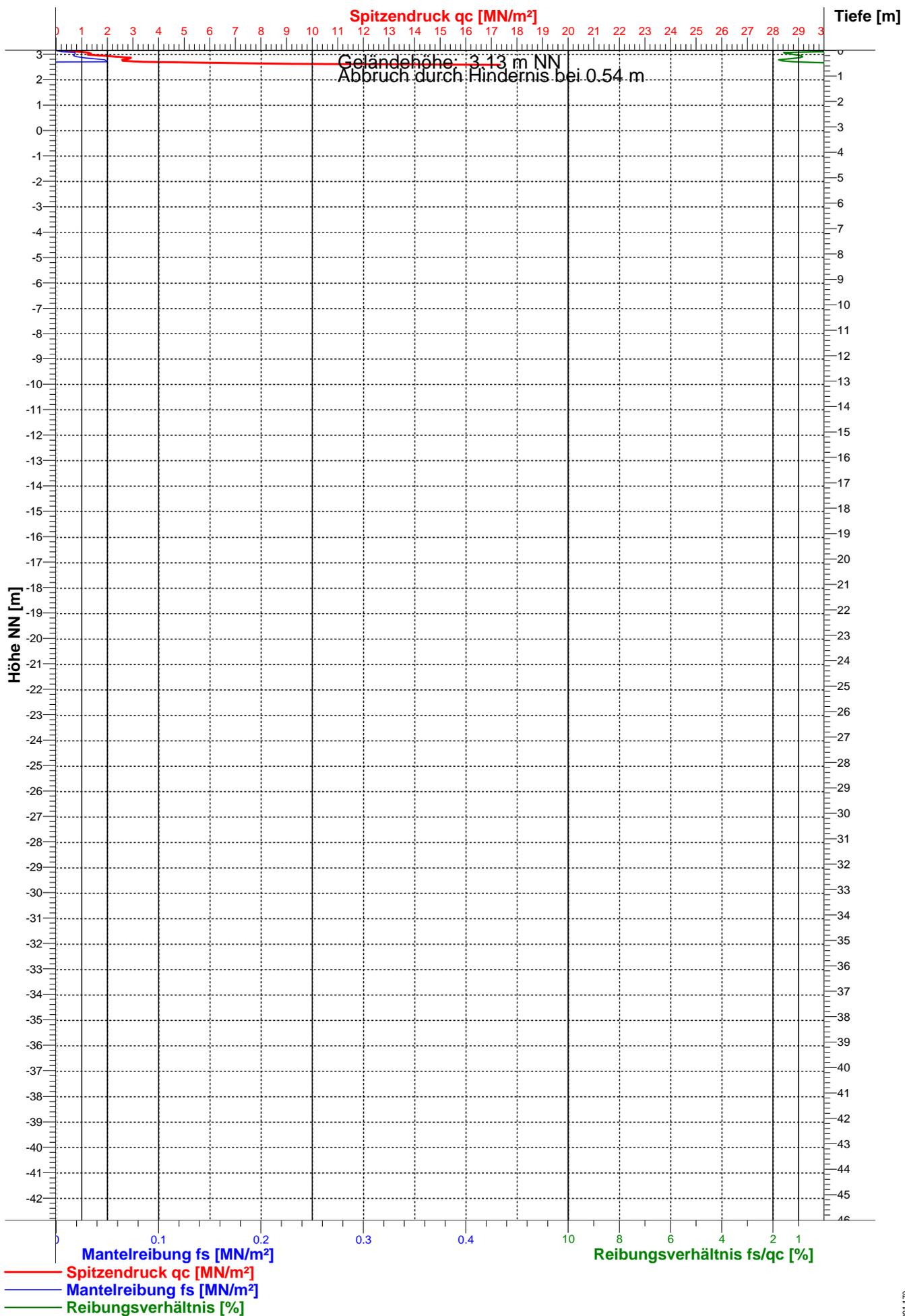








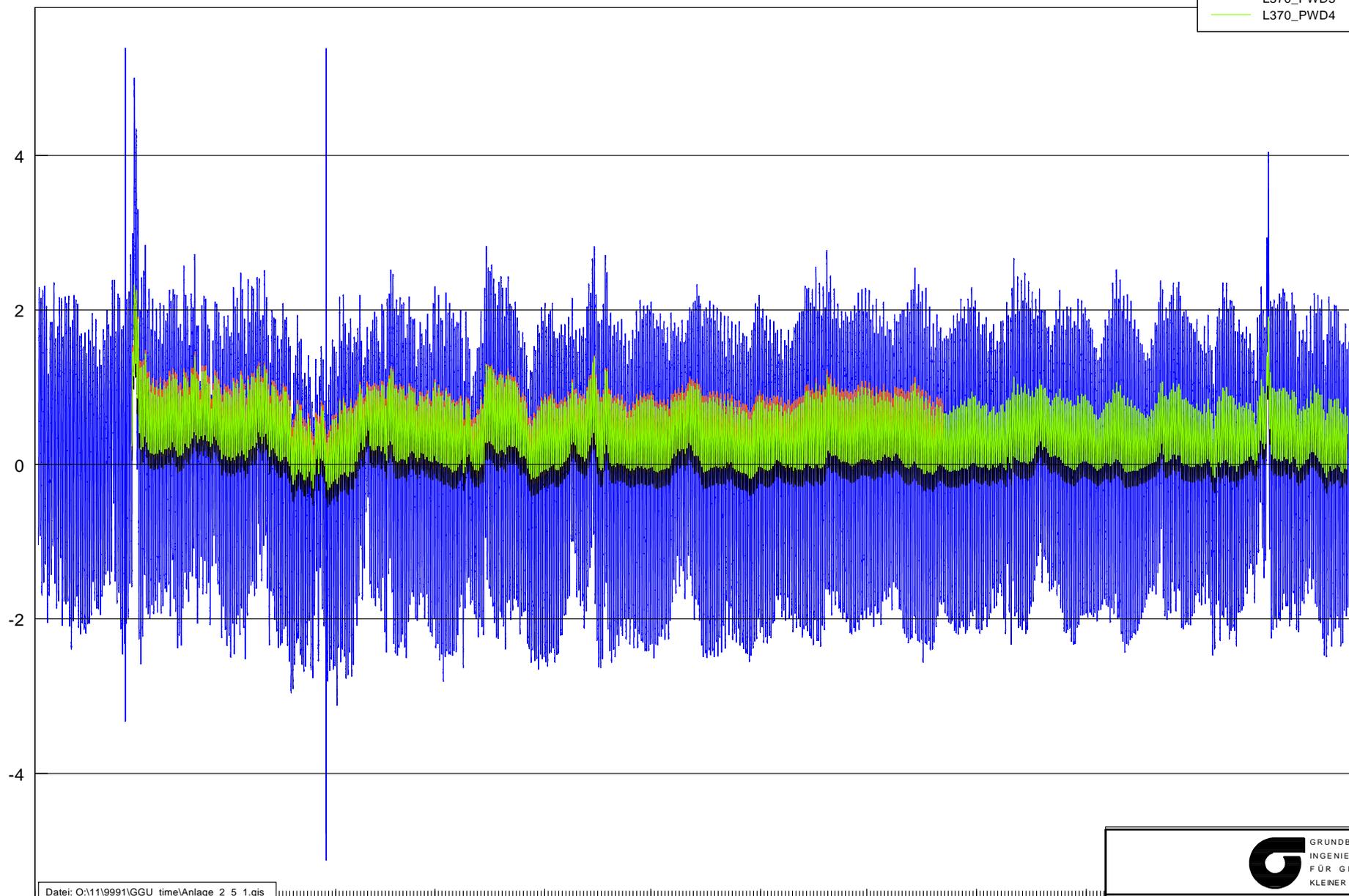
DS 70A



Legende

- BHV ALTER LEUCHTTURM
- L371_PWD1
- L371_PWD2
- L370_PWD3
- L370_PWD4

Wasserstand



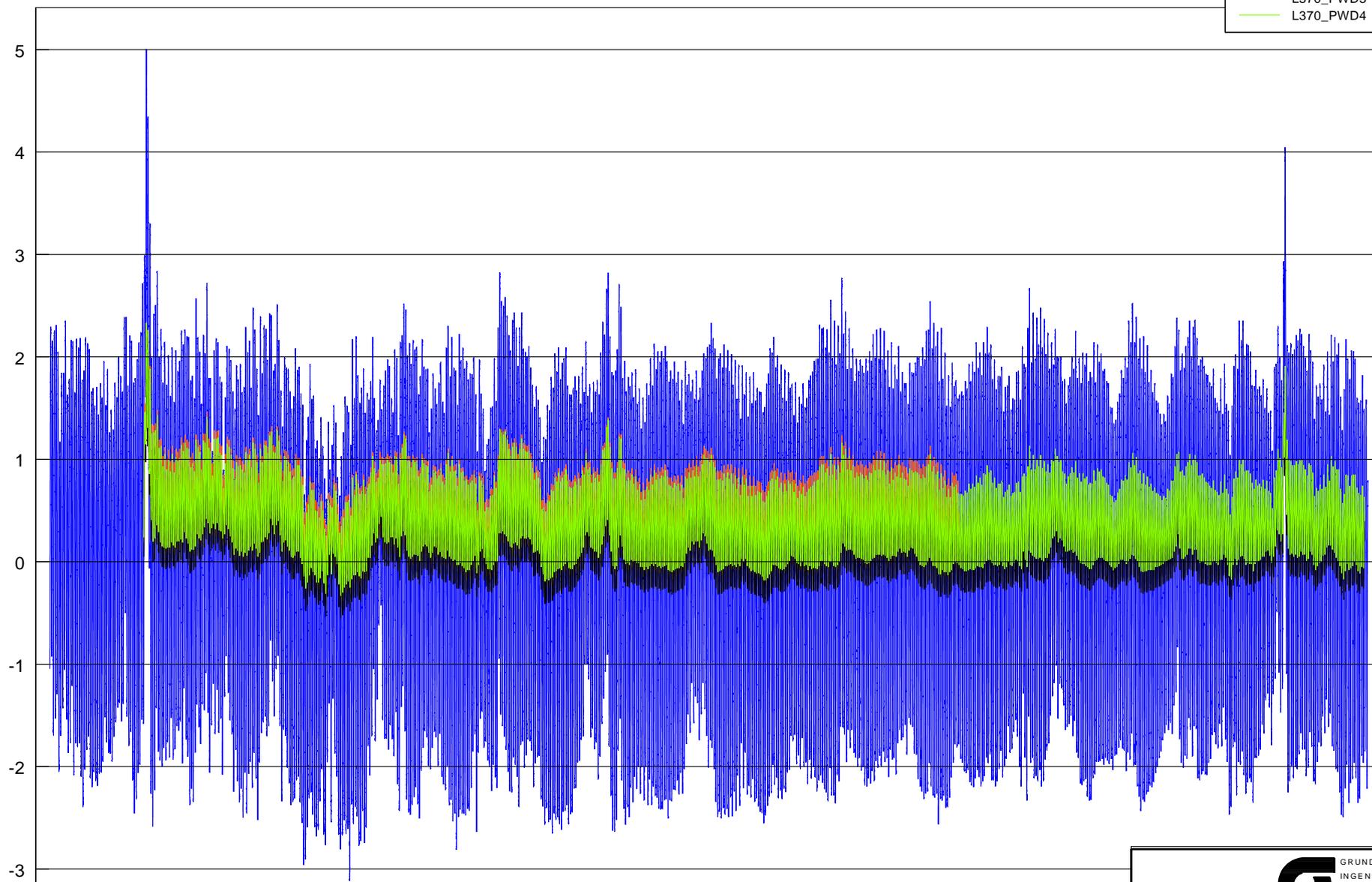
Datei: O:\119991\GGU_time\Anlage_2_5_1.gis

Nov Dez Jan 14 Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep

 GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN			
Bauherr:	bremenports	Obj.Nr.	119991
Bauwerk:	Offshore Terminal Bremerhaven	M.	ohne
Ort:	Brhv., Am Luneort	Gez.	Gre
	Rohdaten	Anl.	2.5.1

- Legende
- BHV ALTER LEUCHTTURM
 - L371_PWD1
 - L371_PWD2
 - L370_PWD3
 - L370_PWD4

Wasserstand



Datei: O:\119991\GGU_time\Anlage_2_5_2.gis

Nov Dez Jan 14 Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep

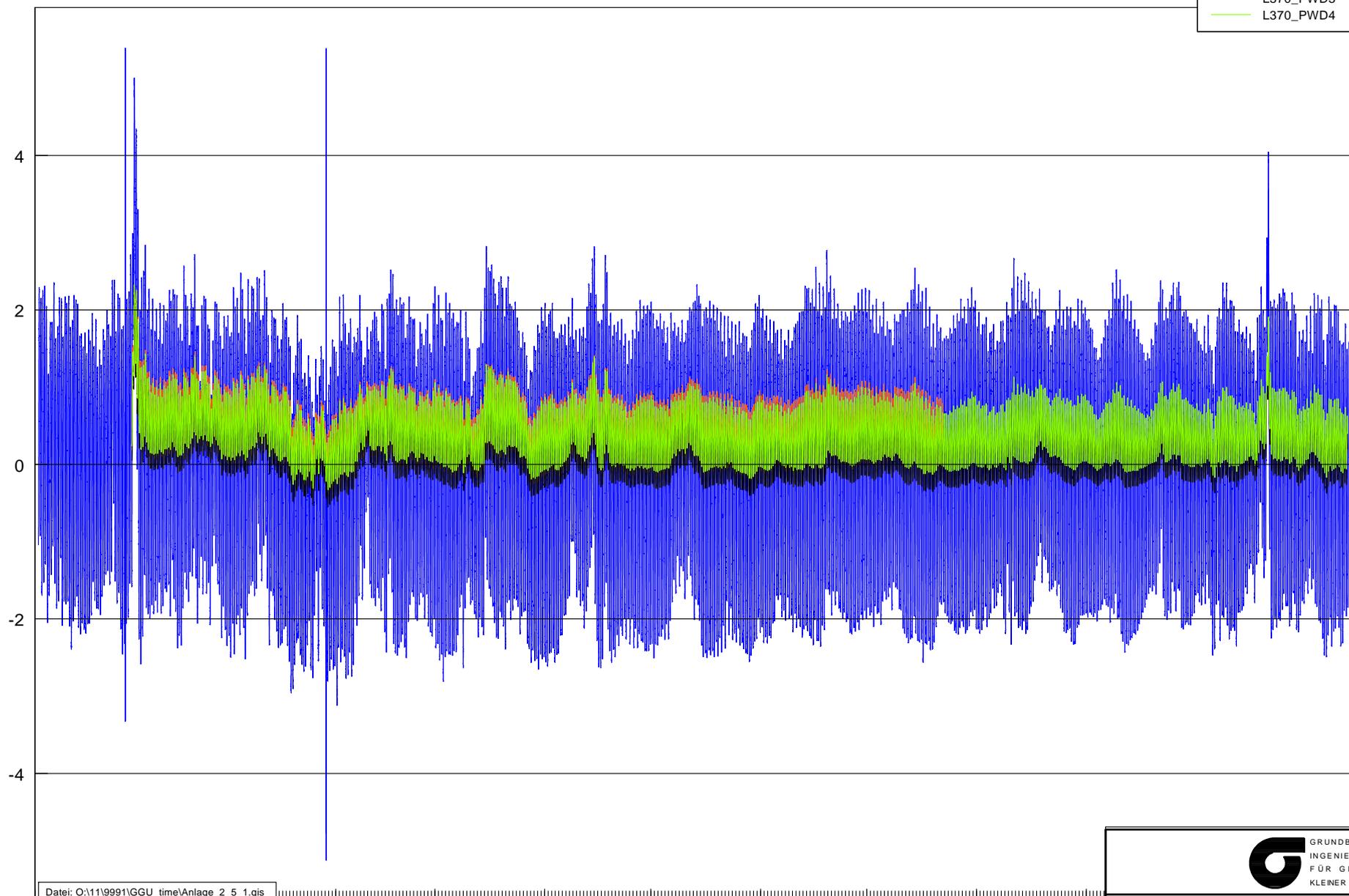


Bauherr:	bremenports	Obj.Nr.	119991
Bauwerk:	Offshore Terminal Bremerhaven	M.	ohne
Ort:	Brhv., Am Luneort	Gez.	Gre
Messdaten		Anl.	2.5.2

Legende

- BHV ALTER LEUCHTTURM
- L371_PWD1
- L371_PWD2
- L370_PWD3
- L370_PWD4

Wasserstand



Datei: O:\119991\GGU_time\Anlage_2_5_1.gis

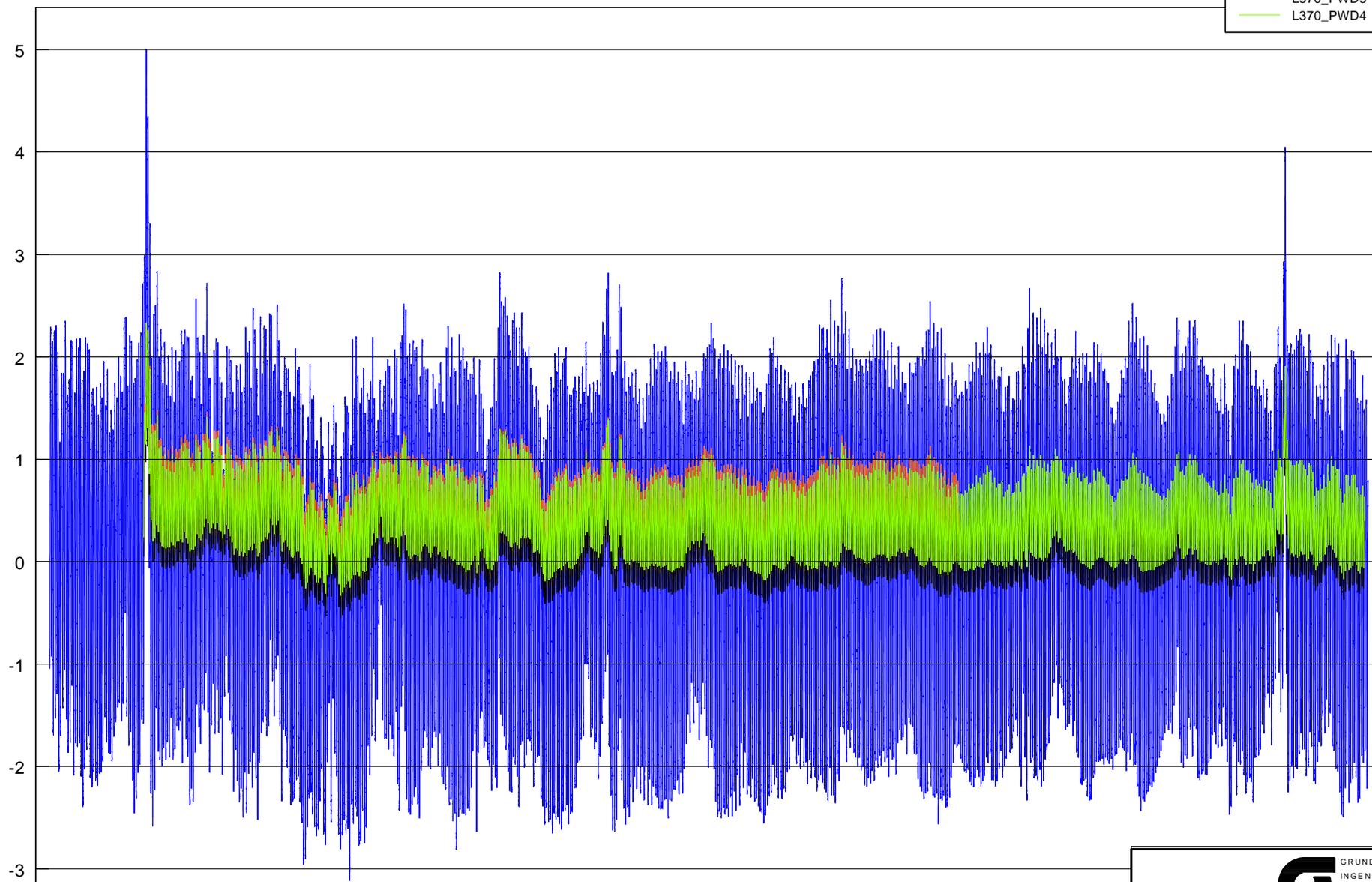
Nov Dez Jan 14 Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep



Bauherr:	bremenports	Obj.Nr.	119991
Bauwerk:	Offshore Terminal Bremerhaven	M.	ohne
Ort:	Brhv., Am Luneort	Gez.	Gre
	Rohdaten	Anl.	2.5.1

- Legende
- BHV ALTER LEUCHTTURM
 - L371_PWD1
 - L371_PWD2
 - L370_PWD3
 - L370_PWD4

Wasserstand



Datei: O:\119991\GGU_time\Anlage_2_5_2.gis

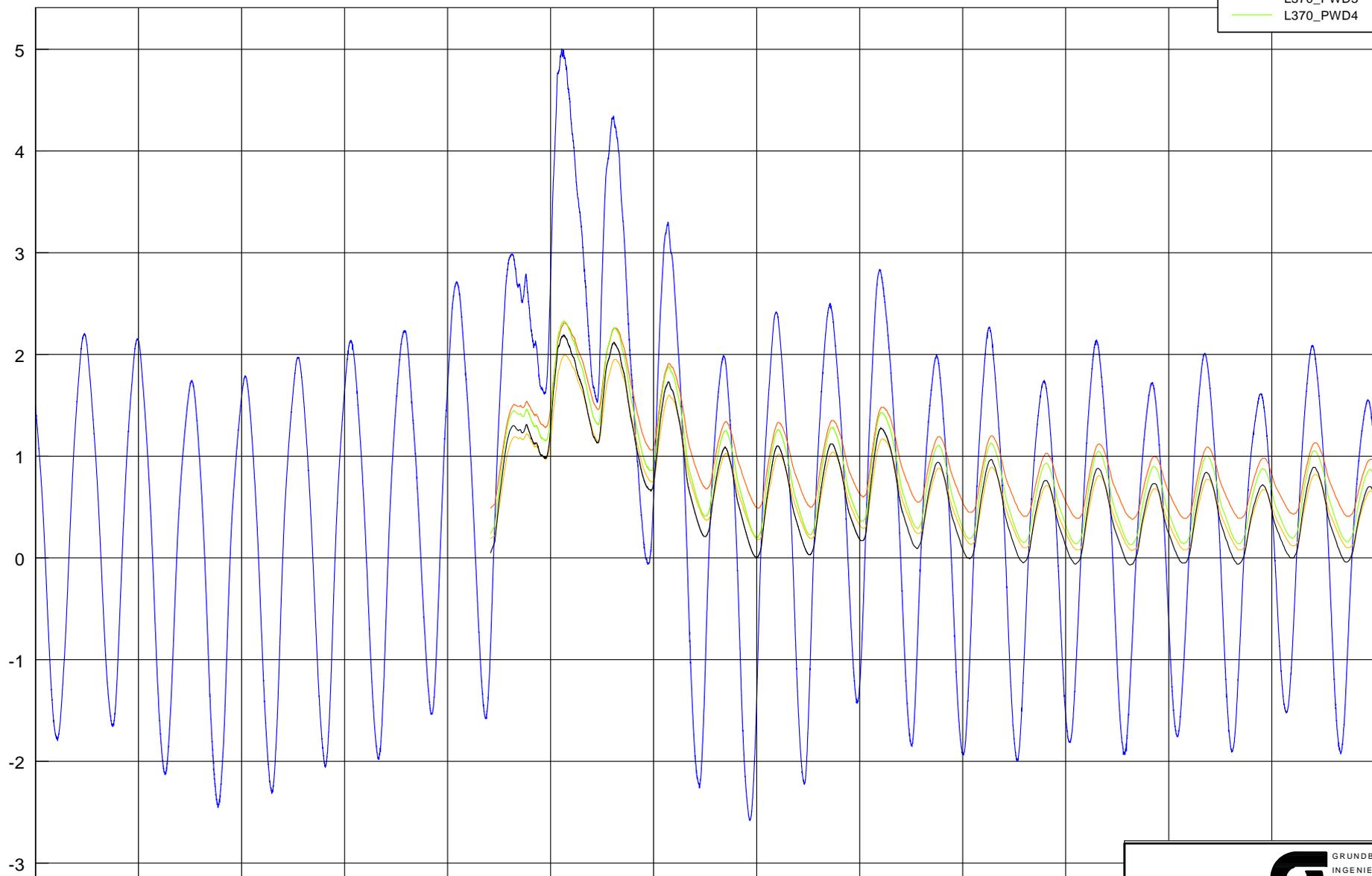
Nov Dez Jan 14 Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep



Bauherr:	bremenports	Obj.Nr.	119991
Bauwerk:	Offshore Terminal Bremerhaven	M.	ohne
Ort:	Brhv., Am Luneort	Gez.	Gre
Messdaten		Anl.	2.5.2

- Legende
- BHV ALTER LEUCHTTURM
 - L371_PWD1
 - L371_PWD2
 - L370_PWD3
 - L370_PWD4

Wasserstand



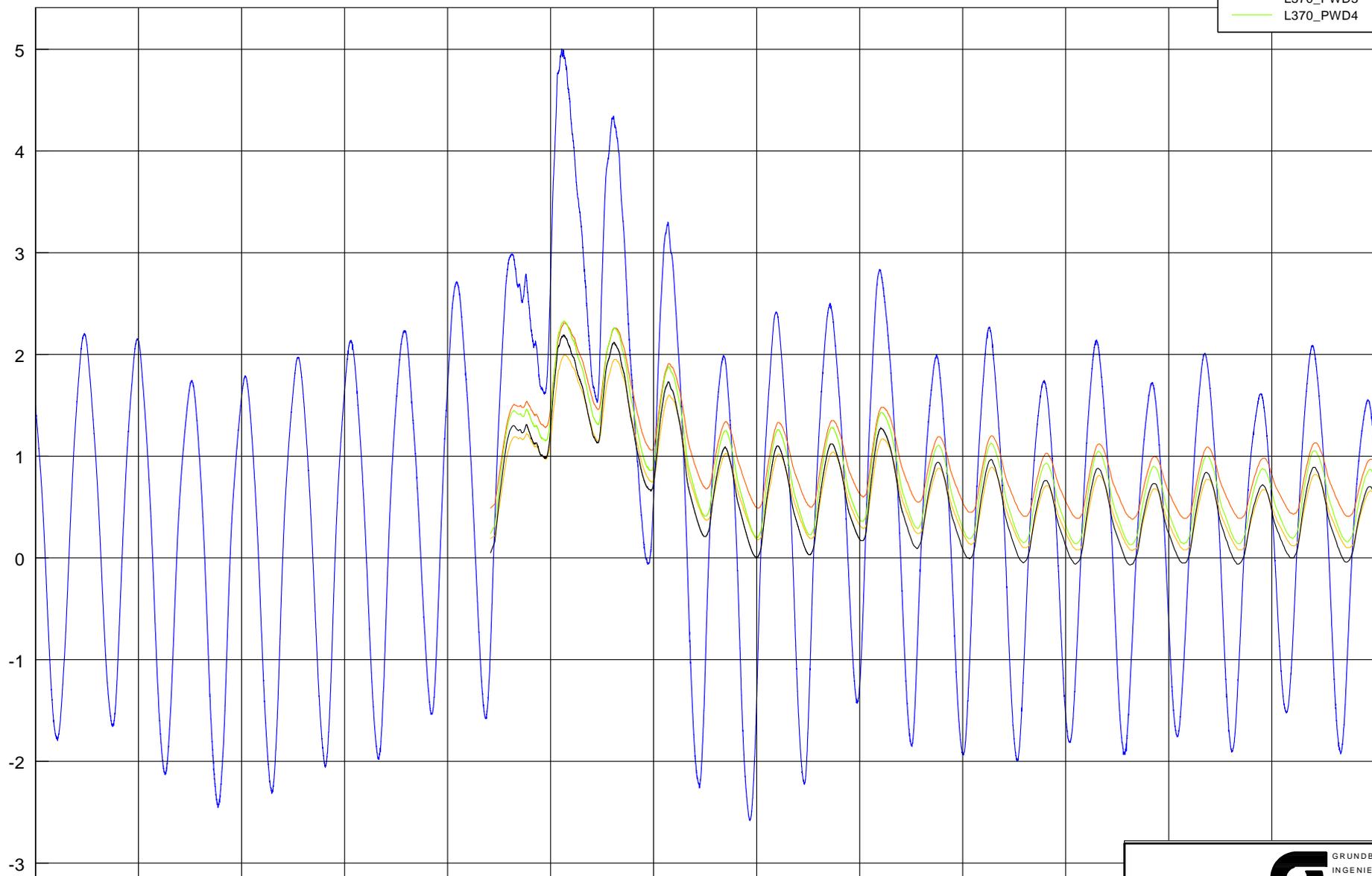
Datei: O:\119991\GGU_time\Anlage_2_5_3.gis

Dez
13

 <p>GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN</p>		Obj.Nr. 119991
		M. ohne
Bauherr: bremenports	Bauwerk: Offshore Terminal Bremerhaven	Gez. Gre
Ort: Brhv., Am Luneort	Sturmflut Dez. 2013	Anl. 2.5.3

- Legende
- BHV ALTER LEUCHTTURM
 - L371_PWD1
 - L371_PWD2
 - L370_PWD3
 - L370_PWD4

Wasserstand



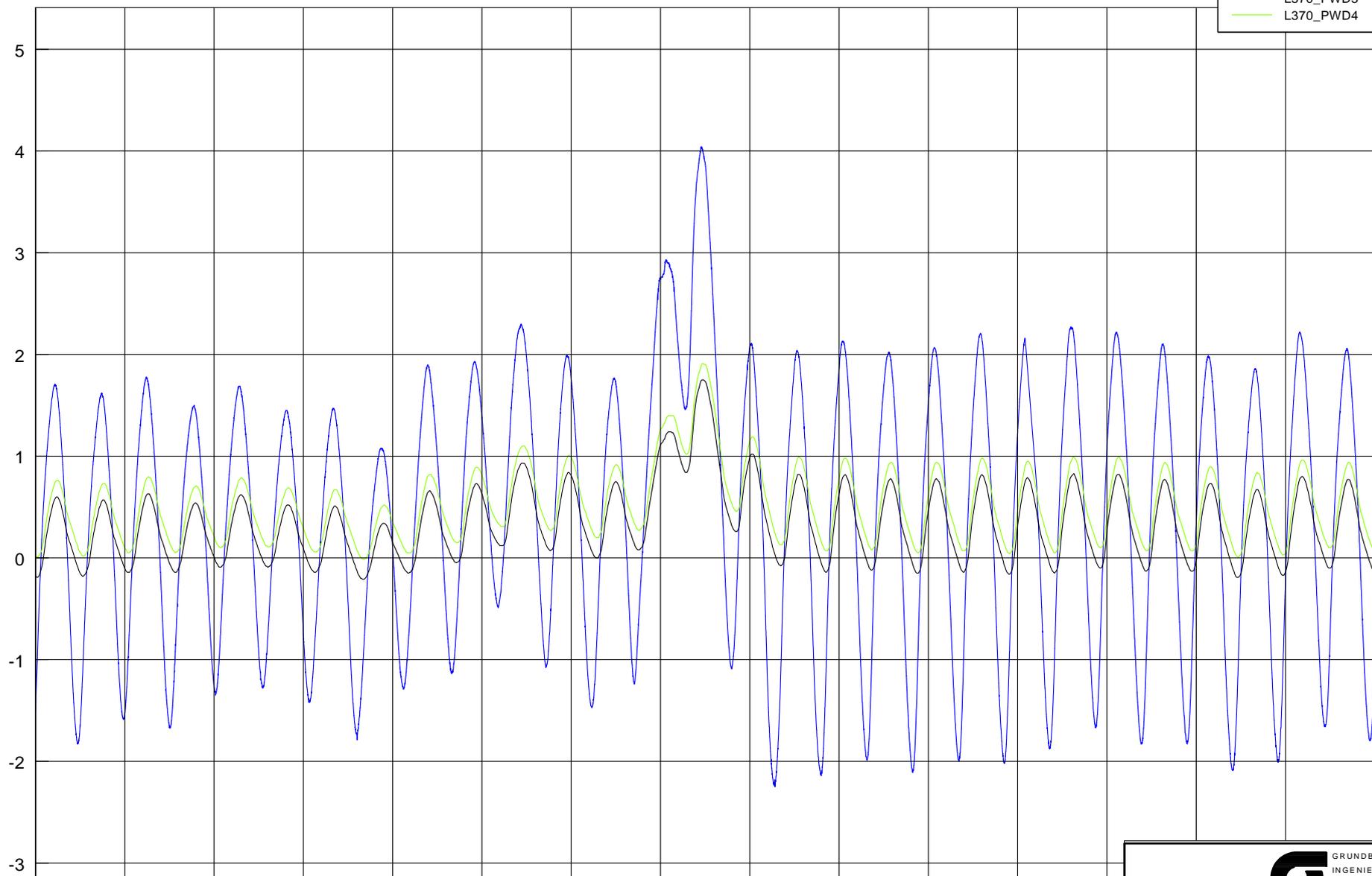
Datei: O:\119991\GGU_time\Anlage_2_5_3.gis

Dez
13

 <p>GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN</p>		Obj.Nr. 119991
		M. ohne
Bauherr: bremenports	Bauwerk: Offshore Terminal Bremerhaven	Gez. Gre
Ort: Brhv., Am Luneort	Sturmflut Dez. 2013	Anl. 2.5.3

- Legende
- BHV ALTER LEUCHTTURM
 - L371_PWD1
 - L371_PWD2
 - L370_PWD3
 - L370_PWD4

Wasserstand



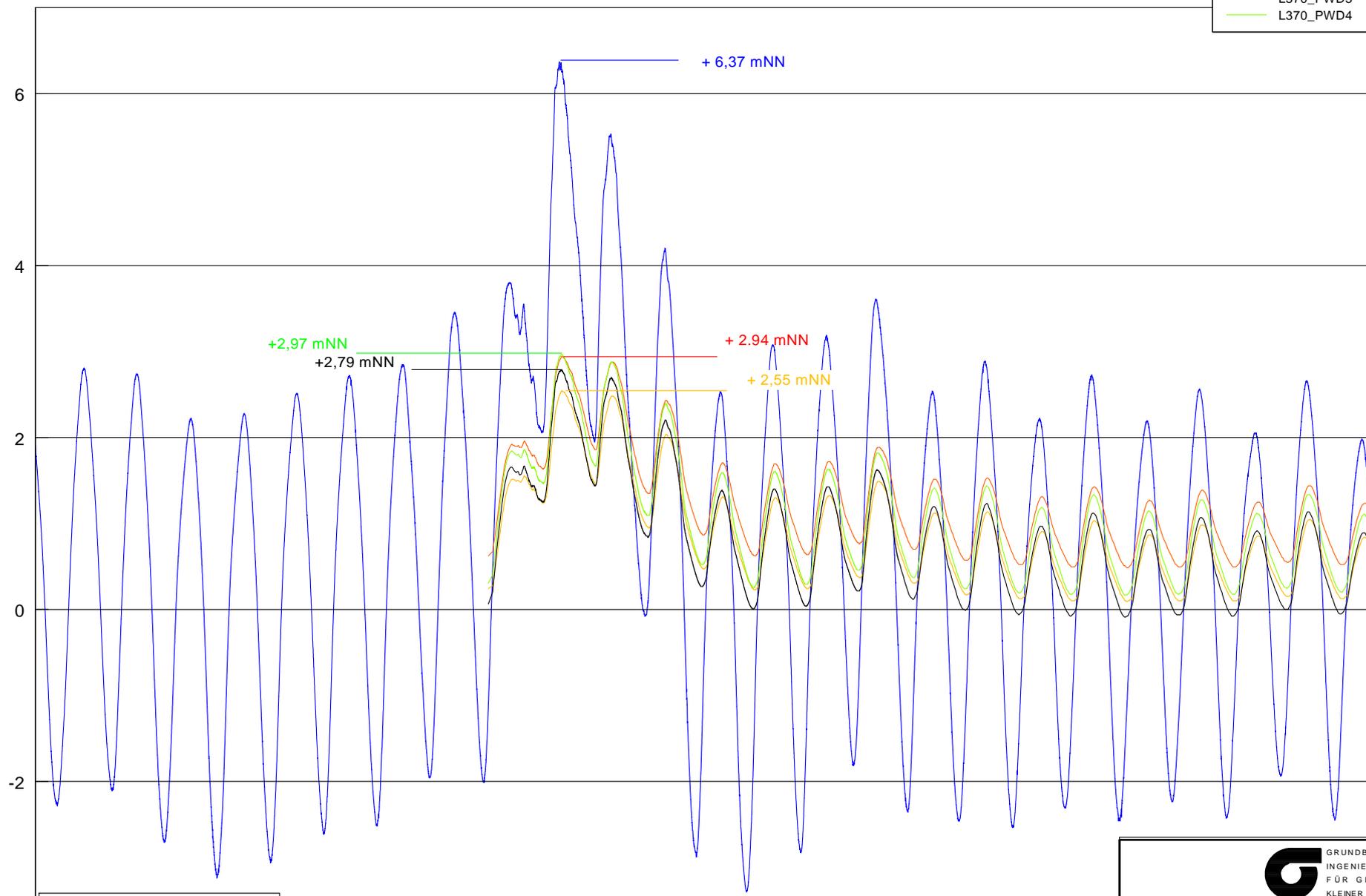
Datei: O:\11\9991\GGU_time\Anlage_2_5_4.gis

15
Okt
14

 GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN		Obj.Nr. 119991
		M. ohne
Bauherr: bremenports	Ort: Brhv., Am Luneort	Gez. Gre
Sturmflut Oktober 2014		Anl. 2.5.4

Legende	
—	BHV ALTER LEUCHTTURM
—	L371_PWD1
—	L371_PWD2
—	L370_PWD3
—	L370_PWD4

Wasserstand



Datei: O:\11\9991\GGU_time\Anlage_2_5_5.gis

 GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN			
Bauherr:	bremenports	Obj.Nr.	119991
Bauwerk:	Offshore Terminal Bremerhaven	M.	ohne
Ort:	Brhv., Am Luneort	Gez.	Gre
Bemessungshochwasser		Anl.	2.5.5

Korndurchmesser (mm)

F: < 0,002

U: 0,002 - 0,063

S: 0,063 - 2,0

G: > 2,0

BE : Bodeneinheit

BG: Bodengruppe

nach DIN 18196

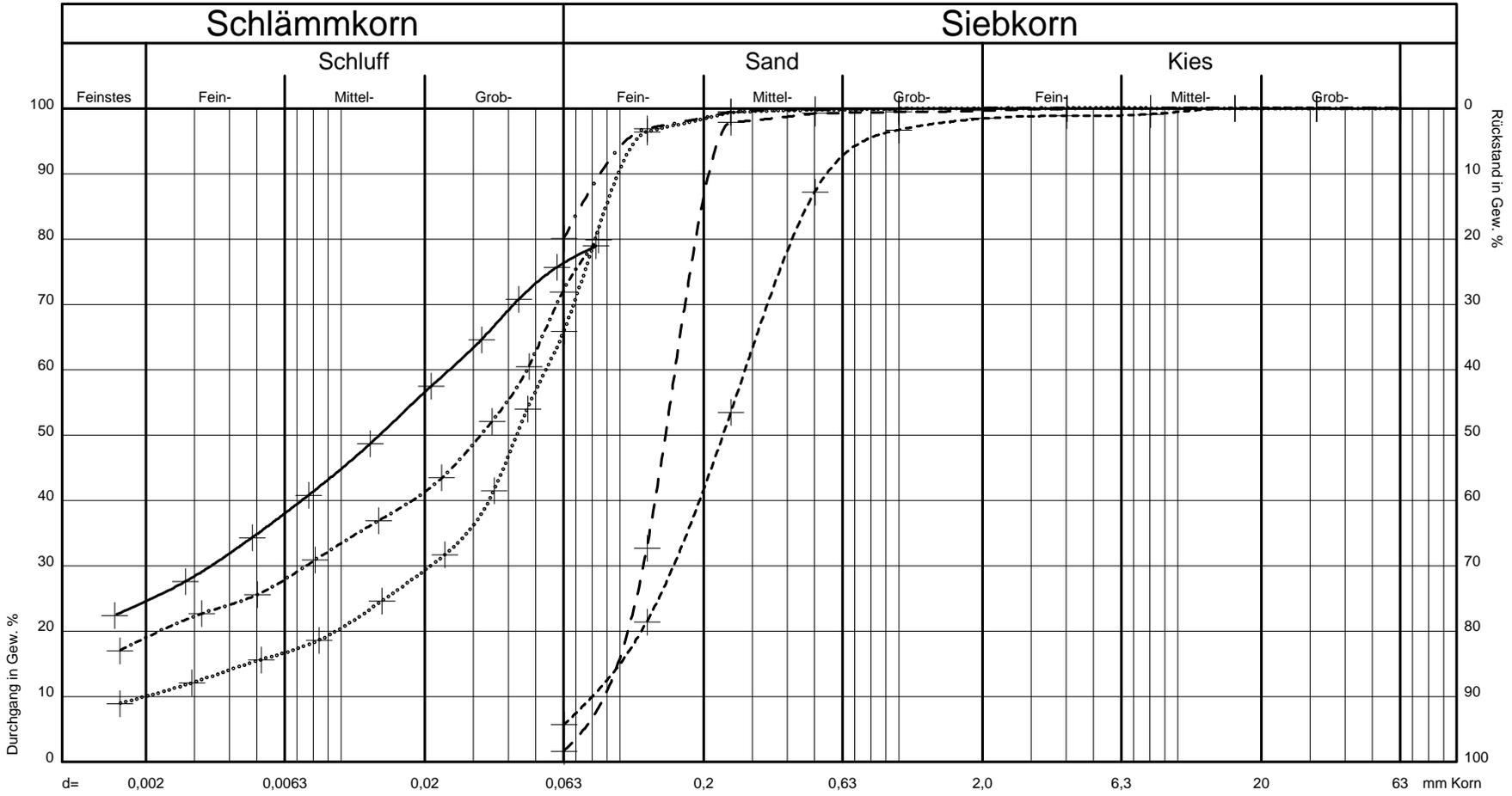
Uf : Ungleichförmigkeitszahl

Anzahl:

1 Siebanalyse trocken (t)

3 Siebanalysen naß (n)

3 Schlämmanalysen (s)



KORNVERTEILUNG	Bauherr: bremenports	 GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN
	Bauwerk: Zufahrtsrampe OTB	
	Ort: Brhv., Am Luneort	
Anl.: 3.1.5	Obj.Nr.: 119991	
	Dat.: 22.11.13	
	Gez.: Kru	

Nr.	Signat.	Bohrung	Tiefe [m]	Bodenart	BE	BG	F	U	S	G	Uf	Art
2	—	49	0,50 - 1,50	Schluff, tonig, feinsandig, schw. humos, Auffüllung		UL	25	51	24			s
22	----	53	0,30 - 1,30	Mittelsand, stark feinsandig, schw. schluffig, schw. grobsandig, Sandauffüllung		SU		6	92	2	3,5	n
28	-·-·-·	53	4,70 - 6,00	Schluff, tonig, feinsandig		UL	19	53	28			s
33	·····	53	10,00 - 11,50	Schluff, stark feinsandig, schwach tonig		UL	10	56	34	0	27,1	n + s
36	---	53	12,30 - 13,60	Feinsand, schwach mittelsandig		SE		2	98	0	1,8	t
56	-·-	54	10,00 - 11,00	Schluff, feinsandig, schw. humos		UL		80	20	0		n

Korndurchmesser (mm)

F: < 0,002

U: 0,002 - 0,063

S: 0,063 - 2,0

G: > 2,0

BE : Bodeneinheit

BG: Bodengruppe

nach DIN 18196

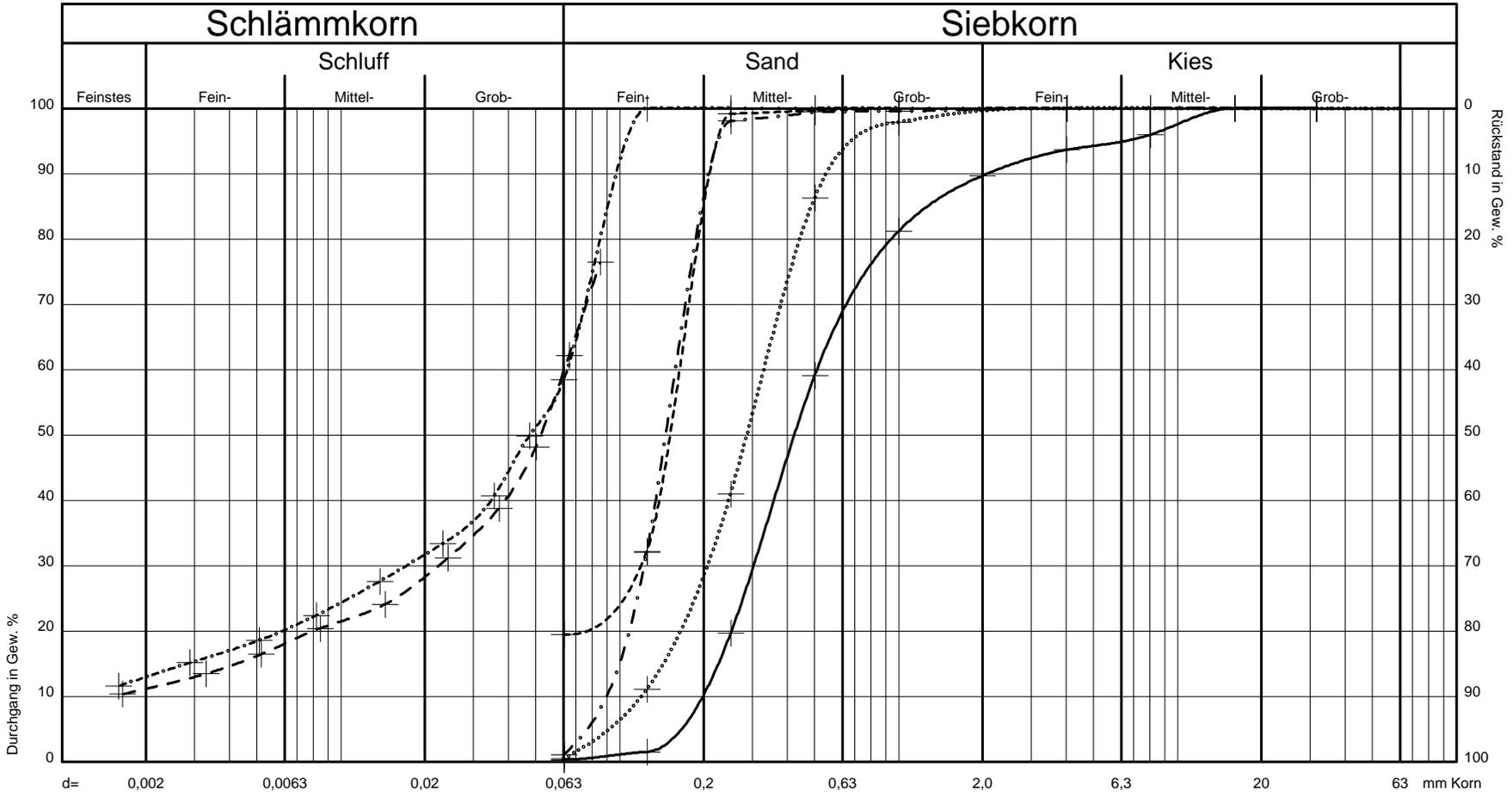
Uf : Ungleichförmigkeitszahl

Anzahl:

3 Siebanlaysen trocken (t)

2 Siebanlaysen naß (n)

2 Schlämmanalysen (s)



KORNVERTEILUNG	Bauherr: bremenports	 GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN
	Bauwerk: Zufahrtsrampe OTB	
	Ort: Brhv., Am Luneort	
Anl.: 3.1.6	Obj.Nr.: 119991	
	Dat.: 22.11.13	
	Gez.: Kru	

Nr.	Signat.	Bohrung	Tiefe [m]	Bodenart	BE	BG	F	U	S	G	Uf	Art
74	—	54	23,30 - 24,35	Mittelsand, grobsandig, schw. feinsandig, schw. kiesig		SE		0	90	10	2,6	t
75	----	54	24,35 - 25,00	Feinsand, schluffig, schw. mittelsandig		SU*		19	81	0		n
214	·-·-·-·	68	14,00 - 15,00	Schluff + Feinsand, schw. tonig, schw. humos		UL	13	45	42	0		n + s
229	·-·-·-·	69	1,50 - 2,65	Mittelsand, feinsandig, schw. grobsandig, Sandauffüllung		SE		0	100	0	2,8	t
236	---	69	9,00 - 10,00	Schluff + Feinsand, schwach tonig		UL	11	49	40			s
266	- · -	73	0,00 - 0,80	Feinsand, schwach mittelsandig, Sandauffüllung		SE		1	99	0	1,8	t

Korndurchmesser (mm)

F: < 0,002

U: 0,002 - 0,063

S: 0,063 - 2,0

G: > 2,0

BE : Bodeneinheit

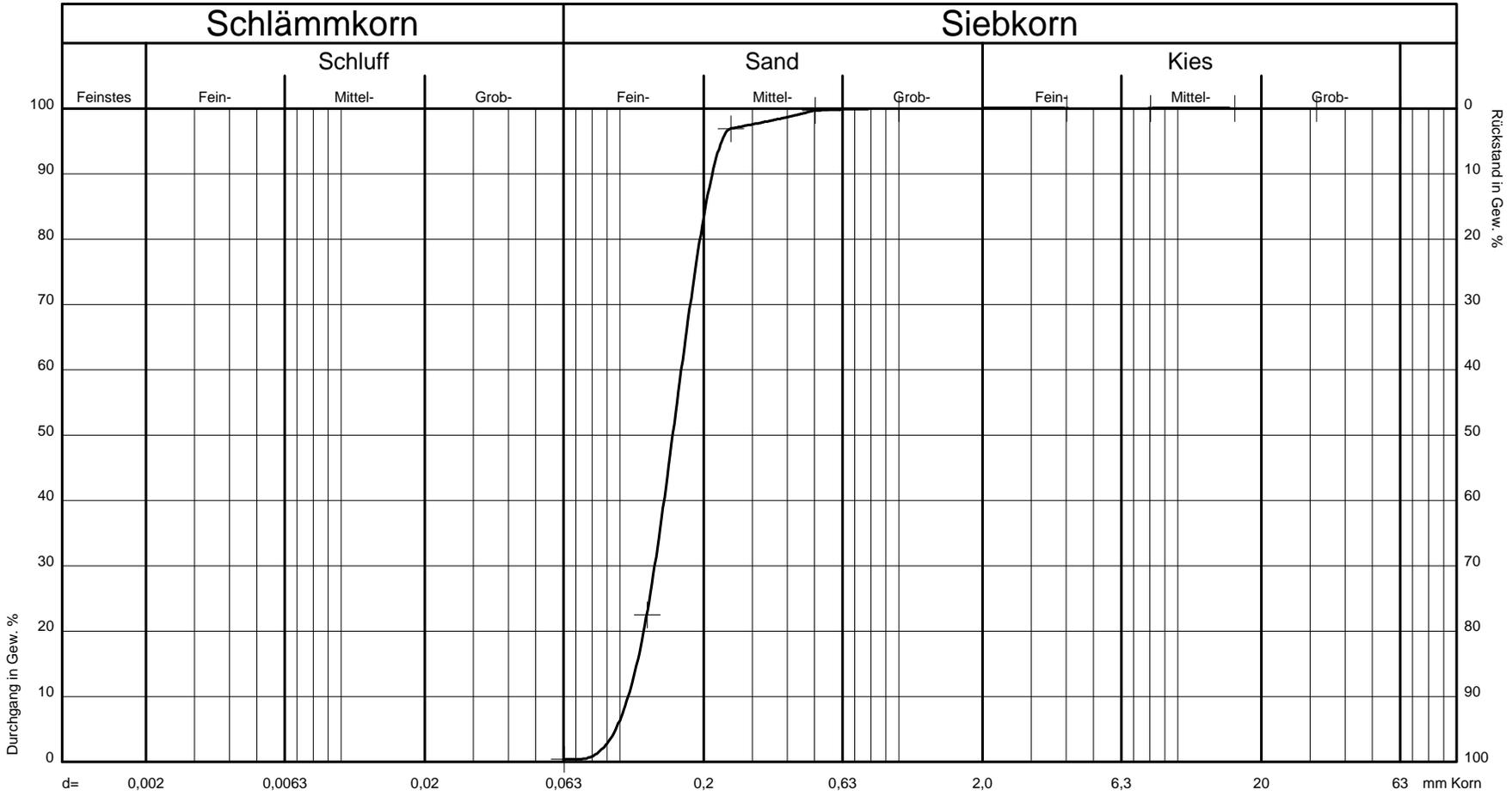
BG: Bodengruppe

nach DIN 18196

Uf : Ungleichförmigkeitszahl

Anzahl:

1 Siebanalyse trocken (t)



Nr.	Signat.	Bohrung	Tiefe [m]	Bodenart	BE	BG	F	U	S	G	Uf	Art
276	—	75	0,25 - 0,95	Feinsand, mittelsandig, Sandauffüllung		SE		0	100	0	1,6	t

KORNVERTEILUNG

Bauherr: **bremenports**

Bauwerk: **Zufahrtsrampe OTB**

Ort: **Brhv., Am Luneort**

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

Anl.: 3.1.7

Obj.Nr.: 119991

Dat.: 22.11.13

Gez.: Kru

Probe Nr.	Bohr- ungs- Nr.	Tiefe		Bodenart	geol. Zeit	BG	w _n [%]
		von [m]	bis [m]				
1	49	0,00	0,50	Schluff, feinsandig, schwach humos, schwach tonig	HO	UL	27,3
2	49	0,50	1,50	Schluff, tonig, schwach feinsandig, schwach humos	HO	UM	33,6
3	49	1,50	2,00	Schluff, tonig, schwach feinsandig, schwach humos	HO	UL	36,7
4	49	2,00	3,00	Schluff, feinsandig, schwach humos, schwach tonig	HO	UL	38,2
5	49	3,00	3,40	Schluff, feinsandig, schwach humos, schwach tonig	HO	UL	31,0
6	49	3,40	3,60	Schluff, feinsandig, tonig, schwach humos	HO	UM	31,9
14	51	0,00	0,50	Schluff, feinsandig, humos, schwach tonig	HO	OU	27,7
28	53	4,70	6,00	Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig	HO	UM	50,0
29	53	6,00	7,00	Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig	HO	UM	63,1
30	53	7,00	8,30	Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig	HO	UM	64,6
31	53	8,30	9,00	Feinsand, stark schluffig, schwach tonig	HO	SU*	40,7
32	53	9,00	10,00	Schluff, feinsandig, schwach tonig	HO	UL	47,1
33	53	10,00	11,50	Schluff, stark feinsandig	HO	UL	42,8
51	54	4,90	6,00	Schluff, tonig, schwach feinsandig, schwach humos	HO	UM	55,8
52	54	6,00	7,00	Schluff, tonig, humos	HO	OU	51,5
53	54	7,00	8,00	Schluff, tonig, feinsandig, schwach humos	HO	UM	61,7
54	54	8,00	9,00	Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach humos	HO	UL	51,6
55	54	9,00	10,00	Schluff, st. feinsandig, schw. tonig, schw. humos	HO	UL	45,2
56	54	10,00	11,00	Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach humos	HO	UL	40,8
57	54	11,00	12,00	Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach humos	HO	UL	41,9
58	54	12,00	12,75	Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach humos	HO	UL	39,1
67	54	19,45	19,55	Feinsand, stark humos, schluffig	HO	OH	41,1
75	54	24,35	25,00	Feinsand, stark schluffig	PL	SU*	23,2

		GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN
Bauherr: bremenports	Obj.Nr.: 1109991	
Bauwerk: Zufahrtsrampe OTB	Dat.: 2.12.13	
Ort: Brhv., Am Luneort	Gez.: kru	
Bodenmechanische Kennziffern	Anl.: 3.2.8	

Probe Nr.	Bohr- ungs- Nr.	Tiefe		Bodenart	geol. Zeit	BG	w _n [%]
		von [m]	bis [m]				
85	58	1,20	1,50	Schluff, tonig, schwach humos, schwach feinsandig	HO	UM	41,3
86	58	1,50	2,30	Schluff, tonig, schwach humos, schwach feinsandig	HO	UM	47,7
91	58	5,40	6,00	Schluff, feinsandig, humos, schwach tonig	HO	OU	54,8
92	58	6,00	7,00	Schluff, tonig, schwach feinsandig, schwach humos	HO	UM	55,5
93	58	7,00	8,00	Schluff, tonig, schwach feinsandig, schwach humos	HO	UM	62,2
94	58	8,00	9,00	Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach humos	HO	UL	50,3
95	58	9,00	10,00	Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach humos	HO	UL	40,1
96	58	10,00	11,00	Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach humos	HO	UL	47,7
97	58	11,00	12,00	Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach humos	HO	UL	48,2
99	58	12,40	13,30	Schluff, feinsandig, tonig, schwach humos	HO	UM	42,2
126	60	4,70	5,00	Schluff, tonig, humos, schwach feinsandig	HO	OU	47,1
127	60	5,00	6,00	Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach humos	HO	UL	42,9
128	60	6,00	7,00	Schluff, feinsandig, tonig, schwach humos	HO	UM	46,5
129	60	7,00	8,00	Schluff, feinsandig, tonig, schwach humos	HO	UM	47,7
130	60	8,00	9,00	Schluff, feinsandig, tonig, schwach humos	HO	UM	52,3
131	60	9,00	10,00	Schluff, feinsandig, tonig, schwach humos	HO	UM	52,1
132	60	10,00	11,00	Schluff, feinsandig, tonig, schwach humos	HO	UM	45,1
133	60	11,00	12,00	Schluff, feinsandig, tonig, schwach humos	HO	UM	45,0
134	60	12,00	13,00	Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach humos	HO	UL	40,2
135	60	13,00	13,60	Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach humos	HO	UL	42,6
136	60	13,60	13,85	Torf	HO	HZ	239,0
171	64	4,80	6,00	Schluff, feinsandig, tonig, schwach humos	HO	UM	47,2
172	64	6,00	7,00	Schluff, feinsandig, tonig, schwach humos	HO	UM	45,6
173	64	7,00	8,00	Schluff, tonig, schwach feinsandig, schwach humos	HO	UM	60,5
174	64	8,00	9,00	Schluff, tonig, feinsandig, schwach humos	HO	UM	43,0

		GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN
Bauherr: bremenports	Obj.Nr.: 1109991	
Bauwerk: Zufahrtsrampe OTB	Dat.: 2.12.13	
Ort: Brhv., Am Luneort	Gez.: kru	
Bodenmechanische Kennziffern	Anl.: 3.2.9	

O:\1109991\bs.bs_2013\9991\brmk.xls

Probe Nr.	Bohr- ungs- Nr.	Tiefe		Bodenart	geol. Zeit	BG	w _n [%]
		von [m]	bis [m]				
175	64	9,00	10,00	Schluff, feinsandig, tonig, schwach humos	HO	UM	45,3
176	64	10,00	11,00	Schluff, tonig, feinsandig, schwach humos	HO	UM	52,4
177	64	11,00	12,00	Schluff, tonig, schwach feinsandig, schwach humos	HO	UM	44,3
178	64	12,00	13,00	Schluff, tonig, schwach feinsandig, schwach humos	HO	UM	52,8
179	64	13,00	14,00	Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach humos	HO	UL	46,8
180	64	14,00	15,00	Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach humos	HO	UL	41,2
181	64	15,00	15,20	Schluff, st. feinsandig, schw. tonig, schw. humos	HO	UL	38,8
205	68	5,35	6,00	Schluff, feinsandig, tonig, schwach humos	HO	UM	46,1
206	68	6,00	7,00	Schluff, feinsandig, tonig, schwach humos	HO	UM	42,9
207	68	7,00	8,00	Schluff, tonig, humos, schwach feinsandig	HO	OU	57,3
208	68	8,00	9,00	Schluff, tonig, schwach feinsandig, schwach humos	HO	UM	57,9
209	68	9,00	10,00	Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach humos	HO	UL	44,3
210	68	10,00	11,00	Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach humos	HO	UL	45,4
211	68	11,00	12,00	Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach humos	HO	UL	45,3
212	68	12,00	13,00	Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach humos	HO	UL	41,7
213	68	13,00	14,00	Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach humos	HO	UL	48,4
214	68	14,00	15,00	Schluff, st. feinsandig, schw. tonig, schw. humos	HO	UL	37,6
215	68	15,00	16,00	Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach humos	HO	UL	39,7
216	68	16,00	16,45	Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach humos	HO	UL	54,6
232	69	4,60	6,00	Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	HO	UL	56,7
233	69	6,00	7,00	Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	HO	UL	45,9
234	69	7,00	8,00	Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	HO	UL	51,8
235	69	8,00	9,00	Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	HO	UL	44,9
236	69	9,00	10,00	Schluff, feinsandig	HO	UL	41,0
237	69	10,00	11,00	Schluff, feinsandig	HO	UL	40,3

		GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN
Bauherr: bremenports	Obj.Nr.: 1109991	
Bauwerk: Zufahrtsrampe OTB	Dat.: 2.12.13	
Ort: Brhv., Am Luneort	Gez.: kru	
Bodenmechanische Kennziffern	Anl.: 3.2.10	

Probe Nr.	Bohr- ungs- Nr.	Tiefe		Bodenart	geol. Zeit	BG	w _n [%]
		von [m]	bis [m]				
238	69	11,00	12,00	Schluff, feinsandig	HO	UL	49,4
239	69	12,00	13,00	Schluff, feinsandig, schwach tonig	HO	UL	45,1
240	69	13,00	13,80	Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	HO	UL	47,5
242	69	13,95	14,00	Schluff	HO	UL	36,6
243	69	14,00	15,00	Schluff, feinsandig	HO	UL	47,1
244	69	15,00	16,00	Schluff, feinsandig	HO	UL	42,7
245	69	16,00	16,50	Schluff, schwach grobsandig	HO	UL	36,1
249	69	19,50	19,60	Torf	HO	HZ	139,1
260	72	1,25	1,50	Mittelsand, stark schluffig	HO	SU*	42,8
261	72	1,50	1,70	Schluff, stark feinsandig, schwach humos	HO	UL	26,8
263	72	2,20	2,35	Schluff, schwach grobsandig	HO	UL	21,2
264	72	2,35	2,90	Torf	HO	HZ	239,4
265	72	2,90	3,00	Schluff, humos	HO	OU	36,6
285	76	2,40	2,65	Sand + Schluff, stark humos	HO	OU	43,5
292	77	2,55	2,75	Schluff, humos, schwach tonig, schwach feinsandig	HO	OU	50,4
299	78	2,35	2,55	Mittelsand + Feinsand, stark humos	HO	OH	45,1

Wassergehalte: 89

		GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN
Bauherr: bremenports	Obj.Nr.: 1109991	
Bauwerk: Zufahrtsrampe OTB	Dat.: 2.12.13	
Ort: Brhv., Am Luneort	Gez.: kru	
Bodenmechanische Kennziffern	Anl.: 3.2.11	

Laboratorien Dr. Döring Haferwende 12 28357 Bremen

Grundbaulabor Bremen
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH
Kleiner Ort 2

28357 BREMEN

12. Dezember 2013

PRÜFBERICHT 0612131

Auftragsnr. Auftraggeber: 119991, bremenports
Projektbezeichnung: Hinterlandanbindung Offshore-terminal, Bremerhaven
Probenahme: durch Auftraggeber
Probentransport: durch Auftraggeber am 06.12.2013
Probeneingang: 06.12.2013
Prüfzeitraum: 06.12.2013 - 12.12.2013
Probennummer: 42863 - 42869 / 13
Probenmaterial: Asphaltbohrkerne
Verpackung: PE - Beutel
Bemerkungen: -

Sonstiges:

Der Messfehler dieser Prüfungen befindet sich im üblichen Rahmen. Näheres teilen wir Ihnen auf Anfrage gerne mit.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Prüfgegenstände. Eine auszugsweise
Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die Laboratorien Dr. Döring GmbH.

Analysenbefunde: Seite 2
Messverfahren: Trockenmasse DIN ISO 11465
PAK DIN ISO 18287
Qualitätskontrolle:

B. Sc. Tanja Staal
(Projektleiterin)

Dr. Michael Ambrosius
(stellv. Laborleiter)



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

Obj. Nr.: 11 9991
Bauherr: bremenports GmbH
Bauwerk: Hinterlandanbindung OTB
Ort: Brhv., Am Luneort
Anlage : 3.3.3

Labornummer	42863	42864	42865	42866
Probenbezeichnung	DS 55	DS 57	DS 61	BS 59
Entnahmetiefe	0,0-0,175m	0,0-0,115m	0,0-0,15m	0,0-0,145m
Dimension	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]
Trockenmasse [%]	98,6	99,6	99,3	99,6
Naphthalin	1,30	0,31	0,22	0,53
Acenaphthylen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Acenaphthen	0,95	0,46	0,40	0,41
Fluoren	0,67	0,27	0,26	0,17
Phenanthren	0,27	2,69	1,20	1,33
Anthracen	2,93	0,12	0,08	0,09
Fluoranthren	1,09	0,88	0,62	0,84
Pyren	0,53	0,31	0,49	0,52
Benzo(a)anthracen	0,17	0,22	0,15	0,34
Chrysen	0,20	0,30	0,20	0,44
Benzo(b)fluoranthren	0,10	0,26	0,28	0,68
Benzo(k)fluoranthren	0,02	0,07	0,05	0,13
Benzo(a)pyren	0,03	0,07	0,15	0,33
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,01	0,04	0,09	0,18
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0,01	0,03	0,04	0,04
Benzo(g,h,i)perylene	0,03	0,01	0,24	0,41
Summe PAK (EPA)	8,30	6,04	4,47	6,44

Labornummer	42867	42868	42869	
Probenbezeichnung	BS 63	BS 64	BS 66	
Entnahmetiefe	0,0-0,18m	0,0-0,12m	0,0-0,27m	
Dimension	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	
Trockenmasse [%]	99,6	99,3	98,7	
Naphthalin	1,55	0,21	2,96	
Acenaphthylen	0,01	< 0,01	0,01	
Acenaphthen	1,18	0,11	1,38	
Fluoren	0,81	0,09	0,73	
Phenanthren	2,62	0,36	3,85	
Anthracen	0,35	0,05	0,45	
Fluoranthren	1,52	0,23	1,51	
Pyren	0,84	0,20	0,84	
Benzo(a)anthracen	0,22	0,10	0,24	
Chrysen	0,20	0,13	0,19	
Benzo(b)fluoranthren	0,28	0,27	0,26	
Benzo(k)fluoranthren	0,07	0,05	0,05	
Benzo(a)pyren	0,12	0,10	0,10	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,03	0,03	0,02	
Dibenzo(a,h)anthracen	0,03	0,05	0,03	
Benzo(g,h,i)perylene	0,16	0,23	0,16	
Summe PAK (EPA)	9,99	2,21	12,78	



Laboratorien Dr. Döring Haferwende 12 28357 Bremen

Grundbaulabor Bremen
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH
Kleiner Ort 2

28357 BREMEN

22. November 2013

PRÜFBERICHT 181113M

Auftragsnr. Auftraggeber: 119991, bremenports GmbH
Projektbezeichnung: OTB, Bremerhaven
Probenahme: durch Auftraggeber am 11.11.2013
Probentransport: durch Auftraggeber am 18.11.2013
Probeneingang: 18.11.2013
Prüfzeitraum: 18.11.2013 - 22.11.2013
Probennummer: 40722 - 40724 / 13
Probenmaterial: Asphalt
Verpackung: PE - Beutel
Bemerkungen: -

Sonstiges:

Der Messfehler dieser Prüfungen befindet sich im üblichen Rahmen. Näheres teilen wir Ihnen auf Anfrage gerne mit.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Prüfgegenstände. Eine auszugsweise
Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die Laboratorien Dr. Döring GmbH.

Analysenbefunde: Seite 2
Messverfahren: Trockenmasse DIN ISO 11465
PAK DIN ISO 18287
Qualitätskontrolle:

B. Sc. Tanja Staal
(Projektleiterin)

Dr. Joachim Döring
(Geschäftsführer)



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

Obj. Nr.: 11 9991
Bauherr: bremenports GmbH
Bauwerk: Hinterlandanbindung OTB
Ort: Brhv., Am Luneort
Anlage : 3.3.1

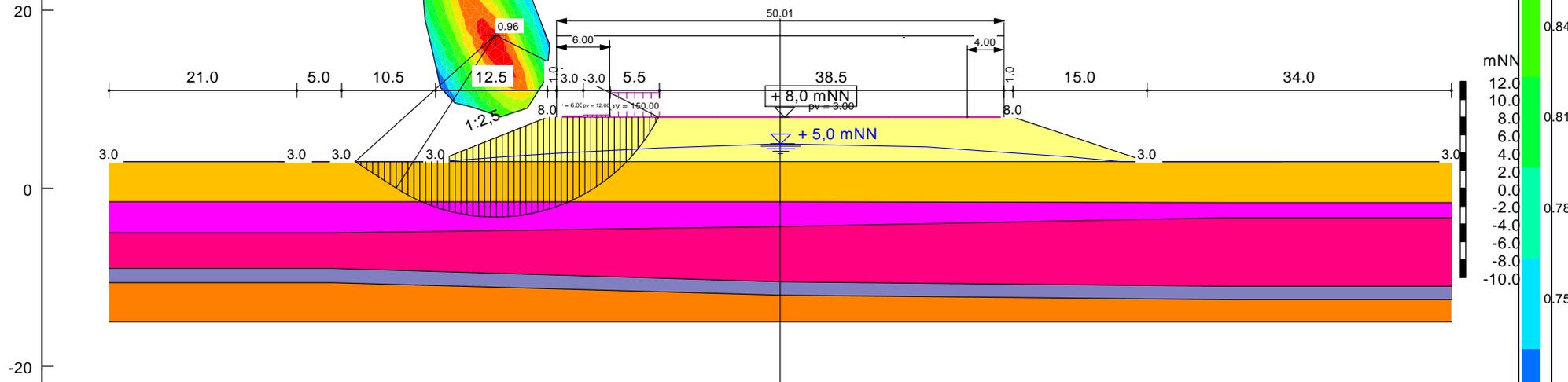
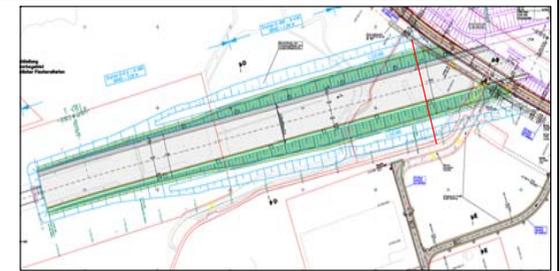
Labornummer	40722	40723	40724
Probenbezeichnung	BS 76	BS 77	BS 78
Entnahmetiefe	0,0-0,18m	0,0-0,175m	0,0-0,175m
Dimension	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]
Trockenmasse [%]	99,9	98,5	98,0
Naphthalin	0,01	< 0,01	< 0,01
Acenaphthylen	0,01	< 0,01	0,01
Acenaphthen	0,22	0,08	< 0,01
Fluoren	0,25	0,08	< 0,01
Phenanthren	1,18	0,55	0,07
Anthracen	0,31	0,20	0,03
Fluoranthren	8,46	4,88	1,01
Pyren	7,19	4,06	1,51
Benzo(a)anthracen	4,20	2,49	0,54
Chrysen	4,20	2,32	0,68
Benzo(b)fluoranthren	7,16	4,31	2,32
Benzo(k)fluoranthren	1,90	1,36	0,56
Benzo(a)pyren	3,48	2,01	1,22
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,94	1,17	0,80
Dibenzo(a,h)anthracen	0,73	0,23	0,29
Benzo(g,h,i)perylene	2,14	1,19	1,13
Summe PAK (EPA)	43,38	24,93	10,17



GGU-STABILITY / Version 10.59 / 22.11.2013
 Rampenquerschnitt bei km ca. 0+550
 Böschungsneigung 1 : 2,5, Randabstand 150 kN/m² 7 m
 Berechnungsgrundlagen
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{\max} = 0.96$
 $X_m = -31.84 \text{ m}$ $y_m = 17.21 \text{ m}$
 $R = 20.44 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 Datei: O:\11\9991\Böschung\Anlage 4_1_1a.boe

Querschnitt I-I (Endzustand)

Verkehrslast 150 kN/m² x 8,5 m x 5,5 m
 Böschungsneigung 1 : 2,5



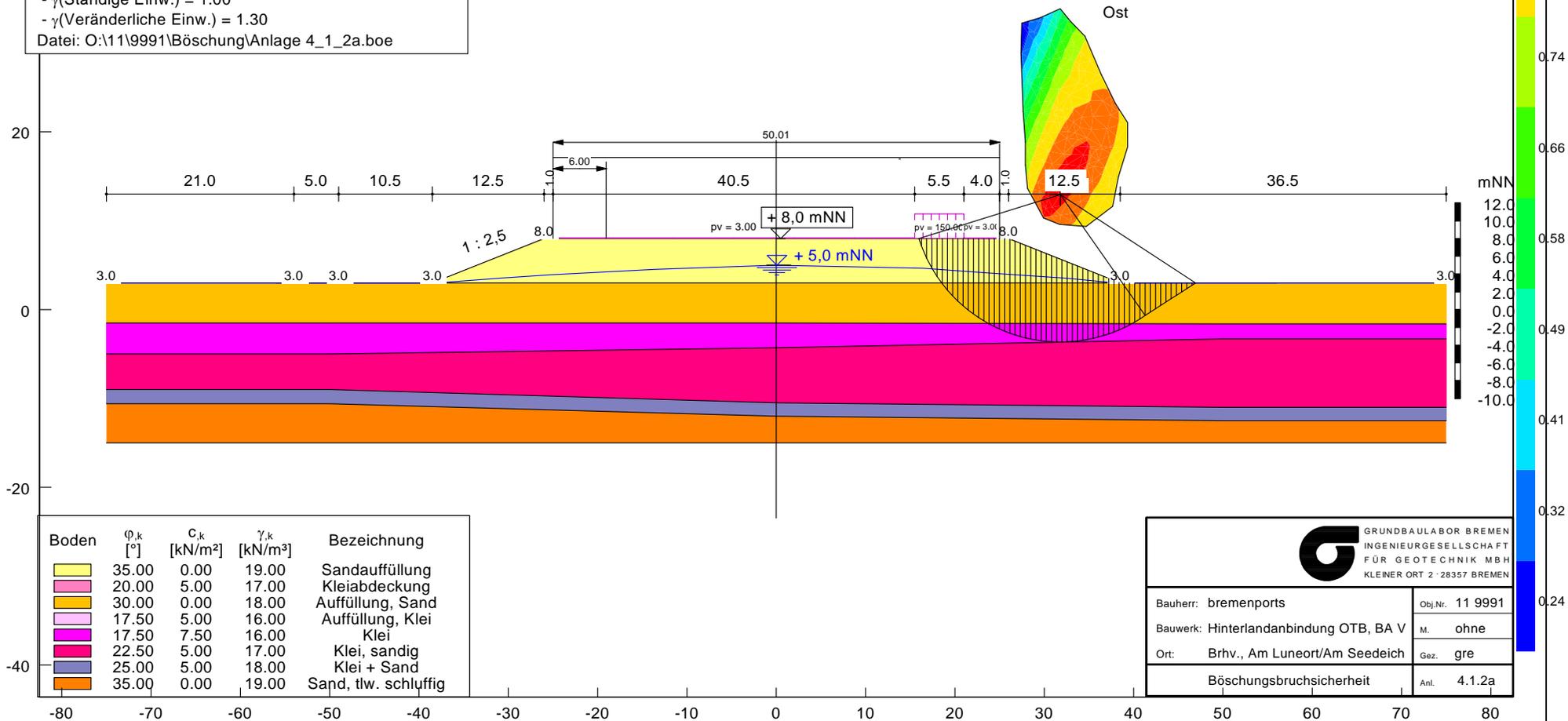
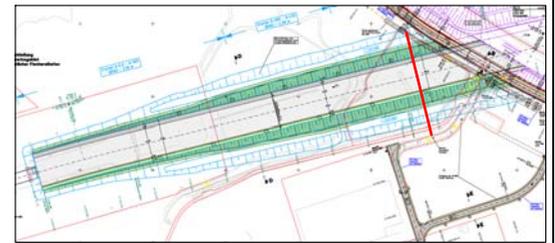
Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[Yellow]	35.00	0.00	19.00	Sandauffüllung
[Pink]	20.00	5.00	17.00	Kleiabdeckung
[Orange]	30.00	0.00	18.00	Auffüllung, Sand
[Light Pink]	17.50	5.00	16.00	Auffüllung, Klei
[Magenta]	17.50	7.50	16.00	Klei
[Red]	22.50	5.00	17.00	Klei, sandig
[Purple]	25.00	5.00	18.00	Klei + Sand
[Brown]	35.00	0.00	19.00	Sand, tw. schluffig

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

Bauherr: bremenports	Obj.Nr. 11 9991
Bauwerk: Hinterlandanbindung OTB, BA V	M. ohne
Ort: Brhv., Am Luneort/Am Seedeich	Göz. gre
Böschungsbruchsicherheit	
Anl. 4.1.1a	

GGU-STABILITY / Version 10.59 / 22.11.2013
 Rampenquerschnitt bei Station ca. 0+550
 Böschungsneigung 1 : 2,5, Randabstand 150 kN/m² 5 m
 Berechnungsgrundlagen
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 1.00$
 $x_m = 31.80$ m $y_m = 12.95$ m
 $R = 16.60$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 Datei: O:\11\9991\Böschung\Anlage 4_1_2a.boe

Querschnitt I-I (Endzustand)
 Verkehrslast 150 kN/m² x 8,5 m x 5,5 m
 Böschungsneigung 1 : 2,5



Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[Yellow]	35.00	0.00	19.00	Sandauffüllung
[Pink]	20.00	5.00	17.00	Kleiabdeckung
[Orange]	30.00	0.00	18.00	Auffüllung, Sand
[Light Pink]	17.50	5.00	16.00	Auffüllung, Klei
[Light Purple]	17.50	7.50	16.00	Klei
[Red]	22.50	5.00	17.00	Klei, sandig
[Dark Blue]	25.00	5.00	18.00	Klei + Sand
[Dark Orange]	35.00	0.00	19.00	Sand, tw. schluffig

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

Bauherr: bremenports	Obj.Nr. 11 9991
Bauwerk: Hinterlandanbindung OTB, BA V	M. ohne
Ort: Brhv., Am Luneort/Am Seedeich	Göz. gre
Böschungsbruchsicherheit	
	Anl. 4.1.2a

GGU-STABILITY / Version 10.59 / 22.11.2013

Rampenquerschnitt bei Station ca. 0+400

Berechnungsgrundlagen

Norm: EC 7

Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{max} = 1.00$

$X_m = -29.29 \text{ m}$ $y_m = 15.97 \text{ m}$

$R = 18.38 \text{ m}$

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.25$

- $\gamma(c') = 1.25$

- $\gamma(c_u) = 1.25$

- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$

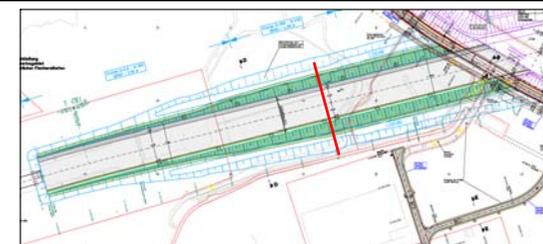
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

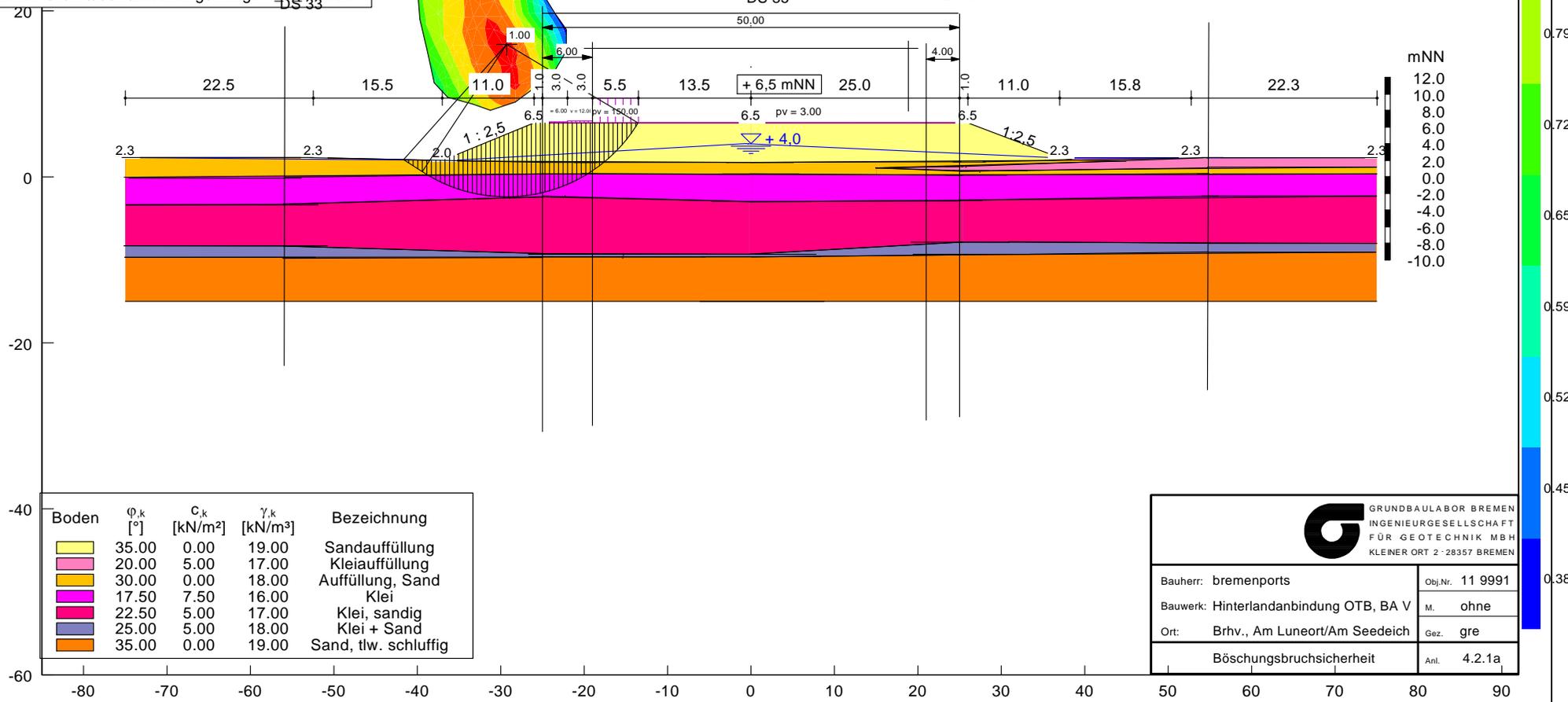
Datei: O:\11\9991\Böschung\Anlage 4_2_1a.boe

Querschnitt II-II (Endzustand)

Verkehrslast $150 \text{ kN/m}^2 \times 8,5 \text{ m} \times 5,5 \text{ m}$



OST



Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	35.00	0.00	19.00	Sandauffüllung
	20.00	5.00	17.00	Kleiauffüllung
	30.00	0.00	18.00	Auffüllung, Sand
	17.50	7.50	16.00	Klei
	22.50	5.00	17.00	Klei, sandig
	25.00	5.00	18.00	Klei + Sand
	35.00	0.00	19.00	Sand, tlw. schluffig

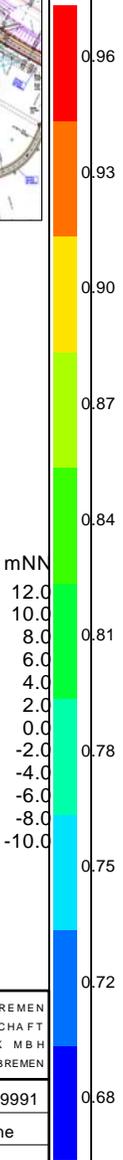
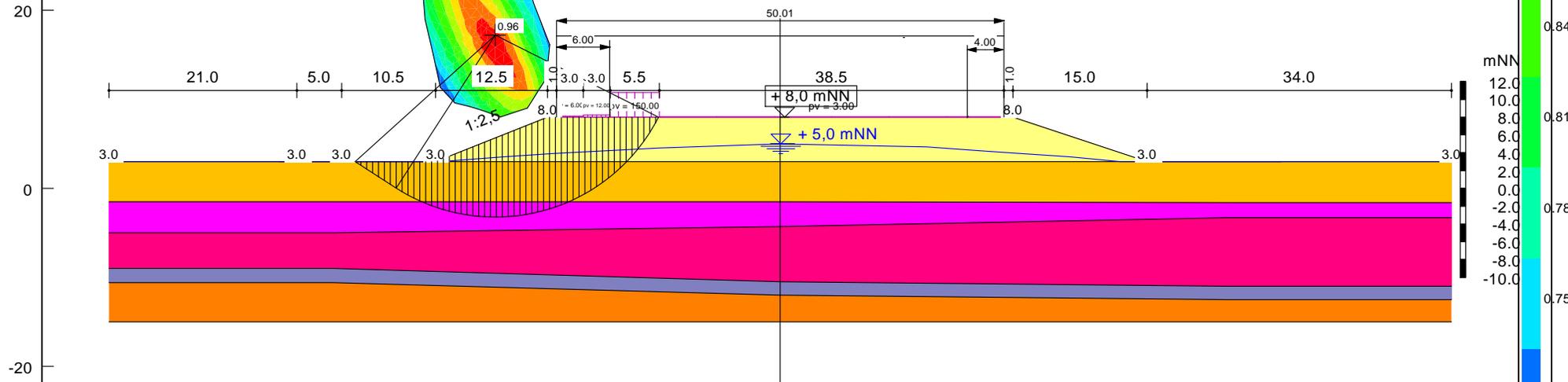
GRUNDBAULABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR GEOTECHNIK MBH
KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

Bauherr: bremenports	Obj.Nr. 11 9991
Bauwerk: Hinterlandanbindung OTB, BA V	M. ohne
Ort: Brhv., Am Luneort/Am Seedeich	Göz. gre
Böschungsbruchsicherheit	
	Anl. 4.2.1a

GGU-STABILITY / Version 10.59 / 22.11.2013
 Rampenquerschnitt bei km ca. 0+550
 Böschungsneigung 1 : 2,5, Randabstand 150 kN/m² 7 m
 Berechnungsgrundlagen
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{\max} = 0.96$
 $X_m = -31.84 \text{ m}$ $y_m = 17.21 \text{ m}$
 $R = 20.44 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 Datei: O:\11\9991\Böschung\Anlage 4_1_1a.boe

Querschnitt I-I (Endzustand)

Verkehrslast 150 kN/m² x 8,5 m x 5,5 m
 Böschungsneigung 1 : 2,5



Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[Yellow]	35.00	0.00	19.00	Sandauffüllung
[Pink]	20.00	5.00	17.00	Kleiabdeckung
[Orange]	30.00	0.00	18.00	Auffüllung, Sand
[Light Pink]	17.50	5.00	16.00	Auffüllung, Klei
[Magenta]	17.50	7.50	16.00	Klei
[Red]	22.50	5.00	17.00	Klei, sandig
[Purple]	25.00	5.00	18.00	Klei + Sand
[Brown]	35.00	0.00	19.00	Sand, tw. schluffig

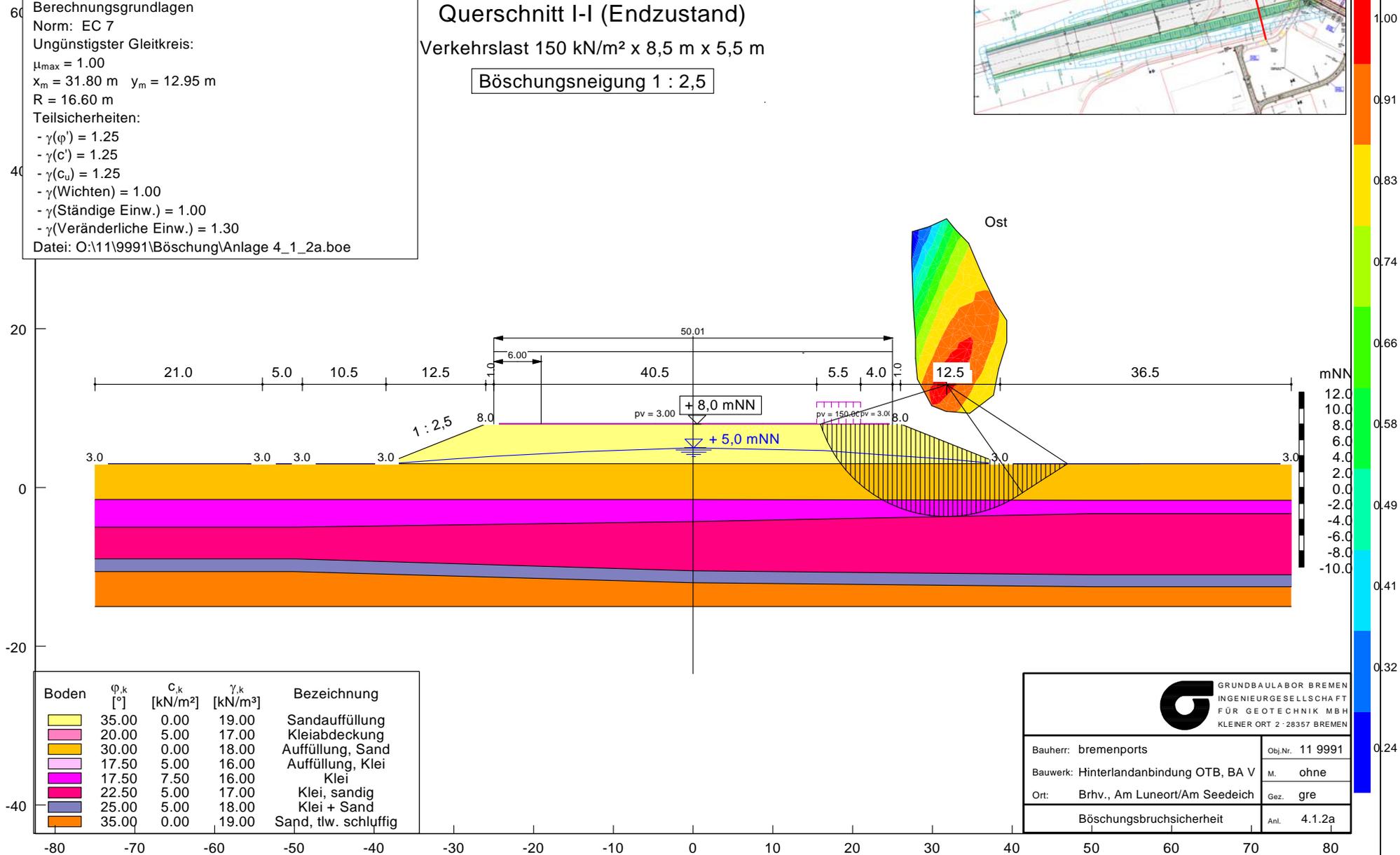
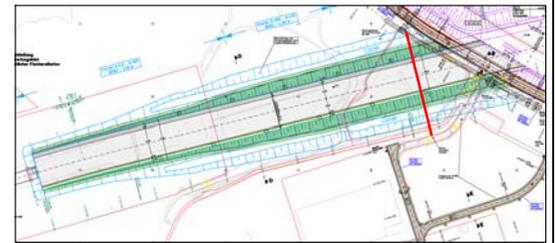
GRUNDBAULABOR BREMEN
 INGENIEURGESELLSCHAFT
 FÜR GEOTECHNIK MBH
 KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

Bauherr: bremenports	Obj.Nr. 11 9991
Bauwerk: Hinterlandanbindung OTB, BA V	M. ohne
Ort: Brhv., Am Luneort/Am Seedeich	Göz. gre
Böschungsbruchsicherheit	
Anl. 4.1.1a	

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

GGU-STABILITY / Version 10.59 / 22.11.2013
 Rampenquerschnitt bei Station ca. 0+550
 Böschungsneigung 1 : 2,5, Randabstand 150 kN/m² 5 m
 Berechnungsgrundlagen
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 1.00$
 $x_m = 31.80 \text{ m}$ $y_m = 12.95 \text{ m}$
 $R = 16.60 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 Datei: O:\11\9991\Böschung\Anlage 4_1_2a.boe

Querschnitt I-I (Endzustand)
 Verkehrslast 150 kN/m² x 8,5 m x 5,5 m
 Böschungsneigung 1 : 2,5



Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[Yellow]	35.00	0.00	19.00	Sandauffüllung
[Pink]	20.00	5.00	17.00	Kleiabdeckung
[Orange]	30.00	0.00	18.00	Auffüllung, Sand
[Light Pink]	17.50	5.00	16.00	Auffüllung, Klei
[Magenta]	17.50	7.50	16.00	Klei
[Red]	22.50	5.00	17.00	Klei, sandig
[Purple]	25.00	5.00	18.00	Klei + Sand
[Brown]	35.00	0.00	19.00	Sand, tw. schluffig

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

Bauherr: bremenports	Obj.Nr. 11 9991
Bauwerk: Hinterlandanbindung OTB, BA V	M. ohne
Ort: Brhv., Am Luneort/Am Seedeich	Göz. gre
Böschungsbruchsicherheit	
Anl. 4.1.2a	

GGU-STABILITY / Version 10.59 / 22.11.2013

Rampenquerschnitt bei Station ca. 0+400

Berechnungsgrundlagen

Norm: EC 7

Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{max} = 1.00$

$X_m = -29.29 \text{ m}$ $y_m = 15.97 \text{ m}$

$R = 18.38 \text{ m}$

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.25$

- $\gamma(c') = 1.25$

- $\gamma(c_u) = 1.25$

- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$

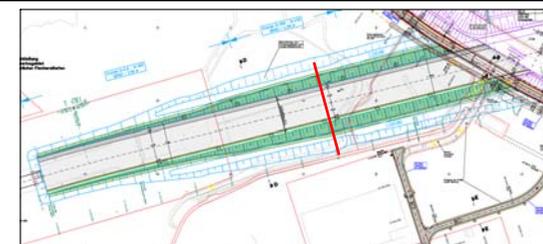
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

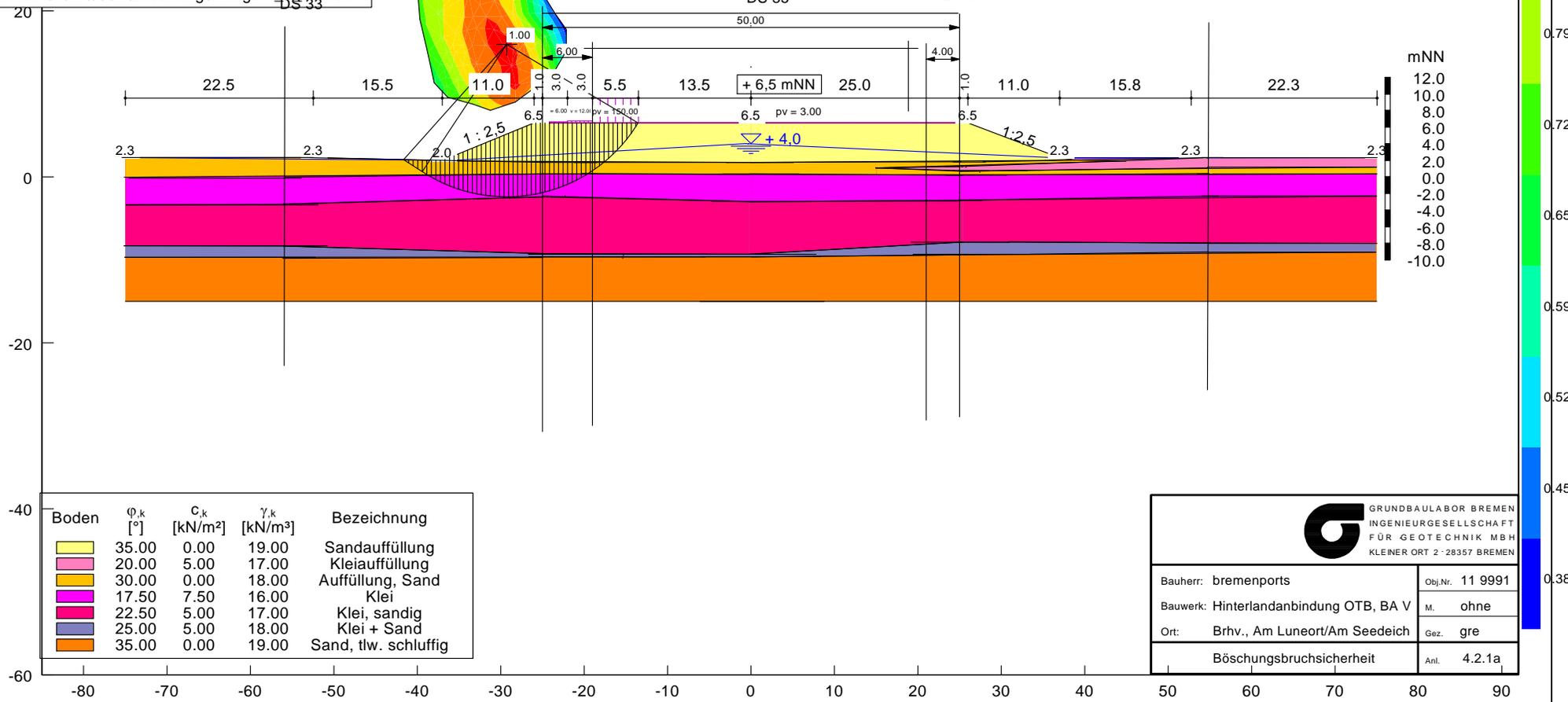
Datei: O:\11\9991\Böschung\Anlage 4_2_1a.boe

Querschnitt II-II (Endzustand)

Verkehrslast $150 \text{ kN/m}^2 \times 8,5 \text{ m} \times 5,5 \text{ m}$



OST



Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	35.00	0.00	19.00	Sandauffüllung
	20.00	5.00	17.00	Kleiauffüllung
	30.00	0.00	18.00	Auffüllung, Sand
	17.50	7.50	16.00	Klei
	22.50	5.00	17.00	Klei, sandig
	25.00	5.00	18.00	Klei + Sand
	35.00	0.00	19.00	Sand, tlw. schluffig

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

Bauherr: bremenports	Obj.Nr. 11 9991
Bauwerk: Hinterlandanbindung OTB, BA V	M. ohne
Ort: Brhv., Am Luneort/Am Seedeich	Göz. gre
Böschungsbruchsicherheit	
	Anl. 4.2.1a

GGU-STABILITY / Version 10.59 / 22.11.2013

Rampenquerschnitt bei Station ca. 0+400

Berechnungsgrundlagen

Norm: EC 7

Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{max} = 0.94$

$X_m = 29.34 \text{ m}$ $y_m = 13.66 \text{ m}$

$R = 15.48 \text{ m}$

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.15$

- $\gamma(c') = 1.15$

- $\gamma(c_u) = 1.15$

- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$

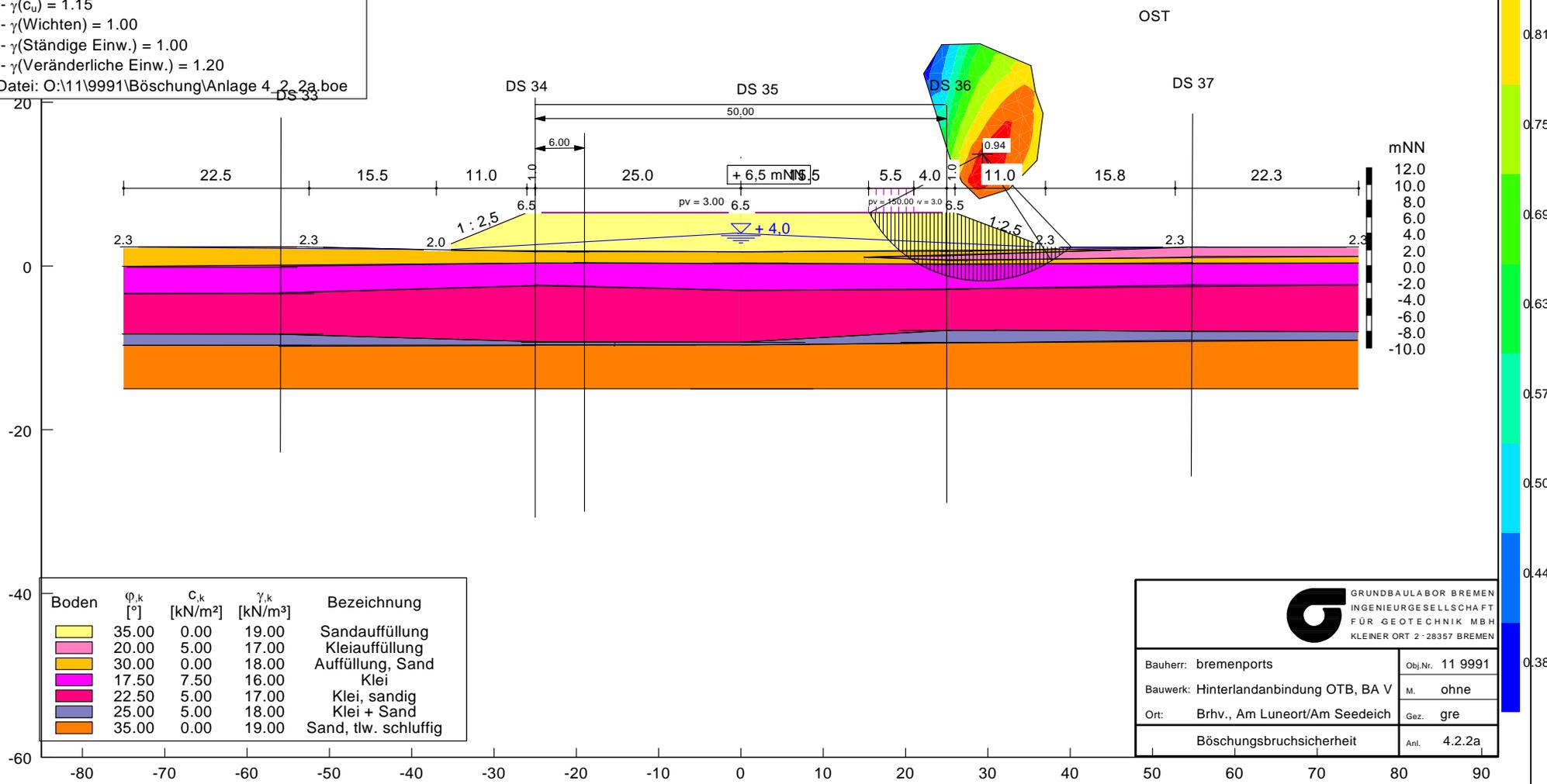
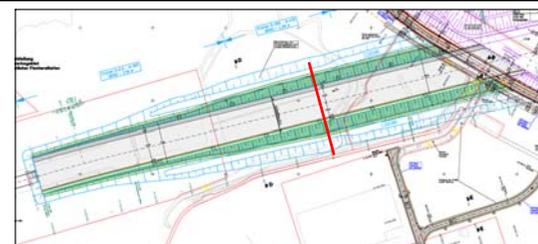
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

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

Datei: O:\11\9991\Böschung\Anlage 4_2_2a.boe

Querschnitt II-II (Endzustand)

Verkehrslast $150 \text{ kN/m}^2 \times 8,5 \text{ m} \times 5,5 \text{ m}$



Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[Yellow]	35.00	0.00	19.00	Sandauffüllung
[Pink]	20.00	5.00	17.00	Kleiauffüllung
[Orange]	30.00	0.00	18.00	Auffüllung, Sand
[Magenta]	17.50	7.50	16.00	Klei
[Red]	22.50	5.00	17.00	Klei, sandig
[Blue-Gray]	25.00	5.00	18.00	Klei + Sand
[Brown]	35.00	0.00	19.00	Sand, tlw. schluffig

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

Bauherr: bremenports	Obj.Nr. 11 9991
Bauwerk: Hinterlandanbindung OTB, BA V	M. ohne
Ort: Brhv., Am Luneort/Am Seedeich	Göz. gre
Böschungsbruchsicherheit	
Anl. 4.2.2a	

GGU-UPLIFT / Version 6.00 / 30.04.2014

Norm: EC 7

Baugrube Schieberschacht Nord (0+450)

Teilsicherheiten:

$$\gamma_{G,dst} = 1.050$$

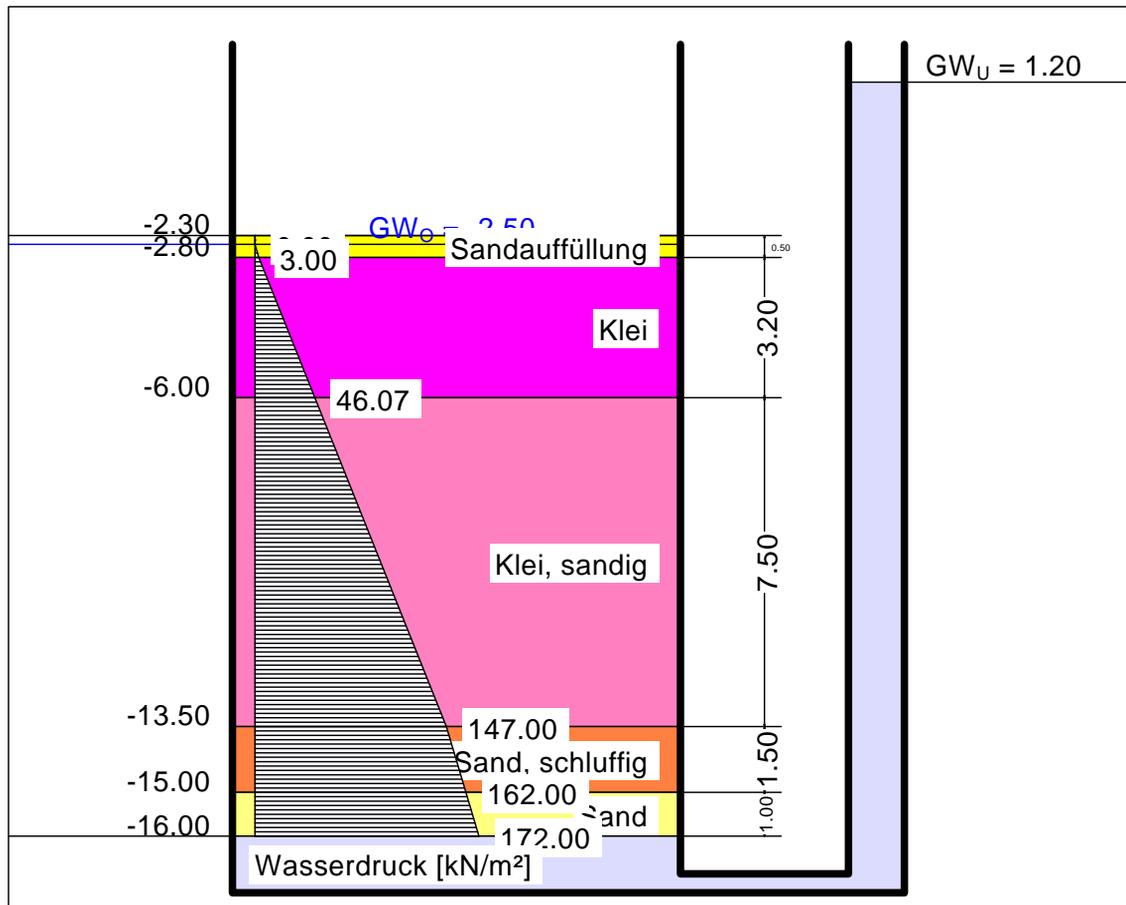
$$\gamma_{G,stb} = 0.950$$

$$\gamma_H = 1.350$$

Datei: O:\11\9991\Auftrieb\9991-SchieberNord.aft

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	-2.80	18.00	10.00	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Sandauffüllung
	-6.00	16.00	6.00	$1.0 \cdot 10^{-9}$	Klei
	-13.50	17.00	7.00	$1.0 \cdot 10^{-9}$	Klei, sandig
	-15.00	18.00	10.00	$1.0 \cdot 10^{-5}$	Sand, schluffig
	<-15.00	19.00	11.00	$1.0 \cdot 10^{-3}$	Sand

OK Gelände = -2.30 m



Auftriebssicherheit

Ausnutzungsgrad $\mu = 0.86$

bei = -13.500 m

Gewicht = 188.300 kN/m²

$\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950

PW-Druck = 146.999 kN/m²

$\gamma_{G,dst} = \gamma$ (PW-Druck) = 1.050

$\mu = 1.050 \cdot 146.999 / (0.950 \cdot 188.300)$

Hydraulische Grundbruchsicherheit

Ausnutzungsgrad $\mu = 0.67$

bei = -13.500 m

Gewicht = 78.300 kN/m²

$\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950

Strömungskraft = 36.999 kN/m²

$\gamma_H = \gamma$ (Strömungskraft) = 1.350

$\mu = 1.350 \cdot 36.999 / (0.950 \cdot 78.300)$



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

Bauherr: bremenports

Obj.Nr. 119991

Bauwerk: Hinterlandanbindung OTB

M. ohne

Ort: Bremerhaven

Gez. vBI

Auftriebssicherheit

Anl. 6.3

GGU-UPLIFT / Version 6.00 / 30.04.2014

Norm: EC 7

Baugrube Schieberschacht Süd (0+075)

Teilsicherheiten:

$$\gamma_{G,dst} = 1.050$$

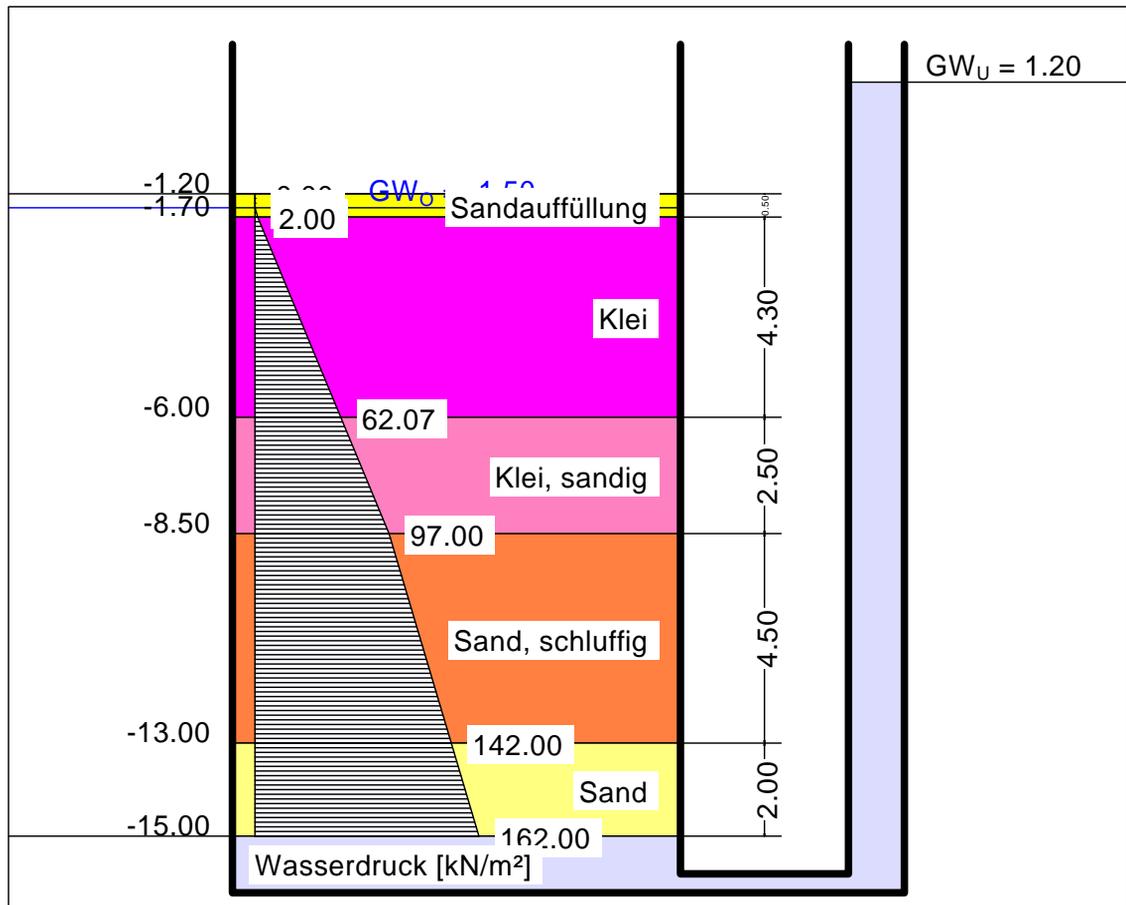
$$\gamma_{G,stb} = 0.950$$

$$\gamma_H = 1.350$$

Datei: O:\11\9991\Auftrieb\9991-SchieberSüd.aft

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	-1.70	18.00	10.00	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Sandauffüllung
	-6.00	16.00	6.00	$1.0 \cdot 10^{-9}$	Klei
	-8.50	17.00	7.00	$1.0 \cdot 10^{-9}$	Klei, sandig
	-13.00	18.00	10.00	$1.0 \cdot 10^{-5}$	Sand, schluffig
	<-13.00	19.00	11.00	$1.0 \cdot 10^{-3}$	Sand

OK Gelände = -1.20 m



Auftriebssicherheit

Ausnutzungsgrad $\mu = 0.89$

bei = -8.500 m

Gewicht = 120.700 kN/m²

$$\gamma_{G,stb} = \gamma (\text{Gewicht}) = 0.950$$

PW-Druck = 96.998 kN/m²

$$\gamma_{G,dst} = \gamma (\text{PW-Druck}) = 1.050$$

$$\mu = 1.050 \cdot 96.998 / (0.950 \cdot 120.700)$$

Hydraulische Grundbruchsicherheit

Ausnutzungsgrad $\mu = 0.76$

bei = -8.500 m

Gewicht = 50.700 kN/m²

$$\gamma_{G,stb} = \gamma (\text{Gewicht}) = 0.950$$

Strömungskraft = 26.998 kN/m²

$$\gamma_H = \gamma (\text{Strömungskraft}) = 1.350$$

$$\mu = 1.350 \cdot 26.998 / (0.950 \cdot 50.700)$$



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

Bauherr: bremenports

Obj.Nr. 119991

Bauwerk: Hinterlandanbindung OTB

M. ohne

Ort: Bremerhaven

Gez. vBI

Auftriebssicherheit

Anl. 6.4

GGU-UPLIFT / Version 6.00 / 30.04.2014

Norm: EC 7

Baugrube Schieberschacht Süd (0+075)

Teilsicherheiten:

$$\gamma_{G,dst} = 1.050$$

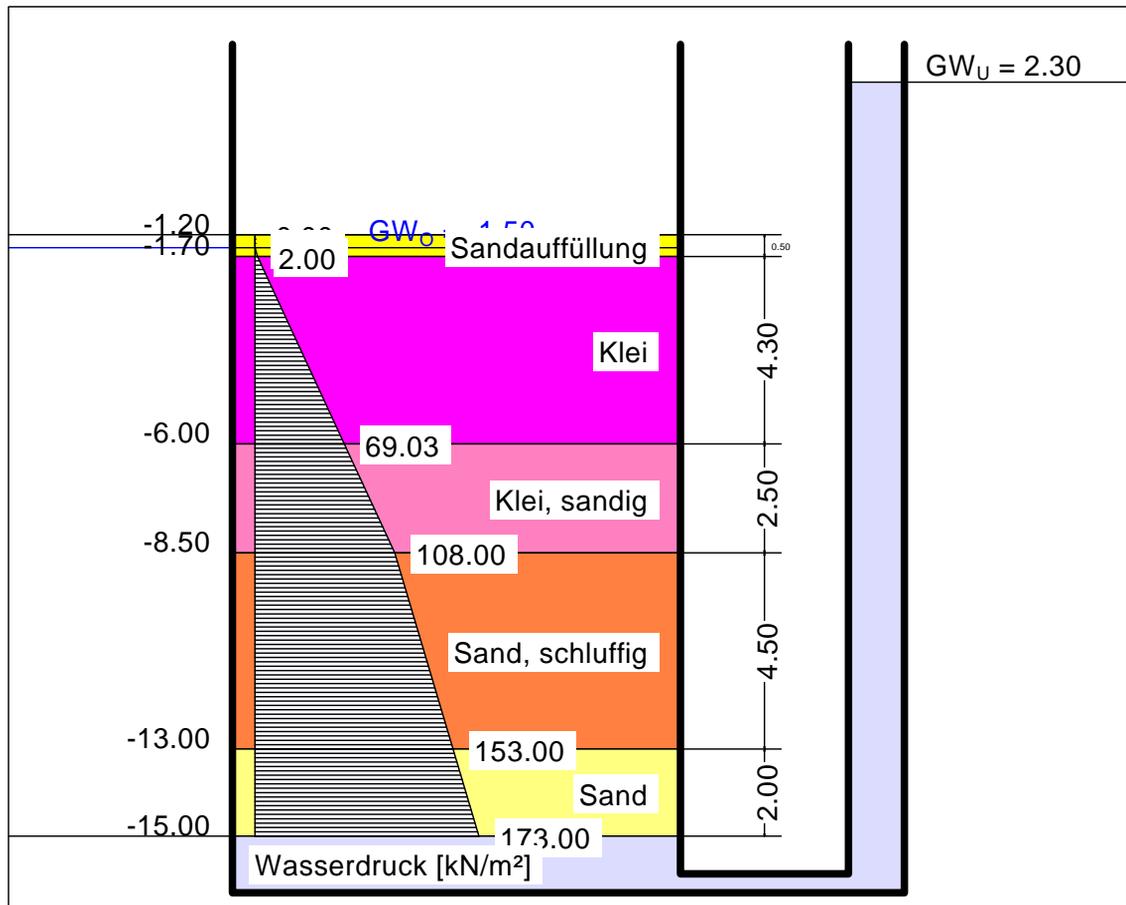
$$\gamma_{G,stb} = 0.950$$

$$\gamma_H = 1.300$$

Datei: O:\11\9991\Auftrieb\9991-SchieberSüd2.aft

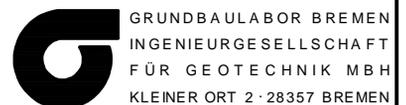
Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	-1.70	18.00	10.00	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Sandauffüllung
	-6.00	16.00	6.00	$1.0 \cdot 10^{-9}$	Klei
	-8.50	17.00	7.00	$1.0 \cdot 10^{-9}$	Klei, sandig
	-13.00	18.00	10.00	$1.0 \cdot 10^{-5}$	Sand, schluffig
	<-13.00	19.00	11.00	$1.0 \cdot 10^{-3}$	Sand

OK Gelände = -1.20 m



Auftriebssicherheit
 Ausnutzungsgrad $\mu = 0.99$
 bei = -8.500 m
 Gewicht = 120.700 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
 PW-Druck = 107.997 kN/m²
 $\gamma_{G,dst} = \gamma$ (PW-Druck) = 1.050
 $\mu = 1.050 \cdot 107.997 / (0.950 \cdot 120.700)$

Hydraulische Grundbruchsicherheit
 Ausnutzungsgrad $\mu = 1.03$
 bei = -8.500 m
 Gewicht = 50.700 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
 Strömungskraft = 37.997 kN/m²
 $\gamma_H = \gamma$ (Strömungskraft) = 1.300
 $\mu = 1.300 \cdot 37.997 / (0.950 \cdot 50.700)$



Bauherr: bremenports	Obj.Nr. 119991
Bauwerk: Hinterlandanbindung OTB	M. ohne
Ort: Bremerhaven	Gez. vBI
Auftriebssicherheit	Anl. 6.5

GGU-STABILITY / Version 10.59 / 22.11.2013

Rampenquerschnitt bei Station ca. 0+400

Berechnungsgrundlagen

Norm: EC 7

Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{max} = 0.94$

$x_m = 29.34 \text{ m}$ $y_m = 13.66 \text{ m}$

$R = 15.48 \text{ m}$

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.15$

- $\gamma(c') = 1.15$

- $\gamma(c_u) = 1.15$

- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$

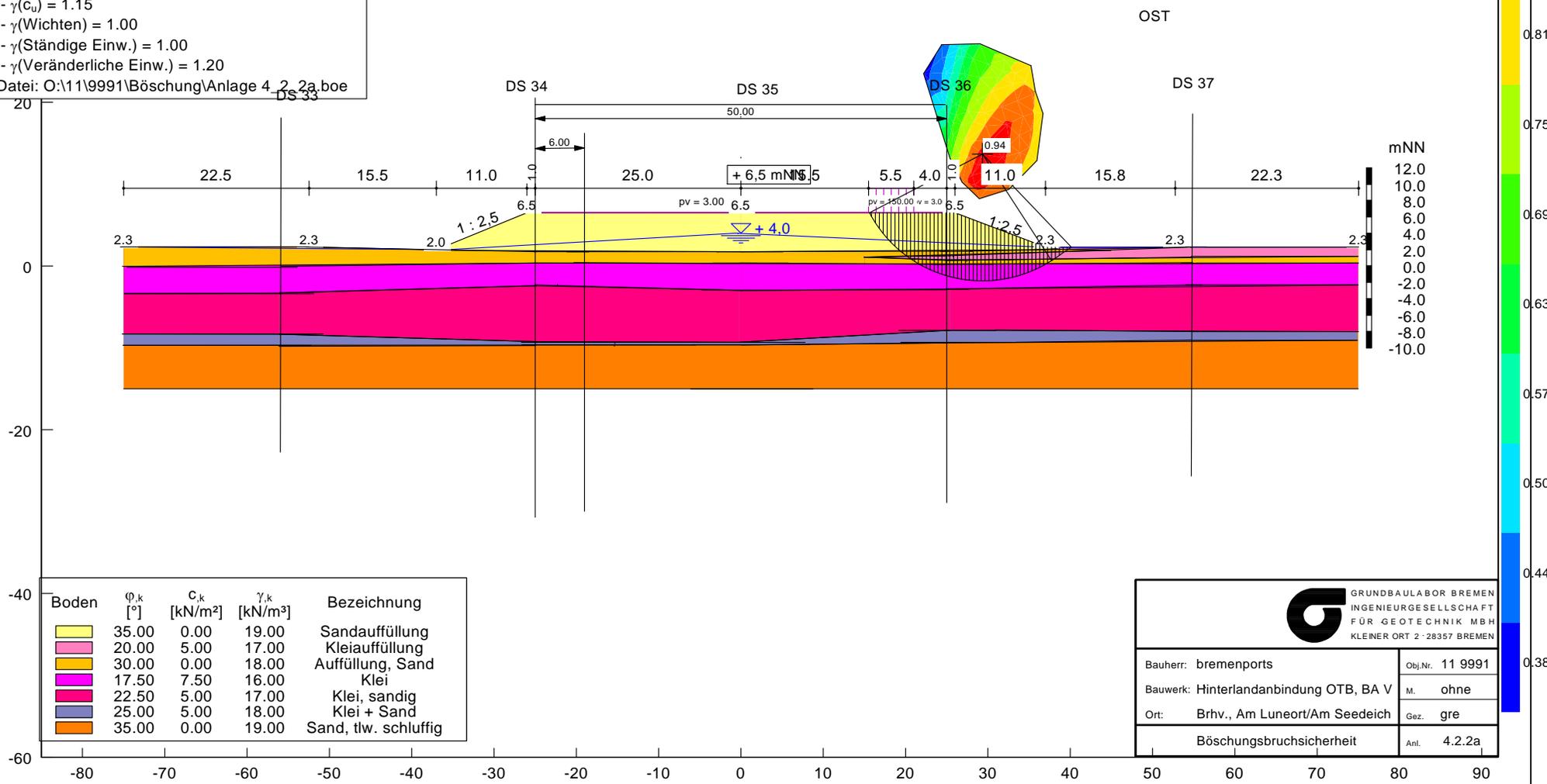
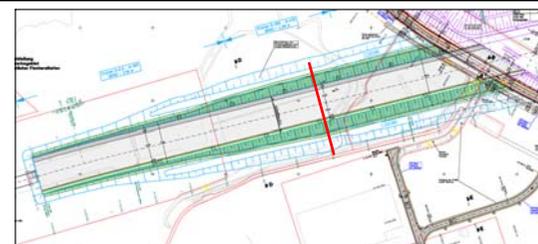
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

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

Datei: O:\11\9991\Böschung\Anlage 4_2_2a.boe

Querschnitt II-II (Endzustand)

Verkehrslast $150 \text{ kN/m}^2 \times 8,5 \text{ m} \times 5,5 \text{ m}$



Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[Yellow]	35.00	0.00	19.00	Sandauffüllung
[Pink]	20.00	5.00	17.00	Kleiauffüllung
[Orange]	30.00	0.00	18.00	Auffüllung, Sand
[Magenta]	17.50	7.50	16.00	Klei
[Red]	22.50	5.00	17.00	Klei, sandig
[Blue-Gray]	25.00	5.00	18.00	Klei + Sand
[Brown]	35.00	0.00	19.00	Sand, tlw. schluffig



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

Bauherr: bremenports	Obj.Nr. 11 9991
Bauwerk: Hinterlandanbindung OTB, BA V	M. ohne
Ort: Brhv., Am Luneort/Am Seedeich	Göz. gre
Böschungsbruchsicherheit	
	Anl. 4.2.2a



GGU-STABILITY / Version 10.59 / 22.11.2013

Rampenquerschnitt bei Station ca. 0+400

Berechnungsgrundlagen

Norm: EC 7

Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{max} = 0.94$

$X_m = 29.34 \text{ m}$ $y_m = 13.66 \text{ m}$

$R = 15.48 \text{ m}$

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.15$

- $\gamma(c') = 1.15$

- $\gamma(c_u) = 1.15$

- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$

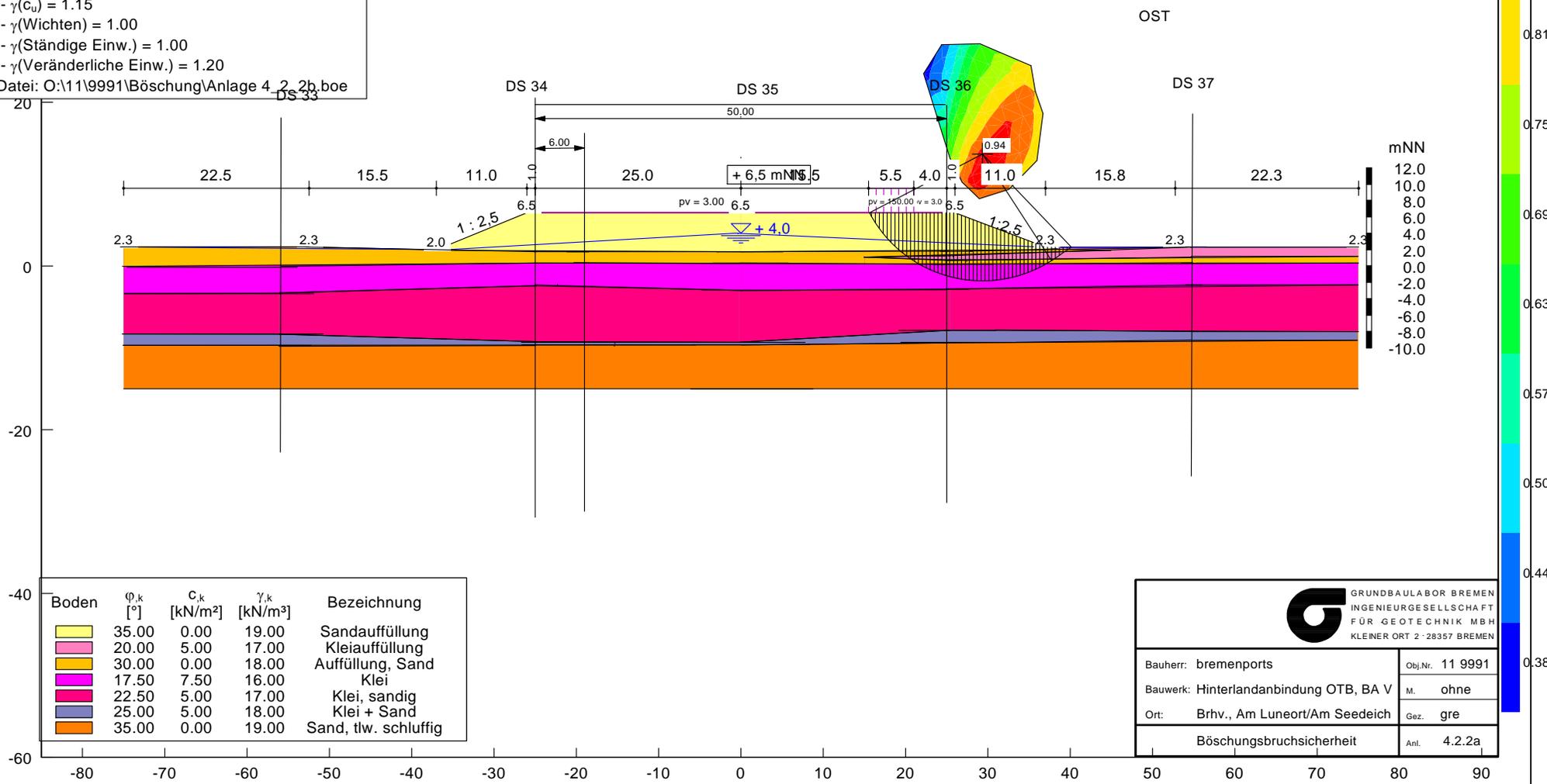
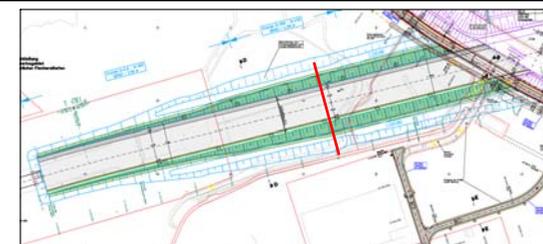
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

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

Datei: O:\11\9991\Böschung\Anlage 4_2_2b.boe

Querschnitt II-II (Endzustand) BS - T

Verkehrslast $150 \text{ kN/m}^2 \times 8,5 \text{ m} \times 5,5 \text{ m}$



Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[Yellow]	35.00	0.00	19.00	Sandauffüllung
[Pink]	20.00	5.00	17.00	Kleiauffüllung
[Orange]	30.00	0.00	18.00	Auffüllung, Sand
[Magenta]	17.50	7.50	16.00	Klei
[Red]	22.50	5.00	17.00	Klei, sandig
[Blue-Gray]	25.00	5.00	18.00	Klei + Sand
[Brown]	35.00	0.00	19.00	Sand, tlw. schluffig

GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN		
		Bauherr: bremenports
Bauwerk: Hinterlandanbindung OTB, BA V	M. ohne	
Ort: Brhv., Am Luneort/Am Seedeich	Göz. gre	
Böschungsbruchsicherheit		Anl. 4.2.2a

GGU-STABILITY / Version 10.59 / 22.11.2013

Rampenquerschnitt bei Station ca. 0+050

Berechnungsgrundlagen

Norm: EC 7

Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.

Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{max} = 0.87$

$x_m = -20.93 \text{ m}$ $y_m = 3.63 \text{ m}$

$R = 5.80 \text{ m}$

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.25$

- $\gamma(c') = 1.25$

- $\gamma(c_u) = 1.25$

- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$

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

- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

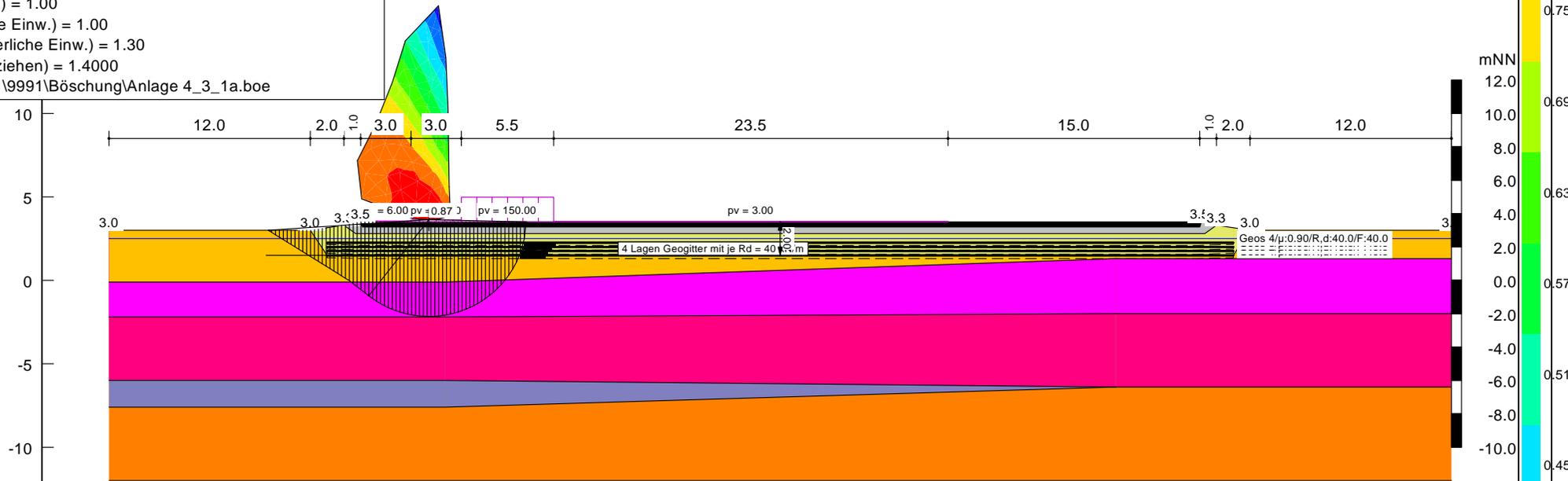
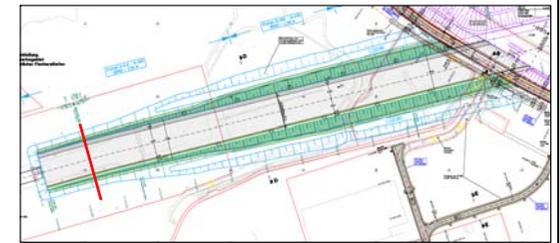
- $\gamma(\text{Herausziehen}) = 1.4000$

Datei: O:\11\9991\Böschung\Anlage 4_3_1a.boe

Querschnitt III-III (Endzustand)

Verkehrslast $150 \text{ kN/m}^2 \times 8,5 \text{ m} \times 5,5 \text{ m}$

4 Lagen Geogitter mit $R_d = 40 \text{ kN/m}$ "tief verlegt"



Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	max ψ_A [°]	Bezeichnung
Asphalt	42.50	0.00	22.00	85.00	Asphalt
Schottertragschicht	42.50	0.00	22.00	85.00	Schottertragschicht
Auffüllung, Sand	32.50	0.00	18.00	85.00	Auffüllung, Sand
Auffüllung, Klei	17.50	5.00	16.00	85.00	Auffüllung, Klei
Klei	17.50	7.50	16.00	85.00	Klei
Klei, sandig	22.50	5.00	17.00	85.00	Klei, sandig
Klei + Sand	25.00	5.00	18.00	85.00	Klei + Sand
Sand, tlw. schluffig	35.00	0.00	19.00	85.00	Sand, tlw. schluffig
Bodenverbesserung	35.00	0.00	19.00	85.00	Bodenverbesserung



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

Bauherr: bremenports	Obj.Nr. 11 9991
Bauwerk: Hinterlandanbindung OTB, BA V	M. ohne
Ort: Brhv., Am Luneort/Am Seedeich	Gez. gre
Böschungsbruchsicherheit	
Anl. 4.3.1 a	

GGU-STABILITY / Version 10.59 / 22.11.2013

Rampenquerschnitt bei Station ca. 0+050

Berechnungsgrundlagen

Norm: EC 7

Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.

Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{max} = 0.96$

$x_m = 22.89 \text{ m}$ $y_m = 3.60 \text{ m}$

$R = 5.58 \text{ m}$

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.25$

- $\gamma(c') = 1.25$

- $\gamma(c_u) = 1.25$

- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$

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

- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

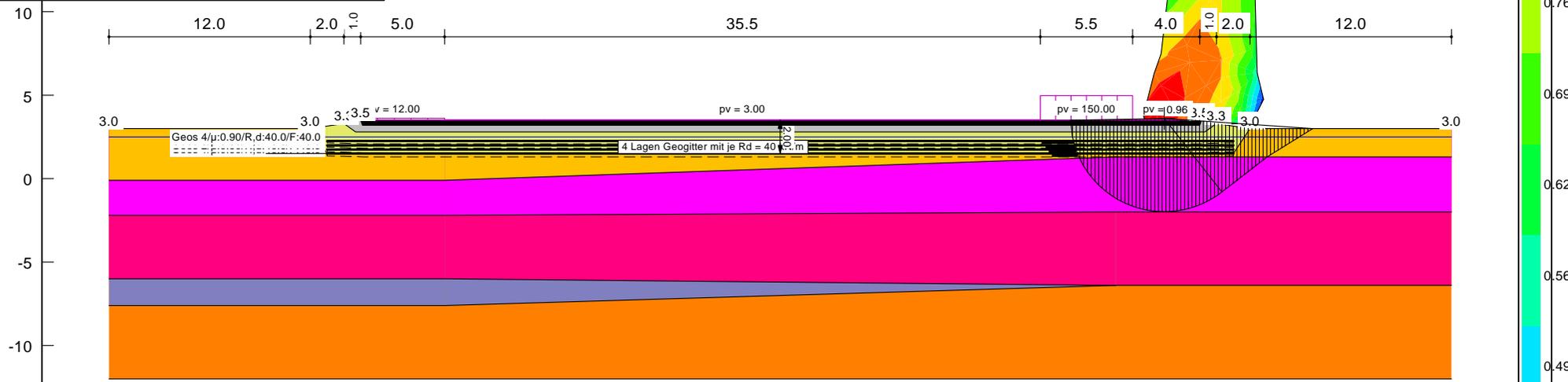
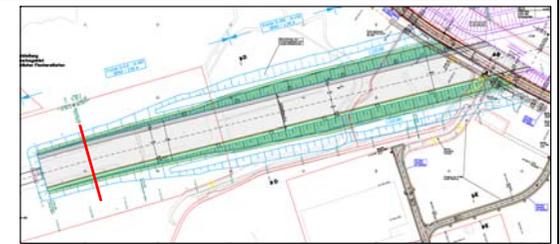
- $\gamma(\text{Herausziehen}) = 1.4000$

Datei: O:\11\9991\Böschung\Anlage 4_3_2a.boe

Querschnitt III-III (Endzustand)

Verkehrslast $150 \text{ kN/m}^2 \times 8,5 \text{ m} \times 5,5 \text{ m}$

4 Lagen Geogitter mit $R_d = 40 \text{ kN/m}$ "tief verlegt"



Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	max ψ_A [°]	Bezeichnung
Asphalt	42.50	0.00	22.00	85.00	Asphalt
Schottertragschicht	42.50	0.00	22.00	85.00	Schottertragschicht
Auffüllung, Sand	32.50	0.00	18.00	85.00	Auffüllung, Sand
Auffüllung, Klei	17.50	5.00	16.00	85.00	Auffüllung, Klei
Klei	17.50	7.50	16.00	85.00	Klei
Klei, sandig	22.50	5.00	17.00	85.00	Klei, sandig
Klei + Sand	25.00	5.00	18.00	85.00	Klei + Sand
Sand, tlw. schluffig	35.00	0.00	19.00	85.00	Sand, tlw. schluffig
Bodenverbesserung	35.00	0.00	19.00	85.00	Bodenverbesserung



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

Bauherr: bremenports	Obj.Nr. 11 9991
Bauwerk: Hinterlandanbindung OTB, BA V	M. ohne
Ort: Brhv., Am Luneort/Am Seedeich	Göz. gre
Böschungsbruchsicherheit	
Anl. 4.3.2 a	