



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Vorgang und Aufgabenstellung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Bearbeitungsunterlagen</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Allgemeine Vorbemerkungen zum Bauwerk</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Angaben zum Bauvorhaben</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Baugrund</b>	<b>6</b>
5.1	Baugrunderkundungen 2018	6
5.2	Baugrunderkundungen 2013	7
5.3	Ältere Baugrunderkundungen	7
5.4	Baugrundbeschreibung	7
<b>6</b>	<b>Tidewasserstände und Grundwasserverhältnisse</b>	<b>8</b>
<b>7</b>	<b>Auswertung der Drucksondierungen</b>	<b>10</b>
<b>8</b>	<b>Bodenmechanische Laborversuche</b>	<b>10</b>
<b>9</b>	<b>Bemessungsbodenparameter und Bemessungsprofile</b>	<b>11</b>
<b>10</b>	<b>Angaben zur negativen Mantelreibung</b>	<b>11</b>
<b>11</b>	<b>Klassierung der Böden</b>	<b>12</b>
11.1	Bodenklassifizierung nach DIN 18 196	12
11.2	Homogenbereiche	12

Textanlage A	Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen
Textanlage B	Legende zu den Bohrprofilen, Zeichenerklärungen nach DIN 4023

## VERZEICHNIS DER ANLAGEN

Anl. 1	Lageplan mit Lage der Ansatzpunkte der Baugrunderkundungen
Anl. 2.1 und 2.2	Ergebnisse der Bohrungen WB 1/18 und WB 2/18
Anl. 3.1 bis 3.12	Diagramme der Drucksondierungen CPT-W 1B/18 bis CPT-W12/18
Anl. 3.13 bis 3.24	Diagramme der Drucksondierungen CPT-W 23/18 bis CPT-W 33/18
Anl. 3.25 bis 3.34	Diagramme der Drucksondierungen CPT 3/13, CPT 5/13, CPT 7/13, CPT 9/13, CPT 11/13, CPT 13/13, CPT 15/13, CPT 17/13, CPT 19/13 und CPT 21A/13

Anl. 4.1	Darstellung des Bohrprofiles WB 1/18 neben dem Diagramm der Drucksondierung CPT-W 26/18
Anl. 4.2	Darstellung des Bohrprofiles WB 2/18 neben dem Diagramm der Drucksondierung CPT-W 27/18
Anl. 5.1 bis 5.3	Körnungslinien
Anl. 6.1 und 6.2	Ergebnisse der direkten Scherversuche an bindigen Böden
Anl. 7.1 und 7.2	Zusammenstellungen der Laborversuche
Anl. 8.1 bis 8.33	Auswertungen der Drucksondierungen hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung
Anl. 9.1.1 bis 9.1.4	Bemessungsprofile für den Querschnitt I
Anl. 9.2.1 bis 9.2.4	Bemessungsprofile für den Querschnitt II
Anl. 9.3.1 bis 9.3.4	Bemessungsprofile für den Querschnitt III
Anl. 9.4.1 bis 9.4.4	Bemessungsprofile für den Querschnitt IV
Anl. 9.5.1 bis 9.5.4	Bemessungsprofile für den Querschnitt V
Anl. 9.6.1 bis 9.6.4	Bemessungsprofile für den Querschnitt VI
Anl. 9.7.1 bis 9.7.4	Bemessungsprofile für den Querschnitt VII
Anl. 9.8.1 bis 9.8.4	Bemessungsprofile für den Querschnitt VIII
Anl. 9.9.1 bis 9.9.4	Bemessungsprofile für den Querschnitt IX
Anl. 9.10.1 bis 9.10.4	Bemessungsprofile für den Querschnitt X
Anl. 9.11.1 bis 9.11.4	Bemessungsprofile für den Querschnitt XI
Anl. 10.1 bis 10.4	Körnungsbänder der Homogenbereiche I bis IV

## **VERZEICHNIS DER ANHÄNGE**

### **Anhang A**

Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile der WB 1/18 und WB 2/18

### **Anhang B**

Diagramme der Drucksondierungen CPT-W1A/18, CPT-W1B/18 bis CPT-W12/18 und CPT-W 23/18 bis CPT-W 33/18

### **Anhang C**

Gauß Krüger Koordinaten und Ansatzkoten der Baugrunderkundungen  
(der Anhang enthält auch die Koten der Drucksondierungen der Kaje 66)

## **Anhanggruppe D**

Auswertungen eines digitalen Geländemodells hinsichtlich der Gewässersohle --- der Dicke der Schlickschicht und der Gesamtdicke des Kleibodens.

### **Anhang D1**

Gewässersohle – farbige Isolinien der Gesamtfläche

### **Anhang D2**

Gewässersohle – Isolinien von Einzelflächen

### **Anhang D3**

Dicke des Schlicks – farbige Isolinien der Gesamtfläche

### **Anhang D4**

Dicke des Schlicks – Isolinien von Einzelflächen

### **Anhang D5**

Gesamtdicke des Kleis – farbige Isolinien der Gesamtfläche

### **Anhang D6**

Gesamtdicke des Kleis – Isolinien von Einzelflächen

### **Anhang D7**

Querschnitte (von Norden nach Süden)

### **Anhang D8**

Längsschnitte (35 m / 25 m / 5 m)

## **Anhanggruppe E**

Ermittlungen hinsichtlich des sich einstellenden Wasserstandes in der Auffüllung bei unterschiedlichen Tideereignissen

### **Anhang E1**

Ermittlung der Wasserstände in der Auffüllung für eine „unendlich lange“ Normaltide

Variante A: Ohne dichtende Kleischicht unter der Auffüllung

Variante B: Mit dichtender Kleischicht ( $k=10^{-5}$  m/sec) unter der Auffüllung

Variante C: Mit dichtender Kleischicht ( $k=10^{-8}$  m/sec) unter der Auffüllung

### **Anhang E2**

Einmalige Überflutung der Kaje auf NHN + 6,62 m,  
Abklingen mit einer Zwischentide, danach Mitteltideniedrigwasser.  
Spundwand dicht, dichtende Kleischicht im Bereich der Verfüllung, hydraulische Verbindung  
der Wesertide mit dem Sand – Grundwasserleiter unter dem Klei

Einmalige Überflutung der Kaje auf NHN + 7,2 m,  
Abklingen mit einer Zwischentide, danach Mitteltideniedrigwasser.  
Spundwand undicht, „alles Sand“, hydraulische Verbindung der Wesertide  
mit dem Sand – Grundwasserleiter unter dem Klei

Einmalige Überflutung der Kaje auf NHN + 7,2 m,  
Abklingen mit einer Zwischentide, danach Mitteltideniedrigwasser.  
Spundwand undicht, dichtende Kleischicht im Bereich der Verfüllung, hydraulische Verbindung  
der Wesertide mit dem Sand – Grundwasserleiter unter dem Klei

### **Anhang E3**

Ermittlung der Wasserstände in der Auffüllung für das NNTnw Ereignis  
Variante A: Ohne dichtende Kleischicht unter der Auffüllung  
Variante B: Mit dichtender Kleischicht ( $k=10^{-8}$  m/sec) unter der Auffüllung

### **Anhang F**

Maßstabsgerechte Darstellung der jeweils 3 Drucksondierungen der 11 Querschnitte

**PROF. DR.-ING. VICTOR RIZKALLAH + PARTNER**  
Ingenieurgesellschaft mbH, Beratende Ingenieure für Erd- und Grundbau  
Herrenhäuser Kirchweg 19 · D-30167 Hannover

Erd- und Grundbau · Spezialtiefbau  
Hafenbau · Damm- und Deponiebau  
Beweissicherungen · Erdbaulabor

Telefon (0511) 70 88 75  
Telefax (0511) 70 88 00  
*Prof.Rizkallah@t-online.de*  
*info@rizkallah.de*

**RI+P** Prof. Rizkallah + Partner · Herrenhäuser Kirchweg 19 · 30167 Hannover

bremenports GmbH & Co. KG  
Am Strom 2

wissenschaftliche Berater:  
Prof. Dr.-Ing. Werner Richwien  
Prof. Dr.-Ing. Martin Achmus  
Prof. Dr.-Ing. Nabil A. Fouad

**27568 Bremerhaven**

Ihre Zeichen  
42837502

Ihre Nachricht vom  
10.01.2018

Unser Zeichen  
2095A-2017GU2

Datum  
30.08.2019

**Betr.:** Projekt: **Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven**  
**hier:** Baugrund- und Gründungsgutachten

**Bezug:** Ingenieurvertrag vom 10.01.2018, Bestell-Nr.: 42837502

---

## **1 Vorgang und Aufgabenstellung**

Die bremenports GmbH & Co. KG plant in Bremerhaven die Erneuerung der Columbuskaje in Bremerhaven.

Im Zeitraum vom Oktober bis November 2018 wurden ergänzende Baugrunderkundungen durchgeführt, Bodenproben entnommen und von uns bodenmechanisch untersucht.

Das vorliegende Baugrund- und Gründungsgutachten enthält auftragsgemäß die Darstellung und Auswertung dieser Baugrunderkundungen und die erforderlichen Bemessungsprofile zur Durchführung der Statik.

GF: Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.- Ing. Sami Rizkallah

Firmensitz: 30167 Hannover  
Amtsgericht Hannover HRB 0437  
UST-ID: DE 11 56 78 135

Sparkasse Hannover  
BIC: SPKHDE2HXXX  
IBAN: DE67 2505 0180 0000 0039 39

## 2 Bearbeitungsunterlagen

Zur Erstellung des vorliegenden Berichtes haben wir die folgenden Unterlagen verwendet:

- 2.1 Unterlagen, erstellt und erhalten von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal.
  - 2.1.1 Diagramme und ASC II files der Drucksondierungen CPT-W 1A/18, CPT-W1B/18 bis CPT-W12/18 und CPT-W 23/18 bis CPT-W 33/18, durchgeführt im Zeitraum vom 20.11. bis 06.12.2018, im Auftrage der bremenports GmbH & Co. KG.
  - 2.1.2 Lageplan.
  - 2.1.3 Einmessung auf Gauß Krüger Koordinaten und NN Höhen.
- 2.2 Unterlagen, erstellt und erhalten von der Wilhelm Soltau GmbH, Seevetal.
  - 2.2.1 Schichtenverzeichnisse, Bohrprofile und Verfüllungsskizzen der Bohrungen WB 1/18 und WB 2/18, durchgeführt im Zeitraum vom 06.12. bis 13.12.2018 im Auftrage der bremenports GmbH & Co. KG.
  - 2.2.2 Einmessung auf Gauß Krüger Koordinaten und NN Höhen.
  - 2.2.3 Koordinatenliste, Projekt-Nr.: 620-18-0629 vom 07.05.2019, Bremerhaven Columbuskaje
- 2.3 Folgende Schreiben der Prof. Dr.-Ing. Victor Rizkallah + Partner Ingenieurges. mbH, Hannover, erstellt im Auftrage der bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven.
  - 2.3.1 Setzungsprognosen, Datum: 04.03.2019, Az.: 2095A-2017BR3
  - 2.3.2 Empfehlung von Pfahlprobelastungen, Datum: 25.02.2019, Az.: 2095A-2017BR2.
- 2.4 Folgende Gutachten der Prof. Dr.-Ing. Victor Rizkallah Ingenieurges. mbH, Hannover, erstellt im Auftrage der bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven:
  - 2.4.1 Baugrund- und Gründungsgutachten, Projekt: Neubau der Kaje 66 in Bremerhaven, Az.: 2095B-2017GU1, Datum: 28.03.2019.
  - 2.4.2 Baugrundgutachten, Projekt: Nachrechnung der Standsicherheit der Columbuskaje in Bremerhaven, Az.: 1773-2013GU1, Datum: 06.06.2014.
  - 2.4.3 Dokumentation der durchgeführten ergänzenden Drucksondierungen und gutachtliche Stellungnahme, Projekt: Geplante Aufjackvorgänge verschiedener Errichterschiffe vor der Stromkaje CT 1 Süd in Bremerhaven, Az.: 1732-2012GU2a, Datum: 26.08.2013.
  - 2.4.4 Festlegung der Wasserdruckansätze, Projekt: Erweiterung des Hochwasserschutzes an der Nordschleuse in Bremerhaven und Überprüfung der Standsicherheit des Schleusenbauwerks, Az.: 1614-2011GU3, Datum: 21.11.2011.
  - 2.4.5 Festlegung von Bemessungsansätzen, Projekt: Erweiterung des Hochwasserschutzes an der Nordschleuse in Bremerhaven und Überprüfung der Standsicherheit des Schleusenbauwerks, Az.: 1614-2011GU2, Datum: 20.10.2011.
  - 2.4.6 Festlegung von Bemessungsansätzen für die Hochwasserschutzwand, Projekt: Erweiterung des Hochwasserschutzes an der Nordschleuse in Bremerhaven und

- Überprüfung der Standsicherheit des Schleusenbauwerks, Az.: 1614-2011GU1, Datum: 08.06.2011.
- 2.4.7 Baugrunduntersuchungsbericht und Bemessungsprofile, Projekt: Standsicherheitsnachweise für die Nordmole Bremerhaven, Überseehafen, Az.: 1380/2006 (GU1), Datum: 02.08.2006.
- 2.5 Baugrunduntersuchungsbericht und Bemessungsprofile, erstellt von der Prof. Dr.-Ing. Victor Rizkallah Ingenieures. mbH, Hannover, im Auftrage der bremenports consult GmbH, Bremerhaven, Projekt: Westliche Kammerwand der Nordschleuse in Bremerhaven, Az.: 1349/2005 (GU1), Datum: 02.11.2005.
- 2.6 Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung, Projekt: Erweiterung des Hochwasserschutz an der Nordschleuse in Bremerhaven, erstellt vom Institut für Geotechnik, Hochschule Bremen, Prof. Dr.-Ing. Harry Harder, im Auftrage der Fugro Consult GmbH, ZNL Niedersachsen-West, 28865 Lilienthal, Az.: 11486-101/10, Datum: 22.10.2010.
- 2.7 Planunterlagen, erstellt und erhalten von der bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven.  
Projekt: Sanierungskonzept Columbusinsel – weserseitige Uferumfassung – Leistungsphase ES – Bau  
Bauherr: Freie Hansestadt Bremen. Senator für Wirtschaft, Arbeit und Häfen (SWAH)
- 2.7.1 Bestandsplan, Übersicht mit Stationierung und Bereichseinteilung, Querschnitte, Zeichnungs-Nr.: 0-02, Vorabzug, Stand 12/2014.
- 2.7.2 Lageplan, Variante II: Spundwand mit Betonholm + Poller und Fenderung, Zeichnungs-Nr. 2-01, Vorabzug, Stand 12/2014.
- 2.7.3 Variante II: Spundwand mit Betonholm, Ansichten, Draufsichten und Querschnitt, Zeichnungs-Nr.: 2-02, Vorabzug, Stand: 01/2015.
- 2.7.4 Lageplan, Variante II: Spundwand mit Betonholm + Poller und Fenderung – Verlängerung Südbereich, Zeichnungs-Nr.: 3-03, Vorabzug, Stand: 12/2014.
- 2.8 Statische Nachrechnung der Columbuskaje, erstellt von Prof. Dr.-Ing. Erich Lackner, Bremen, im Auftrage des Hansestadt Bremischen Amtes Bremerhaven, Datum: Bremen-Vegesack, den 29.05.1967, T 2801/76286/Ra/Sr/Ha/Prof. La/BI
- 2.9 Lage der Risse in der Vorderfront der Columbusmauer. Bremerhaven, den 20 Juni 1927, Hafenbauamt, Zeichnungs-Nr.: 12G.
- 2.10 Plan des HBA, Verstärkung der Columbuskaje, Station 599,25 – 951, Profil 49
- 2.11 Bericht über die Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen für die Überprüfung der Standsicherheit der bestehenden Spundwand bei Vertiefung der Hafensohle im Bereich der Columbuskaje in Bremerhaven, erstellt von O. Prof. Dr.-Ing. H. Leussink, Direktor des Institutes für Bodenmechanik und Grundbau, Technische Hochschule Karlsruhe, im März 1966, im Auftrage des Hansestadt Bremischen Amtes Bremerhaven.



### 3 Allgemeine Vorbemerkungen zum Bauwerk

Im Jahre 1965 plante das damalige Hansestadt Bremische Amt Bremerhaven eine Vertiefung der Weser unmittelbar vor der Columbuskaje um bis zu 2,0 m auf NN – 14,6 m.

Zur Bewertung der Auswirkungen dieser geplanten Maßnahme wurde das Gutachten von Prof. Leussink [2.11] erstellt.

Die folgenden Textabschnitte bezüglich der Konstruktion und der Historie des Bauwerks haben wir wörtlich der Unterlage [2.11] entnommen, wobei wir allerdings die Höhenangaben auf NN bezogen verändert haben.

(Zitat)

#### Allgemeines

*Die Columbuskaje wurde in den Jahren 1924 bis 1926 errichtet. Die Kaimauer bestand damals aus einer Winkelstützmauer (Breite der Fußplatte 8,60 m, Höhe 5,50 m), die auf einem Pfahlbock aus Holzpfählen gegründet war. Die Pfähle mit einer Länge von etwa 18 m reichten bis in eine Tiefe von NN – 17,4 m bis NN – 19,6 m.*

*Die Oberkante der Kaimauer lag auf NN + 4,9 m. Vor der Kaimauer wurde eine Holzspundwand unter 1:8 bis auf NN – 18,2 m geschlagen.*

*Das Flussufer der Weser vor der Spundwand lag zu dieser Zeit bei etwa NN – 2,1 m bis NN – 6,1 m. Der Bereich hinter der Winkelstützmauer wurde bis auf NN + 4,9 m mit Sand verfüllt.*

#### Verstärkung der Kaimauer

*Schon bald nach der Ausbaggerung des Hafenbeckens auf NN – 12,1 m wurden an der Kaimauer stärkere Verschiebungen in Richtung Wasserseite festgestellt. Im Zuge der eingeleiteten Sanierungsmaßnahmen erhielt die Columbuskaje 1928 zwischen Station 250 und Station 900 ihr heutiges Profil:*

*Über die gesamte Länge des betrachteten Abschnittes wurde etwa 2,50 m vor der alten Holzspundwand eine Stahlspundwand aus Larssen-Spundbohlen LP V bis auf NN – 20,6 m unter einer Neigung von 1:9 gerammt. Der obere Abschluss der Spundwand (Holm) liegt auf NN + 2,4 m. Den Unterlagen zufolge soll der Zwischenraum zwischen den beiden Spundwänden von NN + 2,4 m bis NN – 4,1 m mit Steinquadern und darunter mit Sand verfüllt worden sein.*

*Die neue Stahlspundwand wurde auf der ganzen Länge der Kaje an der vorhandenen Winkelstützmauer verankert. Verschiebungen der alten Kaimauer wurden in diesem Querschnitt nicht festgestellt.*

*Bei Querschnitt 49 zwischen Stat. 598,9 und Stat. 949,45 wurde die neue Stahlspundwand über den alten Pfahlbock hinweg an einem zweiten Pfahlbock aus Betonpfählen, der etwa 22 m landeinwärts gerammt wurde, verankert. Ob Verschiebungen in diesem Querschnitt aufgetreten sind, ist nicht bekannt.*

*Dagegen wurden im Bereich zwischen Stat. 354,45 und Stat. 474,68 (Querschnitt 50) starke Verschiebungen der alten Kaimauer zur Wasserseite hin gemessen. Hier wurde die neue Stahlspundwand durch Zuganker über den alten Pfahlbock hinweg an einem 11,5 m bis 26,5 m hinter der alten Kaje stehenden Pfahlbock verankert. Dieser Pfahlbock ist etwa 15 m breit und besteht aus 2 Lot- und 5 Schrägpfählen aus Beton. Die Pfähle sind 1:3 und 1:4 geneigt.*

*Die Zuganker zwischen dem vorderen und dem hinteren Pfahlbock wurden durch Betonplatten abgedeckt. Dadurch wurde erreicht, dass bei den zu erwartenden Setzungen der Kleischicht der darüber liegende Sand sich nicht an den Ankern anhängt und diese dadurch zusätzlich belastet.*

*Bei der Bemessung der Stahlspundwand wurde von der Annahme ausgegangen, dass die Hafensohle auf NN – 14,6 m und der Grundwasserspiegel hinter der Spundwand nicht höher als auf NN – 3,6 m liegt.*

(Zitat Ende)

In den Jahren nach 1966 fanden umfangreiche weitere Bewertungen der Standsicherheit der Columbuskaje, überwiegend durch das Ingenieurbüro Prof. Lackner & Partner, Bremen, statt.

#### **4 Angaben zum Bauvorhaben**

Die Columbuskaje in Bremerhaven soll für die Nutzung durch Kreuzfahrtschiffe umfassend erneuert werden. Es ist eine neue Spundwandachse in rd. 25 m vor der heutigen Kaje vorgesehen.

Der Zwischenraum soll bis NHN + rd. 5,0 m aufgefüllt werden.

Als Rückverankerung sind zurzeit Stahlträgerprofile oder Rüttelinjektionspfähle vorgesehen.

Die Passagierbrücken sollen auf einem Stahlbetonbalken tiefgegründet werden. Grundsätzlich kommen hierfür mehrere Pfahlsysteme in Frage, geplant sind zurzeit Stahlrohrpfähle.

## 5 Baugrund

### 5.1 Baugrunderkundungen 2018

Im Zeitraum vom 20. November bis 13. Dezember 2018 wurden im Auftrage der bremenports GmbH & Co. KG von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal, und von der Wilhelm Soltau Brunnenbau GmbH, Seevetal, die folgenden Baugrunderkundungen durchgeführt:

- 2 Bohrungen im Wasser (WB 1/18 und WB 2/18) und
- 24 Drucksondierungen im Wasser: CPT-W1A/18, CPT-W1B/18 bis CPT-W12/18 und CPT-W 23/18 bis CPT-W 33/18.

Die CPT-W 1A/18 konnte nur bis zu einer Tiefe von 3,35 m durchgeführt werden, die versetzte CPT-W1B/18 konnte bis rd. 23,1 m Tiefe abgeteuft werden.

Die Gewässersohle wurde bei den Baugrunderkundungen zwischen NHN – 10,2 m und NHN – 14,7 m eingemessen.

Die Ergebnisse der Baugrunderkundungen sind auf den folgenden Anlagen dargestellt:

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| Anlagen 2.1 und 2.2:  | Bohrprofile der Bohrung WB 1/18 und WB 2/18  |
| Anlagen 3.1 bis 3.24: | Diagramme der Drucksondierungen CPT-W 1A/18, CPT-W 1B/18 bis CPT-W12/18 und CPT-W 23/18 bis CPT-W 33/18. |
| Anlage 4.1:           | Darstellung des Bohrprofiles WB 1/18 neben dem Diagramm der Drucksondierung CPT-W 26/18                  |
| Anlage 4.2:           | Darstellung des Bohrprofiles WB 2/18 neben dem Diagramm der Drucksondierung CPT-W 27/18                  |

Die Bohrprofile und die Schichtenverzeichnisse der Bohrungen sind im Anhang A beigelegt.

Die Original Diagramme der Drucksondierungen sind im Anhang B enthalten.

Die Gauß Krüger Koordinaten und die Ansatzkoten aller Baugrunderkundungen sind im Anhang C beigelegt.

## **5.2 Baugrunderkundungen 2013**

Im Rahmen unseres Gutachtens des Jahres 2014 für bremenports [2.4.2] wurden mehrere Drucksondierungen im Wasser durchgeführt und von uns ausgewertet.

Diejenigen Drucksondierungen, die in den von uns für die Bemessung erstellten Querschnitten I bis XI liegen, haben wir erneut mit aufgenommen und bewertet.

Die Dokumentation und Auswertung aller Erkundungen ist der Unterlage 2.4.2 zu entnehmen.

## **5.3 Ältere Baugrunderkundungen**

Im Planungsgebiet liegen außerdem die Ergebnisse von zahlreichen alten Bohrungen aus den 60er Jahren [2.11] vor, die von Prof. Leussing, Karlsruhe, betreut und ausgewertet wurden.

Diese Erkundungen sind in unserem Gutachten [2.4.2] mit dokumentiert und ausgewertet worden. Im vorliegenden Bericht wurden sie jedoch nicht bewertet, da sie keine Angaben zur Festigkeit enthalten, und für die Bemessung der neuen Kaje nicht relevant sind.

## **5.4 Baugrundbeschreibung**

Der angetroffene Baugrund ist sehr inhomogen und speziell hinsichtlich der Tiefenlage und Dicken der unterschiedlichen Böden stark unterschiedlich.

In den überwiegenden Bereichen steht ab Gewässersohle zunächst Schlick über Kleiboden an. Die Dicke des Schlicks variiert sehr stark von „gar nicht vorhanden“ bis zu rd. 3 m Dicke.

Auch die Dicke des Kleis ist sehr unterschiedlich. Zur besseren Übersicht haben wir ein digitales Geländemodell erstellt, aus dem die Oberkante Gewässersohle, die Dicke des Schlicks und die Gesamtdicke des Kleis ersichtlich ist.

Unter Gesamtdicke des Kleis ist hierbei die Summation der von Sandbändern durchzogenen Kleischicht zu verstehen. Die entsprechenden Auswertungen des digitalen Geländemodells sind in den Anhängen D1 bis D8 beigefügt.

Unter dem Klei folgen Sandböden mit stark unterschiedlichen Lagerungsdichten. Unter diesen stehen halbfeste bis feste Schluffböden und darunter Lauenburger Tone an.

Die Lauenburger Tone, bzw. die Schluffe, wurden bis zur jeweiligen Endteufe der Drucksondierungen nicht durchörtert, das heißt, bis mindestens NHN – 35 m steht bindiger Boden an.

## 6 Tidewasserstände und Grundwasserverhältnisse

Für das Planungsgebiet gelten die folgenden Tidewasserstände:

HHThw: NHN + 5,37 m (16.02.1962)

HThw: NHN + 4,98 m

MThw: NHN + 1,90 m

MTnw: NHN – 1,90 m

MSpTnw: NHN – 2,18 m

LAT: NHN – 2,64 m

NTnw: NHN – 3,25 m (15.03.1964)

NNTnw: NHN – 4,17 m (15.03.1964)

### Grundwasserstände:

Die im Rahmen des Projektes „Kaje 66“ [2.4.1] gemessenen Grundwasserstände sind für den Neubau der Columbuskaje nicht übertragbar, weil hier der Auffüllbereich nicht durch die Wasserstände hinter der alten Kaje beeinflusst werden.

Es war vielmehr zu untersuchen, welche Wasserstände sich im Zwischenraum bei verschiedenen Tideereignissen einstellen werden.

Wir haben deshalb mithilfe eines instationären FE Modells verschiedene Tideereignisse untersucht.

Zunächst war zu ermitteln, welche Wasserstände sich bei der Normaltide einstellen. Hierbei war zu berücksichtigen, dass die Wesertide in einer hydraulischen Verbindung mit dem unter den bindigen Böden Schlick / Klei anstehenden Sand steht.

Im Bereich der Hinterfüllung sind wir sowohl von einer sperrenden Bodenschicht als auch von einem Baugrund „alles Sand“ ausgegangen.

Es zeigte sich (Anhang E1), dass sich bei beiden Ansätzen rechnerisch ein Wasserstand in der Hinterfüllung von NHN + rd. 0 m ergibt.

Im zweiten Schritt haben wir die Auswirkungen einer Überflutung bis auf NHN + 6,62 m untersucht (Anhang E2).

Bei einer dichten Spundwand und einer dichtenden bindigen Schicht steigt der Wasserstand von NHN + rd. 0 m auf NHN + rd. 1,0 m an und fällt dann nur sehr langsam wieder ab.

Bei einer undichten Spundwand, und ohne dichtende bindige Schicht, steigt der Wasserstand von NHN + rd. 0 m auf NHN + rd. 4,0 m und fällt dann schnell wieder auf NHN + rd. 0 m ab.

Bei einer undichten Spundwand und einer bindigen Schicht im Verfüllungsbereich steigt der Wasserstand von NHN + rd. 0 m auf NHN + rd. 3,0 m an und fällt dann nur relativ langsam auf NHN + rd. 1,0 m wieder ab.

Zusammenfassend ergeben die Untersuchungen, dass mit einem Wasserstand auf NHN + rd. 1,0 m zu rechnen ist, sofern nicht räumliche Einflüsse oder Infiltrationen in das System auftreten.

Im dritten Schritt haben wir die Wasserstände bei dem NNTnw Ereignis ermittelt (Anhang E3).

Bei einer dichten Spundwand ohne dichtende bindige Schicht fällt der Wasserstand von NHN + rd. 0 m auf NHN – rd. 1,0 m ab.

Bei einer dichten Spundwand, und mit einer dichtenden bindigen Schicht fällt der Wasserstand nicht merklich ab. Den Fall einer undichten Spundwand haben wir nicht untersucht, da er günstigere Wasserstände ergibt.

Zusammenfassend ergeben die Untersuchungen, dass bei NNTnw mit einem Wasserstand auf NHN + rd. 0,0 m gerechnet werden sollte.

#### Bemessungs - Grundwasserstände:

Basierend auf den Ergebnissen der obigen Ermittlungen / Untersuchungen empfehlen wir den Ansatz der folgenden Bemessungs - Grundwasserstände:

Belastungsfall BS – 3a: Normaltide	Tide bei MSpTnw = NHN – 2,18 m GW auf NHN + 1,0 m.
Belastungsfall BS – 3b: NNTnw	Tide auf NNTnw = NHN – 4,19 m GW auf NHN + 0,0 m
Belastungsfall BS – 3c: abfl. Hochwasser	Tide bei MTnw = NHN – 1,95 m GW auf NHN + 2,0 m.

#### Chemische Grundwasserbeschaffenheit:

Gesonderte Grundwasseranalysen wurden im Rahmen der Baugrunderkundungen noch nicht durchgeführt.

Nach Auskunft bremenports werden die entsprechenden Analysen noch durchgeführt oder von anderen Baumaßnahmen übernommen.

## 7 Auswertung der Drucksondierungen

Die Ergebnisse der Drucksondierungen haben wir nach den Ansätzen von Lunne et. al. hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung ausgewertet. Die entsprechenden Diagramme sind in den Anlagen 8.1 bis 8.33 dargestellt.

Aufgrund der sehr unterschiedlichen Kornzusammensetzungen der bindigen Böden konnte kein allgemein gültiger Formalismus für die Auswertung der Drucksondierungen nach  $c_u$  angewandt werden. Wir haben deshalb die undrainierten Scherfestigkeiten  $c_u$  im Einzelfall aus den Drucksondierungen in Abhängigkeit vom Sandanteil und der Sondierwiderstände abgeleitet und in den Bemessungsprofilen angegeben.

## 8 Bodenmechanische Laborversuche

Zur Festlegung der Bemessungsparameter haben wir die erforderlichen Laborversuche durchgeführt. Folgende Bodenparameter haben wir bestimmt:

Körnungslinien:	Anlagen 5.1 bis 5.2
Drainierte Scherfestigkeiten $\phi'$ [kN/m <sup>3</sup> ] und $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]:	Anlagen 6.1 und 6.2
Undrainierte Scherfestigkeiten $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]:	Anlage 7
Wichten $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]:	Anlage 7
Wassergehalte $w$ [-]:	Anlage 7
Porenanteile $n_{\max} / n_{\min}$ [-]:	Anlage 7

## 9 Bemessungsbodenparameter und Bemessungsprofile

Basierend auf den vorliegenden Erkundungen, den Ergebnissen der Laborversuche und unseren Erfahrungen mit vergleichbaren Baugrundverhältnissen bei Projekten in der Nachbarschaft haben wir für insgesamt 11 Querschnitte sowohl Bemessungsprofile für die Spundwandstatik als auch für die Bemessung der äußeren Tragfähigkeit der geplanten Ankerpfähle erstellt (Anlagengruppe 9).

Für die Querschnitte wurden jeweils die folgenden 5 Bemessungsprofile erforderlich:

Bemessungsprofil 1:	Erdwiderstand
Bemessungsprofil 2:	Erddruck
Bemessungsprofil 3:	Vertikale Tragfähigkeit der Spundwand
Bemessungsprofil 4:	Bemessungsparameter für einen Stahlträger Ankerpfahl
Bemessungsprofil 5:	Bemessungsparameter für einen Rüttelinjektion Ankerpfahl

## 10 Angaben zur negativen Mantelreibung

Der Schlick im Verfüllbereich wird wahrscheinlich nicht entfernt werden. Bei einer Verfüllung entstehen damit Setzungen, aus diesen resultieren negative Mantelreibungslasten auf die Tragelemente.

Für die Ankerpfähle sind diese Zusatzlasten unkritisch, da sie die Tragfähigkeit auf Zug eher erhöhen.

Für die Spundwand brauchen die Zusatzlasten nicht mit den Vertikalkomponenten des Erddruckes überlagert zu werden.

Die Größe der negativen Mantelreibung kann nach dem folgenden Ansatz ermittelt werden:

$$q_{s,k \text{ NMR}} = 0,25 \times \sigma_v, \text{ maximal } 50 \text{ kN/m}^2$$



## 11 Klassierung der Böden

### 11.1 Bodenklassifizierung nach DIN 18 196

Die erkundeten Böden können basierend auf den uns vorliegenden Unterlagen nach DIN 18196 wie folgt klassiert werden:

„Schlick“	[OU], [OT]
„Klei“	[OU], [OT], [UM], [TM]
„Holozäne Sande“	[SW], [SE], [SU]
„Kiese“	[GI], [GW], [GE]
„Schluff / Sand / Ton Mischböden“	[TL], [TM], [UL], [UM]
„Tone“	[TA], [TM]

### 11.2 Homogenbereiche

In den VOB-Normen, in denen das Konzept der Homogenbereiche verwendet wird, sind die bodenmechanischen Eigenschaften und Kennwerte vorgegeben, mit denen die Homogenbereiche zu beschreiben sind. Eine Zusammenstellung dieser Kennwerte und der dazugehörigen Prüfnormen kann der Tabelle 1 entnommen werden.

Ein Homogenbereich ist hierbei als begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Böden- oder Felsschichten, der für die betrachteten Gewerke vergleichbare Eigenschaften aufweist definiert.

In der Tabelle 1 haben wir die entsprechenden Parameter für die DIN-Normen 18301 (Bohrarbeiten), 18304 (Ramm-, Rüttel-, und Pressarbeiten) und 18311(Nassbaggerarbeiten) zusammengetragen.

Eigenschaften/Kennwerte	DIN 18301	DIN 18304	DIN 18311
Ortsübliche Bezeichnung	X	X	X
Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN 18123	X	X	X
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN ISO 14668-1	X	X	X
Kohäsion nach DIN 18137-1, DIN 18137-2, DIN 18137-3	X		
Undrainierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN 18136	X		X

Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1	X	X	X
Plastizitätszahl-und Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	X	X	
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1			X
Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 14688-2 und DIN 18126	X	X	X
Kalkgehalt nach DIN 18129			X
Organsicher Anteil nach DIN 18128			X
Benennung und Beschreibung organischer Böden nach DIN EN ISO 14688-1			X
Abrasivität nach NF P18-579	X		
Bodengruppe nach DIN 18196	X	X	X

Tabelle 1: Parameter für die Beschreibung von Lockergesteinen mit Homogenbereichen nach VOB/C

Es sind hier die folgenden 5 Homogenbereiche vorhanden:

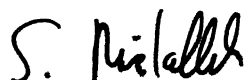
- Homogenbereich I                      Schlick und Klei
- Homogenbereich II                    Fein- und Mittelsande
- Homogenbereich III                  Schluff, steif bis halbfest
- Homogenbereich IV                  Ton, steif bis halbfest

Die Körnungsbänder der 4 Homogenbereiche sind in den Anlagen 10.1 bis 10.4 dargestellt. Wir haben sie aus den vorliegenden Körnungslinien und aus der Ansprache in den Bohrprofilen abgeleitet.

Eine lagemäßige und höhenmäßige Abgrenzung dieser Homogenbereiche ist nicht möglich. Es sind jeweils die entsprechenden Baugrunderkundungen auszuwerten.

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah +  
Partner Ingenieures. mbH


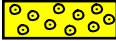













Ansprechpartner:  
Dipl.-Ing. Stefan Janus


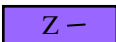


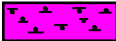
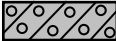


Diese gutachtliche Stellungnahme enthält 13 Textseiten, 1 Inhaltsverzeichnis, 1 Deckblatt, die Textanlagen A und B, 125 Anlagen und die Anhänge A bis F.

Verteiler (vorab per e-mail):

- 3 x bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven
- 1 x Akte

Benennung		Kurzzeichen		Zeichen	Farbkennzeichnung	
Bodenart	Beimengung	Bodenart	Beimengung		Kennfarbe	Farbe DIN 6164
Kies	kiesig	G	g		gelb	2 : 6 : 1
	Grobkies	gG	gg			
	Mittelkies	mG	mg			
	Feinkies	fg	fg			
Sand	sandig	S	s		orange	6 : 6 : 2
	Grobsand	gS	gs			
	Mittelsand	mS	ms			
	Feinsand	fs	fs			
Schluff	schluffig	U	u		oliv	1 : 4 : 5
Ton	tonig	T	t		violett	14 : 5 : 4
Torf, Humus	torfig, humos	H	h		dunkelbraun	5 : 2 : 6
Mudde (Faulschlamm)		F	--		lila	11 : 4 : 4
	organische Beimengung	--	o		--	
Auffüllung		A	--		--	
Steine	steinig	X	x		gelb	2 : 6 : 1
Blöcke	mit Blöcken	Y	y		gelb	2 : 6 : 1

Lößlehm	Löl		oliv	1 : 4 : 5
Tonstein	Tst		violett	14 : 5 : 4
Geschiebemergel	Mg		violettblau	15 : 6 : 4
Mutterboden	Mu		gelblichbraun	4 : 5 : 3
Klei, Schlick	Kl		lila	11 : 4 : 4
Geschiebelehm	Lg		grau	N : 0 : 5,5











**RI+P**  
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah +  
Partner GmbH  
Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover  
Telefon (0511) 708875 / Telefax (0511) 708800

## Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen

Entnommen aus DIN 4023 vom Februar 2006

**Textanlage A**





## Untersuchungsstellen

-  SCH Schurf
-  B Bohrung
-  BK Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben
-  BP Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtkernter Proben
-  BuP Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben
-  BS Kleinbohrung
-  CPT cone penetration test (früher: DS Drucksondierung)
-  DPL dynamic probing light (früher: LRS Sondierung mit der leichten Rammsonde)
-  DPM dynamic probing medium (früher: MRS Sondierung mit der mittleren Rammsonde)
-  DPH dynamic probing heavy (früher: SRS Sondierung mit der schweren Rammsonde)






## Probenentnahme

- Sonderprobe
- Bohrkern
- gestörte Probe

## Zustandsform des Bodens

- |  |   |          |
|--|---|----------|
|  flüssig |   | halbfest |
|  breiig |   | fest     |
|  weich  | ⚡ | klüftig  |
|  steif  |   |          |

## Grundwasserstände

-  8,9  
(01.04.68) Grundwasser am 01.04.1968,  
8,9 m unter Gelände angebohrt
-  8,9  
(01.04.68) Grundwasserstand nach Beendigung am 01.04.1968,  
8,9 m unter Gelände angebohrt
-  8,9  
(01.04.68) Ruhewasserstand in einem  
ausgebauten Bohrloch
-  1,9  
↑ 01.04.68 Grundwasseranstieg des angetroffenen  
Grundwassers nach Beendigung der Bohrung  
 3,5

**RI+P**

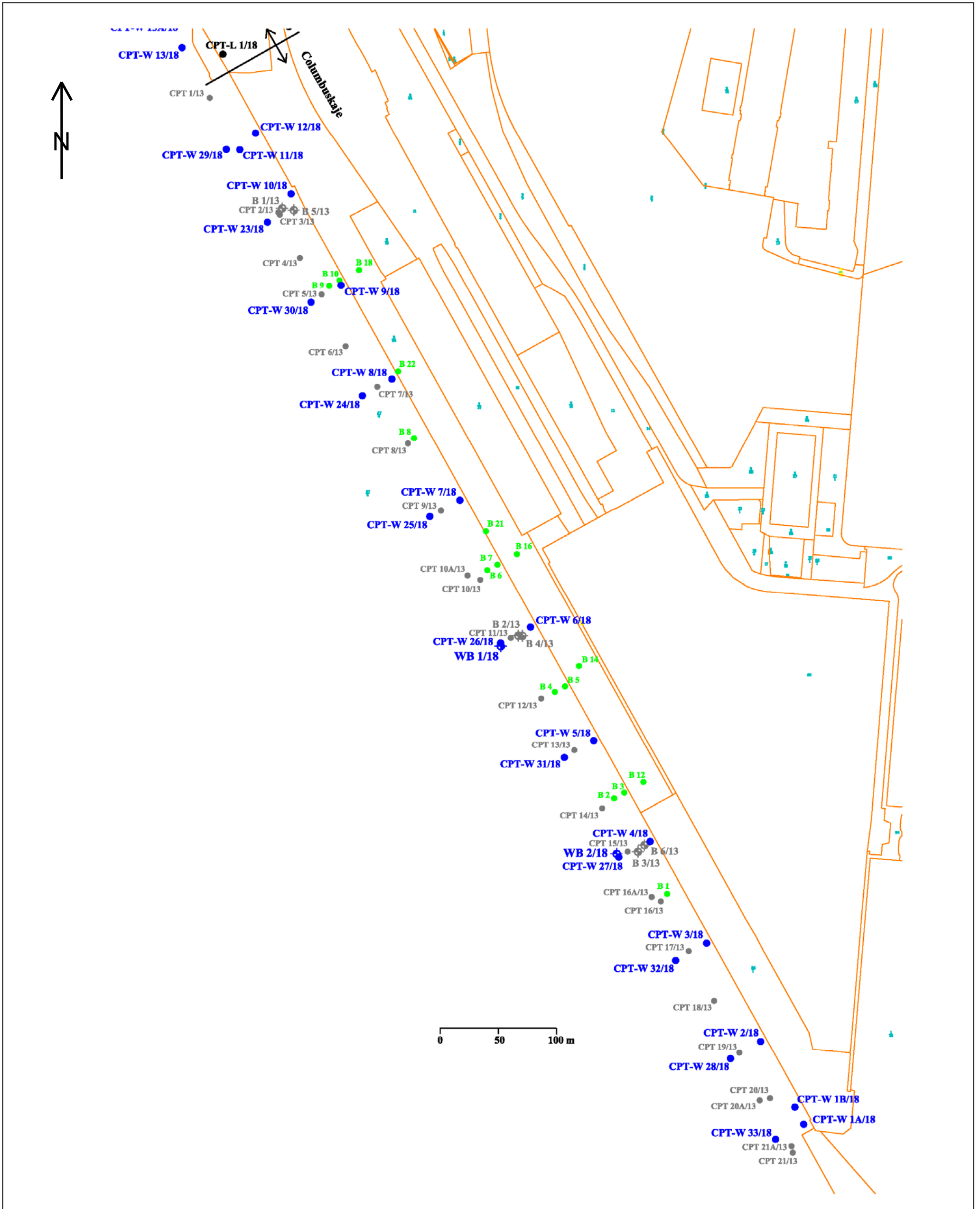
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah +  
Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875 / Telefax (0511) 708800

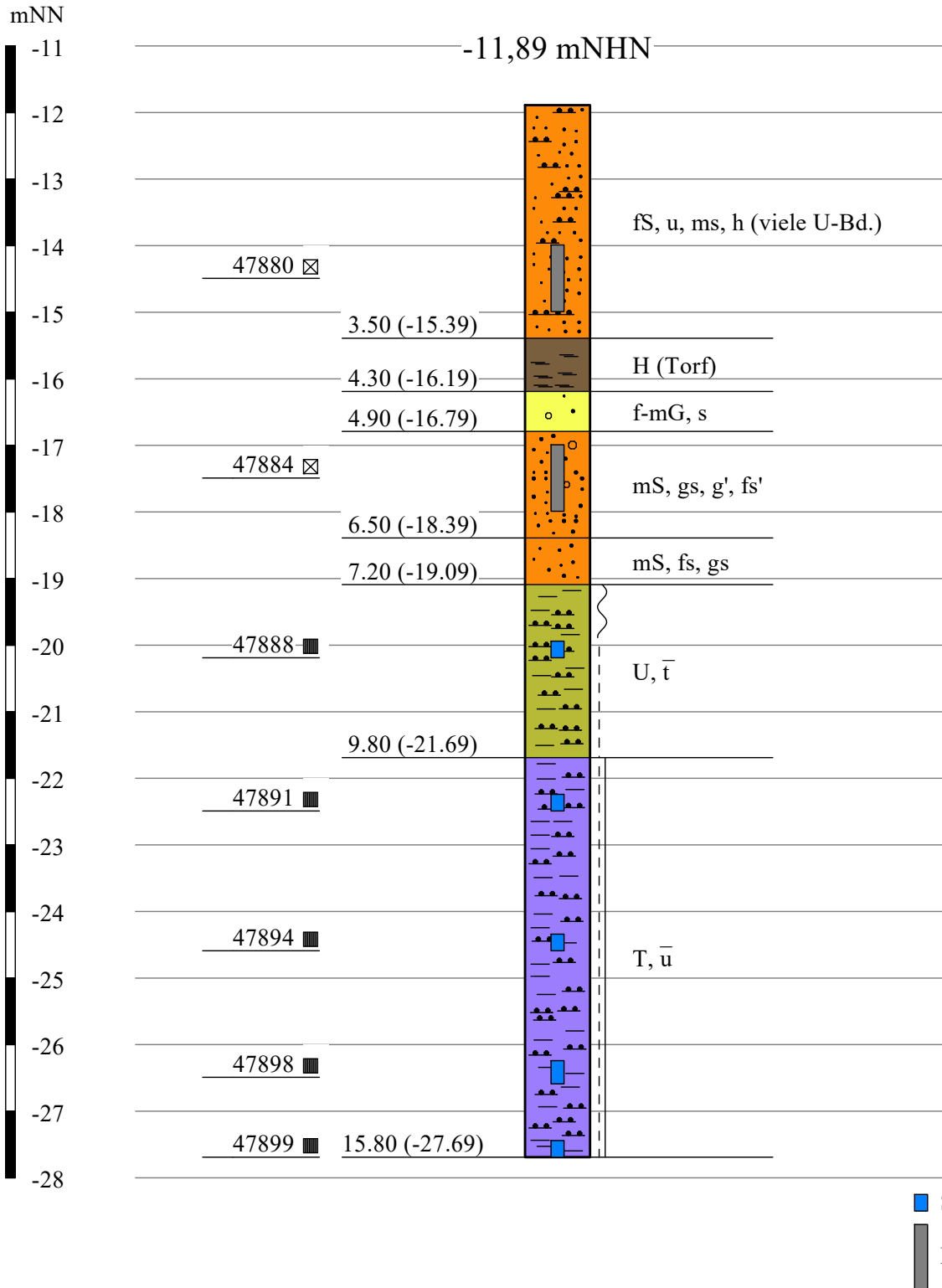
**Legende zu den Bohrprofilen  
Zeichenerklärungen nach DIN 4023  
vom März 1984 (nebst eigenen Ergänzungen)**

**Textanlage B**



<p><b>RI+P</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah + Partner GmbH</p> <p>Herrenhäuser Kirchweg 19 30167 Hannover</p> <p>Telefon (0511) 708875 Telefax (0511) 708800</p>	<p><b>bremenports GmbH &amp; Co. KG, Bremerhaven</b></p> <p><b>Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven</b></p>		
	<p><b>Lageplan mit Lage der Ansatzpunkte der Baugrunderkundungen</b></p>		
	<p>Projekt-Nr.:</p> <p>2095A-2017GU2</p>	<p>Anlagen-Nr.:</p> <p>1</p>	

# WB 1/18



Die Zeichenerklärungen des Bohrprofils sind den Textanlagen A und B zu entnehmen.

Die Lage des Ansatzpunktes der Bohrung ist der Anl. 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

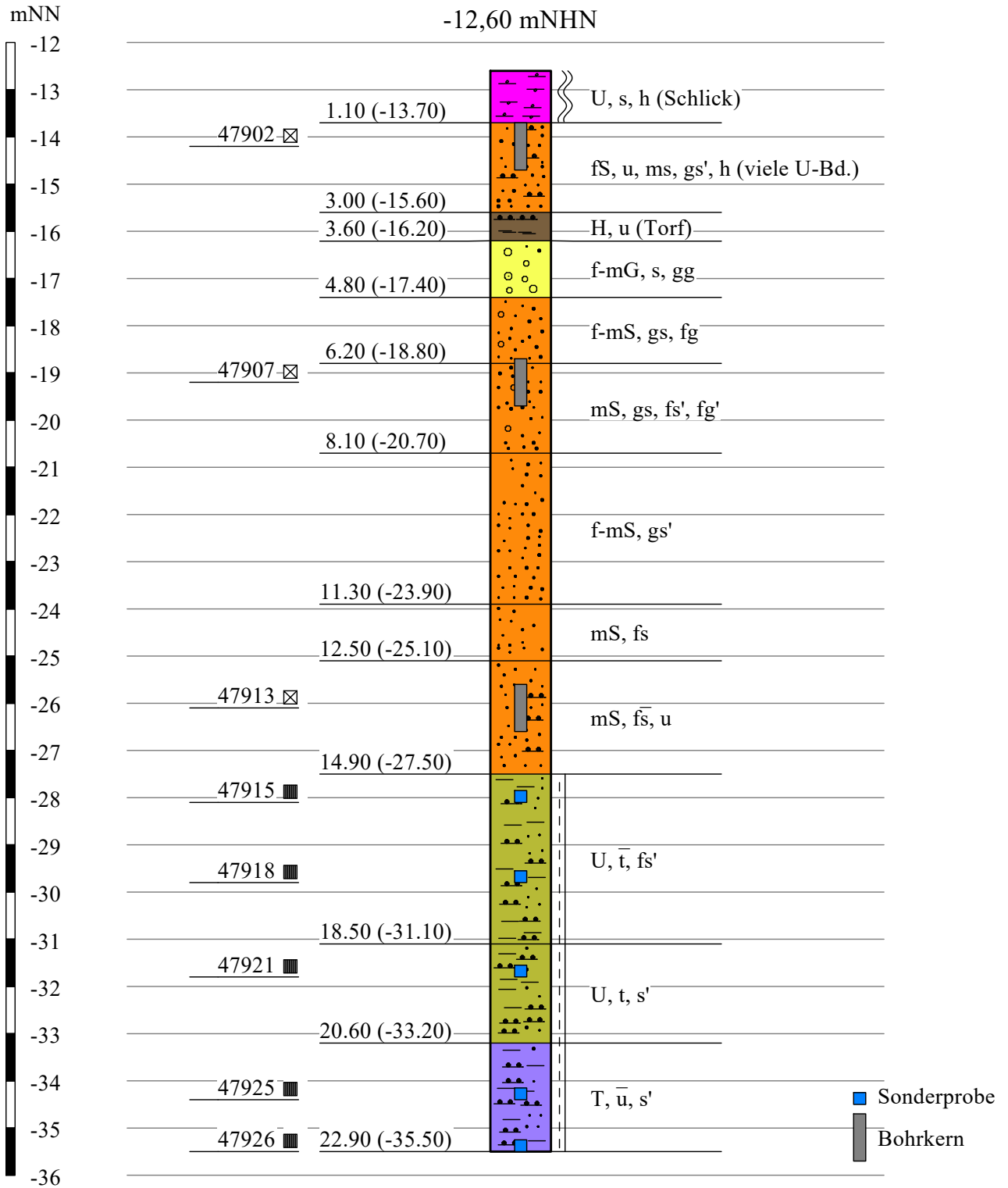
bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven  
 Ergebnisse der Bohrung WB 1/18 vom 06.-11.12.2018  
 durchgeführt von der Wilhelm Soltau GmbH, Seevetal

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 2.1

# WB 2/18

-12,60 mNHN



Die Zeichenerklärungen des Bohrprofils sind den Textanlagen A und B zu entnehmen.

Die Lage des Ansatzpunktes der Bohrung ist der Anl. 1 zu entnehmen.

## RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ergebnisse der Bohrung WB 2/18 vom 12.-13.12.2018  
durchgeführt von der Wilhelm Soltau GmbH, Seevetal

Projekt-Nr.:

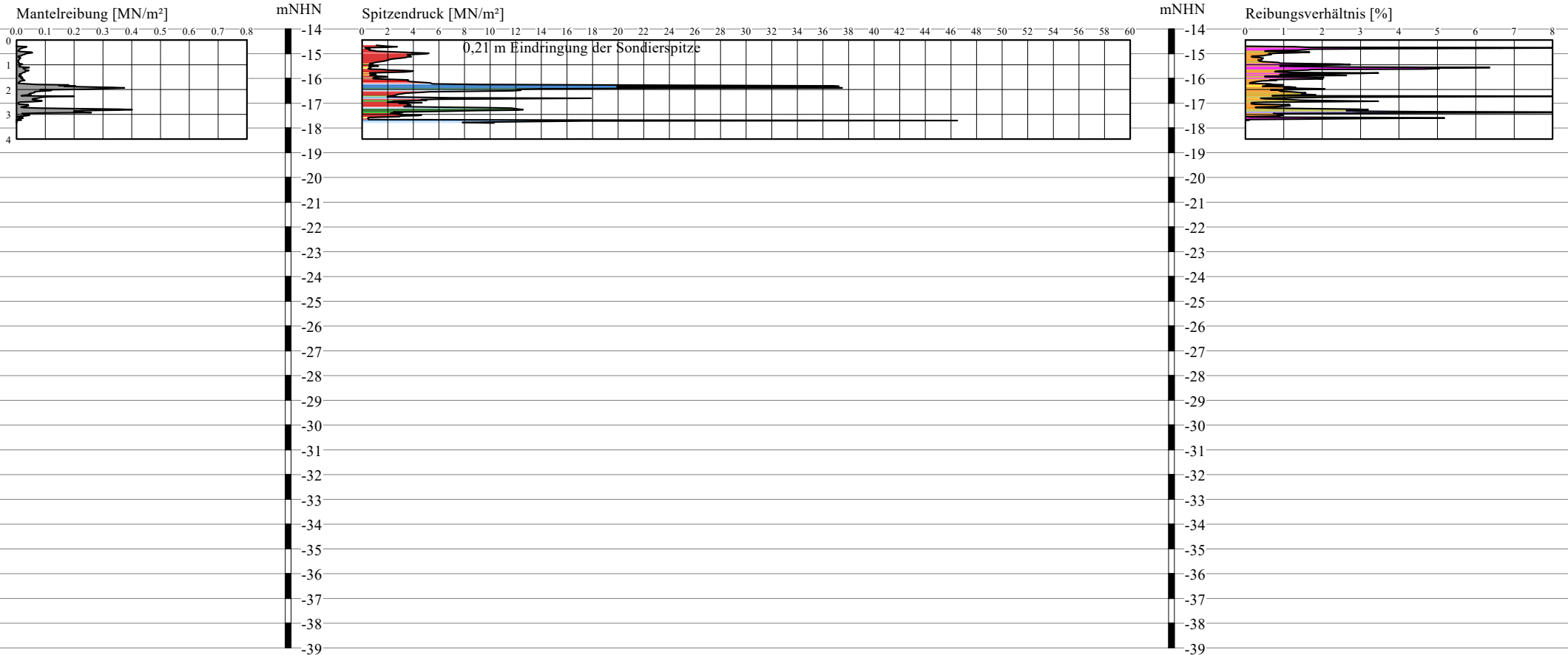
2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.:

2.2

# CPT-W 1A/18

-14,45 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 1A/18 vom 27.11.2018  
 durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

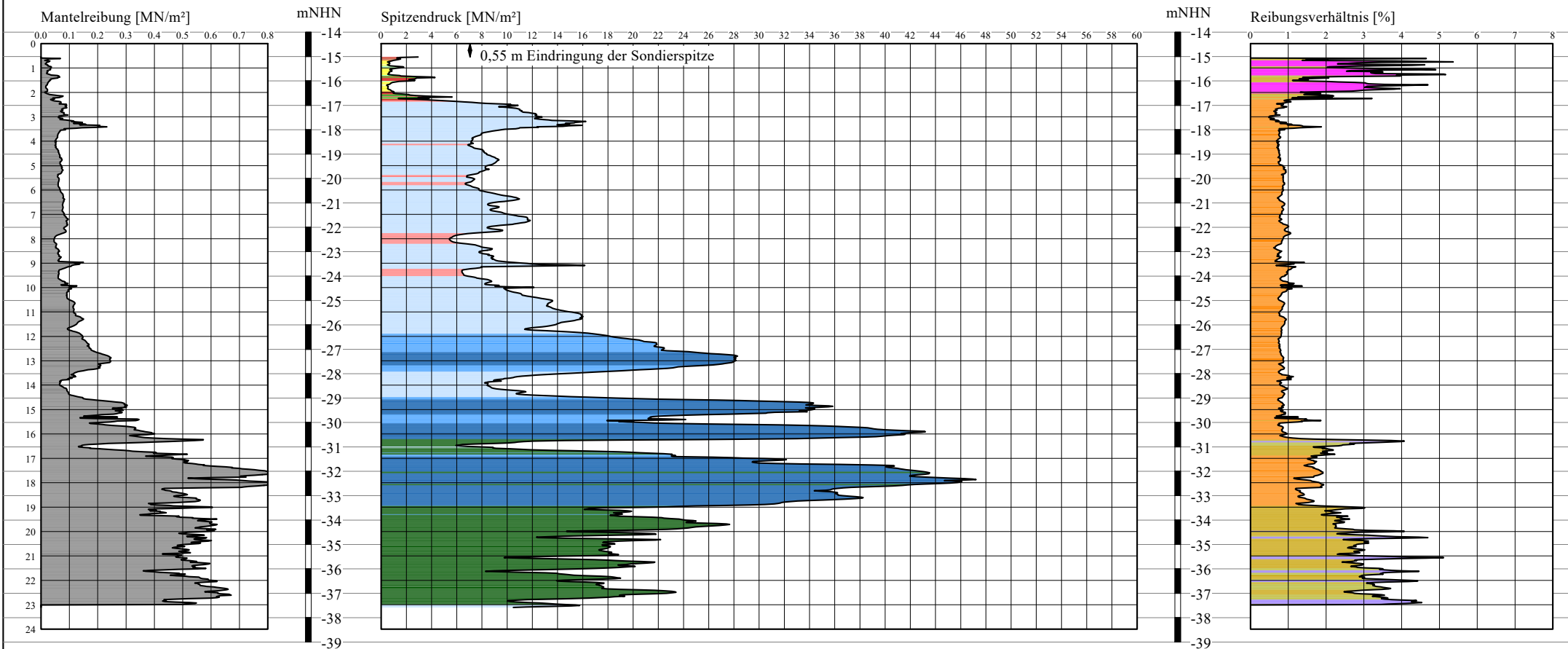
Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 3.1



# CPT-W 1B/18

-14,47 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

## RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

## bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven

### Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

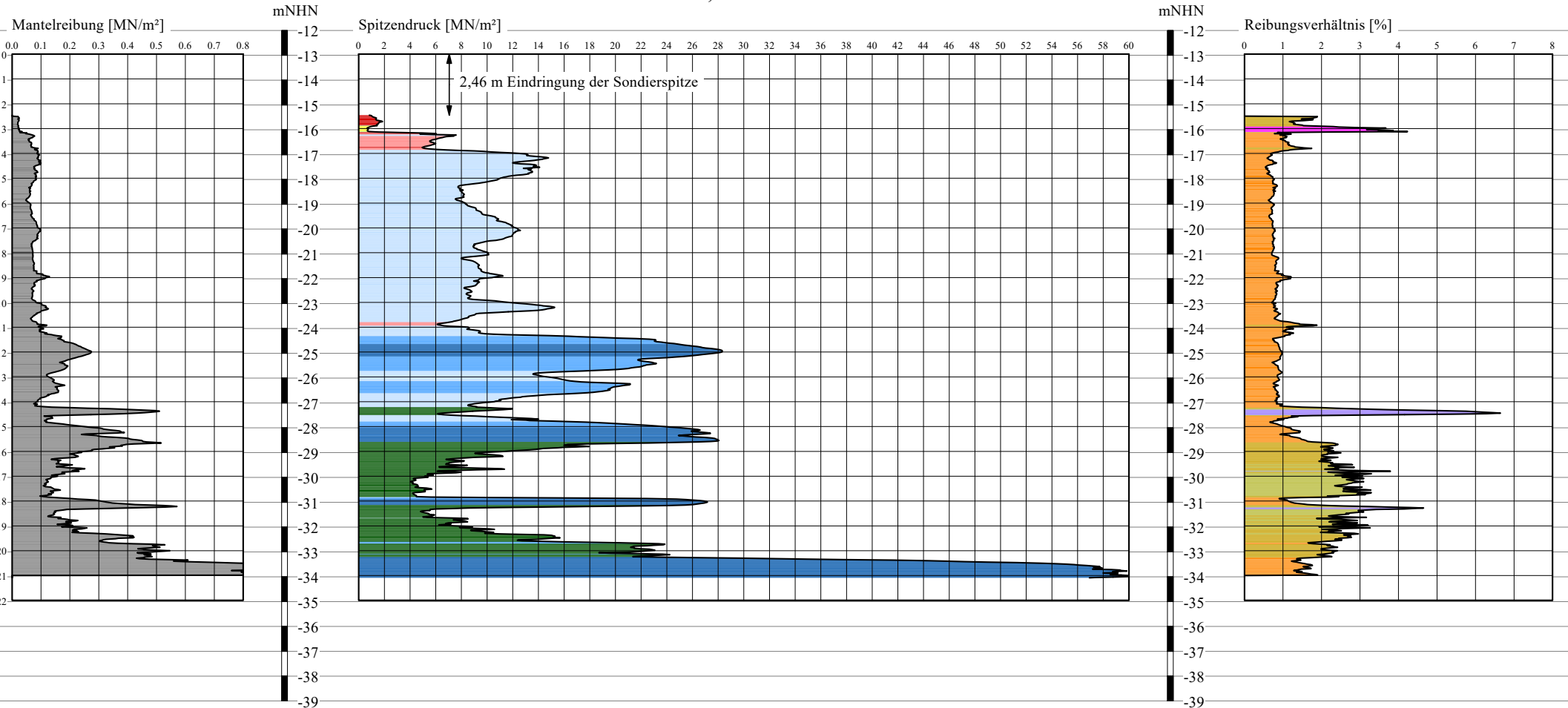
Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 1B/18 vom 05.12.2018  
durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 3.2

# CPT-W 2/18

-12,95 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

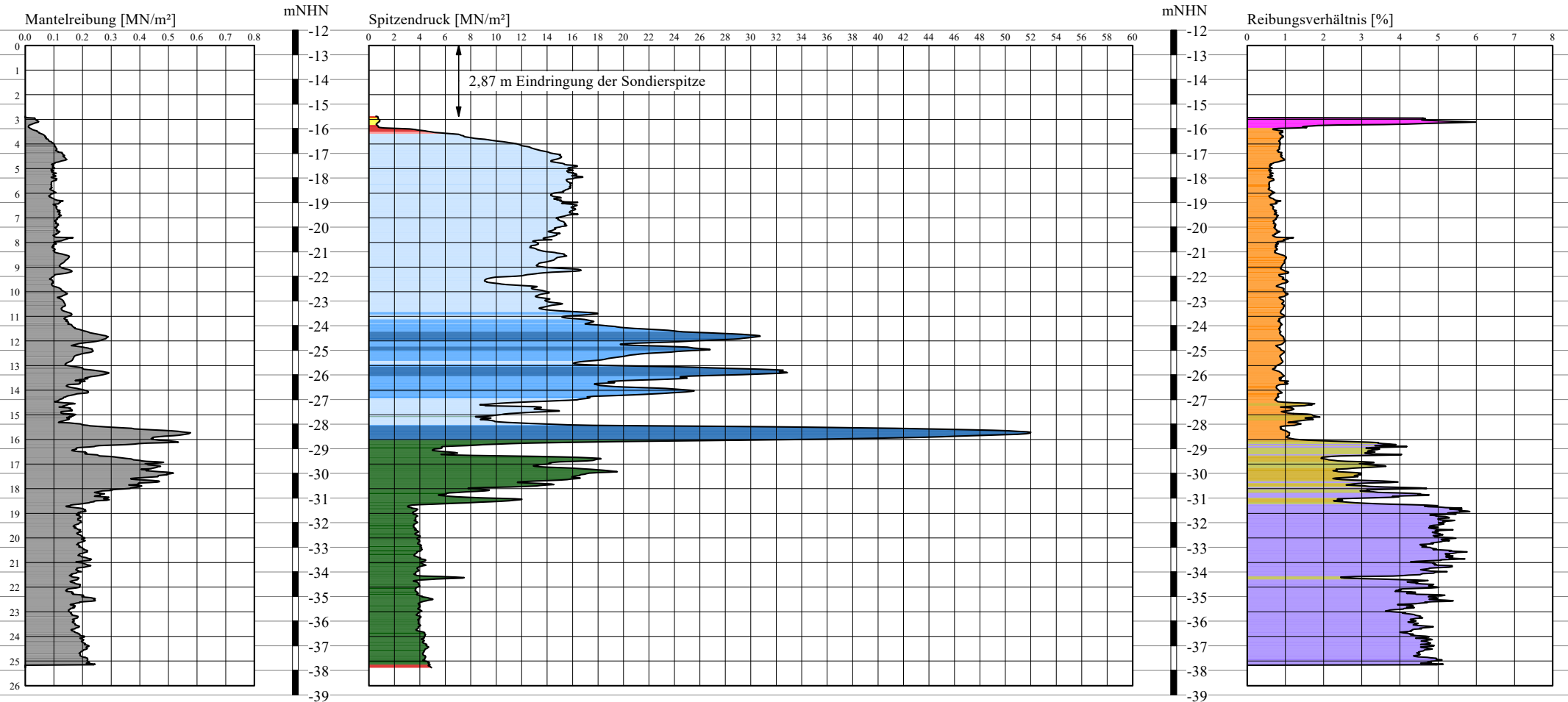
Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 2/18 vom 27.11.2018  
durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 3.3

# CPT-W 3/18

-12,62 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

## RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

## bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven

### Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

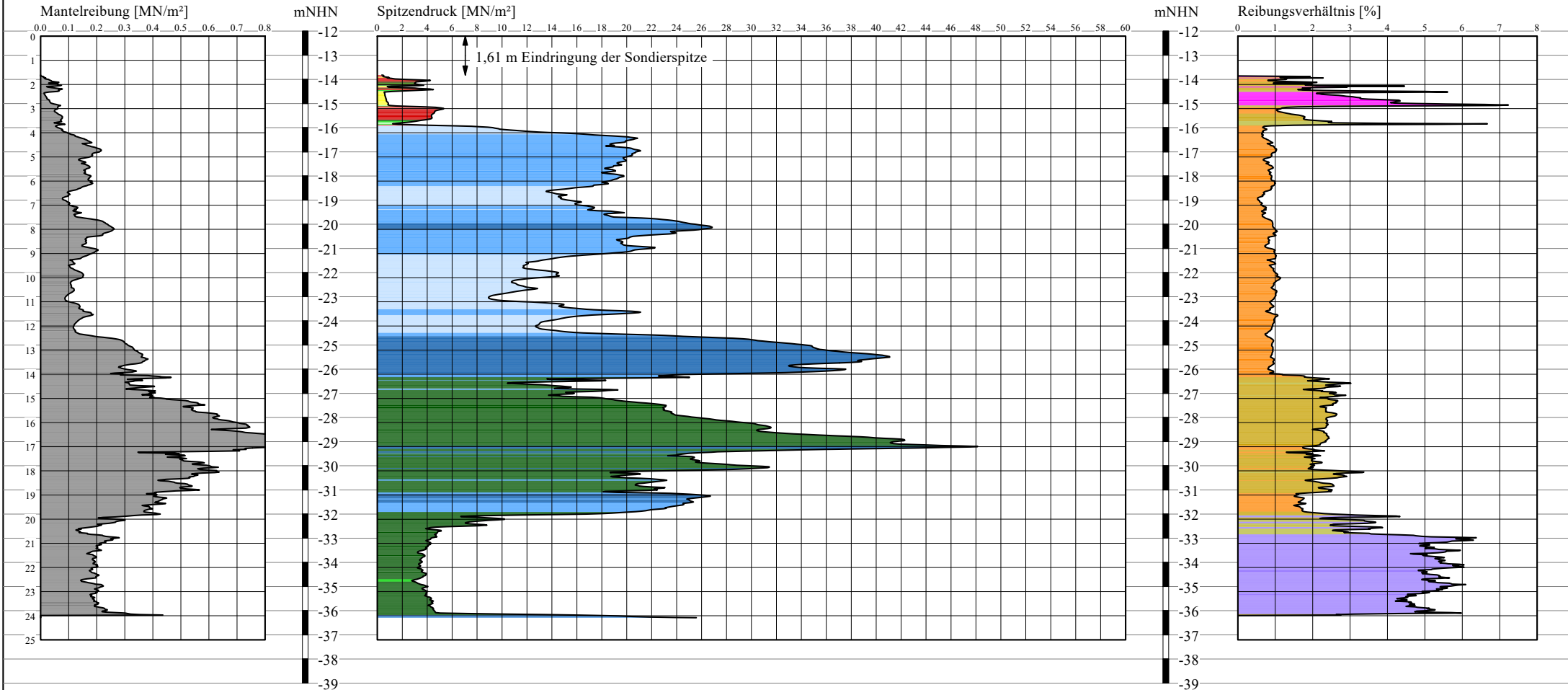
Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 3/18 vom 26.11.2018  
durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 3.4

# CPT-W 4/18

-12,21 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

## RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

## bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven

### Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

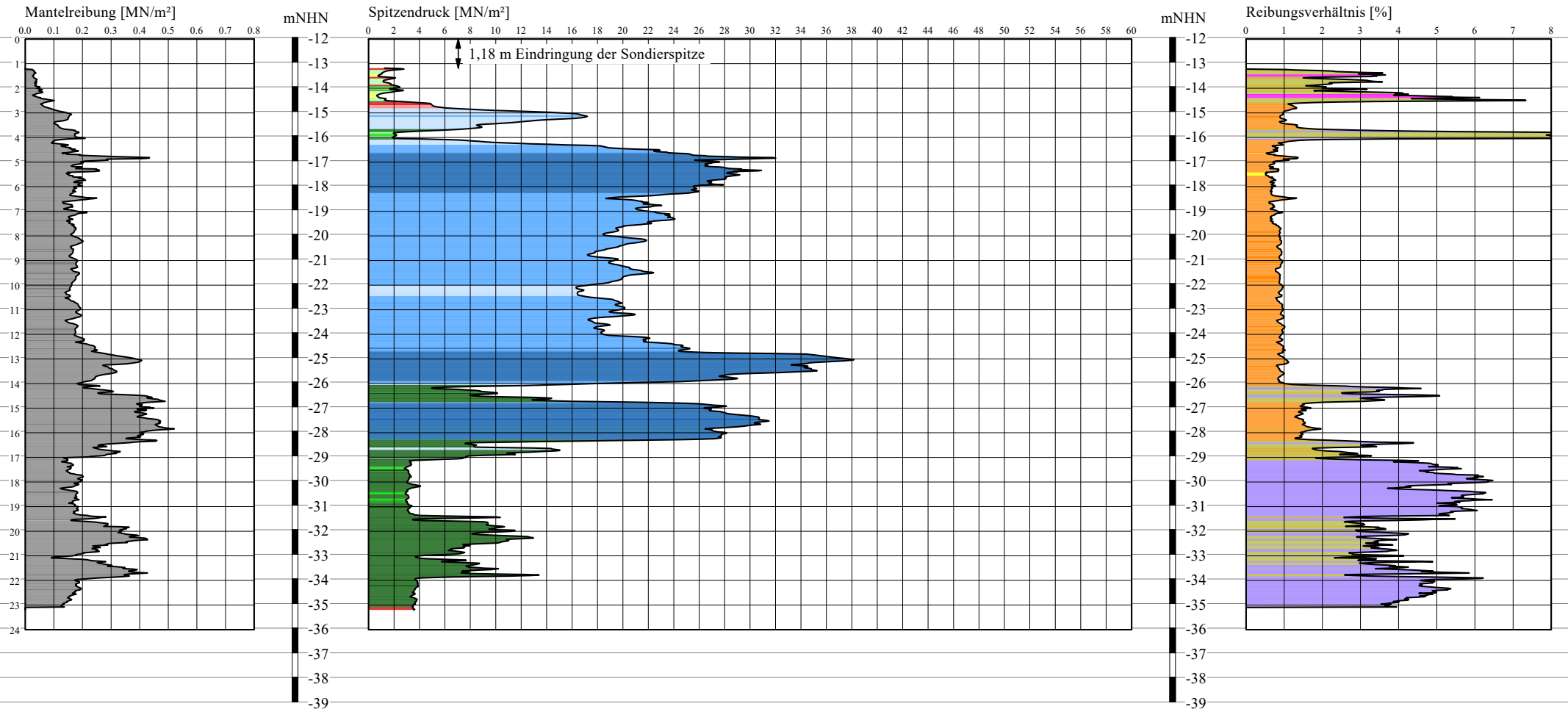
Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 4/18 vom 26.11.2018  
durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 3.5

# CPT-W 5/18

-12,06 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

## RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

## bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven

### Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

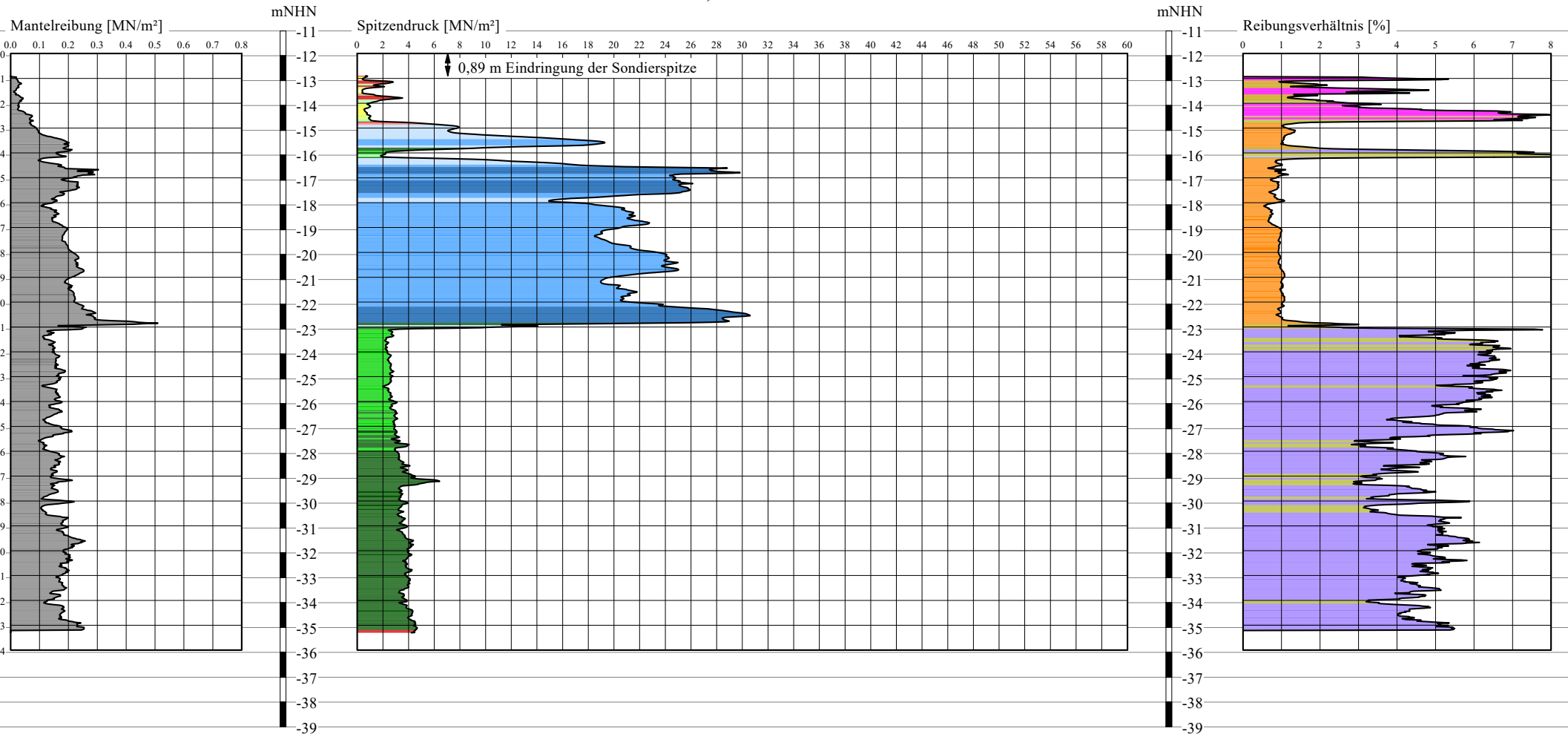
Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 5/18 vom 20.11.2018  
durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 3.6

# CPT-W 6/18

-11,91 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

## RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

### bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven

### Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

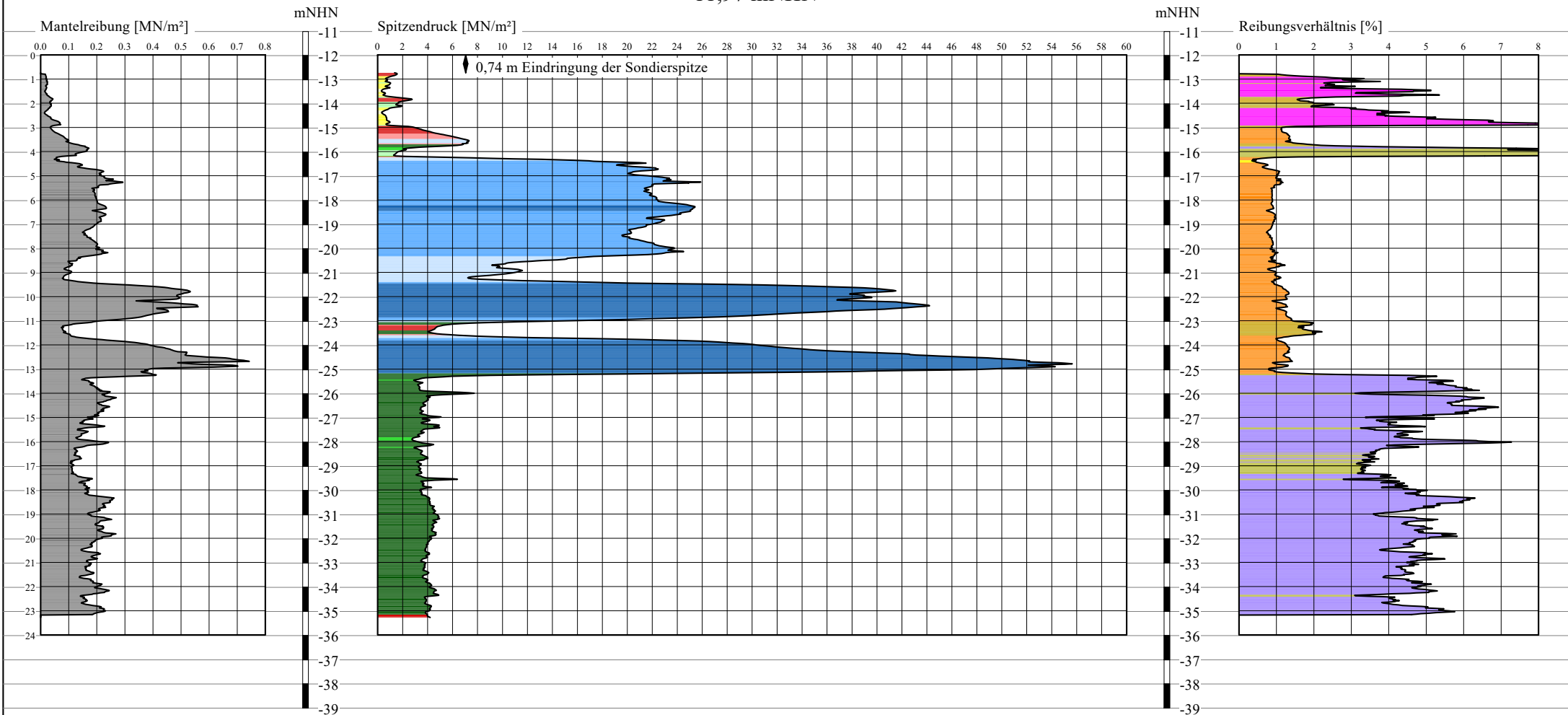
Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 6/18 vom 20.11.2018  
durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 3.7

# CPT-W 7/18

-11,97 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

## RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

## bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven

### Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

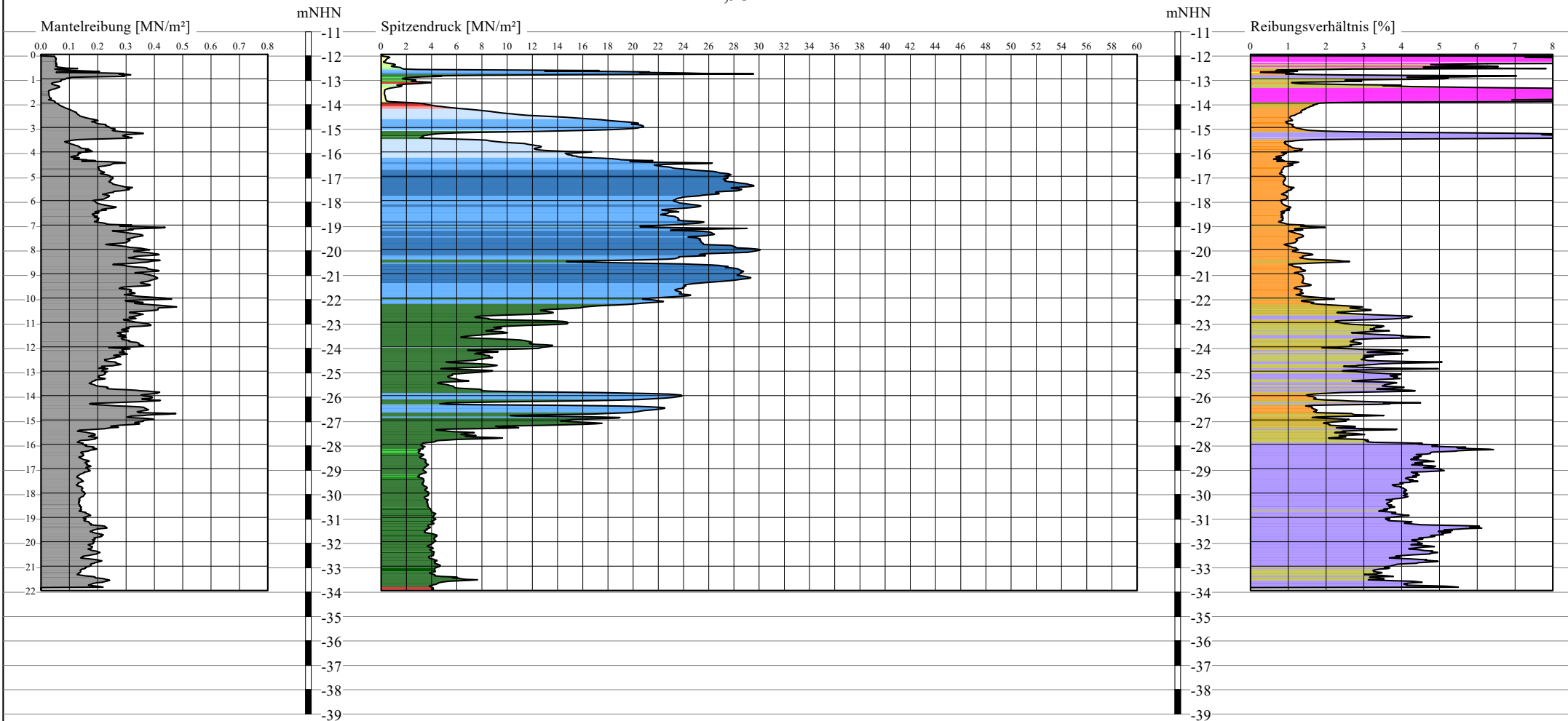
Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 7/18 vom 20.11.2018  
durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 3.8

# CPT-W 8/18

-11,93 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

## RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

### bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven

### Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 8/18 vom 21.11.2018  
durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

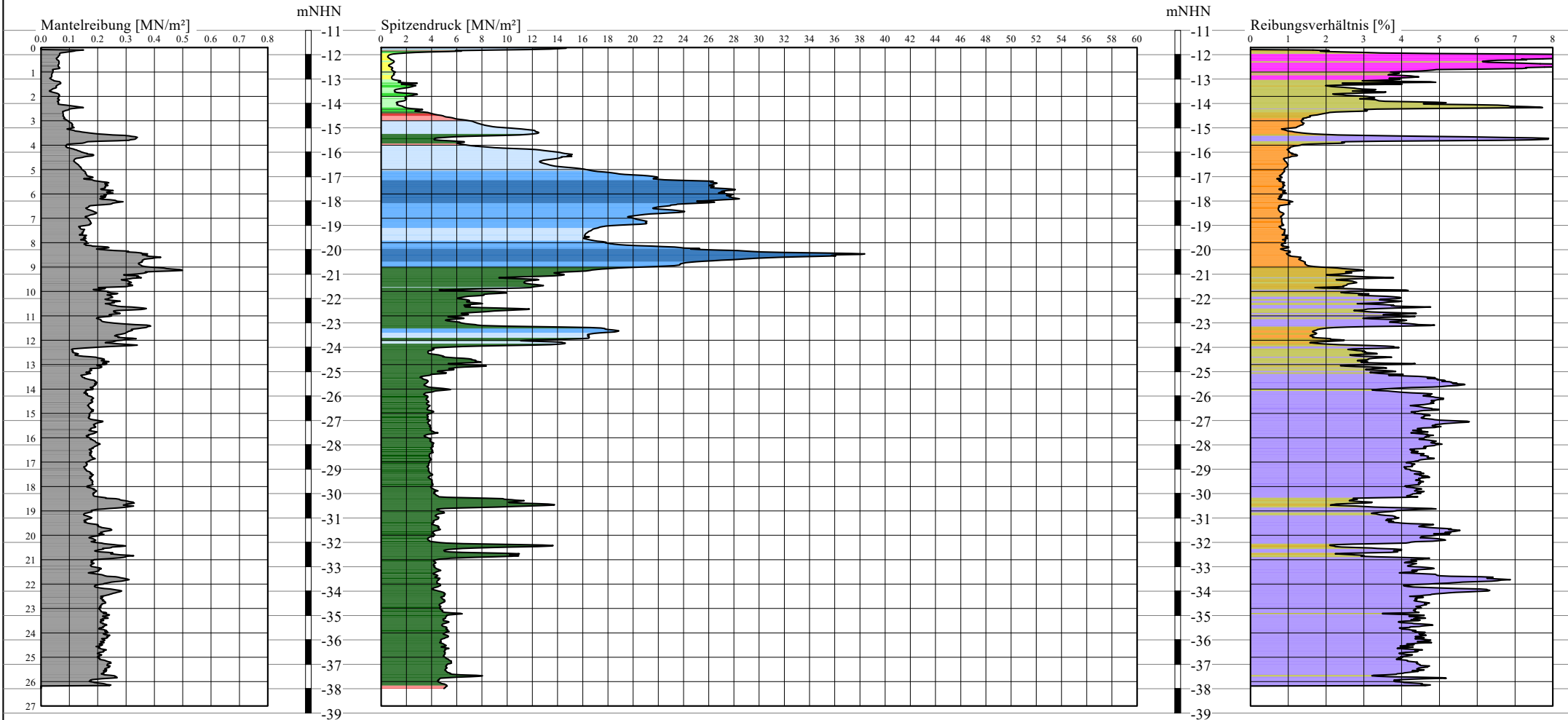
Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 3.9



# CPT-W 9/18

-11,71 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

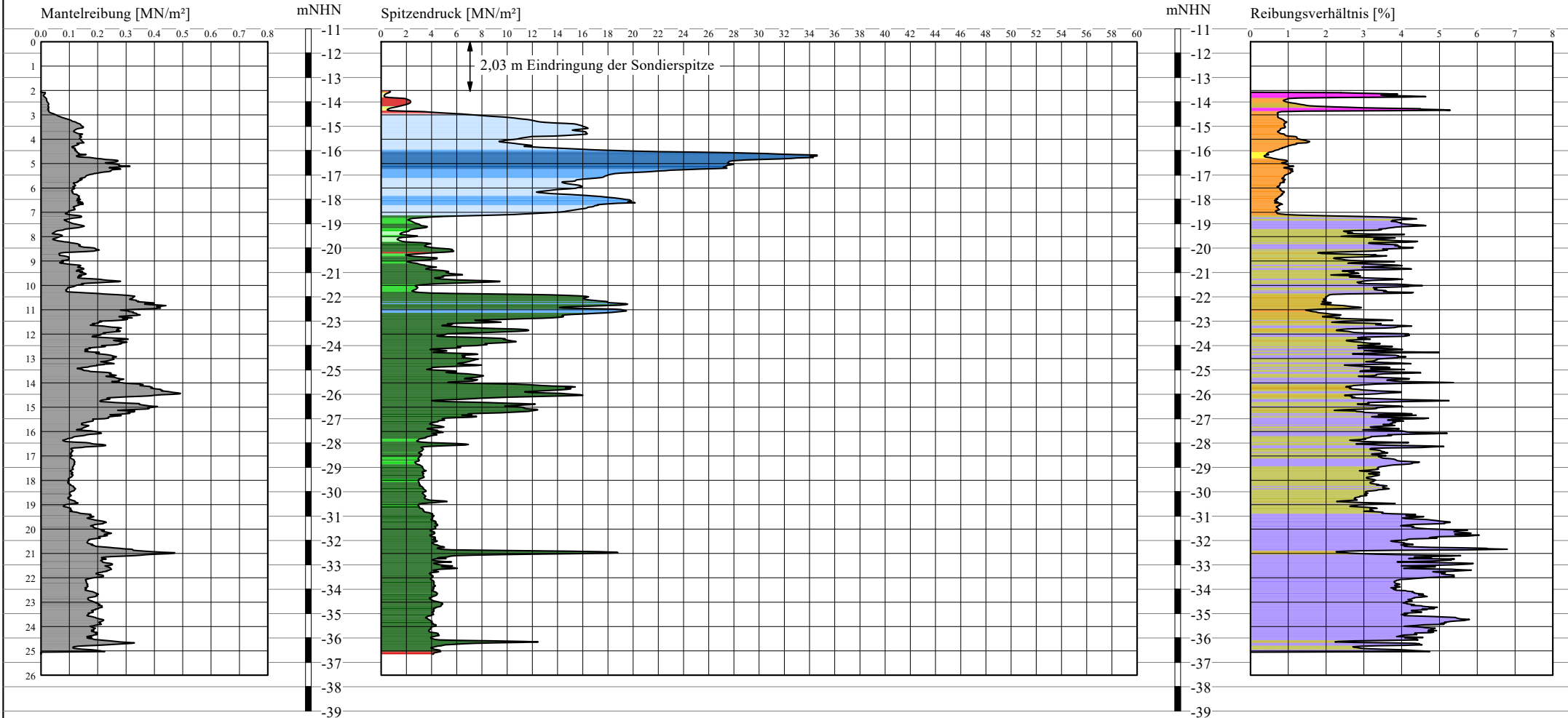
**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 9/18 vom 21.11.2018  
 durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2	Anlagen-Nr.: 3.10
----------------------------	-------------------

# CPT-W 10/18

-11,53 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

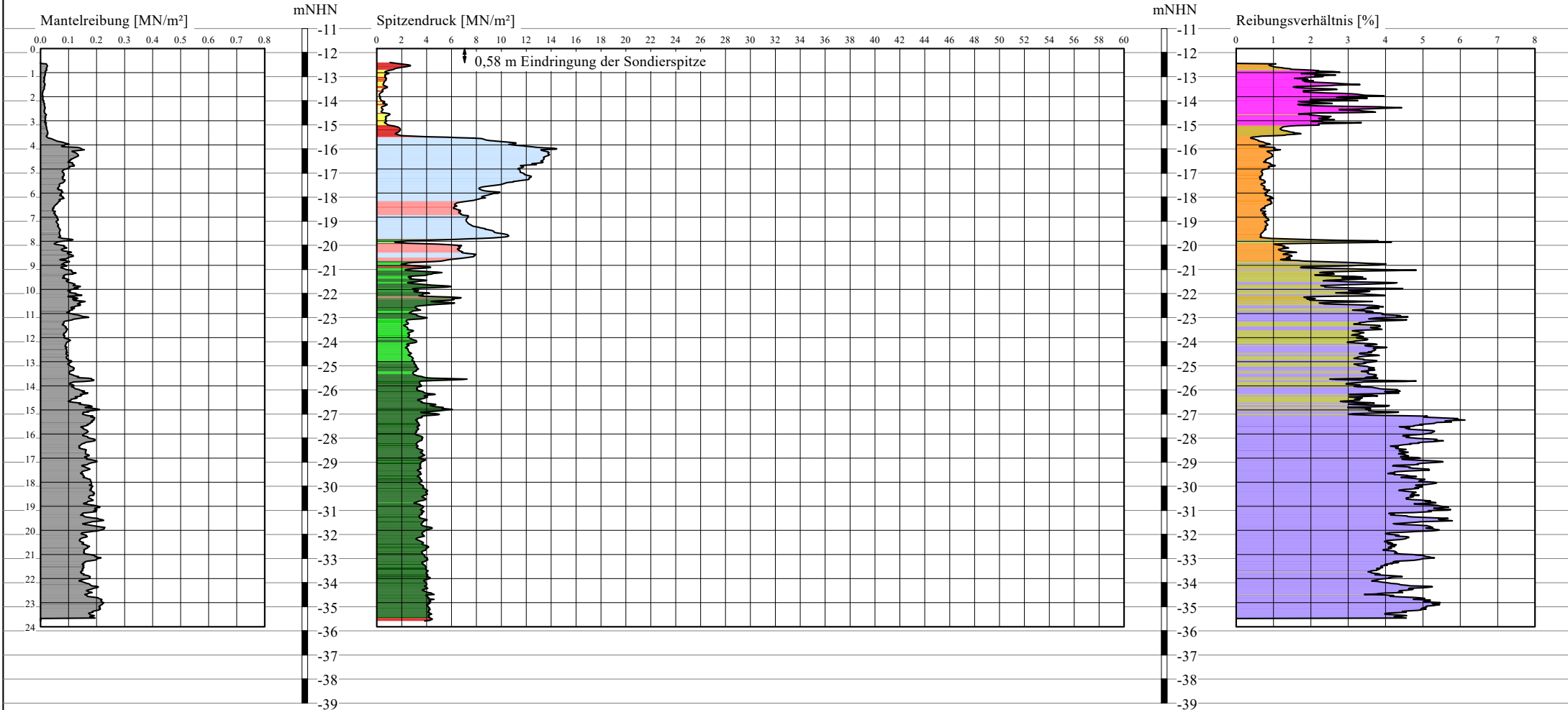
Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 10/18 vom 22.11.2018  
durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 3.11

# CPT-W 11/18

-11,83 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

---

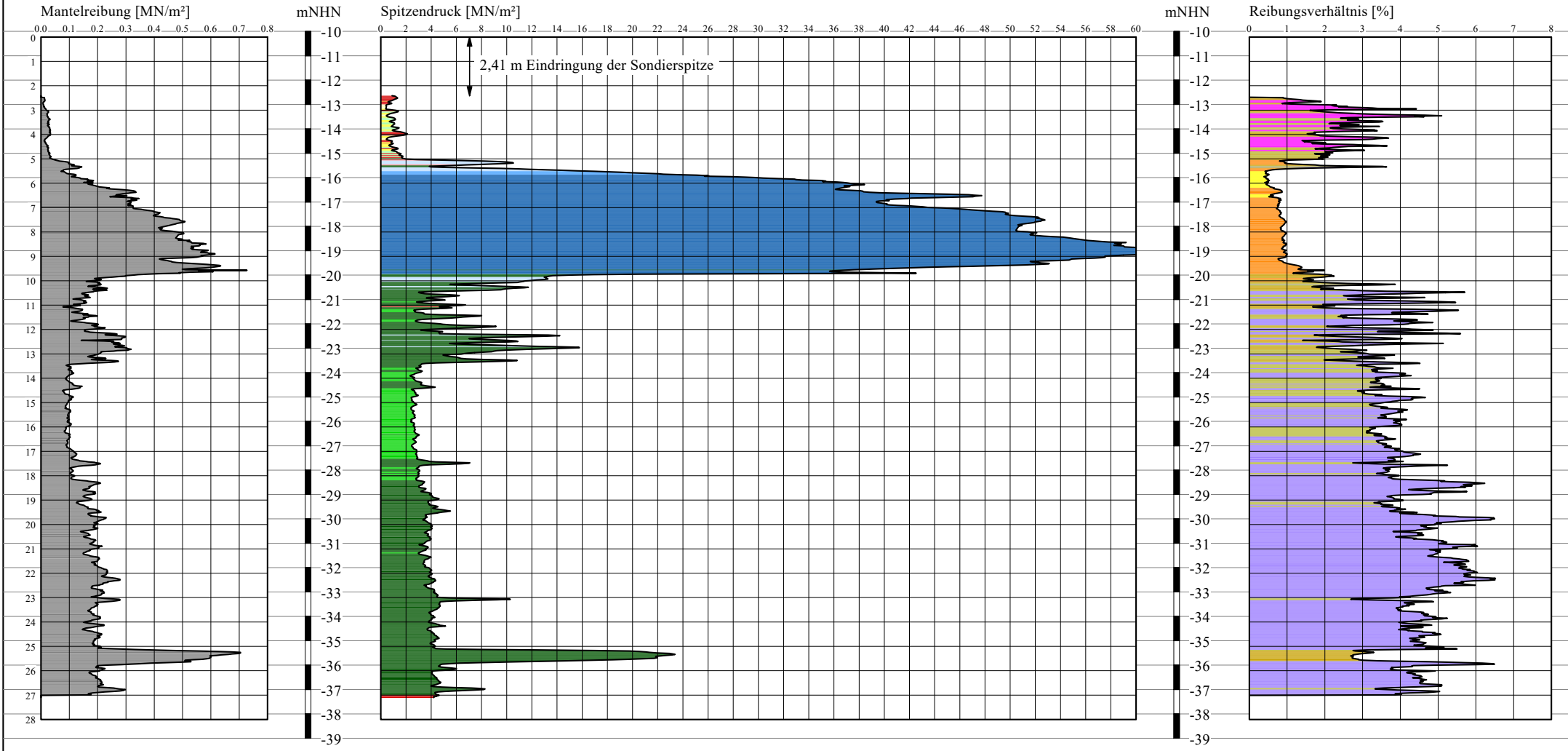
Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 11/18 vom 22.11.2018  
 durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

---

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2	Anlagen-Nr.: 3.12
----------------------------	-------------------

# CPT-W 12/18

-10,23 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

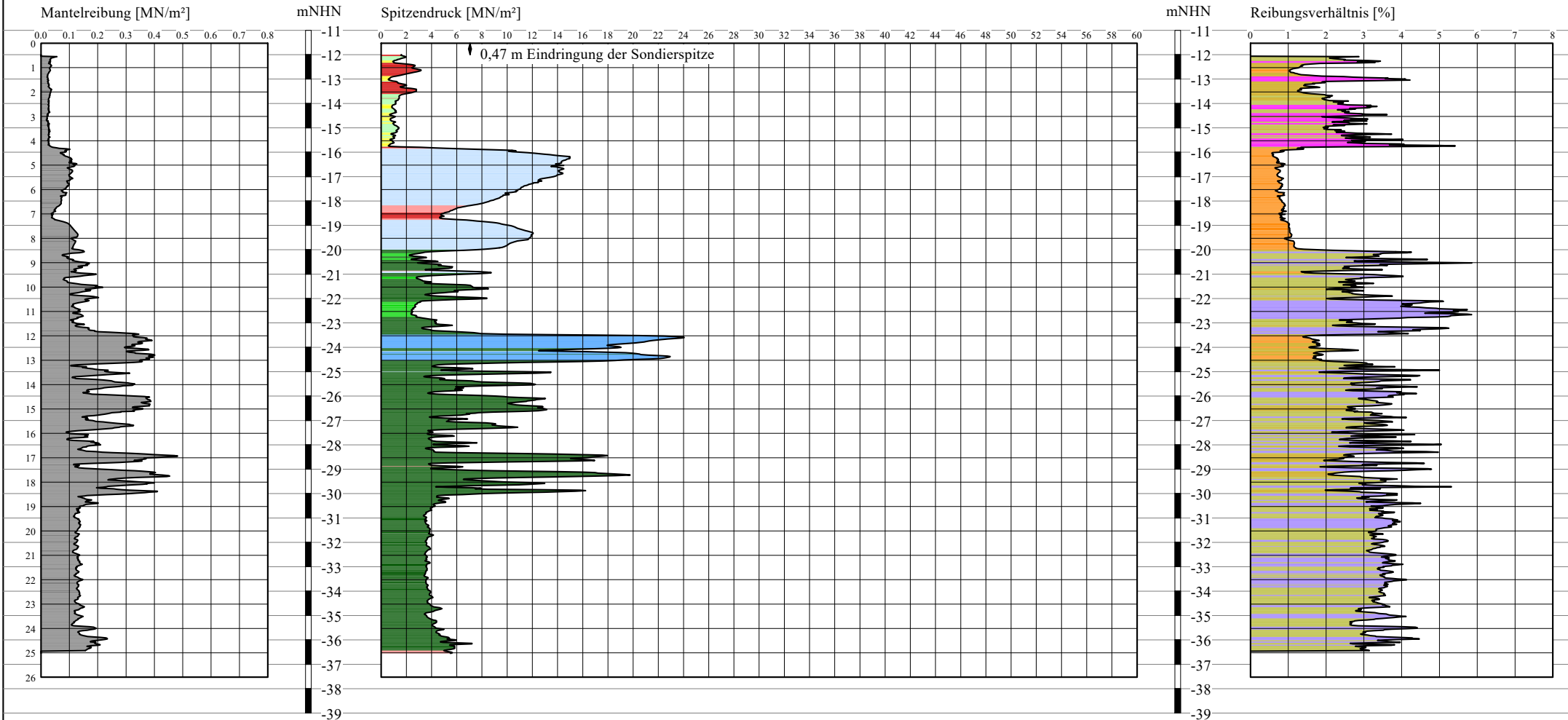
**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 12/18 vom 22.11.2018  
 durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2	Anlagen-Nr.: 3.13
----------------------------	-------------------

# CPT-W 23/18

-11,53 mNHN



**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 23/18 vom 04.12.2018  
durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

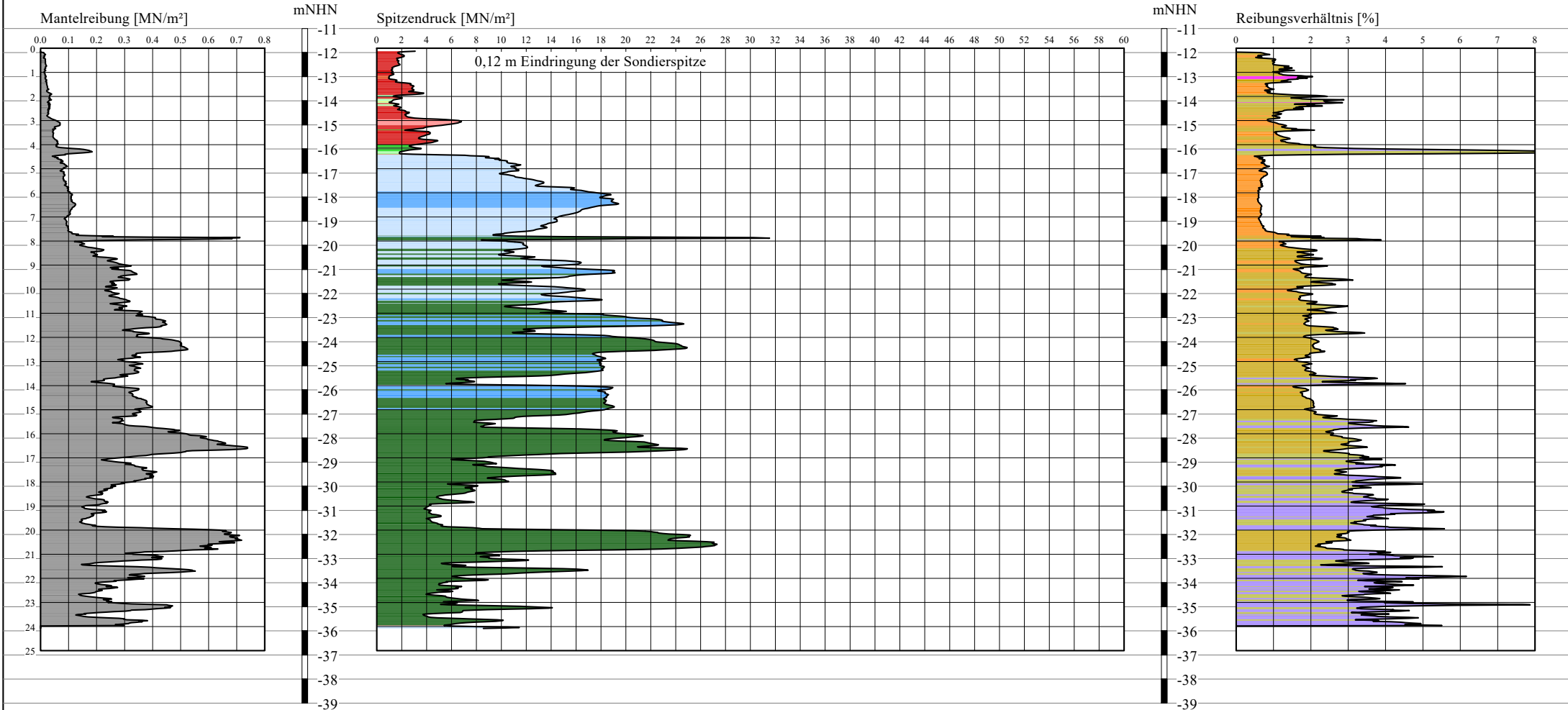
Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 3.14

Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

# CPT-W 24/18

-11,82 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH  
Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover  
Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

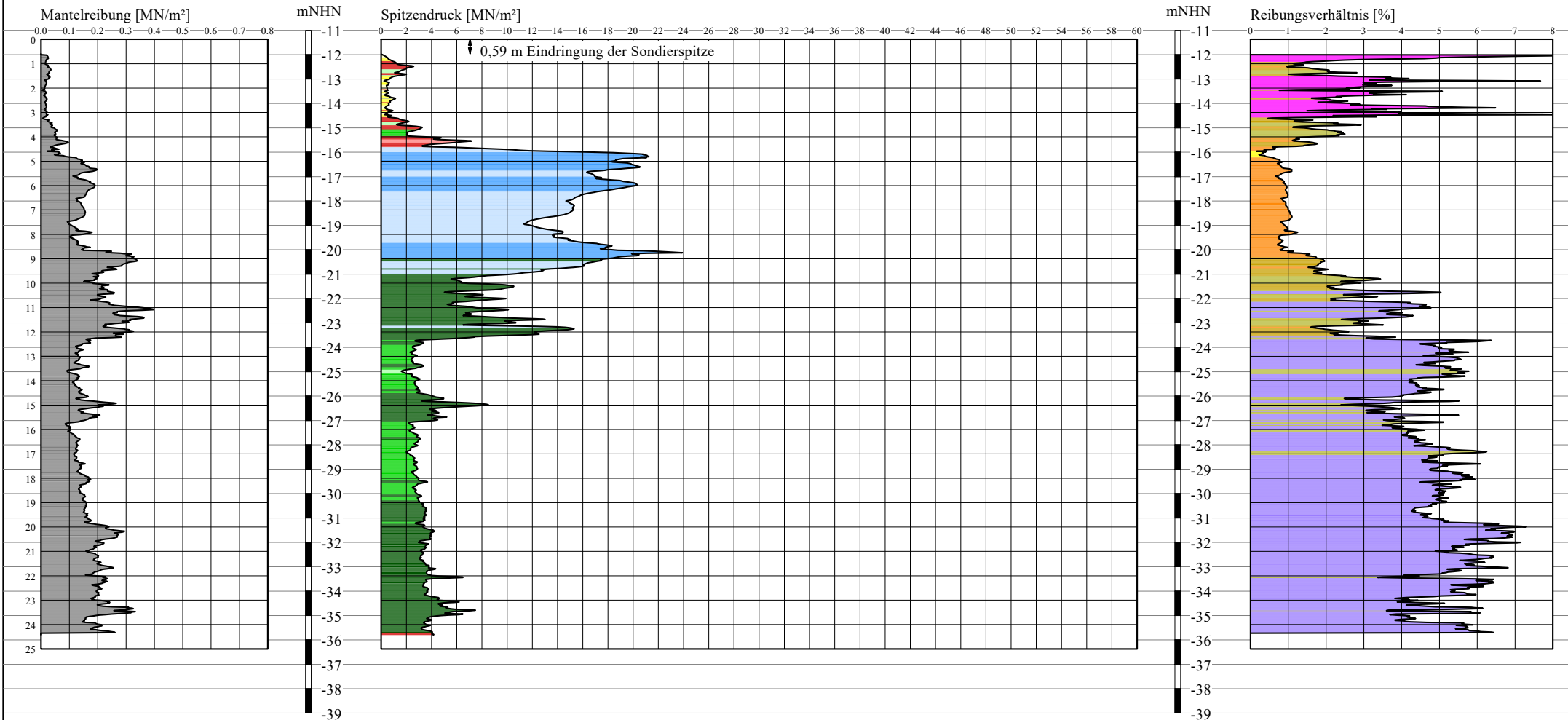
Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 24/18 vom 03.12.2018  
durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 3.15

# CPT-W 25/18

-11,37 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

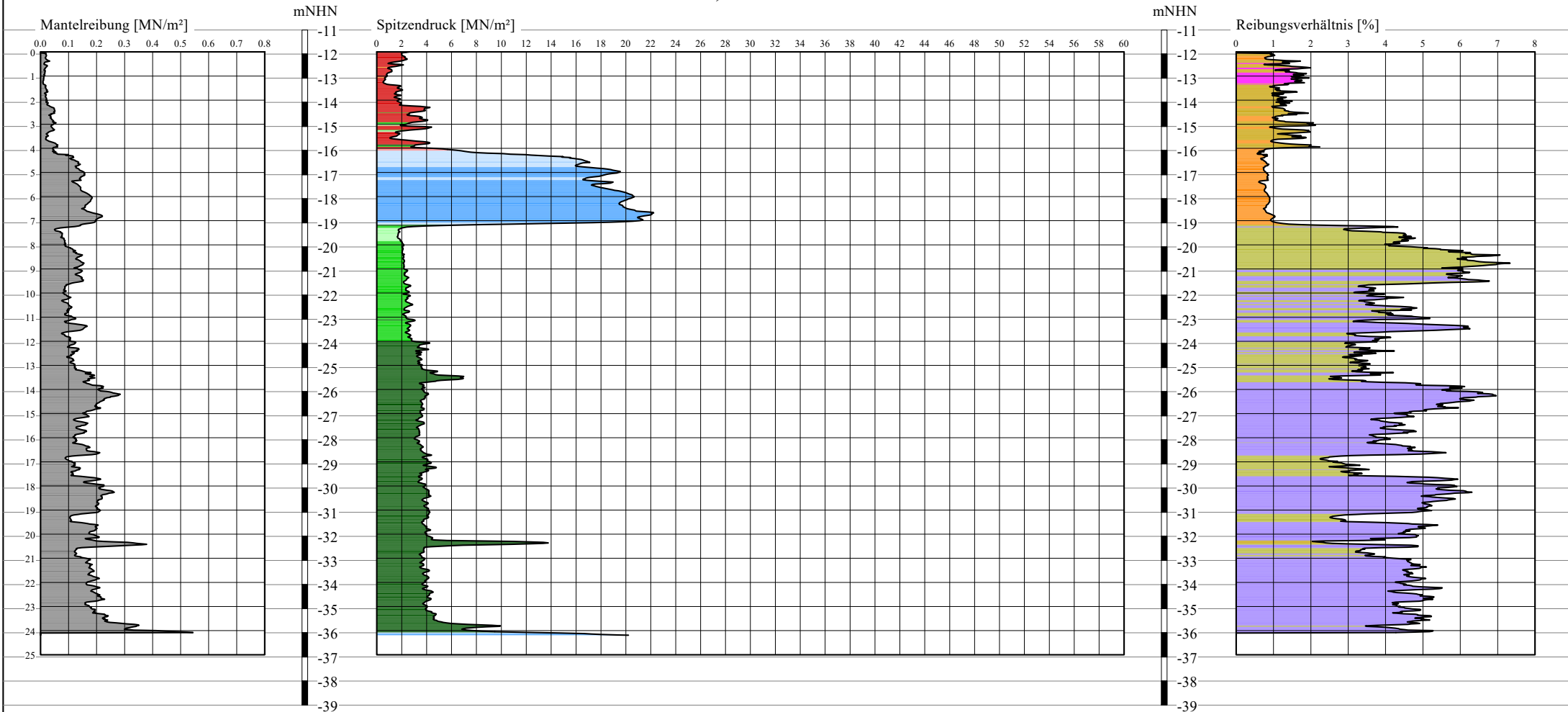
Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 25/18 vom 03.12.2018  
durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 3.16

# CPT-W 26/18

-11,91 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 26/18 vom 30.11.2018  
 durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

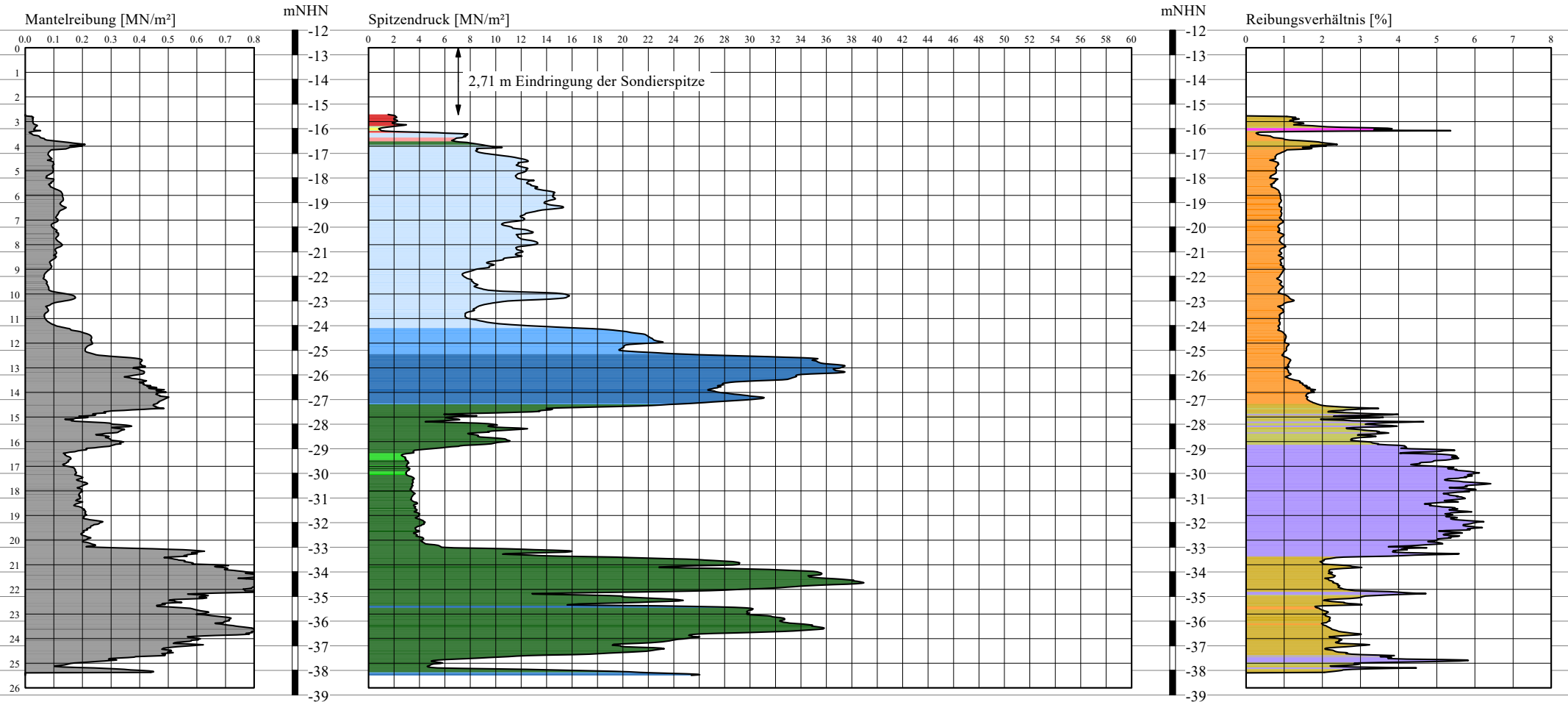
Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 3.17



# CPT-W 27/18

-12,71 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

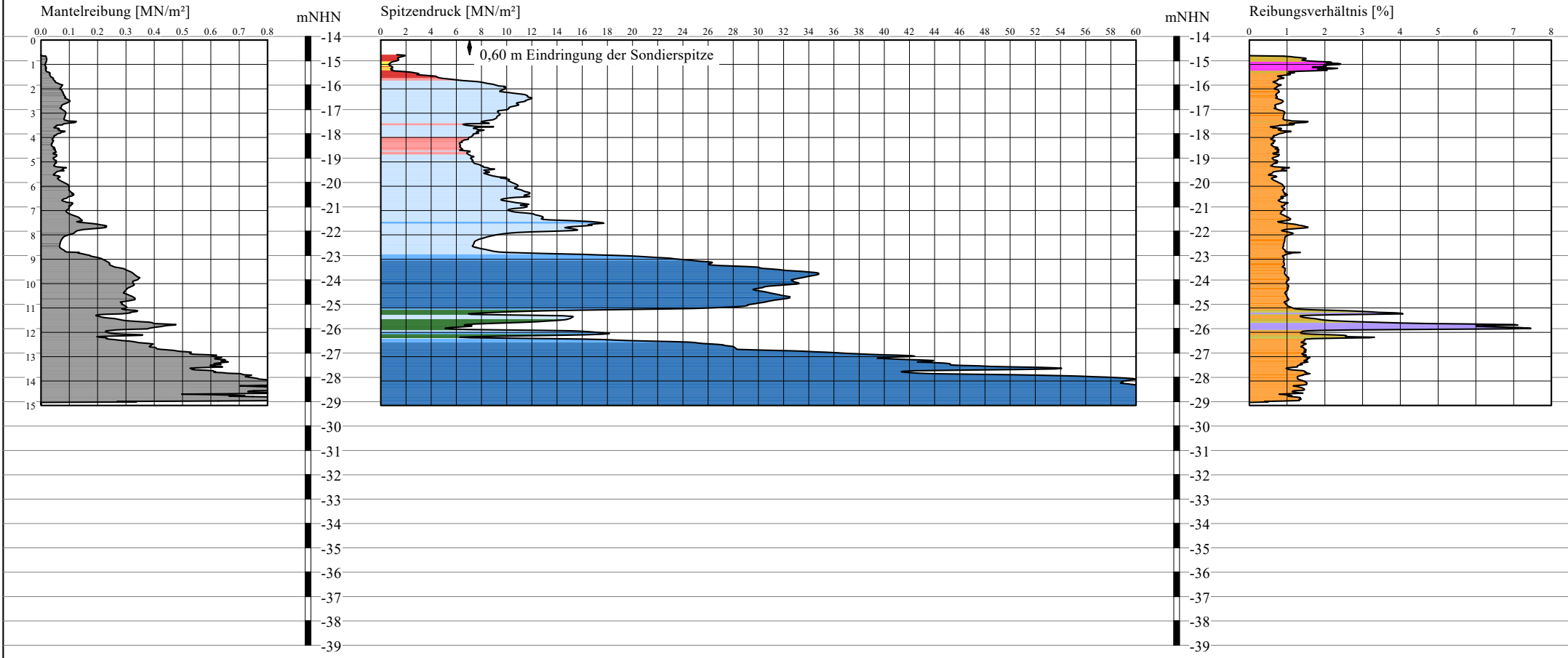
**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 27/18 vom 29.11.2018  
 durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2	Anlagen-Nr.: 3.18
----------------------------	-------------------

# CPT-W 28/18

-14,15 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

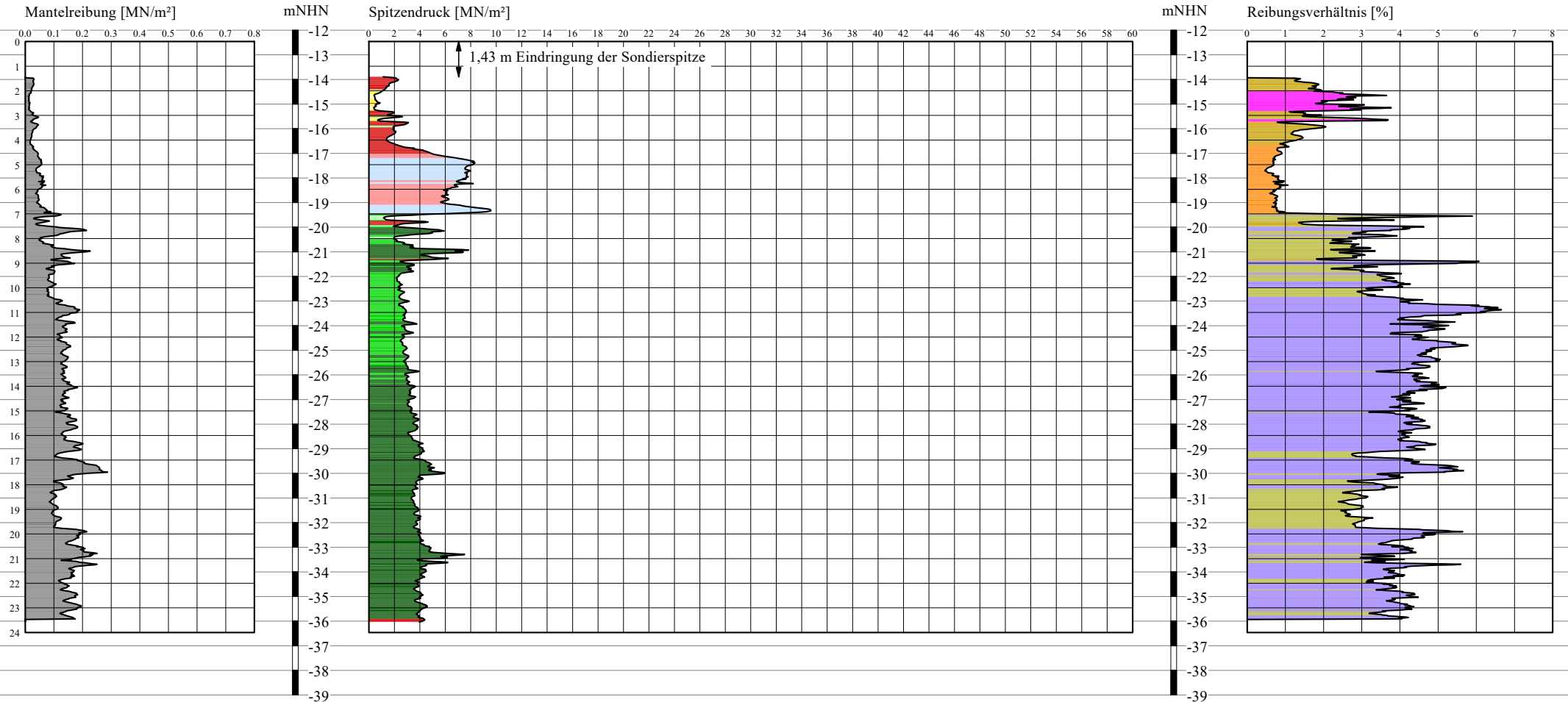
**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 28/18 vom 29.11.2018  
 durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2	Anlagen-Nr.: 3.19
----------------------------	-------------------

# CPT-W 29/18

-12,46 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

## RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

## bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven

### Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

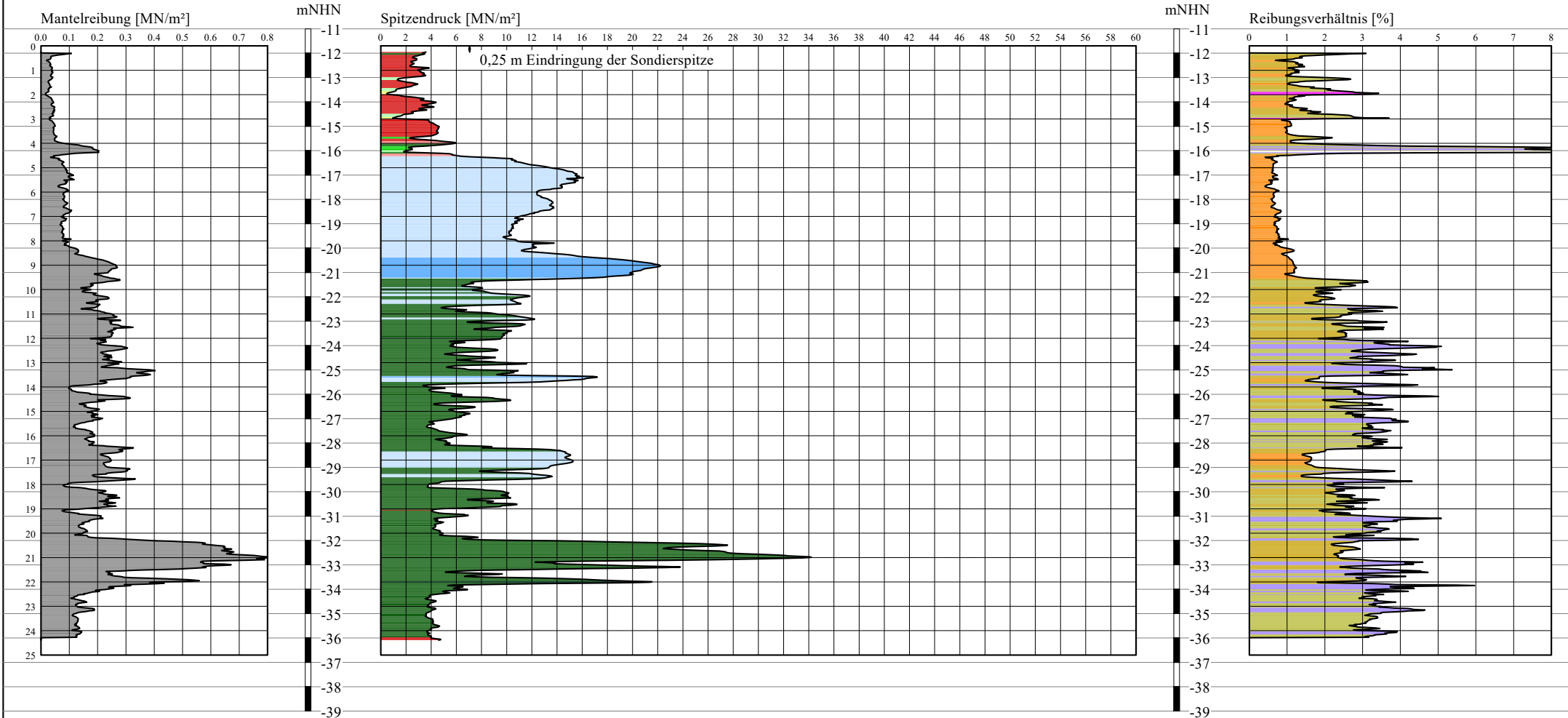
Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 29/18 vom 06.12.2018  
durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 3.20

# CPT-W 30/18

-11,70 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

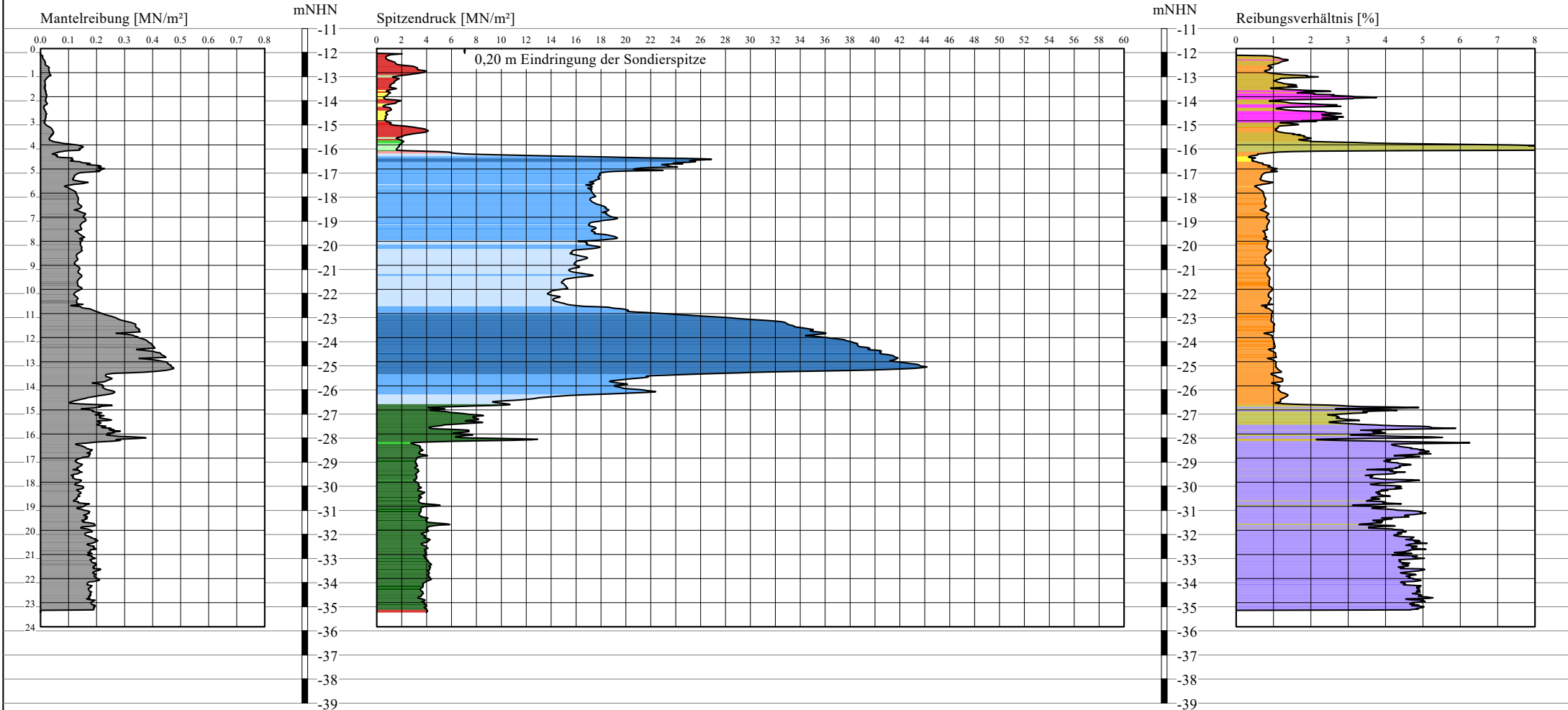
**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 30/18 vom 04.12.2018  
 durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2	Anlagen-Nr.: 3.21
----------------------------	-------------------

# CPT-W 31/18

-11,83 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

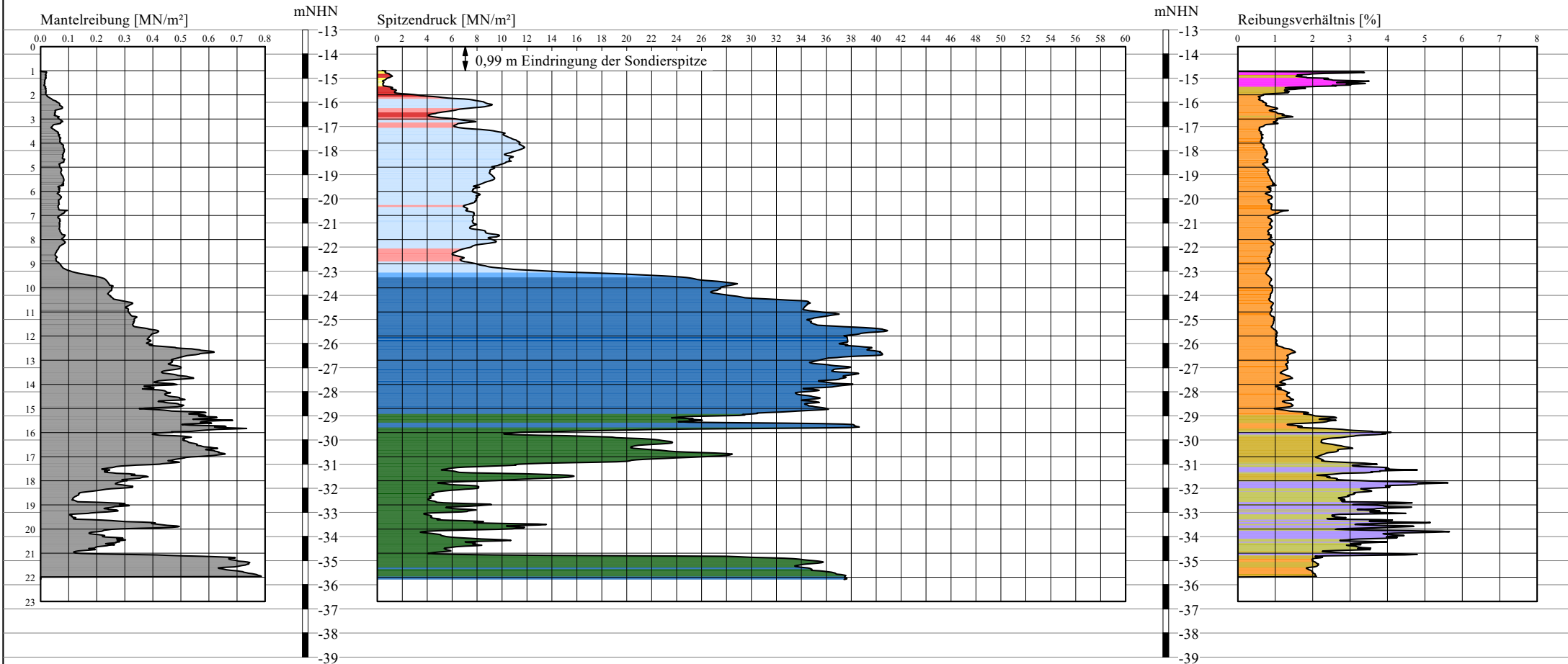
**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 31/18 vom 06.12.2018  
 durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2	Anlagen-Nr.: 3.22
----------------------------	-------------------

# CPT-W 32/18

-13,69 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

## RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

## bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven

### Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

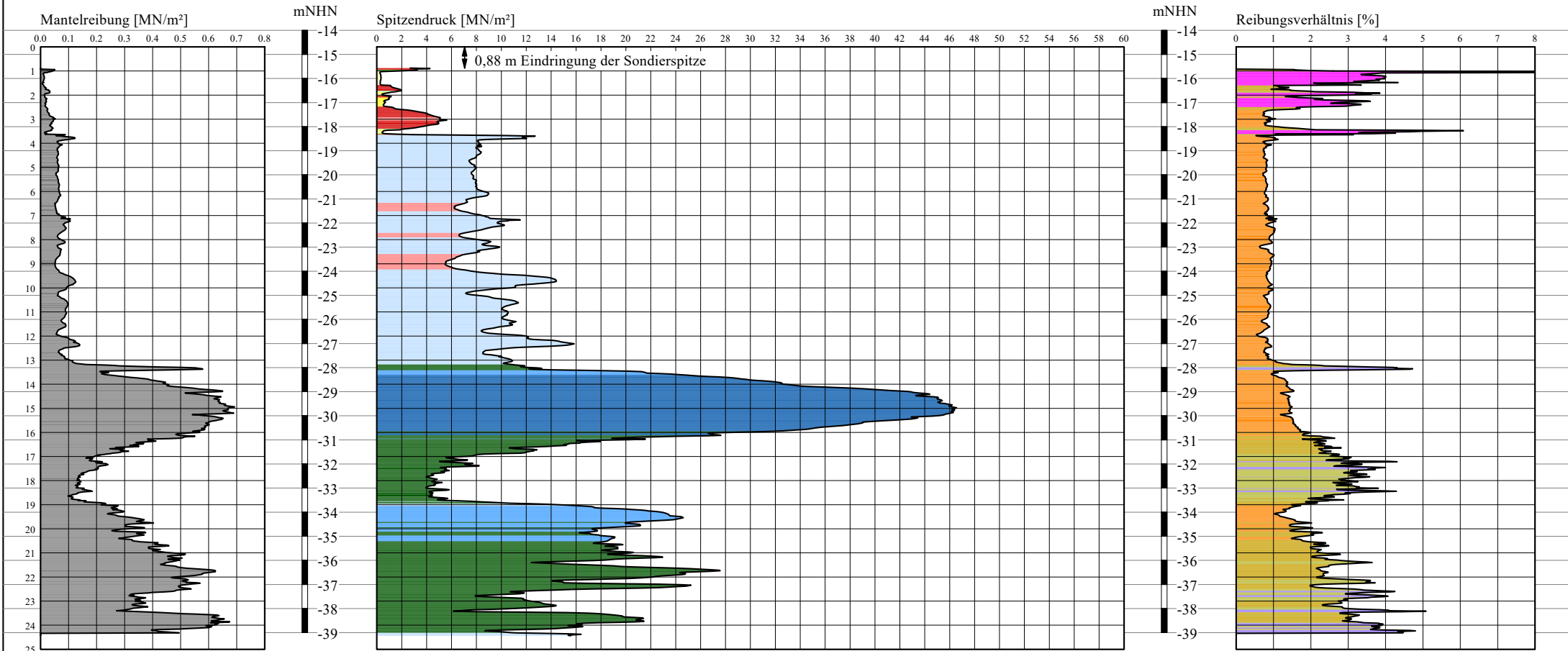
Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 32/18 vom 05.12.2018  
durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 3.23

# CPT-W 33/18

-14,69 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ergebnisse der Drucksondierung CPT-W 33/18 vom 05.12.2018  
 durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2	Anlagen-Nr.: 3.24
----------------------------	-------------------

# CPT 3/13

-12,58 mNHN

mNHN

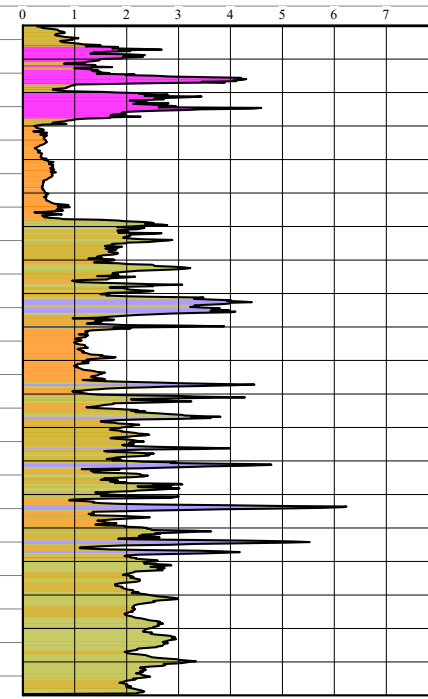
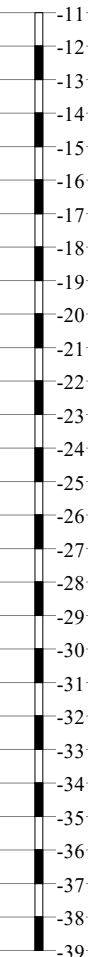
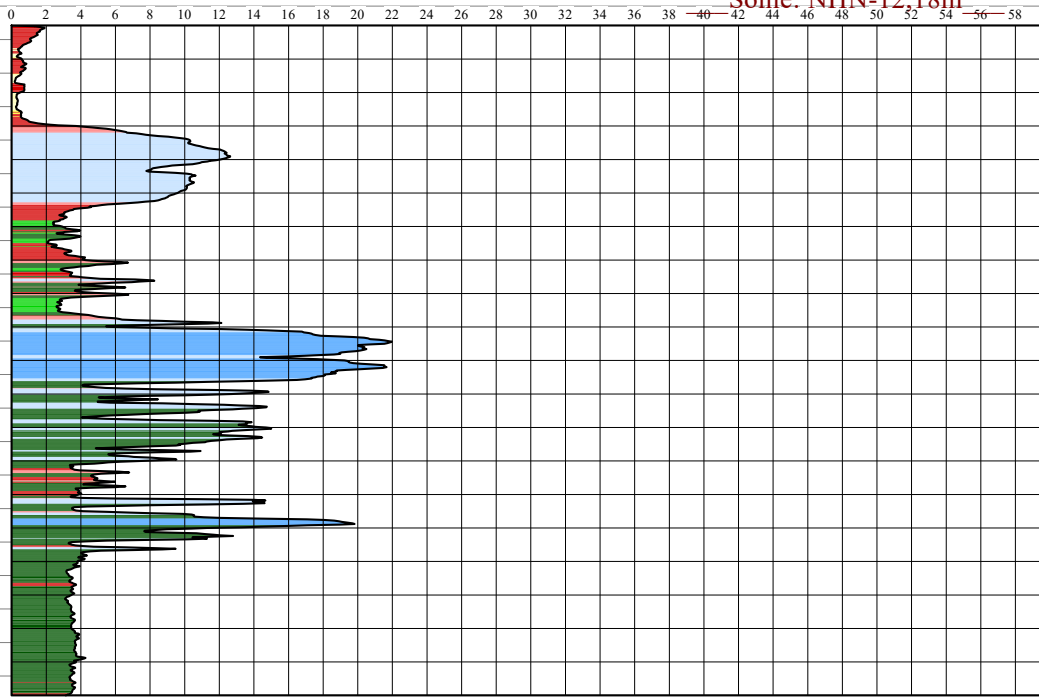
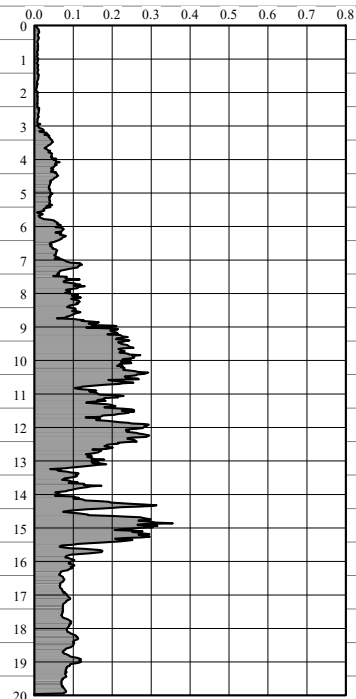
mNHN

Mantelreibung [MN/m<sup>2</sup>]

Spitzendruck [MN/m<sup>2</sup>]

Sohle: NHN-12,18m

Reibungsverhältnis [%]



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

## RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

## bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven

### Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ergebnisse der Drucksondierung CPT 3/13 aus dem Jahr 2013  
durchgeführt von der Keller Grundbau GmbH, Bad Fallingbostel

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 3.25



# CPT 5/13

-12,32 mNHN

mNHN

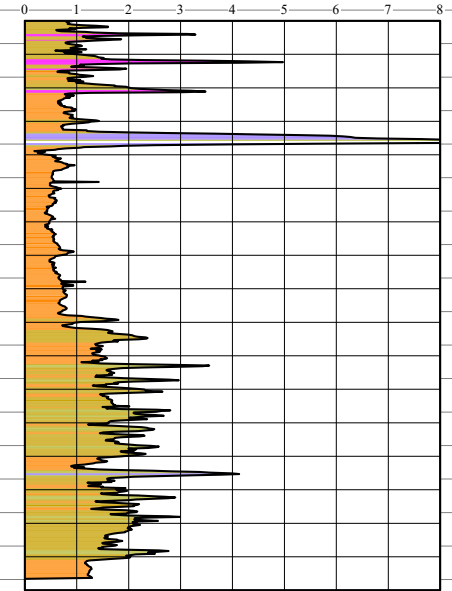
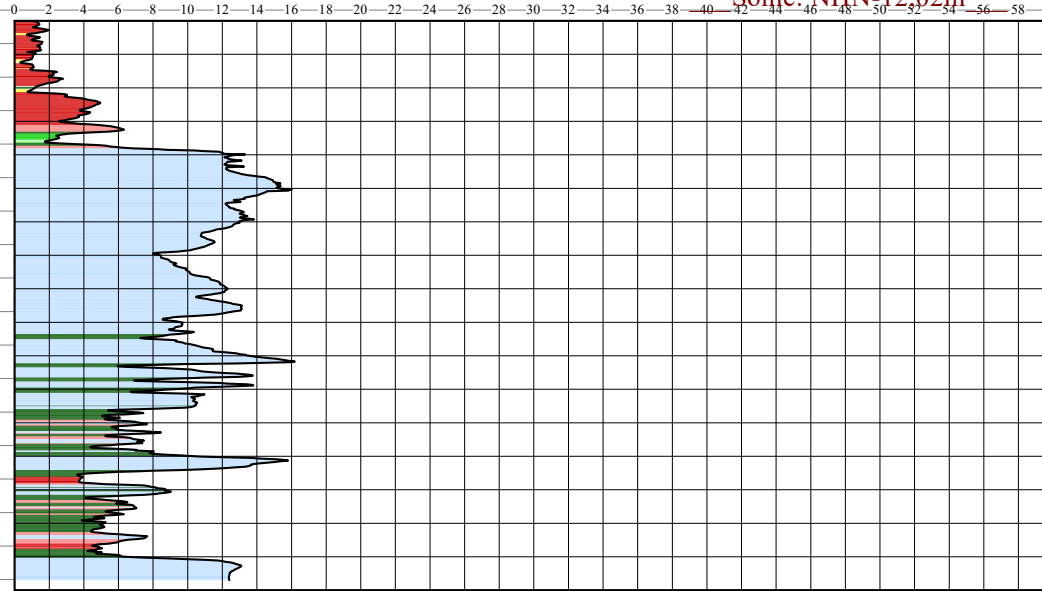
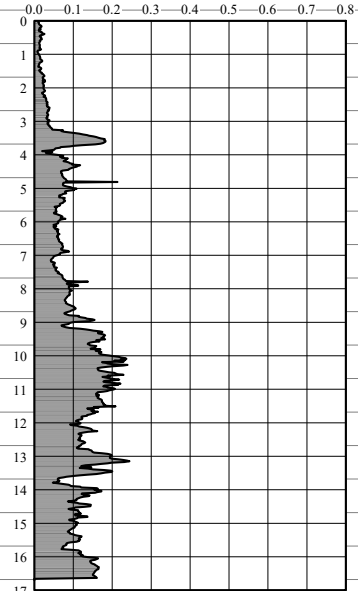
mNHN

Mantelreibung [MN/m<sup>2</sup>]

Spitzendruck [MN/m<sup>2</sup>]

Sohle: **NHN-12,02m**

Reibungsverhältnis [%]



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ergebnisse der Drucksondierung CPT 5/13 aus dem Jahr 2013  
durchgeführt von der Keller Grundbau GmbH, Bad Fallingbostel

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 3.26

# CPT 7/13

-12,58 mNHN

mNHN

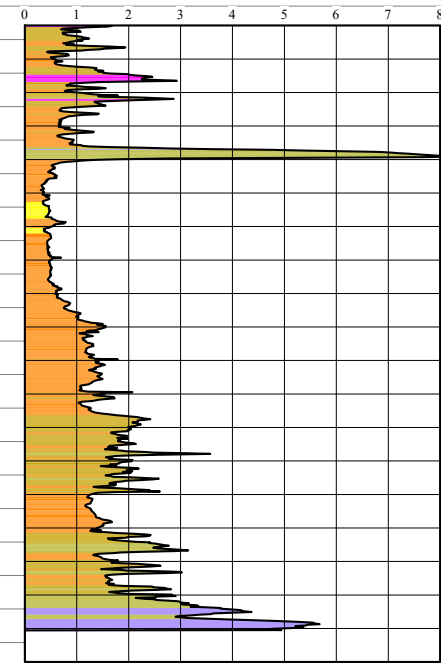
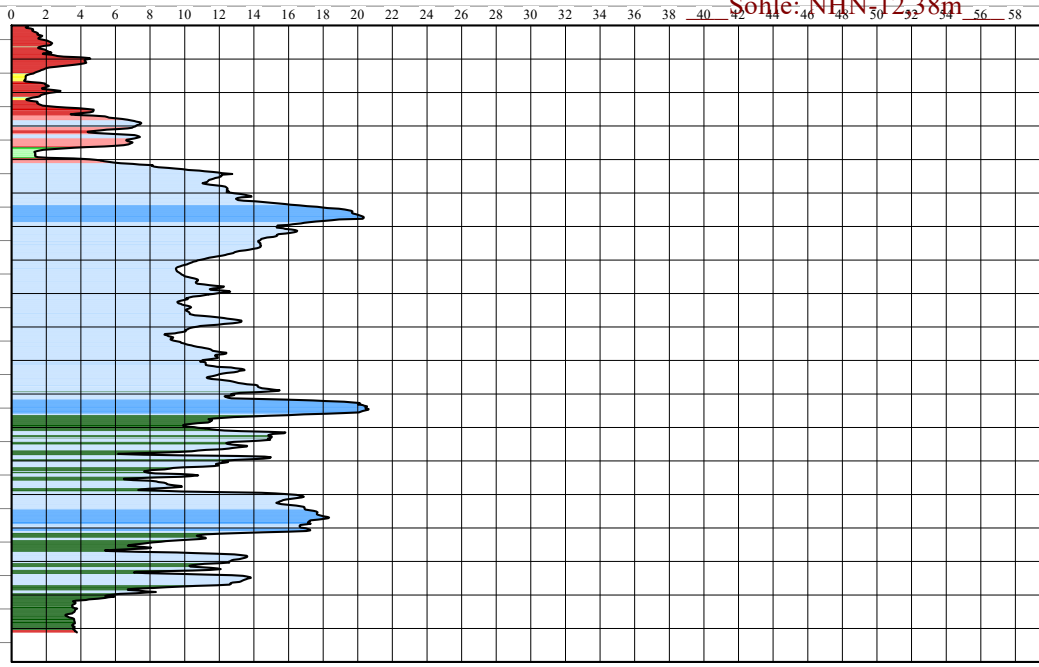
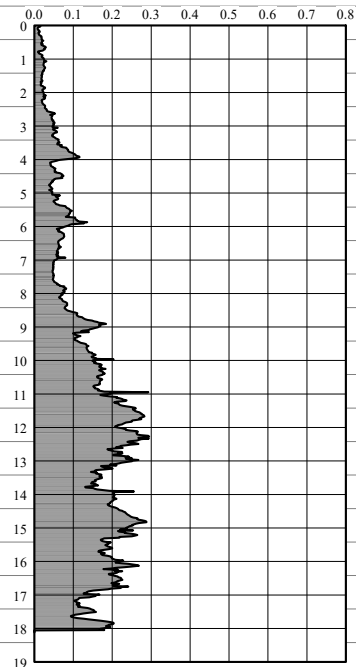
mNHN

Mantelreibung [MN/m<sup>2</sup>]

Spitzendruck [MN/m<sup>2</sup>]

Sohle: ~~NHN~~ 12,38m

Reibungsverhältnis [%]



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

## RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

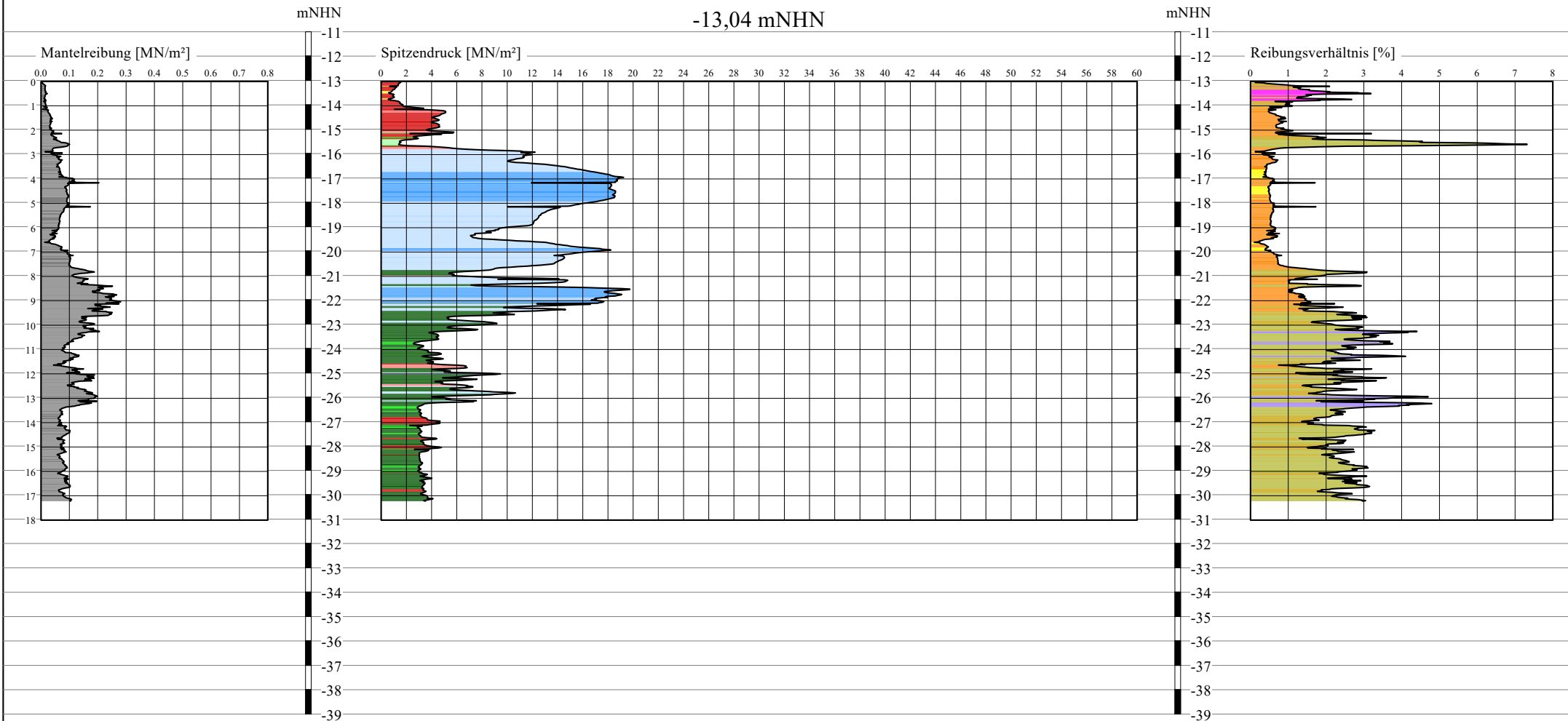
bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ergebnisse der Drucksondierung CPT 7/13 aus dem Jahr 2013  
durchgeführt von der Keller Grundbau GmbH, Bad Fallingbostel

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 3.27

CPT 9/13  
-13,04 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ergebnisse der Drucksondierung CPT 9/13 aus dem Jahr 2013  
durchgeführt von der Keller Grundbau GmbH, Bad Fallingbostel

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 3.28

# CPT 11/13

-13,41 mNHN

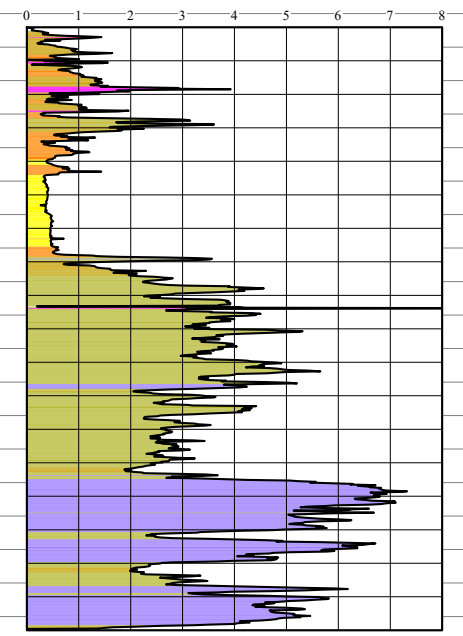
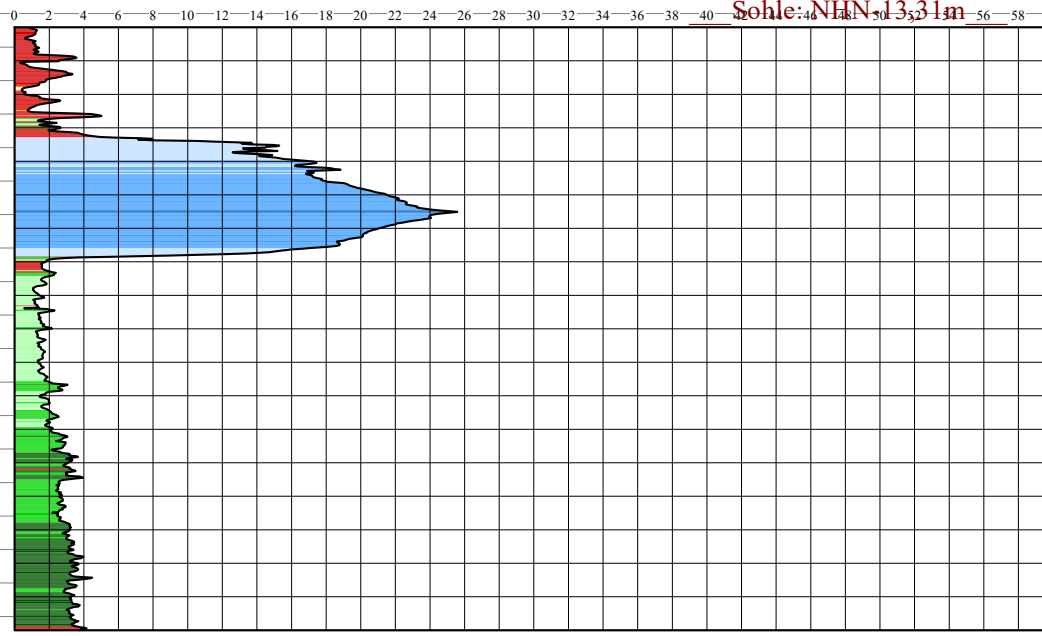
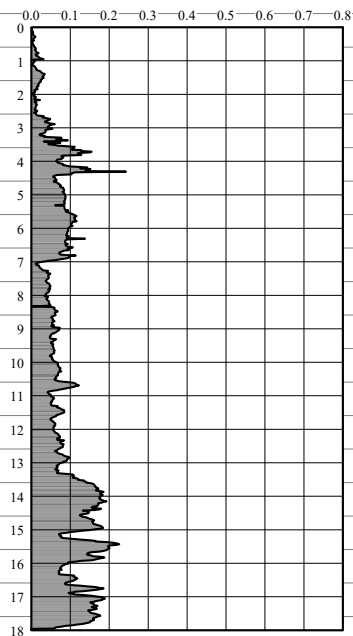
mNHN

mNHN

Mantelreibung [MN/m<sup>2</sup>]

Spitzendruck [MN/m<sup>2</sup>]

Reibungsverhältnis [%]



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

## RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

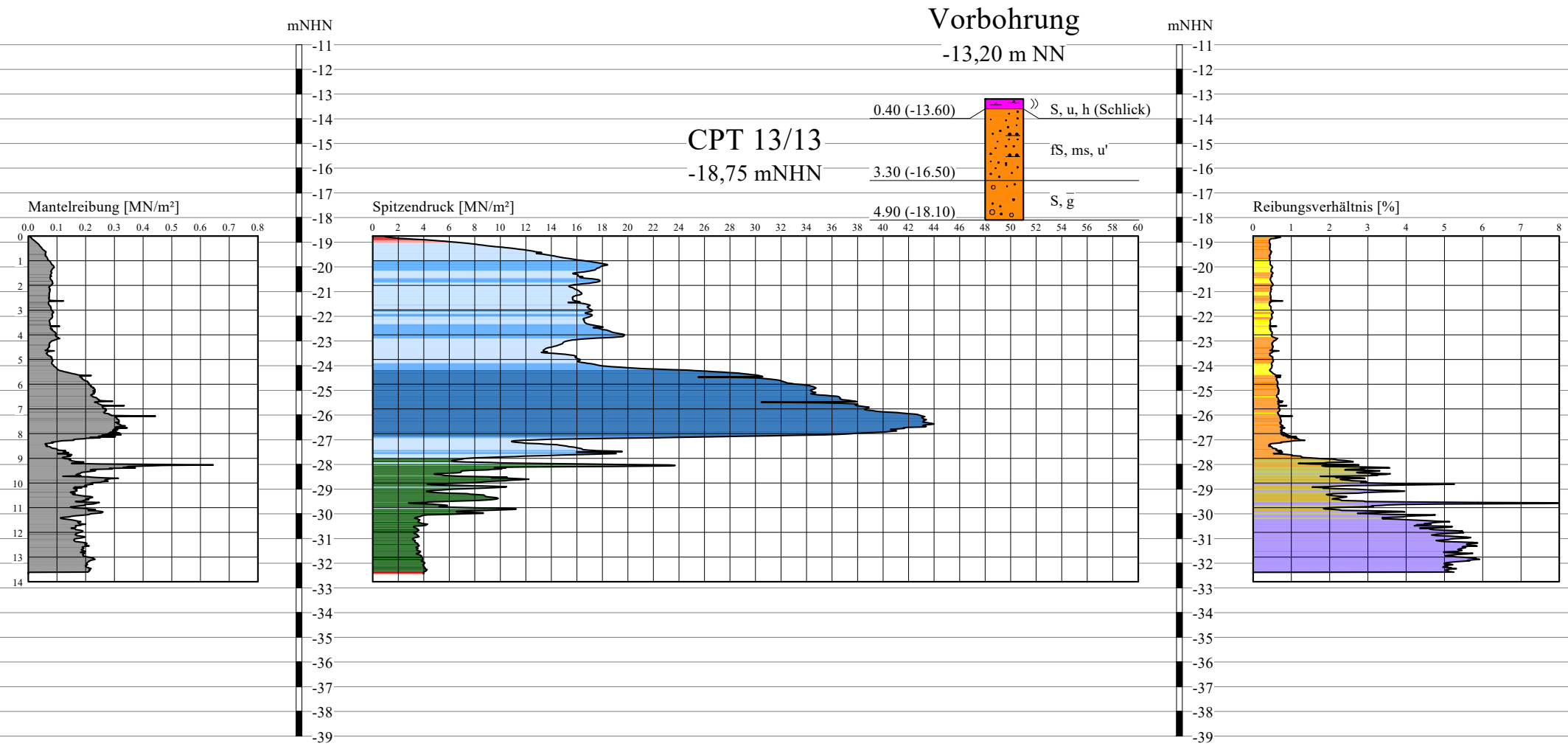
Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ergebnisse der Drucksondierung CPT 11/13 aus dem Jahr 2013  
durchgeführt von der Keller Grundbau GmbH, Bad Fallingbostel

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 3.29



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ergebnisse der Drucksondierung CPT 13/13 aus dem Jahr 2013  
 durchgeführt von der Keller Grundbau GmbH, Bad Fallingbostel

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2	Anlagen-Nr.: 3.30
----------------------------	-------------------

# CPT 15/13

-14,33 mNHN

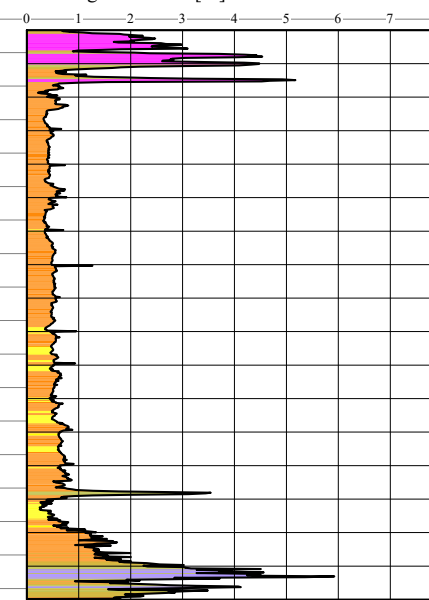
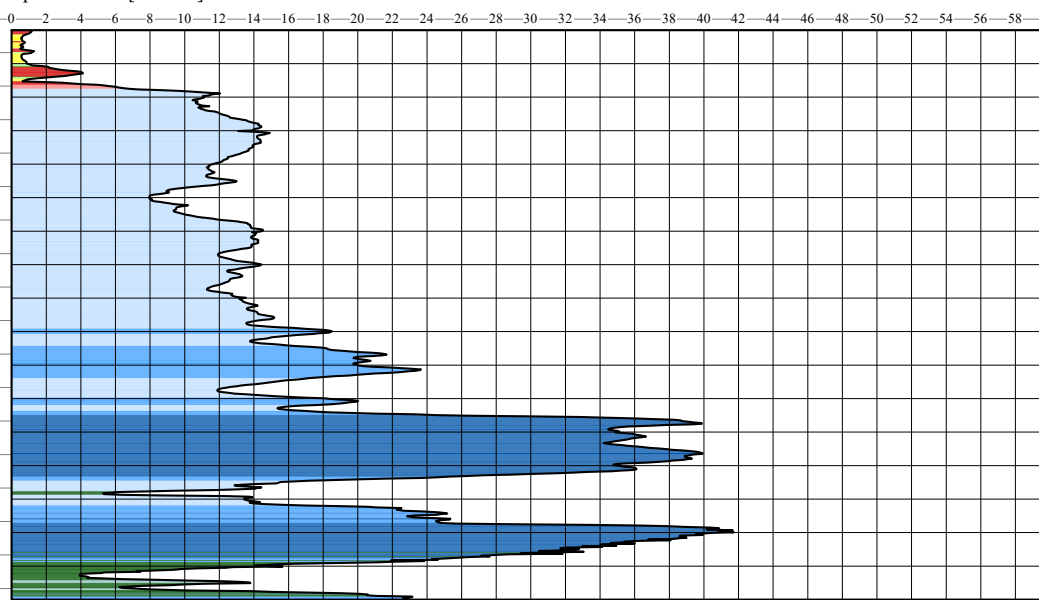
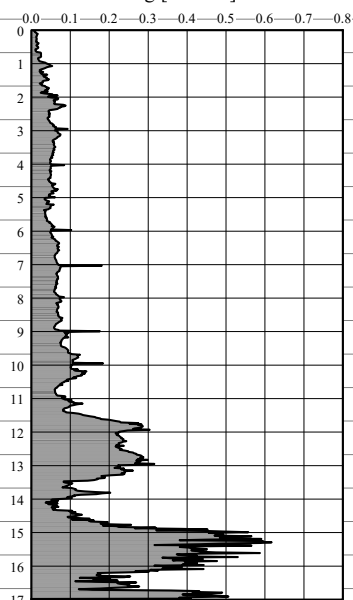
mNHN

mNHN

Mantelreibung [MN/m<sup>2</sup>]

Spitzendruck [MN/m<sup>2</sup>]

Reibungsverhältnis [%]



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

## RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

## bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven

### Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ergebnisse der Drucksondierung CPT 15/13 aus dem Jahr 2013  
durchgeführt von der Keller Grundbau GmbH, Bad Fallingbostel

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 3.31

# CPT 17/13

-14,31 mNHN

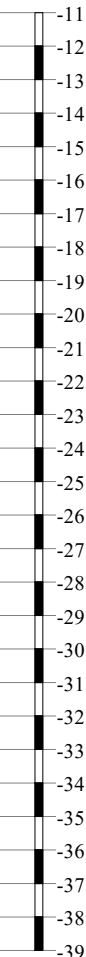
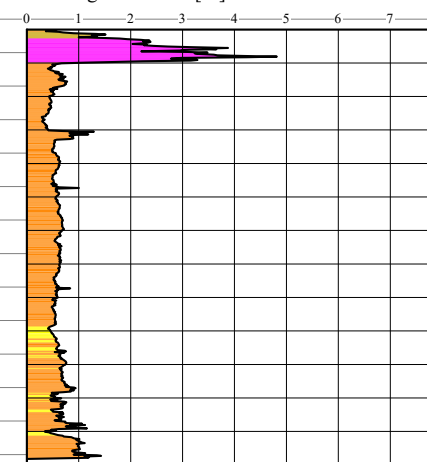
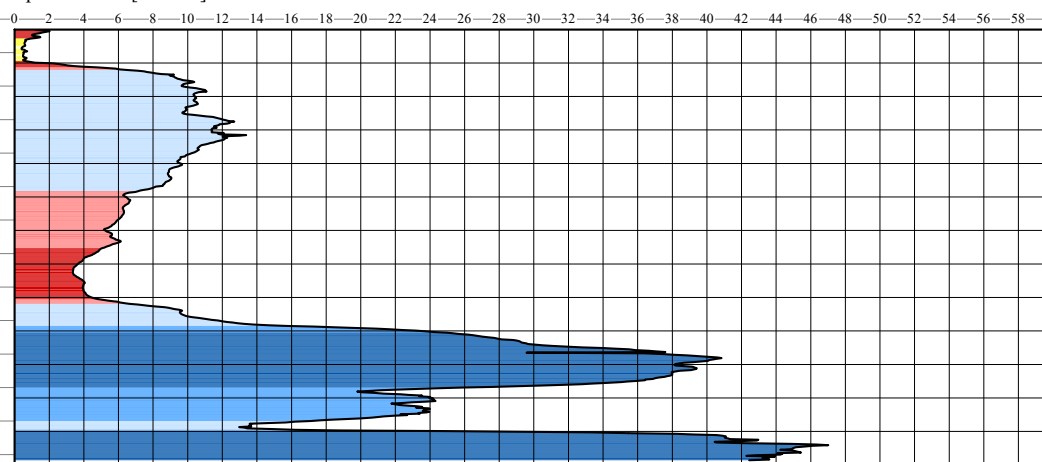
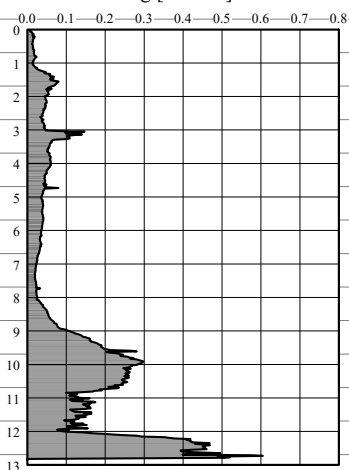
mNHN

mNHN

Mantelreibung [MN/m<sup>2</sup>]

Spitzendruck [MN/m<sup>2</sup>]

Reibungsverhältnis [%]



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

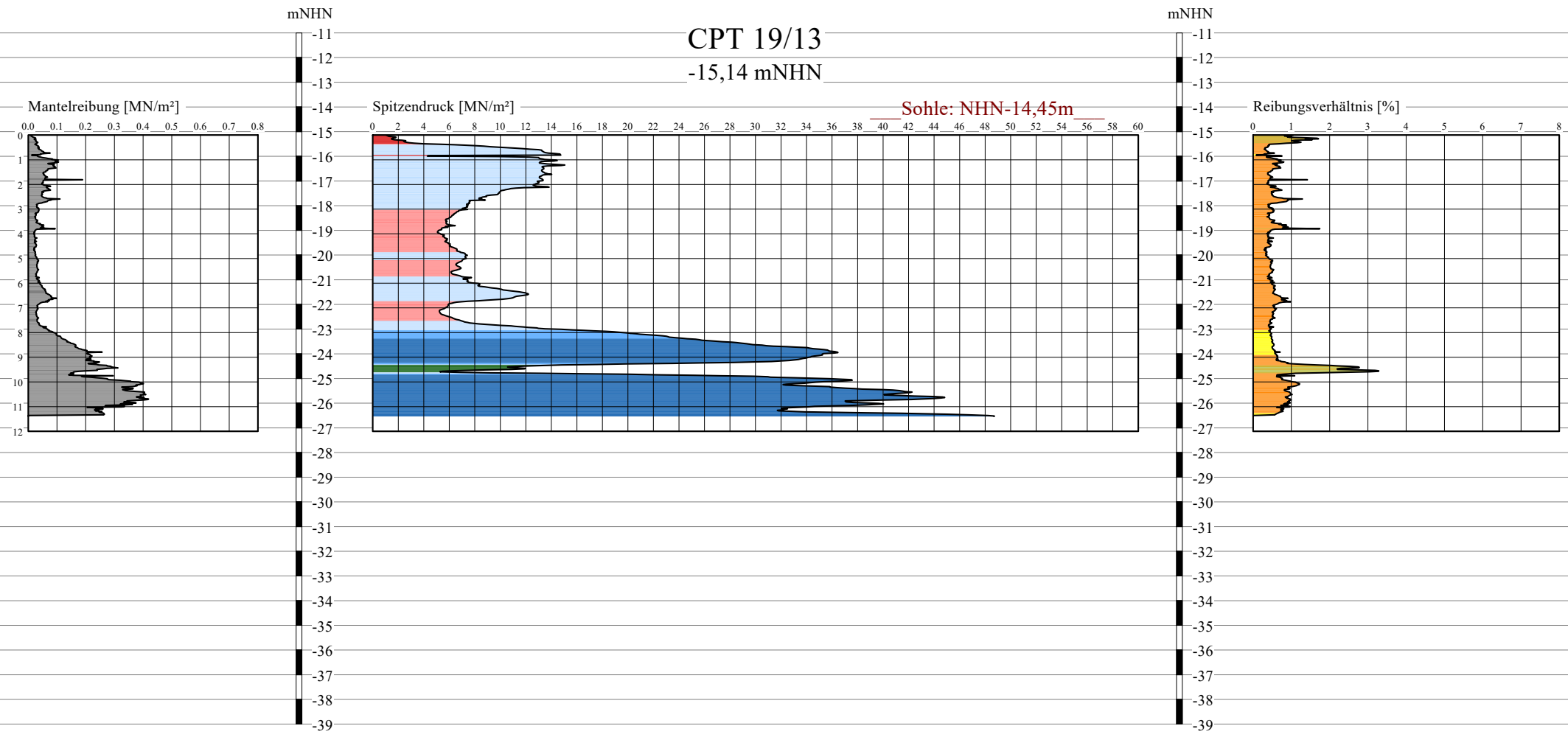
Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ergebnisse der Drucksondierung CPT 17/13 aus dem Jahr 2013  
durchgeführt von der Keller Grundbau GmbH, Bad Fallingbostel

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 3.32



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

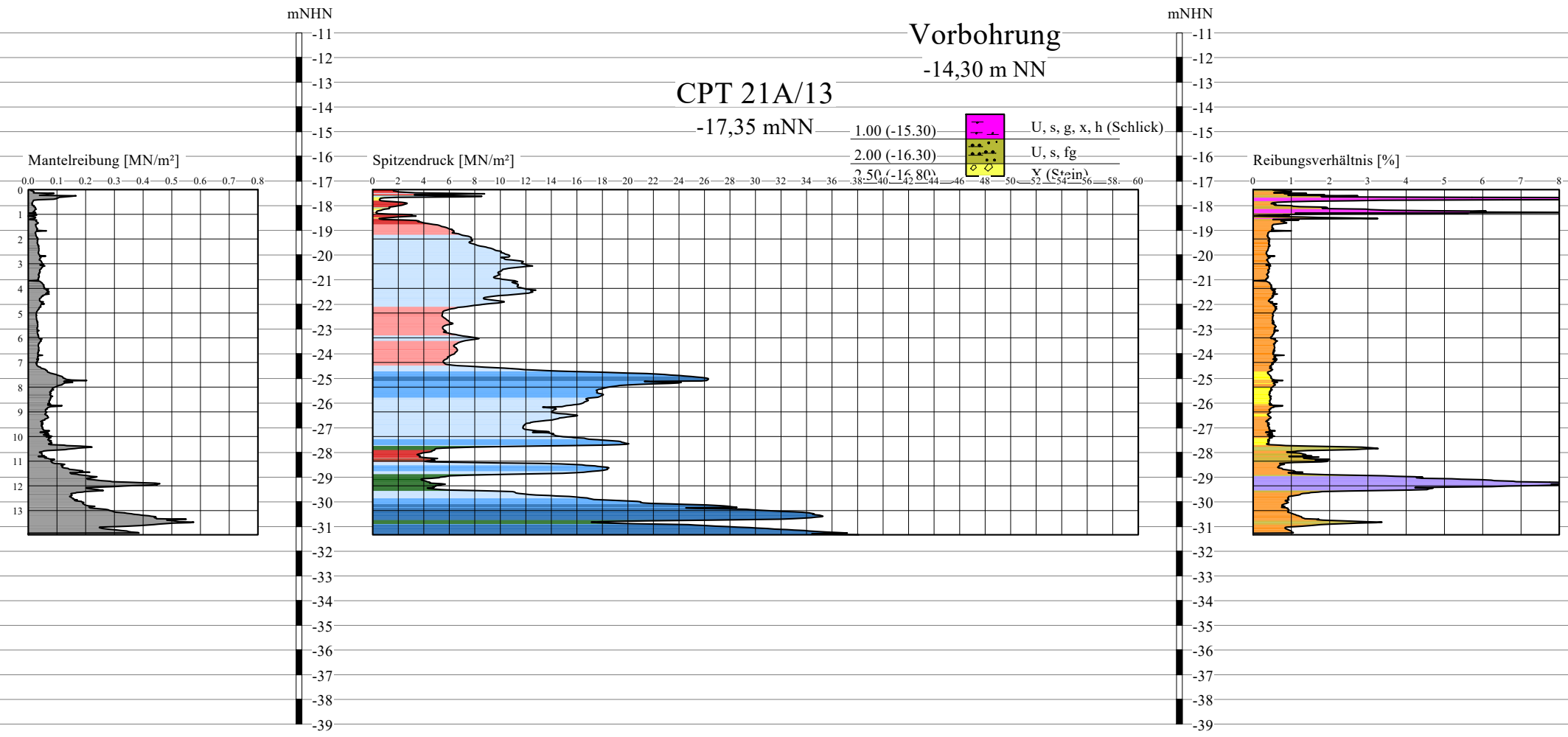
**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ergebnisse der Drucksondierung CPT 19/13 aus dem Jahr 2013  
 durchgeführt von der Keller Grundbau GmbH, Bad Fallingbostel

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2	Anlagen-Nr.: 3.33
----------------------------	-------------------





Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

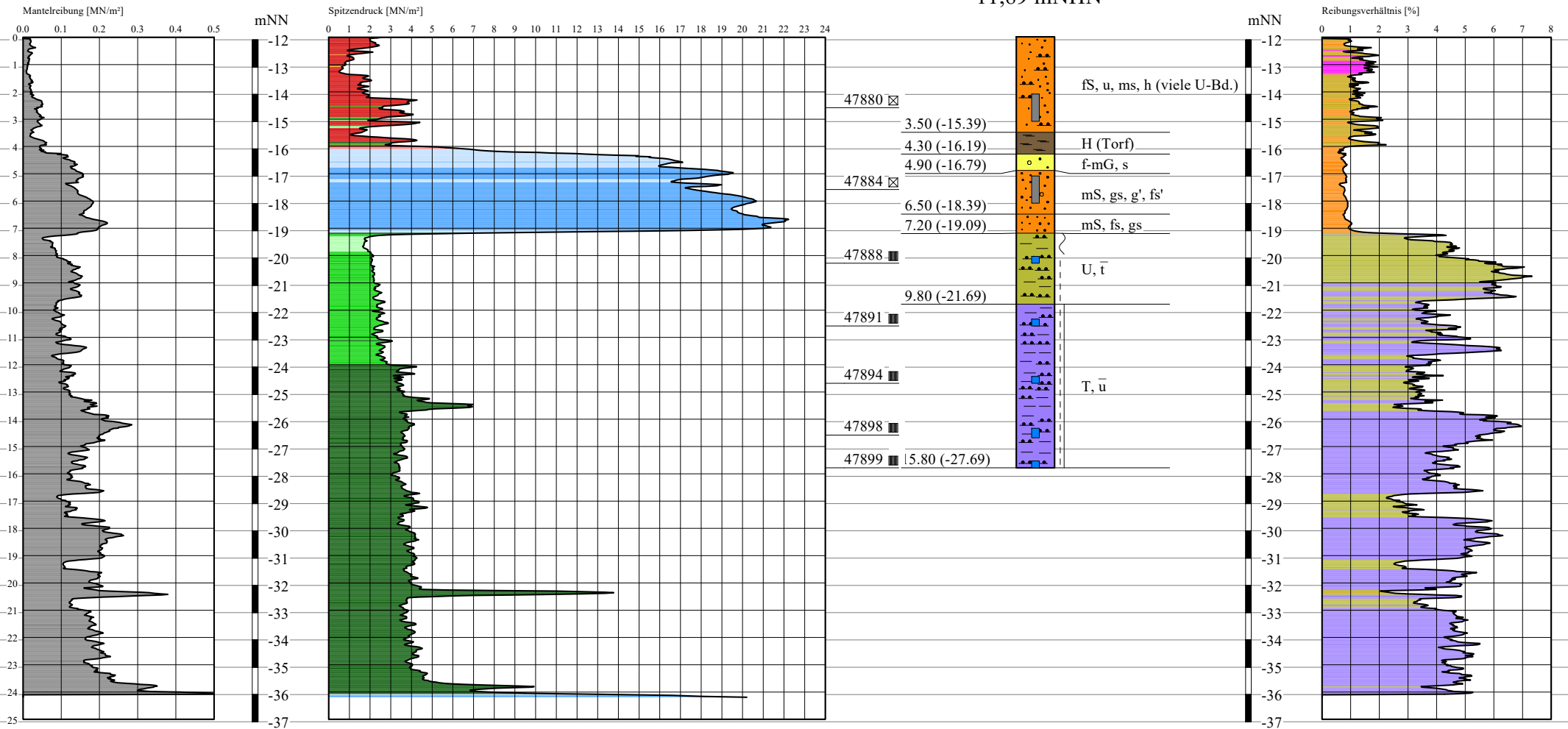
**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ergebnisse der Drucksondierung CPT 21A/13 aus dem Jahr 2013  
 durchgeführt von der Keller Grundbau GmbH, Bad Fallingbostel

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2	Anlagen-Nr.: 3.34
----------------------------	-------------------

CPT-W 26/18  
-11,91 mNN

WB 1/18  
-11,89 mNHN



■ Sonderprobe  
■ Bohrkern

Die Lage der Ansatzpunkte der Baugrund-  
erkundungen ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
**Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven**

Darstellung der Drucksondierung CPT-W 26/18 neben der Bohrung WB 1/18 vom Nov./Dez. 2018  
durchgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal und von der Wilhelm Soltau GmbH, Seevetal

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

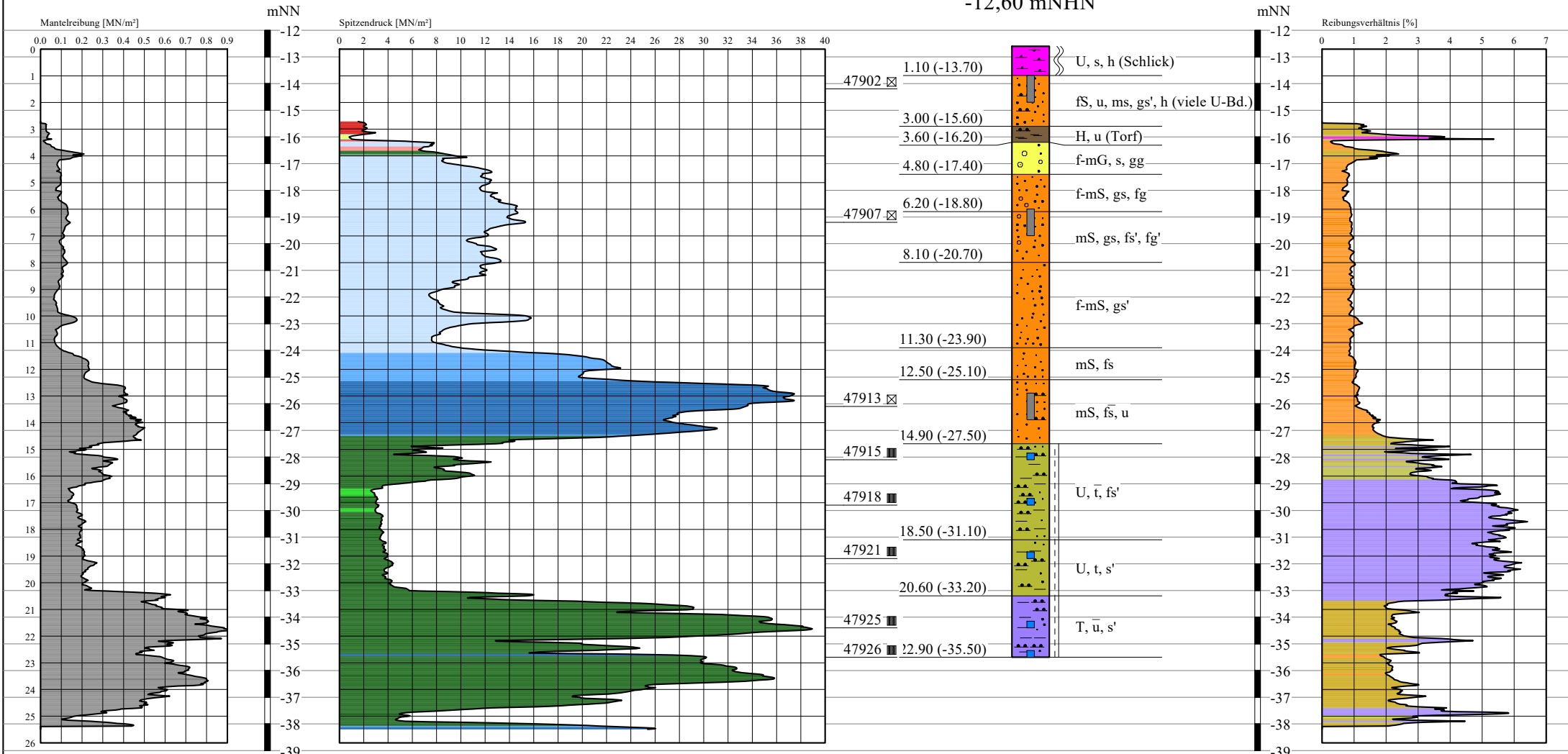
Anlagen-Nr.: 4.1

# CPT-W 27/18

-12,71 mNN

# WB 2/18

-12,60 mNHN



■ Sonderprobe  
■ Bohrkern

Die Lage der Ansatzpunkte der Baugrund-erkundungen ist der Anlage 1 zu entnehmen.

## RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 39  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

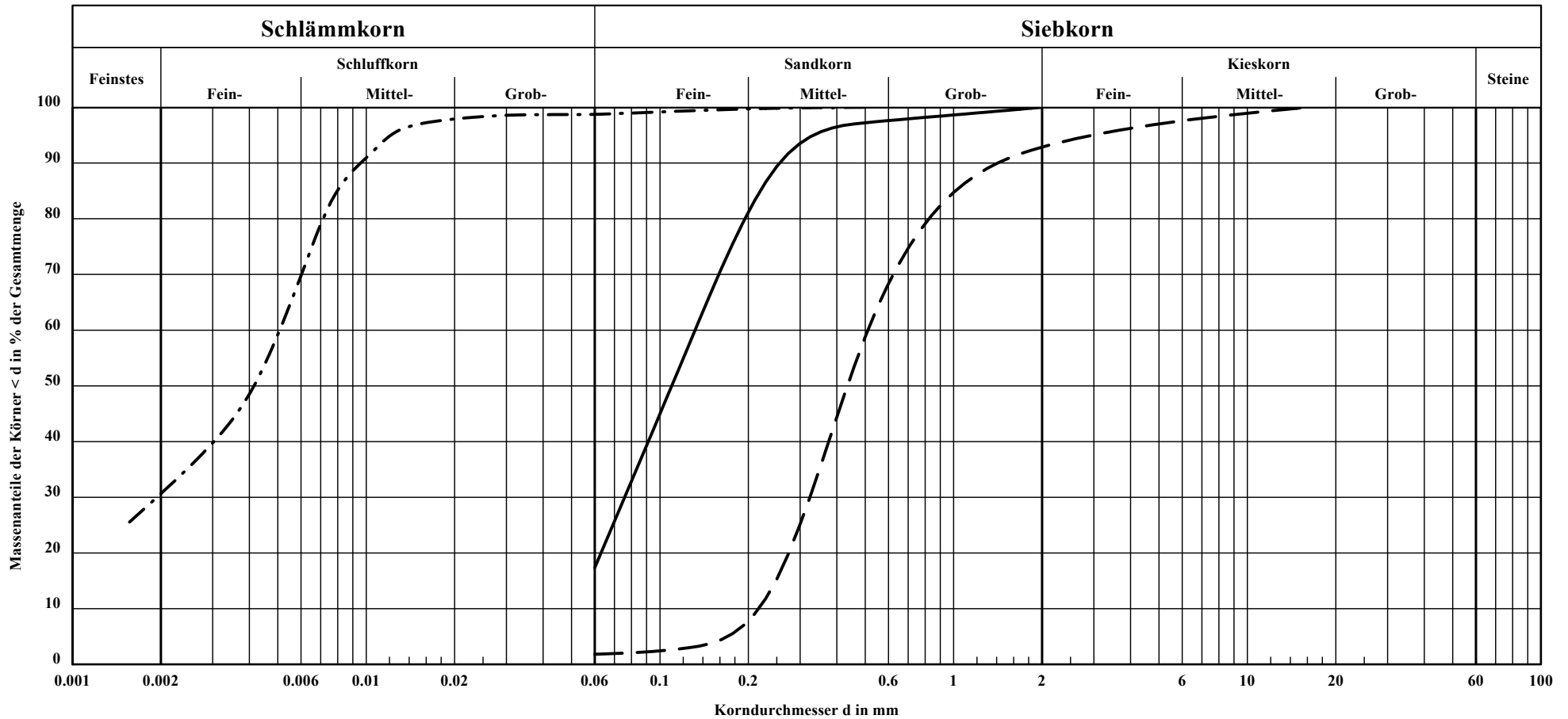
## bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven

### Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Darstellung der Drucksondierung CPT-W 27/18 neben der Bohrung WB 2/18 vom Nov./Dez. 2018 durchgeföhrt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal und von der Wilhelm Soltau GmbH, Seevetal

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 4.2



Signatur:	Probe-Nr.:	Bohrung	Tiefe	Bodenart	w [-]	wL [-]	wP [-]	Ip [-]	Ic [-]	Vgl [-]
—	47880	WB 1/18	2,1 - 3,1 m	fS, u, ms, h (viele U-Bd.)						
- - -	47884	WB 1/18	5,1 - 6,1 m	mS, gs, g', fs'						
- . - . - .	47888	WB 1/18	8,05 - 8,3 m	U, t̄	0,250					

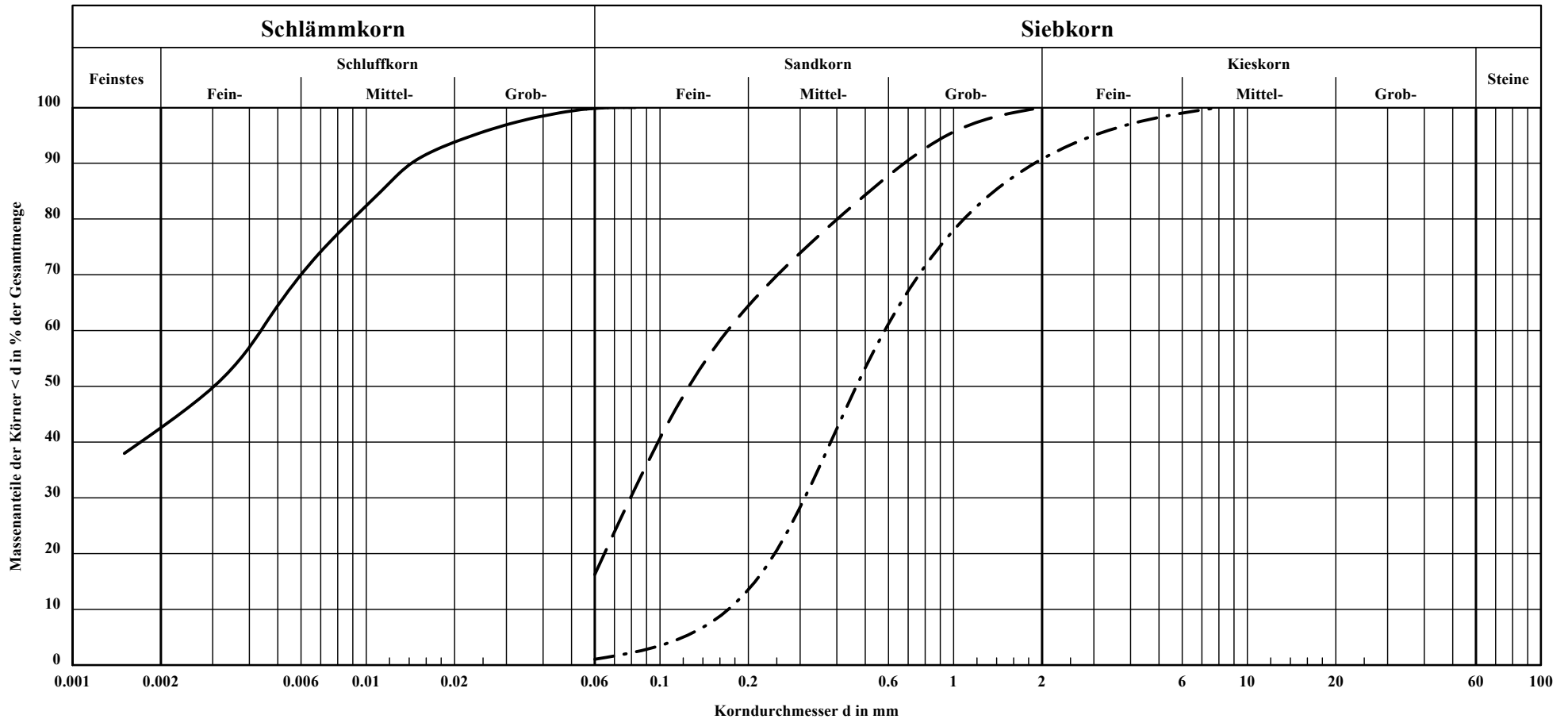
**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875    Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
**Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven**

---

**Körnungslinien nach DIN 18123**

Projekt-Nr.:	2095A-2017GU2	Anlagen-Nr.:	<b>5.1</b>
--------------	---------------	--------------	------------



Signatur:	Probe-Nr.:	Bohrung	Tiefe	Bodenart	w [-]	wL [-]	wP [-]	Ip [-]	Ic [-]	Vgl [-]
—	47894	WB 1/18	12,45 - 12,7 m	T, $\bar{u}$	0,288					
- - -	47902	WB 2/18	1,1 - 2,1 m	fS, u, ms, gs', h (viele U-Bd.)						
- · - · -	47907	WB 2/18	6,1 - 7,1 m	mS, gs, fs', fg'						

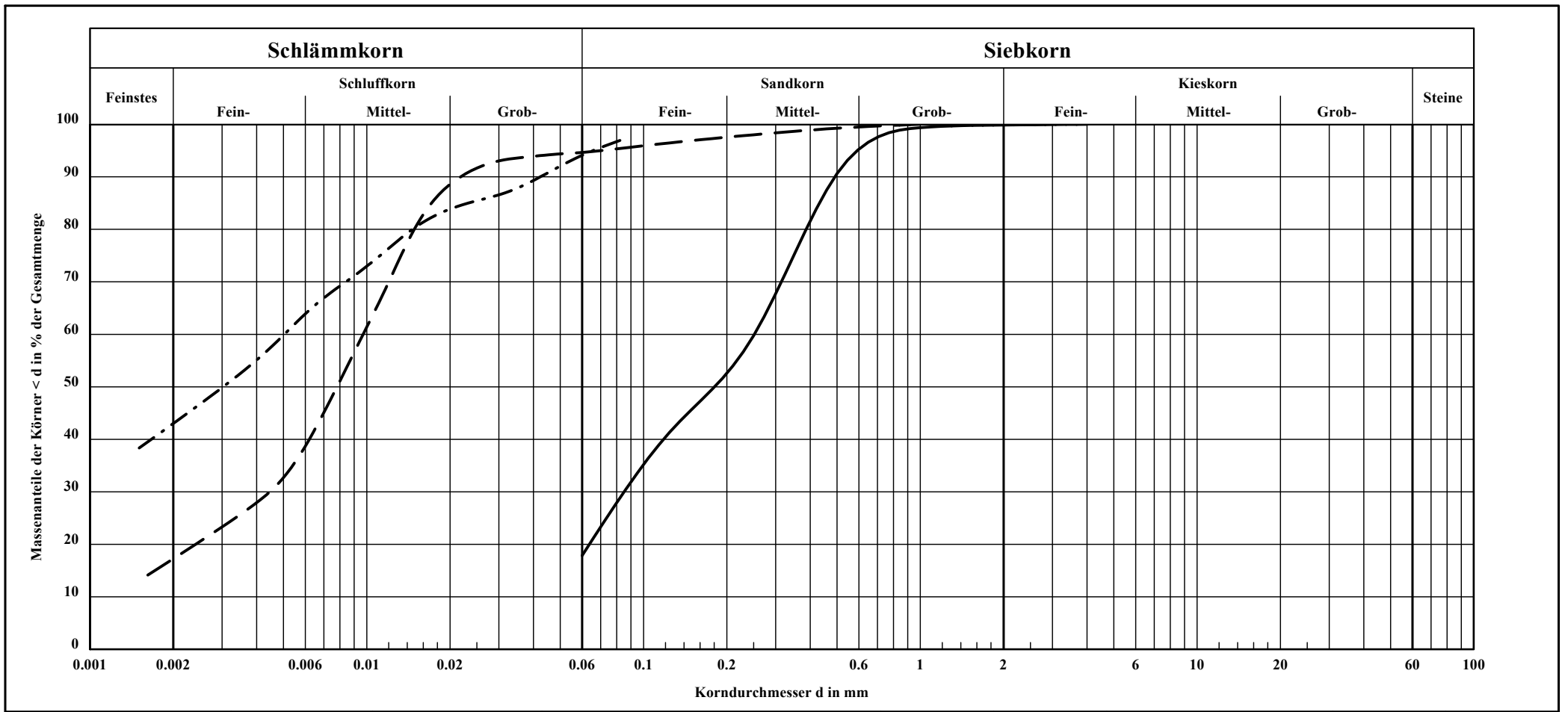
**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875    Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
**Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven**

**Körnungslinien nach DIN 18123**

Projekt-Nr.:  
 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.:  
 5.2



Signatur:	Probe-Nr.:	Bohrung	Tiefe	Bodenart	w [-]	wL [-]	wP [-]	Ip [-]	Ic [-]	Vgl [-]
—	47913	WB 2/18	13,0 - 14,0 m	mS, $\bar{f}_s$ , u						
- - -	47921	WB 2/18	18,95 - 19,2 m	U, t, s'	0,257					
- · - · -	47925	WB 2/18	21,55 - 21,8 m	T, $\bar{u}$ , s'	0,265					

<b>RI+P</b> Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah + Partner GmbH Herrenhäuser Kirchweg 19 30167 Hannover Telefon (0511) 708875    Telefax (0511) 708800	<b>bremenports GmbH &amp; Co. KG, Bremerhaven</b> <b>Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven</b>	
	<b>Körnungslinien nach DIN 18123</b>	Projekt-Nr.: <b>2095A-2017GU2</b>
		Anlagen-Nr.: <b>5.3</b>

Probennr.: 47894

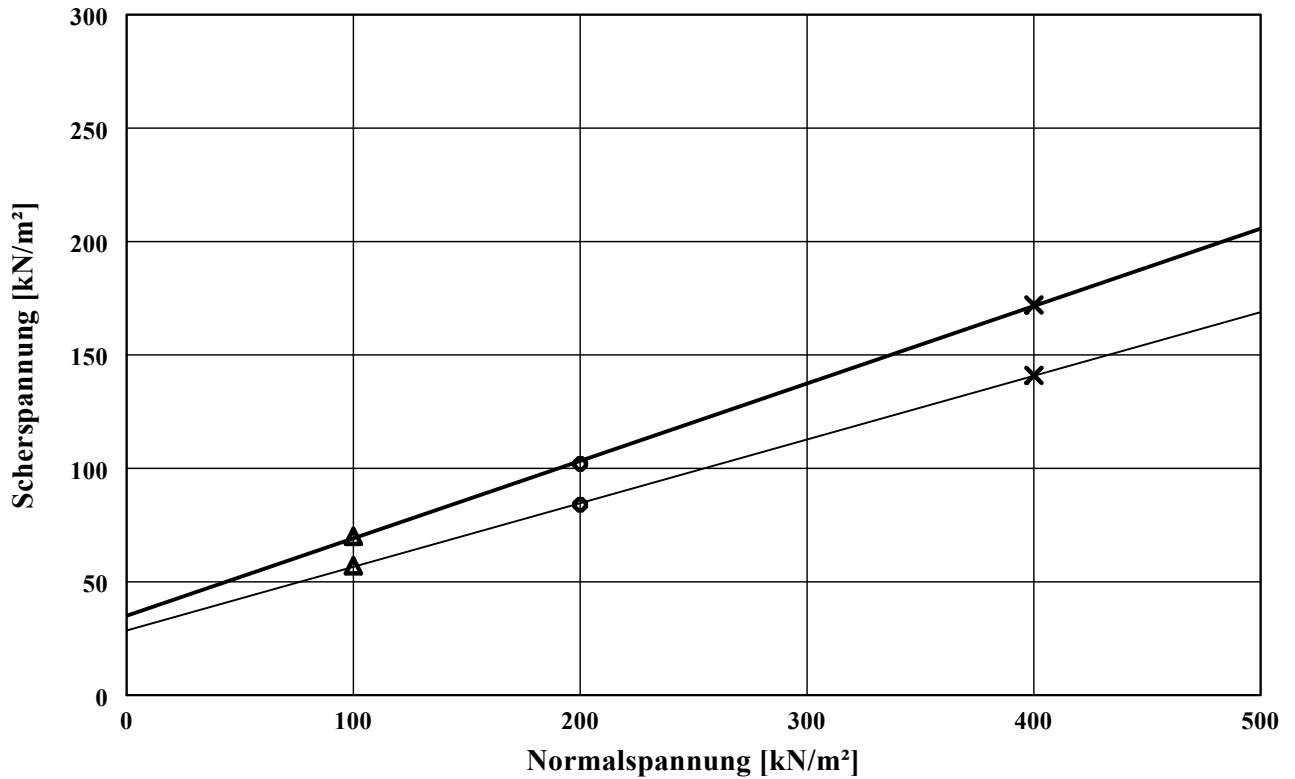
Bohrung: WB 1/18

Tiefe: 12,45 - 12,7 m

Bodenart: T,  $\bar{u}$

Gamma: 20,1 kN/m<sup>3</sup>

Probe: Sonderprobe



Versuch-Nr.	1 $\Delta$	2 $\circ$	3 $\times$
Normalspannung [kN/m <sup>2</sup> ]	100.0	200.0	400.0
Scherspannung [kN/m <sup>2</sup> ](B/G)	70.0 / 57.0	102.0 / 84.0	172.0 / 141.0
Abschergeschwindigkeit [mm/h]	1.17	1.17	1.17
Probenfläche [cm <sup>2</sup> ]	36	36	36
w (vorher) [-]	0,288	0,288	0,288

Reibungswinkel (B/G) = 18.9 / 15.7 Grad  
 Kohäsion (B/G) = 35.0 / 28.5 kN/m<sup>2</sup>  
 Korrelation r (B/G) = 1.000 / 1.000

(B = Bruchwert / G = Gleitwert)

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
**Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven**

**Ergebnisse der direkten Scherversuche**  
 mit konstanter Vorschubgeschwindigkeit

Projekt-Nr.:

2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.:

**6.1**

Probennr.: 47899

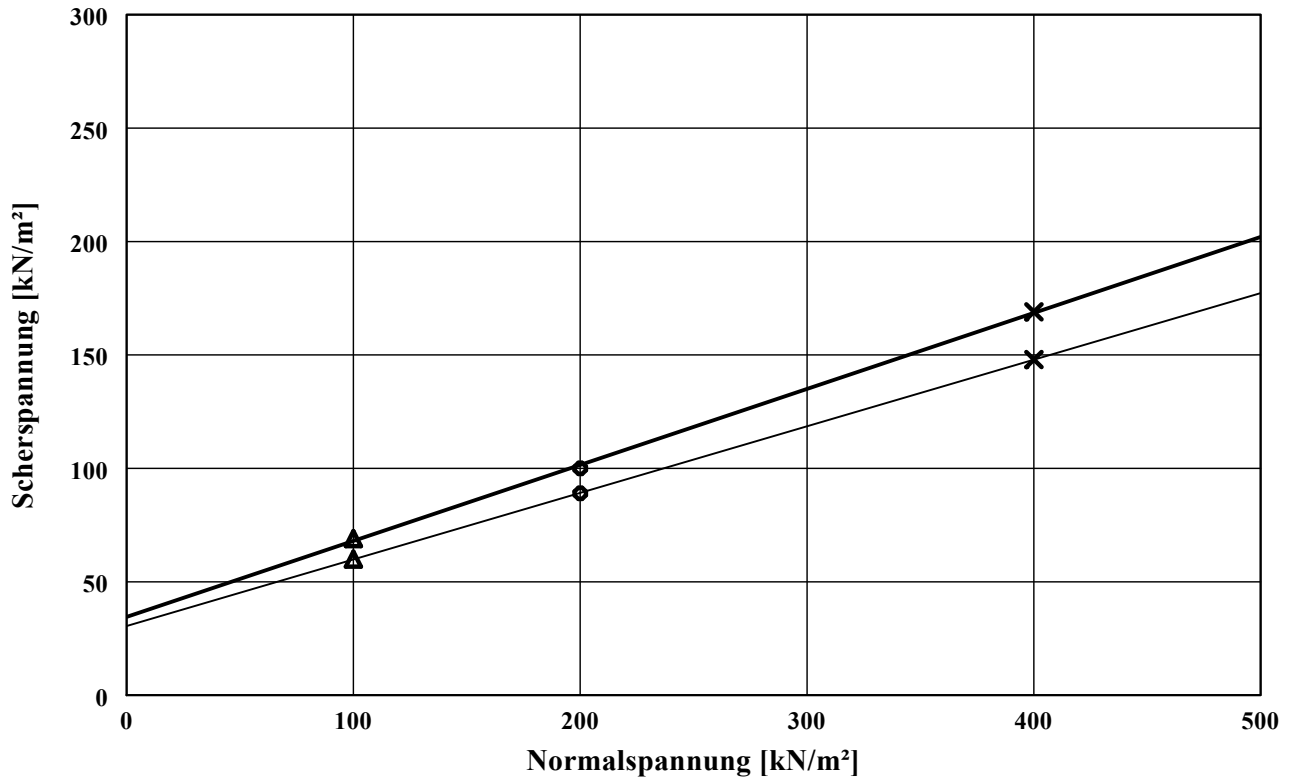
Bohrung: WB 1/18

Tiefe: 15,55 - 15,8 m

Bodenart: T,  $\bar{u}$

Gamma: 19,7 kN/m<sup>3</sup>

Probe: Sonderprobe



Versuch-Nr.	1 $\Delta$	2 $\circ$	3 $\times$
Normalspannung [kN/m <sup>2</sup> ]	100.0	200.0	400.0
Scherspannung [kN/m <sup>2</sup> ](B/G)	69.0 / 60.0	100.0 / 89.0	169.0 / 148.0
Abschergeschwindigkeit [mm/h]	1.17	1.17	1.17
Probenfläche [cm <sup>2</sup> ]	36	36	36
w (vorher) [-]	0,289	0,289	0,289

Reibungswinkel (B/G) = 18.5 / 16.4 Grad  
Kohäsion (B/G) = 34.5 / 30.5 kN/m<sup>2</sup>  
Korrelation r (B/G) = 1.000 / 1.000

(B = Bruchwert / G = Gleitwert)

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
**Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven**

**Ergebnisse der direkten Scherversuche**  
mit konstanter Vorschubgeschwindigkeit

Projekt-Nr.:

2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.:

**6.2**





Proben-Nr.	Bohrg.-Nr.	Tiefe bezogen auf		Bodenart (Abkürzung nach DIN 4023)	Wichte des feuchten Bodens $\gamma$	Wassergehalt w	Zustandsgrenzen				Glühverlust $V_{gl}$	wirksame Scherparameter		Flügel-scherfestigkeit $c_{fv}$	Steifemodul Es		Poren-anteile	
		Ansatzpunkt	NN				$w_L$	$w_P$	Konsistenz-zahl $I_c$	Zu-stands-form		o Bruchwert + Gleitwert $\varphi'$	$c'$		von	bis	$n_{max}$	$n_{min}$
-----	-----	m	m	-----	kN/m <sup>3</sup>	---	---	---	-----	-----	---	Grad	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>	---	---
<input checked="" type="checkbox"/>	47902	WB 2/18	1,6	-14,2	<b>fS, u, ms, gs', h</b> (viele U-Bd.)							o						
<input checked="" type="checkbox"/>	47907	WB 2/18	6,6	-19,2	<b>mS, gs, fs', fg'</b>							o					0,44	0,29
<input checked="" type="checkbox"/>	47913	WB 2/18	13,5	-26,1	<b>mS, <math>\bar{f}s</math>, u</b>							o					0,44	0,28
<input type="checkbox"/>	47915	WB 2/18	15,5	-28,1	<b>U, <math>\bar{t}</math>, fs'</b>		0,255					o		212				
<input type="checkbox"/>	47918	WB 2/18	17,2	-29,8	<b>U, <math>\bar{t}</math>, fs'</b>		0,294					o		175				
<input type="checkbox"/>	47921	WB 2/18	19,2	-31,8	<b>U, t, s'</b>		0,257					o		220				
<input type="checkbox"/>	47925	WB 2/18	21,8	-34,4	<b>T, <math>\bar{u}</math>, s'</b>		0,265					o		280				
<input type="checkbox"/>	47926	WB 2/18	22,9	-35,5	<b>T, <math>\bar{u}</math>, s'</b>		0,273					o		245				
												o						
												o						
												o						
												o						
												o						

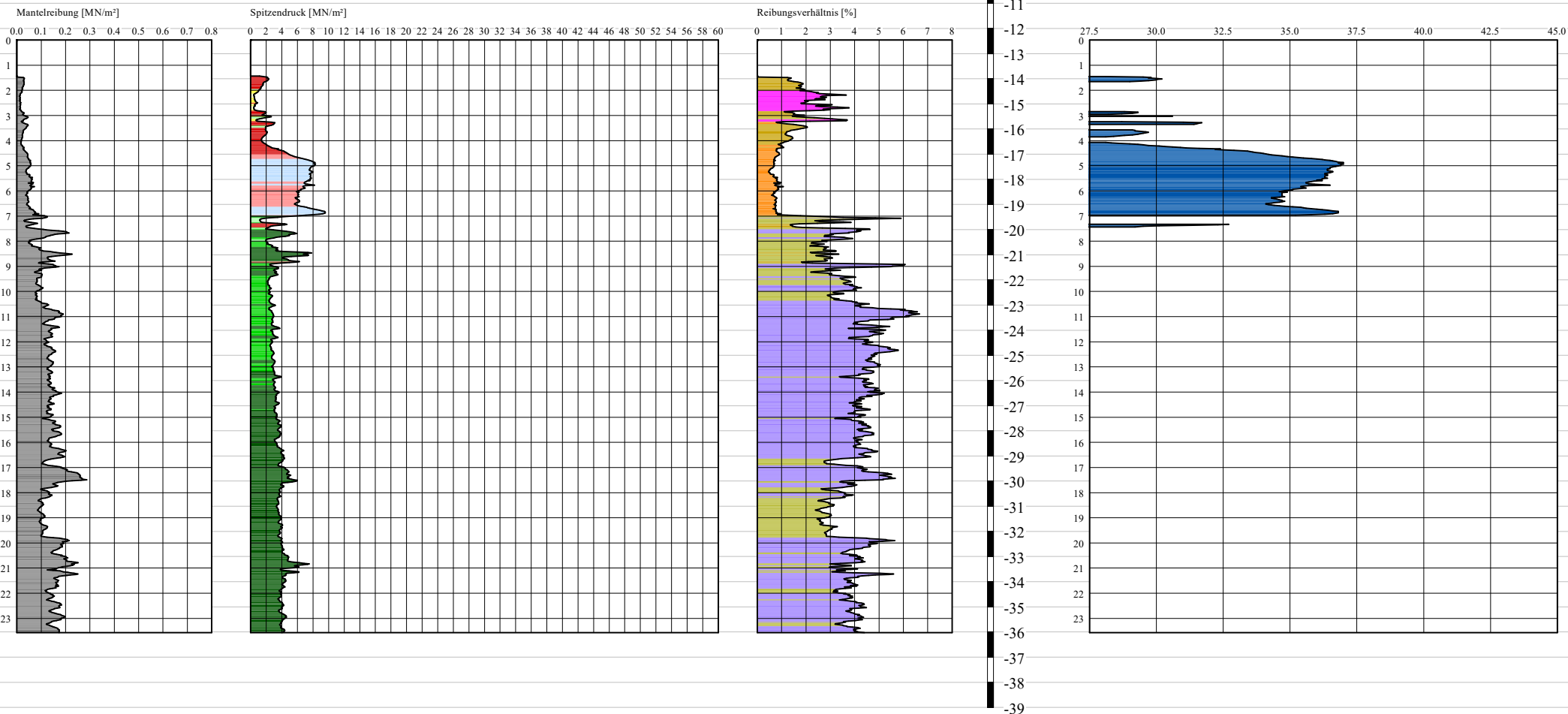
<b>Legende:</b> <input type="checkbox"/> <b>Sonderprobe</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Kernprobe</b> <input type="checkbox"/> <b>gestörte Probe</b> <b>fett = Körnungslinie</b>	<b>RI+P</b> Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah + Partner GmbH Herrenhäuser Kirchweg 19 30167 Hannover Telefon (0511) 708875 Telefax (0511) 708800	<b>bremenports GmbH &amp; Co. KG, Bremerhaven</b> <b>Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven</b>	
		<b>Zusammenstellung der Versuchsergebnisse</b>	
		Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2	Anlagen-Nr.: <b>7.2</b>

# CPT -W 29/18

-12,46 mNHN

# phi' [°]

-12,46 mNN



**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Auswertung der Drucksondierung CPT- W29/18  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.1

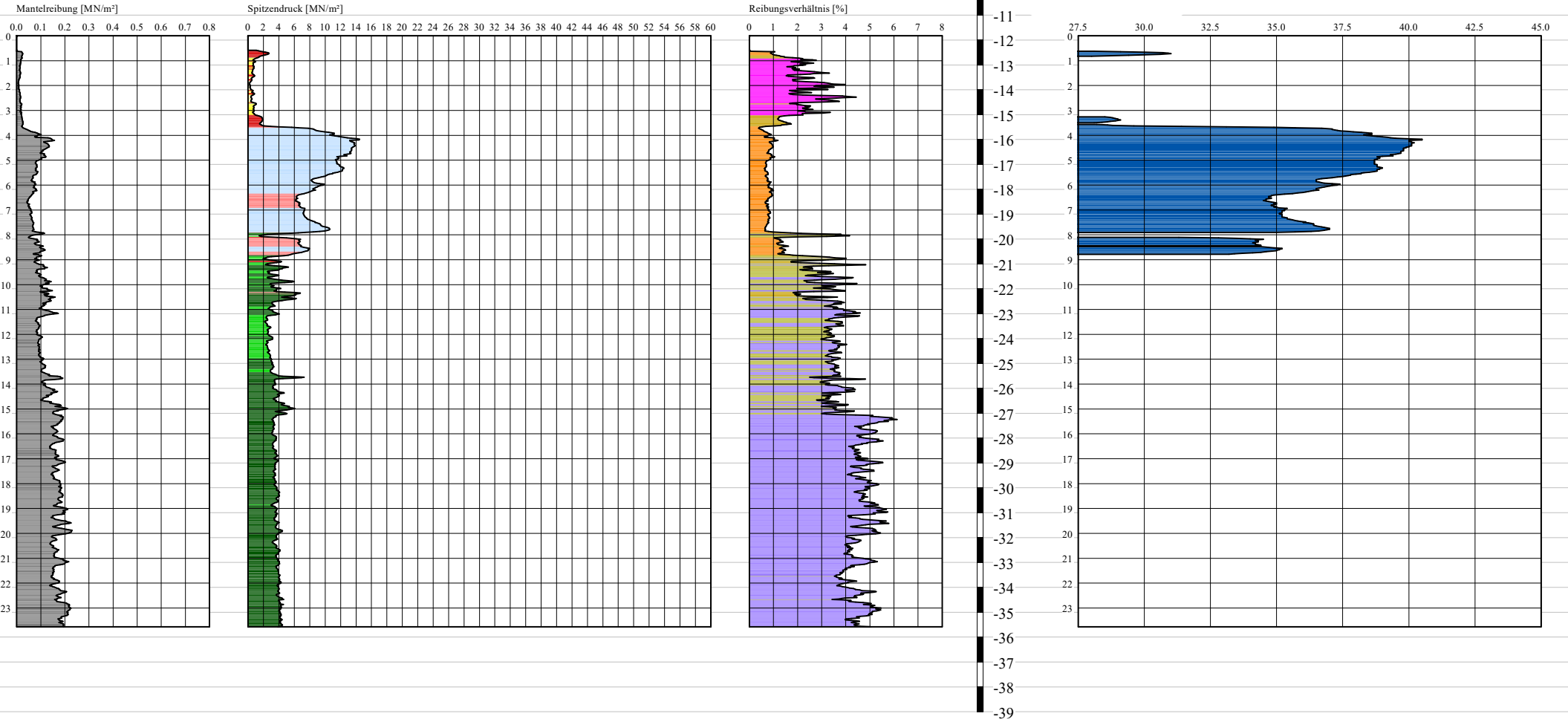
Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

# CPT -W 11/18

-11,83 mNHN

phi' [°]

-11,83 mNN



**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Auswertung der Drucksondierung CPT- W11/18  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

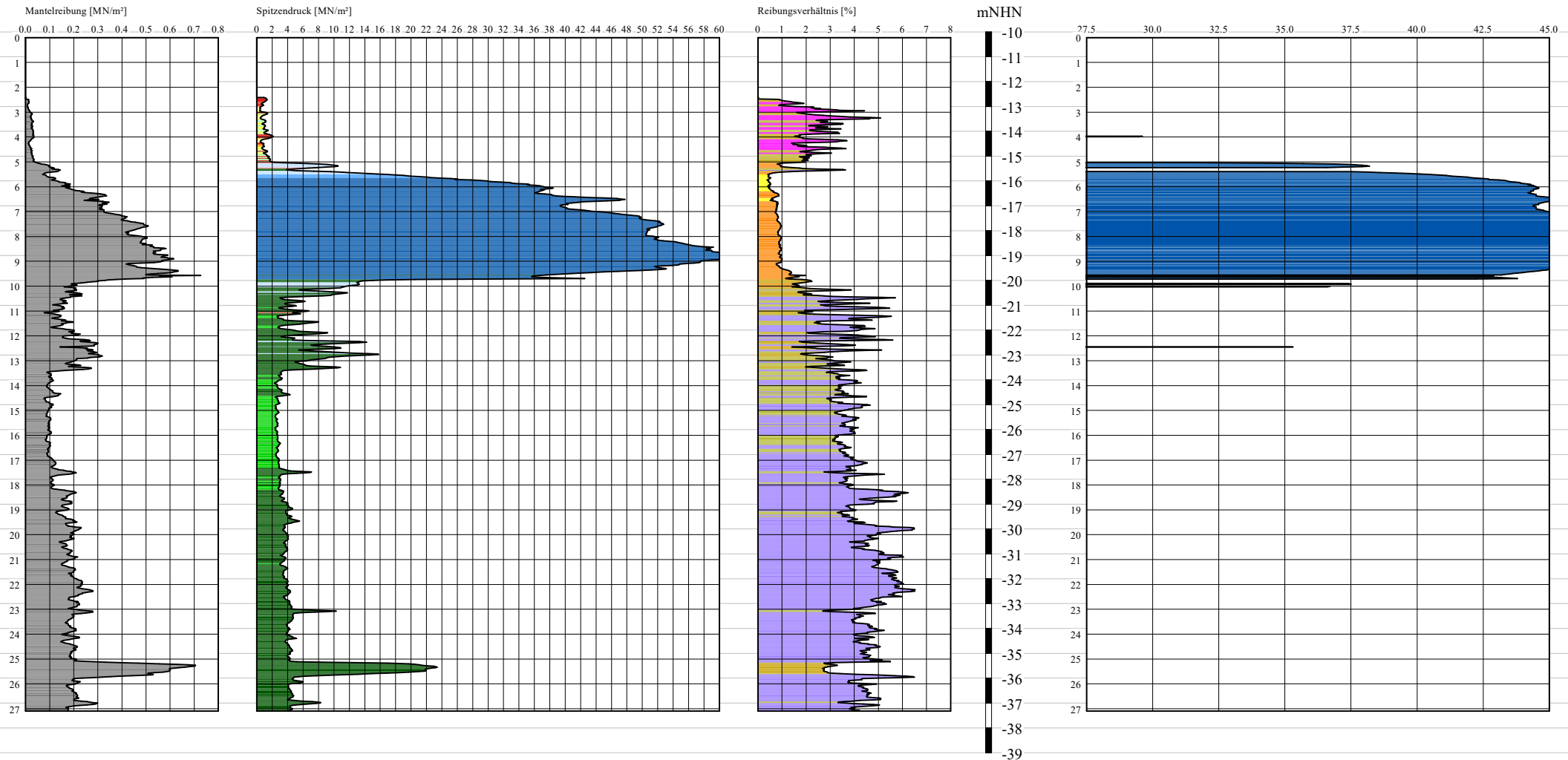
Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.2

Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

CPT -W 12/18  
-10,23 mNHN

$\phi' \text{ [}^\circ\text{]}$   
-10,23 mNN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Auswertung der Drucksondierung CPT- W12/18  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung  $\phi'$

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

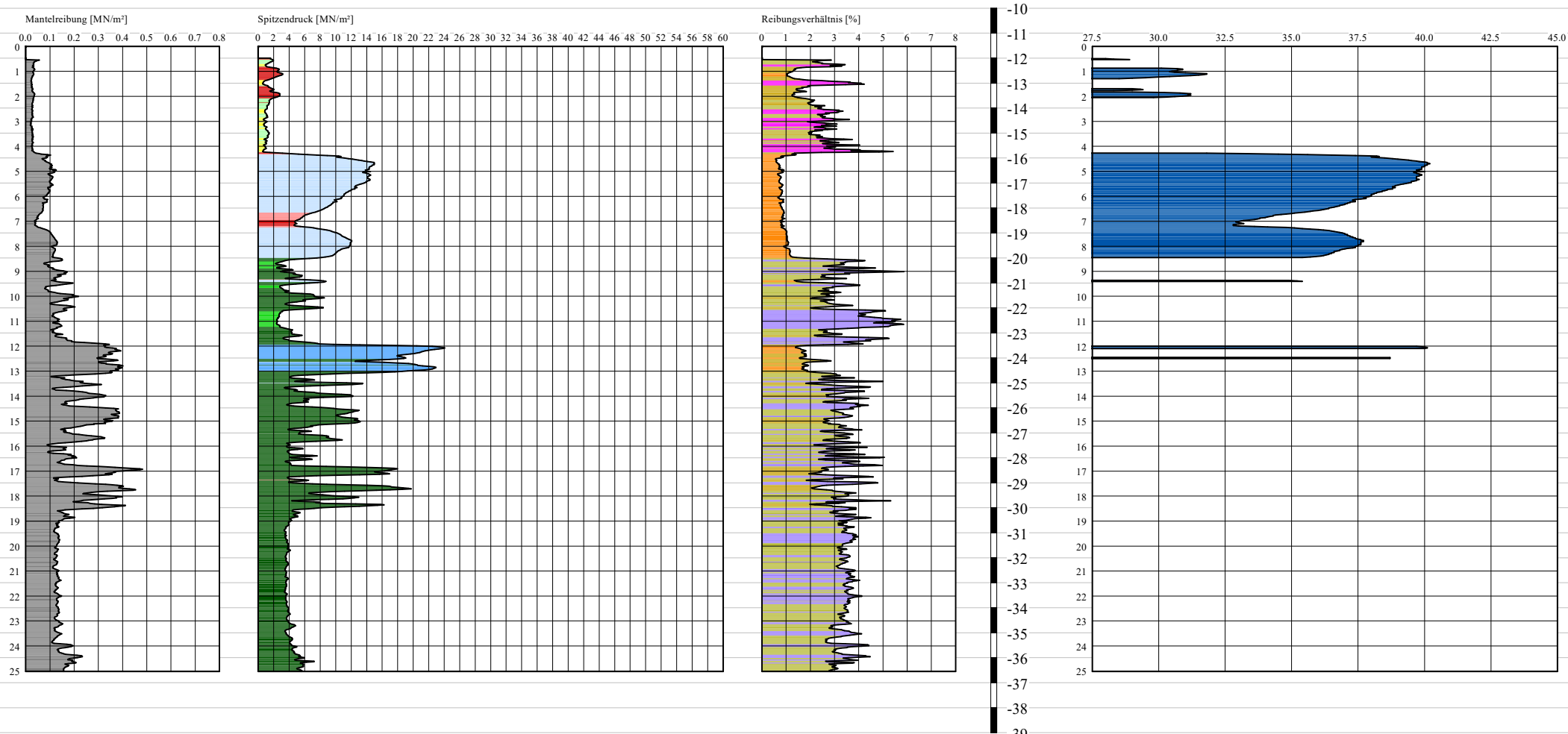
Anlagen-Nr.: 8.3

# CPT -W 23/18

-11,53 mNHN

# phi' [°]

-11,53 mNN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

## RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

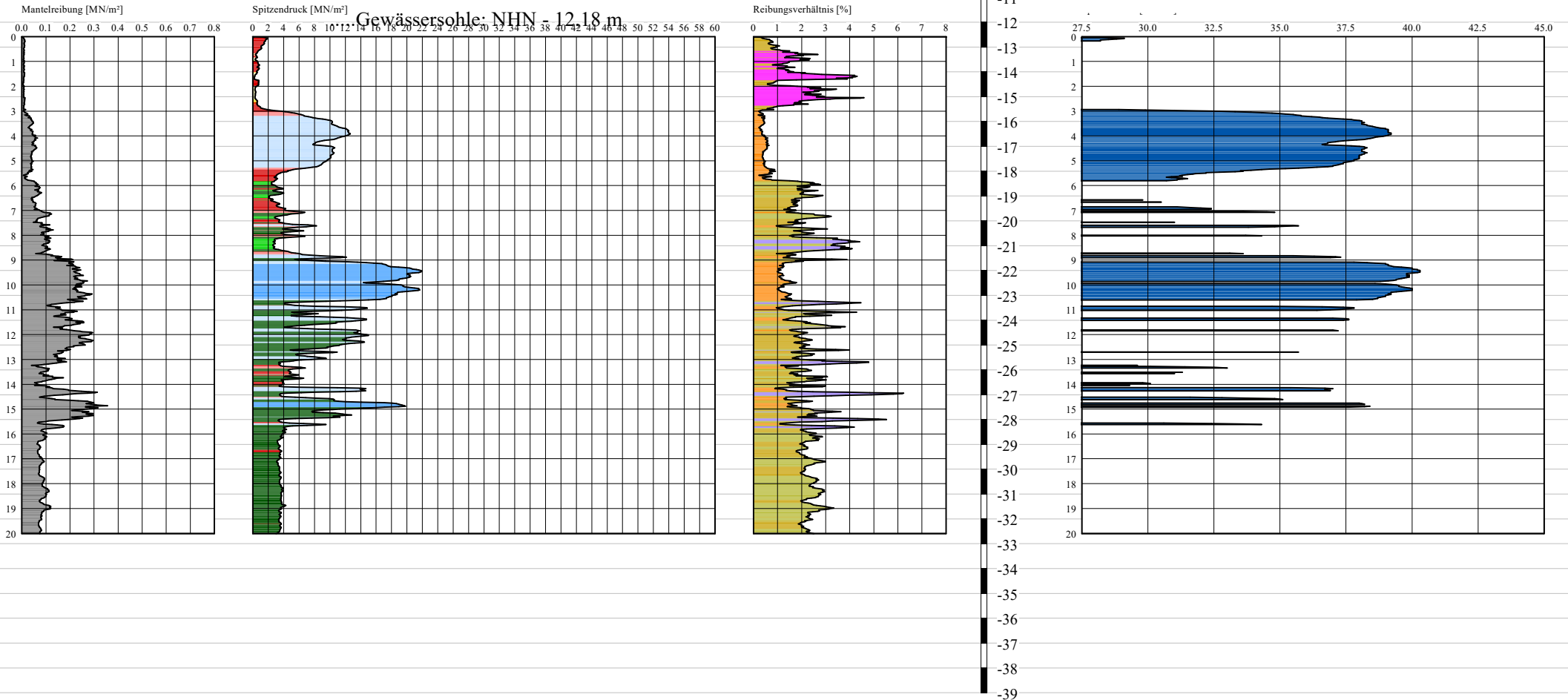
Auswertung der Drucksondierung CPT- W23/18  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.4

CPT 3/13  
-12,58 mNHN

phi' [°]  
-12,58 mNN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH  
Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover  
Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Auswertung der Drucksondierung CPT 3/13  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

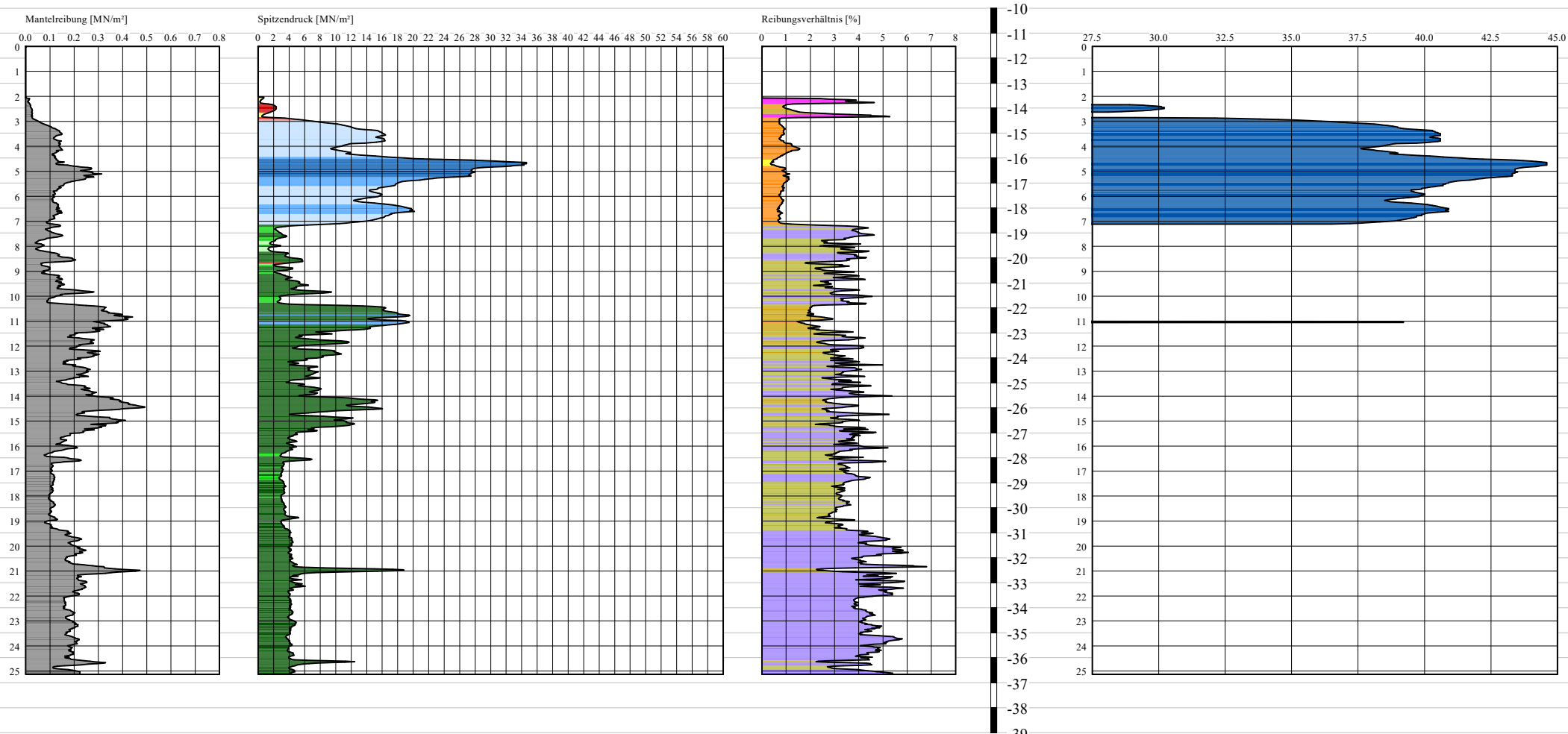
Anlagen-Nr.: 8.5

# CPT -W 10/18

-11,53 mNHN

# phi' [°]

-11,53 mNN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Auswertung der Drucksondierung CPT- W10/18  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

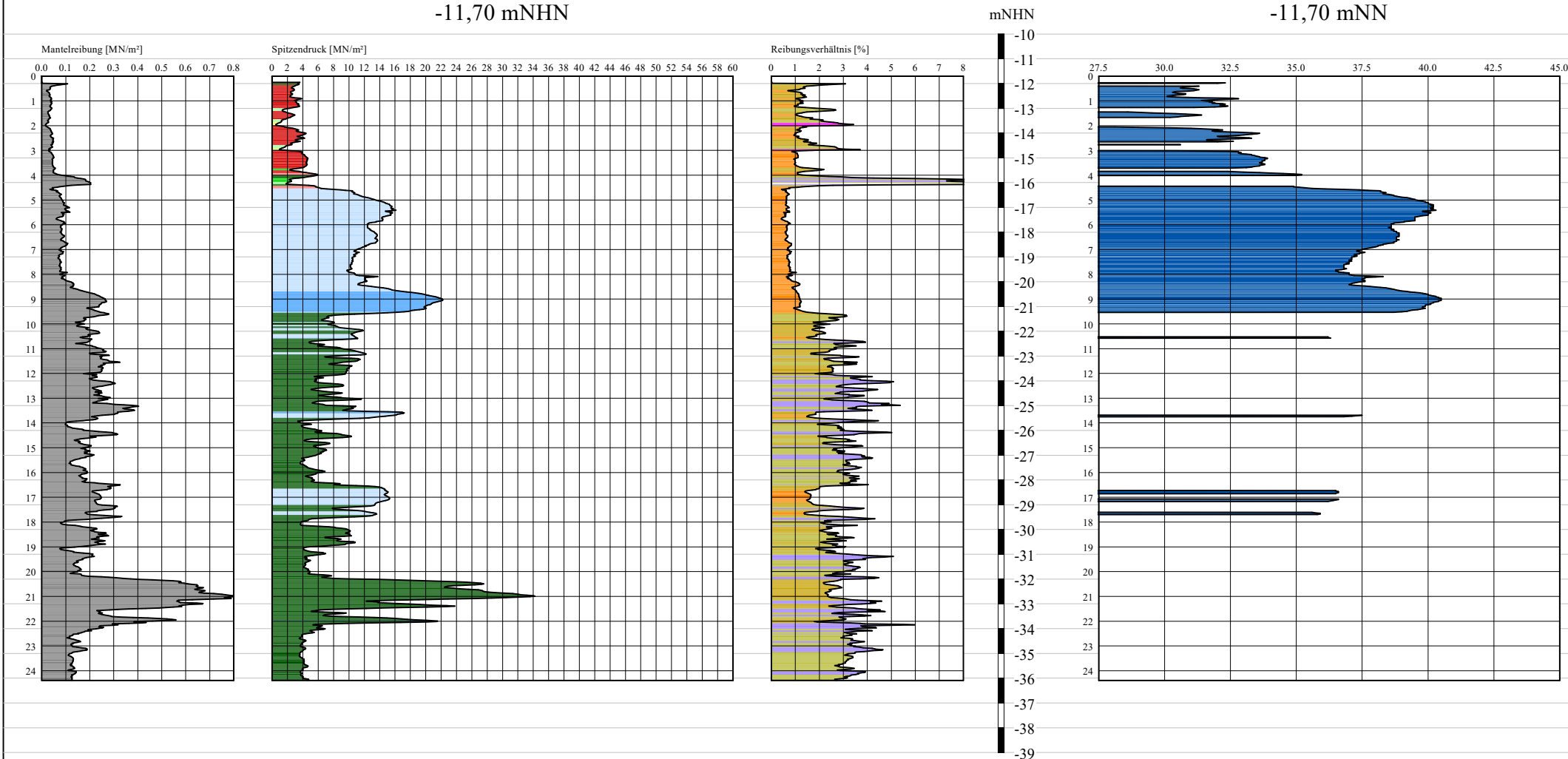
Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.6



CPT -W 30/18  
-11,70 mNHN

$\phi_i'$  [°]  
-11,70 mNN



**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Auswertung der Drucksondierung CPT- W30/18  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung  $\phi_i'$

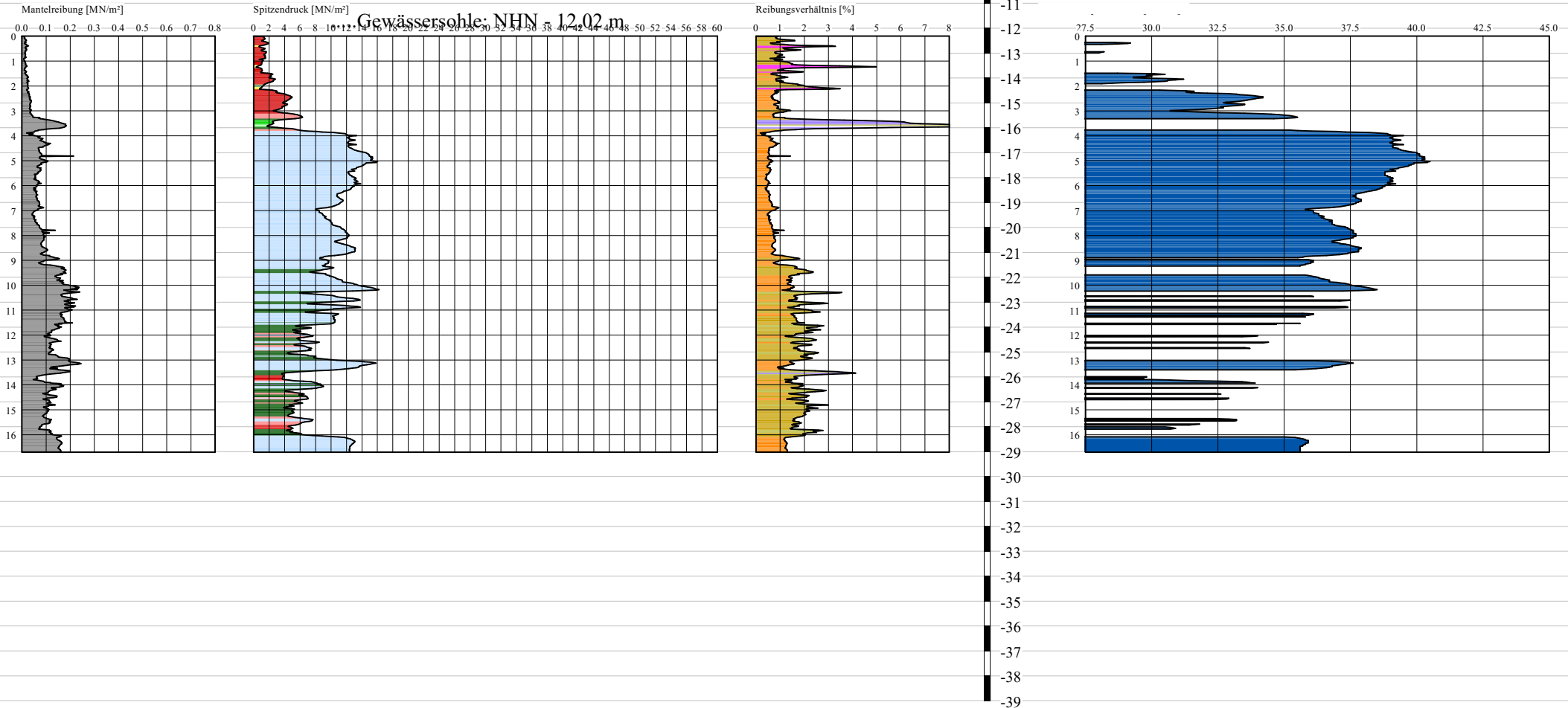
Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.7

Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

CPT 5/13  
-12,32 mNHN

phi' [°]  
-12,32 mNN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH  
Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover  
Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

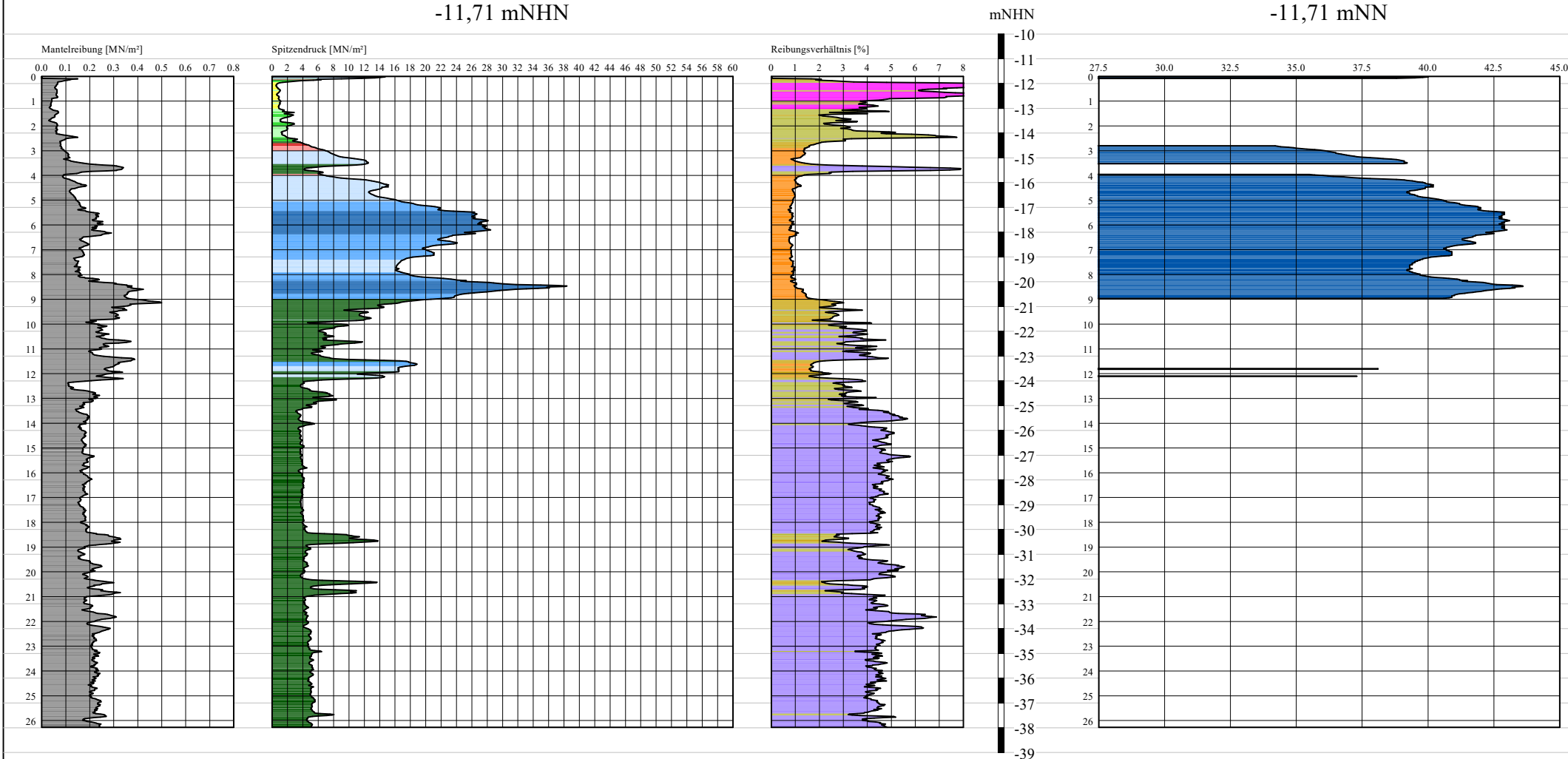
Auswertung der Drucksondierung CPT 5/13  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.8

CPT -W 9/18  
-11,71 mNHN

$\phi'$  [°]  
-11,71 mNHN



**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Auswertung der Drucksondierung CPT- W9/18  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung  $\phi'$

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.9

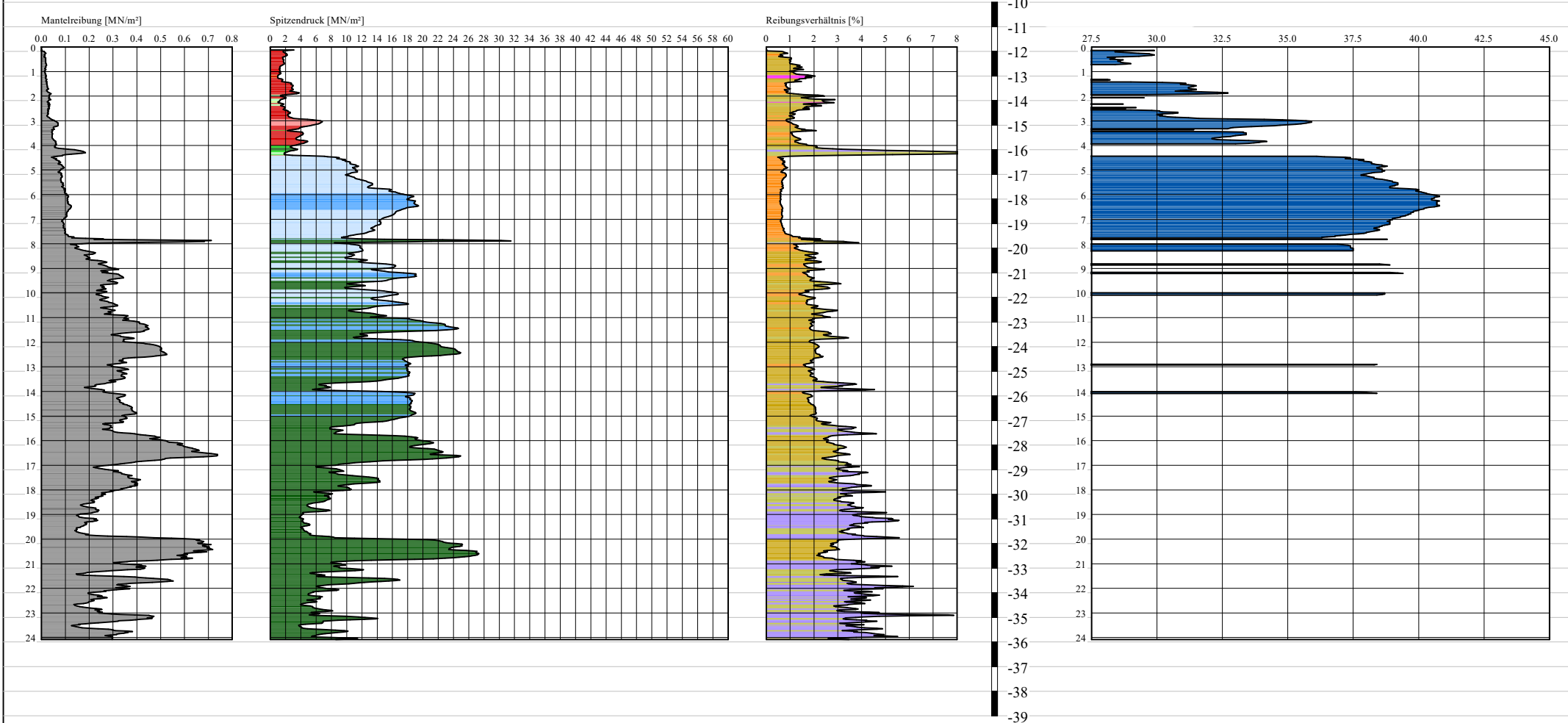
Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

# CPT -W 24/18

-11,82 mNHN

phi' [°]

-11,82 mNN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

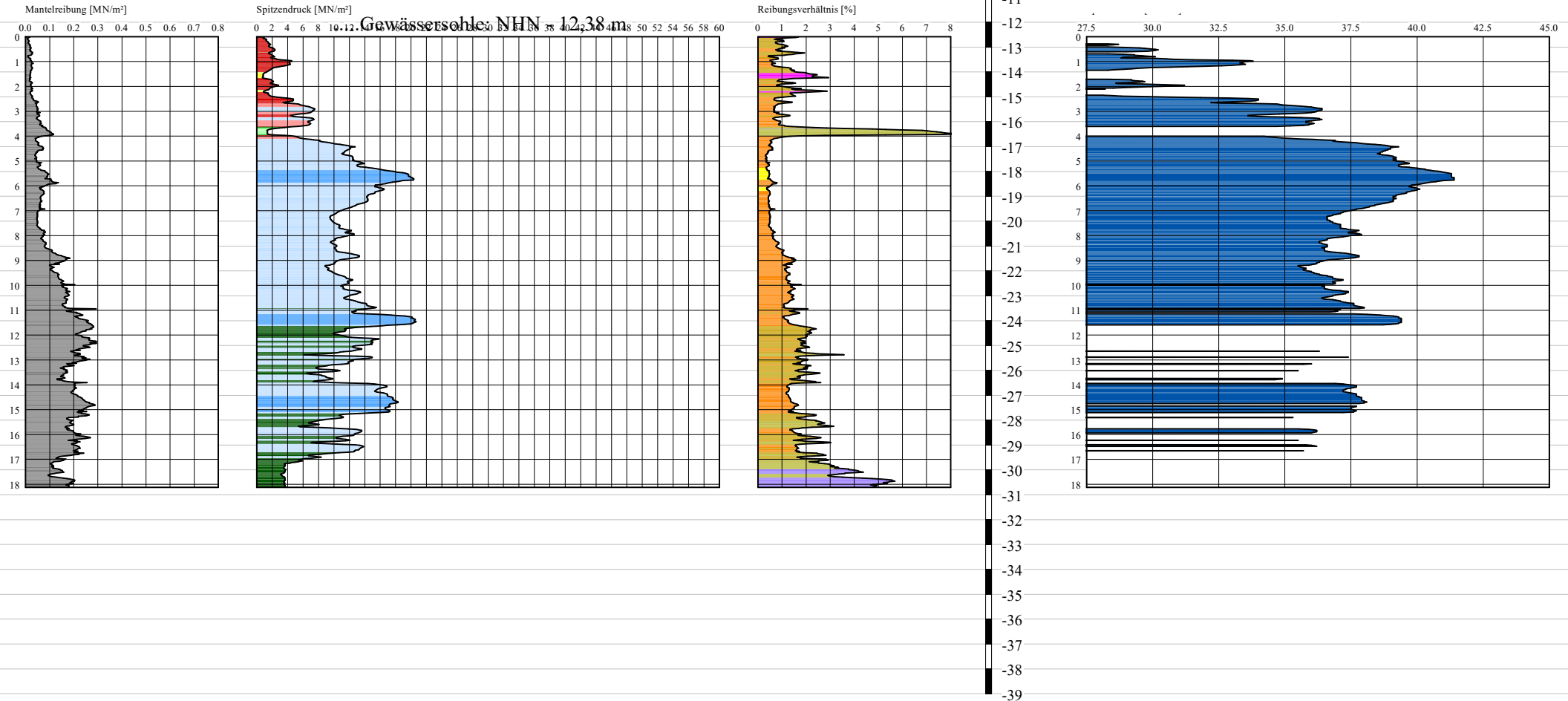
**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Auswertung der Drucksondierung CPT- W24/18  
 hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2      Anlagen-Nr.: 8.10

CPT 7/13  
-12,58 mNHN

phi' [°]  
-12,58 mNN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH  
Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover  
Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

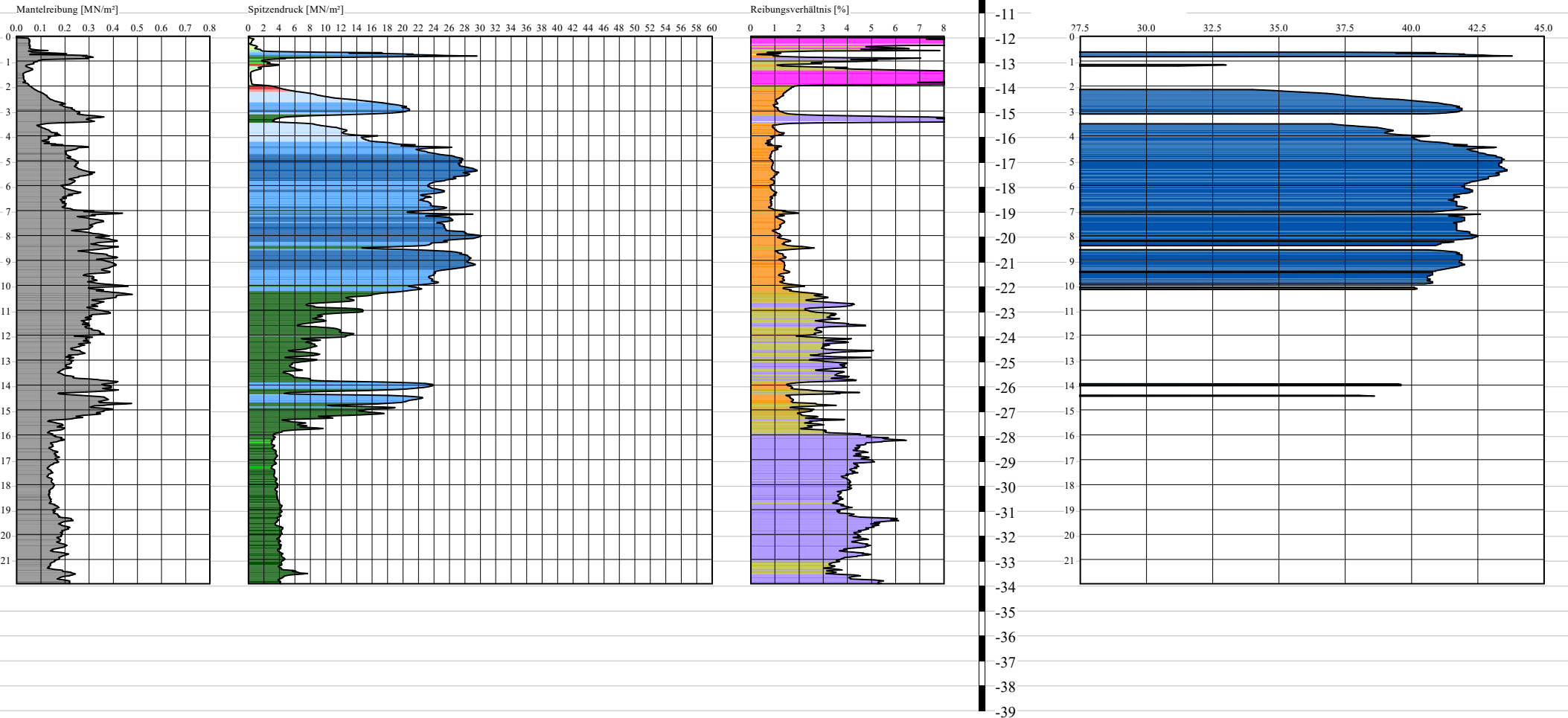
Auswertung der Drucksondierung CPT 7/13  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.11

CPT -W 8/18  
-11,93 mNHN

phi' [°]  
-11,93 mNN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH  
Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover  
Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

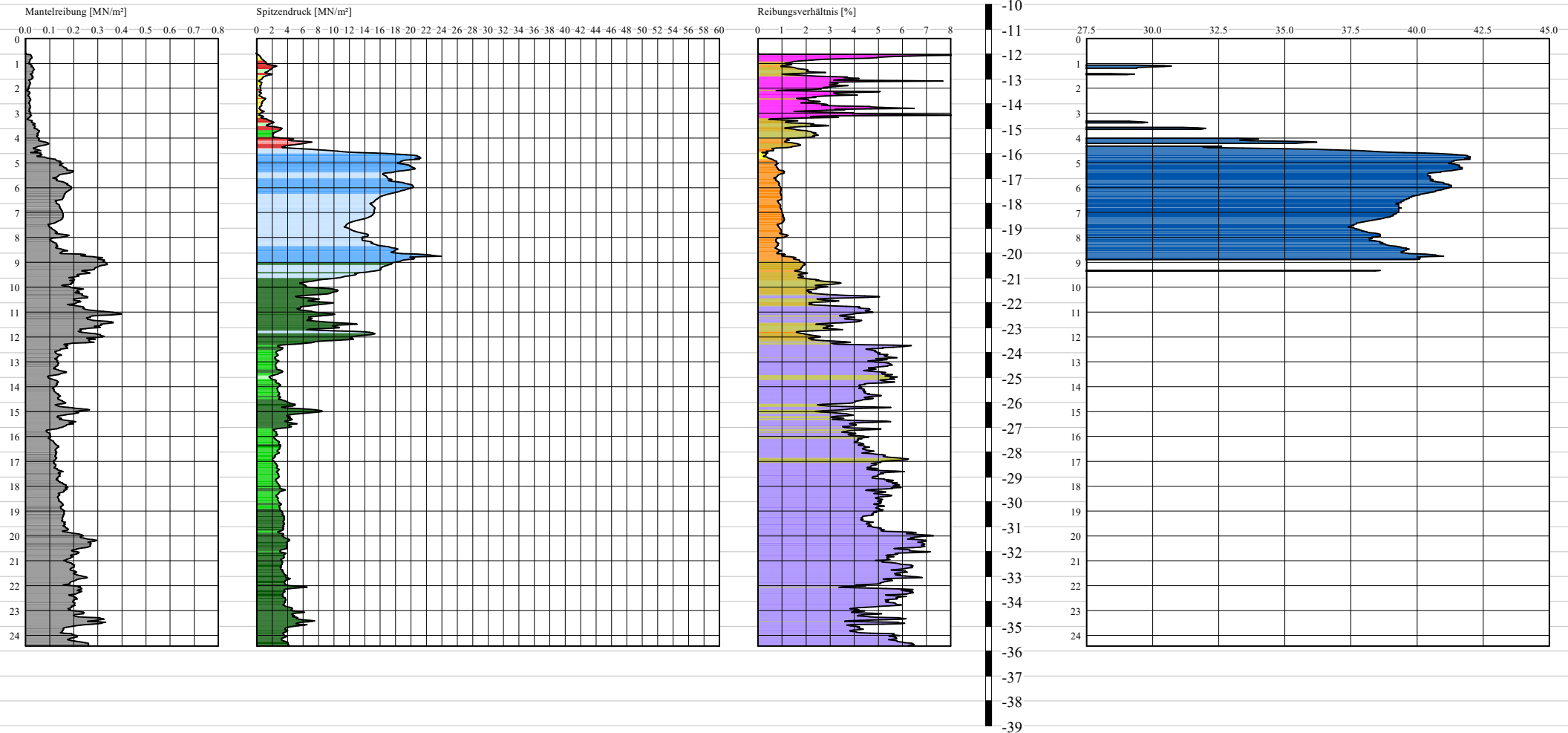
Auswertung der Drucksondierung CPT- W8/18  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.12

CPT -W 25/18  
-11,37 mNHN

phi' [°]  
-11,37 mNN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH  
Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover  
Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

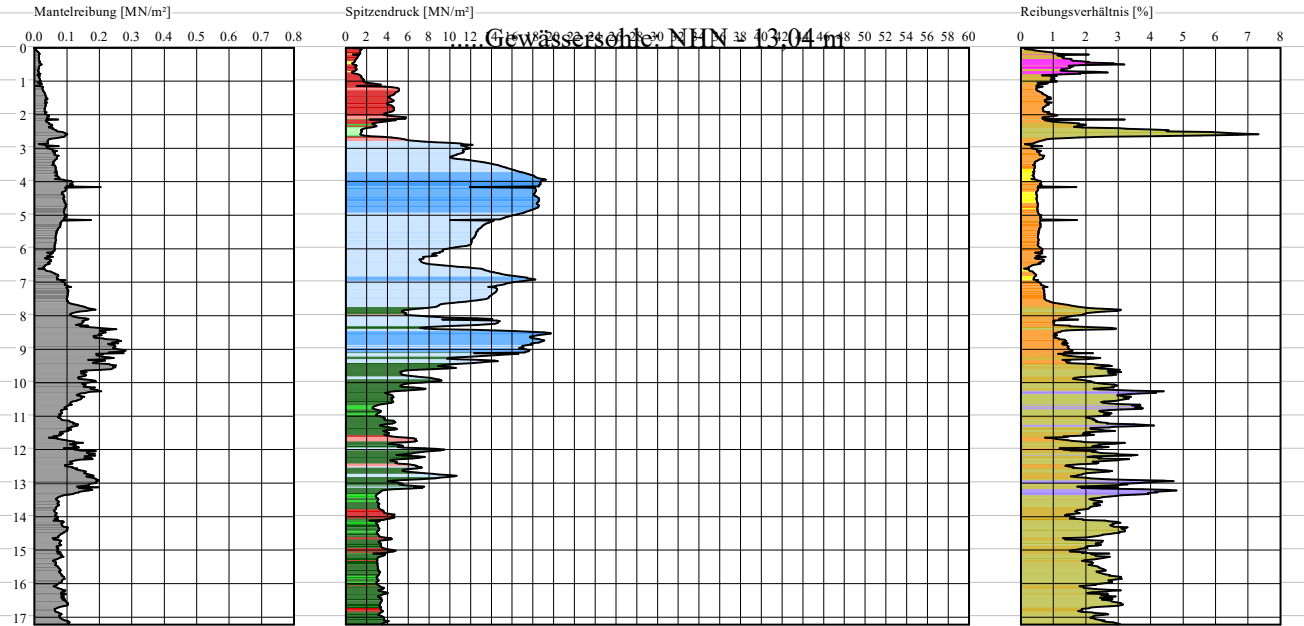
bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Auswertung der Drucksondierung CPT- W25/18  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

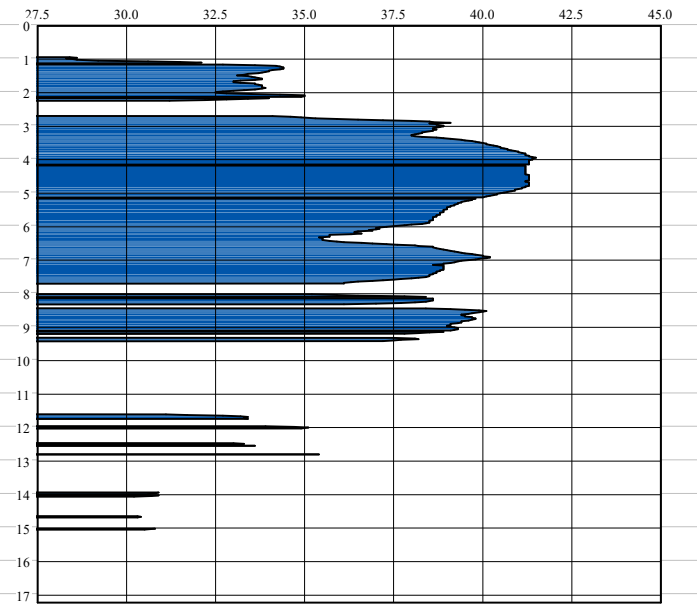
Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.13

CPT 9/13  
-13,04 mNHN



phi' [°]  
-13,04 mNN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH  
Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover  
Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Auswertung der Drucksondierung CPT 9/13  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

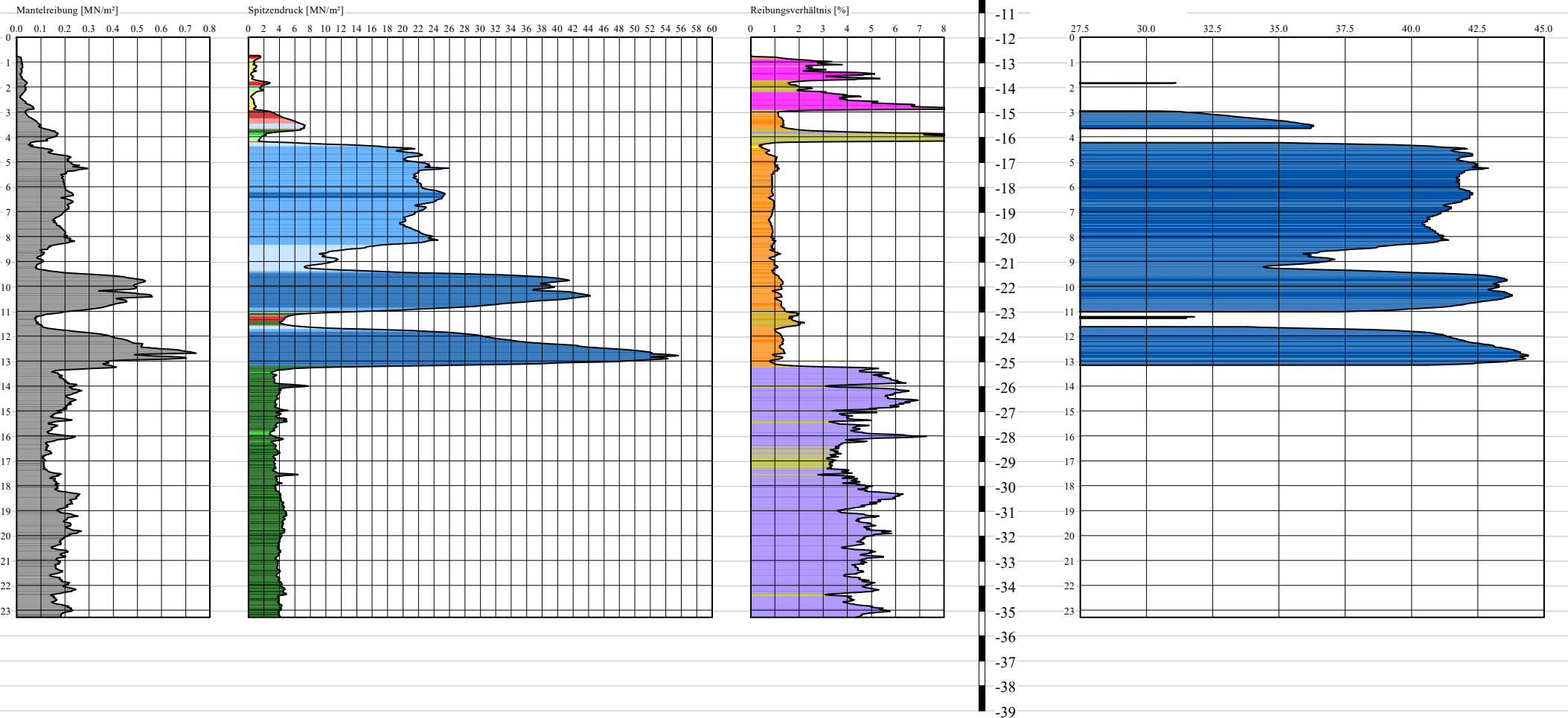
Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.14



CPT -W 7/18  
-11,97 mNHN

phi' [°]  
-11,97 mNN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH  
Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover  
Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Auswertung der Drucksondierung CPT- W7/18  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

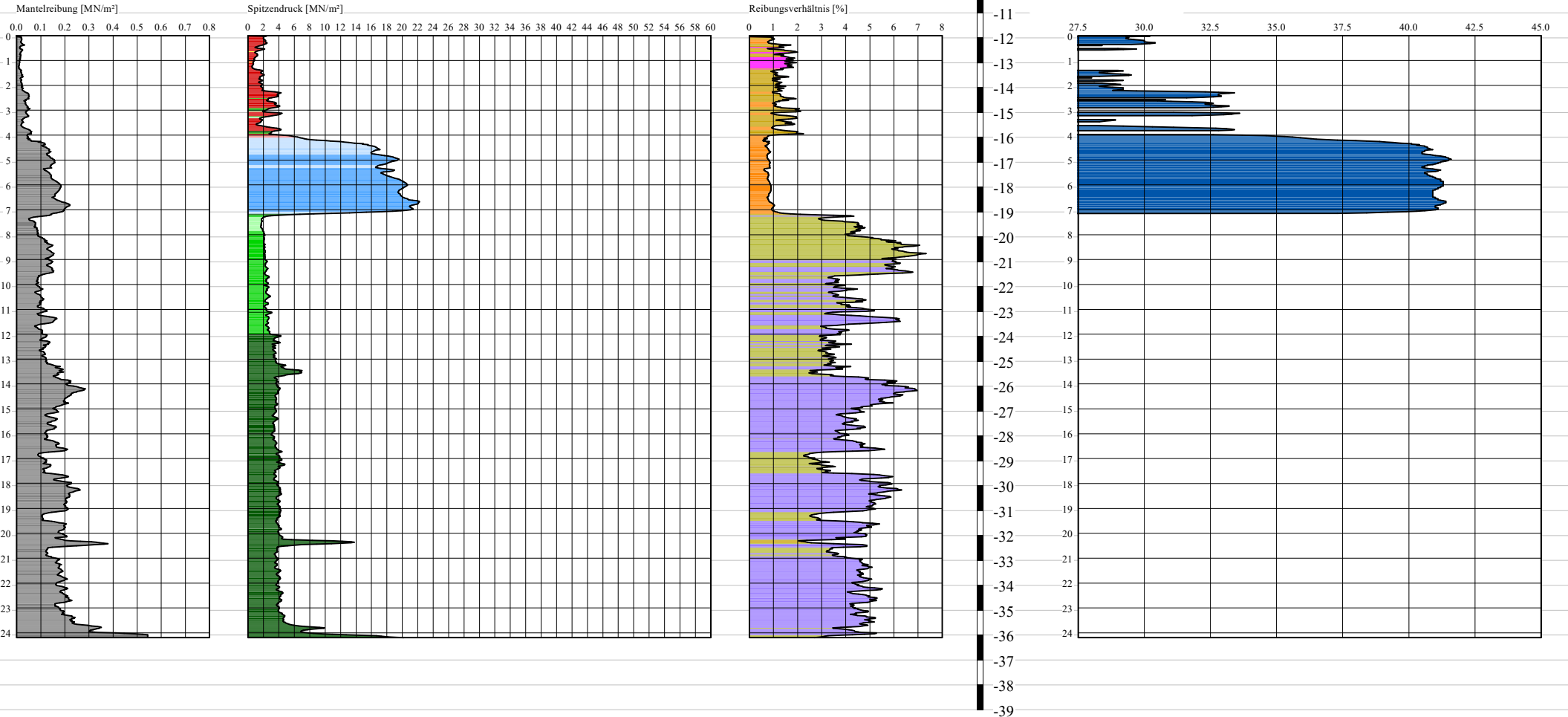
Anlagen-Nr.: 8.15

# CPT -W 26/18

-11,91 mNHN

# phi' [°]

-11,91 mNN



**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

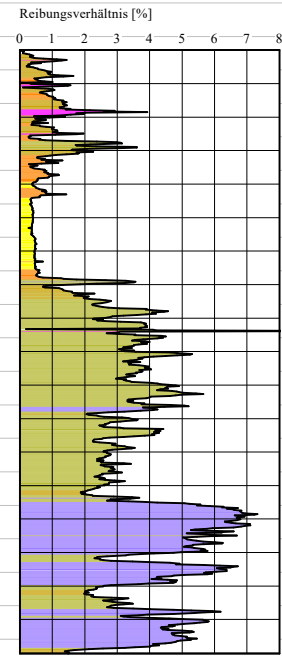
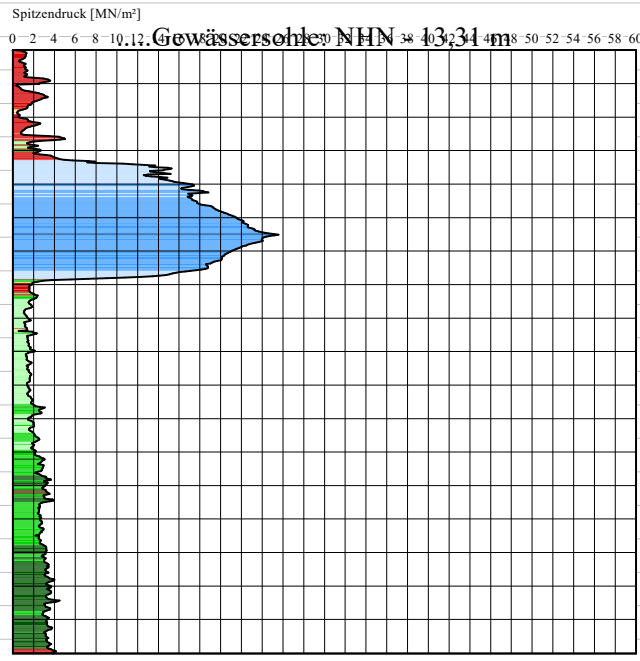
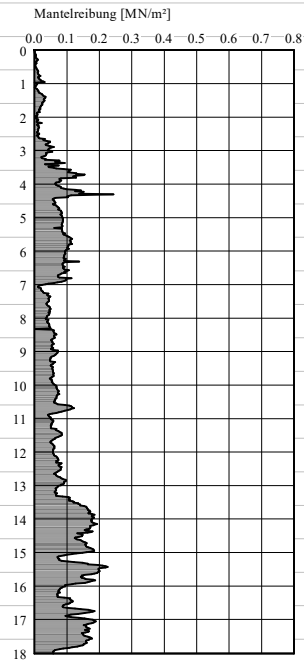
Auswertung der Drucksondierung CPT- W26/18  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

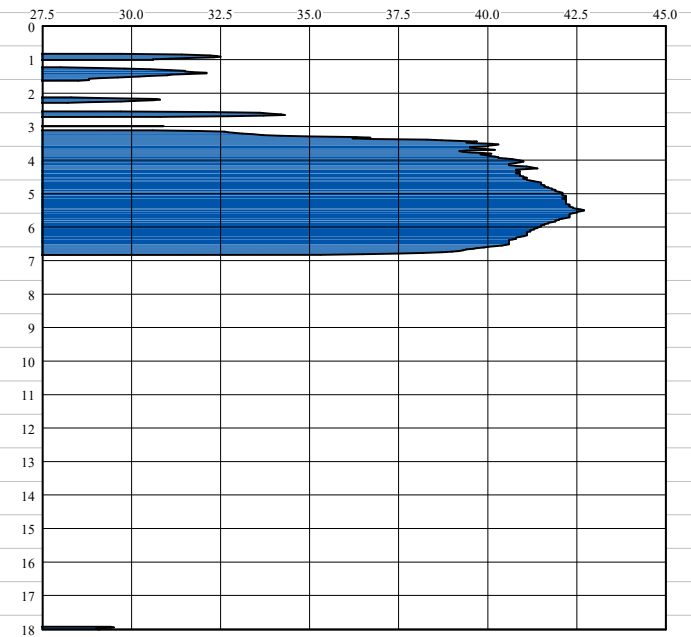
Anlagen-Nr.: 8.16

Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

CPT 11/13  
-13,41 mNHN



phi' [°]  
-13,41 mNN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH  
Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover  
Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

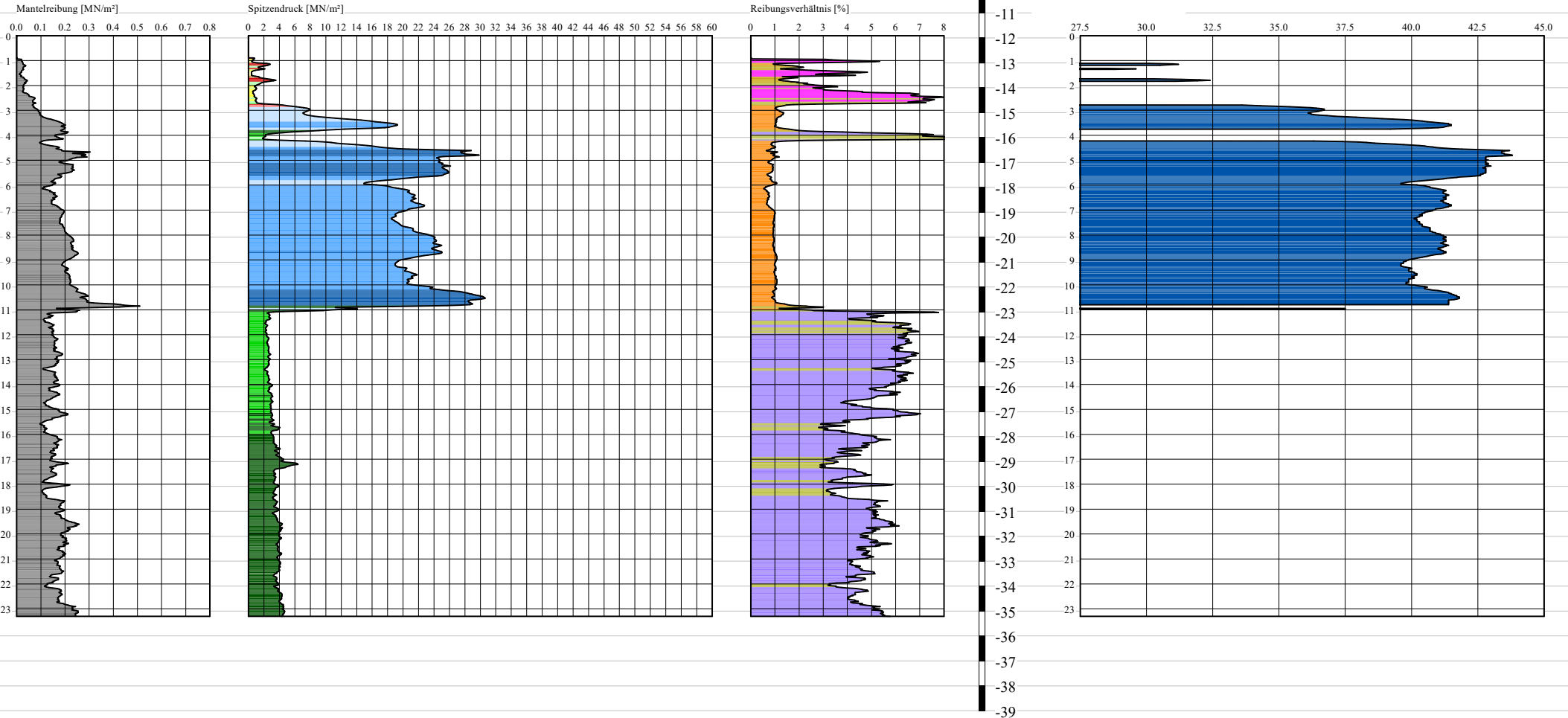
Auswertung der Drucksondierung CPT 11/13  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.17

CPT -W 6/18  
-11,91 mNHN

$\phi' \text{ [}^\circ\text{]}$   
-11,91 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

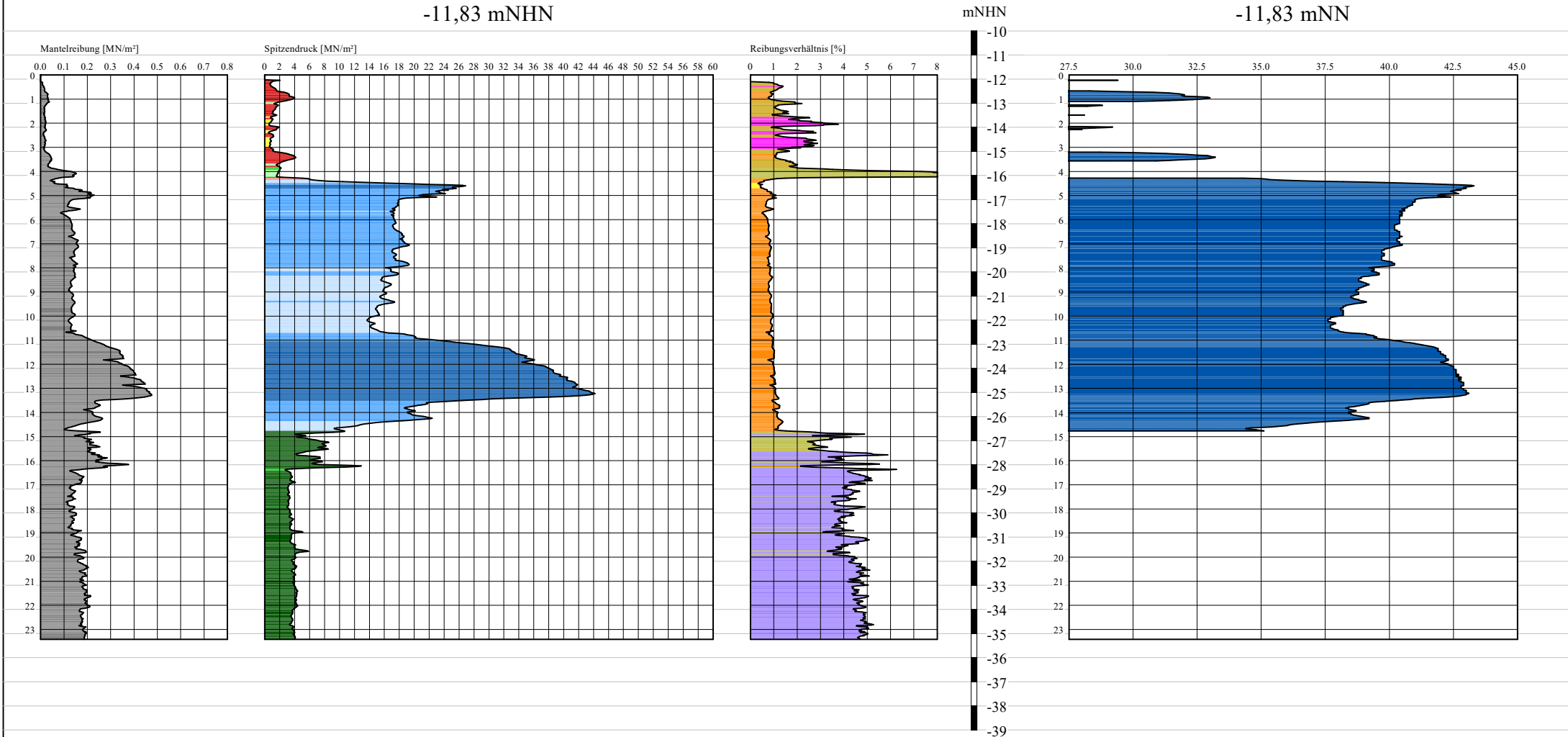
Auswertung der Drucksondierung CPT- W6/18  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung  $\phi'$

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.18

CPT -W 31/18  
-11,83 mNHN

phi' [°]  
-11,83 mNN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Auswertung der Drucksondierung CPT- W31/18  
 hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.19

# Vorbohrung

-13,2 mNHN

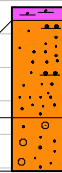
CPT 13/13

-18,75 mNHN

0.40 (-13.60)

3.30 (-16.50)

4.90 (-18.10)



Schlick

Feinsand, ms, u'

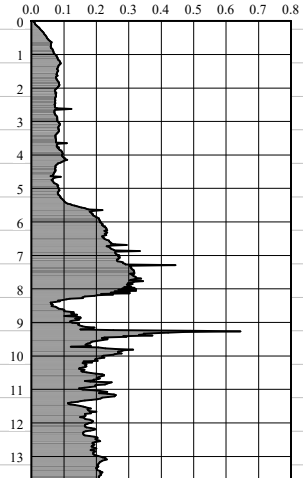
Sand  $\alpha^{\wedge}$   
Reibungsverhältnis [%]

mNHN

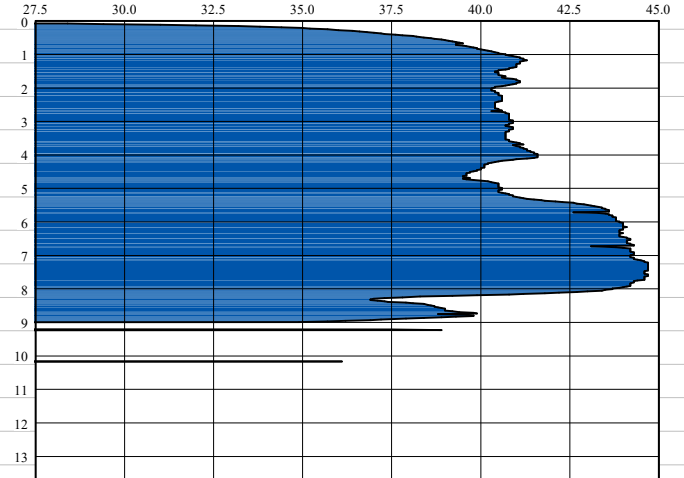
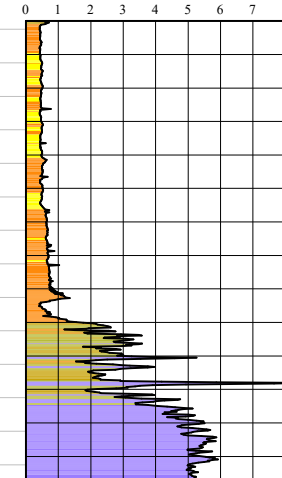
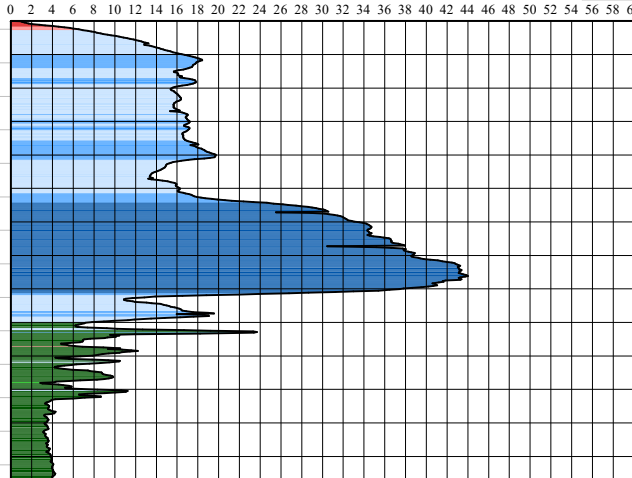


phi' [°]  
-18,75 mNN

Mantelreibung [MN/m²]



Spitzendruck [MN/m²]



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

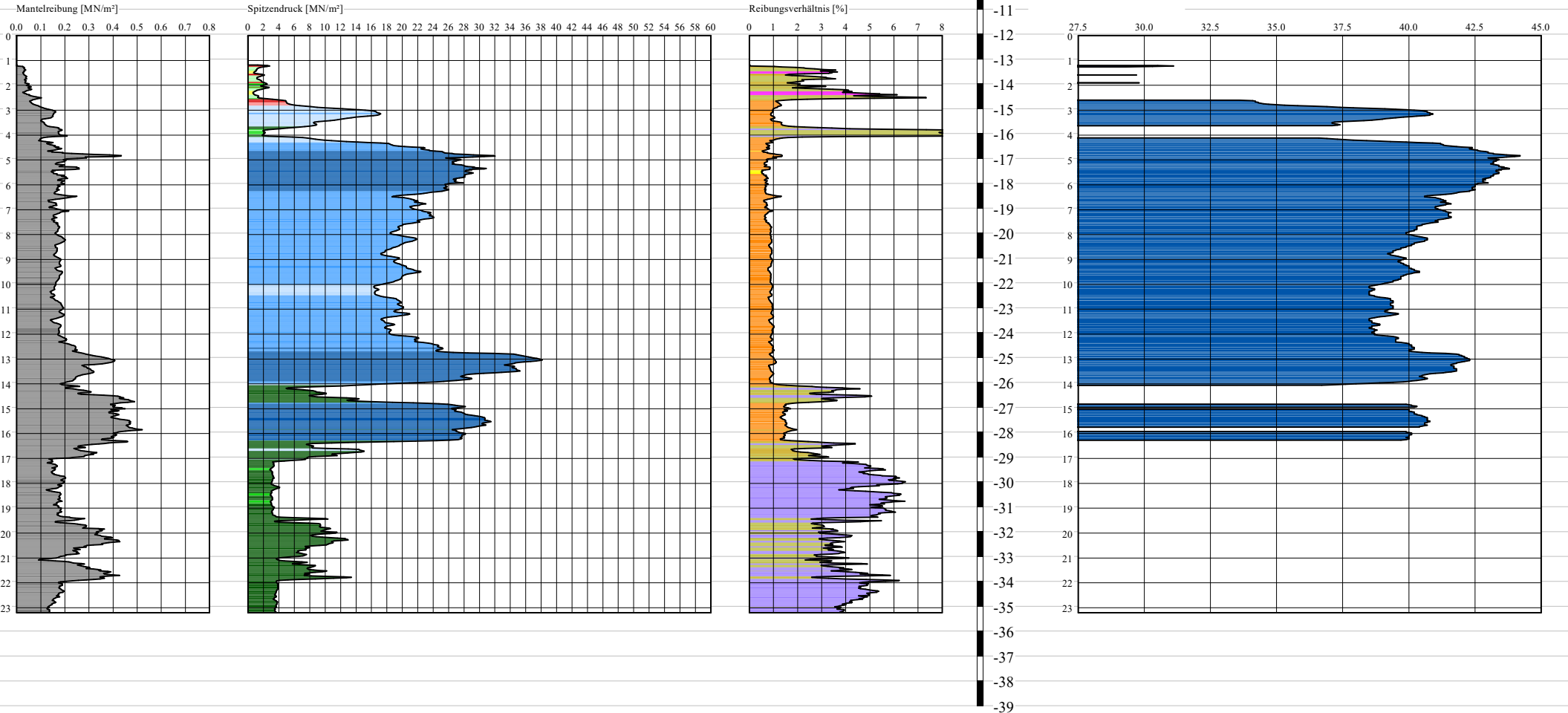
Auswertung der Drucksondierung CPT 13/13  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.20

CPT -W 5/18  
-12,06 mNHN

phi' [°]  
-12,06 mNN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH  
Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover  
Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

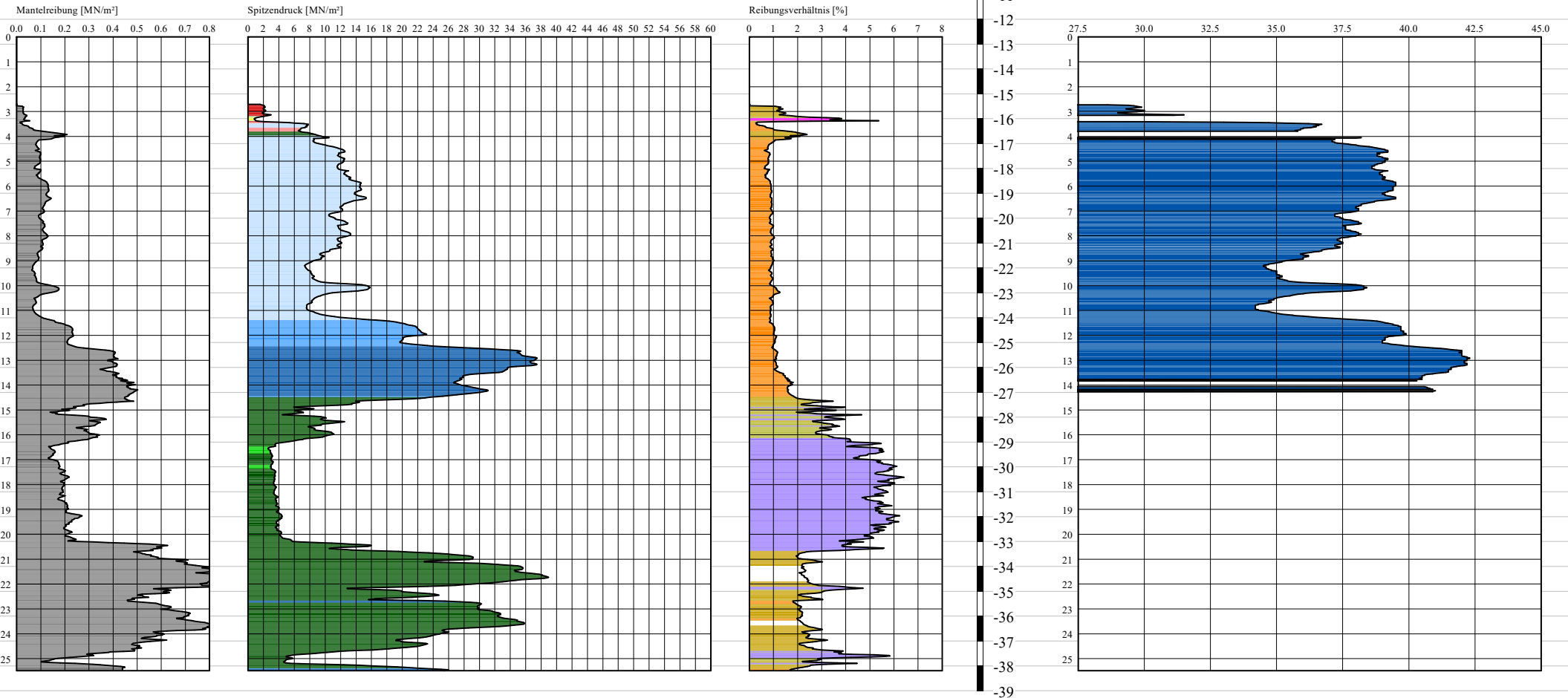
Auswertung der Drucksondierung CPT- W5/18  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.21

CPT -W 27/18  
-12,71 mNHN

phi' [°]  
-12,71 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

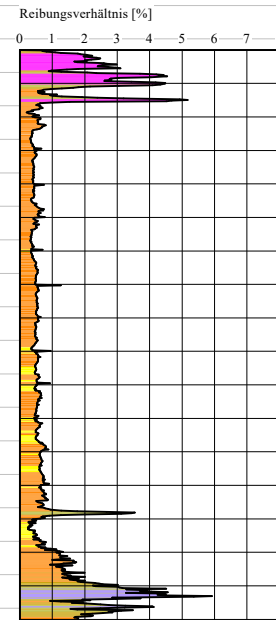
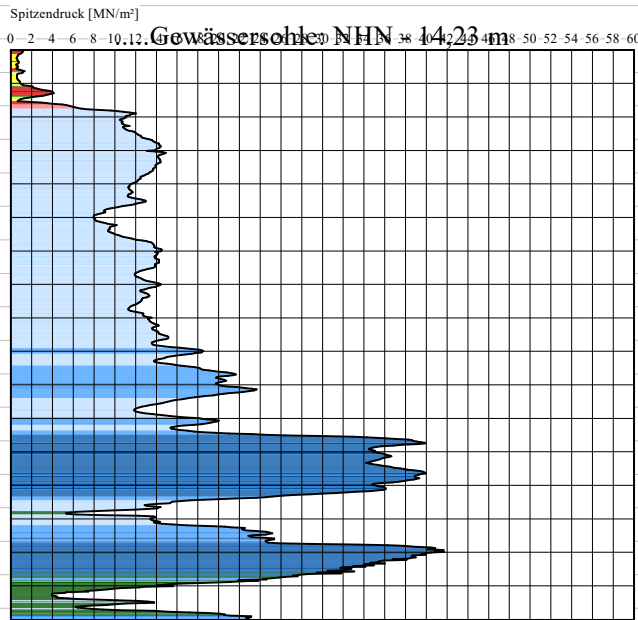
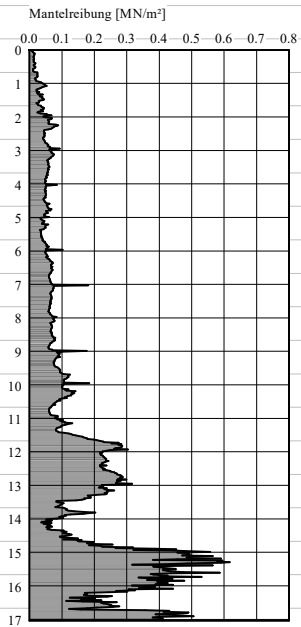
Auswertung der Drucksondierung CPT- W27/18  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

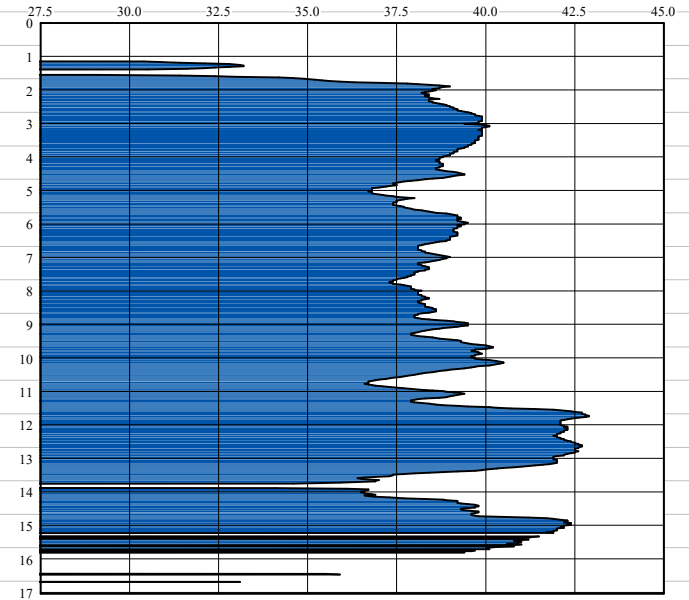
Anlagen-Nr.: 8.22



CPT 15/13  
-14,33 mNHN



phi' [°]  
-14,33 mNN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH  
Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover  
Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

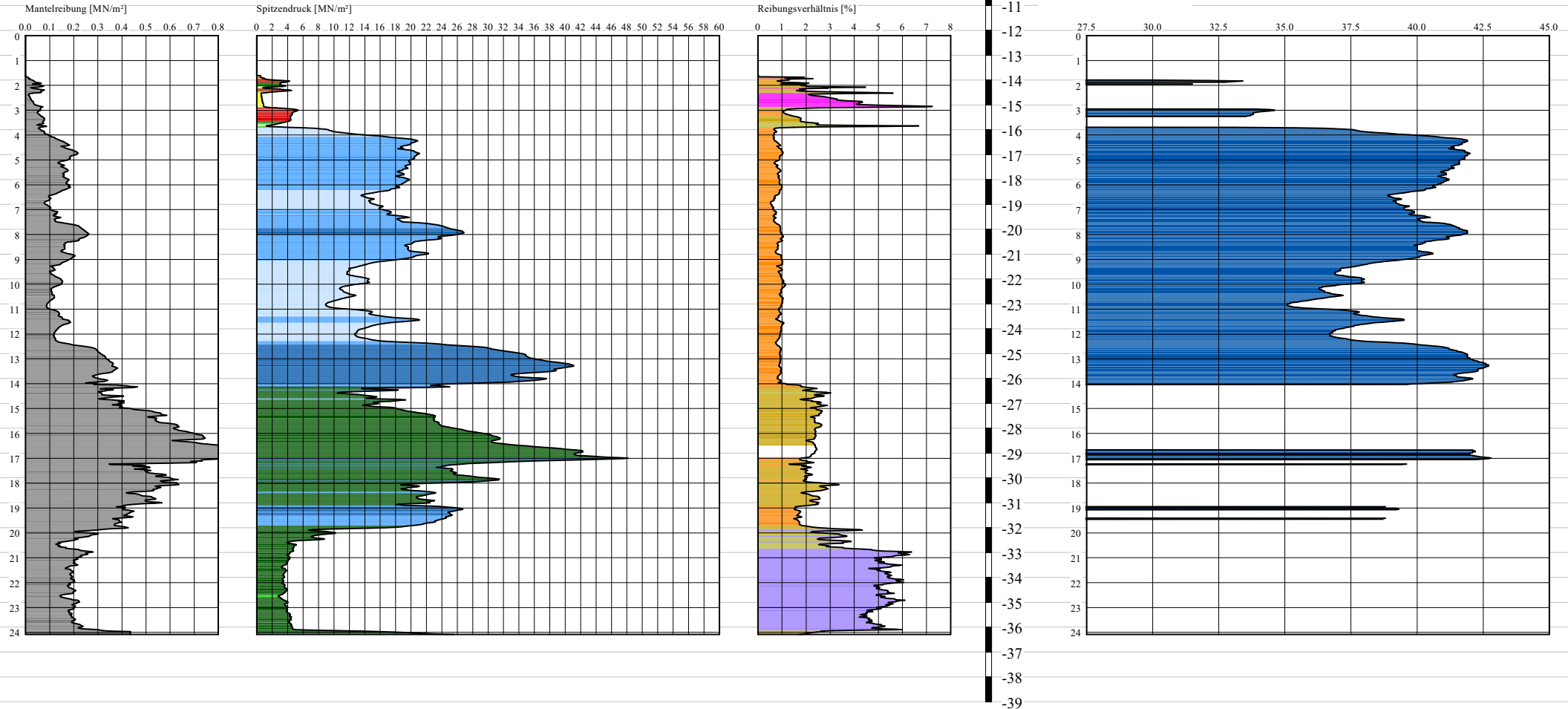
Auswertung der Drucksondierung CPT 15/13  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.23

CPT -W 4/18  
-12,21 mNHN

phi' [°]  
-12,21 mNN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

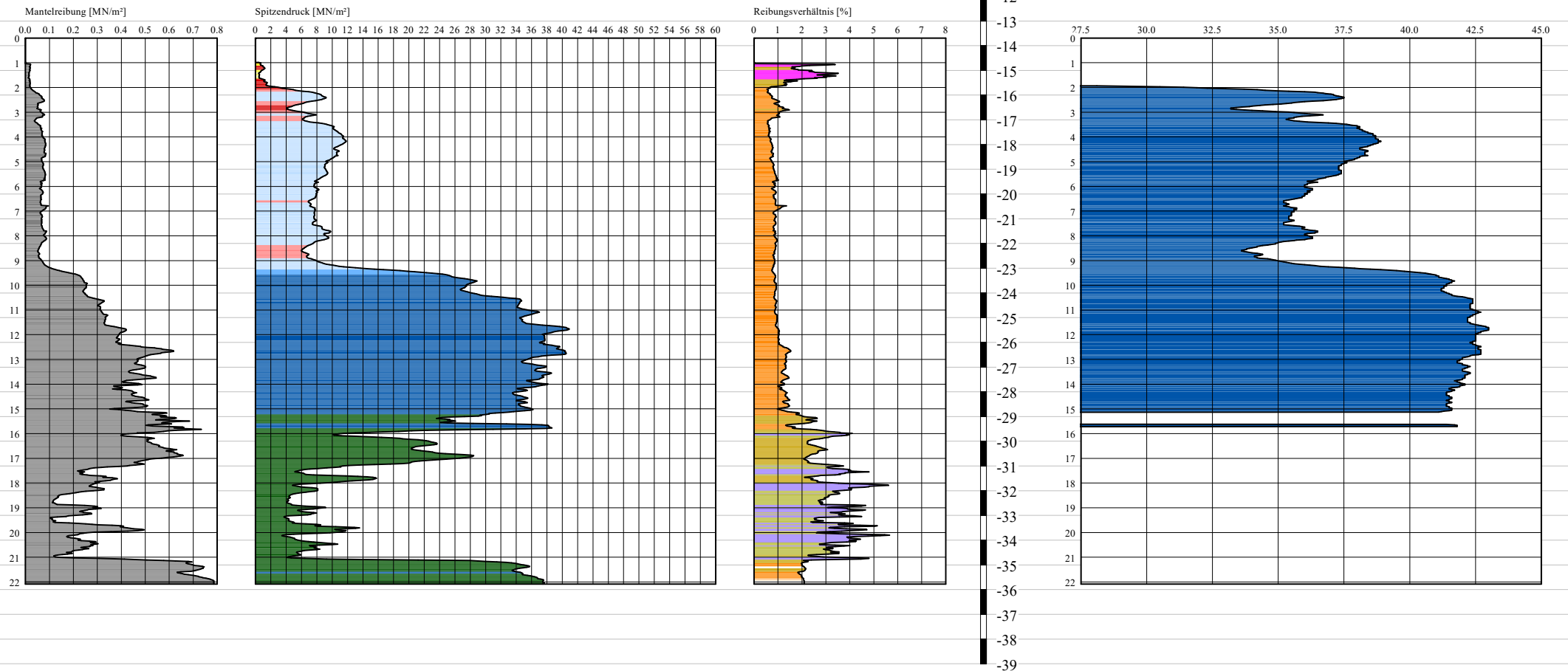
Auswertung der Drucksondierung CPT- W4/18  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.24

CPT -W 32/18  
-13,69 mNHN

phi' [°]  
-13,69 mNN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH  
Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover  
Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

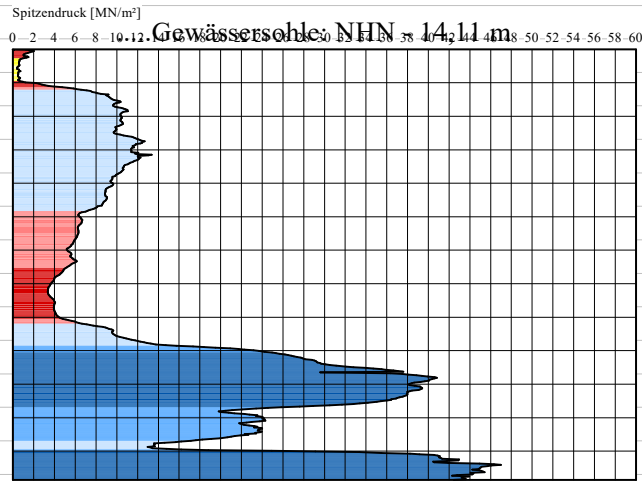
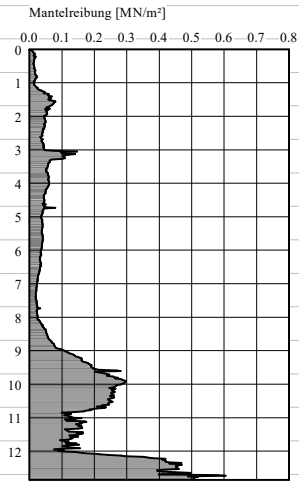
bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Auswertung der Drucksondierung CPT- W32/18  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

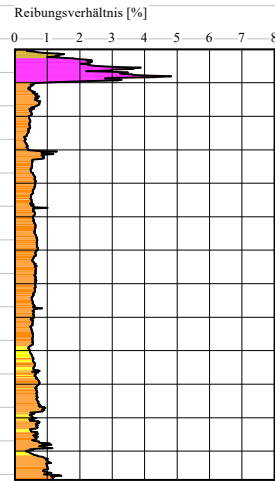
Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.25

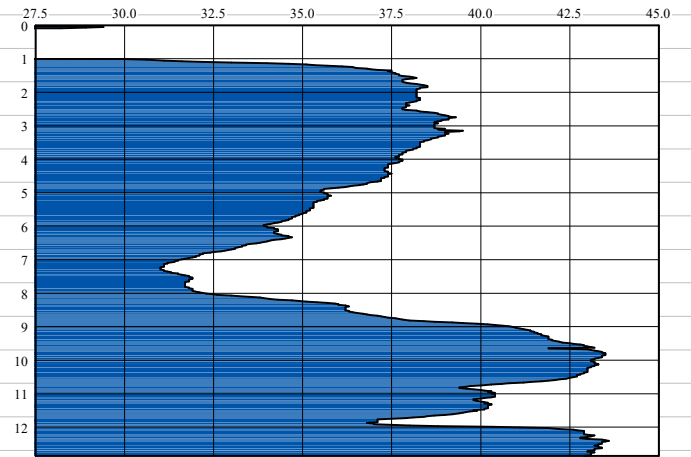
CPT 17/13  
-14,31 mNHN



Gewässersohle: NHN -14,11 m



phi' [°]  
-14,31 mNN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH  
Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover  
Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Auswertung der Drucksondierung CPT 17/13  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

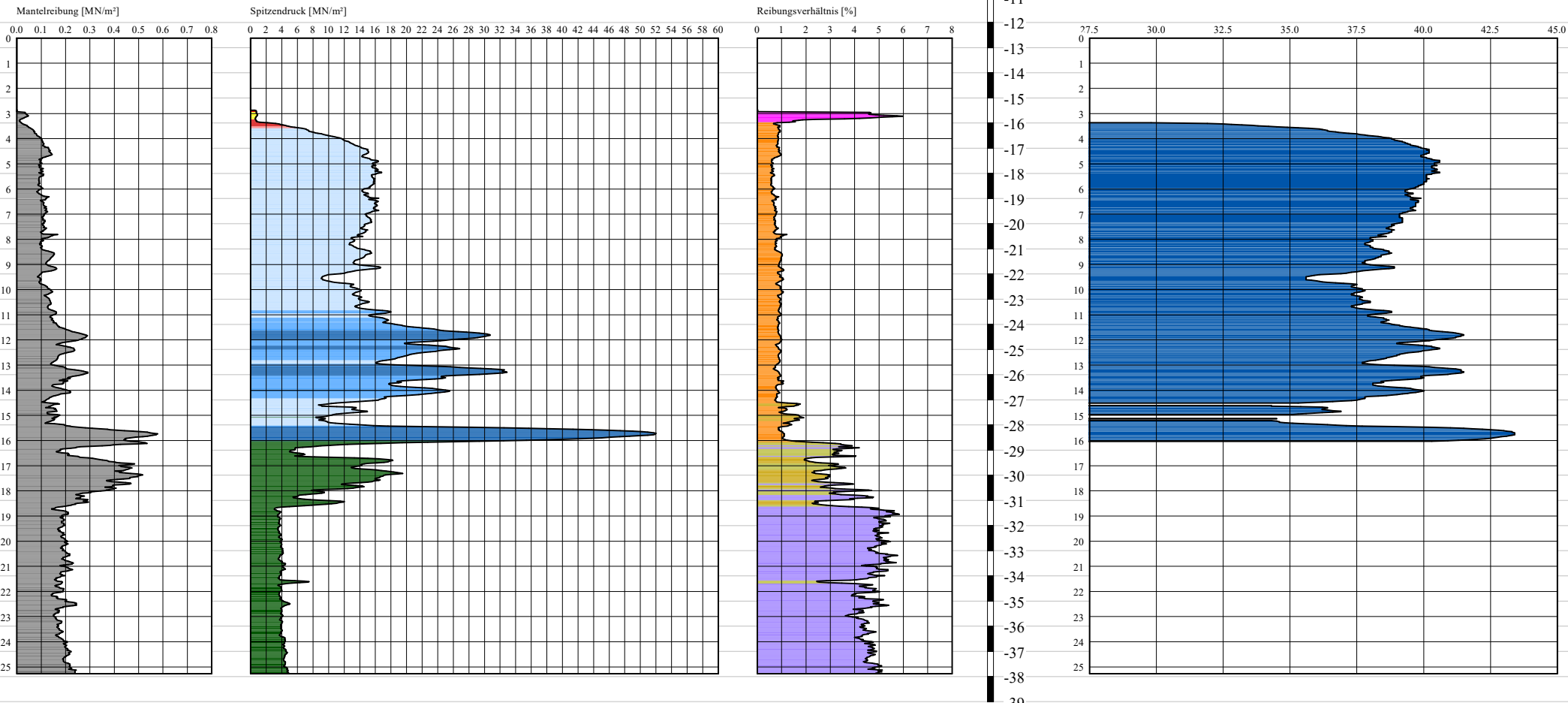
Anlagen-Nr.: 8.26

# CPT -W 3/18

-12,62 mNHN

# phi' [°]

-12,62 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

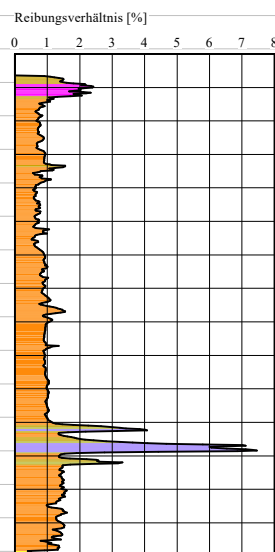
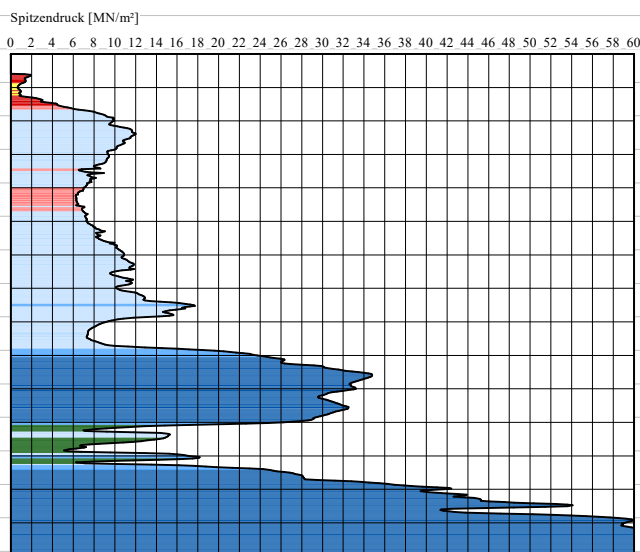
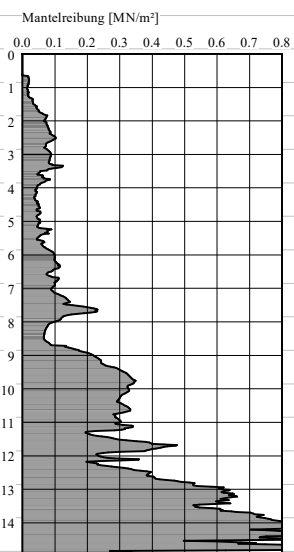
bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Auswertung der Drucksondierung CPT- W32/18  
 hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

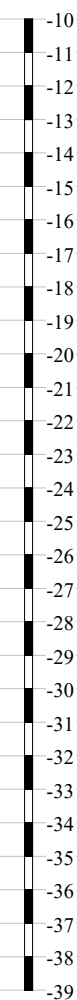
Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.27

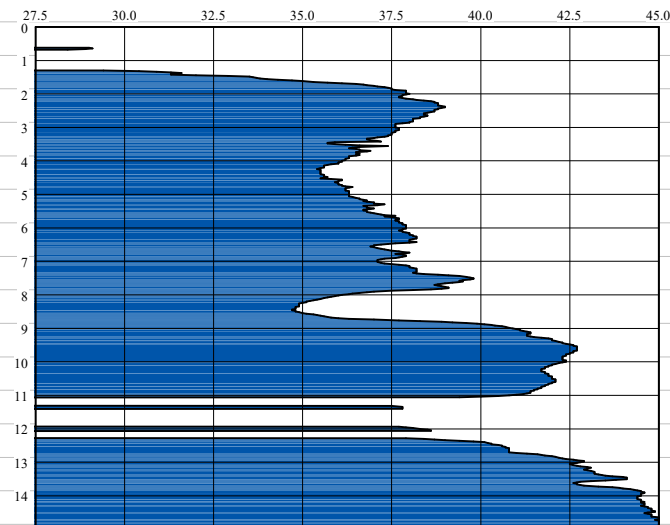
CPT -W 28/18  
-14,15 mNHN



mNHN



phi' [°]  
-14,15 mNN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

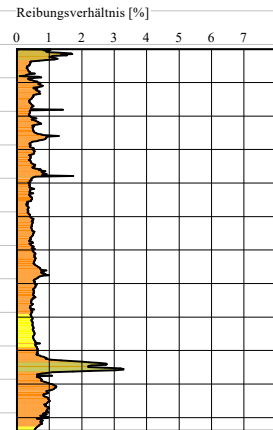
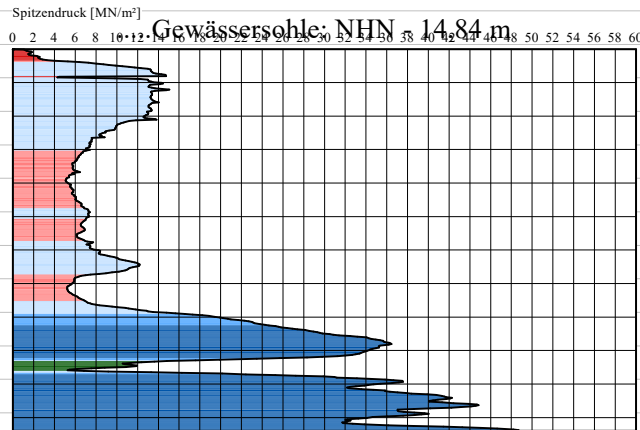
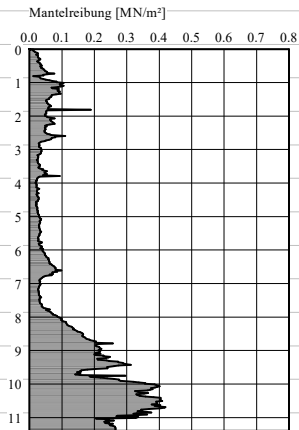
bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Auswertung der Drucksondierung CPT- W28/18  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

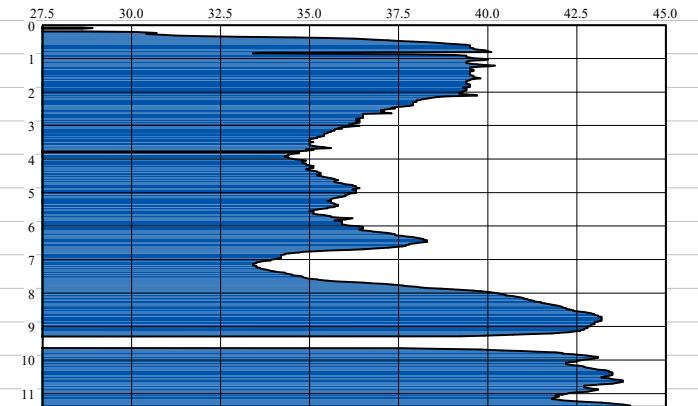
Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.28

**CPT 19/13**  
-15,14 mNHN



**phi' [°]**  
-15,14 mNN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH  
Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover  
Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

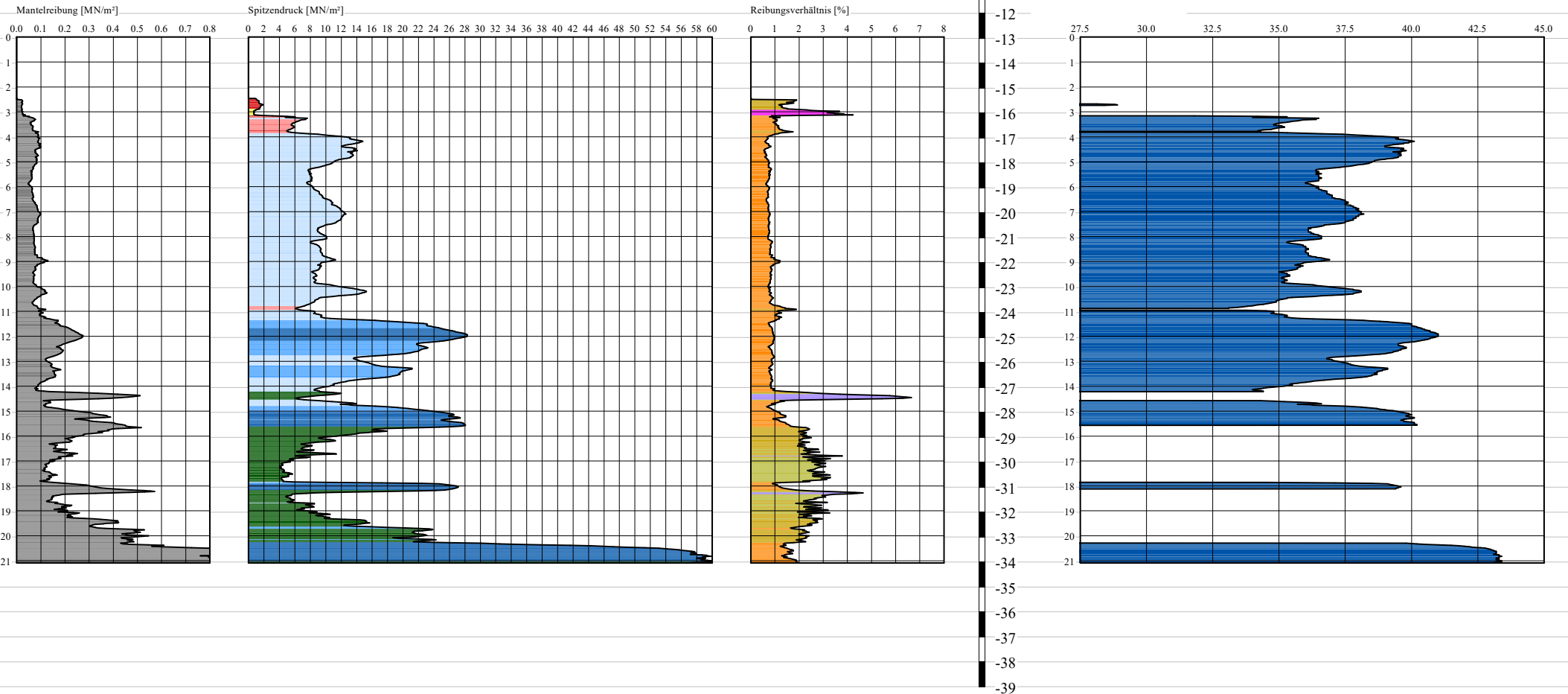
Auswertung der Drucksondierung CPT 19/13  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.29

CPT -W 2/18  
-12,95 mNHN

phi' [°]  
-12,95 mNN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Auswertung der Drucksondierung CPT- W2/18  
 hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

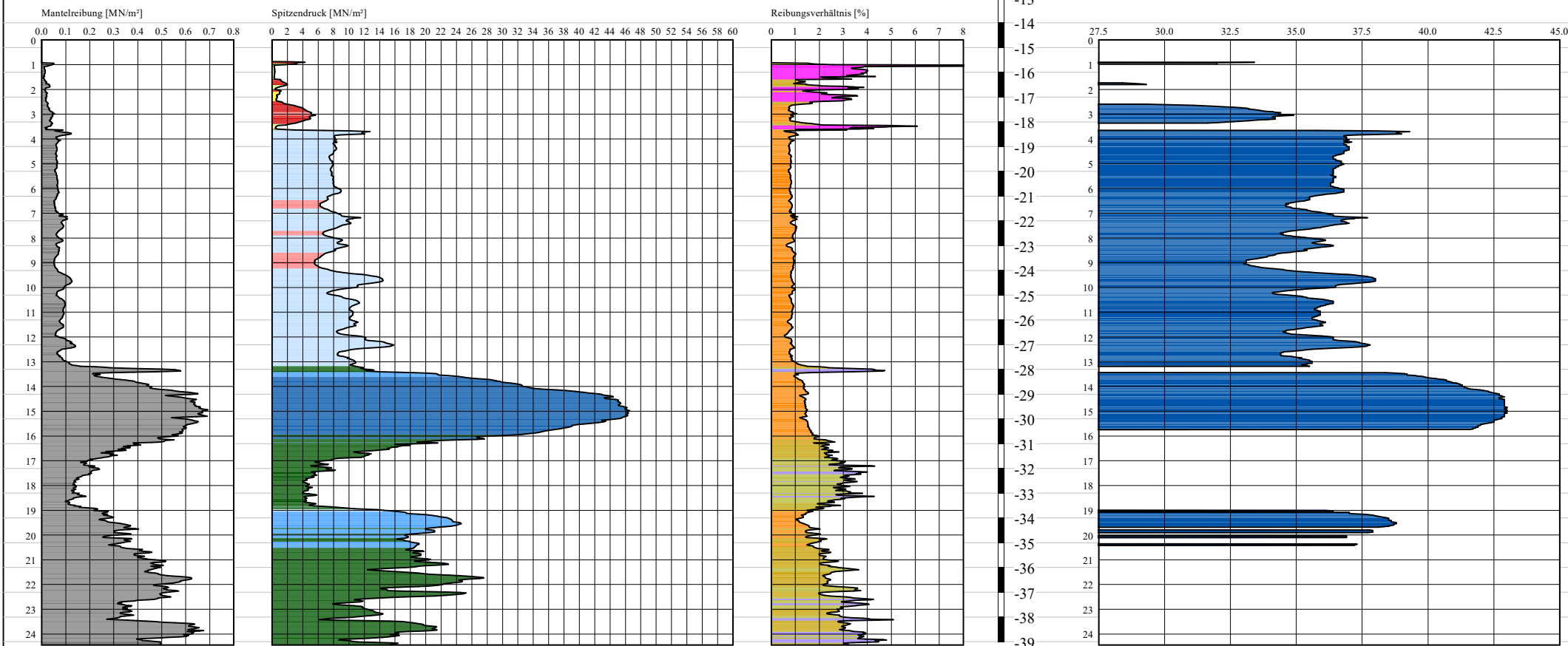
Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.30



CPT -W 33/18  
-14,69 mNHN

phi' [°]  
-14,69 mNN



**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Auswertung der Drucksondierung CPT- W33/18  
 hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

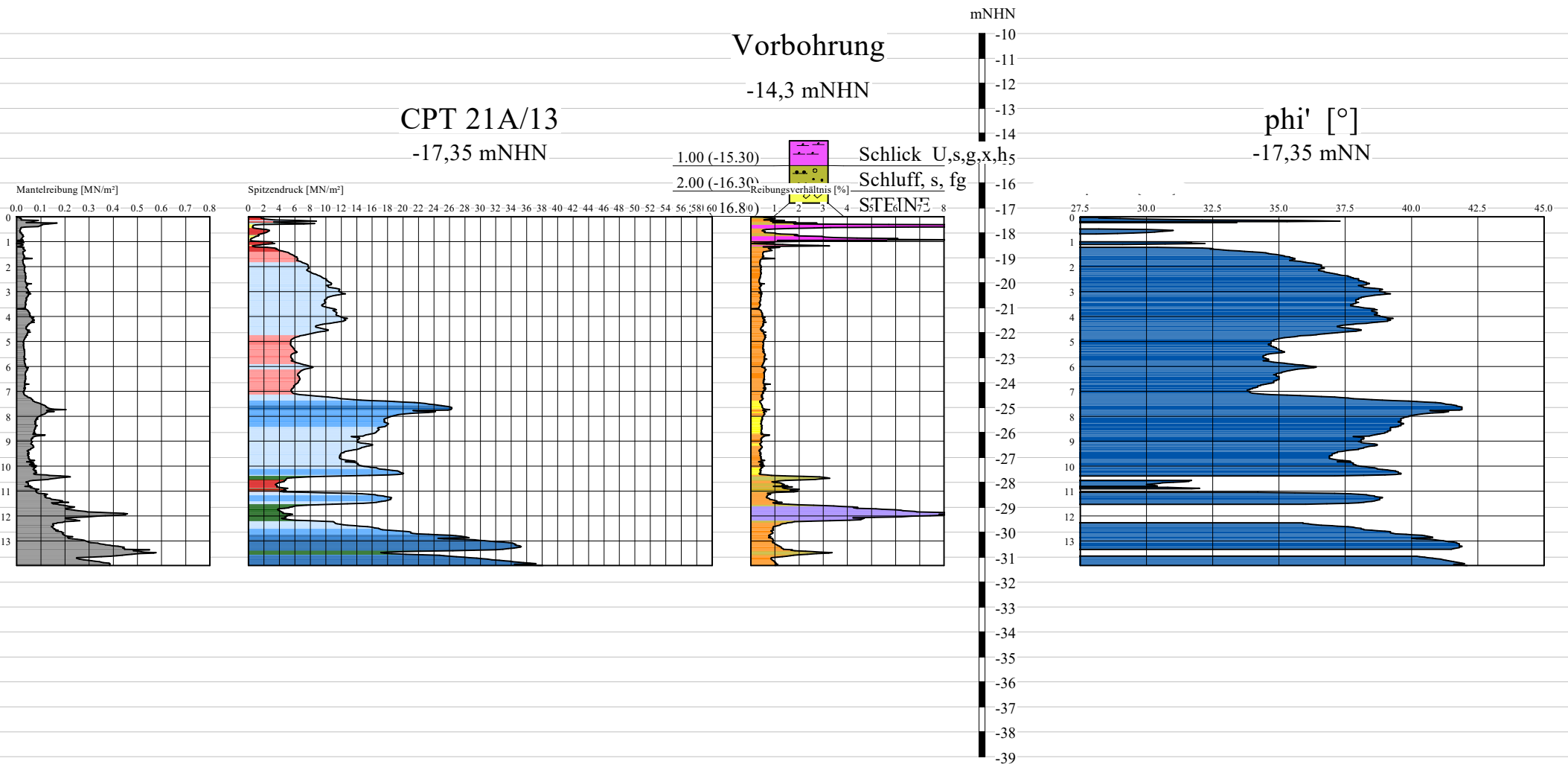
Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.31

CPT 21A/13  
-17,35 mNHN

Vorbohrung  
-14,3 mNHN

phi' [°]  
-17,35 mNHN



**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Auswertung der Drucksondierung CPT 21A/13  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

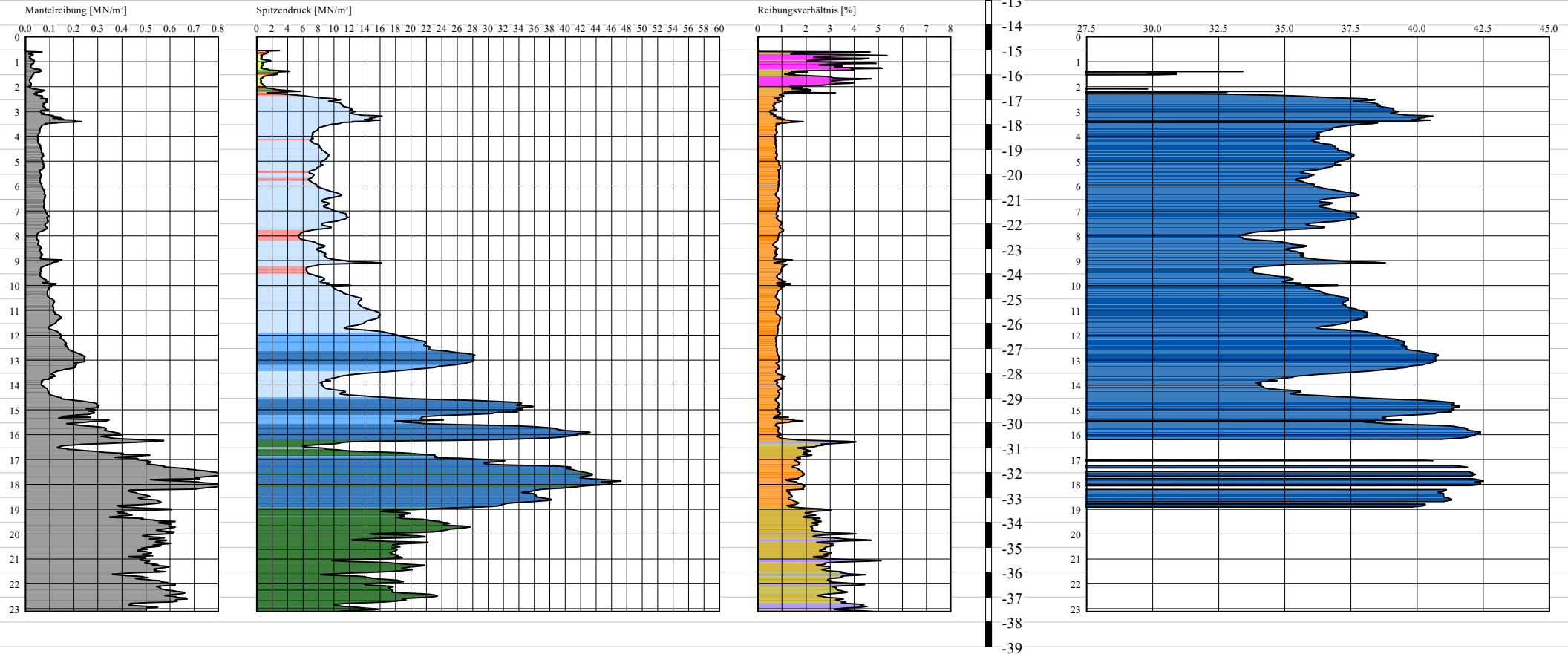
Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.32

Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

CPT -W 1B/18  
-14,47 mNHN

phi' [°]  
-14,47 mNN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

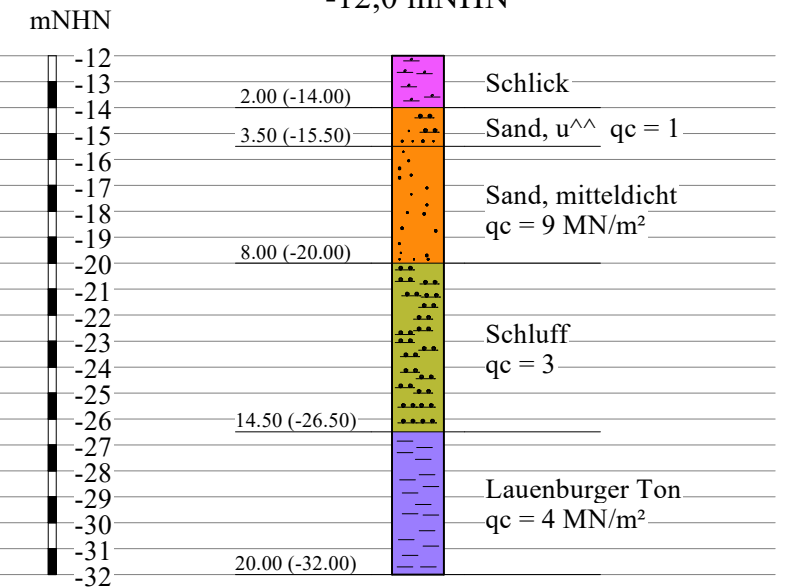
Auswertung der Drucksondierung CPT- W1B/18  
hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung phi'

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 8.33

Charakteristische - Bodenkennwerte					
Kote [NHN + m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
-14.0	13,0 / 3,0	17,5	0	3	0,25
-15.5	18,0 / 9,0	27,5	5	---	5
-20.0	18,0 / 10,0	32,5	---	---	30
-26.5	20,0 / 10,0	22,5	15	150	15
-32.0	19,5 / 9,5	18,5	35	200	20

BP I.1  
-12,0 mNHN



**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

---

Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP I.1 --- Erdwiderstandsbereich  
 (abgeleitet aus der CPT-W 29/18 und CPT-W 12/18)

---

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2      Anlagen-Nr.: 9.1.1

### Charakteristische - Bodenkennwerte

Kote [NHN + m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
-11.0	19,0 / 11,0	32,5	---	---	40
-13.0	15,0 / 5,0	20,0	5	10	0,5 bis 1
-16.0	18,0 / 9,0	27,5	5	---	5
-21.0	19,0 / 11,0	35,0	---	---	40
-27.0	20,0 / 10,0	22,5	15	150	15
-31.0	19,5 / 9,5	18,5	35	200	20

### BP I.2

+5,0 mNHN

mNHN



Sandauffüllung  
qc geschätzt = 8 MN/m<sup>2</sup>

16.00 (-11.00)

Schlick

18.00 (-13.00)

Sand, u<sup>^^</sup>

21.00 (-16.00)

Sand  
qc = 10

26.00 (-21.00)

Schluff  
qc = 3

32.00 (-27.00)

Lauenburger Ton  
qc = 4 MN/m<sup>2</sup>

36.00 (-31.00)

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

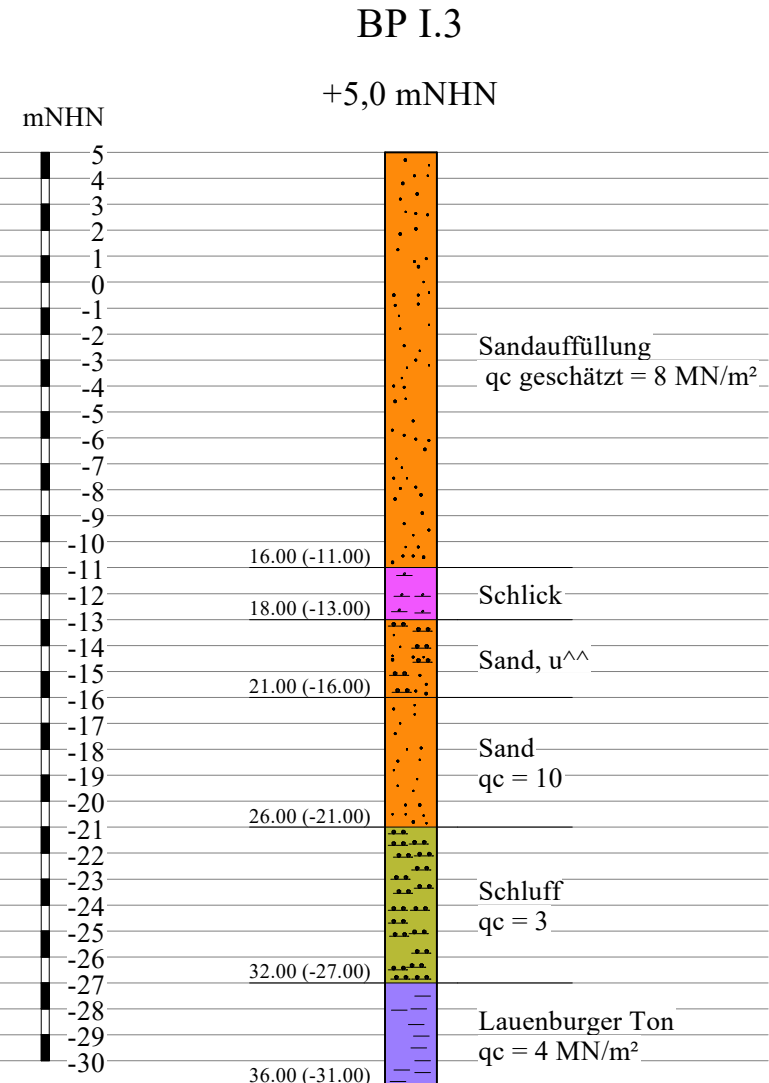
bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP I.2 --- Erddruck  
(abgeleitet aus den Drucksondierungen CPT-W 12/18 und CPT-W 11/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 9.1.2

Bemessungsparameter		
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Spitzendruck $q_{b,k}$ * [kN/m <sup>2</sup> ]
-16.0	---	---
-21.0	55	4000
-27.0	80	2000
-31.0	100	3000



\* ansetzbar auf den 8fachen Stahlquerschnitt

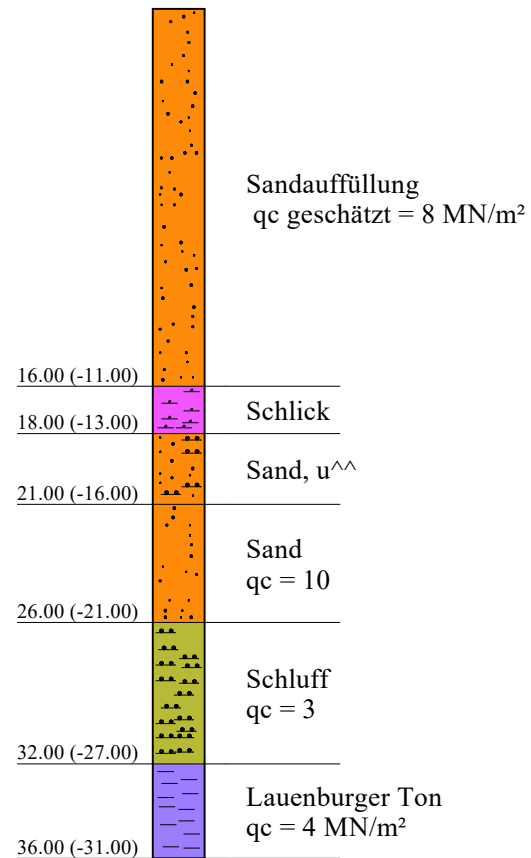
<b>RI+P</b> Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah + Partner GmbH Herrenhäuser Kirchweg 19 30167 Hannover Telefon (0511) 708875 Telefax (0511) 708800	<b>bremenports GmbH &amp; Co. KG, Bremerhaven</b> Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven	
	<b>Vertikale Tragfähigkeit Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP I.3</b> (abgeleitet aus der CPT-W11/18)	
	Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2	Anlagen-Nr.: 9.1.3

## BP I.4 - Stahlträgerprofil

Bemessungsparameter	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-8.0	35
-11.0	45
-13.0	15
-16.0	35
-21.0	50
-27.0	70
-31.0	90

## BP Ankerpfähle

+5,0 mNHN



## BP I.5 - Rüttelinjektionspfahl

Bemessungsparameter	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-8.0	120
-11.0	120
-13.0	40
-16.0	80
-21.0	150
-27.0	100
-31.0	140

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

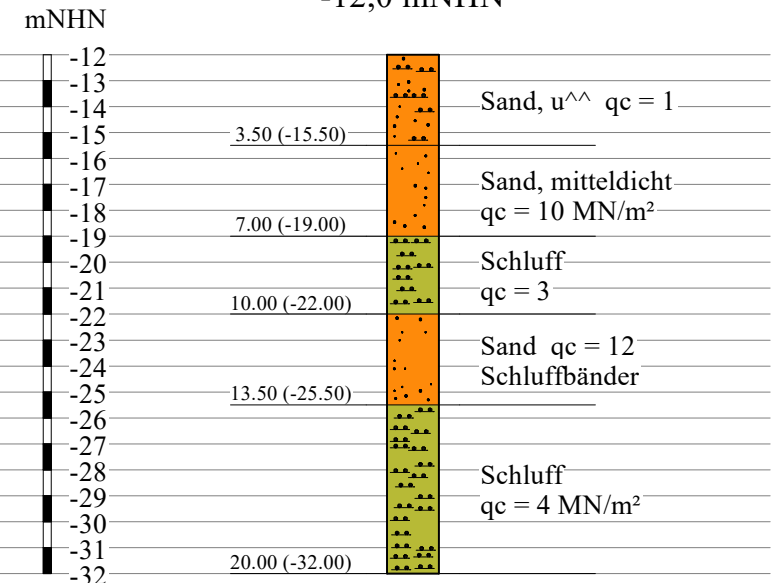
Ankerpfähle --- Bemessungsbodenprofile BP I.4 und BP I.5  
(abgeleitet aus der CPT-W 11/18 und der CPT-W 12/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 9.1.4

Charakteristische - Bodenkennwerte					
Kote [NHN + m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi_k'$ [°]	$c_k'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
-15.5	18,0 / 9,0	27,5	5	---	5
-19.0	19,0 / 11,0	35,0	---	---	30
-22.0	20,0 / 10,0	22,5	15	150	15
-25.5	19,0 / 11,00	32,5	5	---	25
-32.0	20,0 / 10,0	22,5	15	200	20

BP II.1  
-12,0 mNHN



<p><b>RI+P</b> Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah + Partner GmbH Herrenhäuser Kirchweg 19 30167 Hannover Telefon (0511) 708875 Telefax (0511) 708800</p>	<p>bremenports GmbH &amp; Co. KG, Bremerhaven Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven</p>	
	<p>Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP II.1 --- Erdwiderstandsbereich (abgeleitet aus der CPT-W 23/18 und CPT-W 3/13)</p>	
	<p>Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2</p>	<p>Anlagen-Nr.: 9.2.1</p>



### Charakteristische - Bodenkennwerte

Kote [NHN + m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
-11.5	19,0 / 11,0	32,5	---	---	40
-14.0	15,0 / 5,0	20,0	5	10	0,5 bis 1
-15.5	18,0 / 9,0	27,5	5	---	5
-18.0	20,0 / 12,0	37,5	---	---	50
-21.5	20,0 / 10,0	22,5	15	150	15
-26.5	19,0 / 11,0	32,5	5	---	25
-31.0	20,0 / 10,0	22,5	15	200	25

### BP II.2

+5,0 mNHN

mNHN



Sandauffüllung  
qc geschätzt = 8 MN/m<sup>2</sup>

16.50 (-11.50)

Schlick

19.00 (-14.00)

20.50 (-15.50)

Sand, u<sup>^^</sup>

23.00 (-18.00)

Sand

qc = 12

26.50 (-21.50)

Schluff

qc = 3

31.50 (-26.50)

Sand

Schluffbänder

36.00 (-31.00)

Schluff

qc = 4 MN/m<sup>2</sup>

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven

Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

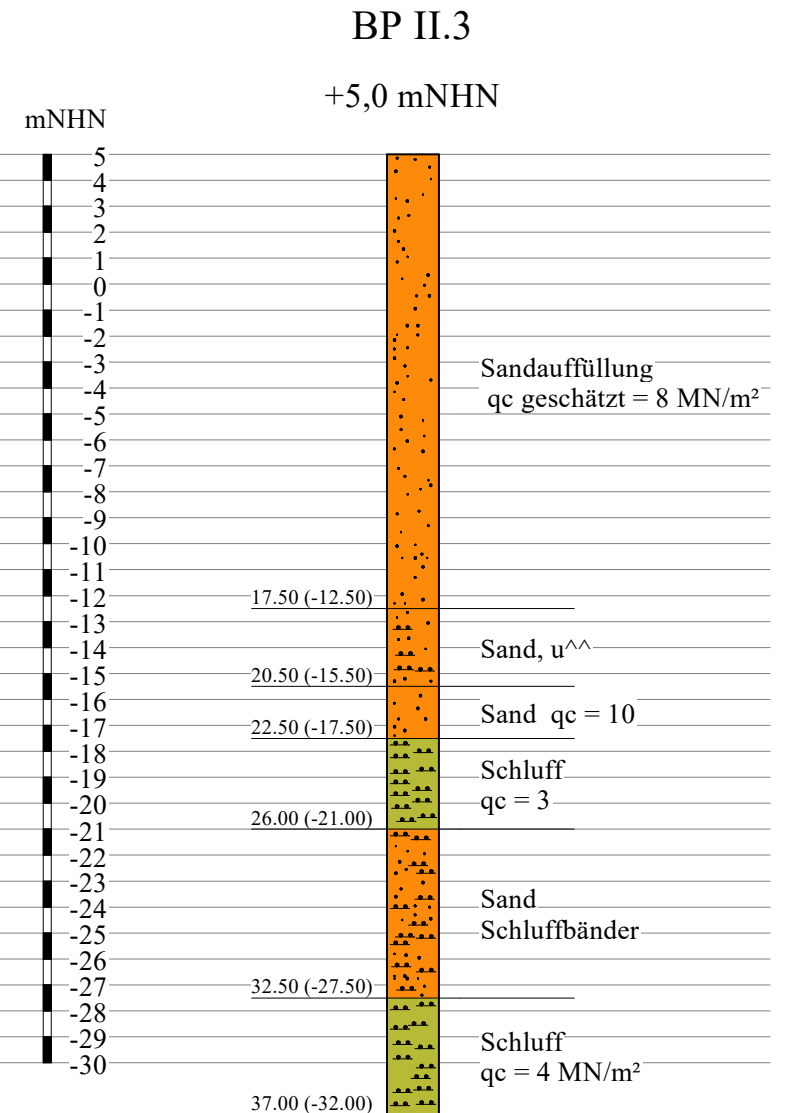
Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP II.2 --- Erddruck  
(abgeleitet aus den Drucksondierungen CPT-W 3/13 und CPT-W 10/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 9.2.2

Bemessungsparameter		
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Spitzendruck $q_{b,k}$ * [kN/m <sup>2</sup> ]
-15.5	20	---
-17.5	55	3500
-21.0	80	1500
-27.5	70	2000
-31.0	100	2500

\* ansetzbar auf den 8fachen Stahlquerschnitt



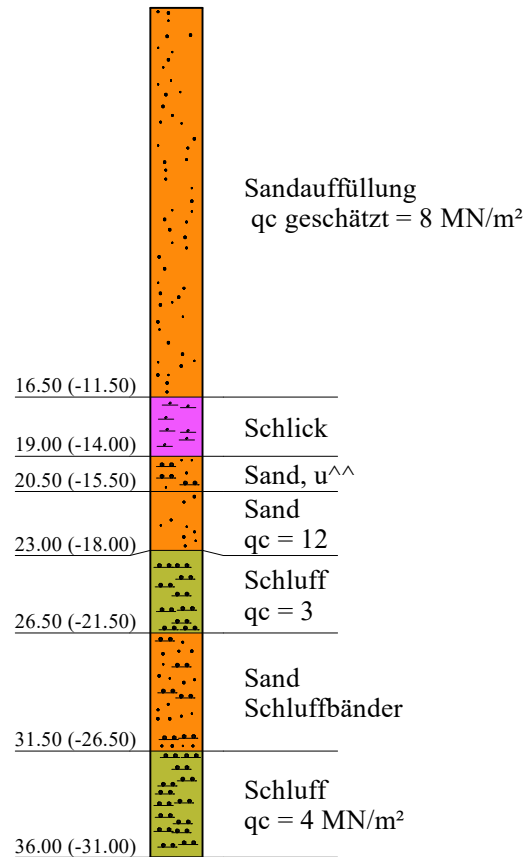
<b>RI+P</b> Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah + Partner GmbH Herrenhäuser Kirchweg 19 30167 Hannover Telefon (0511) 708875 Telefax (0511) 708800	bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven	
	Vertikale Tragfähigkeit Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP II.3 (abgeleitet aus der CPT-W3/13 und der CPT-W 10/18)	
	Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2	Anlagen-Nr.: 9.2.3

## BP II.4 - Stahlträgerprofil

Bemessungsparameter	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-8.0	35
-11.5	50
-14.0	15
-15.5	35
-18.0	55
-21.5	70
-26.5	70
-31.0	80

## BP II.2

+5,0 mNHN



## BP II.5 - Rüttelinjektionspfahl

Bemessungsparameter	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-8.0	120
-11.5	120
-14.0	40
-15.5	80
-18.0	170
-21.5	100
-26.5	160
-31.0	140

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

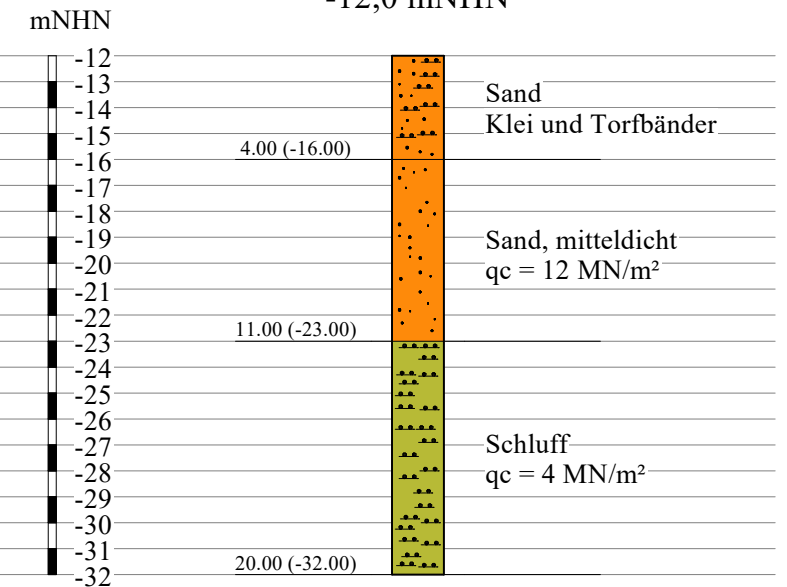
Ankerpfähle --- Bemessungsbodenprofile BP II.4 und BP II.5  
(abgeleitet aus der CPT-W 3/13 und der CPT-W 10/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 9.2.4

Charakteristische - Bodenkennwerte					
Kote [NHN + m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
-16.0	18,0 / 9,0	27,5	5	---	5
-23.0	19,0 / 11,0	37,5	---	---	40
-32.0	20,0 / 10,0	22,5	15	200	20

BP III.1  
-12,0 mNHN



**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP III.1 --- Erdwiderstandsbereich  
 (abgeleitet aus der CPT-W 30/18 und CPT-W 5/13)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2      Anlagen-Nr.: 9.3.1

### Charakteristische - Bodenkennwerte

Kote [NHN + m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
-12.0	19,0 / 11,0	32,5	---	---	40
-13.0	15,0 / 5,0	20,0	5	10	0,5 bis 1
-16.0	18,0 / 10,0	30,0	---	---	10
-24.0	19,0 / 11,0	37,5	---	---	40
-31.0	20,0 / 10,0	22,5	15	200	25

### BP III.2

+5,0 mNHN

mNHN



Sandauffüllung  
qc geschätzt = 8 MN/m<sup>2</sup>

17.00 (-12.00)

18.00 (-13.00)

Schluff

21.00 (-16.00)

Sand, u

29.00 (-24.00)

Sand  
qc = 12

36.00 (-31.00)

Schluff  
qc = 4 MN/m<sup>2</sup>

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

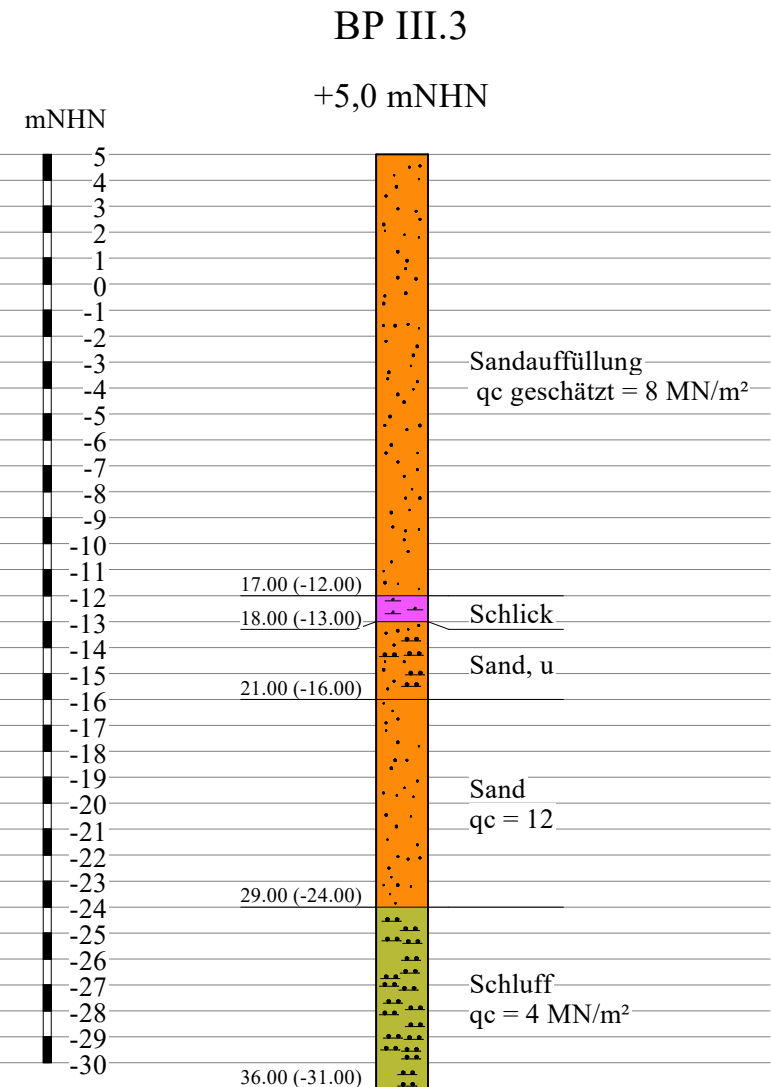
Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP III.2 --- Erddruck  
(abgeleitet aus den Drucksondierungen CPT-W 5/13 und CPT-W 9/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 9.3.2

Bemessungsparameter		
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Spitzendruck $q_{b,k}$ * [kN/m <sup>2</sup> ]
-13.0	---	---
-16.0	25	---
-24.0	75	4600
-31.0	100	2500

\* ansetzbar auf den 8fachen Stahlquerschnitt



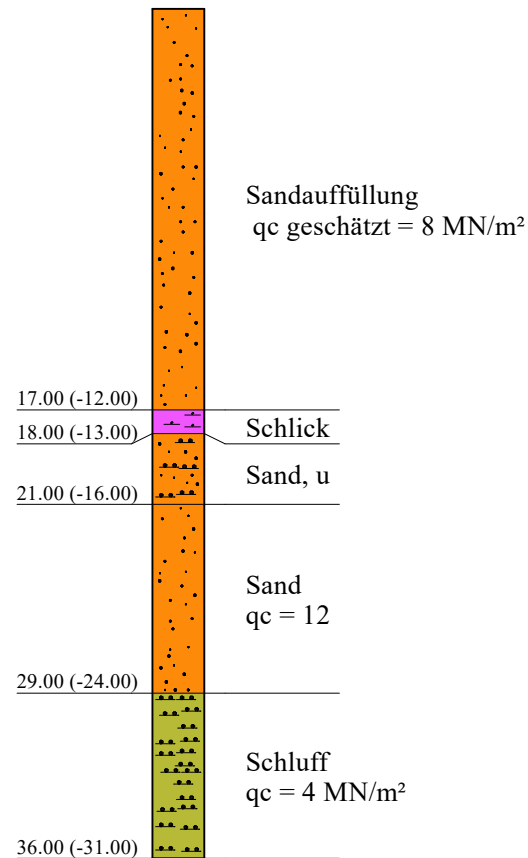
<b>RI+P</b> Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah + Partner GmbH Herrenhäuser Kirchweg 19 30167 Hannover Telefon (0511) 708875 Telefax (0511) 708800	<b>bremenports GmbH &amp; Co. KG, Bremerhaven</b> Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven	
	Vertikale Tragfähigkeit Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP III.3 (abgeleitet aus der CPT-W5/13 und der CPT-W 30/18)	
	Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2	Anlagen-Nr.: 9.3.3

## BP III.4 - Stahlträgerprofil

Bemessungsparameter	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-8.0	35
-12.0	50
-13.0	15
-16.0	35
-24.0	65
-31.0	80

## BP III.4

+5,0 mNHN



## BP III.5 - Rüttelinjektionspfahl

Bemessungsparameter	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-8.0	120
-12.0	120
-13.0	40
-16.0	80
-24.0	170
-31.0	140

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

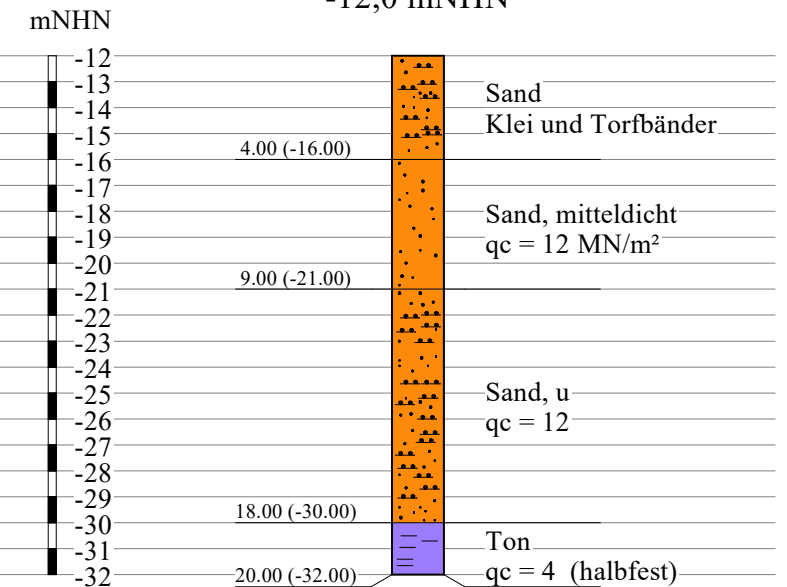
Ankerpfähle --- Bemessungsbodenprofile BP III.4 und BP III.5  
(abgeleitet aus der CPT-W 5/13 und der CPT-W 9/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 9.3.4

Charakteristische - Bodenkennwerte					
Kote [NHN + m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
-16.0	18,0 / 9,0	27,5	5	---	5
-21.0	19,0 / 11,0	37,5	---	---	40
-30.0	18,0 / 10,0	35,0	5	---	30
-32.0	18,5 / 8,5	18,5	35	200	20

BP IV.1  
-12,0 mNHN



**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

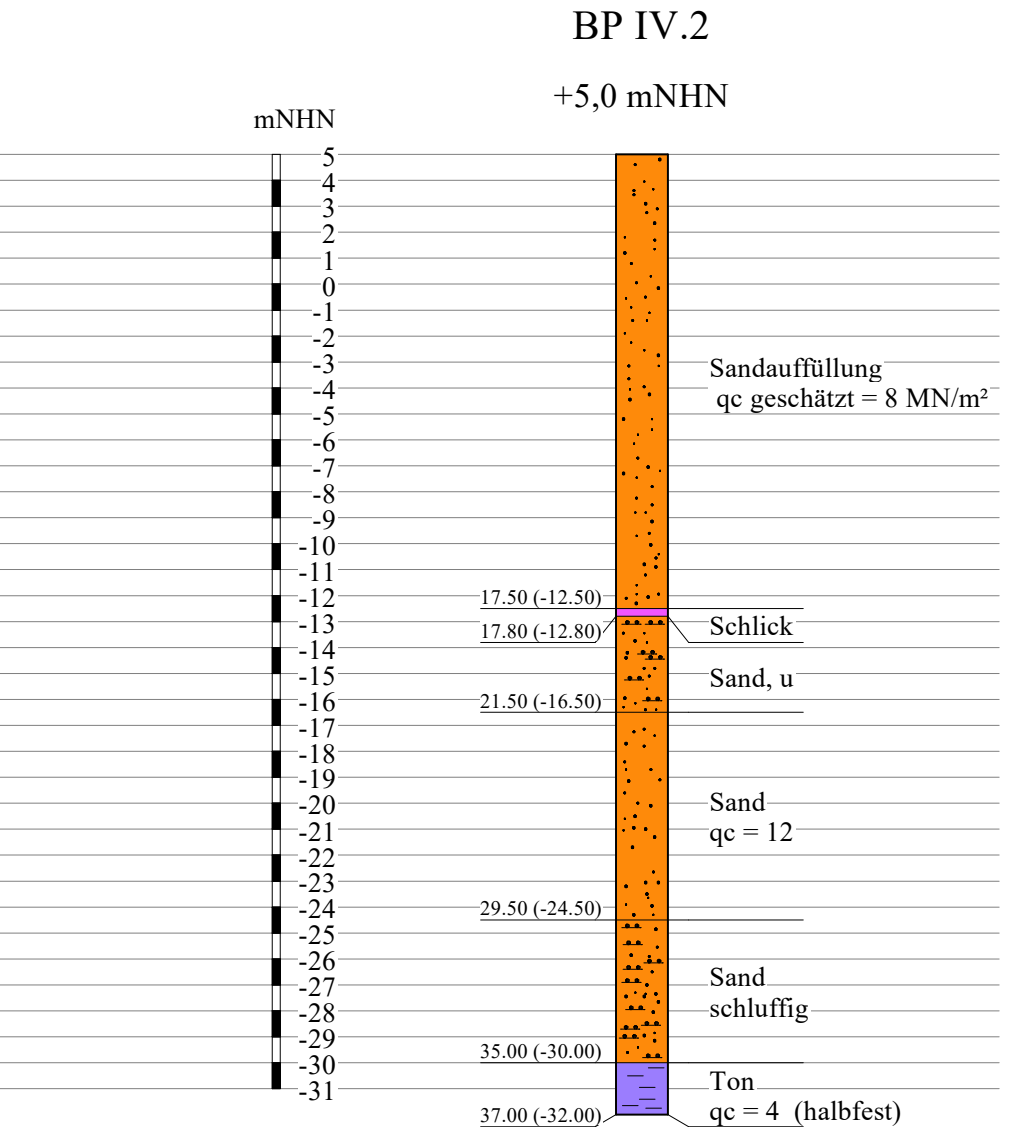
bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP IV.1 --- Erdwiderstandsbereich  
 (abgeleitet aus der CPT-W 24/18 und CPT-W 7/13)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2      Anlagen-Nr.: 9.4.1



Charakteristische - Bodenkennwerte					
Kote [NHN + m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
-12.5	19,0 / 11,0	32,5	---	---	40
-16.5	18,0 / 10,0	30,0	---	---	10
-24.5	19,0 / 11,0	37,5	---	---	40
-30.0	18,0 / 10,0	35,0	5	---	30
-32.0	18,5 / 8,5	18,5	35	200	20



**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

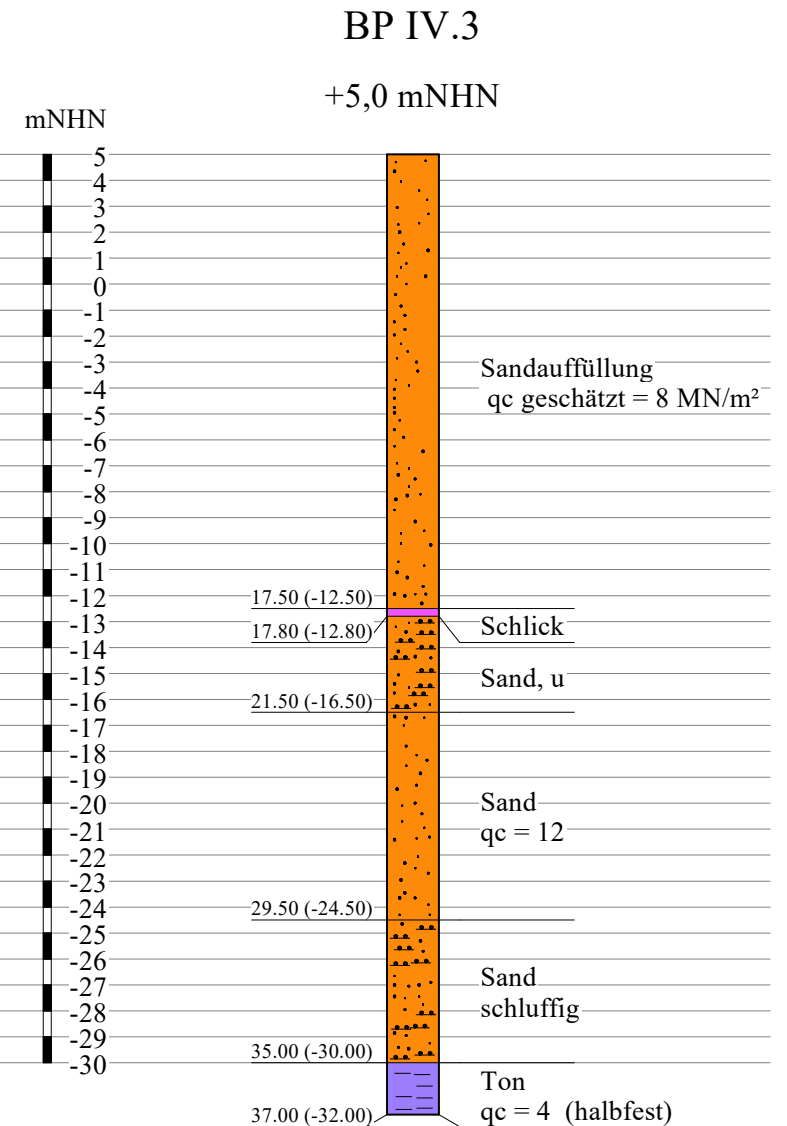
**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP IV.2 --- Erddruck  
 (abgeleitet aus den Drucksondierungen CPT-W 7/13 und CPT-W 8/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2	Anlagen-Nr.: 9.4.2
----------------------------	--------------------

Bemessungsparameter		
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Spitzendruck $q_{b,k}$ * [kN/m <sup>2</sup> ]
-12.8	---	---
-16.5	25	---
-24.5	75	4600
-30.0	60	3500
-31.0	100	2500

\* ansetzbar auf den 8fachen Stahlquerschnitt



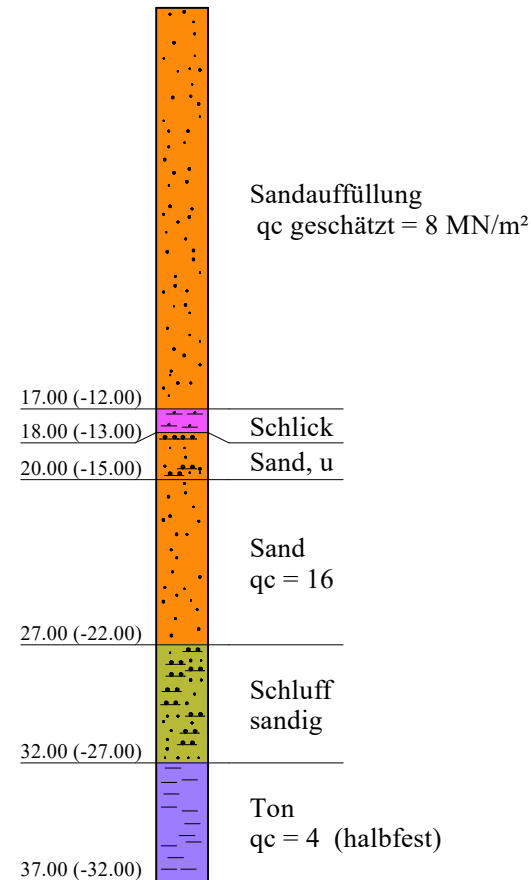
<b>RI+P</b> Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah + Partner GmbH Herrenhäuser Kirchweg 19 30167 Hannover Telefon (0511) 708875 Telefax (0511) 708800	<b>bremenports GmbH &amp; Co. KG, Bremerhaven</b> Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven	
	Vertikale Tragfähigkeit Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP IV.3 (abgeleitet aus der CPT-W7/13 und der CPT-W 24/18)	
	Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2	Anlagen-Nr.: 9.4.3

## BP IV.4 - Stahlträgerprofil

Bemessungsparameter	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-8.0	35
-12.0	50
-13.0	15
-15.0	35
-22.0	80
-27.0	80
-32.0	100

## BP Ankerpfähle

+5,0 mNHN



## BP IV.5 - Rüttelinjektionspfahl

Bemessungsparameter	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-8.0	120
-12.0	120
-13.0	40
-15.0	80
-22.0	190
-27.0	120
-32.0	140

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

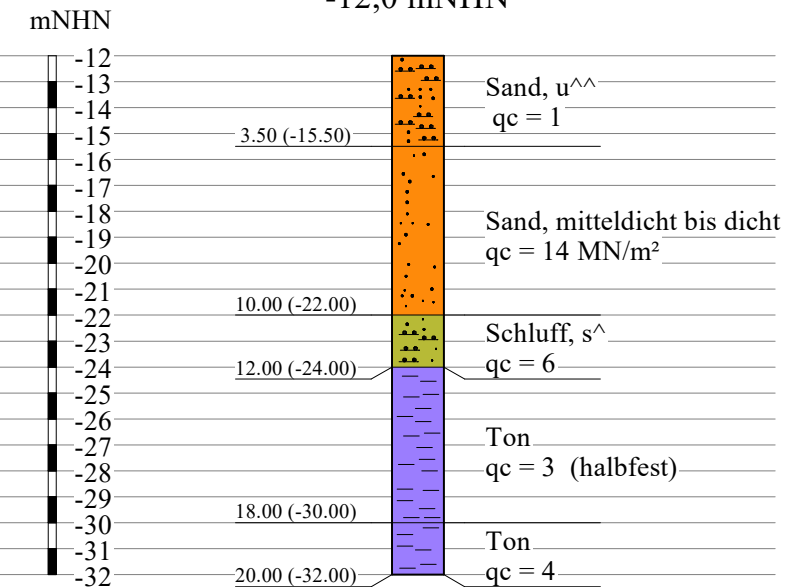
Ankerpfähle --- Bemessungsbodenprofile BP IV.4 und BP IV.5  
(abgeleitet aus der CPT-W 7/13 und der CPT-W 8/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 9.4.4

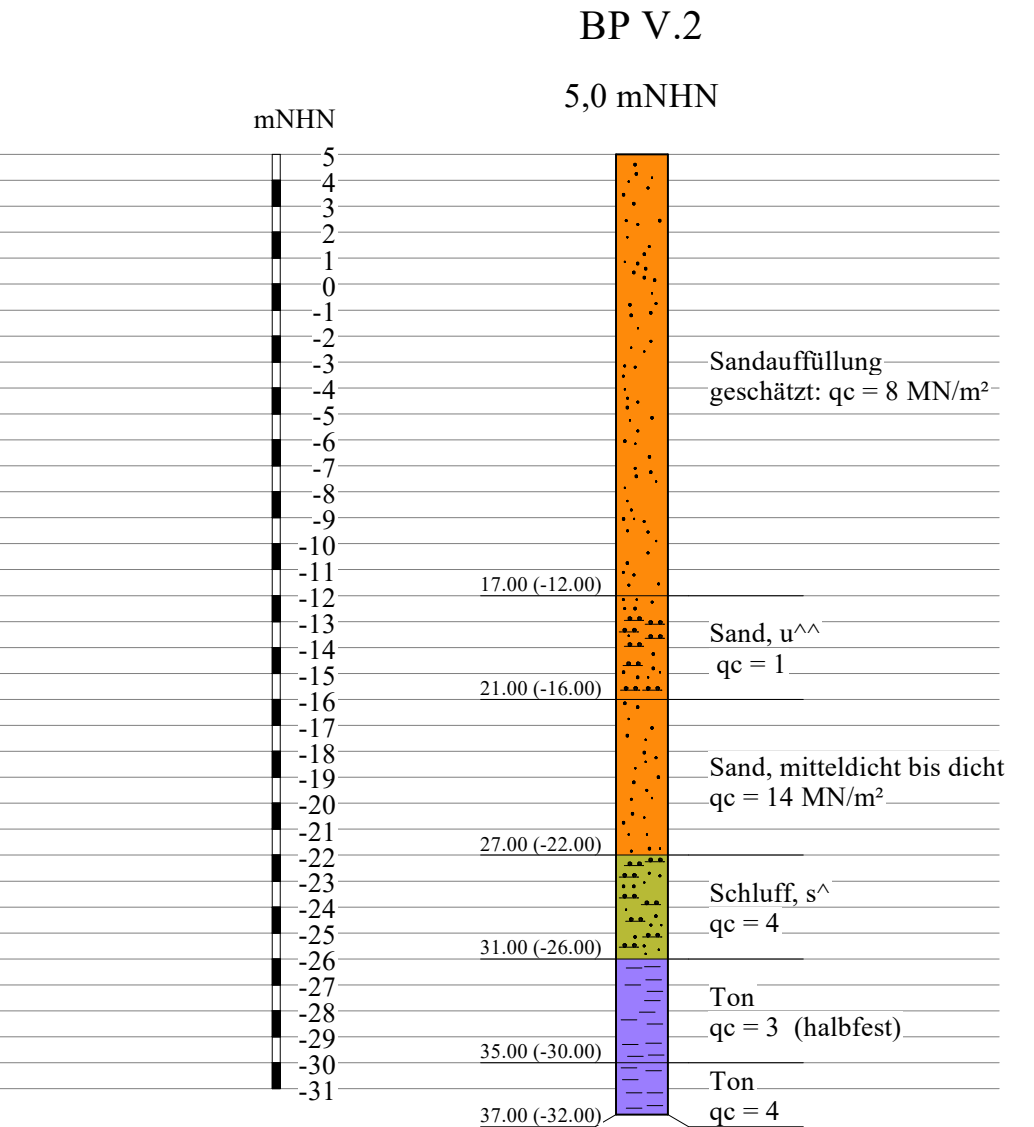
Charakteristische - Bodenkennwerte					
Kote [NHN + m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
-15.5	18,0 / 9,0	27,5	5	---	5
-22.0	20,0 / 12,0	37,5	---	---	50
-24.0	20,0 / 10,0	32,5	15	---	30
-30.0	18,5 / 8,5	18,5	35	150	15
-32.0	18,5 / 8,5	18,5	35	200	20

BP V.1  
-12,0 mNHN



<p><b>RI+P</b> Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah + Partner GmbH Herrenhäuser Kirchweg 19 30167 Hannover Telefon (0511) 708875 Telefax (0511) 708800</p>	<p>bremenports GmbH &amp; Co. KG, Bremerhaven Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven</p>	
	<p>Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP V.1 --- Erdwiderstandsbereich (abgeleitet aus der CPT-W 25/18 und CPT-W 9/13)</p>	
	<p>Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2</p>	<p>Anlagen-Nr.: 9.5.1</p>

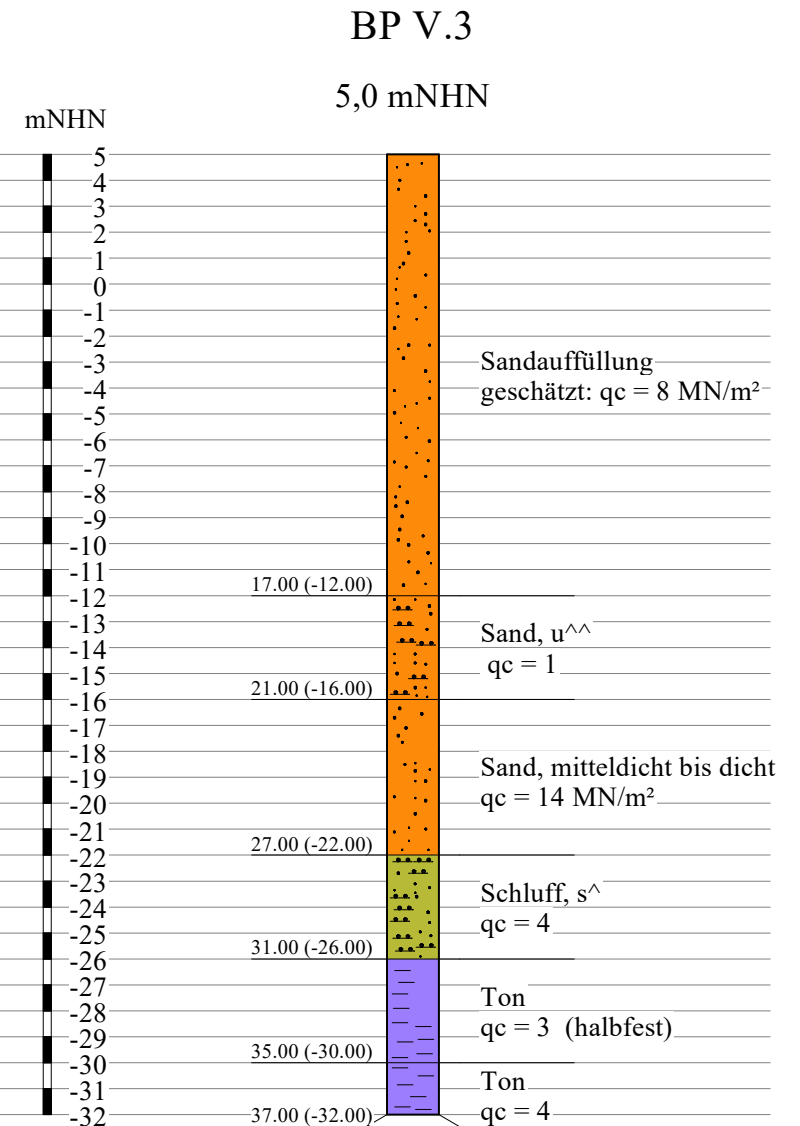
Charakteristische - Bodenkennwerte					
Kote [NHN + m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
-12.0	19,0 / 11,0	32,5	---	---	40
-16.0	18,0 / 9,0	27,5	5	---	5
-22.0	20,0 / 12,0	37,5	---	---	50
-26.0	18,0 / 10,0	30,0	10	120	30
-30.0	18,5 / 8,5	18,5	35	150	15
-32.0	18,5 / 8,5	18,5	35	200	20



<p><b>RI+P</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah + Partner GmbH</p> <p>Herrenhäuser Kirchweg 19 30167 Hannover</p> <p>Telefon (0511) 708875 Telefax (0511) 708800</p>	<p>bremenports GmbH &amp; Co. KG, Bremerhaven</p> <p>Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven</p>	
	<p>Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP V.2 --- Erddruck (abgeleitet aus den Drucksondierungen CPT-W 9/13 und CPT-W 7/18)</p>	
	<p>Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2</p>	<p>Anlagen-Nr.: 9.5.2</p>

Bemessungsparameter		
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Spitzendruck $q_{b,k}$ * [kN/m <sup>2</sup> ]
-12.0	---	---
-16.0	25	---
-22.0	80	4500
-26.0	80	3000
-30.0	80	2000
-32.0	100	2500

\* ansetzbar auf den 8fachen Stahlquerschnitt



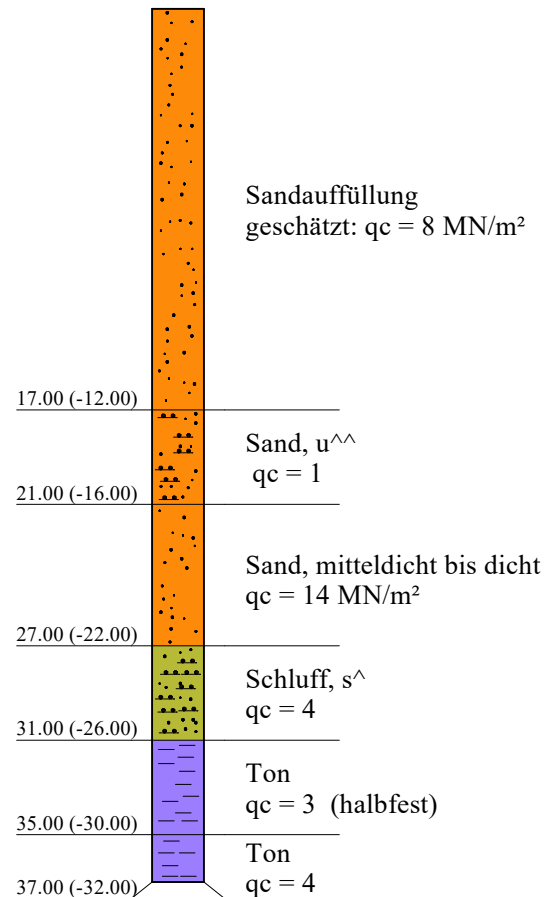
<b>RI+P</b> Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah + Partner GmbH Herrenhäuser Kirchweg 19 30167 Hannover Telefon (0511) 708875 Telefax (0511) 708800	<b>bremenports GmbH &amp; Co. KG, Bremerhaven</b> Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven	
	Vertikale Tragfähigkeit Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP V.3 (abgeleitet aus der CPT-W9/13 und der CPT-W 25/18)	
	Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2	Anlagen-Nr.: 9.5.3

## BP V.4 - Stahlträgerprofil

Bemessungsparameter	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-8.0	35
-12.0	50
-16.0	25
-22.0	80
-26.0	80
-30.0	90
-32.0	100

## BP Ankerpfähle

5,0 mNHN



## BP V.5 - Rüttelinjektionspfahl

Bemessungsparameter	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-8.0	120
-12.0	120
-16.0	50
-22.0	170
-26.0	120
-30.0	130
-32.0	140

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

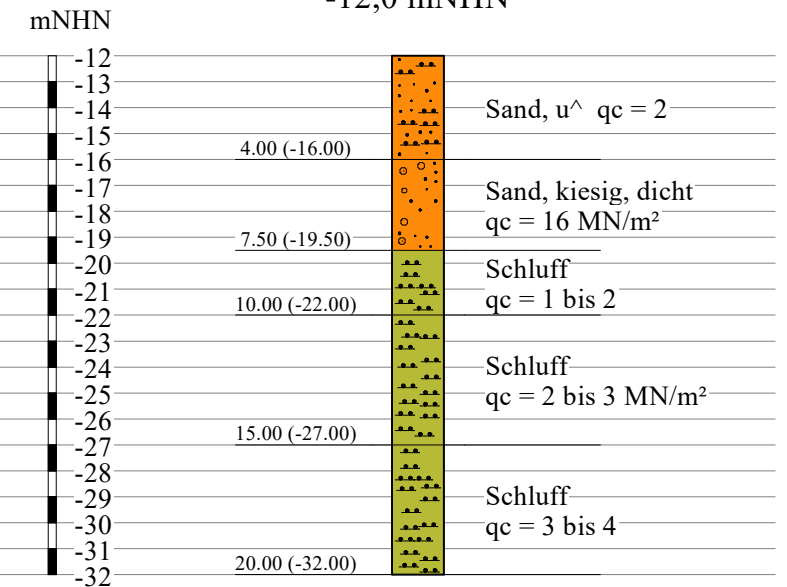
Ankerpfähle --- Bemessungsbodenprofile BP V.4 und BP V.5  
(abgeleitet aus der CPT-W 9/13 und der CPT-W 7/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 9.5.4

Charakteristische - Bodenkennwerte					
Kote [NHN + m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
-16.0	18,0 / 9,0	27,5	5	---	5
-19.5	20,0 / 12,0	37,5	---	---	60
-22.0	20,0 / 10,0	22,5	15	80	12
-27.0	20,0 / 10,0	22,5	15	125	15
-32.0	20,0 / 10,0	22,5	15	175	20

BP VI.1  
-12,0 mNHN



**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

---

Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP VI.1 --- Erdwiderstandsbereich  
 (abgeleitet aus der CPT-W 26/18 und CPT-W 11/13)

---

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2      Anlagen-Nr.: 9.6.1



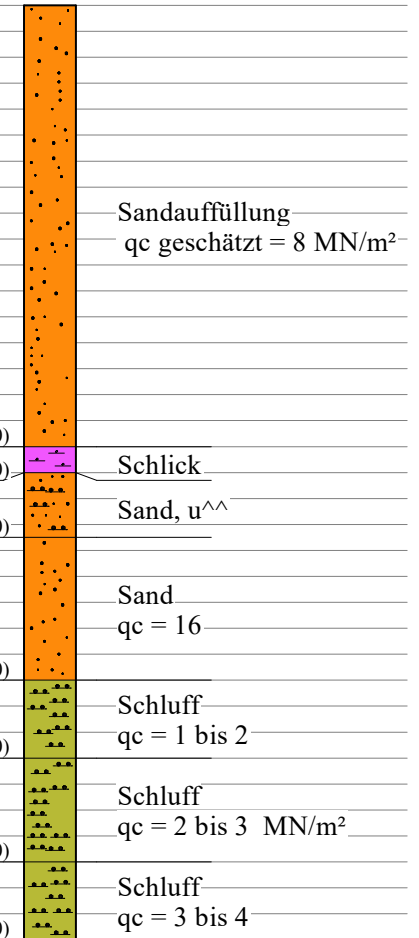
### Charakteristische - Bodenkennwerte

Kote [NHN + m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
-12.0	19,0 / 11,0	32,5	---	---	40
-13.0	15,0 / 5,0	20,0	5	10	0,5 bis 1
-15.5	18,0 / 9,0	27,5	5	---	5
-21.0	20,0 / 12,0	37,5	---	---	70
-24.0	20,0 / 10,0	22,5	15	80	12
-28.0	20,0 / 10,0	22,5	15	125	15
-31.0	20,0 / 10,0	22,5	15	175	20

### BP VI.2

+5,0 mNHN

mNHN



**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

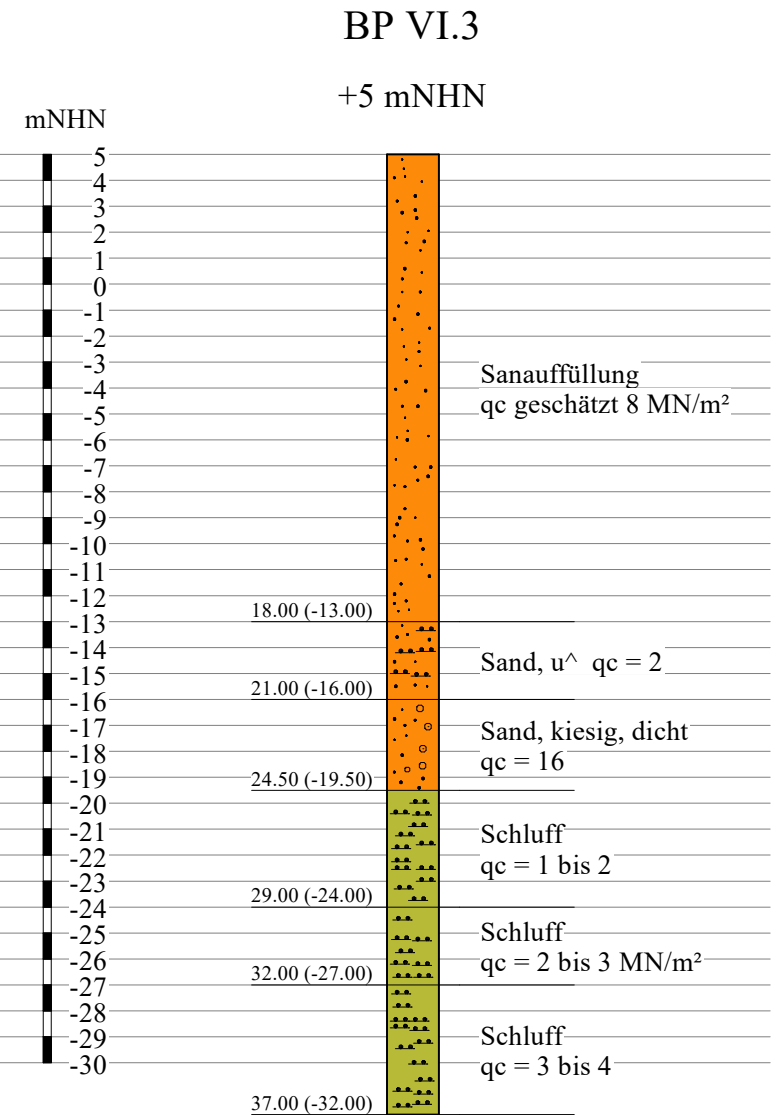
Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP VI.2 --- Erddruck  
(abgeleitet aus den Drucksondierungen CPT-W 11/13, WB 2/13 und CPT-W 6/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 9.6.2

Bemessungsparameter		
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Spitzendruck $q_{b,k}$ * [kN/m <sup>2</sup> ]
-13.0	---	---
-16.0	25	---
-19.5	90	---
-24.0	60	---
-27.0	80	2000
-31.0	100	2500

\* ansetzbar auf den 8fachen Stahlquerschnitt



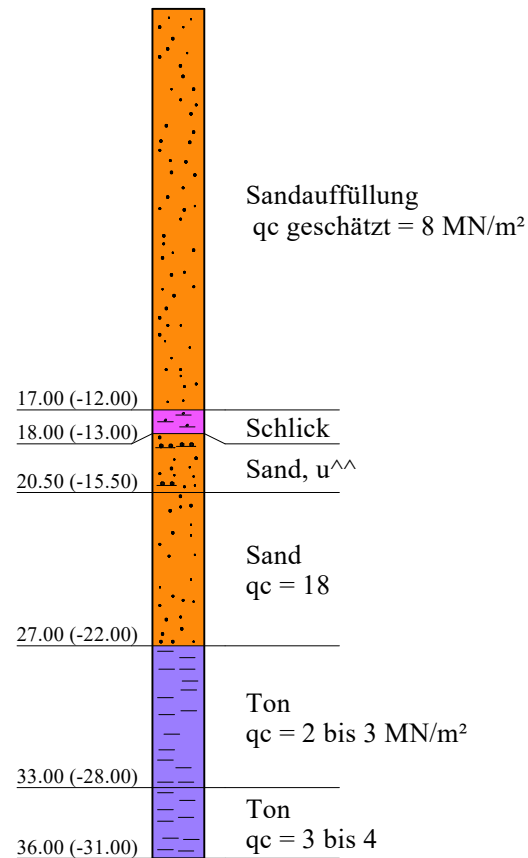
<b>RI+P</b> Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah + Partner GmbH Herrenhäuser Kirchweg 19 30167 Hannover Telefon (0511) 708875 Telefax (0511) 708800	bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven	
	Vertikale Tragfähigkeit Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP VI.3 (abgeleitet aus der CPT-W 11/13)	
	Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2	Anlagen-Nr.: 9.6.3

## BP VI.4 - Stahlträgerprofil

Bemessungsparameter	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-8.0	35
-12.0	50
-13.0	15
-15.5	30
-22.0	80
-28.0	70
-31.0	90

## BP Ankerpfähle

+5,0 mNHN



## BP VI.5 - Rüttelinjektionspfahl

Bemessungsparameter	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-8.0	120
-12.0	120
-13.0	40
-15.5	60
-22.0	200
-28.0	100
-31.0	130

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

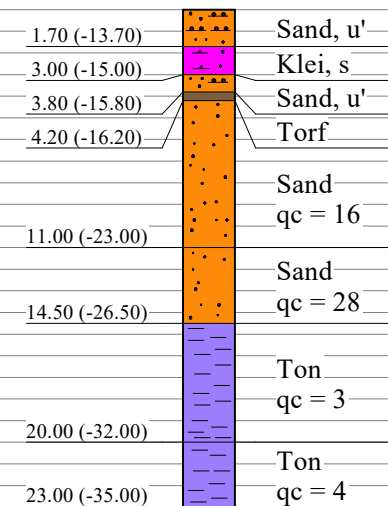
Ankerpfähle --- Bemessungsbodenprofile BP VI.4 und BP VI.5  
(abgeleitet aus der CPT-W 11/13 und der CPT-W 6/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 9.6.4

Charakteristische - Bodenkennwerte					
Kote [NHN + m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\Phi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
-16.2	17,0 / 7,0	25,0	5	---	5
-23.0	20,0 / 12,0	37,5	---	---	60
-26.5	20,0 / 12,0	42,5	---	---	100
-32.0	18,5 / 8,5	18,5	35	175	20
-35.0	18,5 / 8,5	18,5	35	200	25

BP VII.1  
-12,0 mNHN



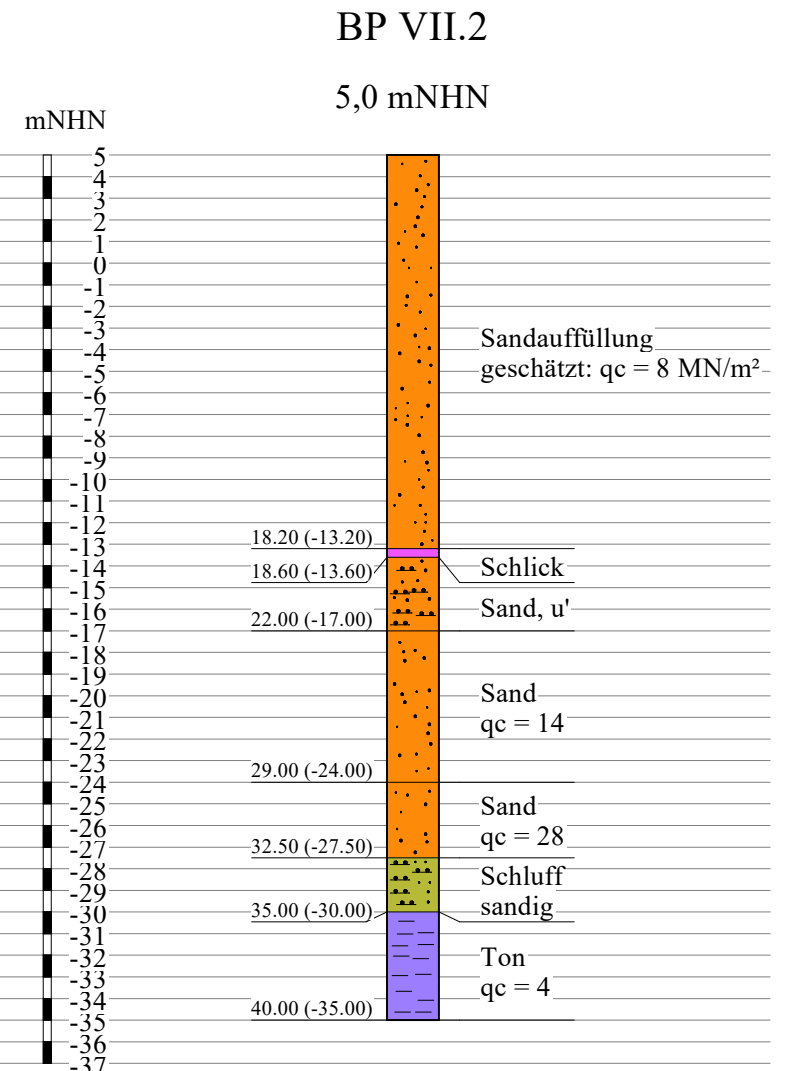
**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP VII.1 --- Erdwiderstandsbereich  
 (abgeleitet aus der CPT-W 31/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2      Anlagen-Nr.: 9.7.1

Charakteristische - Bodenkennwerte					
Kote [NHN + m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
-13.2	19,0 / 11,0	32,5	---	---	40
-17.0	18,0 / 10,0	30,0	---	---	25
-24.0	20,0 / 12,0	37,5	---	---	80
-27.5	20,0 / 12,0	42,5	---	---	100
-30.0	20,0 / 10,0	22,5	15	175	25
-35.0	18,5 / 8,5	18,5	35	200	20



**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP VII.2 --- Erddruck  
(abgeleitet aus den Drucksondierungen CPT-W 13/13 (bis NHN-32m) und CPT-W 5/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

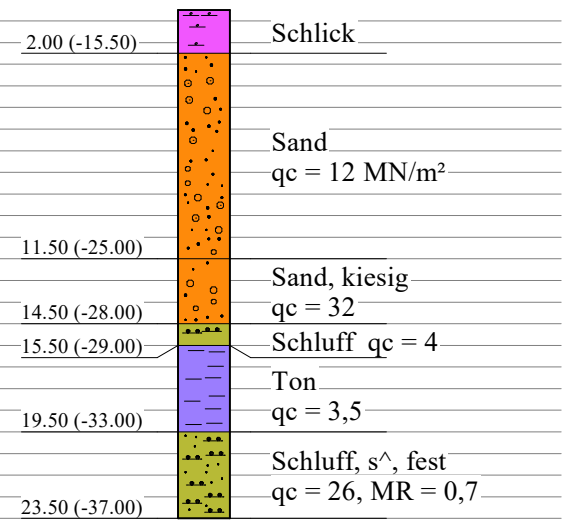
Anlagen-Nr.: 9.7.2

Charakteristische - Bodenkennwerte					
Kote [NHN + m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'_k$ [°]	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c^{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	E [MN/m <sup>2</sup> ]
-15.5	13,0 / 3,0	17,5	0	3	0,25
-25.0	19,0 / 11,0	35,0	---	---	50
-28.0	20,0 / 12,0	42,5	---	---	100
-29.0	20,0 / 10,0	22,5	15	200	25
-33.0	18,5 / 8,5	18,5	35	175	20
-37.0	20,0 / 10,0	27,5	25	200	40

### BP VIII.1

-13,5 mNHN

mNHN



**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

---

**Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP VIII.1 --- Erdwiderstandsbereich**  
 (abgeleitet aus der CPT-W 27/18)

---

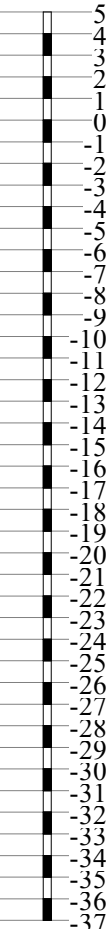
Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2 Anlagen-Nr.: 9.8.1

Charakteristische - Bodenkennwerte					
Kote [NHN + m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
-13.5	19,0 / 11,0	32,5	---	---	40
-15.5	15,0 / 5,0	20,0	5	10	0,5 bis 1
-25.0	19,0 / 11,0	35,0	---	---	50
-30.0	20,0 / 12,0	42,5	---	---	100
-36.0	18,5 / 8,5	18,5	35	200	25

BP VIII.2

+5,0 mNHN

mNHN



Sand

Schlick

Sand

qc = 12 MN/m<sup>2</sup>

Sand, kiesig

qc = 32

Ton

qc = 4

**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP VIII.2 --- Erddruck  
 (abgeleitet aus den Drucksondierungen CPT-W 15/13 (bis NHN-31m) und CPT-W 4/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 9.8.2



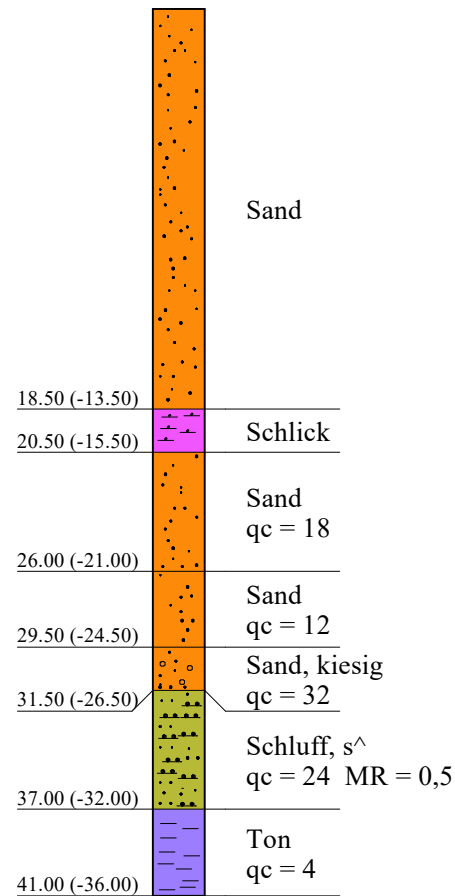


### BP VIII.4 - Stahlträgerprofil

Bemessungsparameter	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-10.0	35
-13.5	55
-15.5	15
-21.0	80
-24.5	65
-26.5	105
-32.0	100
-36.0	100

### BP Ankerpfähle

+5,0 mNHN



### BP VIII.5 - Rüttelinjektionspfahl

Bemessungsparameter	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-10.0	120
-13.5	120
-15.5	40
-21.0	200
-24.5	160
-26.5	230
-32.0	140
-36.0	140

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ankerpfähle --- Bemessungsbodenprofile BP VIII.4 und BP VIII.5  
(abgeleitet aus der CPT-W 15/13 und der CPT-W 4/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

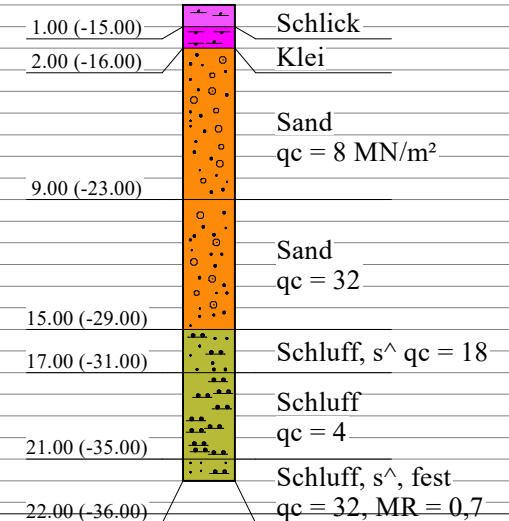
Anlagen-Nr.: 9.8.4

Charakteristische - Bodenkennwerte					
Kote [NHN + m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
-15.0	13,0 / 3,0	17,5	0	3	0,25
-16.0	16,0 / 6,0	22,5	5	30	1
-23.0	19,0 / 11,0	36,0	---	---	40
-29.0	20,0 / 12,0	41,0	---	---	100
-31.0	20,0 / 10,0	25,0	15	200	25
-35.0	20,0 / 10,0	22,5	15	150	20
-36.0	20,0 / 10,0	27,5	25	250	80

BP IX.1

-14,0 mNHN

mNHN



**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP IX.1 --- Erdwiderstandsbereich  
(abgeleitet aus der CPT-W 32/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

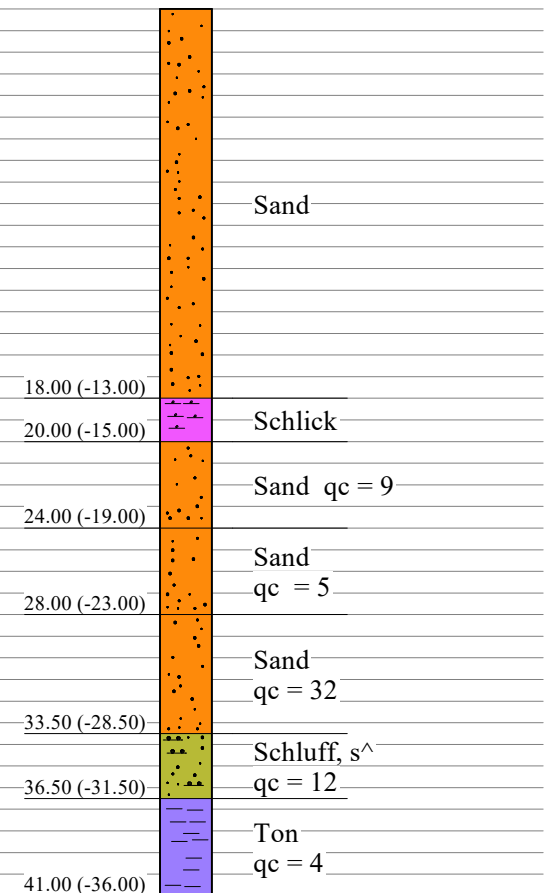
Anlagen-Nr.: 9.9.1

Charakteristische - Bodenkennwerte					
Kote [NHN + m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
-13.0	19,0 / 11,0	32,5	---	---	40
-15.0	15,0 / 5,0	20,0	5	10	0,5 bis 1
-19.0	19,0 / 11,0	36,0	---	---	60
-23.0	18,0 / 10,0	32,5	---	---	20
-28.5	20,0 / 12,0	40,0	---	---	90
-31.5	20,0 / 10,0	22,5	15	250	80
-36.0	18,5 / 8,5	18,5	35	200	25

BP IX.2

+5,0 mNHN

mNHN



**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

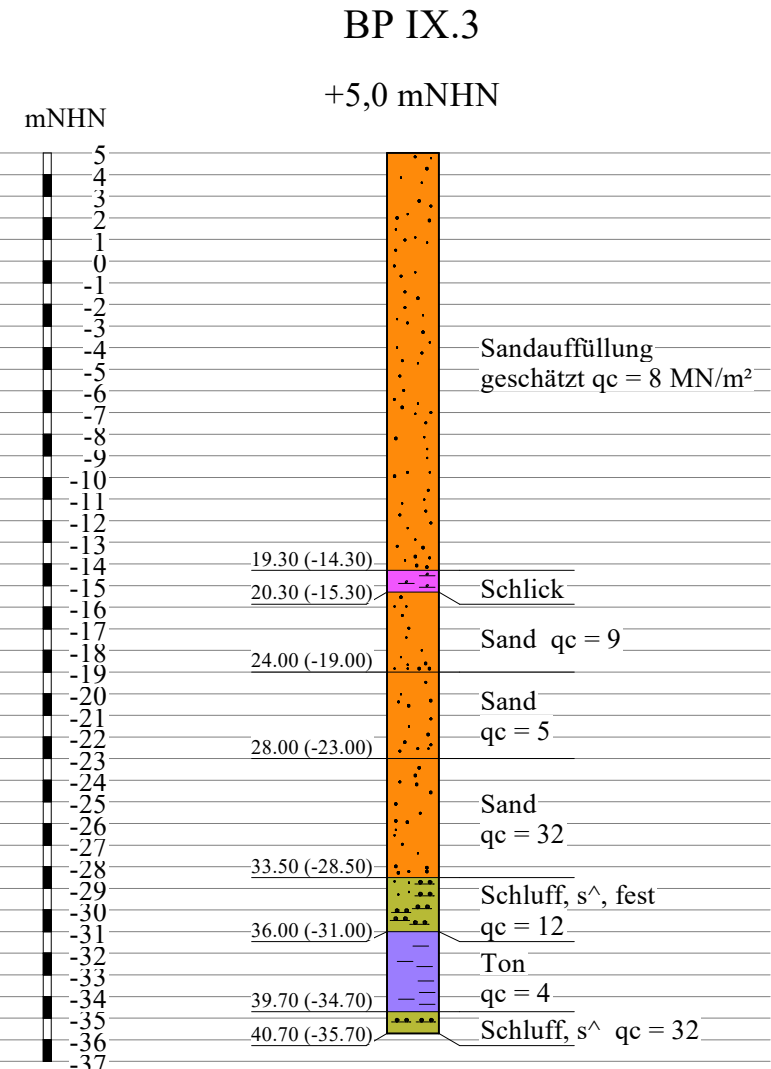
bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP IX.2 --- Erddruck  
(abgeleitet aus den Drucksondierungen CPT-W 17/13 (bis NHN-27m) und CPT-W 3/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 9.9.2

Bemessungsparameter		
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Spitzendruck $q_{b,k}$ * [kN/m <sup>2</sup> ]
* ansetzbar auf den 8fachen Stahlquerschnitt		
-14.3	---	---
-15.3	20	---
-19.0	55	---
-23.0	30	---
-28.5	120	6000
-31.0	120	3500
-34.7	100	2500
-35.7	120	4000



**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Vertikale Tragfähigkeit Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP IX.3  
(abgeleitet aus der CPT-W 17/13 (bis NN-27m) und der CPT-W 32/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

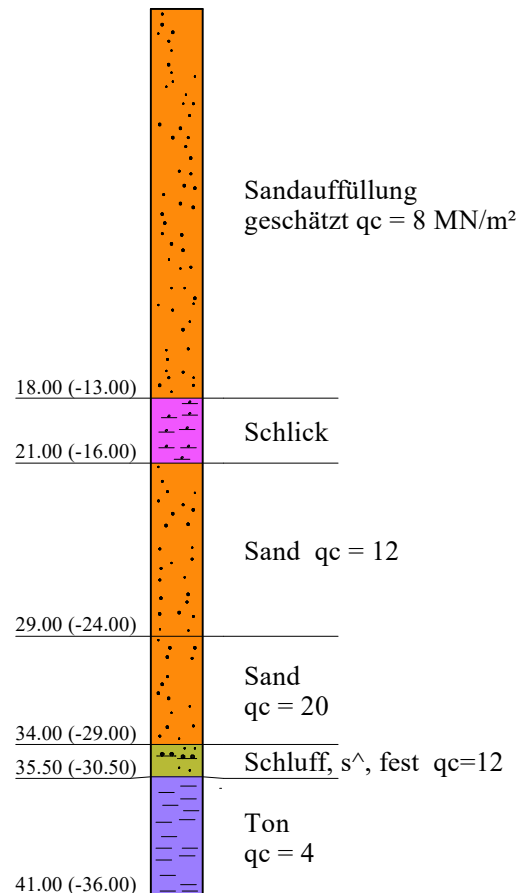
Anlagen-Nr.: 9.9.3

### BP IX.4 - Stahlträgerprofil

Bemessungsparameter	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-10.0	35
-13.0	55
-16.0	15
-24.0	65
-29.0	85
-30.5	100
-36.0	100

### BP Ankerpfähle

+5,0 mNHN



### BP IX.5 - Rüttelinjektionspfahl

Bemessungsparameter	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-10.0	120
-13.0	120
-16.0	40
-24.0	170
-29.0	210
-30.5	140
-36.0	140

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

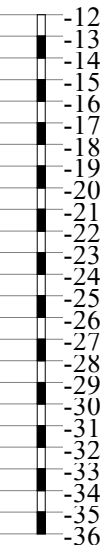
Ankerpfähle --- Bemessungsbodenprofile BP IX.4 und BP IX.5  
(abgeleitet aus der CPT-W 17/13 und der CPT-W 3/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 9.9.4

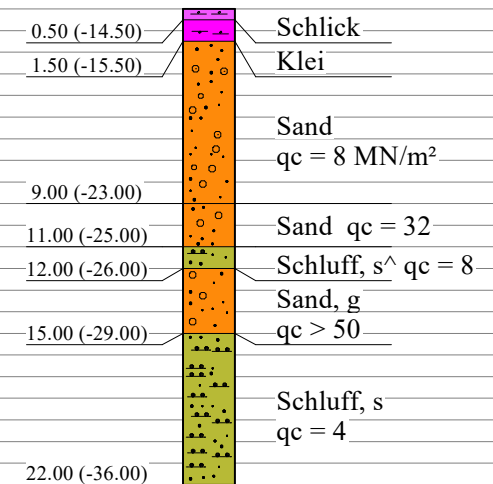
Charakteristische - Bodenkennwerte					
Kote [NHN + m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
-14.5	13,0 / 3,0	17,5	0	3	0,25
-15.5	16,0 / 6,0	22,5	5	30	1
-23.0	19,0 / 11,0	36,0	---	---	40
-25.0	20,0 / 12,0	41,0	---	---	100
-26.0	20,0 / 10,0	25,0	15	250	30
-29.0	20,0 / 12,0	45,0	---	---	100
-36.0	20,0 / 10,0	22,5	15	200	25

mNHN



BP X.1

-14,0 mNHN



**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

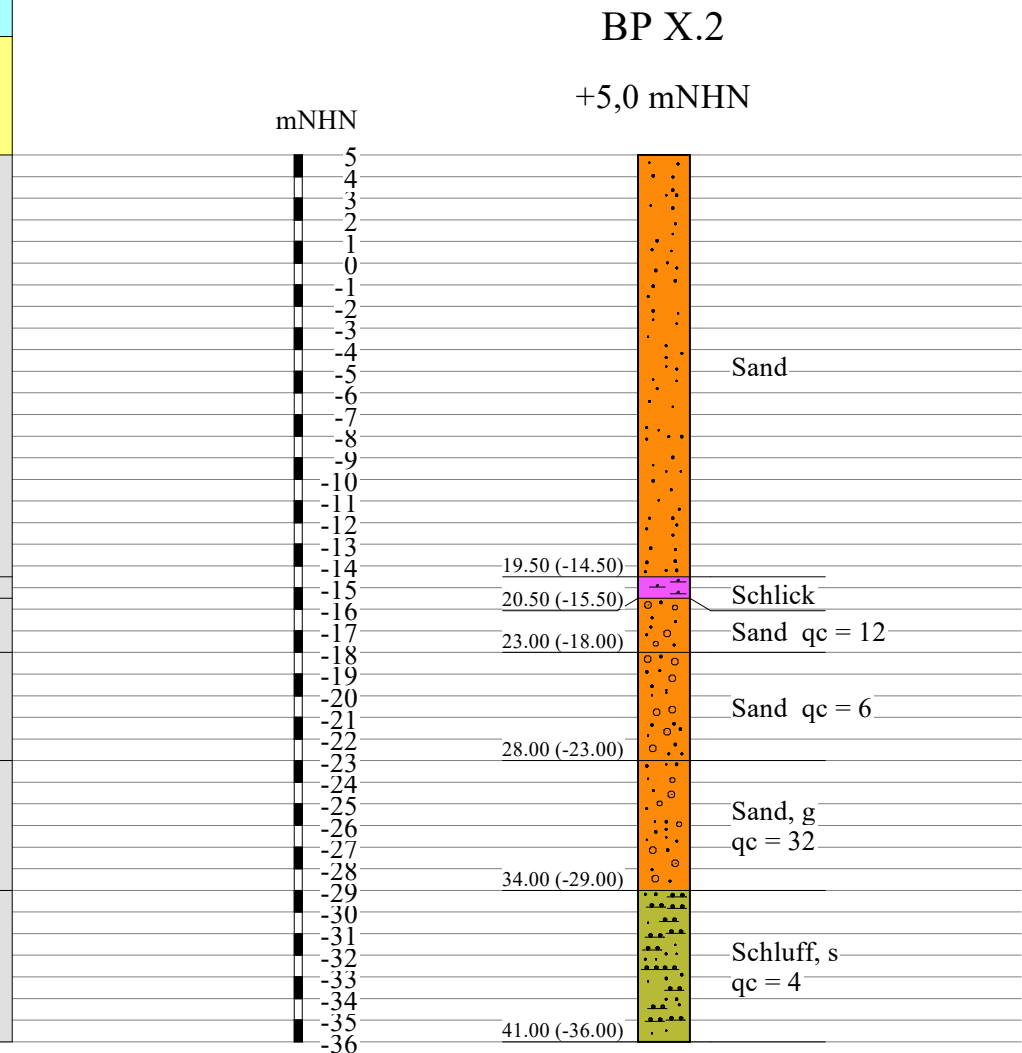
bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP X.1 --- Erdwiderstandsbereich  
 (abgeleitet aus der CPT-W 28/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

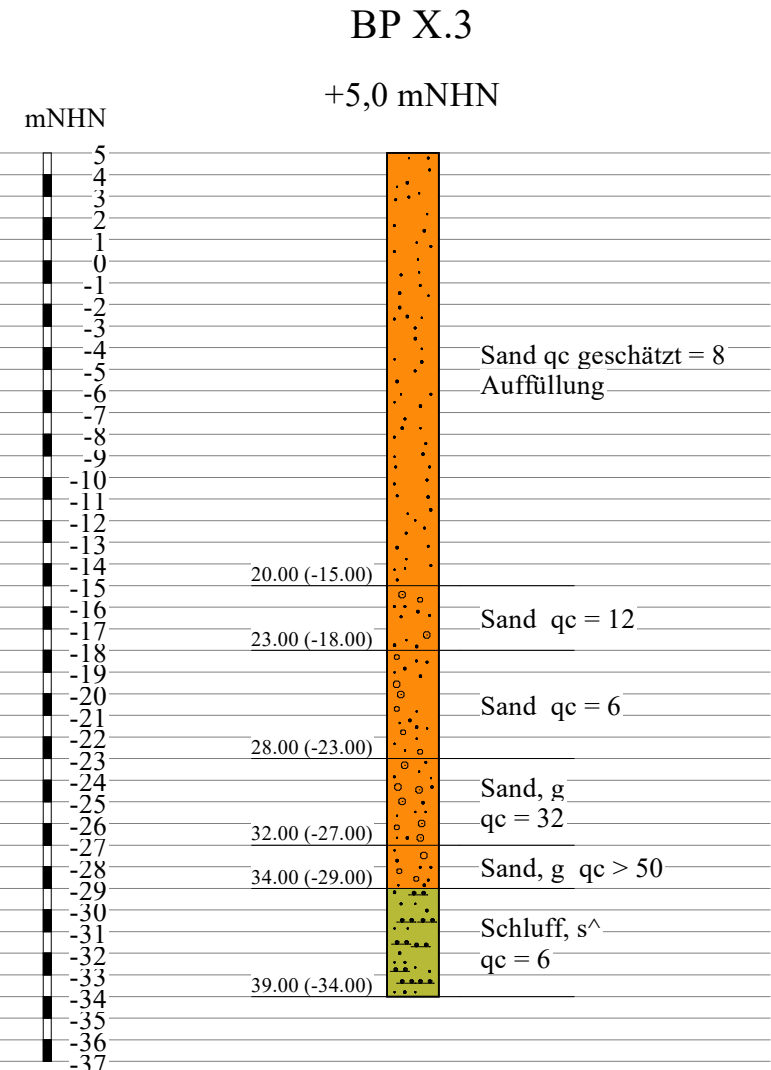
Anlagen-Nr.: 9.10.1

Charakteristische - Bodenkennwerte					
Kote [NHN + m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
-14.5	19,0 / 11,0	32,5	---	---	40
-15.5	15,0 / 5,0	20,0	5	10	0,5 bis 1
-18.0	19,0 / 11,0	37,5	---	---	70
-23.0	18,0 / 10,0	35,0	---	---	40
-29.0	20,0 / 12,0	41,0	---	---	90
-36.0	20,0 / 10,0	22,5	15	200	25



<p><b>RI+P</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah + Partner GmbH</p> <p>Herrenhäuser Kirchweg 19 30167 Hannover</p> <p>Telefon (0511) 708875 Telefax (0511) 708800</p>	<p><b>bremenports GmbH &amp; Co. KG, Bremerhaven</b></p> <p>Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven</p>	
	<p><b>Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP X.2 --- Erddruck</b></p> <p>(abgeleitet aus den Drucksondierungen CPT-W 19/13 (bis NHN-27m) und CPT-W 2/18)</p>	
	<p>Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2</p>	<p>Anlagen-Nr.: 9.10.2</p>

Bemessungsparameter		
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Spitzendruck $q_{b,k}$ * [kN/m <sup>2</sup> ]
*		
	* ansetzbar auf den 8fachen Stahlquerschnitt	
-15.0	---	---
-18.0	75	---
-23.0	35	---
-27.0	120	6000
-29.0	130	7500
-34.0	100	3000



<b>RI+P</b> Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah + Partner GmbH Herrenhäuser Kirchweg 19 30167 Hannover Telefon (0511) 708875 Telefax (0511) 708800	<b>bremenports GmbH &amp; Co. KG, Bremerhaven</b> Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven	
	<b>Vertikale Tragfähigkeit Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP X.3</b> (abgeleitet aus der CPT-W 19/13 (bis NN-27m); CPT-W28/18 und der CPT-W 2/18)	
	Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2	Anlagen-Nr.: 9.10.3

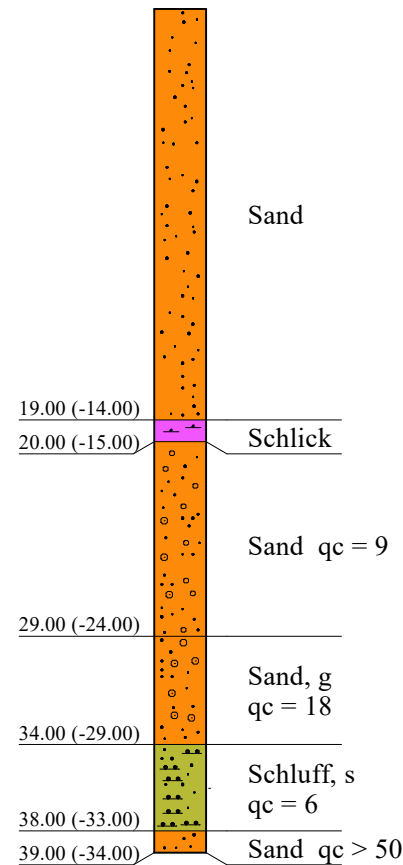


### BP X.4 - Stahlträgerprofil

Bemessungsparameter	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-10.0	35
-14.0	55
-15.0	15
-24.0	50
-29.0	85
-33.0	100
-34.0	120

### BP Ankerpfähle

+5,0 mNHN



### BP X.5 - Rüttelinjektionspfahl

Bemessungsparameter	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-10.0	120
-14.0	120
-15.0	40
-24.0	130
-29.0	200
-33.0	140
-34.0	240

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ankerpfähle --- Bemessungsbodenprofile BP X.4 und BP X.5  
(abgeleitet aus der CPT-W 19/13 und der CPT-W 2/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 9.10.4

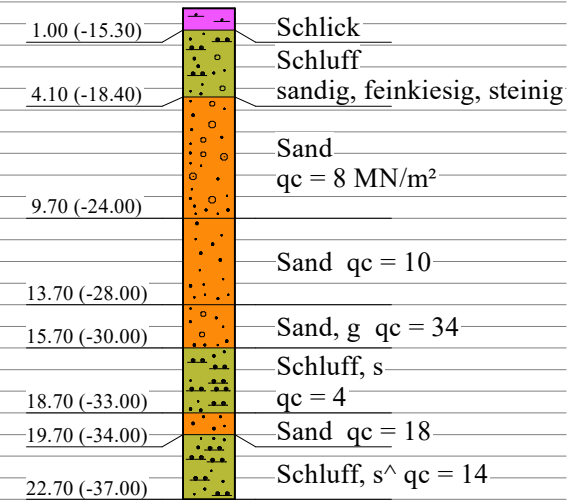
Charakteristische - Bodenkennwerte					
Kote [NHN + m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
-15.3	13,0 / 3,0	17,5	0	3	0,25
-18.4	18,0 / 8,0	27,5	5	15	2
-24.0	19,0 / 11,0	34,0	---	---	50
-28.0	20,0 / 12,0	35,0	---	---	60
-30.0	20,0 / 12,0	42,5	---	---	90
-33.0	20,0 / 10,0	22,5	15	200	25
-34.0	20,0 / 12,0	37,5	---	---	70
-37.0	20,0 / 10,0	22,5	15	250	30

mNHN



BP XI.1

-14,3 mNHN



**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

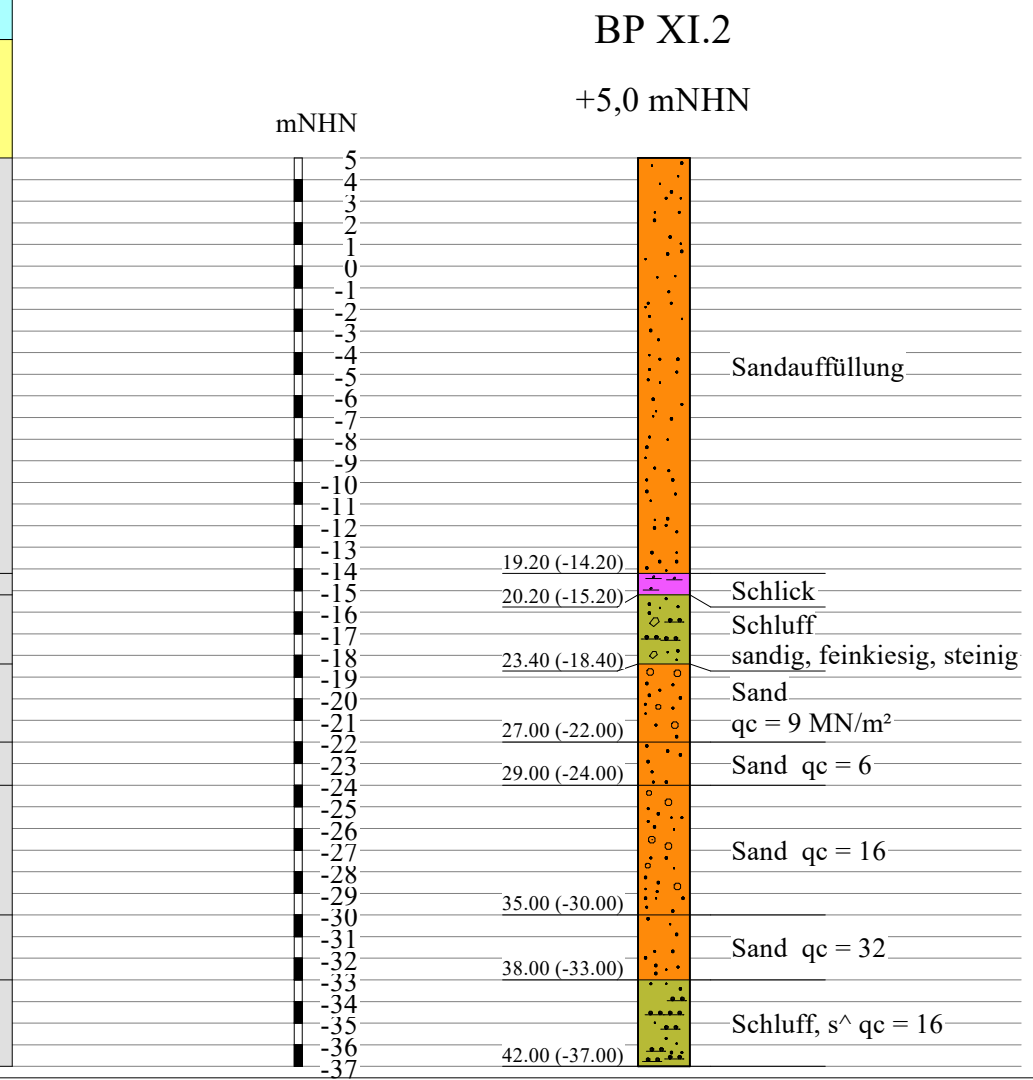
bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP XI.1 --- Erdwiderstandsbereich  
(abgeleitet aus der CPT-W 33/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 9.11.1

Charakteristische - Bodenkennwerte					
Kote [NHN + m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
-14.2	19,0 / 11,0	32,5	---	---	40
-15.2	15,0 / 5,0	20,0	5	10	0,5 bis 1
-18.4	18,0 / 8,0	27,5	5	---	25
-22.0	19,0 / 11,0	36,0	---	---	50
-24.0	18,0 / 10,0	33,0	---	---	35
-30.0	20,0 / 12,0	37,5	---	---	70
-33.0	20,0 / 12,0	40,0	---	---	80
-37.0	20,0 / 10,0	22,5	15	250	35



**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

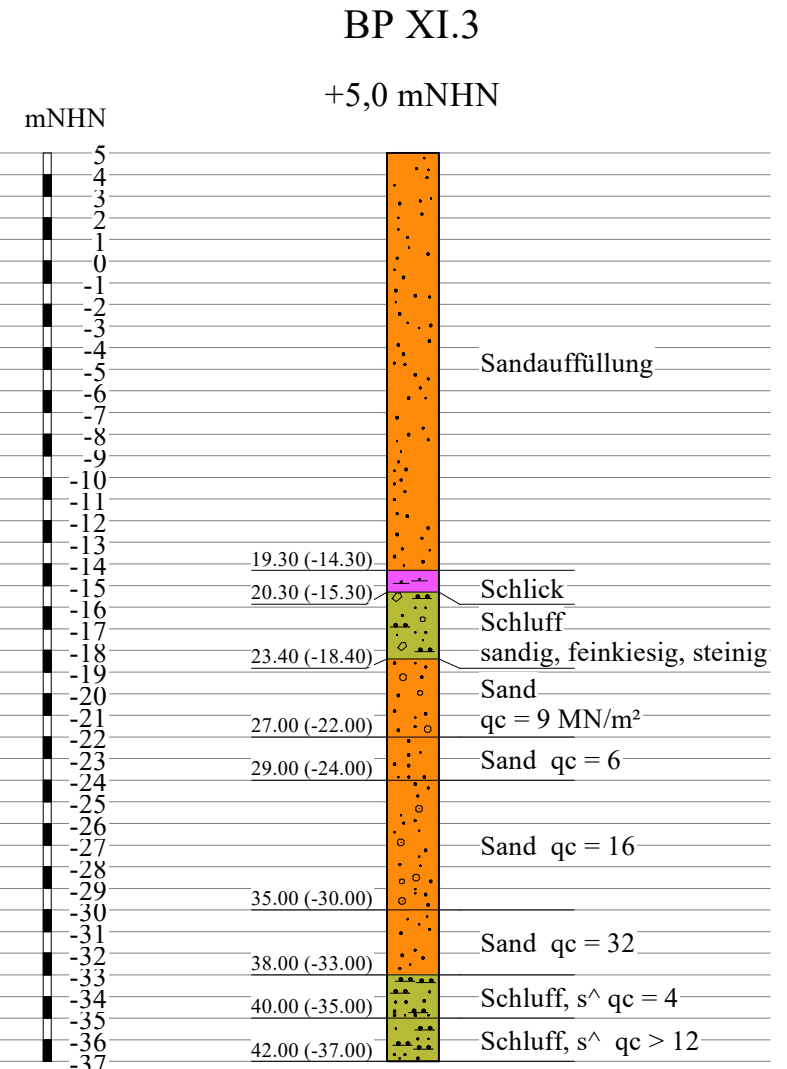
**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
 Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

---

**Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP XI.2 --- Erddruck**  
 (abgeleitet aus den Drucksondierungen CPT-W 21A/13 (bis NHN-31m) und CPT-W 1B/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2	Anlagen-Nr.: 9.11.2
----------------------------	---------------------

Bemessungsparameter		
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Spitzendruck $q_{b,k}$ * [kN/m <sup>2</sup> ]
* ansetzbar auf den 8fachen Stahlquerschnitt		
-15.3	---	---
-18.4	60	---
-22.0	60	---
-24.0	40	---
-30.0	95	5500
-33.0	120	6500
-35.0	100	3000
-37.0	120	4000



**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Vertikale Tragfähigkeit Spundwand --- Bemessungsbodenprofil BP XI.3  
(abgeleitet aus der CPT-W 21A/13 (bis NN-31m) und der CPT-W 33/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

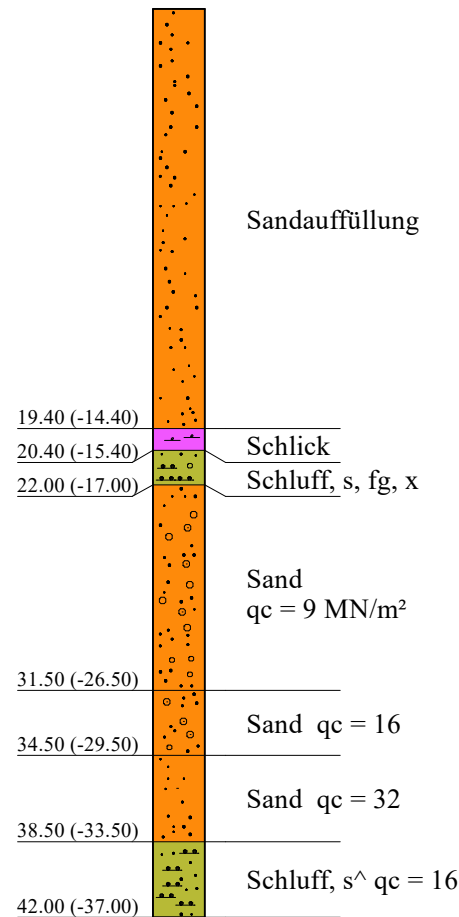
Anlagen-Nr.: 9.11.3

### BP XI.4 - Stahlträgerprofil

Bemessungsparameter	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-10.0	35
-14.4	55
-15.4	15
-17.0	50
-26.5	45
-29.5	75
-33.5	105
-37.0	100

### BP Ankerpfähle

+5,0 mNHN



### BP XI.5 - Rüttelinjektionspfahl

Bemessungsparameter	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-10.0	120
-14.4	120
-15.4	40
-17.0	100
-26.5	130
-29.5	190
-33.5	230
-37.0	160

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven

Ankerpfähle --- Bemessungsbodenprofile BP XI.4 und BP XI.5  
(abgeleitet aus der CPT-W 21A/13 und der CPT-W 1B/18)

Projekt-Nr.: 2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.: 9.11.4

# Datenblatt „Schlick und Klei“

Ortsübliche Bezeichnung: Schlick, Mudde, Klei

Bodengruppe nach DIN 18196: OU, OT, UL, UM, HN

Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke: 0%

Kornfraktionen:

Tonanteil [%]	Schluffanteil [%]	Sandanteil [%]	Kiesanteil [%]
10 bis 30	30 bis 70	5 bis 60	0

Weitere Bodenparameter:

Wassergehalt w [-]	Kalkgehalt V <sub>Ca</sub> [-]	Konsistenz
0,5 bis 1,5	0,01 bis 0,02	flüssig bis weich

Lagerungsdichte D [-]	undrainierte Scherfestigkeit c <sub>u,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
---	3 bis 30

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven**

**Datenblatt „Schlick und Klei“**

Projekt-Nr.:

2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.:

**10.1**

# Datenblatt „Fein- und Mittelsande“

Ortsübliche Bezeichnung: Sand

Bodengruppe nach DIN 18196: SE, SW, SU

Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke: 0%

Kornfraktionen:

Tonanteil [%]	Schluffanteil [%]	Sandanteil [%]	Kiesanteil [%]
0 bis 5	0 bis 20	50 bis 90	0 bis 5

Weitere Bodenparameter:

Wassergehalt w [-]	Kalkgehalt V <sub>Ca</sub> [-]	Konsistenz
0,16 bis 0,38	---	---

Lagerungsdichte D [-]	undrainierte Scherfestigkeit c <sub>u,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
0,2 bis 0,9	---

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven**

**Datenblatt „Fein- und Mittelsande“**

Projekt-Nr.:

2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.:

**10.2**

# Datenblatt „Schluff“

Ortsübliche Bezeichnung: „Beckenschluff, Lauenburger Schichten“

Bodengruppe nach DIN 18196: SU, SÜ, ST

Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke: 0% bis 5%

Kornfraktionen:

Tonanteil [%]	Schluffanteil [%]	Sandanteil [%]	Kiesanteil [%]
10 bis 35	60 bis 90	0 bis 20	0 bis 5

Weitere Bodenparameter:

Wassergehalt w [-]	Kalkgehalt V <sub>Ca</sub> [-]	Konsistenz
0,15 bis 0,40	0,02 bis 0,04	steif bis halbfest

Lagerungsdichte D [-]	undrainierte Scherfestigkeit c <sub>u,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
---	100 bis 300

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven**

**Datenblatt „Schluff“**

Projekt-Nr.:

2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.:

**10.3**



# Datenblatt „Ton“

Ortsübliche Bezeichnung: Lauenburger Ton  
Lauenburger Schichten

Bodengruppe nach DIN 18196: TM, TA, UA

Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke: 0%

Kornfraktionen:

Tonanteil [%]	Schluffanteil [%]	Sandanteil [%]	Kiesanteil [%]
30 bis 60	30 bis 50	0 bis 20	0

Weitere Bodenparameter:

Wassergehalt w [-]	Kalkgehalt $V_{Ca}$ [-]	Konsistenz
0,20 bis 0,40	< 0,01	steif bis halbfest

Lagerungsdichte D [-]	undrainierte Scherfestigkeit $c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
---	100 bis 300

**RI+P**

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Neubau der Columbuskaje in Bremerhaven**

**Datenblatt „Ton“**

Projekt-Nr.:

2095A-2017GU2

Anlagen-Nr.:

**10.4**