

**RI+P PROF. DR.-ING. VICTOR RIZKALLAH + PARTNER**

Ingenieurgesellschaft mbH - Beratende Ingenieure VBI  
Erd- und Grundbau · Spezialtiefbau · Hafengebäude · Damm-  
und Deponiebau · Beweissicherungen · Erdbaulabor

Herrenhäuser Kirchweg 19  
D-30167 Hannover  
Telefon (0511) 70 88 75  
Telefax (0511) 70 88 00  
*Prof.Rizkallah@t-online.de*  
*info@rizkallah.de*

**wissenschaftliche Berater:**

Prof. Dr.- Ing. Werner Richwien  
Prof. Dr.- Ing. Martin Achmus

---

---

**Auftraggeber : bremenports GmbH & Co. KG**  
**Am Strom 2, 27568 Bremerhaven**

**Projekt : Geestevorhafen – Sanierung der Nordmole**

**hier : Baugrund- und Gründungsgutachten**

**Datum : 08.09.2021**

Az. : 2254-2021GU1

           . Ausfertigung

# 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>Angaben zum Bauvorhaben</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Baugrund</b>	<b>3</b>
4.1	Baugrunderkundungen	3
4.1.1	Baugrunderkundungen 2021	3
4.1.2	Baugrunderkundungen 2012	4
4.1.3	Baugrunderkundungen 1994	4
4.2	Baugrundbeschreibung	4
<b>5</b>	<b>Tidewasserstände und Grundwasserverhältnisse</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Auswertung der Drucksondierungen</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>Bodenmechanische Laborversuche</b>	<b>7</b>
<b>8</b>	<b>Bemessungsbodenprofile</b>	<b>7</b>
<b>9</b>	<b>Nachweise gegen Versinken</b>	<b>8</b>
<b>10</b>	<b>Angaben zur negativen Mantelreibung</b>	<b>8</b>
<b>11</b>	<b>Angaben zur Biegebeanspruchung der Ankerpfähle</b>	<b>9</b>
<b>12</b>	<b>Setzungsprognosen</b>	<b>10</b>
<b>13</b>	<b>Angaben zur Berücksichtigung des Porenwasserüberdruck</b>	<b>10</b>
<b>14</b>	<b>Klassierung der Böden</b>	<b>11</b>
14.1	Bodenklassifizierung nach DIN 18 196	11
14.2	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	Bodenprofil der Bohrung B I-10
Anl. 2.2	Bodenprofile der Kleinbohrungen KB III-2, KB III-IV-4 und KB IV-5
Anl. 3.1 bis 3.12	Diagramme der Drucksondierungen
Anl. 4	Darstellung des Bohrprofils B I-10 neben dem Diagramm der Drucksondierung DS I-10
Anl. 5.1 bis 5.12	Auswertungen der Drucksondierungen hinsichtlich des Winkels der inneren Reibung
Anl. 6.1 bis 6.12	Auswertungen der Drucksondierungen hinsichtlich der undrainierten Scherfestigkeit
Anl. 7.1 und 7.2	Körnungslinien
Anl. 8.1 bis 8.3	Scherversuche an den Bodenproben 48601, 48607 und 48614
Anl. 9.1.1 bis 9.1.4	Ergebnisse des Kompressionsversuchs an der Bodenprobe 48601
Anl. 9.2.1 bis 9.2.4	Ergebnisse des Kompressionsversuchs an der Bodenprobe 48609
Anl. 9.3.1 bis 9.3.4	Ergebnisse des Kompressionsversuchs an der Bodenprobe 48610
Anl. 10	Zusammenstellung der Laborversuche
Anl. 11	Darstellung der Laborversuche neben dem Bohrprofil B I-10 und dem Diagramm der Drucksondierung DS I-10
Anl. 12.1 bis 12.14	Darstellung der Sondierdiagramme in 7 Querschnitten, jeweils zunächst nur der Spitzendruck $q_c$ und anschließend der Reibungsindex $R_f$ .
Anl. 13.1.1 bis 13.1.5	Bemessungsprofile für die Achsen 11 bis 9
Anl. 13.2.1 bis 13.2.5	Bemessungsprofile für die Achsen 8 und 7
Anl. 13.3.1 bis 13.3.5	Bemessungsprofile für die Achsen 6 bis 4
Anl. 13.4.1 bis 13.4.3	Bemessungsprofile für die Achsen 3 und 2
Anl. 13.5.1 bis 13.5.5	Bemessungsprofile für die Achsen 1 und 0
Anl. 14.1 bis 14.8	Setzungsprognosen
Anl. 15.1 bis 15.3	Körnungsbänder der Homogenbereiche I bis III
Anl. 16.1 bis 16.3	Datenblätter der Homogenbereiche I bis III

# VERZEICHNIS DER ANHÄNGE

## Anhang A

Schichtenverzeichnis, Kopfblatt und Bohrprofil der Bohrung B I-10

## Anhang B

PDF-Diagramme der Drucksondierungen DS I-2, DS I-6, DS I-8, DS I-10, DS II-3, DS II-5, DS II-7, DS II-9, DS II-11, DS III-5/6, DS III-8 und der DS III-10

## Anhang C

Kopfblätter der unter Anhang B aufgelisteten Drucksondierungen

## Anhang D

Schichtenverzeichnisse der Vorbohrungen bei den Drucksondierungen DS I-10, DS I-8, DS I-6, DS II-11, DS II-9, DS II-7, DS III-10, DS III-8 und DS III-6/5

## Anhang E

Schichtenverzeichnisse und Kopfblätter mit den Ansatzhöhen der Kleinbohrungen  
KB III-2, KB III-IV-4 und KB IV-5

## Anhang F

Querschnitte und Grundriss der geplanten „Fangedamm – Konstruktion“

## Anhang G

Auswertung der Scherversuche des IGtH hinsichtlich der ansetzbaren Parameter  
für die Spundwandbemessung

## Anhang H

Baugrunderkundungen und Lageplan Prof. Wenz aus dem Jahr 1994

**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

**27568 Bremerhaven**

Ihre Zeichen  
22-419-42845803

Ihre Nachricht vom  
24.11.2020

Unser Zeichen  
2254-2020GU1

Datum  
08.09.2021

**Betr.:** **Geestevorhafen – Sanierung der Nordmole**  
hier: Baugrund- und Gründungsgutachten

**Bezug:** Bestellung vom 24.11.2020, Bestell-Nr.: 22-419-42845803

---

## **1 Vorgang und Aufgabenstellung**

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

Im März / April 2021 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 Thade Gerdes GmbH, Norden.
  - 2.1.1 PDF-Diagramme und ASC II files der Drucksondierungen DS I-2, DS I-6, DS I-8, DS I-10, DS II-3, DS II-5, DS II-7, DS II-9, DS II-11, DS III-5/6, DS III-8 und der DS III-10, durchgeführt im Zeitraum März / April 2021, im Auftrage der bremenports GmbH & Co. KG.
  - 2.1.2 Kopfblätter der unter 2.1.1 aufgelisteten Drucksondierungen.
  - 2.1.3 Schichtenverzeichnisse der Vorbohrungen bei den Drucksondierungen DS I-10, DS I-8, DS I-6, DS II-11, DS II-9, DS II-7, DS III-10, DS III-8 und DS III-6/5.
  - 2.1.4 Schichtenverzeichnis, Kopfblatt der Trockenbohrung BI-10.
  - 2.1.5 Schichtenverzeichnisse und Kopfblätter mit den Ansatzhöhen der Kleinbohrungen KB III-2, KB III-IV-4 und KB IV-5
- 2.2 Gründungsgutachten der Prof. Dr.-Ing. Victor Rizkallah + Partner Ingenieures. mbH, Hannover vom 06.11.2012, „Geesteeinfahrt – Sanierung der Nordmole“, Az.: 1710-2012GU1, erstellt im Auftrage der bremenports GmbH & Co. KG, mit den dort genannten Unterlagen.
- 2.3 Planunterlagen, erstellt und erhalten von der bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven.  
Projekt: Geesteeinfahrt – Neubau der Nordmole  
Bauherr: Freie Hansestadt Bremen.
  - 2.3.1 Bestandsplan - Baugrunderkundung Lageplan, Zeichnungs-Nr.: 0-01. 04.2021 Ku.
  - 2.3.2 Querschnitte Fangedamm (ohne weitere Bezeichnungen).
  - 2.3.3 Ansatzhöhen der Kleinbohrungen „KB\_Höhen\_bp\_sc.pdf“.
- 2.4 Baugrunderkundungen und Lageplan Prof. Wenz aus dem Jahr 1994, erhalten am 06.09.2021 von der bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven.

## 3 Angaben zum Bauvorhaben

Die heutige Nordmole wurde in den Jahren 1912 und 1913 als hölzerne Pfahlrostkonstruktion mit gemauertem Überbau erstellt. Die Gründungspfähle sind bei NN – rd. 12 m abgesetzt, die Gewässersohle ist wesenstseitig NN – rd. 1,25 m, einfahrtseitig NN – rd. 3,5 m. Die Oberkante der Mole ist NN + rd. 3,9 m, zur Weser hin NN + rd. 5,4 m.

Im Jahre 1968 wurde die bereits damals stark geschädigte Nordmole durch Stahlpfähle PSp 600S verstärkt. Die Pfähle binden auf ganzer Höhe in den Überbau ein, sind unterhalb des Überbaus gegeneinander verspannt und auf NN – rd. 15 m abgesetzt.

Zur Weser hin ist eine Spundwand vorgerammt (Profil und Absetztiefe gehen aus den uns vorliegenden Unterlagen nicht hervor), zwischen Spundwand und Überbau ist ein bewehrter Betonbalken angeordnet.

Die geplante Sanierung sieht die Herstellung eines „Fangedamms“ vor, der allerdings nur eine Breite von rd. 6 m hat und deshalb aus statischer Sicht nicht als Fangedamm betrachtet werden darf.

Nach Norden sind Mikroverpresspfähle oder Stahlträgerprofile geplant.

Die Spundwände sind als gemischte Stahlspundwände aus Doppelbohlen mit Zwischenbohlen geplant [2.3.2].

Der Zwischenraum soll verfüllt werden, die nördliche Seite (Richtung „Weserbad“) soll ebenfalls angeschüttet werden.

Die beiden Spundwände sollen oben durch einen Stahlbetonbalken abgedeckt werden.

Im Anhang F haben wir 2 Varianten des geplanten Querschnitts beigefügt.

## **4 Baugrund**

### **4.1 Baugrunderkundungen**

#### **4.1.1 Baugrunderkundungen 2021**

Im Zeitraum vom 16. März bis zum 20. April 2021 wurden im Auftrage der bremenports GmbH & Co. KG von der Thade Gerdes GmbH, Norden, die folgenden Baugrunderkundungen durchgeführt:

- 1 Bohrung im Wasser (B I-10)
- 8 Drucksondierungen im Wasser (DS I-10, DS I-8, DS II-11, DS II-9, DS II-7, DS III-10, DS III-8 und DS III-6/5)
- 4 Drucksondierungen an Land (DS I-6, DS I-2, DS II-5 und DS II-3)
- 3 Kleinbohrungen (KB III-2, KB III-IV-4 und KB IV-5)

Die Lage der Ansatzpunkte ist der Anlage 1 zu entnehmen. Die Ergebnisse sind in den Anlagengruppen 2 und 3 in Form von Bohrprofilen und Sondierdiagrammen dargestellt.

Die Anlage 4 zeigt außerdem das Bodenprofil der Bohrung B I-10 neben dem Diagramm der Drucksondierung DS I-10.

Die Drucksondierungen haben wir hinsichtlich der Scherwinkel (Anlagen 5.1 bis 5.12) und hinsichtlich der undrainierten Scherfestigkeit (Anlagen 6.1 bis 6.12) ausgewertet.

In den Anlagen 12.1 bis 12.12 haben wir 6 Querschnitte (jeweils Spitzendruck und Reibungsindex) dargestellt.

Die Bohrprofile und die Schichtenverzeichnisse der Bohrungen sind in den Anhängen A, D und E beigelegt.

Die Original Diagramme der Drucksondierungen sind im Anhang B enthalten. Die Schichtenverzeichnisse der Vorbohrungen (mit den Ansatzhöhen) der Drucksondierungen sind im Anhang C beigelegt.

#### **4.1.2 Baugrunderkundungen 2012**

Im Rahmen unseres Gutachtens aus 2012 [2.2] wurden ebenfalls Baugrunderkundungen durchgeführt. Die Lage der Ansatzpunkte ist in der Anlage 1 angegeben. Die Ergebnisse dieser Baugrunderkundungen haben wir bei der Erstellung der Bemessungsprofile mit verwendet.

#### **4.1.3 Baugrunderkundungen 1994**

Vom Ingenieurbüro Prof. Wenz wurden im Jahr 1994 Baugrunderkundungen veranlasst und ausgewertet. Die Lage der Ansatzpunkte sowie die hier zu beachtenden Erkundungen sind im Anhang H beigelegt. Die Ergebnisse dieser Baugrunderkundungen haben wir bei der Erstellung der Bemessungsprofile mit verwendet.

#### **4.2 Baugrundbeschreibung**

Der angetroffene Baugrund zeigt vom Grundsatz her vereinfacht den folgenden Aufbau:  
Unter bindigen, weichen Böden (Schlick und Klei) folgen Sande der Kornfraktionen Feinsand bis Grobsand.



Die Gewässersohle steigt vom Nordwesten nach Südosten von NHN – rd. 8,0 m auf NHN – rd. 0,9 m an. Die Drucksondierung DS I-2 liegt mit NHN + 2,2 m sogar oberhalb der Normaltide.

Die Mächtigkeit der bindigen Böden variiert stark, sie liegt zwischen rd. 4 m (DS II-11) und max. 11 m (DS I-6).

Die bindigen Böden sind nicht tragfähig und setzungsaktiv.

Die Sande sind mitteldicht bis sehr dicht gelagert und gut zur Abtragung von Lasten geeignet.

## 5 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 – 2,13 m

LAT: NHN – 2,64 m

NTnw: NHN – 3,25 m (15.03.1964)

NNTnw: NHN – 4,17 m (15.03.1964)

### Wasserstände im „Fangedamm“:

Im Querschnitt „C“ der uns vorliegenden Planunterlage ist bei NHN – 0,5 m eine Entwässerungsöffnung vorgesehen (vgl. Anhang F).

Sofern diese ausreichend lange wirksam bleibt, kann für den Zeitraum der Konsolidierung der Weichböden unter der Verfüllung der Wassertand auf dieser Kote angesetzt werden.

Für den Endzustand ist allerdings u.E. davon auszugehen, dass diese Entwässerungsöffnung unwirksam wird. Der Wasserstand im Bauwerk muss dann nennenswert höher angesetzt werden, nach einer Überflutung sogar sicherheitshalber auf UK Abdeckung.

Die Wasserdruckansätze und die Einstufungen in die Belastungssituationen sind noch abzustimmen (auch mit dem Prüfenieur).

Wir weisen darauf hin, dass in gewissen Bauzuständen auch die tidebeeinflusste Standrohrspiegelhöhe im Sand unter der Schlick- / Kleischicht maßgebend werden kann. An der gegenüberliegenden Seite der Geesteeinfahrt wurden in einer zum Pegel ausgebauten Bohrung im September und Oktober 2012 Standrohrspiegelhöhen zwischen NN + rd. 1,7 m und NN – rd. 1,2 m gemessen. Im gleichen Zeitraum lag der Tidewasserstand der Weser am Pegel Bremerhaven Alter Leuchtturm zwischen NN + rd. 2,5 m und NN – rd. 2,3 m. Die Standrohrspiegelhöhe im Sand unter dem dort anstehenden landseitigen Klei ist also gegenüber der Tide erwartungsgemäß gedämpft.

Die Phasenverschiebung gegenüber der Tide schätzen wir auf rd. 1 bis rd. 1,5 Stunden, sie kann damit in der Regel vernachlässigt werden.

#### Vorläufige Bemessungs - Grundwasserstände:

Basierend auf den oben geschilderten Effekten empfehlen wir für den Auffüllbereich Richtung „Weserbad“ den Ansatz der folgenden vorläufigen Bemessungs - Grundwasserstände:

Belastungsfall BS – 3a: Normaltide	Tide bei MSpTnw = NHN – 2,13 m GW auf NHN + 1,0 m.
Belastungsfall BS – 3b: NNTnw	Tide auf NNTnw = NHN – 4,17 m GW auf NHN + 0,0 m
Belastungsfall BS – 3c: abfl. Hochwasser	Tide bei MTnw = NHN – 1,90 m GW auf NHN + 3,0 m bzw. auf OK Gelände.

#### Chemische Grundwasserbeschaffenheit:

Gesonderte Grundwasseranalysen wurden im Rahmen der Baugrunderkundungen nicht durchgeführt.

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

## 6 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 5.1 bis 5.12 dargestellt.

Unsere Auswertungen der Drucksondierungen hinsichtlich der undrainierten Scherfestigkeit  $c_{u,k}$  basieren auf allgemein anerkannten Ansätzen, die allerdings relativ unscharf sind. Unter Berücksichtigung unserer Erfahrungen haben wir modifizierte Ableitungen entwickelt. Die Ergebnisse sind in den Anlagen 6.1 bis 6.12 dargestellt.

## 7 Bodenmechanische Laborversuche

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

Körnungslinien:	Anlage 7.1 und 7.2
Drainierte Scherfestigkeiten $\phi'$ und $c'$ :	Anlagen 8.1 bis 8.3
Ergebnisse der Kompressionsversuche:	Anlagen 9.1.1 bis 9.3.4
Undrainierte Scherfestigkeiten $c_u$ [ $\text{kN/m}^2$ ]:	Anlage 10
Wichten $\gamma$ [ $\text{kN/m}^3$ ]:	Anlage 10
Wassergehalte $w$ [-]:	Anlage 10
Porenanteile $n_{\max} / n_{\min}$ [-]:	Anlage 10

Weitere Laborversuche sind in unserem Gutachten des Jahres 2012 [2.2] enthalten und konnten von uns zur Festlegung der Parameter der Homogenbereiche mit verwendet werden.

## 8 Bemessungsbodenprofile

Basierend auf den vorliegenden Erkundungen, den Ergebnissen der Laborversuche und unseren Erfahrungen mit vergleichbaren Baugrundverhältnissen bei Projekten in der Nachbarschaft haben wir für insgesamt 5 Querschnitte sowohl Bemessungsprofile für die Spundwandstatik als auch für die Bemessung der äußeren Tragfähigkeit der geplanten Ankerpfähle erstellt (Anlagengruppe 13).

Die in den Tabellen angegebenen Spitzendruckspannungen  $q_{b,k}$  dürfen nur auf den 6fachen Stahlquerschnitt (nicht auf andere Flächen der Doppelbohle) angesetzt werden.

Die Mantelreibungsspannungen  $q_{s,k}$  dürfen auch bei Doppelbohlen nur auf die äußere Abwicklung angesetzt werden.

Sofern sich größere Absetztiefen der Tragelemente ergeben, als die die Bodenschichtung unserer Bemessungsprofile, ist die unterste Bodenschicht zu verlängern.

Die Gültigkeitsbereiche der Bemessungsprofile sind so zu wählen, dass von 2 benachbarten Querschnitten das jeweils ungünstigere über 2/3 des Abstandes angesetzt wird. Dieses ergibt sich ggfls. bei den Spundwänden anders als bei der Rückverankerung.

## 9 Nachweise gegen Versinken

Der Nachweis gegen Versinken ist gemäß EAU E4, Bild E 4-3, Verfahren 2 zu führen. Den angreifenden Lasten  $P_{v,k}$ ,  $A_{v,k}$  und  $E_{av,k}$  stehen der Spitzenwiderstand  $R_{b,k}$  und die Mantelreibung  $R_{s,k}$  entgegen.. Das Spundwandeigengewicht kann vernachlässigt werden.

Der aktive Erddruck  $E_{av}$  muss bis zum theoretischen Fußpunkt berücksichtigt werden.

Für die Berechnung der Mantelreibung  $R_{s,k}$  dürfen zwischen Bemessungssohle und theoretischem Fußpunkt alle äußeren Flächen herangezogen werden, die nicht durch vertikalen, aktiven Erddruck beansprucht werden.

In Schichten in denen der aktive Erddruck mit der undrainierten Scherfestigkeit ( $c_u$ ) anstatt mit den drainierten Scherfestigkeiten ( $\varphi'/c'$ ) ermittelt wurde, darf die volle Abwicklung angesetzt werden.

Unterhalb des theoretischen Fußpunktes darf ebenfalls die volle äußere Abwicklung für die Berechnung der Mantelreibung  $R_{s,k}$  angesetzt werden.

## 10 Angaben zur negativen Mantelreibung

Bei einer Überschüttung von weichen, kompressiblen Böden entstehen Setzungen, aus diesen resultieren negative Mantelreibungslasten auf die Tragelemente.

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

Die Größe der negativen Mantelreibung kann nach den folgenden Ansätzen ermittelt werden:

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

$$\text{Bindige Böden:} \quad q_{s,k \text{ NMR}} = 0,5 \times c_{u,k}$$

Die o. g. Mantelreibungsspannungen können vereinfacht und auf der sicheren Seite liegend auf die landseitige Ersatzwand, d. h. pro lfdm. angesetzt werden.

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

Die Lasten aus negativer Mantelreibung brauchen nicht mit „kurzfristigen“ Lasten überlagert zu werden. Als „kurzfristig“ verstehen wir hier eine Einwirkung über mehrere Tage bis maximal rd. 4 Wochen (in Abhängigkeit vom Konsolidierungsgrad der Weichböden).

## 11 Angaben zur Biegebeanspruchung der Ankerpfähle

Zur Bewertung der Biegebeanspruchung durch die Setzungen der Auffüllböden wird die Größe der Setzungen benötigt.

### Ankerpfähle in den Querschnitten Bereich A und Bereich B

Bei Ansatz einer Auffüllhöhe bis NHN + rd. 2,0 m (Seite Weserbad), OK der bindigen Böden auf NHN – 8,0 m, Dicke der bindigen Böden von rd. 4 m, vgl. DS II-11, Anlage 3.5),  $\sigma_v = \text{rd. } 140 \text{ kN/m}^2$  und  $E_s = \text{rd. } 1,0 \text{ MN/m}^2$  ergibt sich die Setzung zu

$$s = 0,14 \text{ MN/m}^2 \times 4 \text{ m} / 1,0 \text{ MN/m}^2 = 0,56 \text{ m} = 56 \text{ cm.}$$

Im Bereich der DS II-7 (Anl. 3.7) sind die Verhältnisse deutlich anders. Es ergeben sich trotzdem fast die gleichen Setzungen.

OK der bindigen Böden auf NHN – 1,7 m, Dicke der bindigen Böden = rd. 7 m,  $\sigma_v = \text{rd. } 70 \text{ kN/m}^2$  und  $E_s = \text{rd. } 0,9 \text{ MN/m}^2$ .

$$s = 0,07 \text{ MN/m}^2 \times 7 \text{ m} / 0,9 \text{ MN/m}^2 = 0,54 \text{ m} = 54 \text{ cm.}$$

### Ankerpfähle an der wasserseitigen Spundwand im Querschnitt Bereich B

Bei Ansatz einer Auffüllhöhe innerhalb der Mole bis NHN – 0,5 m, OK der bindigen Böden auf NHN – 1,0 m, Dicke der bindigen Böden von rd. 8 m (vgl. DS II-5, Anlage 3.8),  $\sigma_v = \text{rd. } 10 \text{ kN/m}^2$  und  $E_s = \text{rd. } 0,6 \text{ MN/m}^2$  ergibt sich die Setzung zu

$$s = 0,01 \text{ MN/m}^2 \times 8 \text{ m} / 0,6 \text{ MN/m}^2 = 0,10 \text{ m} = 10 \text{ cm.}$$

Im Bereich des Querschnittes „C“ sind demzufolge die Verhältnisse deutlich günstiger.

## **12 Setzungsprognosen**

Wie schon im Abschnitt 11 erläutert können Setzungen bis rd. 55 cm auftreten.

Ein Teil dieser Setzungen resultiert aus den so genannten Kriechsetzungen, die deutlich langsamer eintreten, als die Konsolidierungssetzungen.

Näherungsweise betragen die Konsolidierungssetzungen rd. 70 % der o.g. Endsetzmaße, d. h. rd.  $0,7 \times 55 \text{ cm} = \text{rd. } 39 \text{ cm}$ .

Die Größe und der zeitliche Verlauf der Setzungen können zu gegebener Zeit unter Berücksichtigung des Lastaufhöhungsszenarios anhand der Laborversuchsergebnisse näherungsweise ermittelt werden.

Beispielhaft haben wir in der Anlagengruppe 14 Setzungsprognosen für den Bereich der DS I-10 bei 2 verschiedenen Auffüllhöhen – ohne und mit Vertikaldrains / unterschiedlichen Drainrastern – erstellt.

Bei einer Auffüllung bis auf NHN – 0,5 m ergeben sich Endsetzmaße (Konsolidierung + Kriechen) von rd. 36 cm, bei einer Auffüllung auf NHN + 2,0 m von rd. 55 cm.

## **13 Angaben zur Berücksichtigung des Porenwasserüberdruck**

Bei einer Überschüttung von breiig – weichen bindigen Böden entsteht in diesen grundsätzlich zunächst ein Porenwasserüberdruck, der örtlich eine zusätzliche temporäre Belastung der Spundwand erzeugt.

Im Endzustand (d. h. nach dem Abklingen der Konsolidierungssetzungen unter der Auffüllung) kann ein Porenwasserüberdruck nur auftreten, wenn eine großflächige Last

relativ schlagartig aufgebracht wird (zum Beispiel Aufschüttung einer Kieshalde, oder großflächige Aufstellung von vollen Containern).

In diesem Fall wäre auch im Endzustand ein Porenwasserüberdruck zu berücksichtigen, wobei dieser Zustand dann natürlich als BS-T einzustufen wäre. Nach Auskunft von bremenports ist allerdings mit derartigen Verkehrslasten nicht zu rechnen, so dass nach unserer Bewertung End- Belastungszustände mit Porenwasserüberdruck nicht zu untersucht werden brauchen.

Bei Berücksichtigung der unkonsolidierten Bauzustände in der Spundwandstatik kann entweder mit den drainierten Scherparametern (zzgl. Porenwasserüberdruck) oder mit den undrainierten Scherparametern  $c_u$  gerechnet werden.

Die  $c_u$  Werte in unseren Bemessungsprofilen gelten für den „Istzustand“. Bei zusätzlichen Auflasten erhöhen sich die  $c_u$  Werte nach dem Formalismus

$$c_u = \sigma \times \alpha \times U$$

Beispiel: Auflastspannung = 100 kN/m<sup>2</sup>,  $\alpha = 0,5$ ,  $U = 0,4$

$$c_u = 100 \text{ kN/m}^2 \times 0,5 \times 0,4 = 20 \text{ kN/m}^2$$

Sollte dieser Wert unterhalb der von uns genannten  $c_u$  Werte liegen, gelten die Angaben der Bemessungsprofile.

Der Faktor  $\alpha$  ist abhängig von der Bodenart, er liegt in der Regel zwischen 0,5 und 0,6, wir empfehlen hier den Ansatz  $\alpha = 0,5$ .

Bei geschichteten Böden ist der Konsolidierungsgrad in jeder Bodenschicht anders. Dieses gilt sowohl bei bindigen Böden ohne Vertikaldrains (in der Mitte ist der Konsolidierungsgrad am kleinsten) als auch bei einer Installation von Vertikaldrains (hier ist U nur abhängig vom Konsolidierungsbeiwert  $c_v$ ).

## 14 Klassierung der Böden

### 14.1 Bodenklassifizierung nach DIN 18 196

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

„Schlick / Torf“

[OU], [OT], [OH], [UM]

„Klei“

[UL], [UM], [OU], [OT], [OH]]

„Sande“

[SE], [SW], [SI], [SU]

## 14.2 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 folgenden 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 3 Homogenbereiche vorhanden:

Homogenbereich I	Schlick / Torf
Homogenbereich II	Klei
Homogenbereich III	Fein- und Mittelsande

Die Körnungsbänder der 3 Homogenbereiche sind in den Anlagen 15.1 bis 15.3 dargestellt. Wir haben sie aus den vorliegenden Körnungslinien und aus der Ansprache in den Bohrprofilen abgeleitet. Die entsprechenden Datenblätter sind in den Anlagen 16.1 bis 16.3 dargestellt.

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



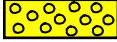












Ansprechpartner:  
Dipl.-Ing. Stefan Janus


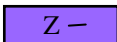


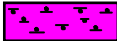
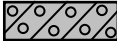
*i. A. H. Janus i. A. M. Pöhl*

Diese gutachtliche Stellungnahme enthält 13 Textseiten, 1 Inhaltsverzeichnis, 1 Deckblatt, die Textanlagen A und B, 107 Anlagen und die Anhänge A bis H.

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**

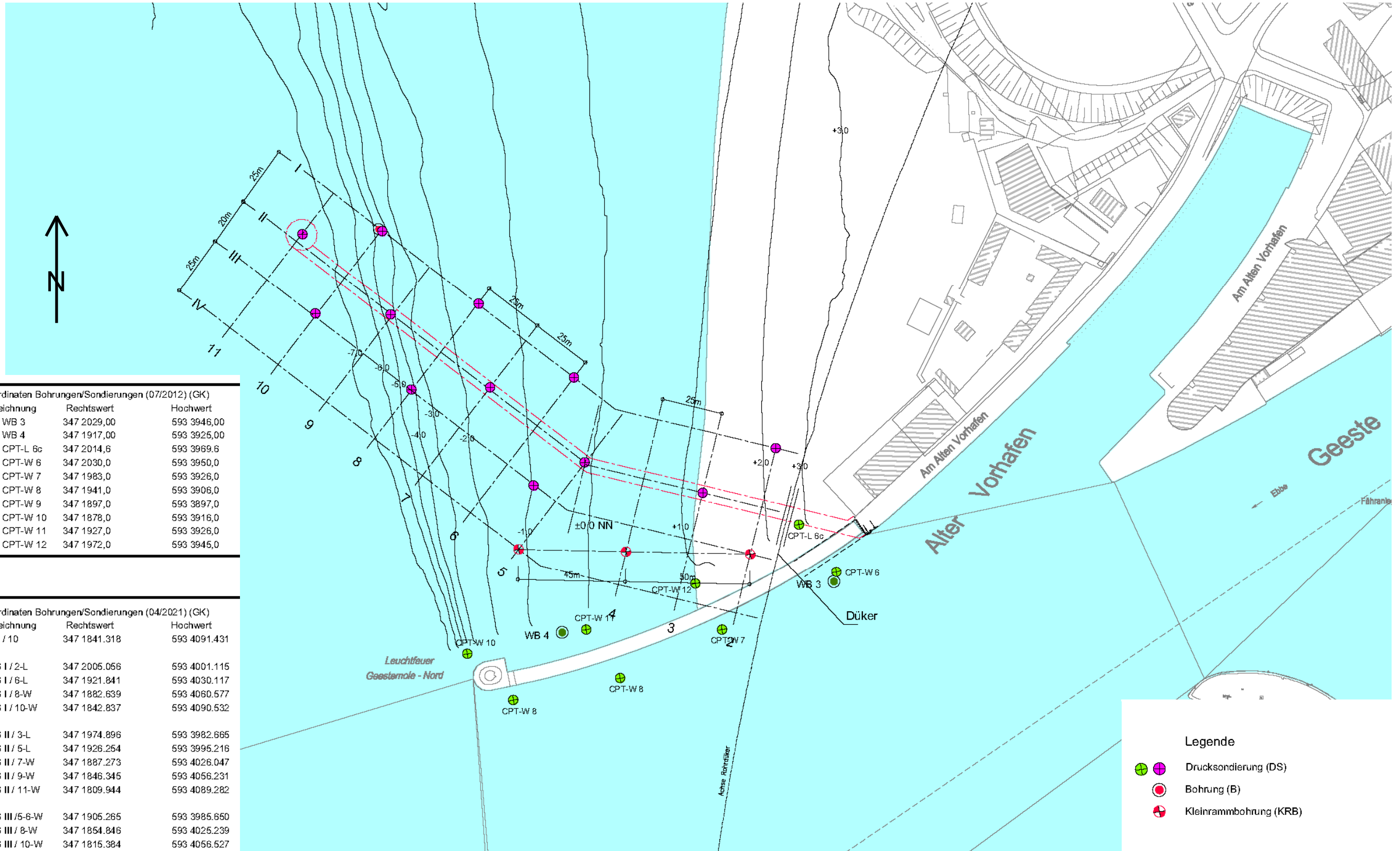
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah +  
Partner GmbH

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**



Koordinaten Bohrungen/Sondierungen (07/2012) (GK)		
Bezeichnung	Rechtswert	Hochwert
WB 3	347 2029,00	593 3946,00
WB 4	347 1917,00	593 3925,00
CPT-L 6c	347 2014,6	593 3969,6
CPT-W 6	347 2030,0	593 3950,0
CPT-W 7	347 1983,0	593 3926,0
CPT-W 8	347 1941,0	593 3906,0
CPT-W 9	347 1897,0	593 3897,0
CPT-W 10	347 1878,0	593 3916,0
CPT-W 11	347 1927,0	593 3926,0
CPT-W 12	347 1972,0	593 3945,0

Koordinaten Bohrungen/Sondierungen (04/2021) (GK)		
Bezeichnung	Rechtswert	Hochwert
BI / 10	347 1841.318	593 4091.431
DS I / 2-L	347 2005.056	593 4001.115
DS I / 6-L	347 1921.841	593 4030.117
DS I / 8-W	347 1882.639	593 4060.577
DS I / 10-W	347 1842.837	593 4090.532
DS II / 3-L	347 1974.896	593 3982.665
DS II / 5-L	347 1926.254	593 3995.216
DS II / 7-W	347 1887.273	593 4026.047
DS II / 9-W	347 1846.345	593 4056.231
DS II / 11-W	347 1809.944	593 4089.282
DS III / 5-6-W	347 1905.265	593 3985.660
DS III / 8-W	347 1854.846	593 4025.239
DS III / 10-W	347 1815.384	593 4056.527
KLB III/2	347 1994.000	593 3957.000
KLB IV-III/4	347 1943.000	593 3958.000
KLB IV/5	347 1899.000	593 3959.000

- Legende**
- Drucksondierung (DS)
  - Bohrung (B)
  - Kleinrammbohrung (KRB)

**Entnommen aus:**  
siehe Bearbeitungsunterlagen unter Ziff. 2.3.1,  
mit Änderungen

**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**  
**Geestevorhafen – Sanierung der Nordmole**

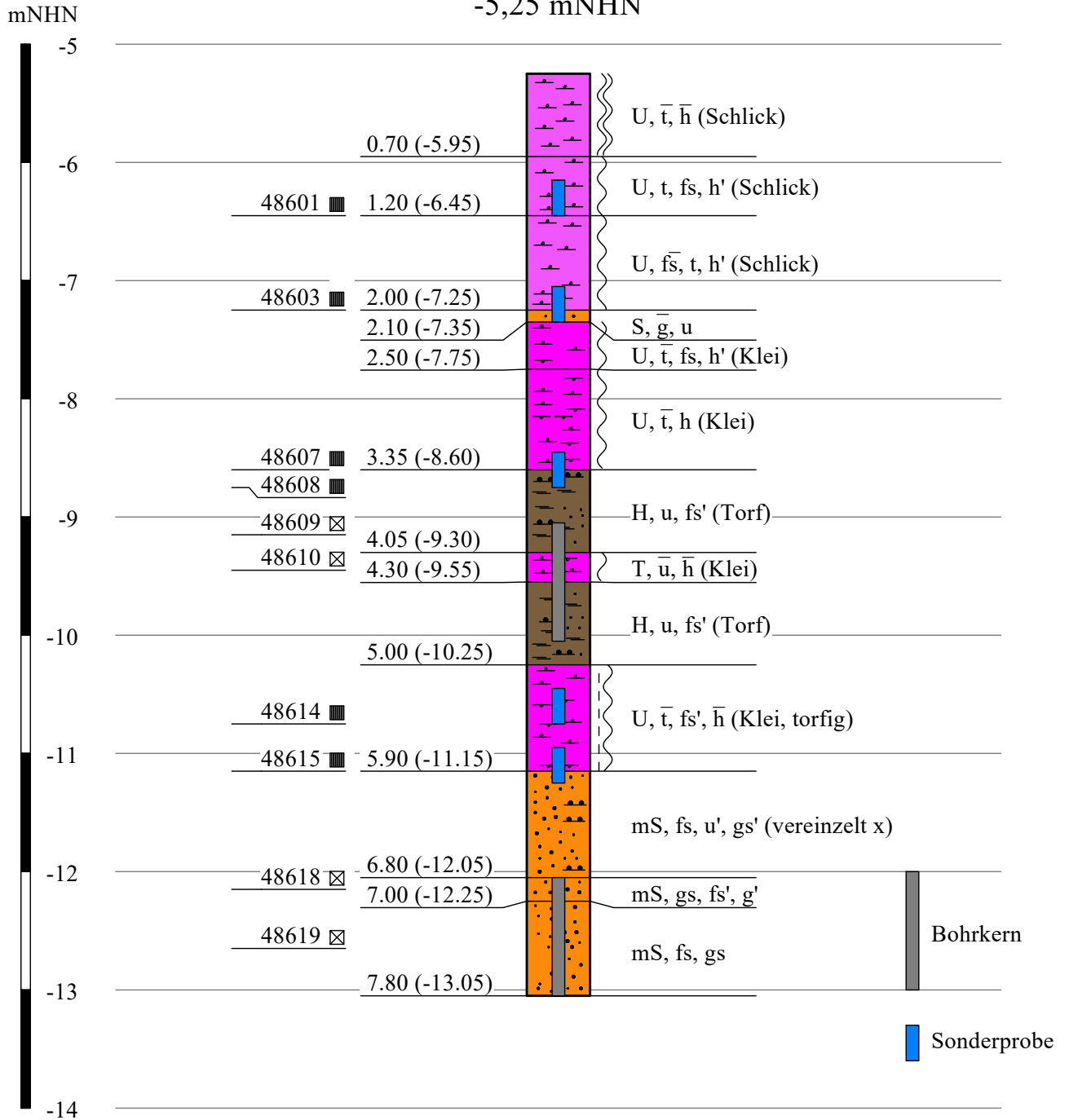
**Lageplan mit Lage der Ansatzpunkte der Baugrunderkundungen**

Projekt-Nr.:  
2254-2020GU1

Anlagen-Nr.:  
**1**

# B I-10

-5,25 mNHN



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

Die Lage des Ansatzpunktes der Bohrung ist der Anl. 1.2 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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Ergebnisse der Bohrung B I-10 vom 20.04.2021  
durchgeführt von der Thade Gerdes GmbH, Norden

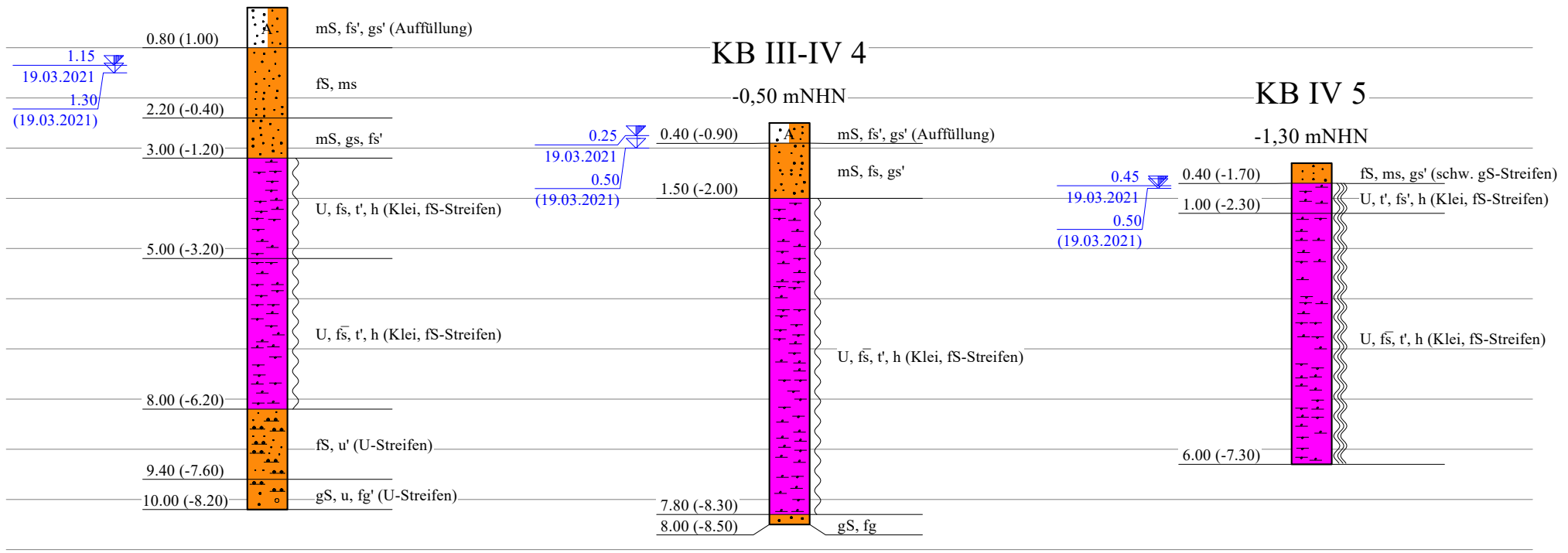
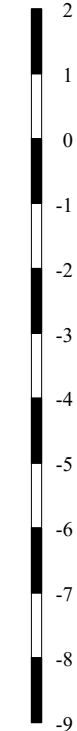
Projekt-Nr.: 2245-2020GU1

Anlagen-Nr.: 2.1

# KB III 2

+1,80 mNHN

mNHN



Die Zeichenerklärungen der Bohrpofile sind den Textanlagen A und B zu entnehmen.

Die Lage der Ansatzpunkte der Kleinbohrungen 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

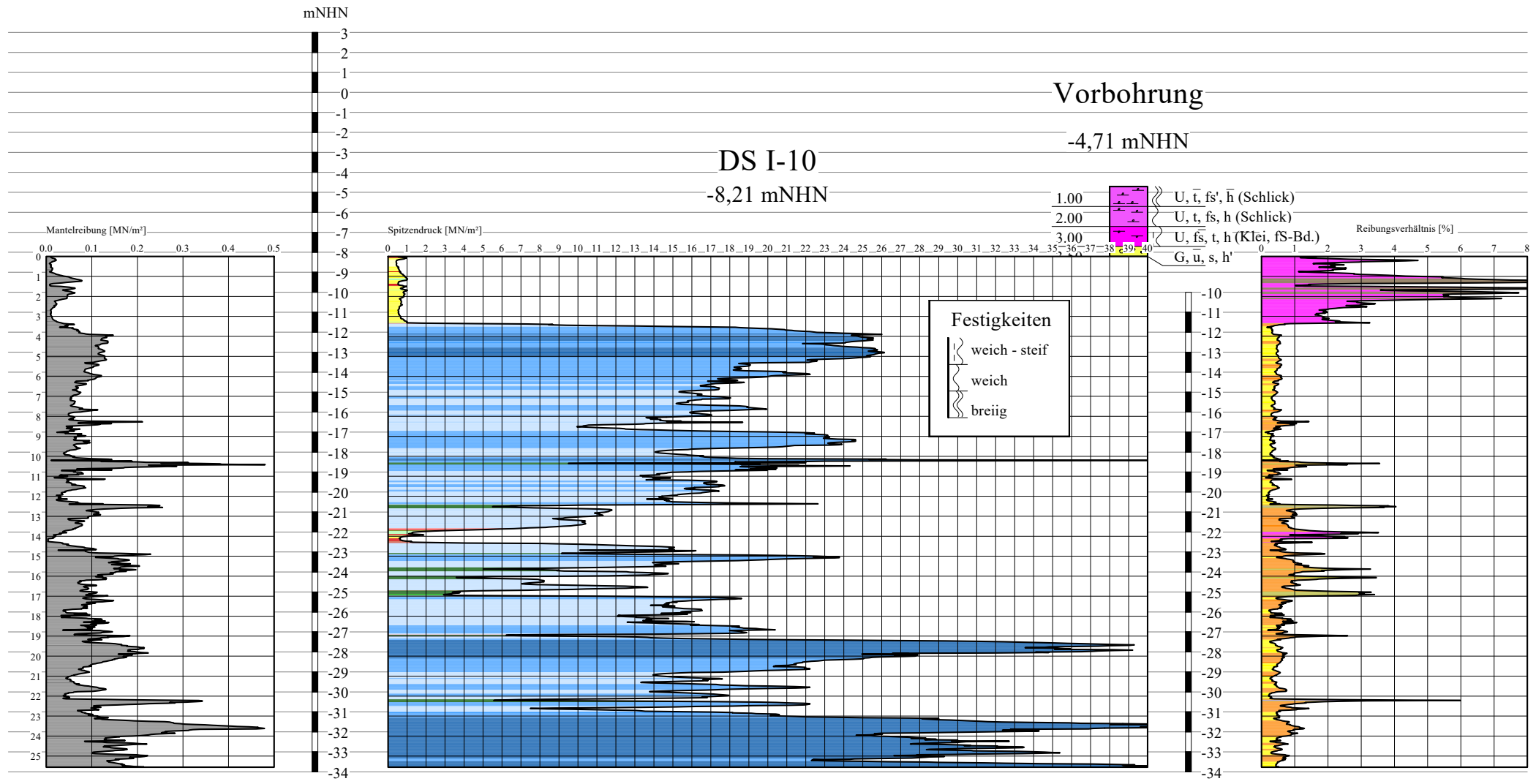
## bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven

### Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Ergebnisse der Kleinbohrungen vom 19.03.2021  
durchgeführt von der Thade Gerdes GmbH, Norden

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 2.2



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

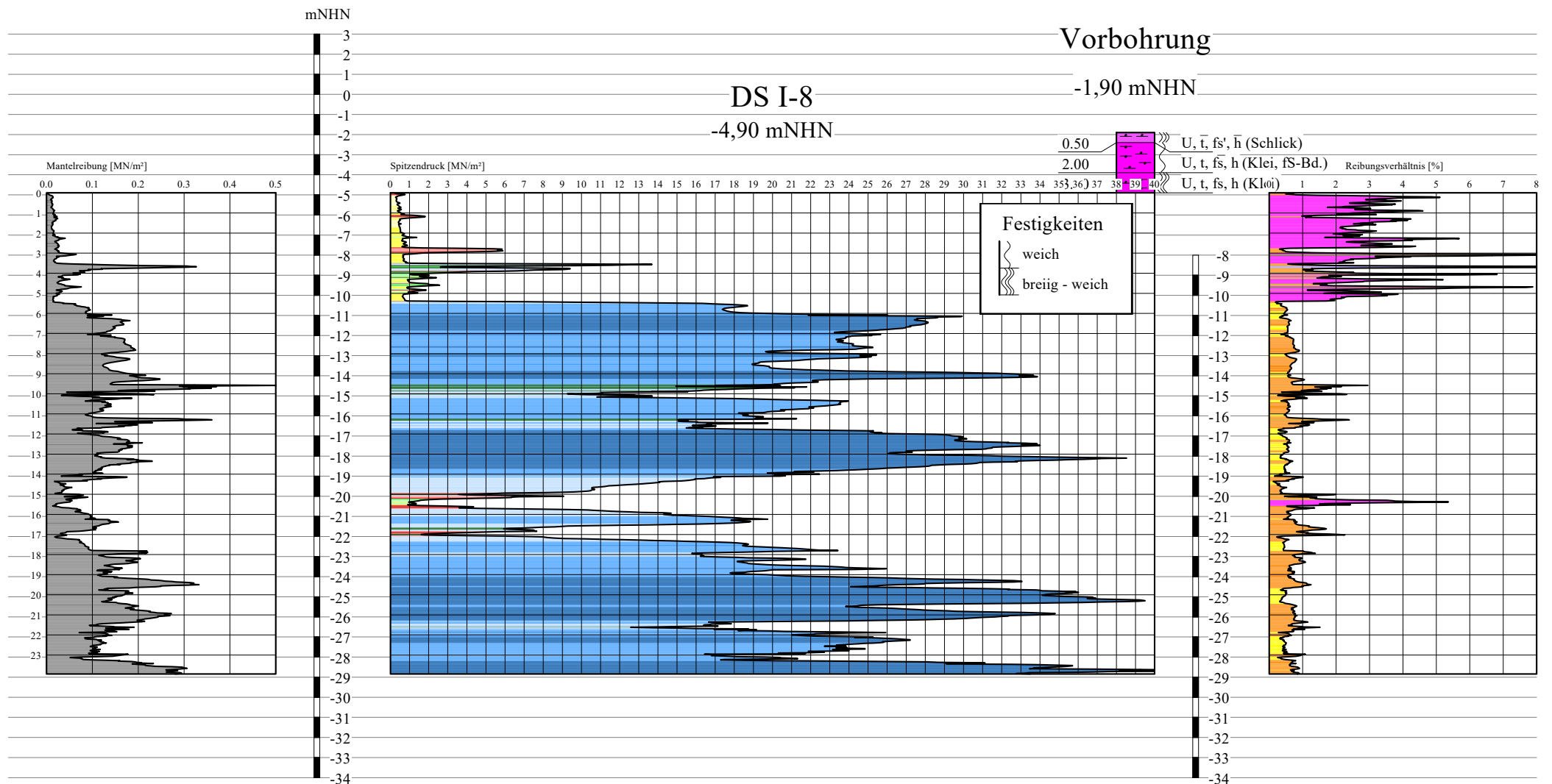
**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

Ergebnisse der DS I-10 vom 13.04.2021  
 durchgeführt von der Thade Gerdes GmbH & Co. KG, Norden

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

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 3.1



**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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

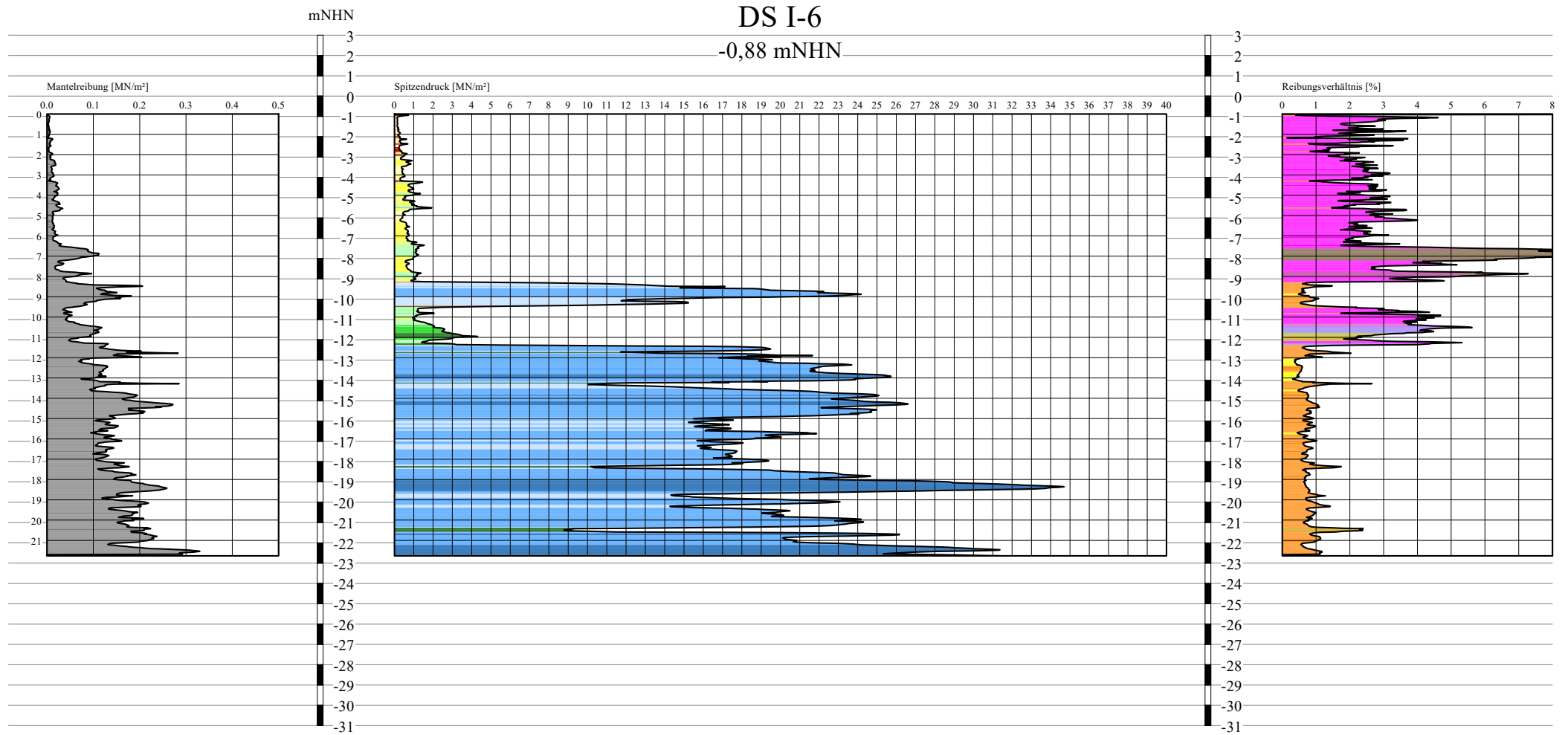
Ergebnisse der DS I-8 vom 14.04.2021  
durchgeführt von der Thade Gerdes GmbH & Co. KG, Norden

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

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 3.2





**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**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

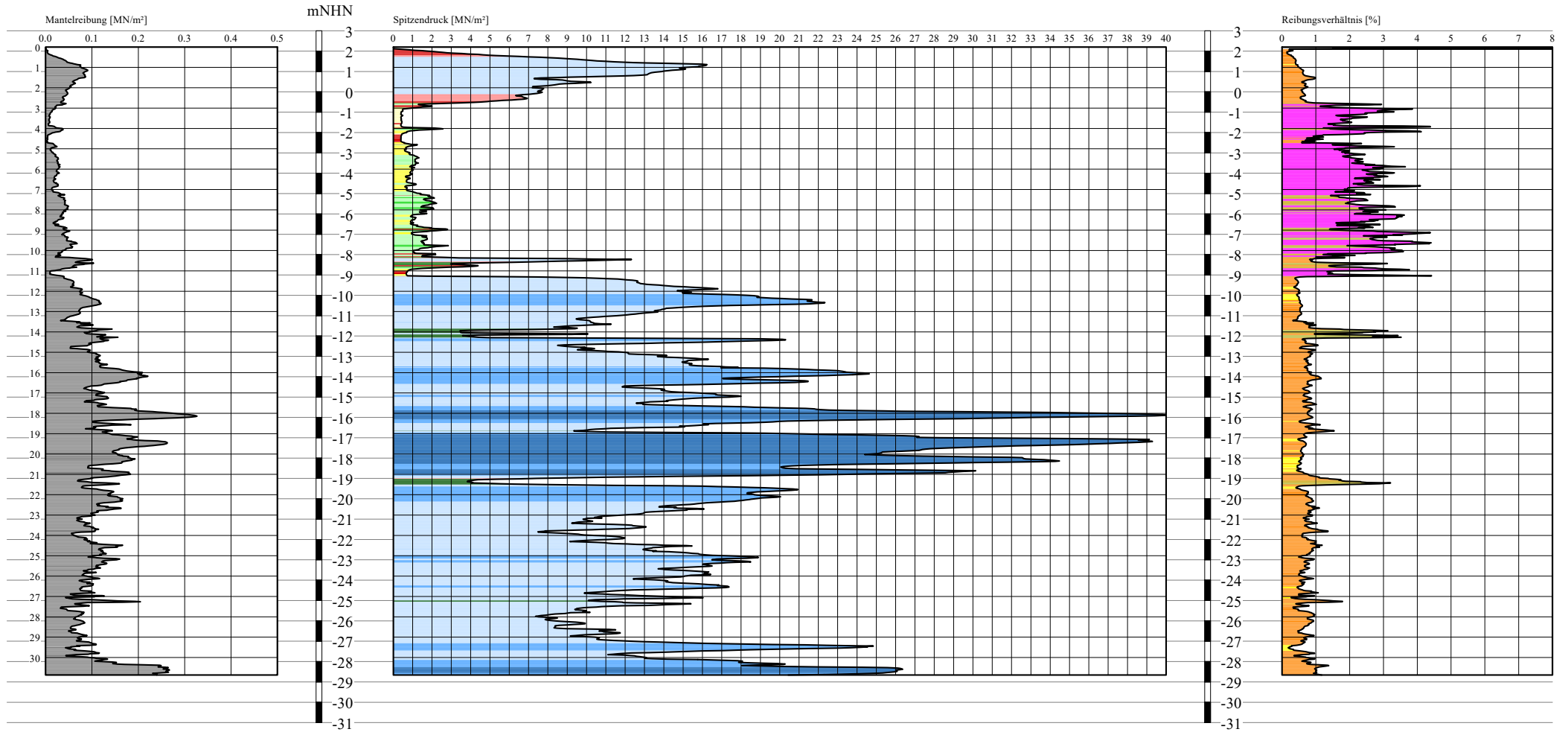
Ergebnisse der DS I-6 vom 16.03.2021  
durchgeführt von der Thade Gerdes GmbH & Co. KG, Norden

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 3.3

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

DS I-2  
+2,20 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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

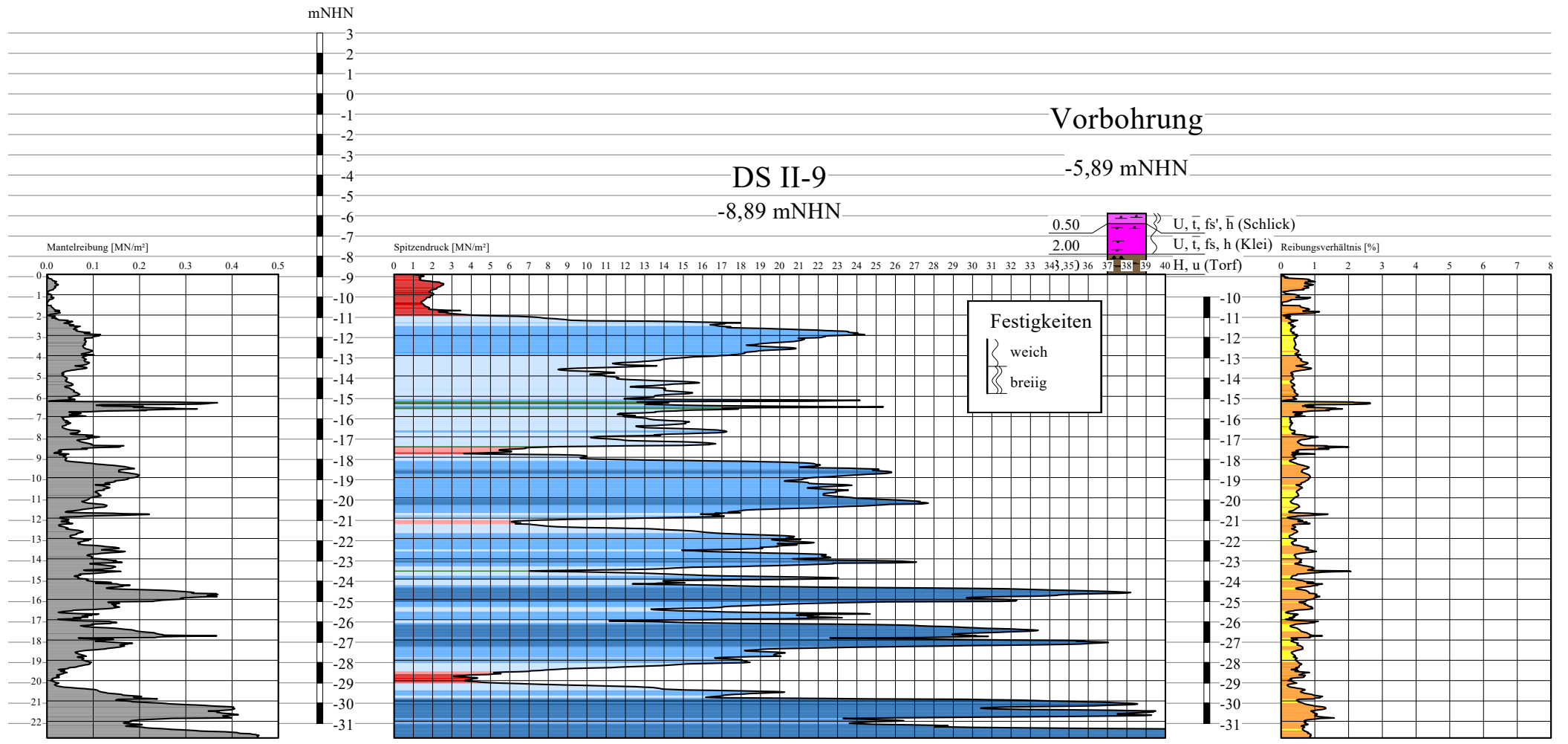
Ergebnisse der DS I-2 vom 16.03.2021  
durchgeführt von der Thade Gerdes GmbH & Co. KG, Norden

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 3.4

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





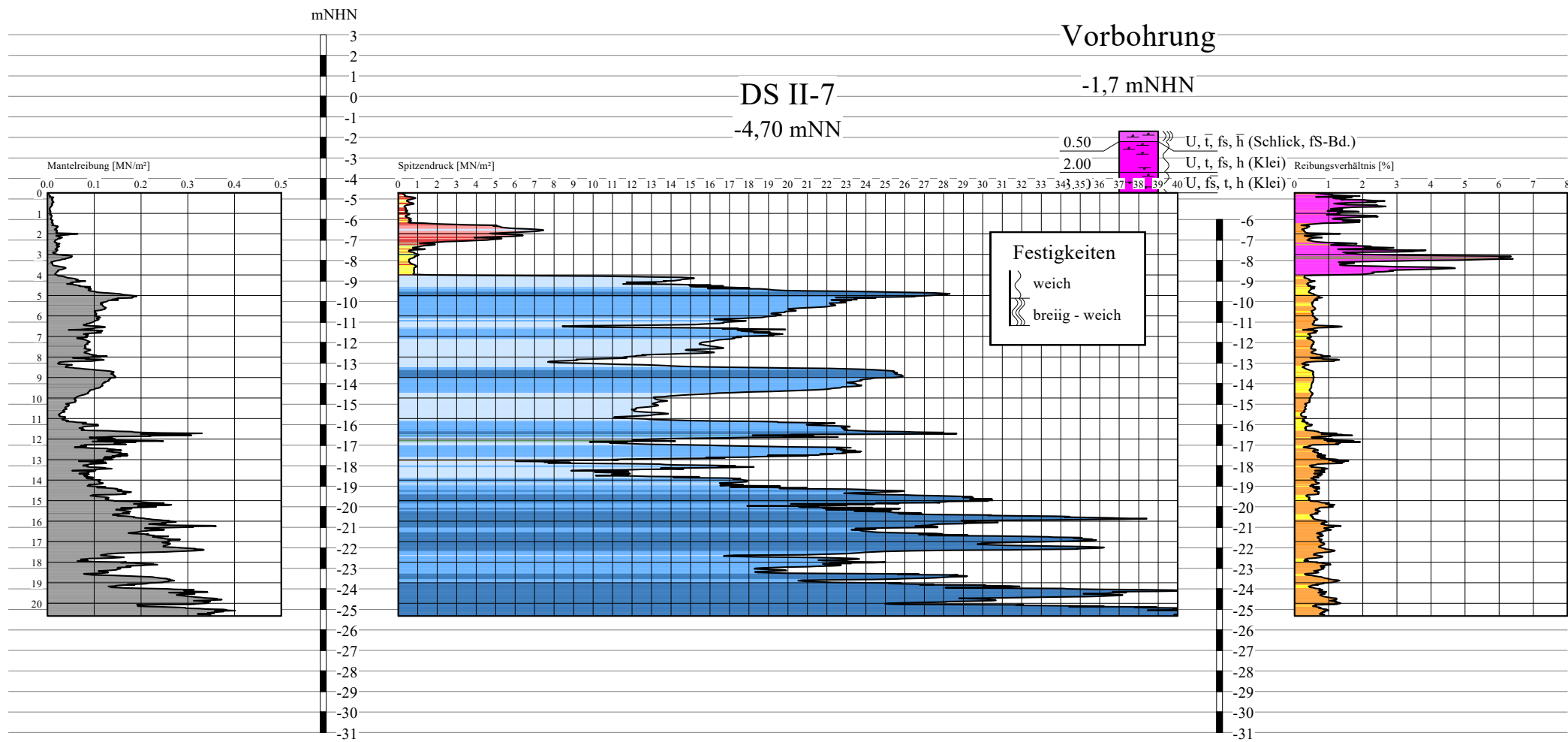
Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

**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**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

Ergebnisse der DS II-9 vom 15.04.2021  
 durchgeführt von der Thade Gerdes GmbH & Co. KG, Norden

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1	Anlagen-Nr.: 3.6
---------------------------	------------------



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

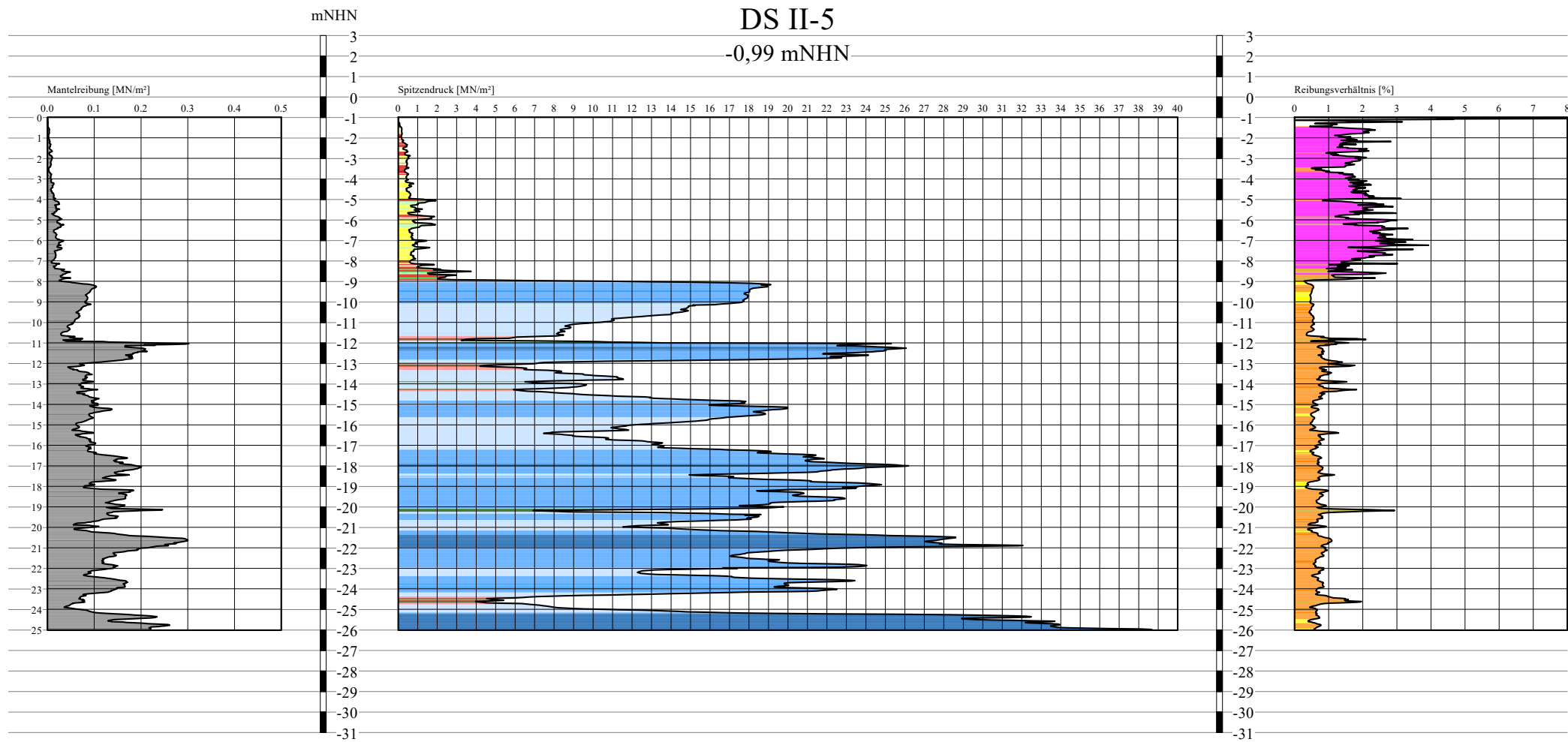
**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

Ergebnisse der DS II-7 vom 14.04.2021  
 durchgeführt von der Thade Gerdes GmbH & Co. KG, Norden

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

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 3.7



**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**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

Ergebnisse der DS II-5 vom 16.03.2021  
 durchgeführt von der Thade Gerdes GmbH & Co. KG, Norden

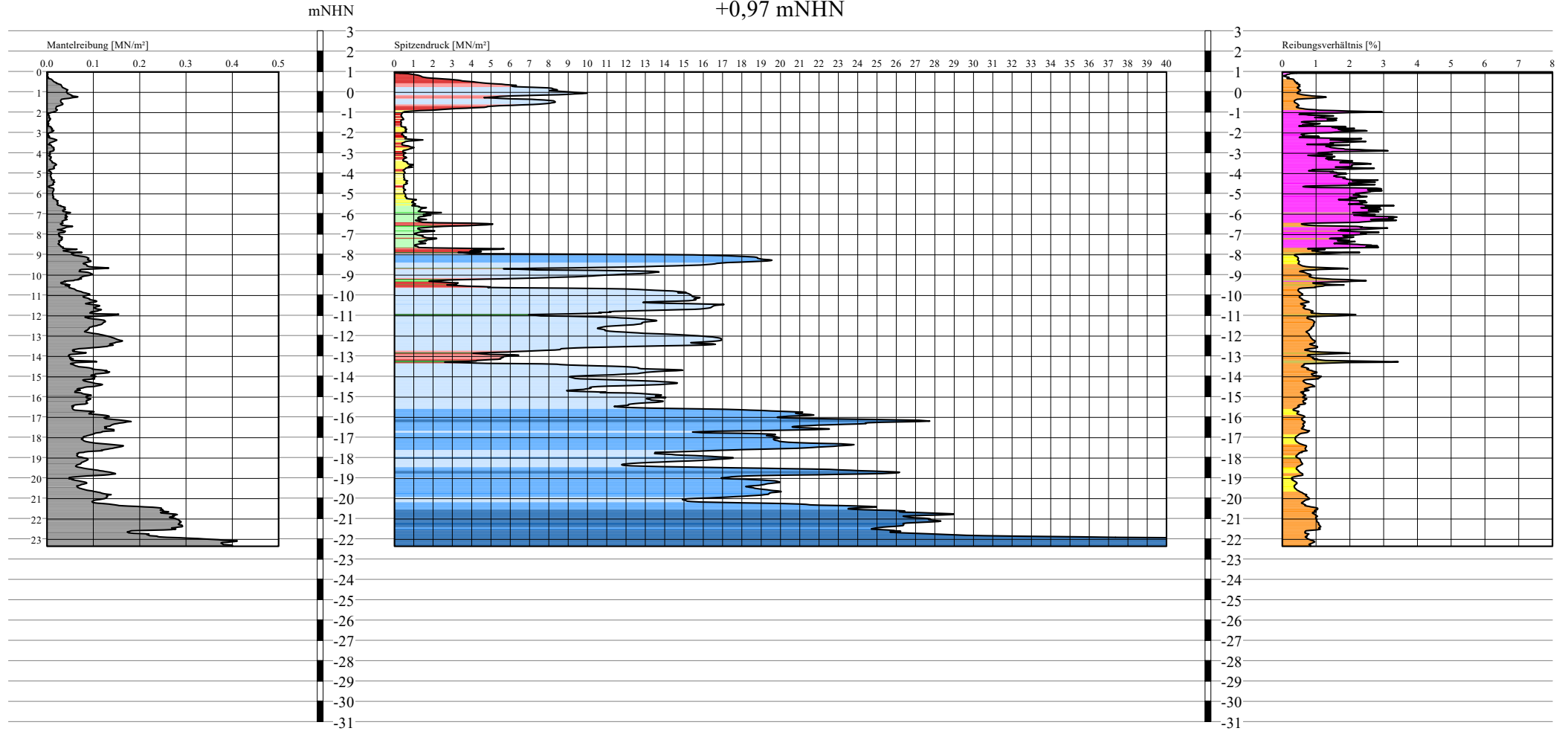
Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1 zu entnehmen.

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 3.8

# DS II-3

+0,97 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  
 Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

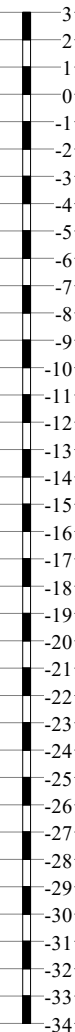
Ergebnisse der DS II-3 vom 16.03.2021  
 durchgeführt von der Thade Gerdes GmbH & Co. KG, Norden

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

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 3.9

mNHN



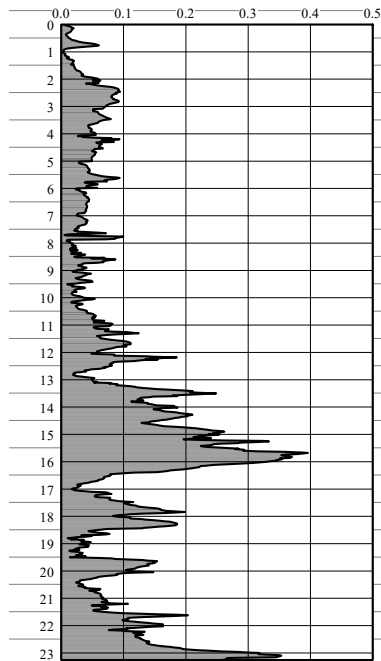
Festigkeiten  
weich

### Vorbohrung DS III-10

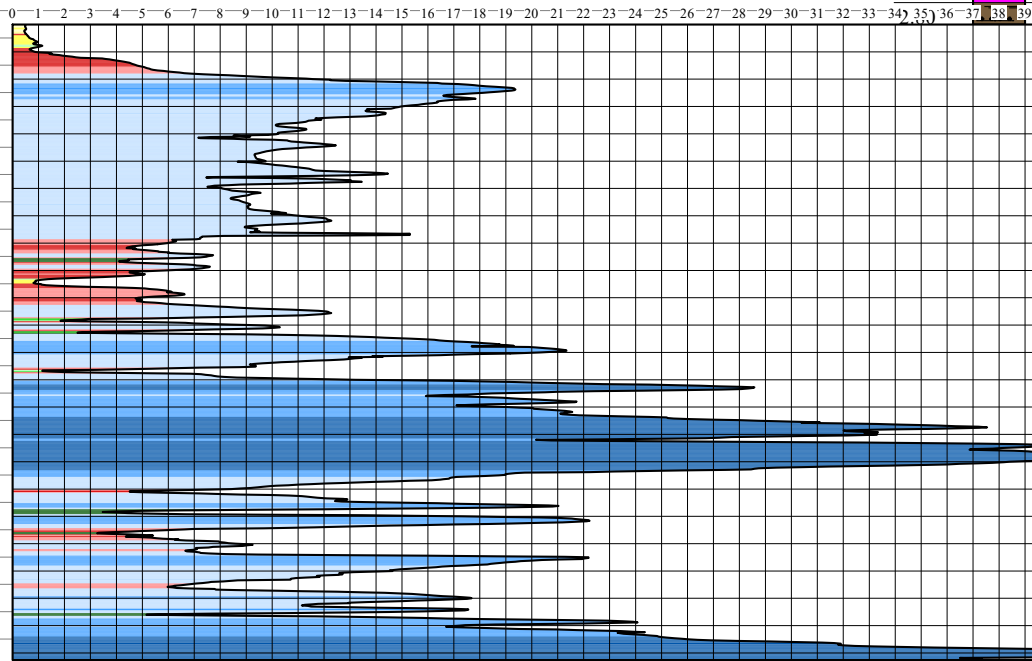
DS III-10  
-10,51 mNHN

-7,71 mNHN

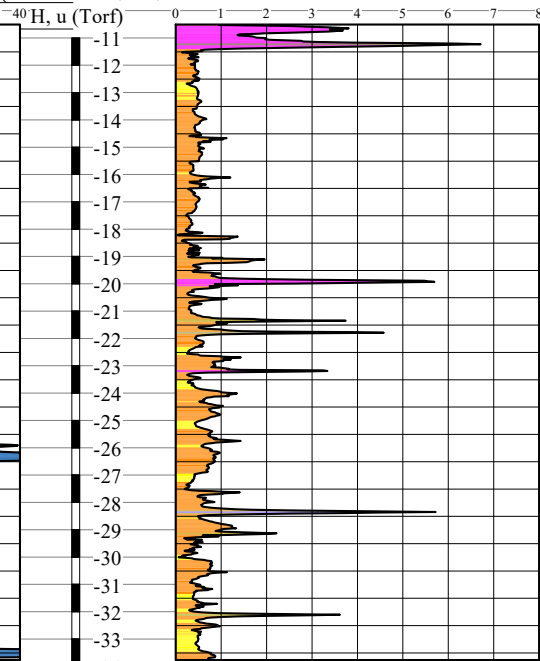
Mantelreibung [MN/m<sup>2</sup>]



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



1.00 H,  $\bar{u}$  (Torf, U-Lg.)  
2.00 U, t, fs,  $\bar{h}$  (Klei) Reibungsverhältnis [%]  
H, u (Torf)



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

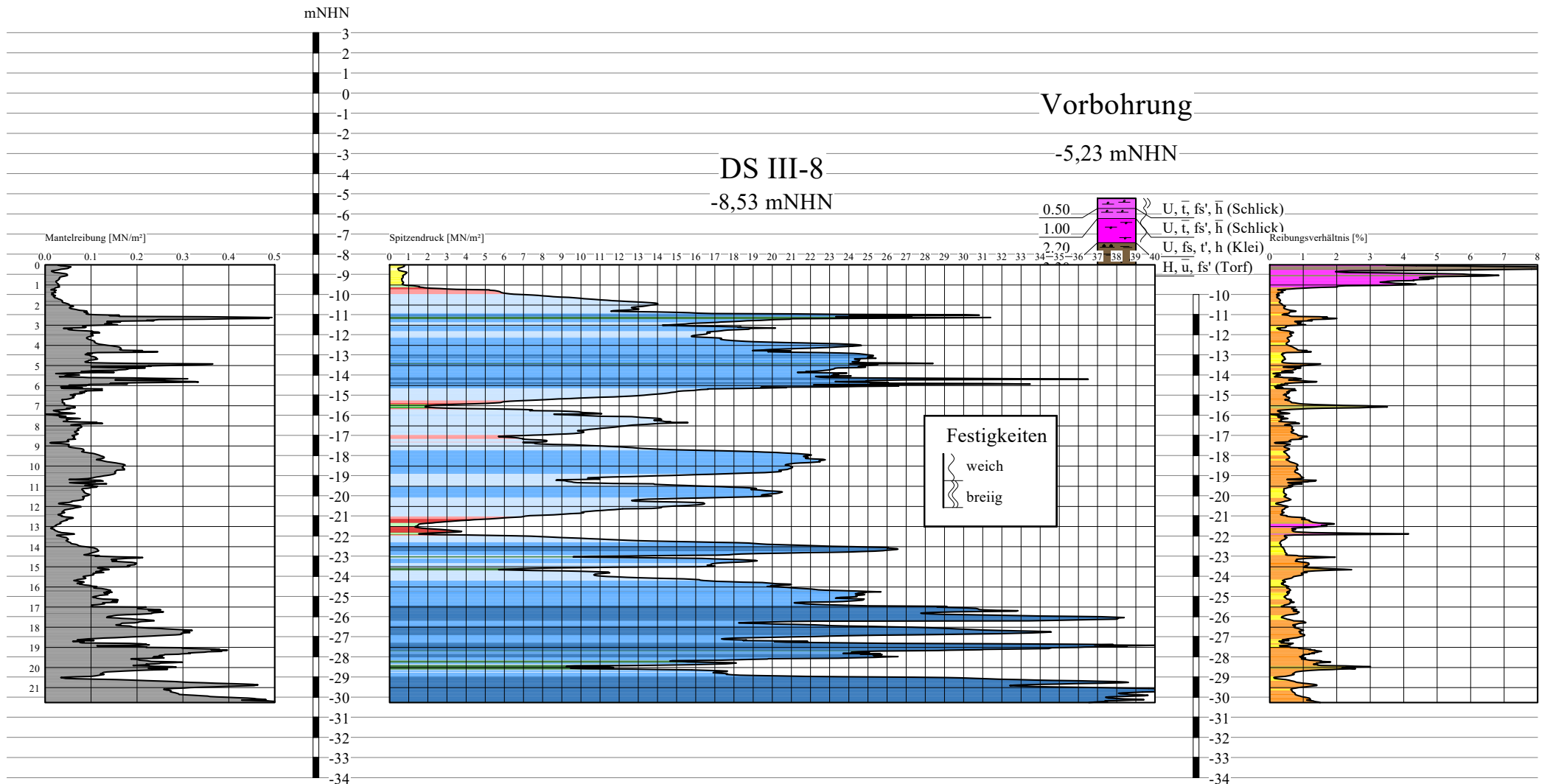
bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Ergebnisse der DS III-10 vom 12.04.2021  
durchgeführt von der Thade Gerdes GmbH & Co. KG, Norden

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 3.10





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

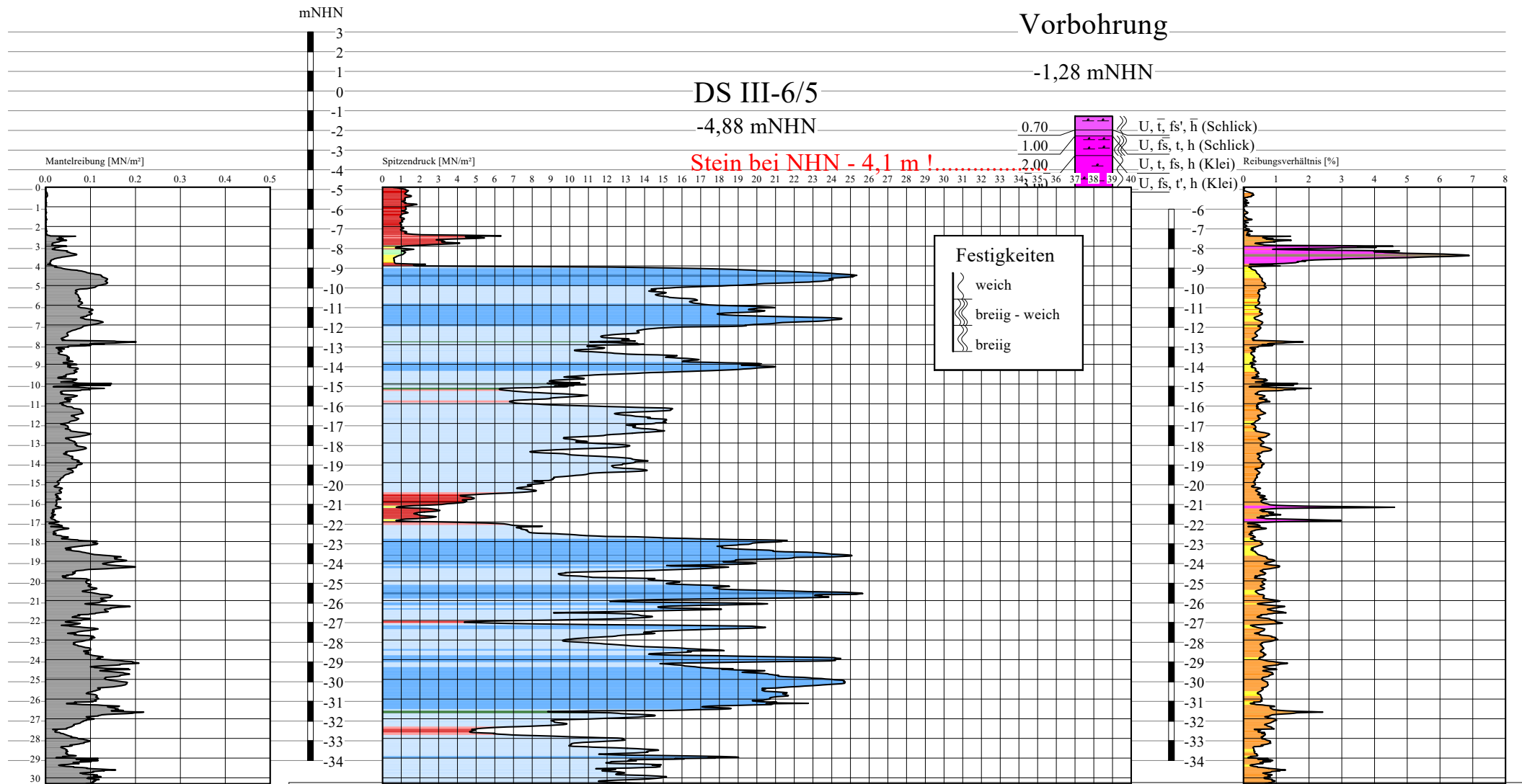
**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

Ergebnisse der DS III-8 vom 19.04.2021  
 durchgeführt von der Thade Gerdes GmbH & Co. KG, Norden

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

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 3.11



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**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

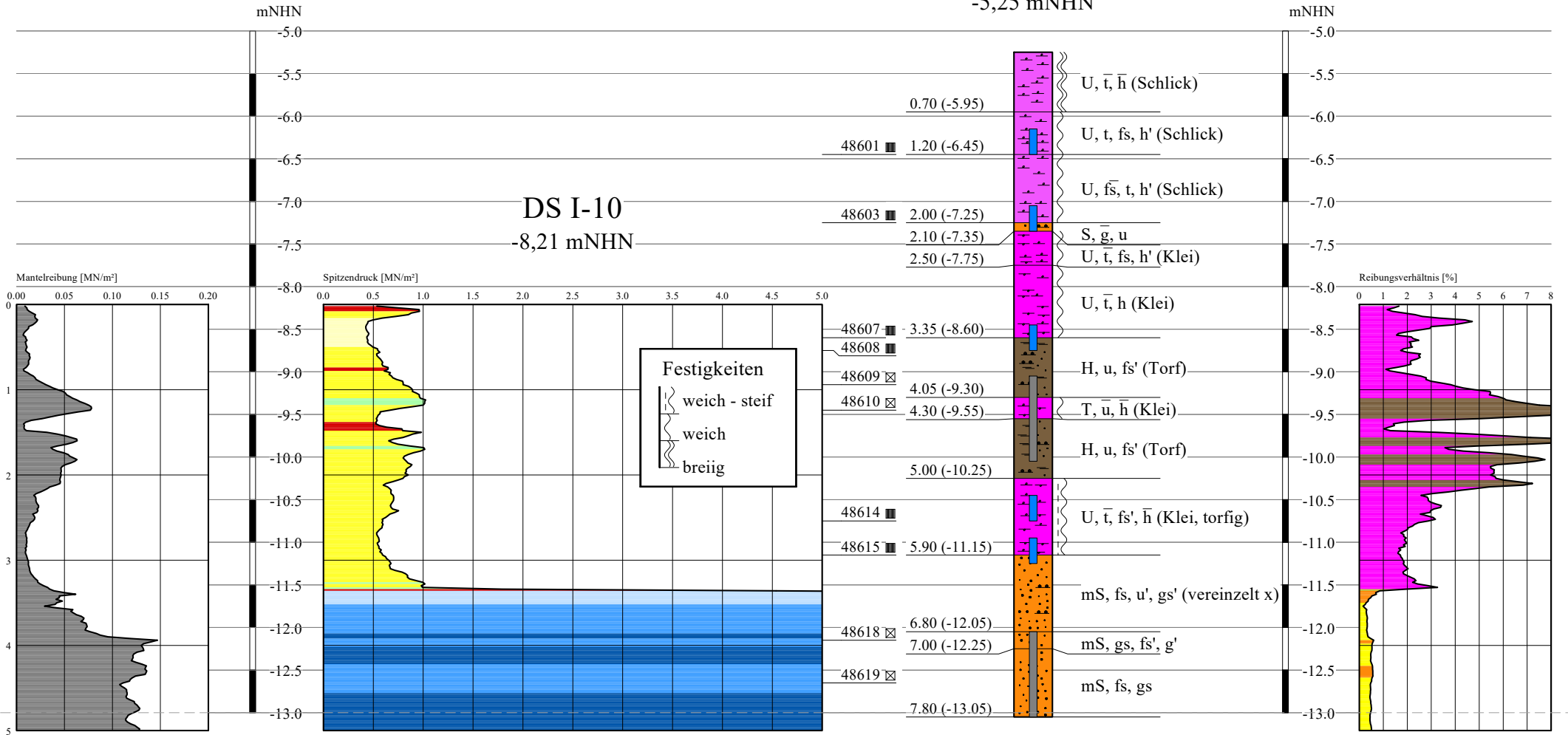
Ergebnisse der DS III-6/5 vom 15.04.2021  
 durchgeführt von der Thade Gerdes GmbH & Co. KG, Norden

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 3.12

# B I-10

-5,25 mNHN



Bohrkern  
Sonderprobe

Die Lage der Ansatzpunkte der Baugrund-  
erkundungen 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**  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

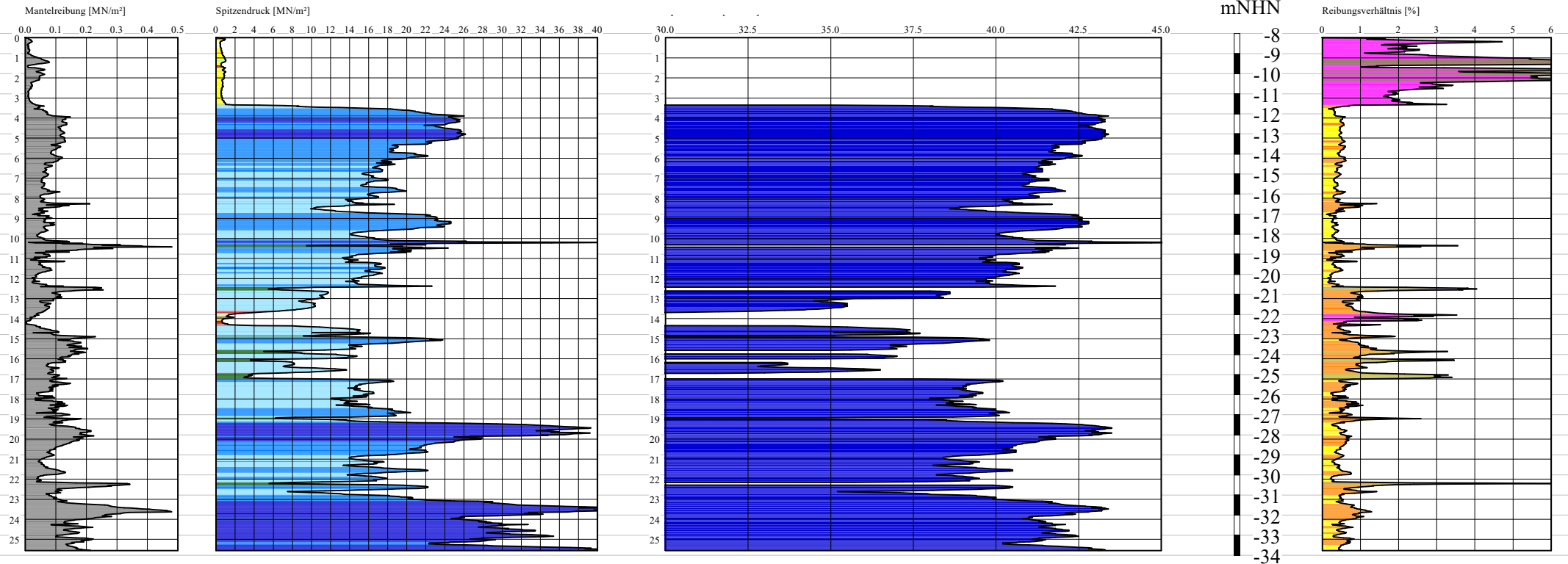
Darstellung der Bohrung B I-10 neben der Drucksondierung DS I-10  
durchgeführt von der Thade Gerdes GmbH & Co. KG, Norden

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 4

DS I-10  
-8,21 mNHN

$\phi'$  [°]  
-8,21 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  
Geestvorhafen - Sanierung der Nordmole

Auswertung der Drucksondierung DS I-10  
hinsichtlich des Scherwinkels  $\phi'$

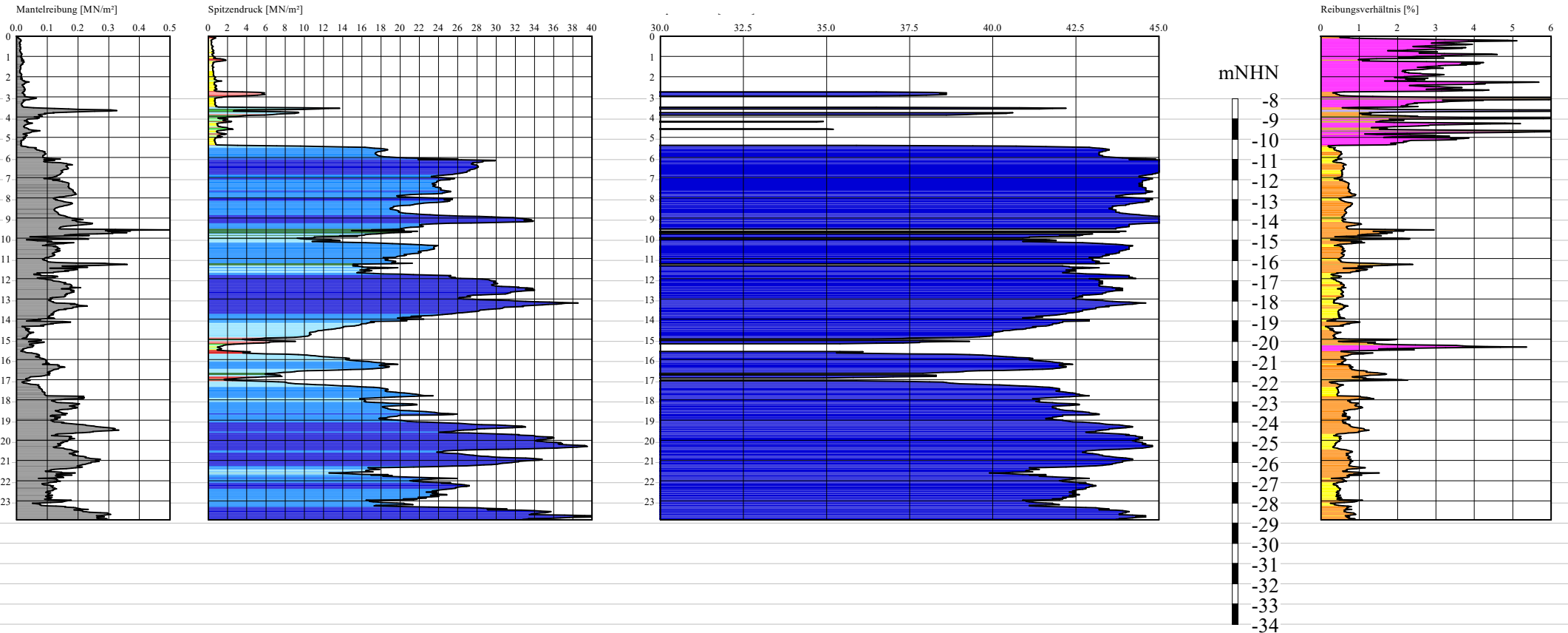
Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 5.1

Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anl. 1.1 zu entnehmen.

DS I-8  
-4,90 mNHN

$\phi'$  [°]  
-4,90 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anl. 1.1 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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

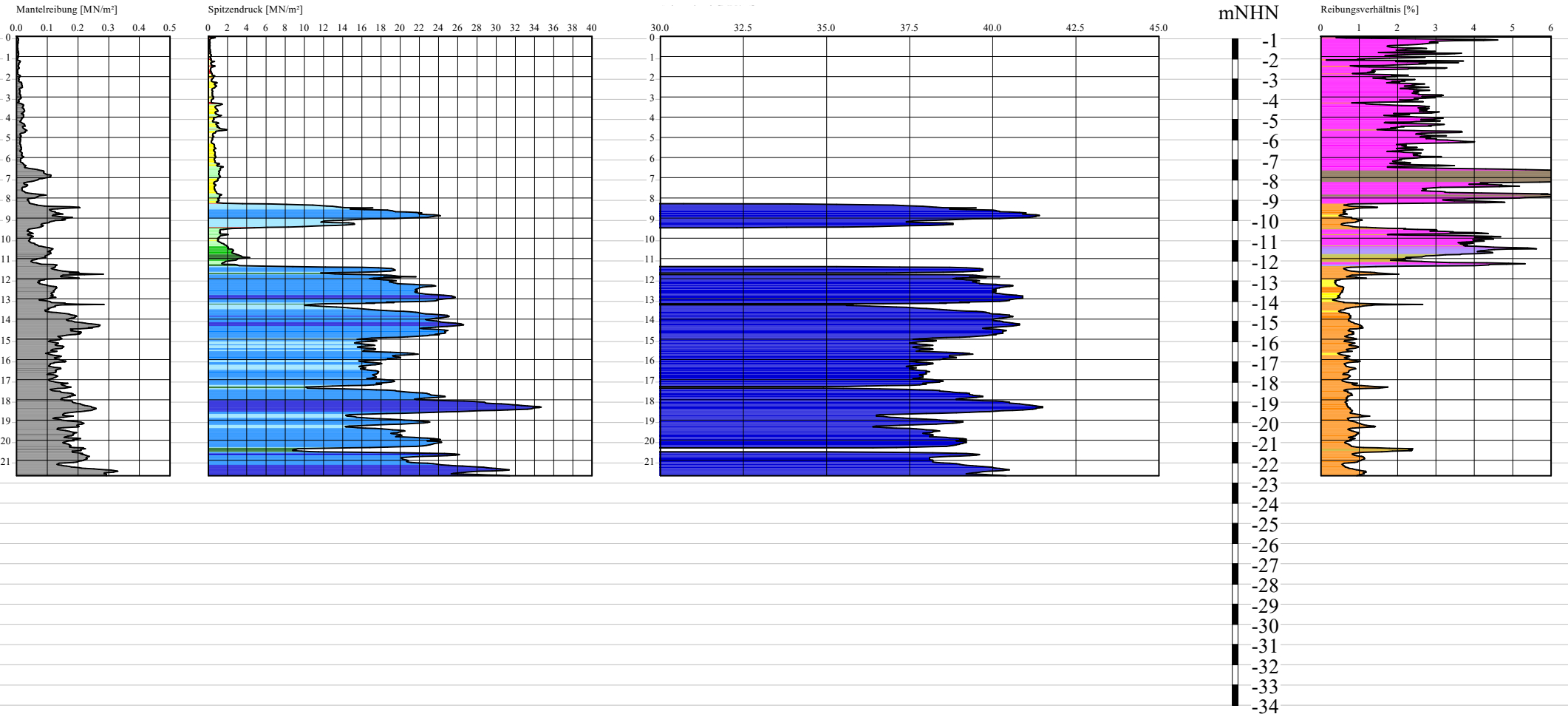
Auswertung der Drucksondierung DS I-8  
hinsichtlich des Scherwinkels  $\phi'$

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 5.2

DS I-6  
-0,88 mNHN

$\phi'$  [°]  
-0,88 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anl. 1.1 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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

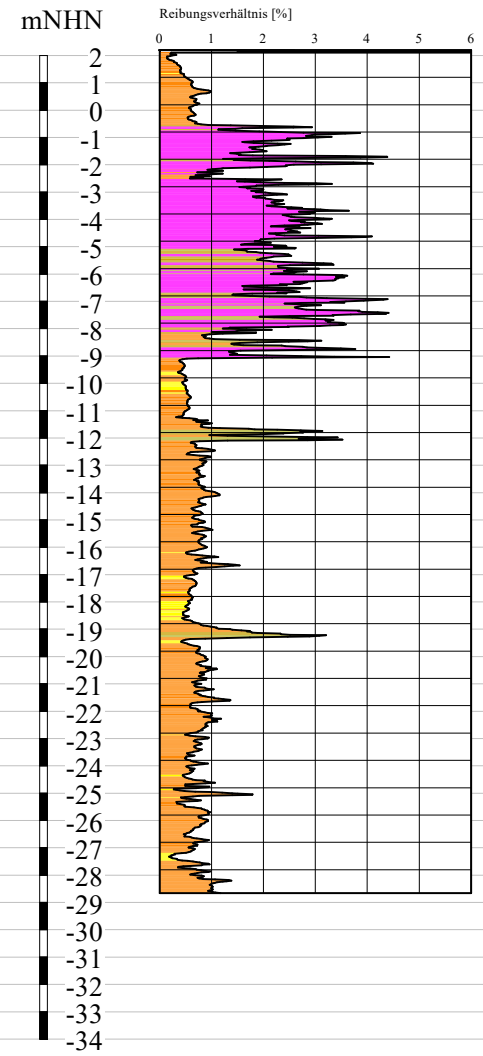
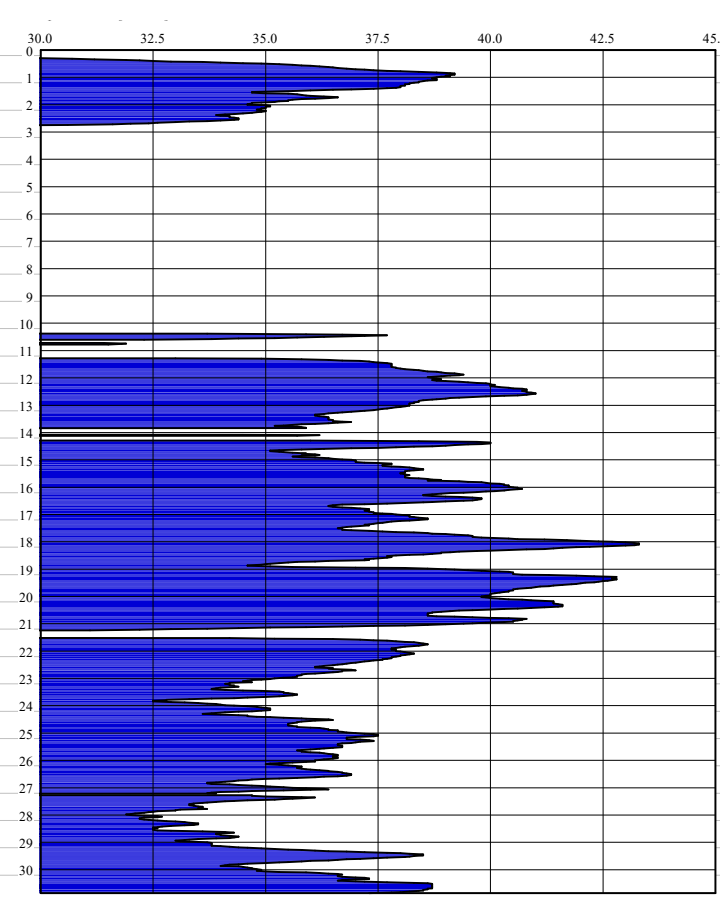
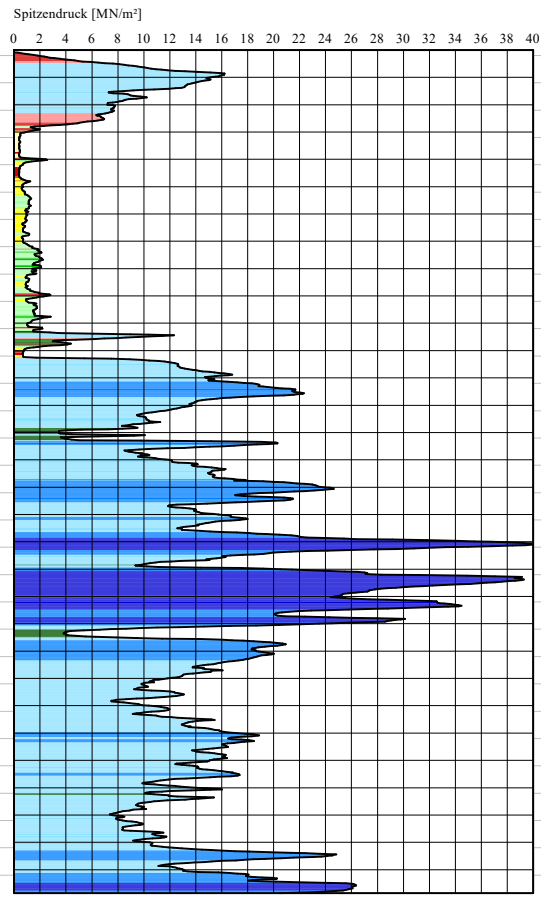
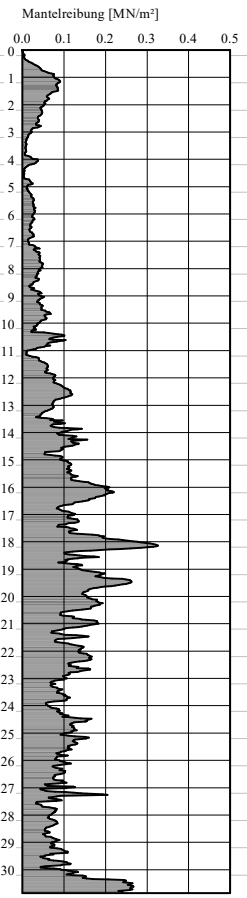
Auswertung der Drucksondierung DS I-6  
hinsichtlich des Scherwinkels  $\phi'$

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 5.3

DS I-2  
+2,20 mNHN

$\phi' [^\circ]$   
+2,20 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anl. 1.1 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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

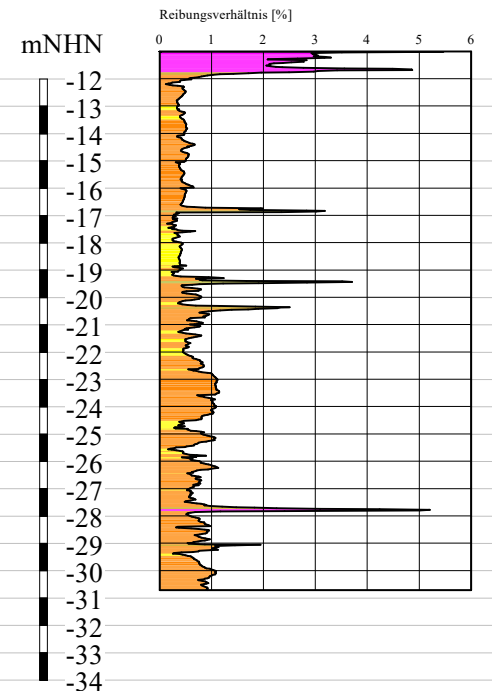
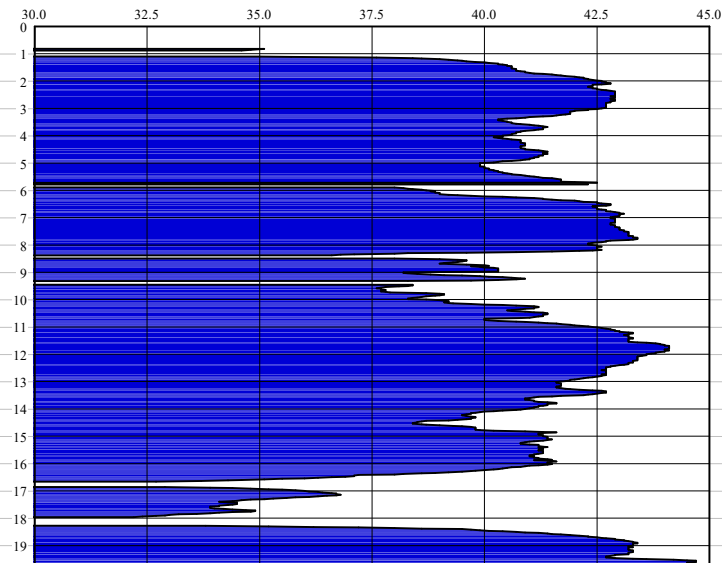
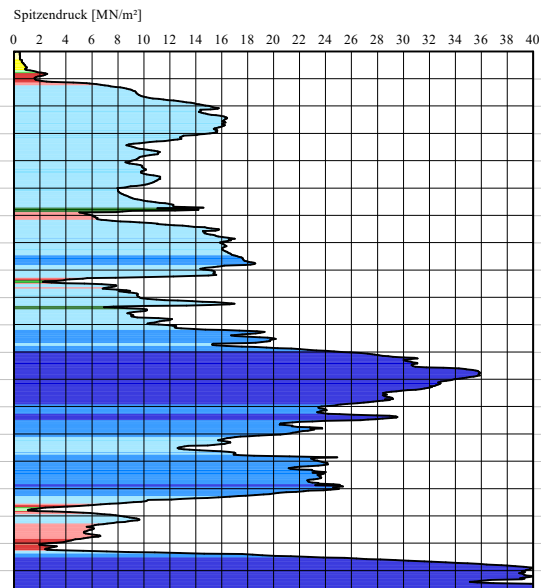
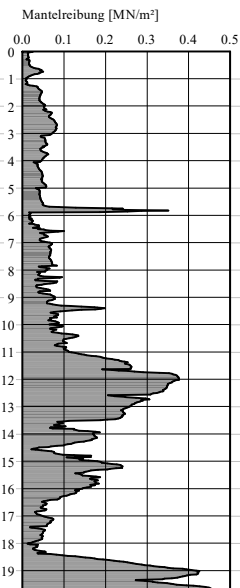
Auswertung der Drucksondierung DS I-2  
hinsichtlich des Scherwinkels  $\phi'$

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 5.4

DS II-11  
-10,99 mNHN

$\phi'$  [°]  
-10,99 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anl. 1.1 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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Auswertung der Drucksondierung DS II-11  
hinsichtlich des Scherwinkels  $\phi'$

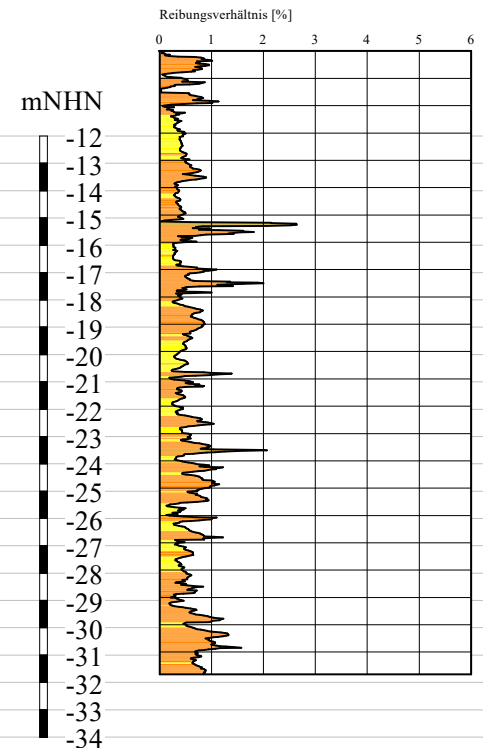
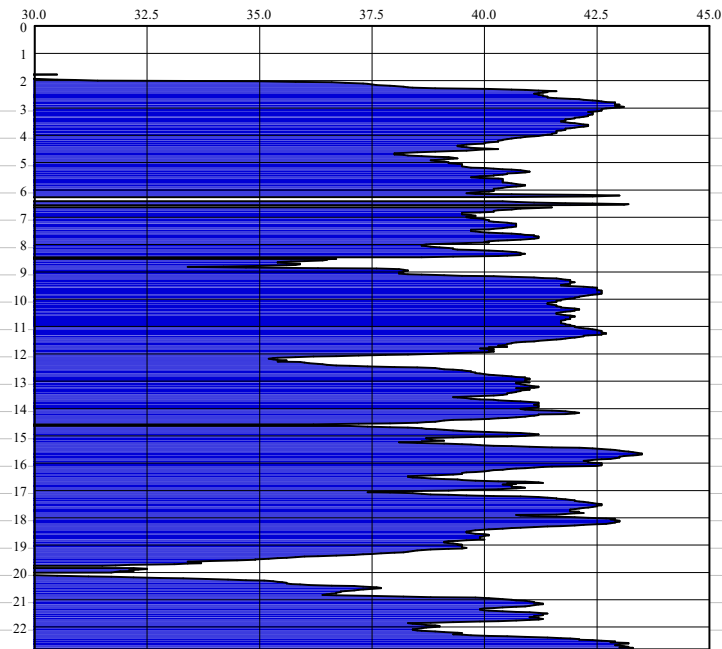
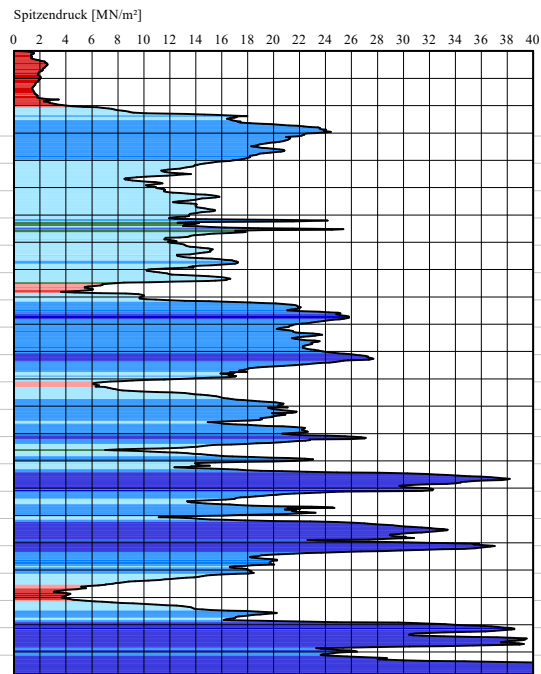
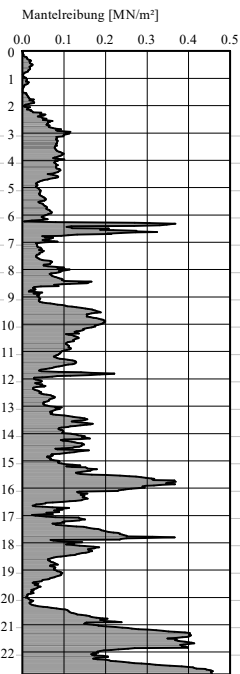
Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 5.5



DS II-9  
-8,89 mNHN

$\phi'$  [°]  
-8,89 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anl. 1.1 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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

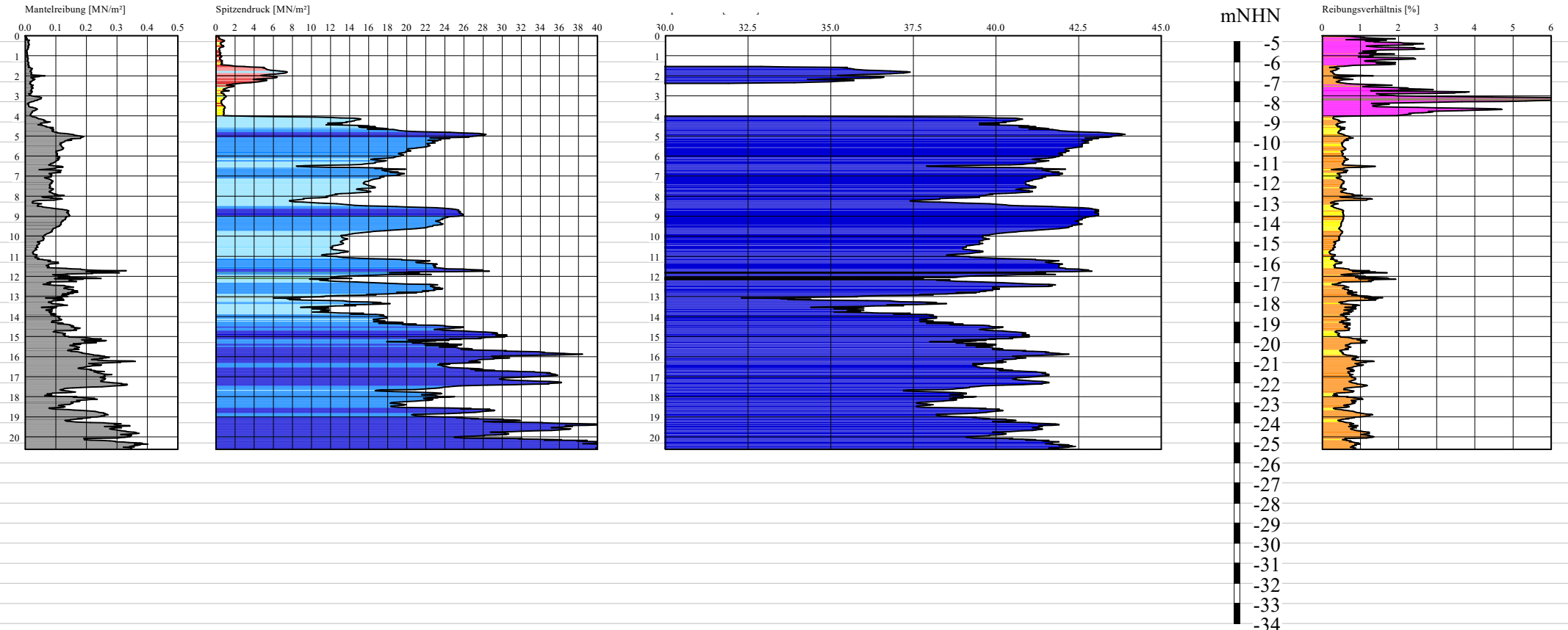
Auswertung der Drucksondierung DS II-9  
hinsichtlich des Scherwinkels  $\phi'$

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 5.6

DS II-7  
-4,70 mNHN

$\phi'$  [°]  
-4,70 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anl. 1.1 zu entnehmen.

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

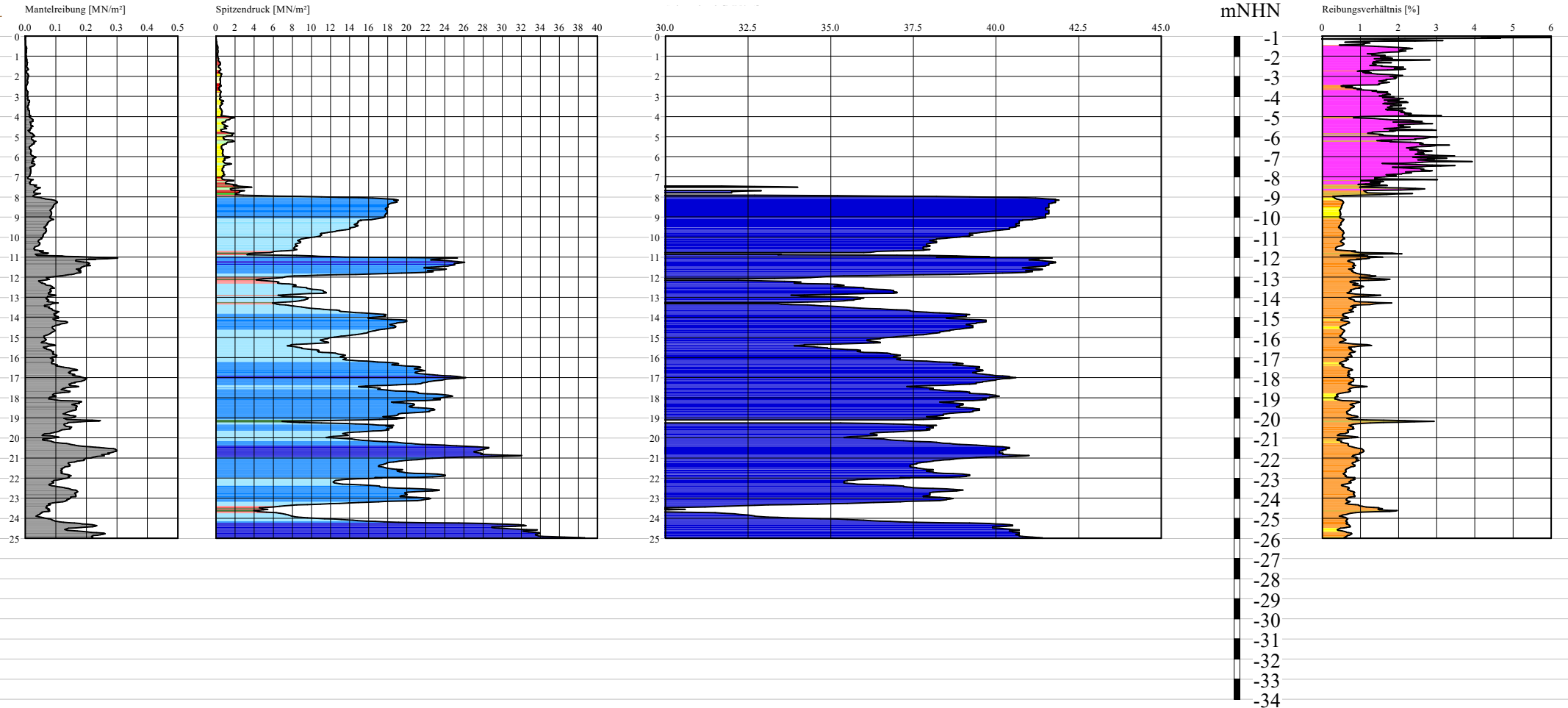
bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
 Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Auswertung der Drucksondierung DS II-7  
 hinsichtlich des Scherwinkels  $\phi'$

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1      Anlagen-Nr.: 5.7

DS II-5  
-0,99 mNHN

$\phi'$  [°]  
-0,99 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anl. 1.1 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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

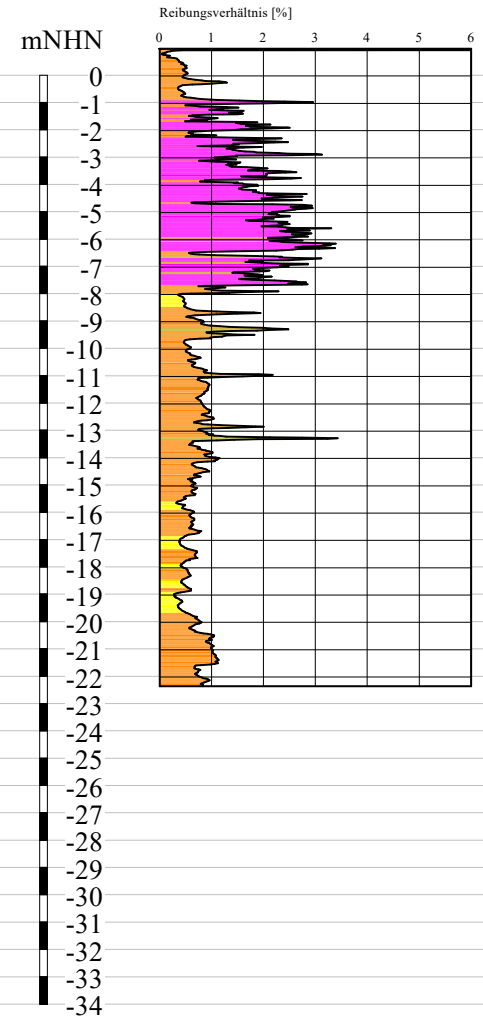
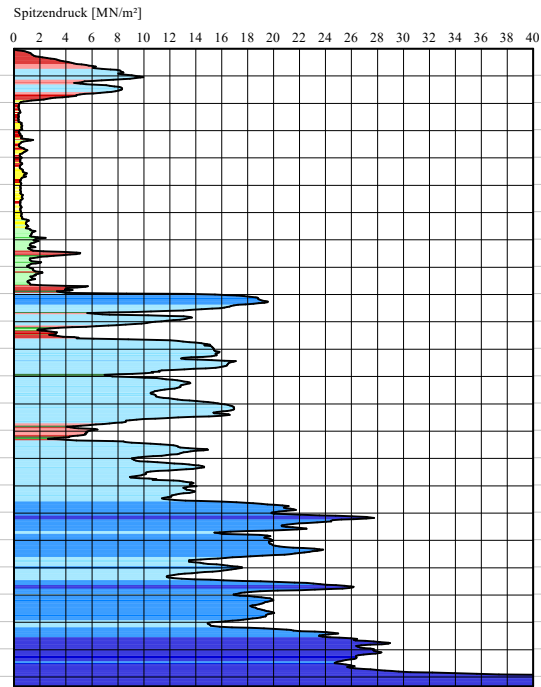
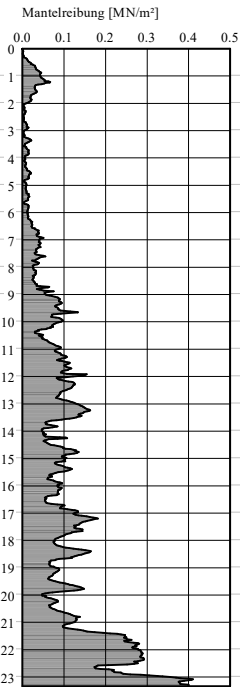
Auswertung der Drucksondierung DS II-5  
hinsichtlich des Scherwinkels  $\phi'$

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 5.8

DS II-3  
+0,97 mNHN

$\phi'$  [°]  
+0,97 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anl. 1.1 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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

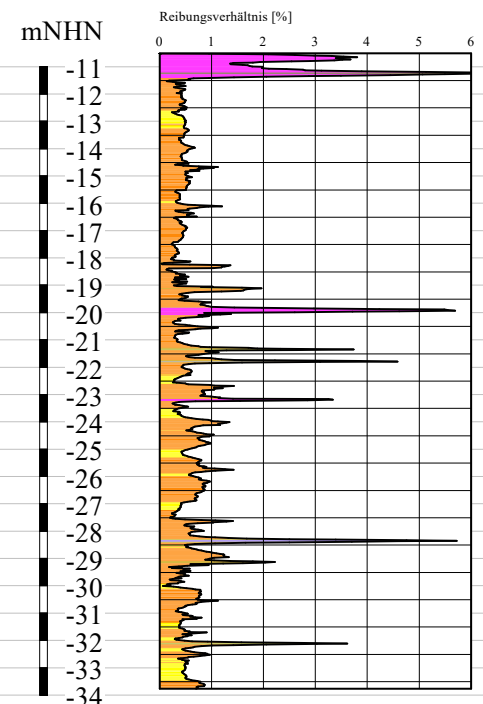
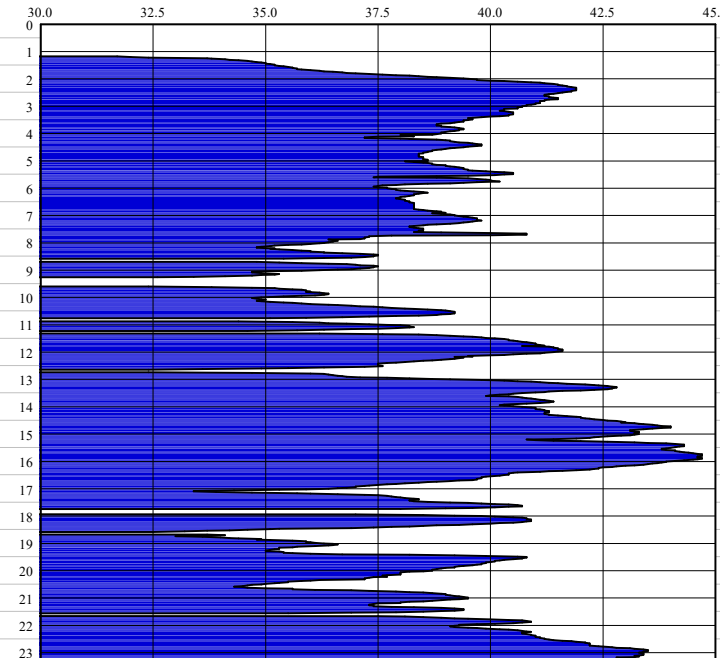
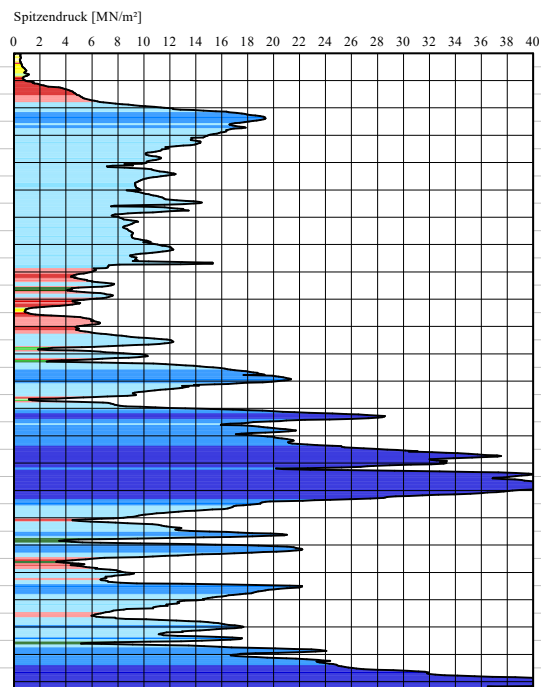
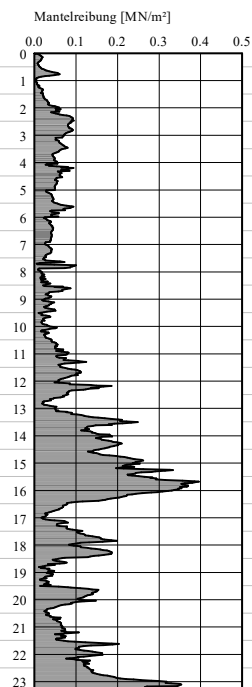
Auswertung der Drucksondierung DS II-3  
hinsichtlich des Scherwinkels  $\phi'$

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 5.9

DS III-10  
-10,51 mNHN

$\phi'$  [°]  
-10,51 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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Auswertung der Drucksondierung DS III-10  
hinsichtlich des Scherwinkels  $\phi'$

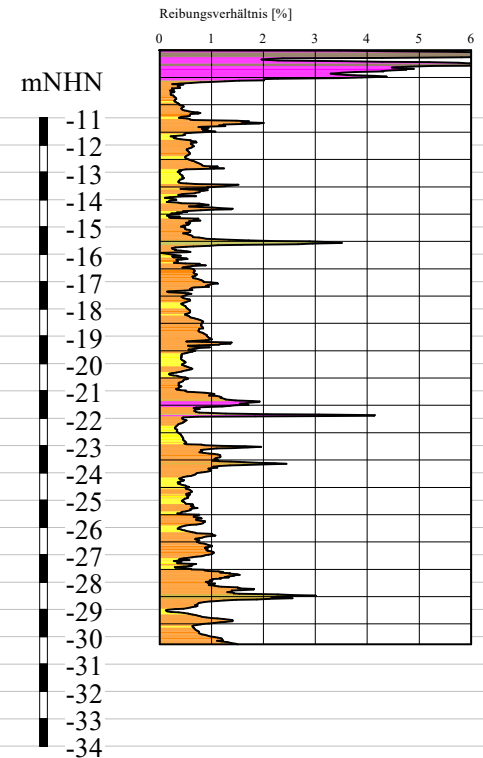
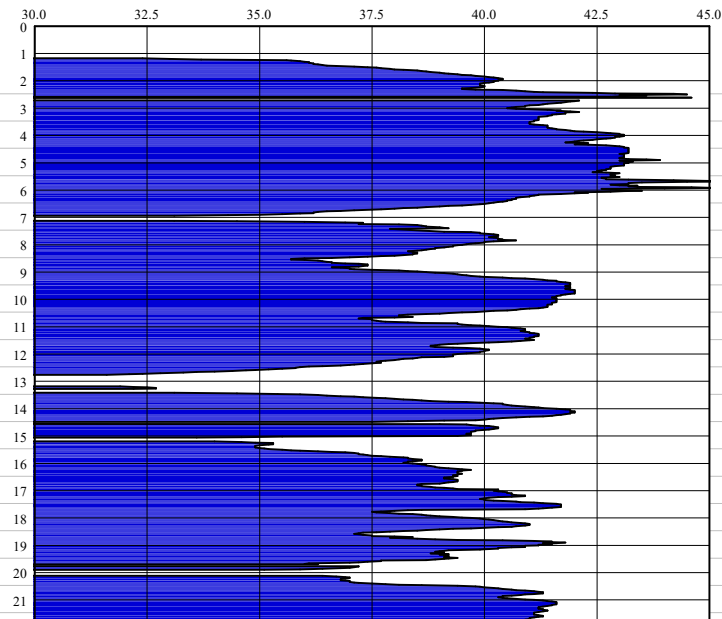
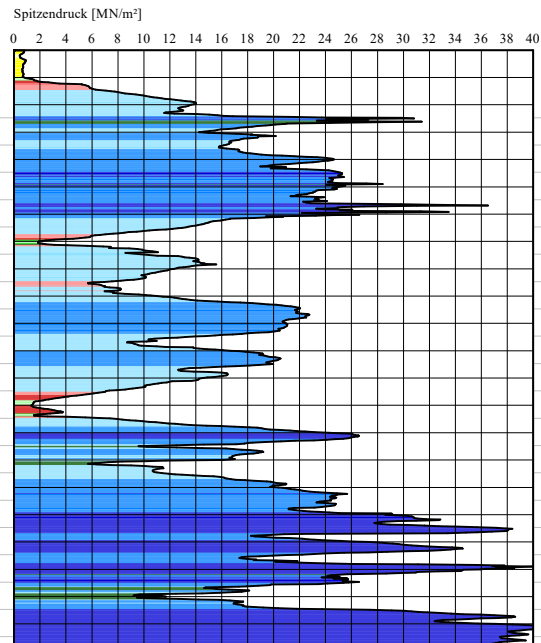
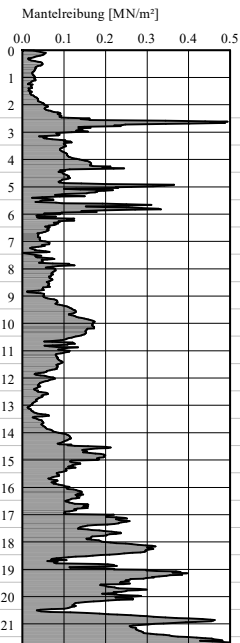
Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 5.10

Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anl. 1.1 zu entnehmen.

DS III-8  
-8,53 mNHN

$\phi'$  [°]  
-8,53 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anl. 1.1 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  
Geestvorhafen - Sanierung der Nordmole

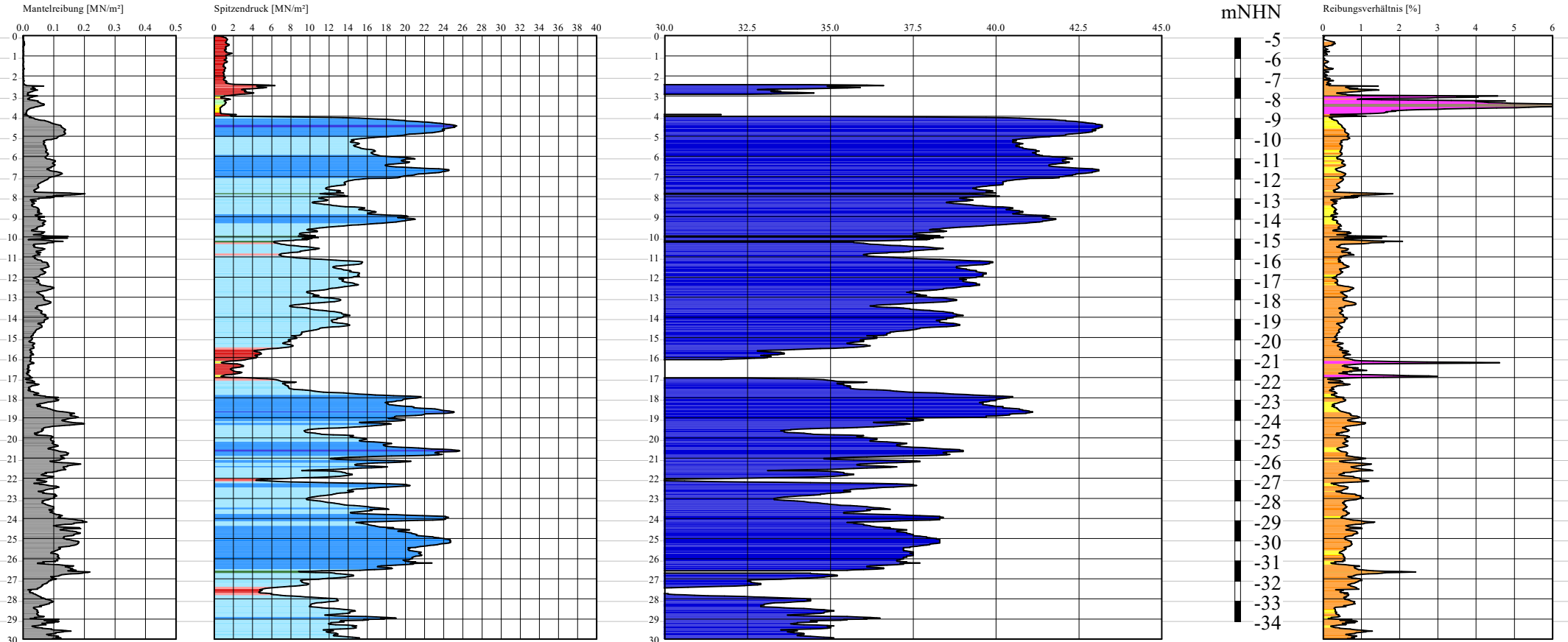
Auswertung der Drucksondierung DS III-8  
hinsichtlich des Scherwinkels  $\phi'$

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 5.11

DS III-6/5  
-4,88 mNHN

$\phi'$  [°]  
-4,88 mNHN



**RI+P**

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

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

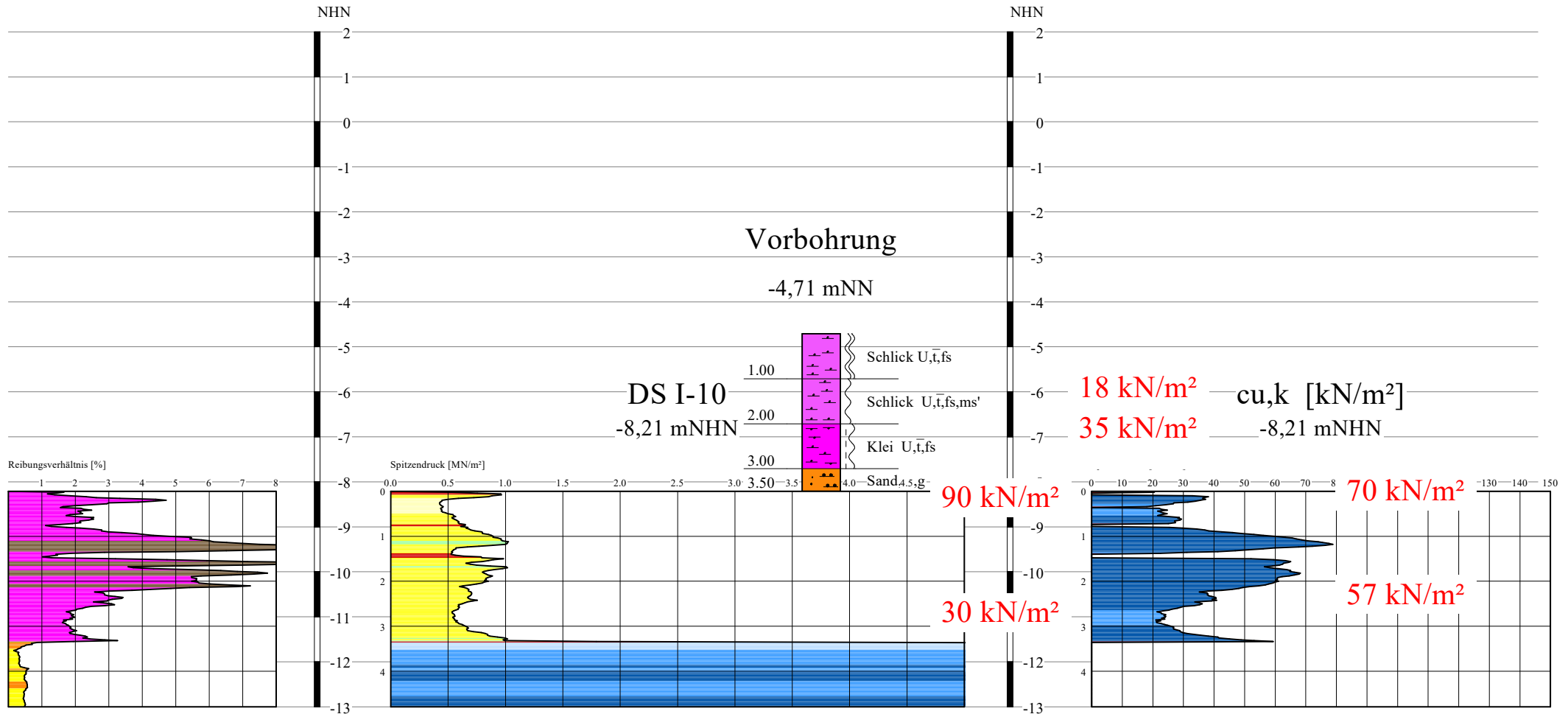
bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Auswertung der Drucksondierung DS III-6/5  
hinsichtlich des Scherwinkels  $\phi'$

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 5.12

Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anl. 1.1 zu entnehmen.



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1.2 zu entnehmen.

**RI+P**

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

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

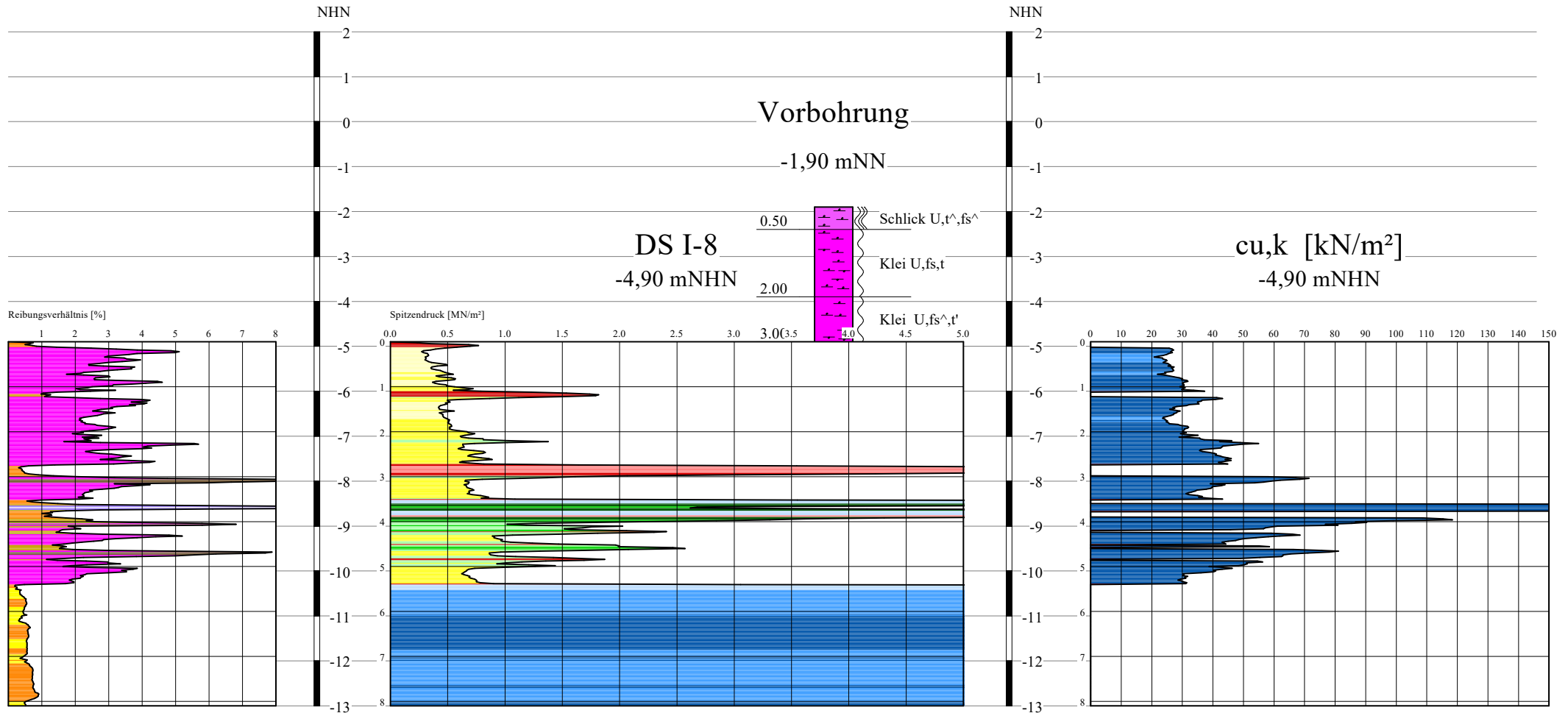
bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Auswertung der Drucksondierung DS I-10 hinsichtlich der undrainierten Scherfestigkeit  
 $c_{u,k}$  [kN/m<sup>2</sup>]

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 6.1





Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1.2 zu entnehmen.

**RI+P**

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

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

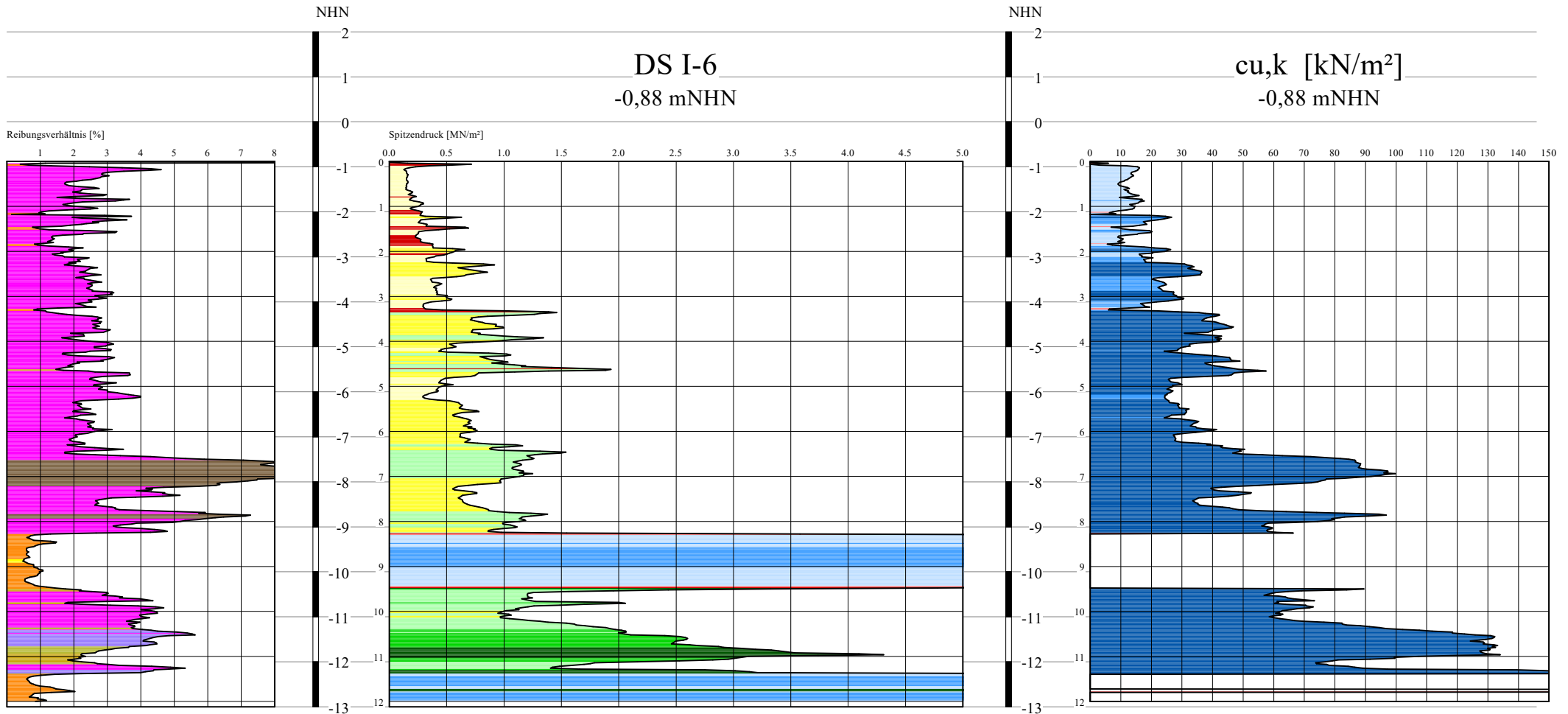
Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

Auswertung der Drucksondierung DS I-8 hinsichtlich der undrainierten Scherfestigkeit  
cu,k [kN/m<sup>2</sup>]

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 6.2



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1.2 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**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

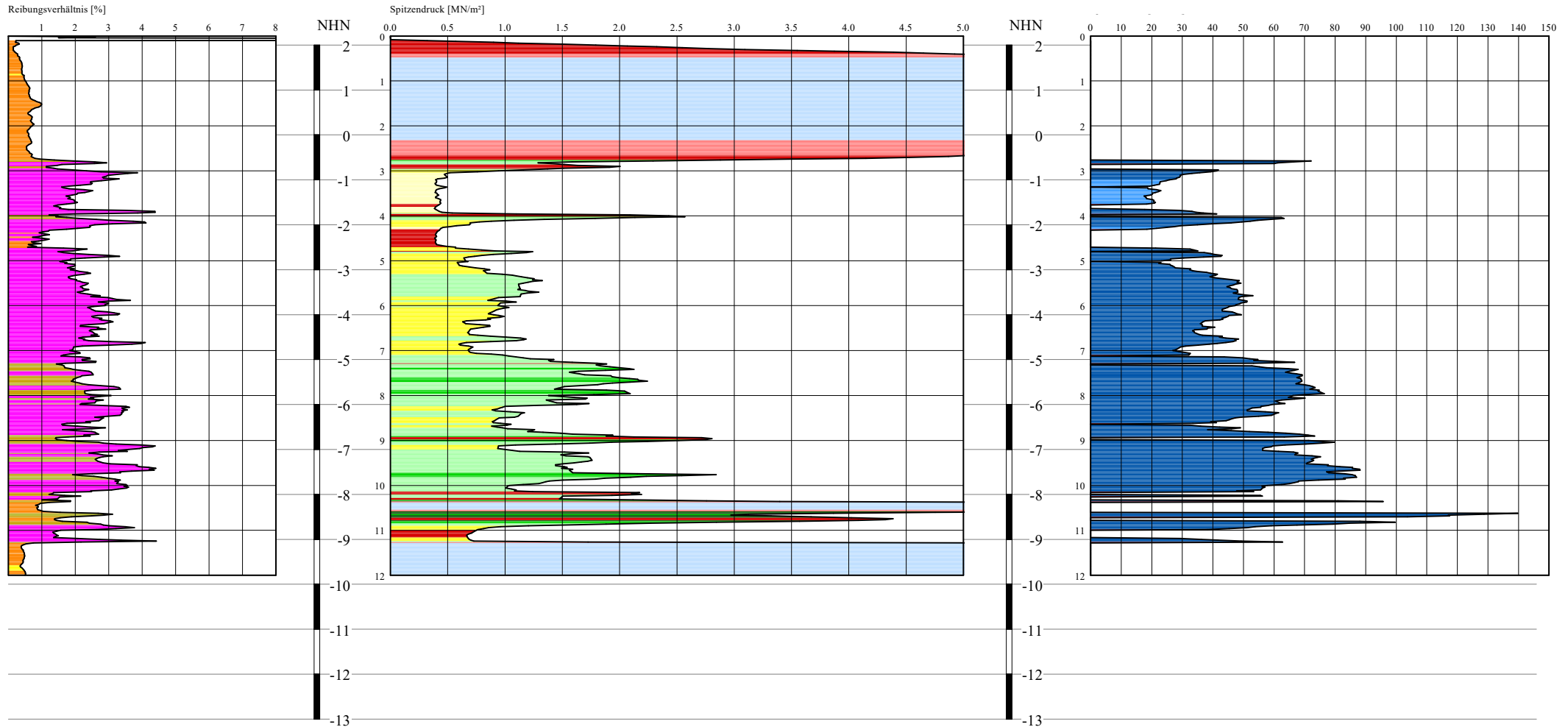
Auswertung der Drucksondierung DS I-6 hinsichtlich der undrainierten Scherfestigkeit  
cu,k [kN/m<sup>2</sup>]

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 6.3

DS I-2  
+2,2 mNHN

cu,k [kN/m<sup>2</sup>]  
+2,20 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1.2 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  
Geestvorhafen - Sanierung der Nordmole

Auswertung der Drucksondierung DS I-2 hinsichtlich der undrainierten Scherfestigkeit  
cu,k [kN/m<sup>2</sup>]

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 6.4

NHN

2

1

0

-1

-2

-3

-4

-5

-6

-7

-8

-9

-10

-11

-12

-13

NHN

2

1

0

-1

-2

-3

-4

-5

-6

-7

-8

-9

-10

-11

-12

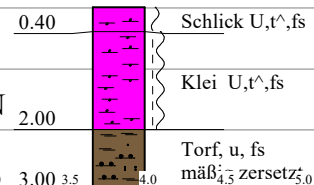
-13

### Vorbohrung DS II-11

-7,99 mNN

DS II-11

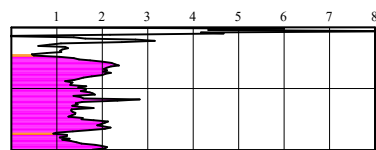
-10,99 mNHN



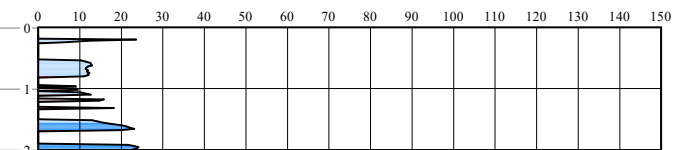
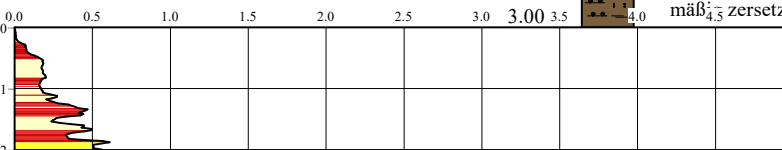
cu,k [kN/m<sup>2</sup>]

-10,99 mNHN

Reibungsverhältnis [%]



Spitzendruck [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

Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1.2 zu entnehmen.

## bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

### Auswertung der Drucksondierung DS II-11 hinsichtlich der undrainierten Scherfestigkeit cu,k [kN/m<sup>2</sup>]

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 6.5

NHN

2

1

0

-1

-2

-3

-4

-5

-6

-7

-8

-9

-10

-11

-12

-13

NHN

2

1

0

-1

-2

-3

-4

-5

-6

-7

-8

-9

-10

-11

-12

-13

### Vorbohrung

-5,89 mNN

DS II-9

-8,89 mNHN

0.50

2.00

Schlick U,t^,fs

Klei U,t^,fs

Torf, u mäßig zersetzt

cu,k [kN/m<sup>2</sup>]

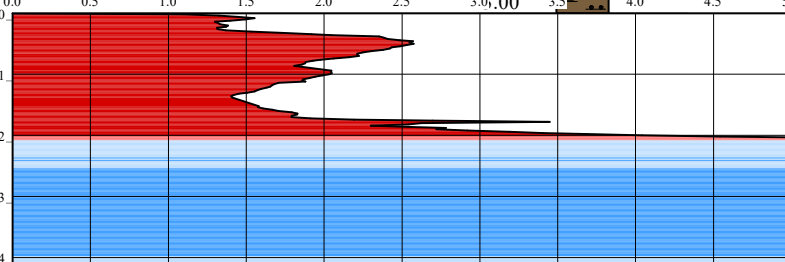
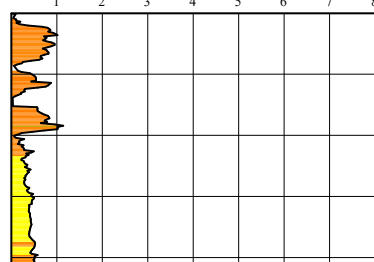
-8,89 mNHN

Reibungsverhältnis [%]

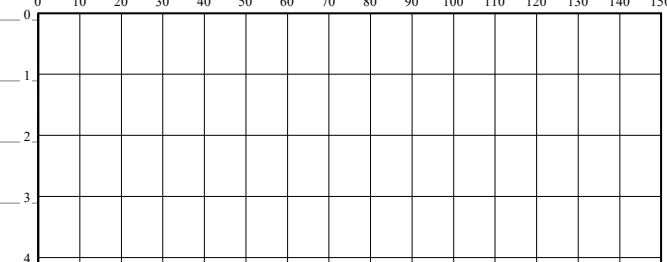
1 2 3 4 5 6 7 8

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

0.0 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0



0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150



# 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 Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Auswertung der Drucksondierung DS II-9 hinsichtlich der undrainierten Scherfestigkeit  
cu,k [kN/m<sup>2</sup>]

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 6.6

Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1.2 zu entnehmen.

NHN

NHN

### Vorbohrung

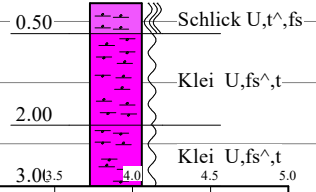
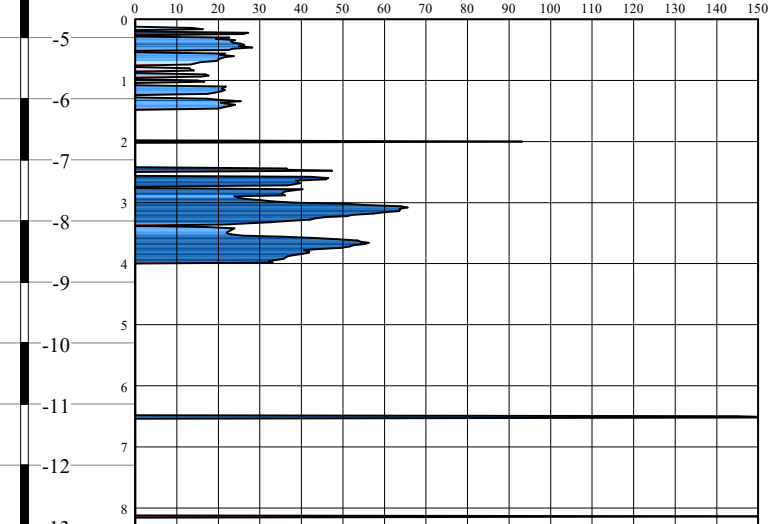
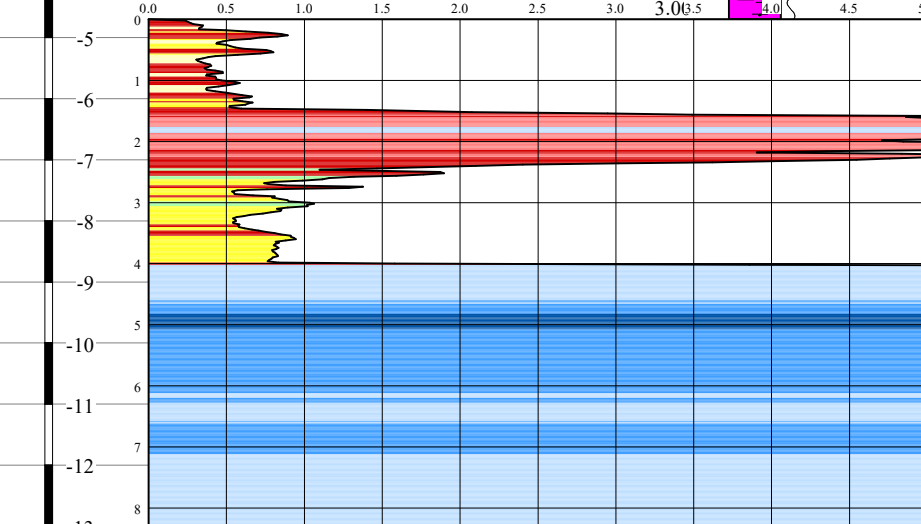
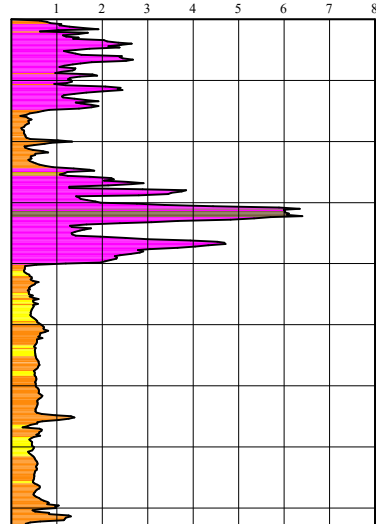
-1,7 mNN

DS II-7  
-4,7 mNHN

cu,k [kN/m<sup>2</sup>]  
-4,7 mNHN

Reibungsverhältnis [%]

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



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1.2 zu entnehmen.

## RI+P

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

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

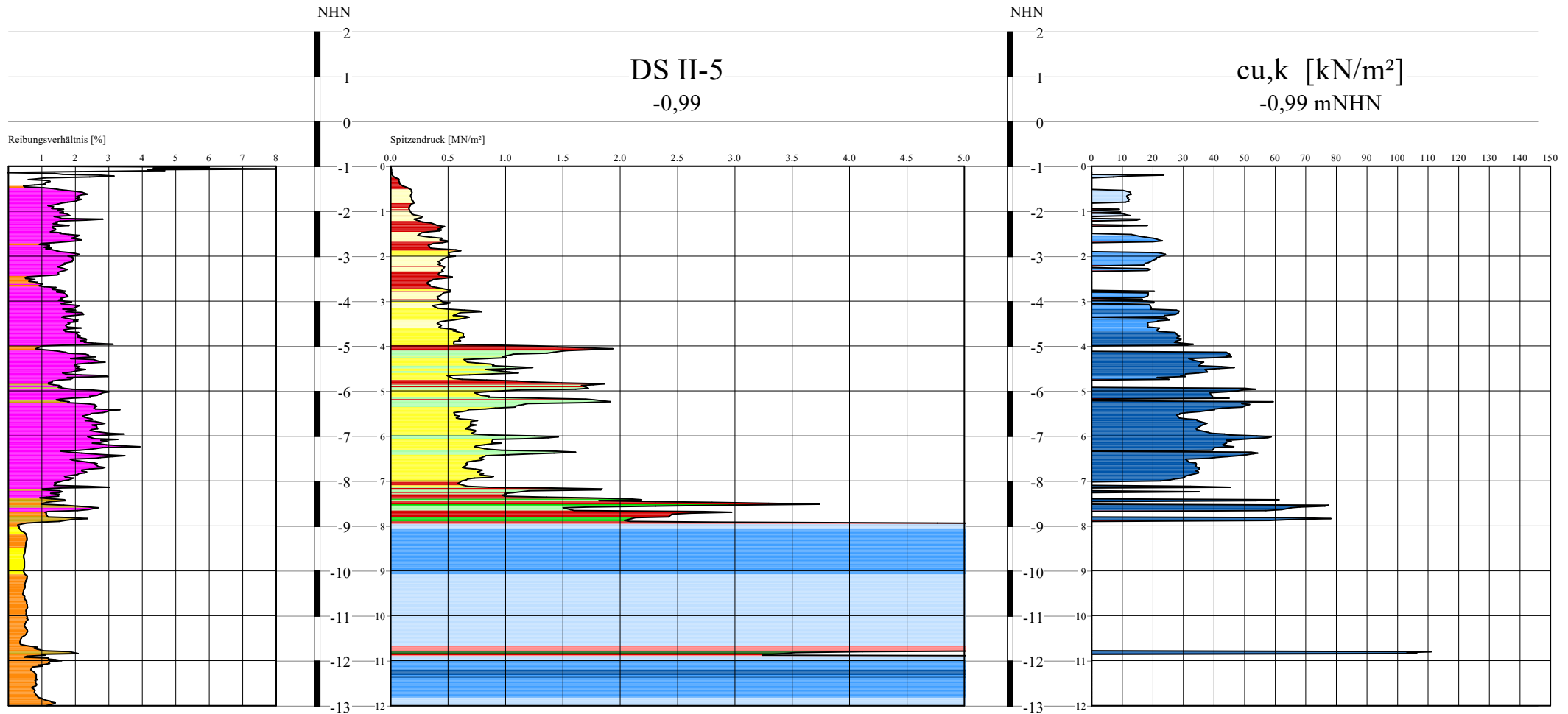
## bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven

### Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Auswertung der Drucksondierung DS II-7 hinsichtlich der undrainierten Scherfestigkeit  
cu,k [kN/m<sup>2</sup>]

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 6.7



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1.2 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**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

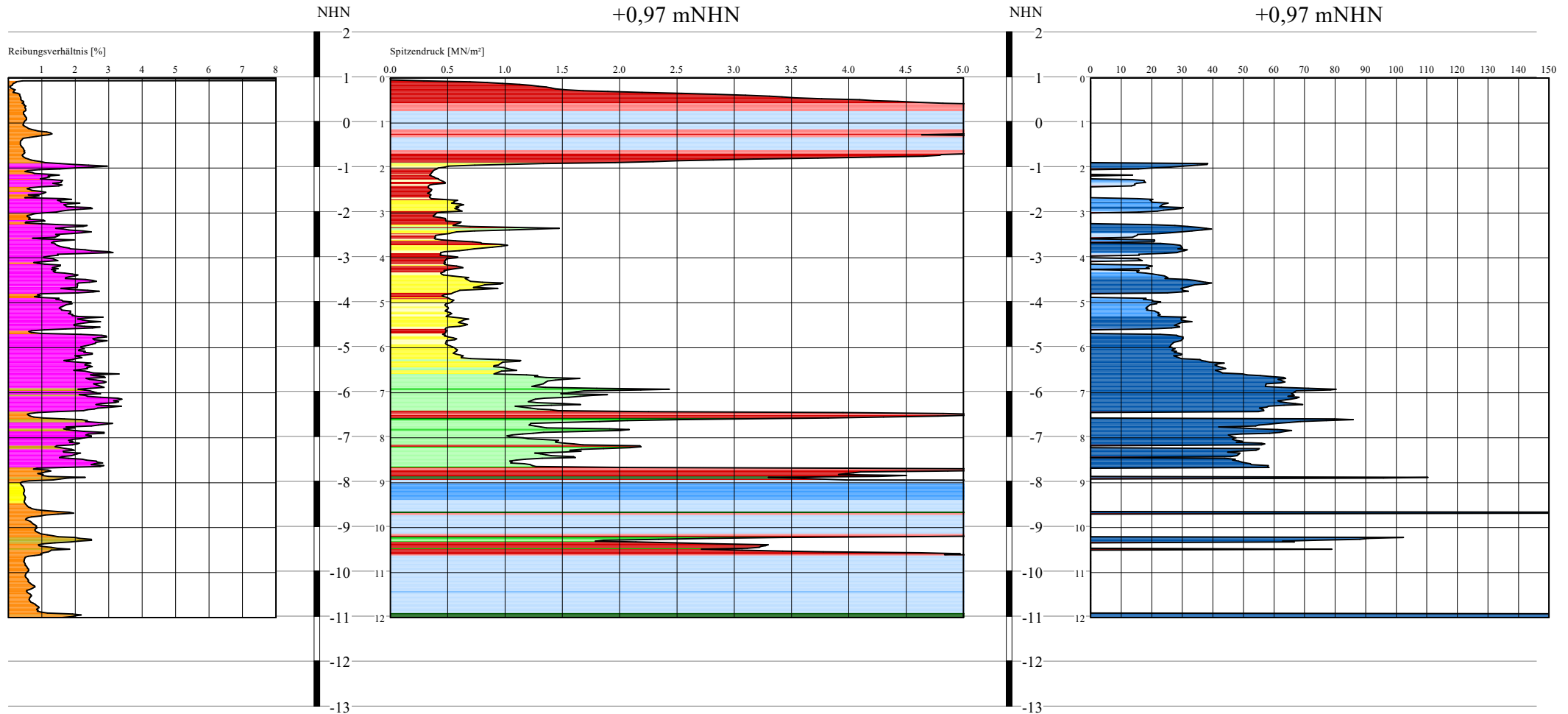
Auswertung der Drucksondierung DS II-5 hinsichtlich der undrainierten Scherfestigkeit  
cu,k [kN/m<sup>2</sup>]

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 6.8

DS II-3  
+0,97 mNHN

cu,k [kN/m<sup>2</sup>]  
+0,97 mNHN



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1.2 zu entnehmen.

**RI+P**

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

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

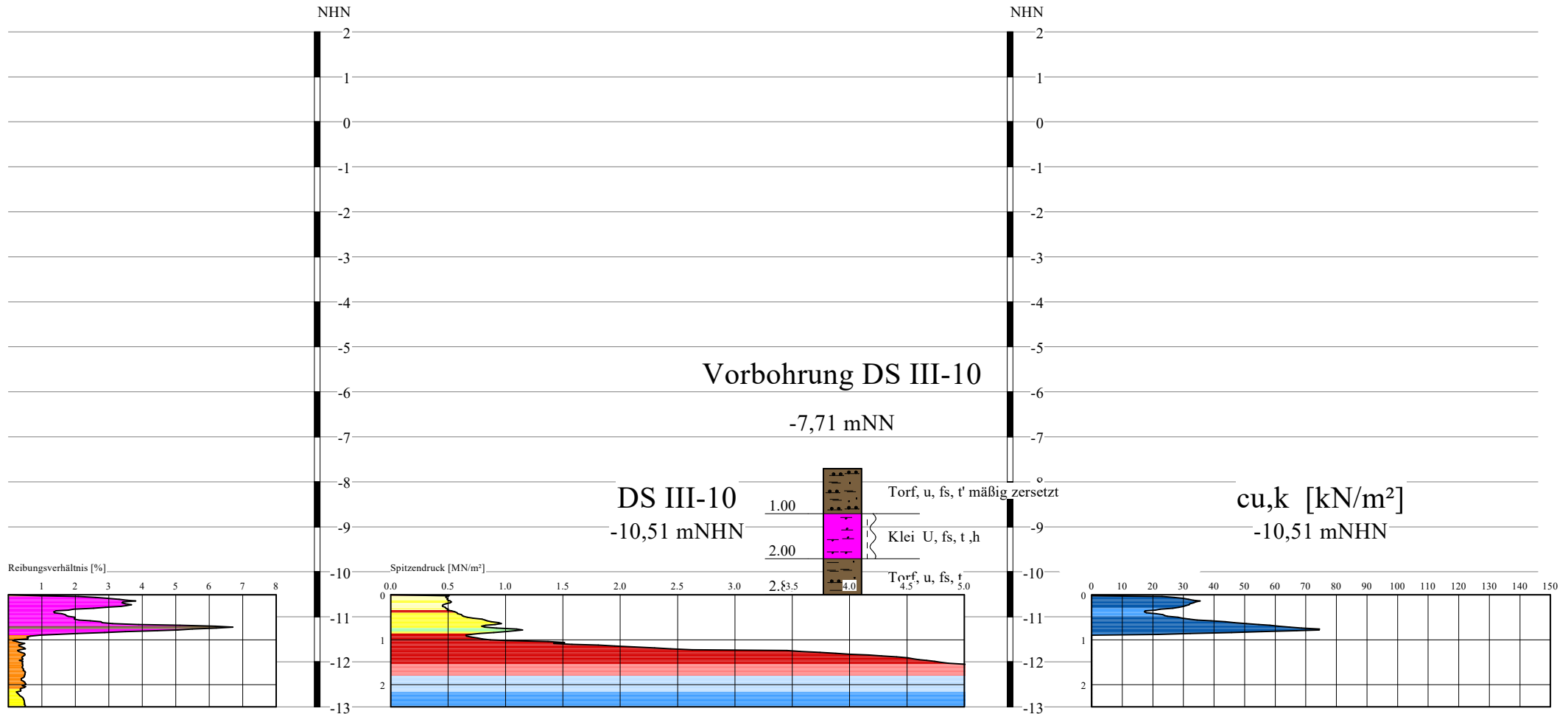
bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Geestvorhafen - Sanierung der Nordmole

Auswertung der Drucksondierung DS II-3 hinsichtlich der undrainierten Scherfestigkeit  
cu,k [kN/m<sup>2</sup>]

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 6.9





Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1.2 zu entnehmen.

**RI+P**

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

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

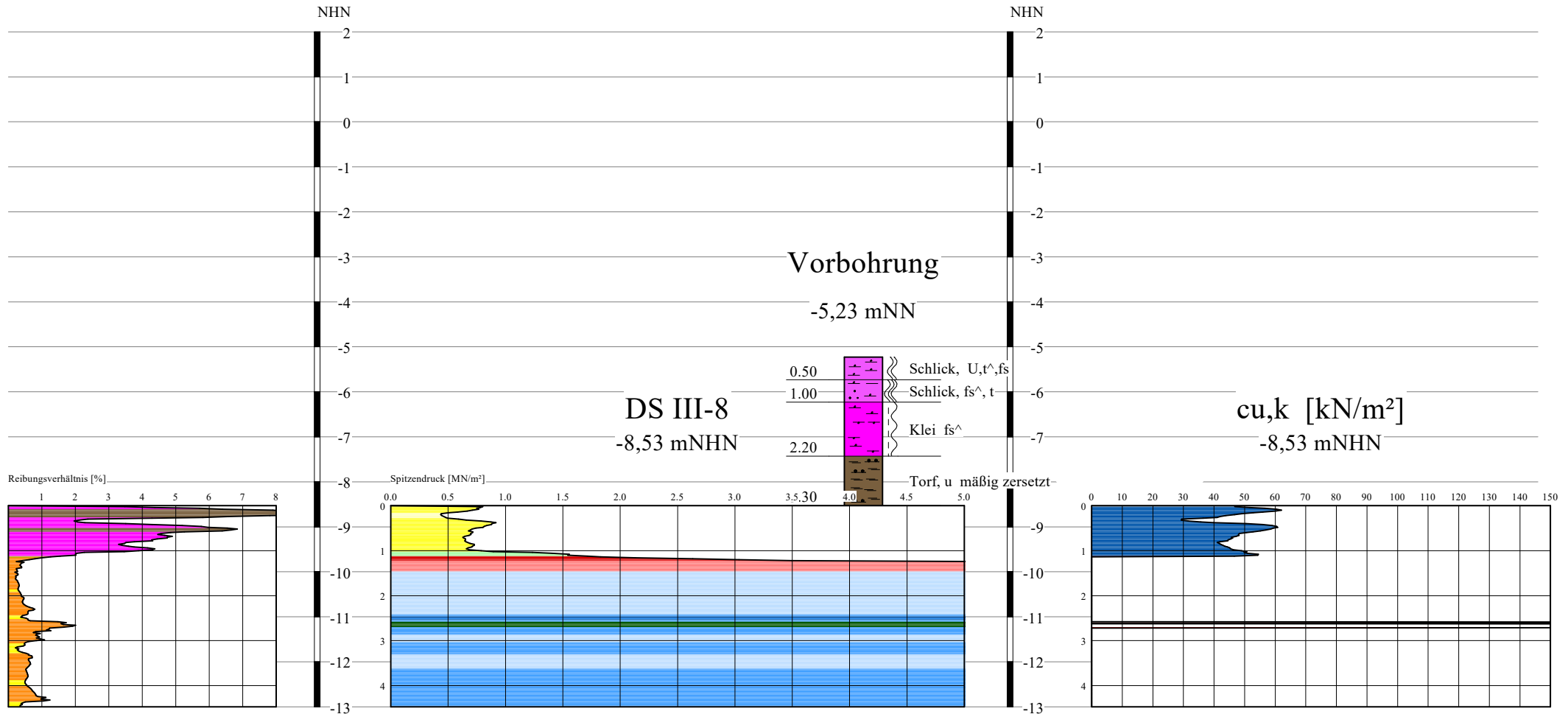
Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

Auswertung der Drucksondierung DS III-10 hinsichtlich der undrainierten Scherfestigkeit  
cu,k [kN/m<sup>2</sup>]

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 6.10



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1.2 zu entnehmen.

**RI+P**

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

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

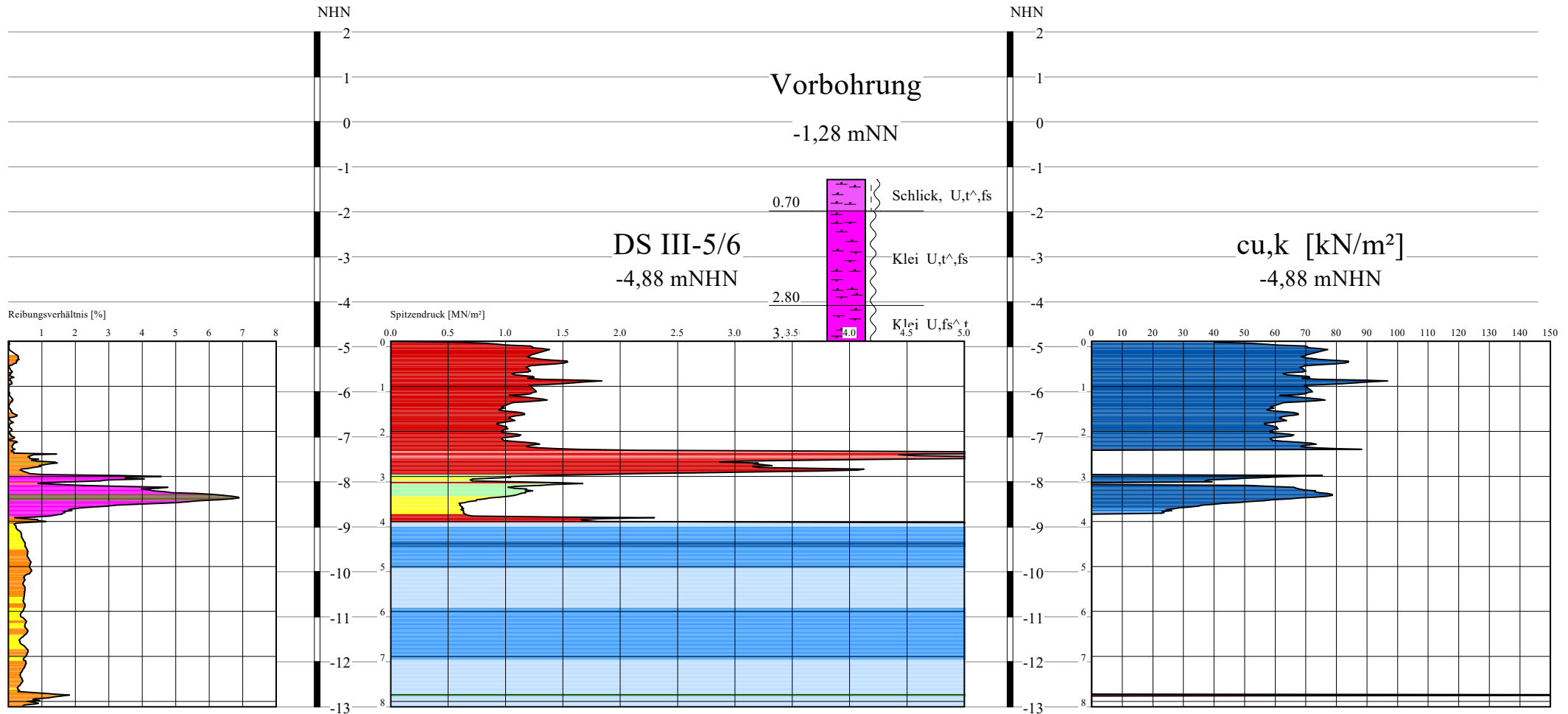
Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

Auswertung der Drucksondierung DS III-8 hinsichtlich der undrainierten Scherfestigkeit  
cu,k [kN/m<sup>2</sup>]

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 6.11



Die Lage des Ansatzpunktes der Drucksondierung ist der Anlage 1.2 zu entnehmen.

**RI+P**

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

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

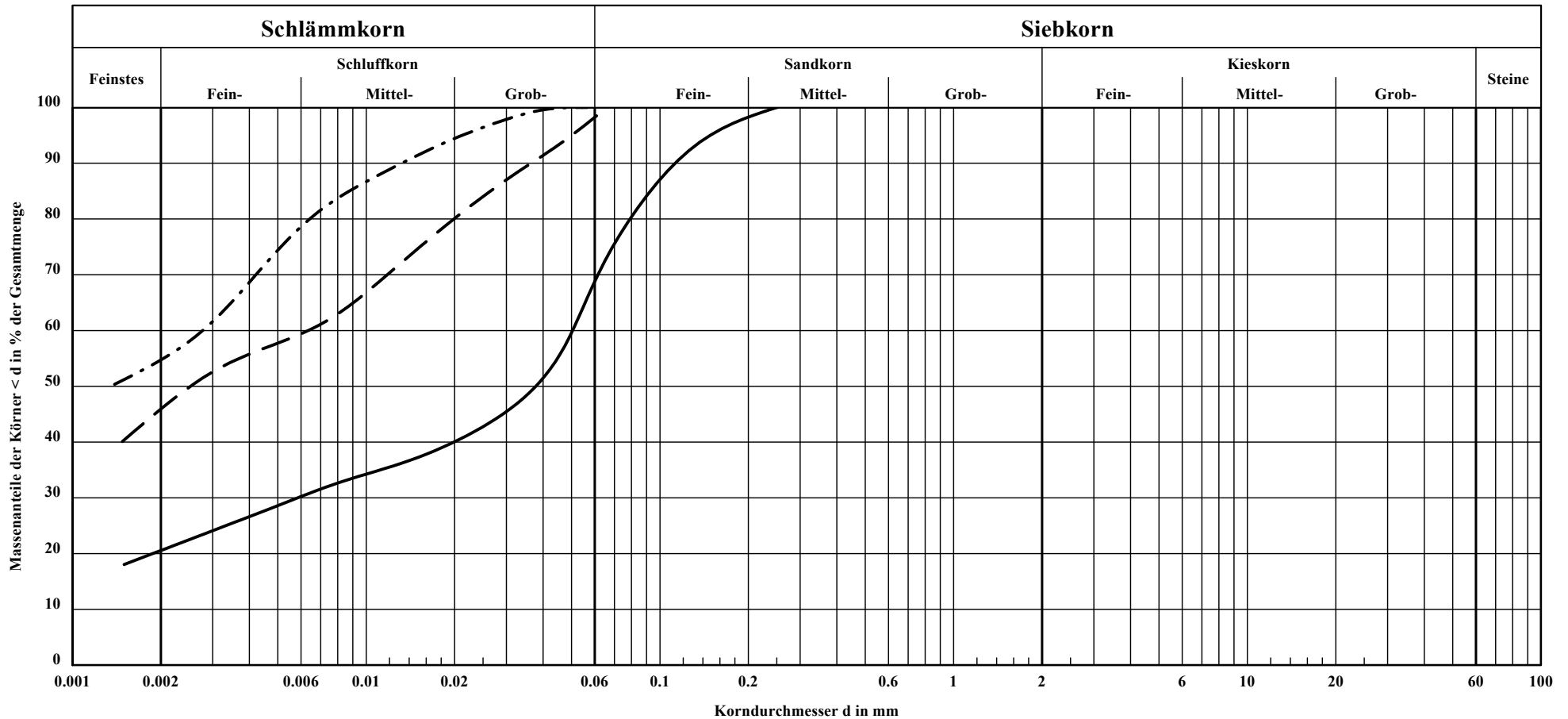
Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

Auswertung der Drucksondierung DS III-5/6 hinsichtlich der undrainierten Scherfestigkeit  $cu,k$  [kN/m<sup>2</sup>]

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 6.12



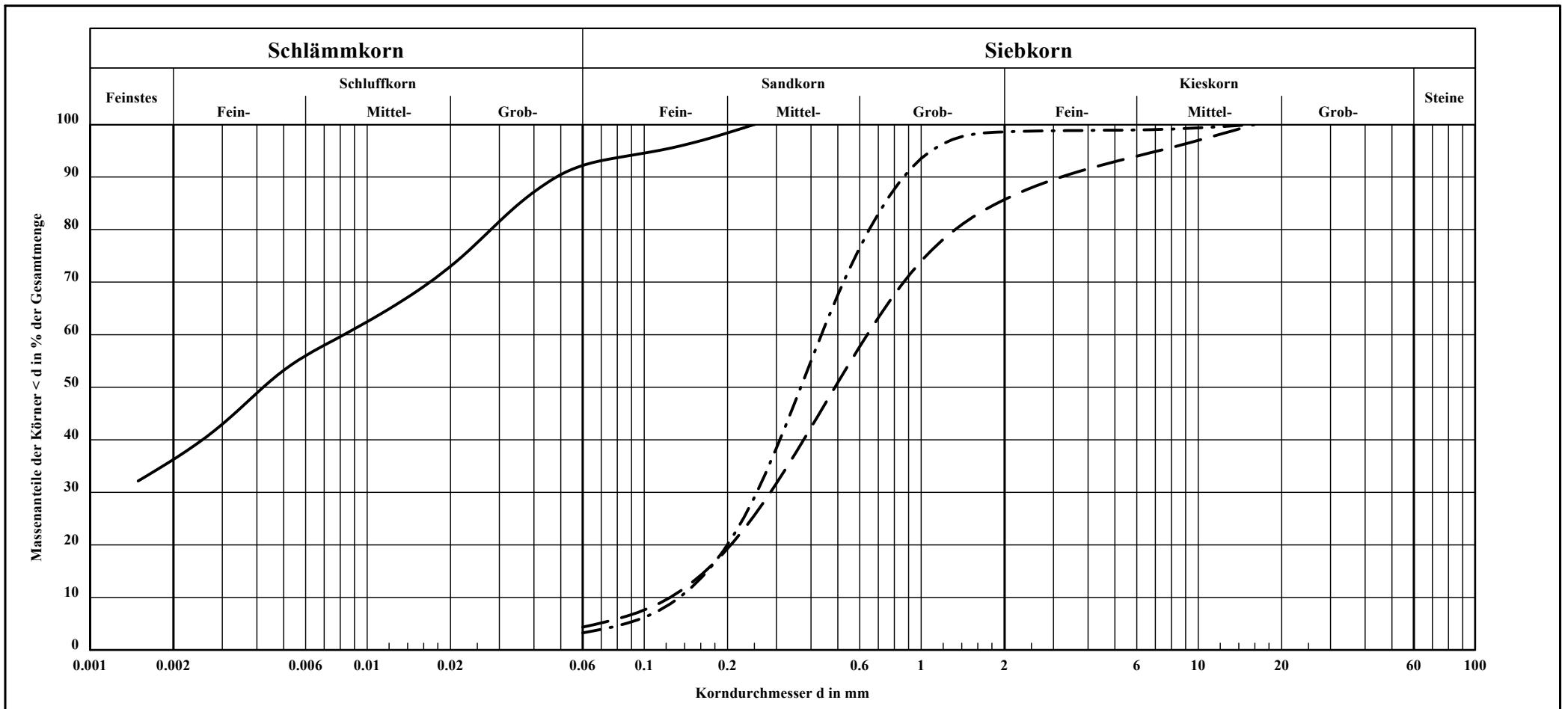
Signatur:	Probe-Nr.:	Bohrung	Tiefe	Bodenart	w [-]	wL [-]	wP [-]	Ip [-]	Ic [-]	Vgl [-]
—	48601	B I-10	0,9 - 1,2 m	U, t, fs, h' (Schlick)	0,430					
- - -	48607	B I-10	3,2 - 3,35 m	U, $\bar{t}$ , h (Klei)	0,856					
- · - · -	48610	B I-10	4,05 - 4,3 m	T, $\bar{u}$ , $\bar{h}$ (Klei)	0,950					

**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**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

**Körnungslinien nach DIN 18123**

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1    Anlagen-Nr.: **7.1**



Signatur:	Probe-Nr.:	Bohrung	Tiefe	Bodenart	w [-]	wL [-]	wP [-]	Ip [-]	Ic [-]	Vgl [-]
—	48615	B I-10	5,7 - 5,9 m	U, $\bar{t}$ , fs', $\bar{h}$ (Klei, torfig)	1,478					
- - -	48618	B I-10	6,8 - 7,0 m	mS, gs, fs', g'						
- · - · -	48619	B I-10	7,0 - 7,8 m	mS, fs, gs						

<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>Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole</b>	
	<b>Körnungslinien nach DIN 18123</b>	Projekt-Nr.: 2254-2020GU1 Anlagen-Nr.: <b>7.2</b>

Probenr.: 48601

Bohrung: B I-10

Tiefe: 0,9 – 1,2 m

Bodenart: U, t, fs, h' (Schlick)

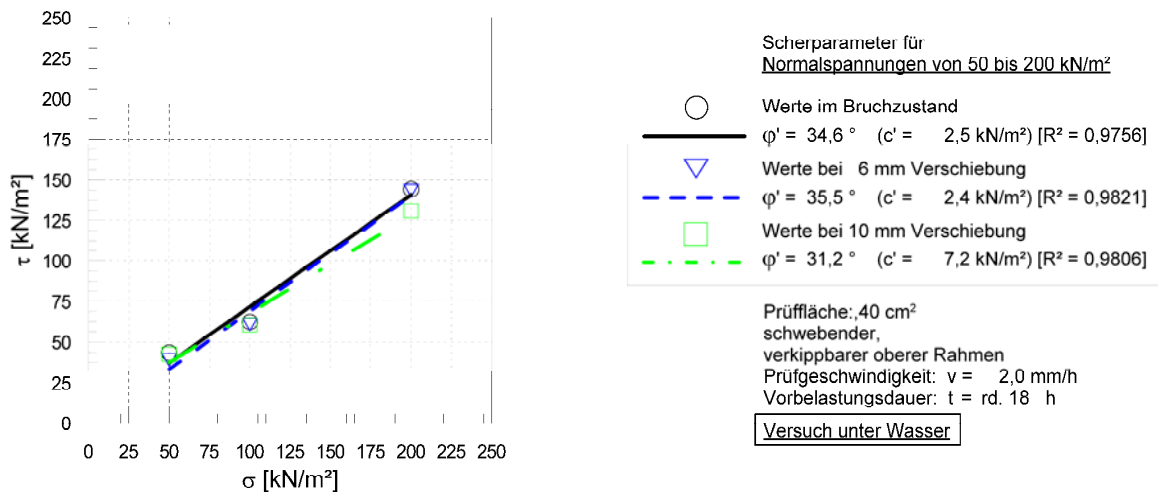
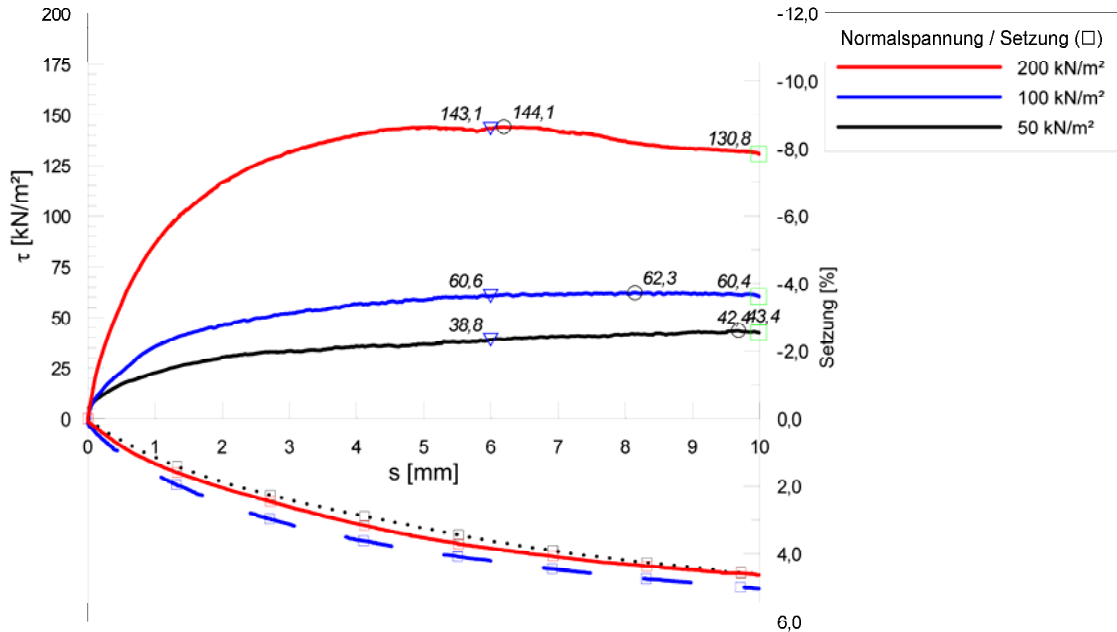
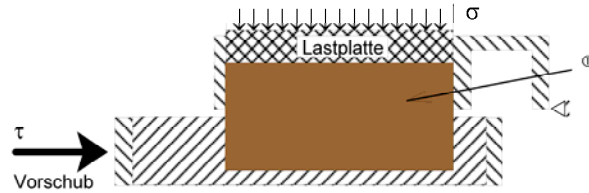
Gamma: 16,3 kN/m<sup>3</sup>

Probe: Sonderprobe

Einbauwerte des Erdstoffs vor Belastung:

w ≈ 49,3%

ρ<sub>f</sub> ≈ 1,63 g/cm<sup>3</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  
Geestevorhafen – Sanierung der Nordmole**

**Ergebnisse der Scherversuche  
mit konstanter Vorschubgeschwindigkeit**

Projekt-Nr.:

2254-2020GU1

Anlagen-Nr.:

**8.1**

Probennr.: 48607

Bohrung: B I-10

Tiefe: 3,2 – 3,35 m

Bodenart: U,  $\bar{t}$ , h (Klei)

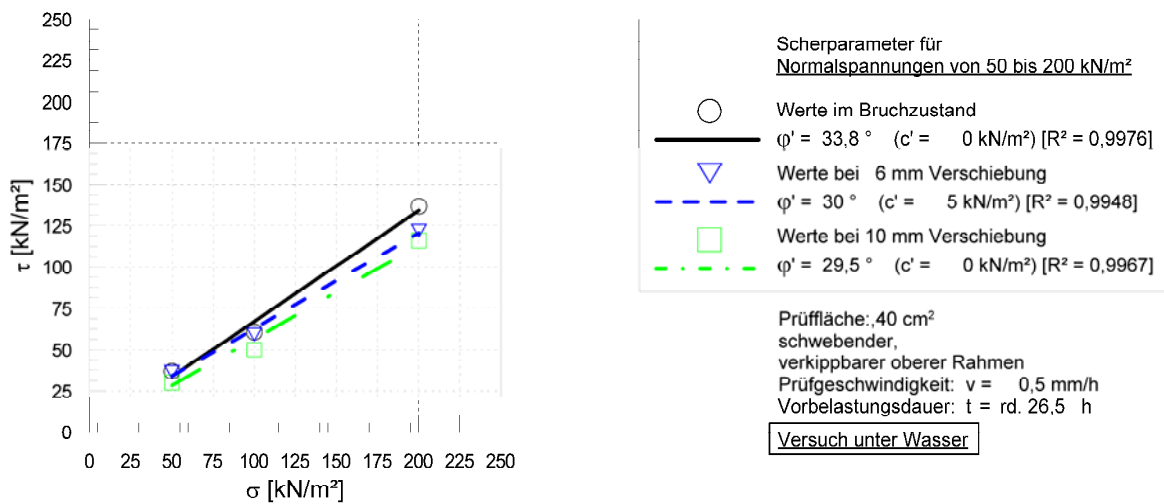
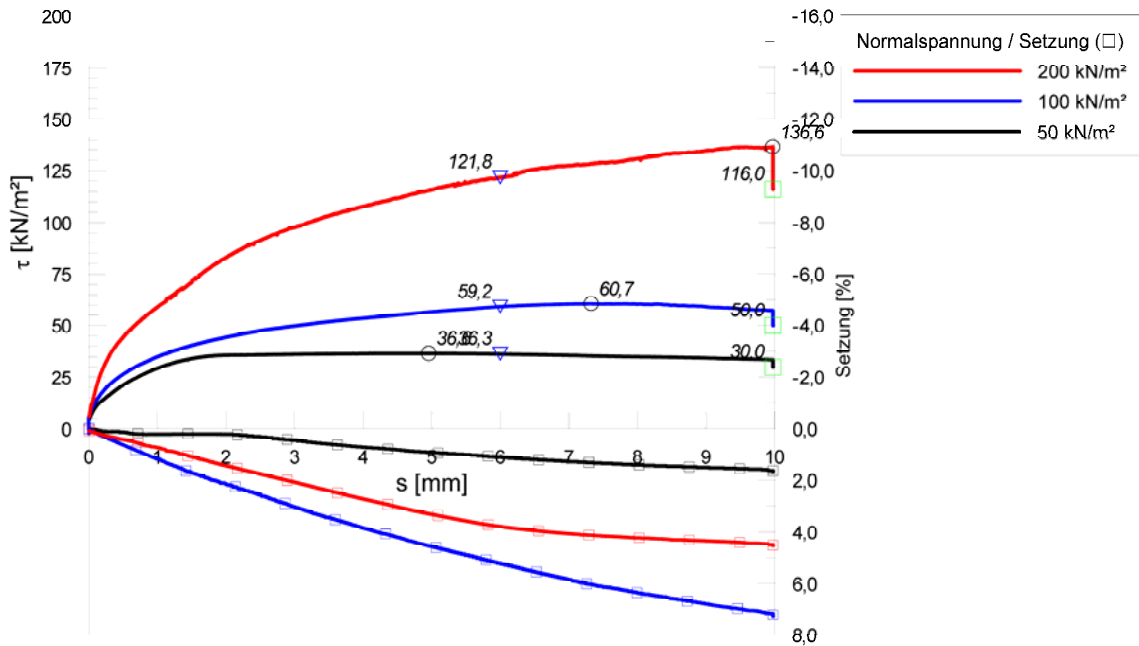
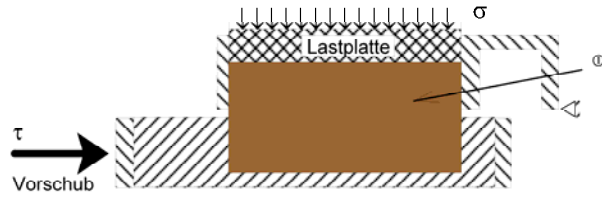
Gamma: 14,2 kN/m<sup>3</sup>

Probe: Sonderprobe

Einbauwerte des Erdstoffs vor Belastung:

w ≈ 85,6%

$\rho_f \approx 1,416 \text{ g/cm}^3$



**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  
Geestevorhafen – Sanierung der Nordmole**

**Ergebnisse der Scherversuche  
mit konstanter Vorschubgeschwindigkeit**

Projekt-Nr.:

2254-2020GU1

Anlagen-Nr.:

**8.2**

Probennr.: 48614

Bohrung: B I-10

Tiefe: 5,2 – 5,5 m

Bodenart: U,  $\bar{t}$ , fs,  $\bar{h}$  (Klei, torfig)

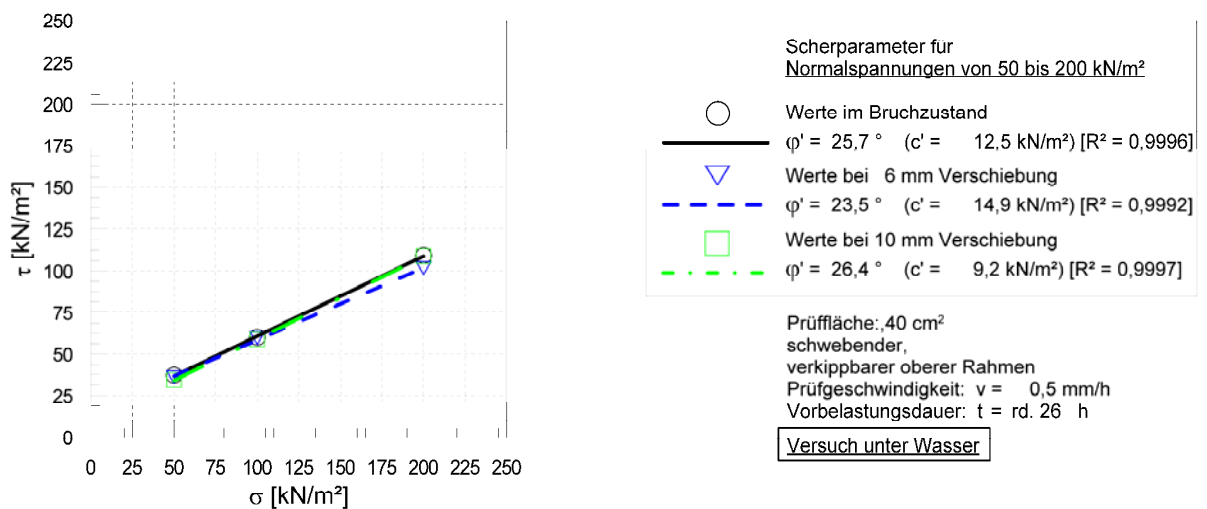
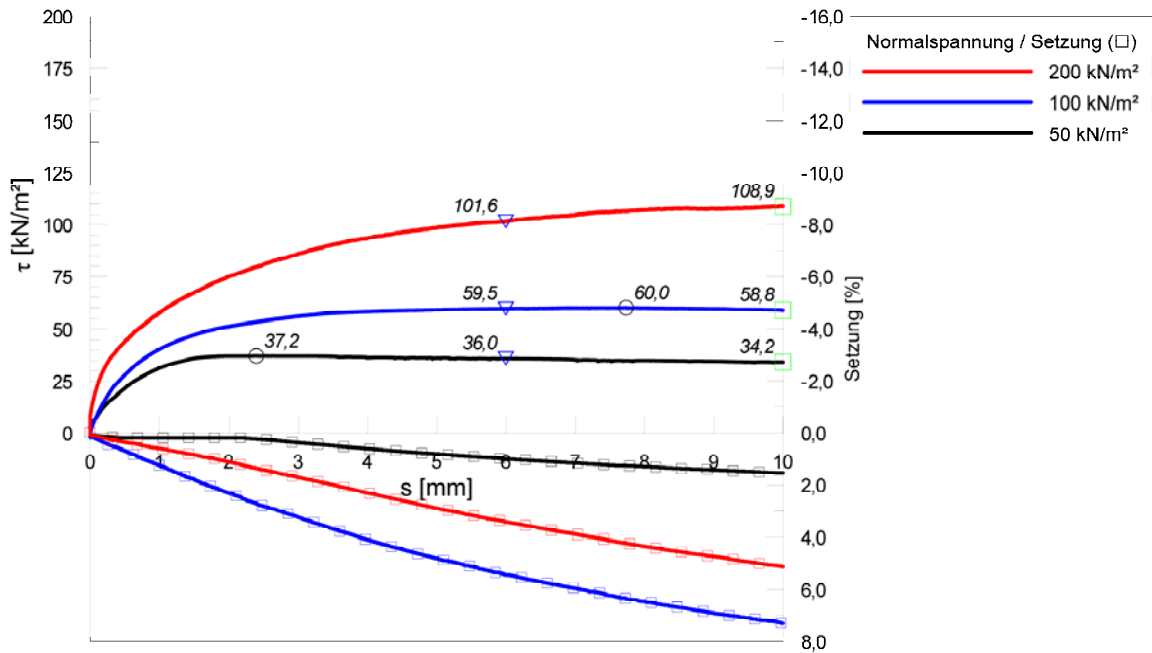
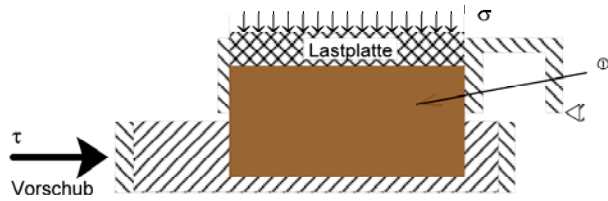
Gamma: 13,8 kN/m<sup>3</sup>

Probe: Sonderprobe

Einbauwerte des Erdstoffs vor Belastung:

w  $\approx$  105,3%

$\rho_f \approx$  1,38 g/cm<sup>3</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  
Geestvorhafen – Sanierung der Nordmole**

**Ergebnisse der Scherversuche  
mit konstanter Vorschubgeschwindigkeit**

Projekt-Nr.:

2254-2020GU1

Anlagen-Nr.:

**8.3**



Probennr.: 48601

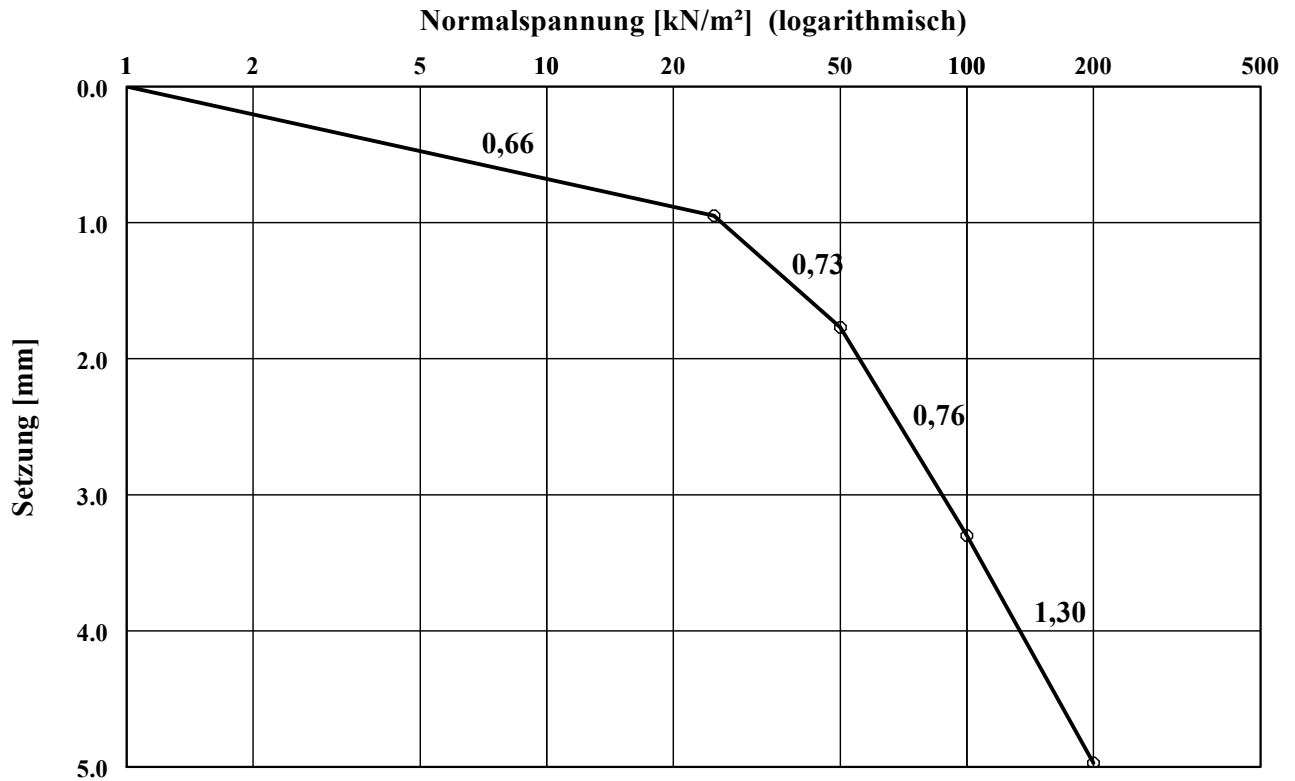
Bohrung: B I-10

Tiefe: 0,9 - 1,2 m

Bodenart: U, t, fs, h' (Schlick)

Gamma: 16,3 kN/m<sup>3</sup>

Probe: Sonderprobe



Probeshöhe: 25 mm  
Probendurchm.: 71,4 mm

Ring: schwebend  
Bodenprobe: unter Wasser

Versuch-Nr.	1	2	3	4	5
Normalspannung [kN/m <sup>2</sup> ]	0,0	25,0	50,0	100,0	200,0
Meßuhrablesung [mm]	0,000	0,950	1,770	3,300	4,970
Steifemodul [MN/m <sup>2</sup> ]		0,66	0,73	0,76	1,3

**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**  
**Geestevorhafen - Sanierung Nordmole**

**Ergebnisse des Kompressionsversuchs (Drucksetzungslinie)**

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: **9.1.1**

Probennr.: 48601

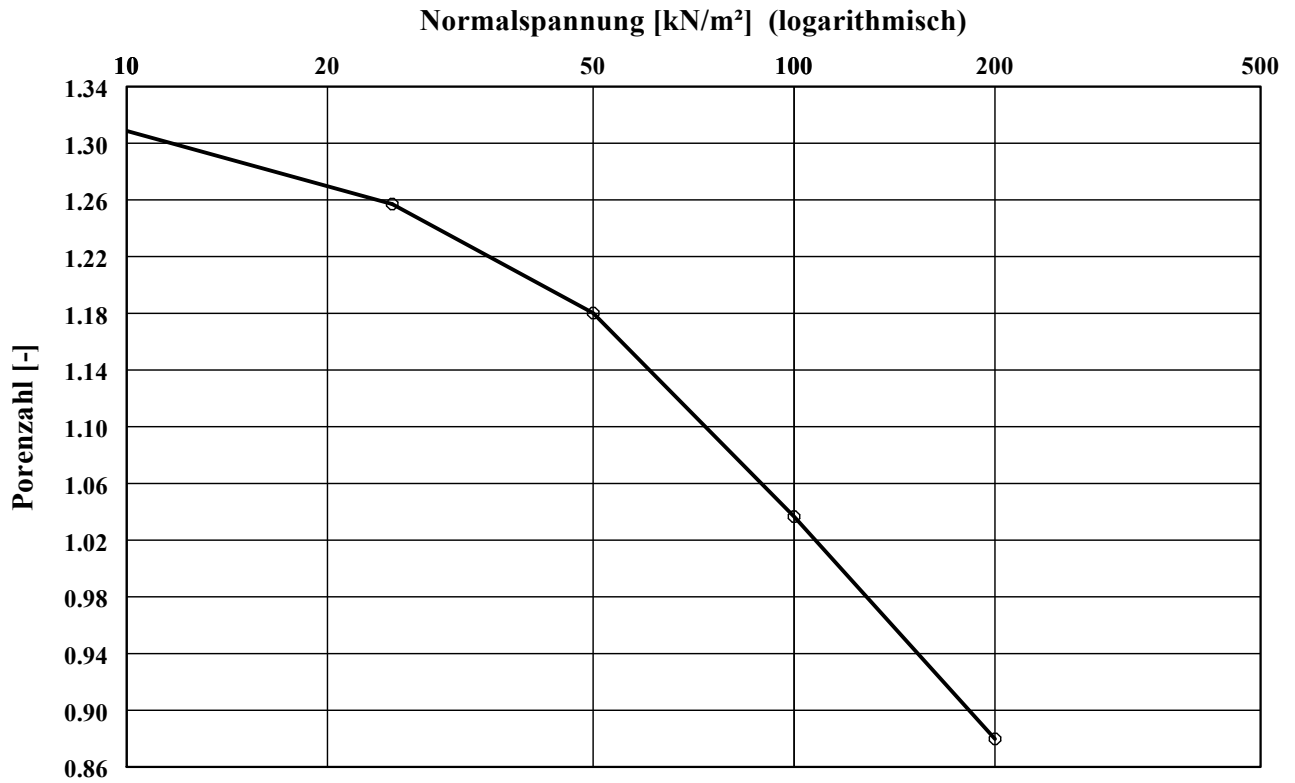
Bohrung: B I-10

Tiefe: 0,9 - 1,2 m

Bodenart: U, t, fs, h' (Schlick)

Gamma: 16,3 kN/m<sup>3</sup>

Probe: Sonderprobe



Einbauhöhe [mm] = 25.000	Korndichte [g/cm <sup>3</sup> ] = 2.560
Probenfläche [cm <sup>2</sup> ] = 40.000	Einbauwassergehalt [-] = 0.493
Feuchtmasse [g] = 162.900	Einbauporenzahl [-] = 1.3463

Normalspannung [kN/m <sup>2</sup> ]	Setzung [mm]	Porenzahl [-]	C <sub>c</sub> [-]
10.00	0.400	1.3087	0.05633 0.11103 0.20716 0.22612
25.00	0.950	1.2571	
50.00	1.770	1.1802	
100.00	3.300	1.0366	
200.00	4.970	0.8798	

**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**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

**Ergebnisse des Kompressionsversuchs (Druck - Porenzahllinie)**

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: **9.1.2**

Probennr.: 48601

Bohrung: B I-10

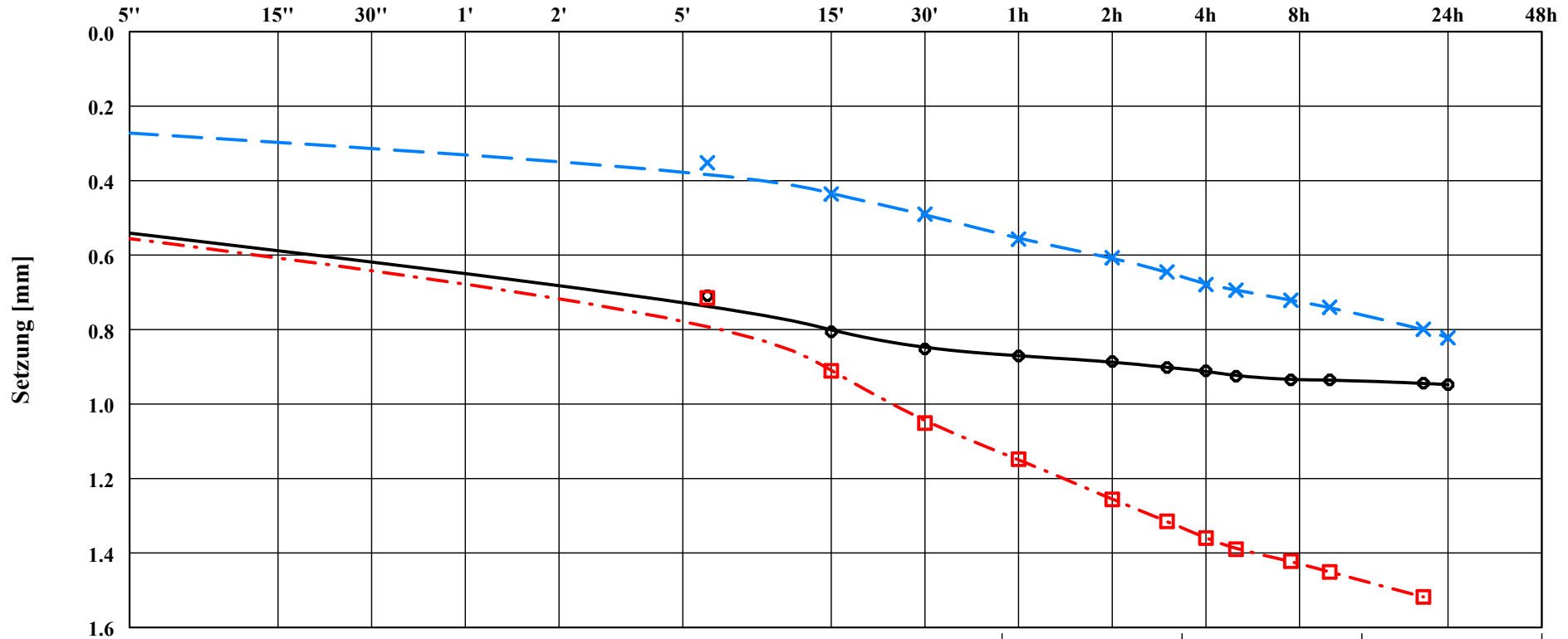
Tiefe: 0,9 - 1,2 m

Bodenart: U, t, fs, h' (Schlick)

Gamma: 16,3 kN/m<sup>3</sup>

Probe: Sonderprobe

Zeit (logarithmisch)



Probenhöhe: 25,0 mm

Ring: schwebend

Probendurchm.: 71,4 mm

Bodenprobe: unter Wasser

Bezeichnung:	2	2	3
Signatur:	●—●	×—×	□-.-□
Einbauhöhe [mm]	25.00	25.00	25.00
Normalspannung	25.00	50.00	100.00

**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**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

**Ergebnisse des Kompressionsversuchs (Zeitsetzungslinie / logarithmisch)**

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: **9.1.3**

Probennr.: 48601

Bohrung: B I-10

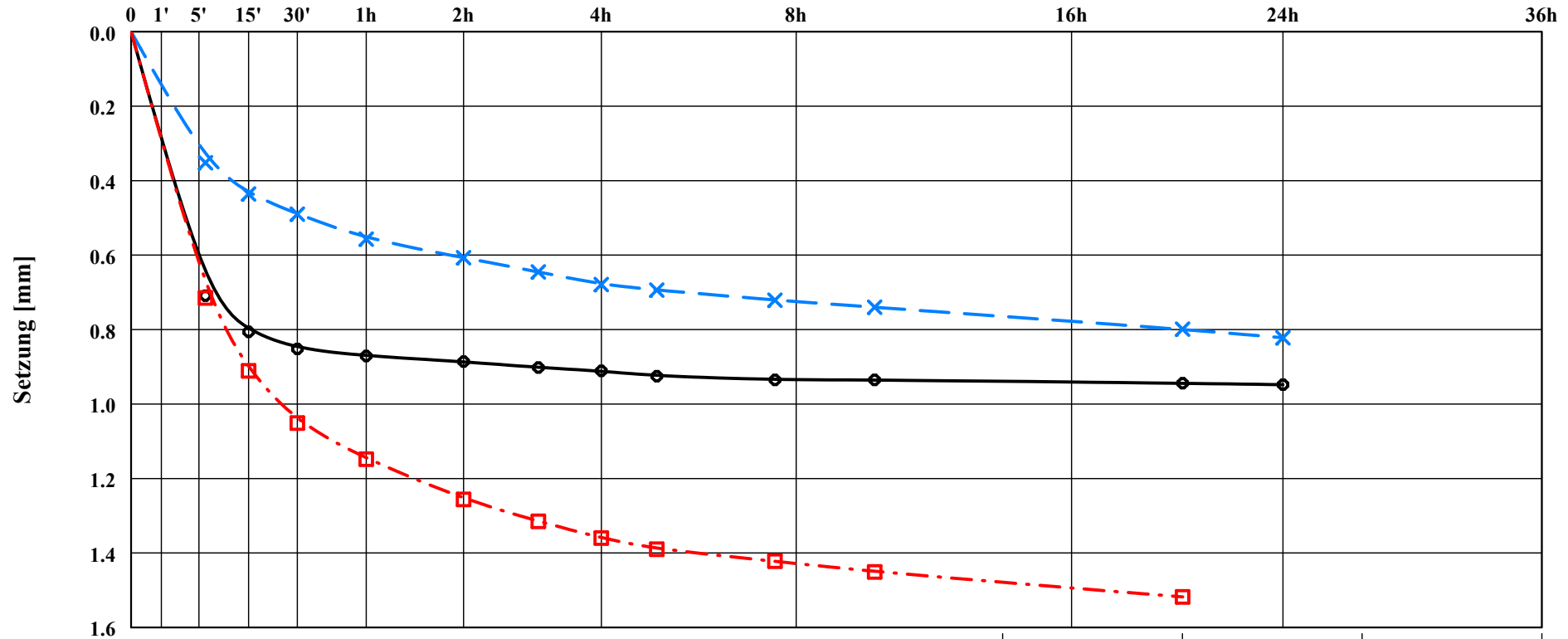
Tiefe: 0,9 - 1,2 m

Bodenart: U, t, fs, h' (Schlick)

Gamma: 16,3 kN/m<sup>3</sup>

Probe: Sonderprobe

Zeit (Quadratwurzel)



Probenhöhe: 25,0 mm

Ring: schwebend

Probendurchm.: 71,4 mm

Bodenprobe: unter Wasser

Bezeichnung:	2	2	3
Signatur:	○—○	×—×	□-.-□
Einbauhöhe [mm]	25.00	25.00	25.00
Normalspannung	25.00	50.00	100.00

**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**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

**Ergebnisse des Kompressionsversuchs (Zeitsetzungslinie / Quadratwurzel)**

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: **9.1.4**

Probennr.: 48609

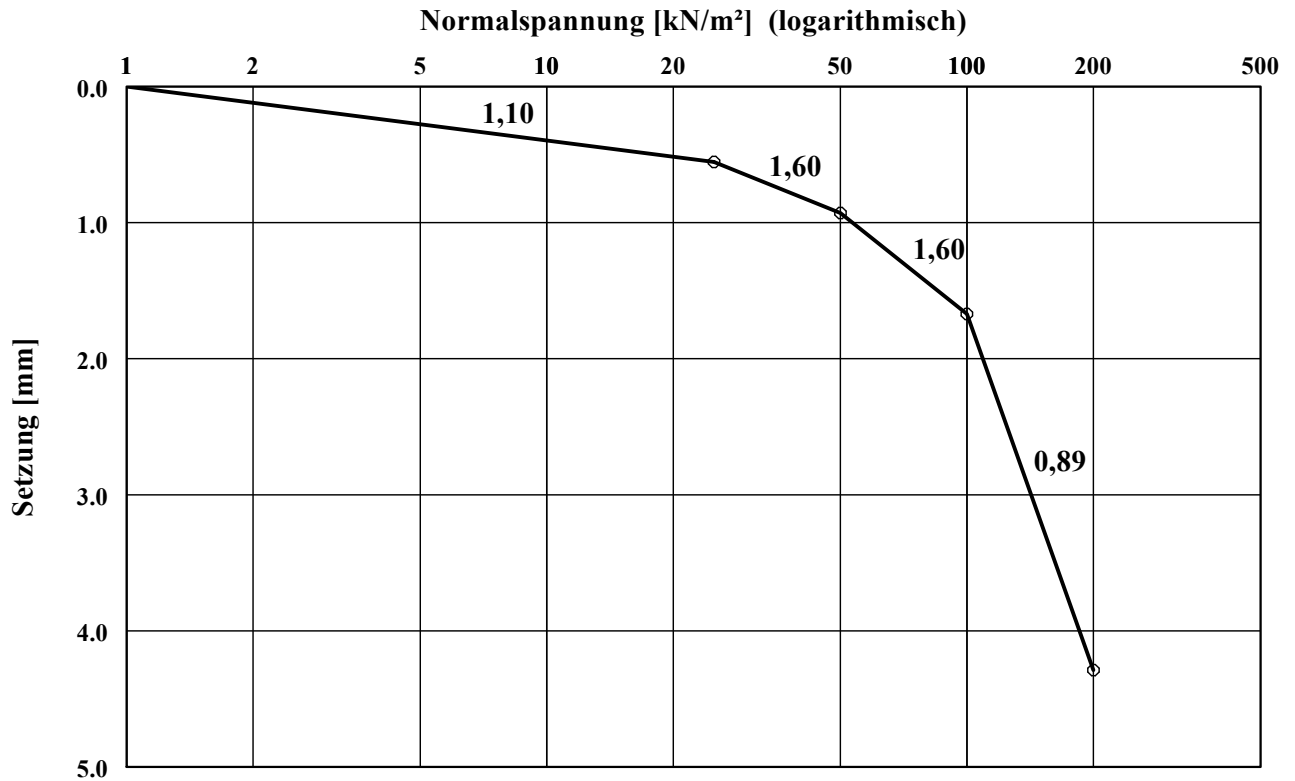
Bohrung: B I-10

Tiefe: 3,8 - 4,05 m

Bodenart: H, u, fs' (Torf)

Gamma: 11,2 kN/m<sup>3</sup>

Probe: Bohrkern



Probhöhe: 25 mm  
Probendurchm.: 71,4 mm

Ring: schwebend  
Bodenprobe: unter Wasser

Versuch-Nr.	1	2	3	4	5
Normalspannung [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	25.0	50.0	100.0	200.0
Meßuhrablesung [mm]	0.000	0.555	0.929	1.672	4.288
Steifemodul [MN/m <sup>2</sup> ]		1.1	1.6	1.6	0.89

**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**  
**Geestevorhafen - Sanierung Nordmole**

**Ergebnisse des Kompressionsversuchs (Drucksetzungslinie)**

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: **9.2.1**

Probennr.: 48609

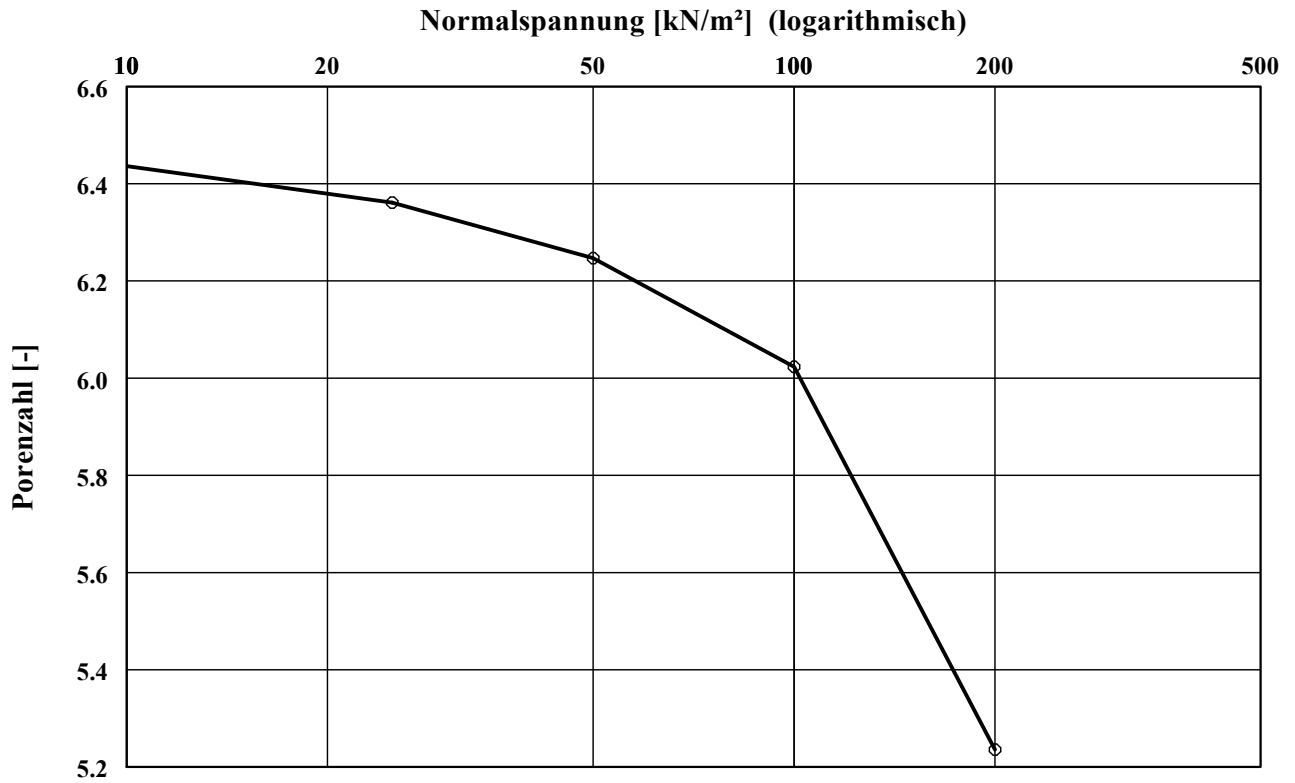
Bohrung: B I-10

Tiefe: 3,8 - 4,05 m

Bodenart: H, u, fs' (Torf)

Gamma: 11,2 kN/m<sup>3</sup>

Probe: Bohrkern



Einbauhöhe [mm] = 25.000	Korndichte [g/cm <sup>3</sup> ] = 2.550
Probenfläche [cm <sup>2</sup> ] = 40.000	Einbauwassergehalt [-] = 2.294
Feuchtmasse [g] = 111.600	Einbauporenzahl [-] = 6.5266

Normalspannung [kN/m <sup>2</sup> ]	Setzung [mm]	Porenzahl [-]	C <sub>c</sub> [-]
10.00	0.300	6.4363	
25.00	0.550	6.3610	0.08214
50.00	0.929	6.2469	0.16462
100.00	1.672	6.0232	0.32272
200.00	4.288	5.2356	1.13624

**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**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

**Ergebnisse des Kompressionsversuchs (Druck - Porenzahllinie)**

Projekt-Nr.:

2254-2020GU1

Anlagen-Nr.:

**9.2.2**

Probennr.: 48609

Bohrung: B I-10

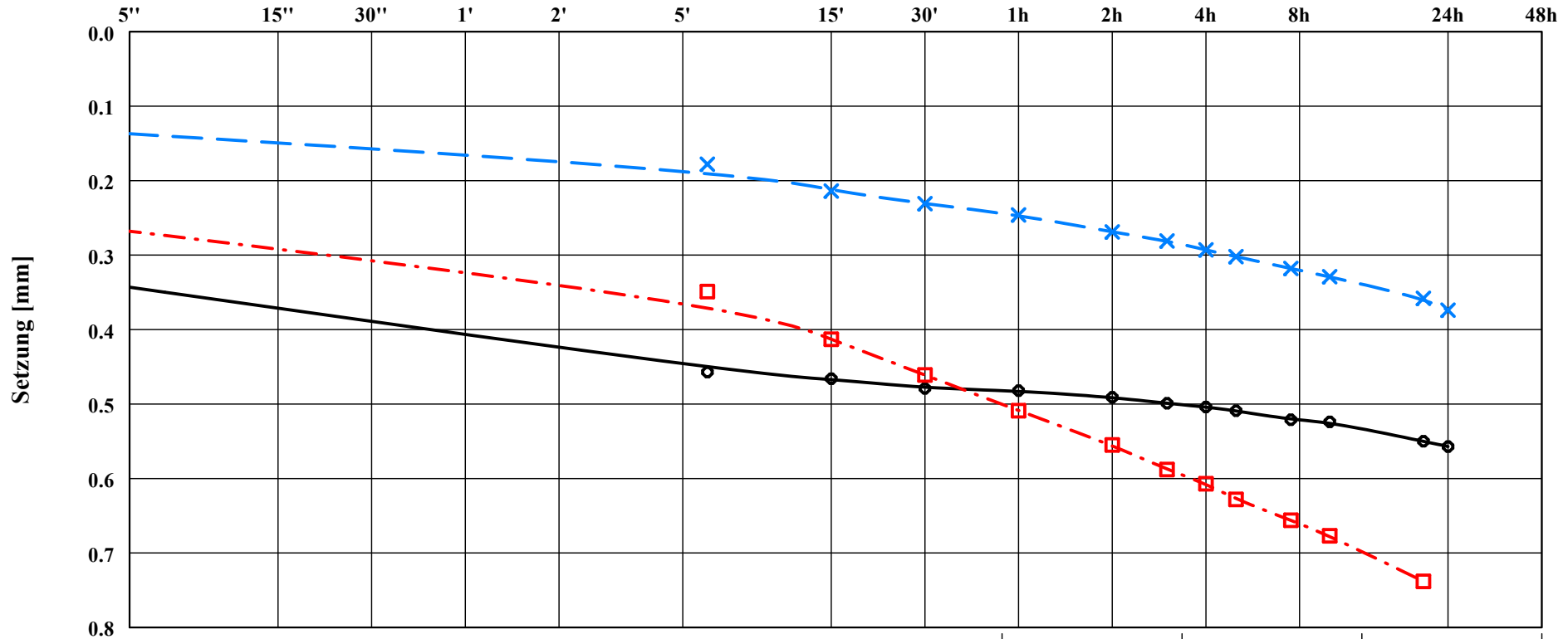
Tiefe: 3,8 - 4,05 m

Bodenart: H, u, fs' (Torf)

Gamma: 11,2 kN/m<sup>3</sup>

Probe: Bohrkern

Zeit (logarithmisch)



Probenhöhe: 25,0 mm

Ring: schwebend

Probendurchm.: 71,4 mm

Bodenprobe: unter Wasser

Bezeichnung:	1	2	3
Signatur:	○—○	×—×	□- - -□
Einbauhöhe [mm]	25.00	25.00	25.00
Normalspannung	25.00	50.00	100.00

**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**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

**Ergebnisse des Kompressionsversuchs (Zeitsetzungslinie / logarithmisch)**

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: **9.2.3**

Probennr.: 48609

Bohrung: B I-10

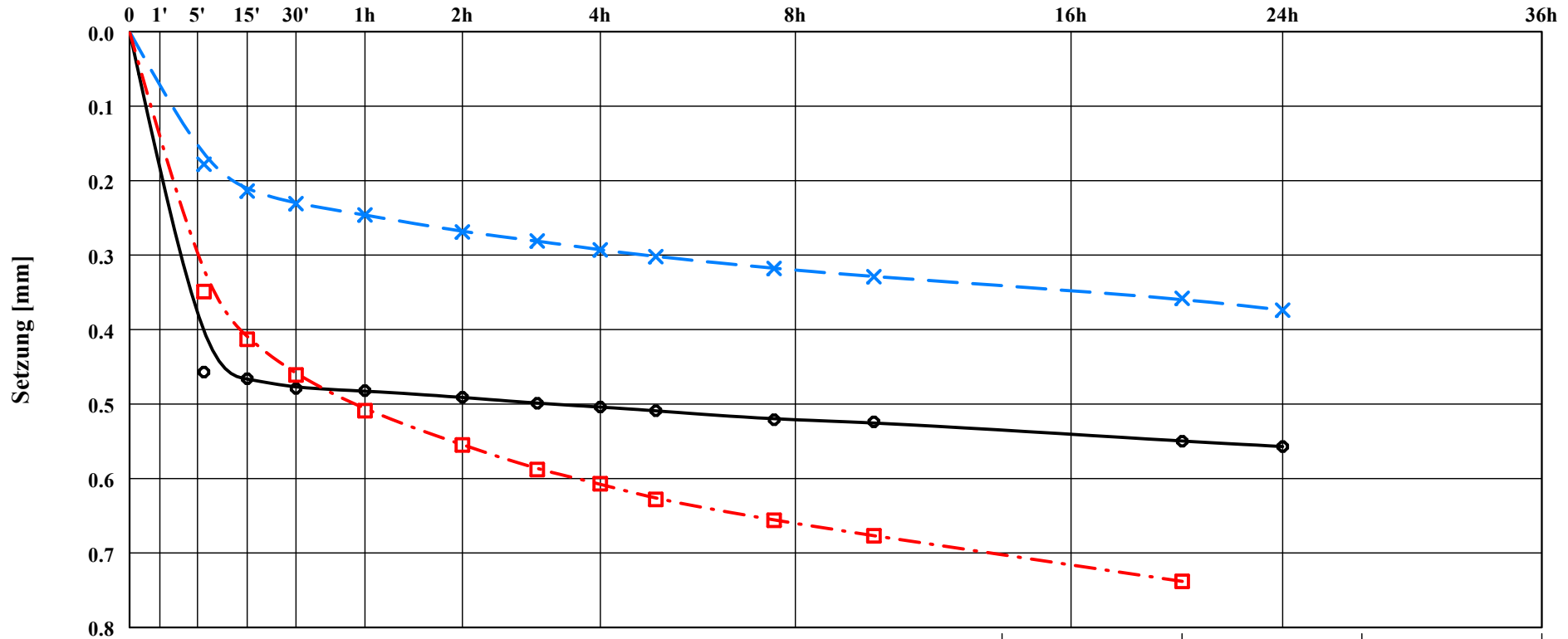
Tiefe: 3,8 - 4,05 m

Bodenart: H, u, fs' (Torf)

Gamma: 11,2 kN/m<sup>3</sup>

Probe: Bohrkern

Zeit (Quadratwurzel)



Probenhöhe: 25,0 mm

Ring: schwebend

Probendurchm.: 71,4 mm

Bodenprobe: unter Wasser

Bezeichnung:	1	2	3
Signatur:	○—○	×—×	□-.-□
Einbauhöhe [mm]	25.00	25.00	25.00
Normalspannung	25.00	50.00	100.00

**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**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

**Ergebnisse des Kompressionsversuchs (Zeitsetzungslinie / Quadratwurzel)**

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: **9.2.4**



Probennr.: 48610

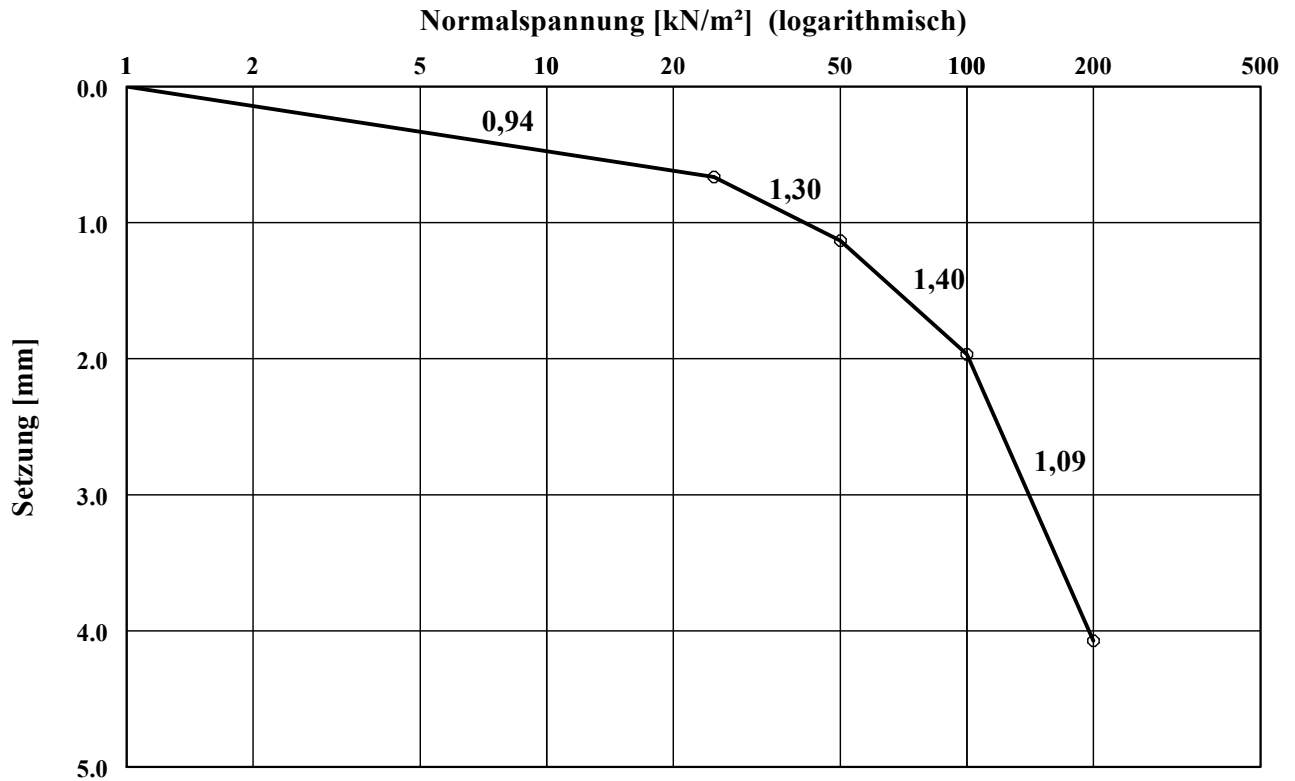
Bohrung: B I-10

Tiefe: 4,05 - 4,3 m

Bodenart: T,  $\bar{u}$ ,  $\bar{h}$  (Klei)

Gamma: 14,3 kN/m<sup>3</sup>

Probe: Bohrkern



Probeshöhe: 25 mm  
Probendurchm.: 71,4 mm

Ring: schwebend  
Bodenprobe: unter Wasser

Versuch-Nr.	1	2	3	4	5
Normalspannung [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	25.0	50.0	100.0	200.0
Meßuhrablesung [mm]	0.000	0.665	1.133	1.968	4.073
StEIFemodul [MN/m <sup>2</sup> ]		0.94	1.3	1.4	1.09

**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**  
**Geestevorhafen - Sanierung Nordmole**

**Ergebnisse des Kompressionsversuchs (Drucksetzungslinie)**

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: **9.3.1**

Probennr.: 48610

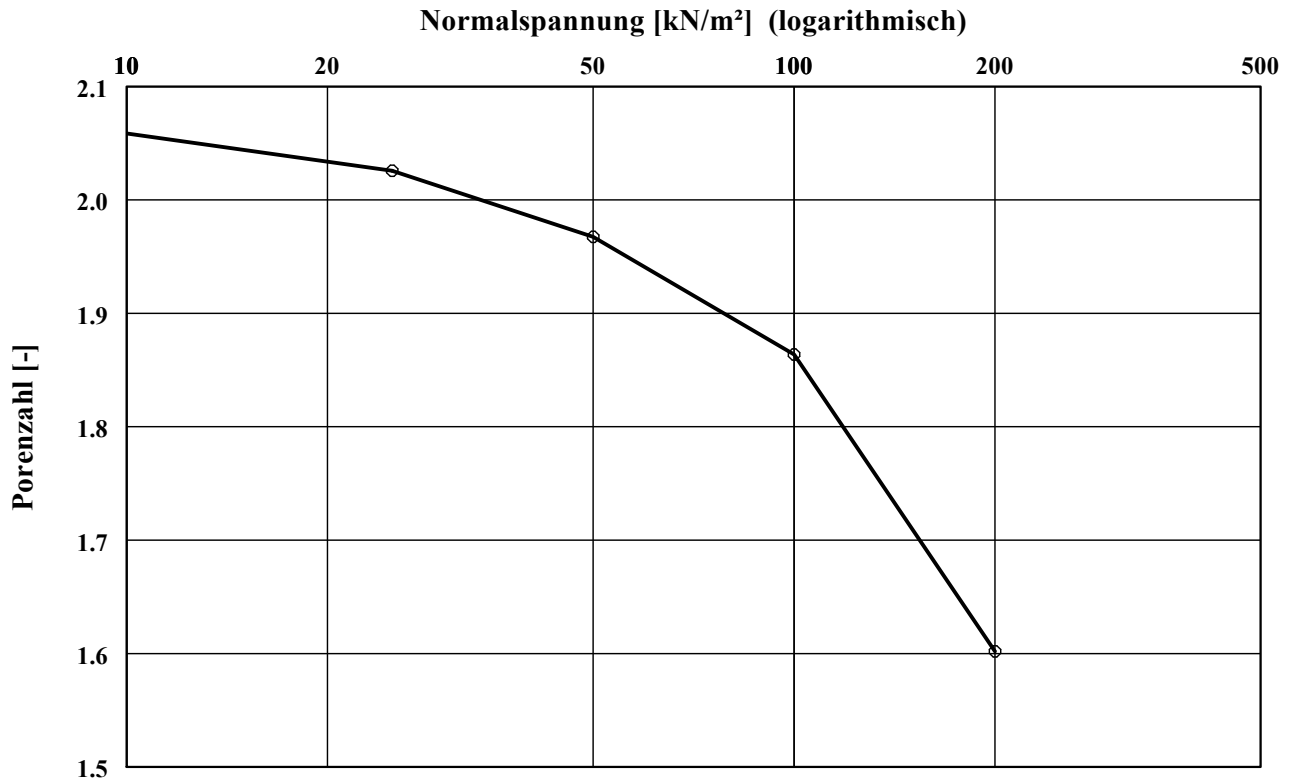
Bohrung: B I-10

Tiefe: 4,05 - 4,3 m

Bodenart: T,  $\bar{u}$ ,  $\bar{h}$  (Klei)

Gamma: 14,3 kN/m<sup>3</sup>

Probe: Bohrkern



Einbauhöhe [mm] = 25.000	Korndichte [g/cm <sup>3</sup> ] = 2.560
Probenfläche [cm <sup>2</sup> ] = 40.000	Einbauwassergehalt [-] = 0.950
Feuchtmasse [g] = 160.600	Einbauporenzahl [-] = 2.1083

Normalspannung [kN/m <sup>2</sup> ]	Setzung [mm]	Porenzahl [-]	C <sub>c</sub> [-]
10.00	0.400	2.0586	
25.00	0.665	2.0257	0.03596
50.00	1.133	1.9675	0.08395
100.00	1.968	1.8637	0.14978
200.00	4.073	1.6019	0.37759

**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**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

**Ergebnisse des Kompressionsversuchs (Druck - Porenzahllinie)**

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: **9.3.2**

Probennr.: 48610

Bohrung: B I-10

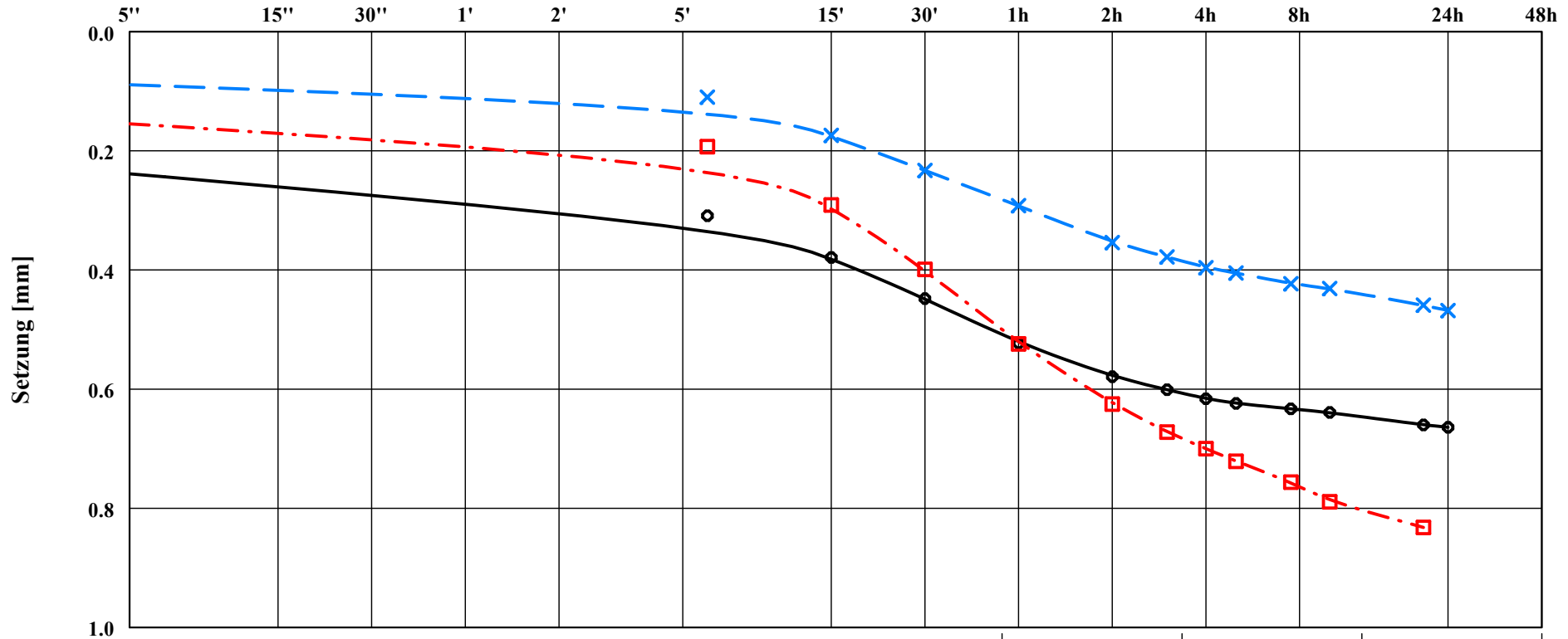
Tiefe: 4,05 - 4,3 m

Bodenart: T,  $\bar{u}$ ,  $\bar{h}$  (Klei)

Gamma: 14,3 kN/m<sup>3</sup>

Probe: Bohrkern

Zeit (logarithmisch)



Probenhöhe: 25,0 mm

Ring: schwebend

Probendurchm.: 71,4 mm

Bodenprobe: unter Wasser

Bezeichnung:	1	2	3
Signatur:	○—○	×—×	□-.-□
Einbauhöhe [mm]	25.00	25.00	25.00
Normalspannung	25.00	50.00	100.00

**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**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

**Ergebnisse des Kompressionsversuchs (Zeitsetzungslinie / logarithmisch)**

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: **9.3.3**

Probennr.: 48610

Bohrung: B I-10

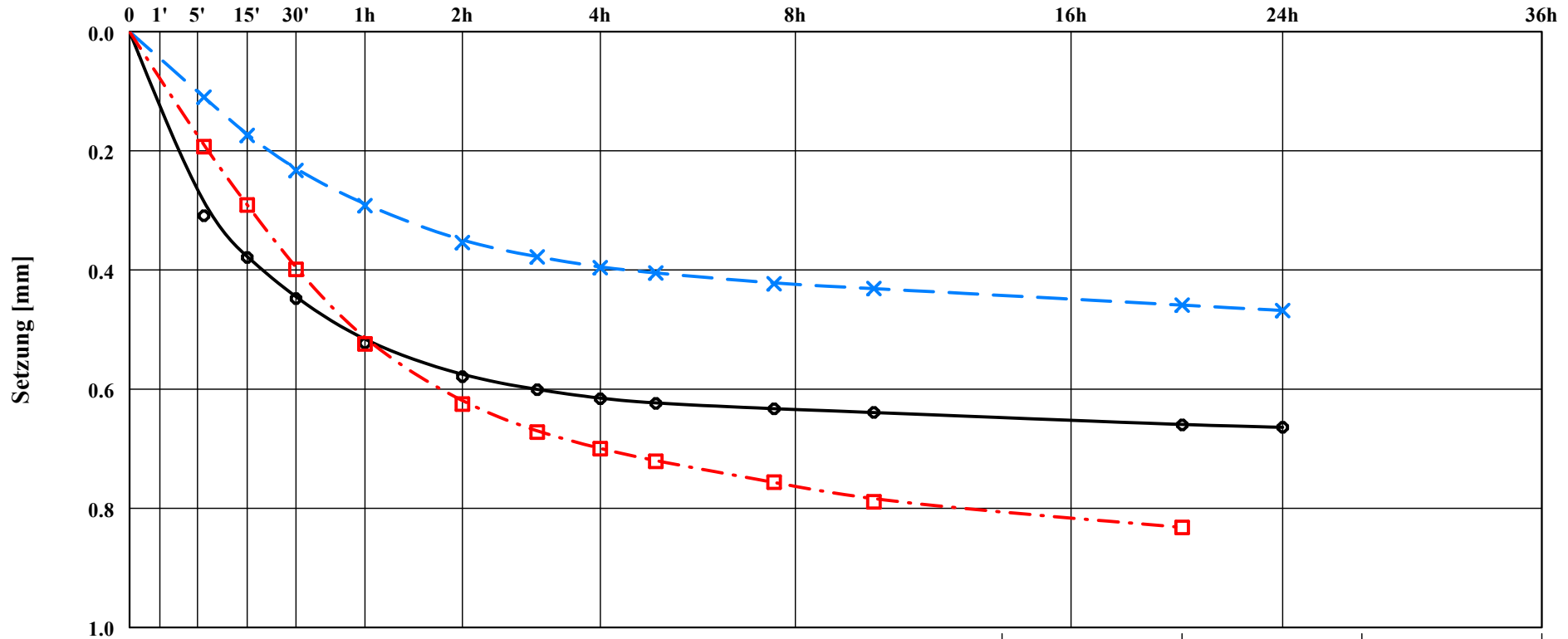
Tiefe: 4,05 - 4,3 m

Bodenart: T,  $\bar{u}$ ,  $\bar{h}$  (Klei)

Gamma: 14,3 kN/m<sup>3</sup>

Probe: Bohrkern

Zeit (Quadratwurzel)



Probenhöhe: 25,0 mm

Ring: schwebend

Probendurchm.: 71,4 mm

Bodenprobe: unter Wasser

Bezeichnung:	1	2	3
Signatur:	○—○	×—×	□-.-□
Einbauhöhe [mm]	25.00	25.00	25.00
Normalspannung	25.00	50.00	100.00

**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**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

**Ergebnisse des Kompressionsversuchs (Zeitsetzungslinie / Quadratwurzel)**

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: **9.3.4**

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	NHN				WL	WP	Konsistenz-zahl $I_c$	Zu-stands-form		o Bruchwert + Gleitwert $\phi'$	$c'$		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>	---	---
■ 48601	B I-10	1,2	-6,45	U, t, fs, h' (Schlick)	16,3	0,493						o 34,6 + 31,2	2,5 7,2	18	s. Anl. 9.1.1 0,66   1,30			
■ 48603	B I-10	2,0	-7,25	U, fs, t, h' (Schlick)	16,0	1,065						o +		35				
■ 48607	B I-10	3,35	-8,6	U, t, h (Klei)		0,856						o 33,8 + 29,5	0,0 0,0	70				
■ 48608	B I-10	3,5	-8,75	H, u, fs' (Torf)								o +		90				
☒ 48609	B I-10	3,9	-9,15	H, u, fs' (Torf)	11,2	2,294						o +			s. Anl. 9.2.1 0,89   1,60			
☒ 48610	B I-10	4,2	-9,45	T, u, h (Klei)	14,3	0,950						o +			s. Anl. 9.3.1 0,94   1,40			
■ 48614	B I-10	5,5	-10,75	U, t, fs', h (Klei, torfig)	13,8	1,053						o 25,7 + 26,4	12,5 9,2	57				
■ 48615	B I-10	5,9	-11,15	U, t, fs', h (Klei, torfig)		1,478						o +		30				
☒ 48618	B I-10	6,9	-12,15	mS, gs, fs', g'								o +					0,40	0,26
☒ 48619	B I-10	7,4	-12,65	mS, fs, gs								o +					0,42	0,28
												o +						
												o +						

<u>Legende:</u> ■ Sonderprobe ☒ Kernprobe □ gestörte Probe fett = Körnungslinie	<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>Geestevorhafen – Sanierung der Nordmole</b>	
	<b>Zusammenstellung der Versuchsergebnisse</b>		
	Projekt-Nr.: 2254-2020GU1		Anlagen-Nr.: <b>10</b>

# Vorbohrung

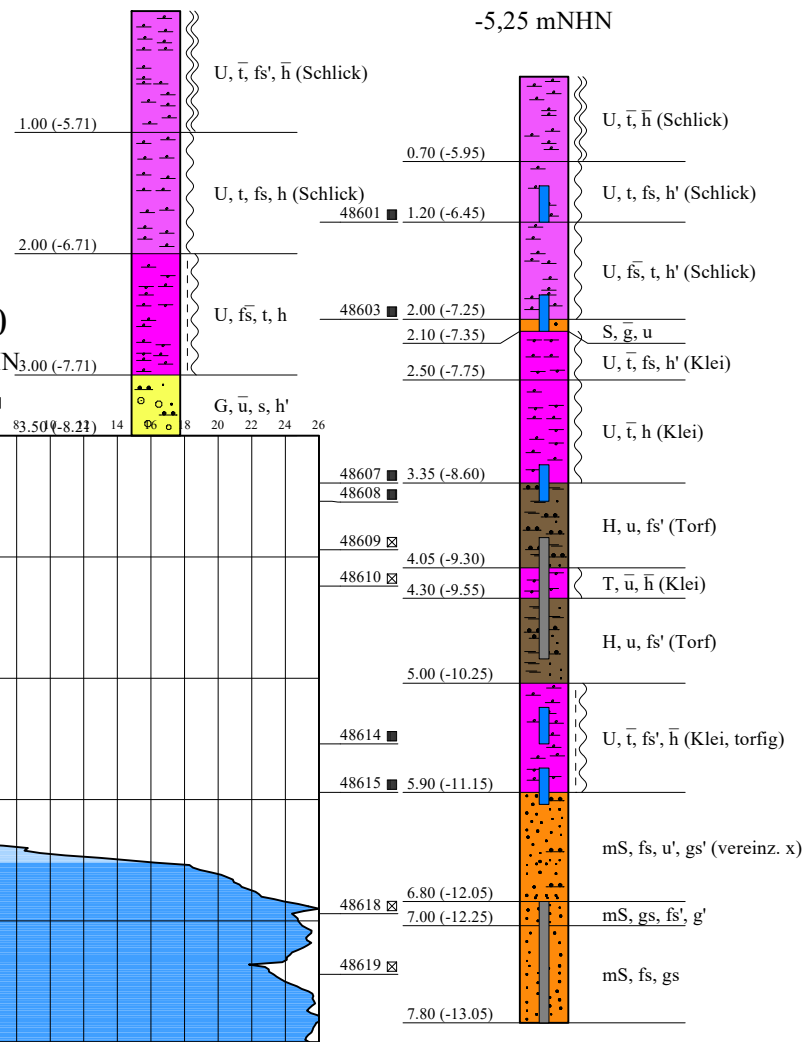
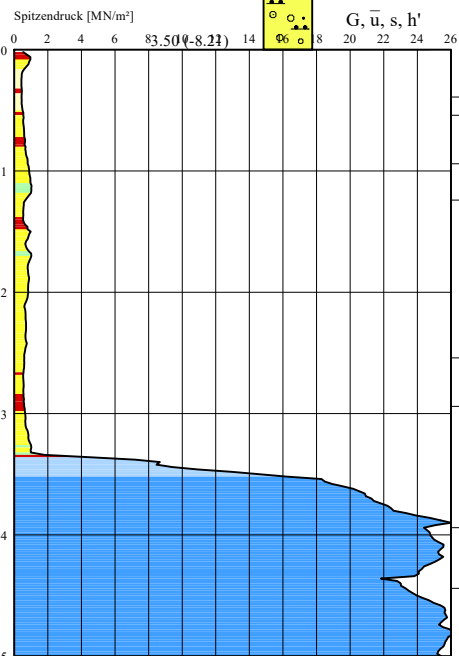
-4,71 mNHN

# B I-10

-5,25 mNHN

# DS I-10

-8,21 mNHN



- Bohrkern
- Sonderprobe

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

Laborversuche							
Kote [mNHN]	Wichte [kN/m³]	w [-]	phi' [°]	c' [kN/m²]	cu,k [kN/m²]	Es (25/50/100/200) [MN/m²]	nmin/nmax [-]
-5.95							
-6.45	16,3	0,493	34,6	2,5	18	0,7 / 0,7 / 0,8 / 1,3	
-7.25	16,0	1,065			35		
-8.60	14,2	0,856	33,8	0	70		
-9.30	11,2	2,294				1,1 / 1,6 / 1,6 / 0,9	
-9.55	14,3	0,950				0,9 / 1,3 / 1,4 / 1,1	
-10.75	13,8	1,053	25,7	12,5	57		
-11.15		1,478			30		
-12.25							0,26 / 0,40
-13.05							0,28 / 0,42

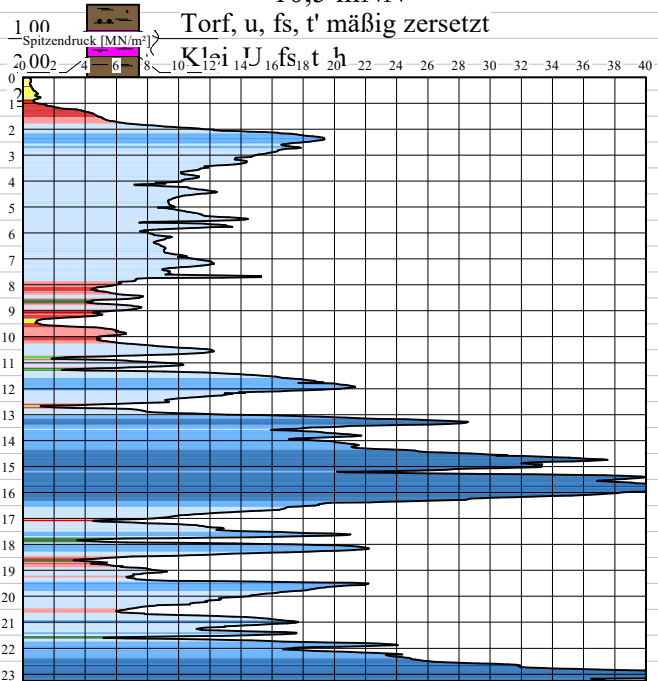
**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
 Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Darstellung der Drucksondierung DS I-10 neben der Bohrung B 1  
 und den dazugehörigen Laborversuchen

-7,71 mNN DS III-10

-10,5 mNN

Torf, u, fs, t' mäßig zersetzt



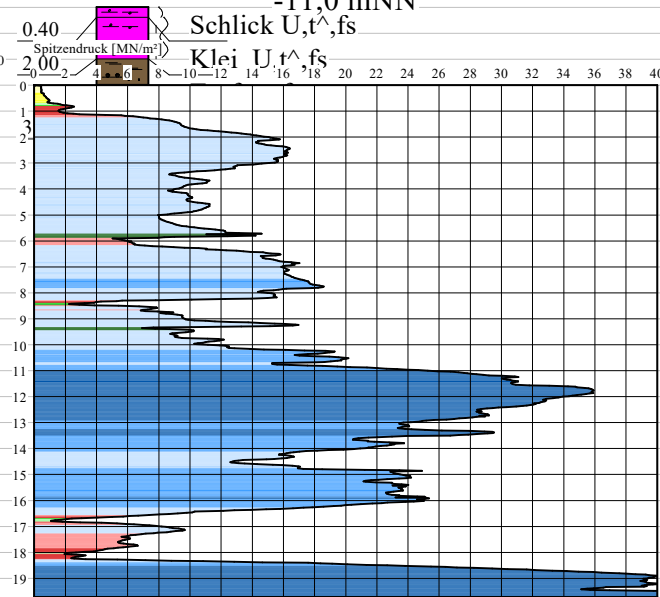
-7,99 mNN

DS II-11

-11,0 mNN

Schlick U, t', fs

Klei U, t', fs

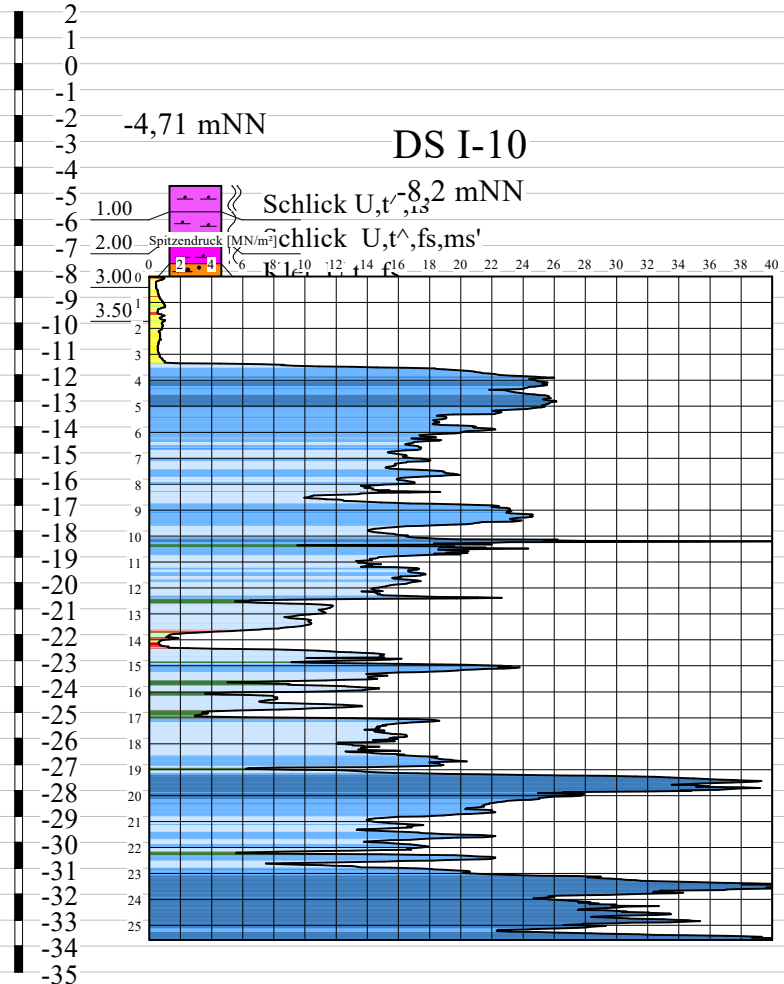


-4,71 mNN

DS I-10

Schlick U, t', fs

Schlick U, t', fs, ms'



**RI+P**

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

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

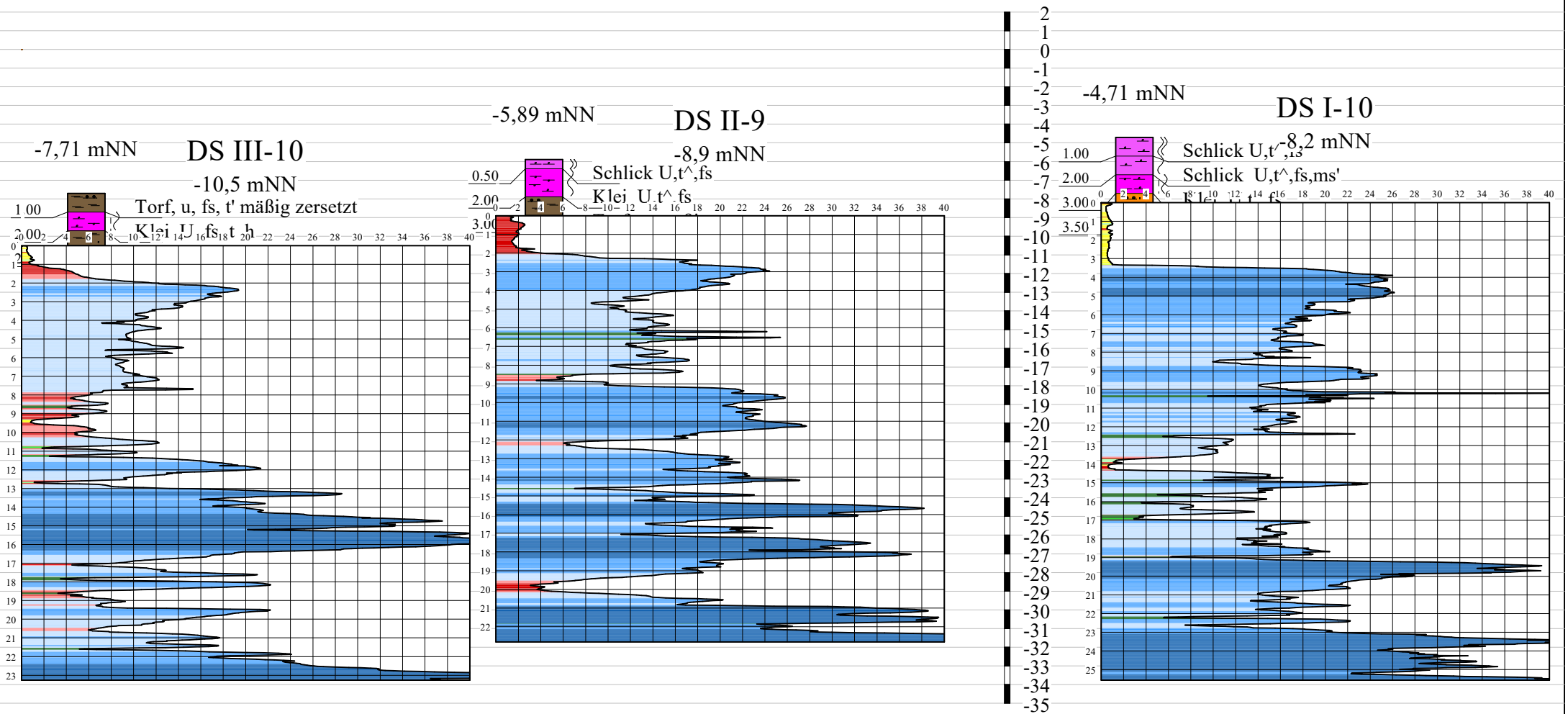
Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Querschnitt 10 A (Spitzendruck)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 12.1



**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  
 Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

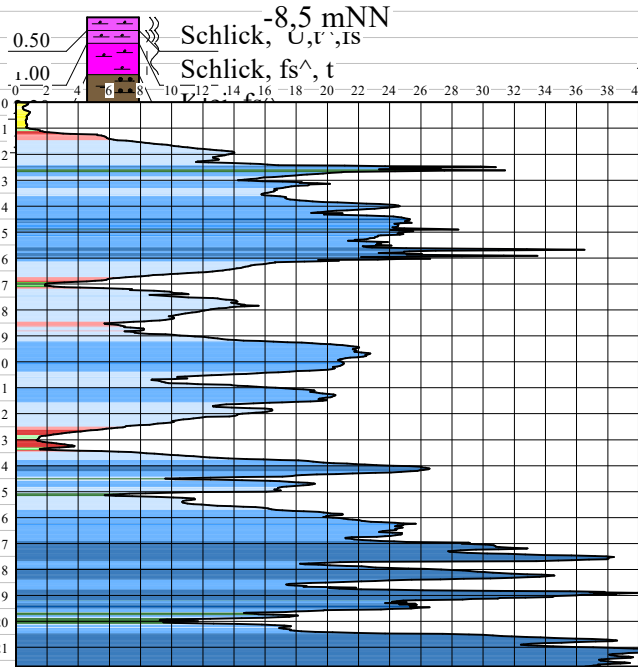
Querschnitt 10 B (Spitzendruck)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

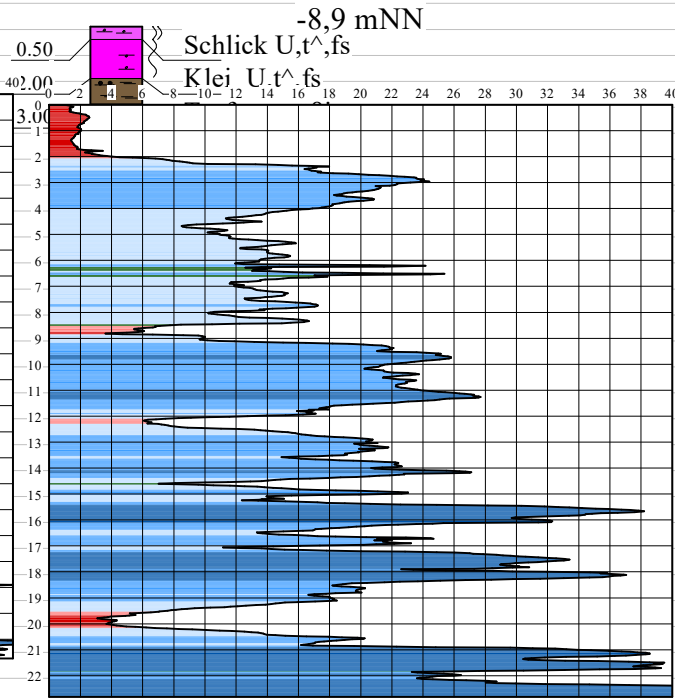
Anlagen-Nr.: 12.2



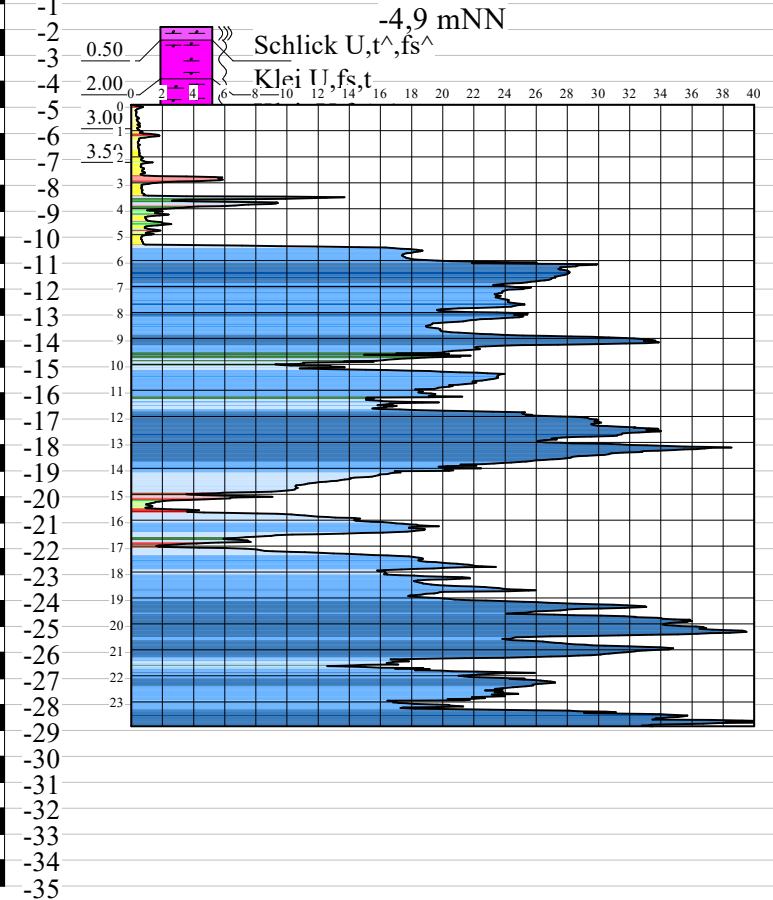
-5,23 mNN DS III-8



-5,89 mNN DS II-9



-1,90 mNN DS I-8



**RI+P**

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

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

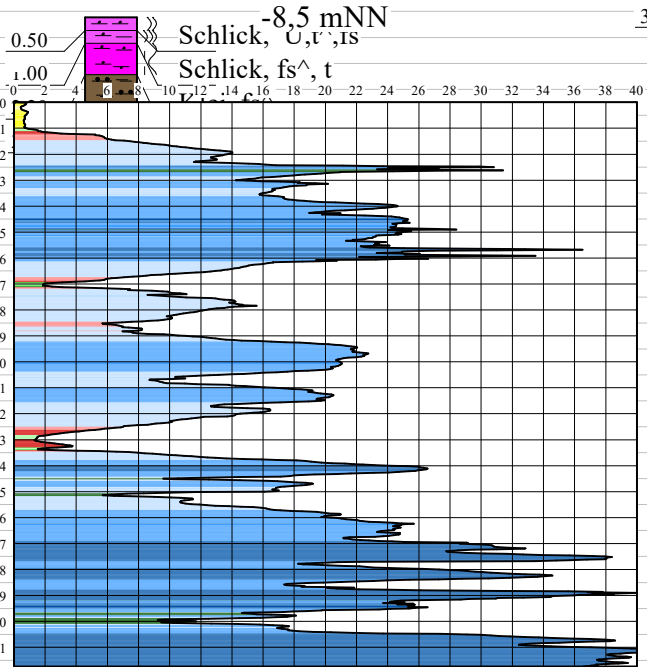
bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Querschnitt 8 A (Spitzendruck)

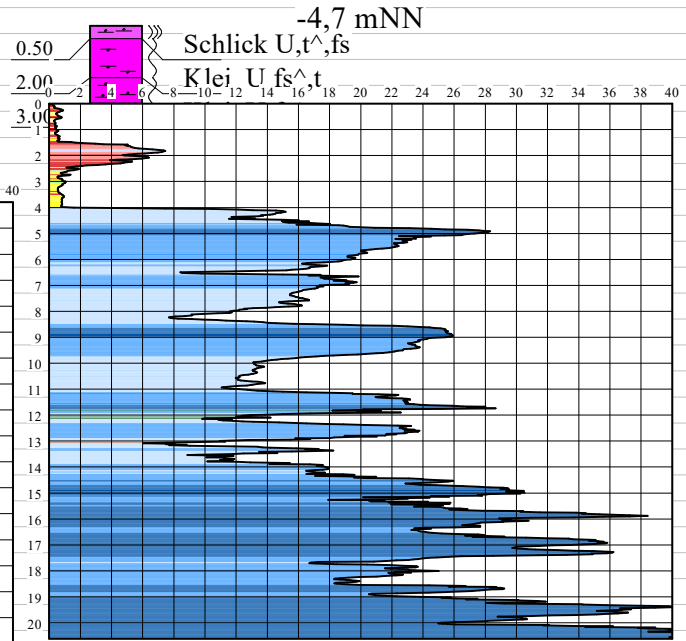
Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 12.3

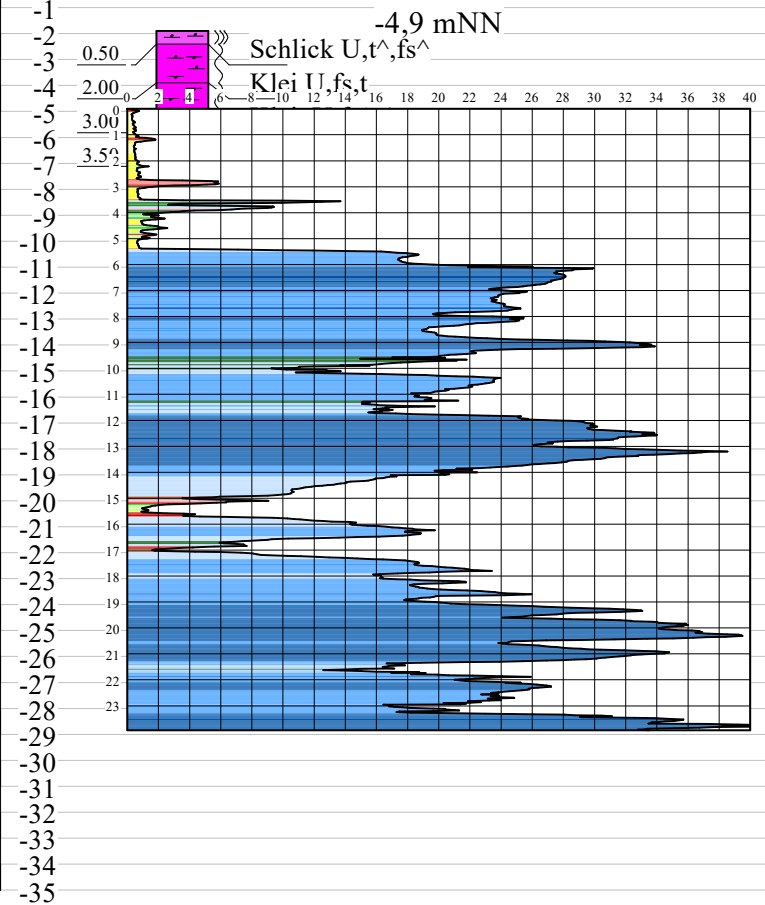
-5,23 mNN DS III-8



-1,7 mNN DS II-7



-1,90 mNN DS I-8



**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  
 Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Querschnitt 8 B (Spitzendruck)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

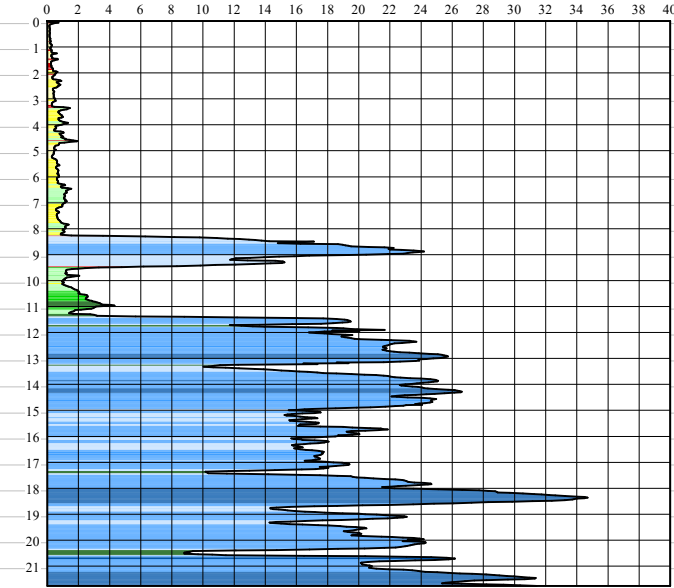
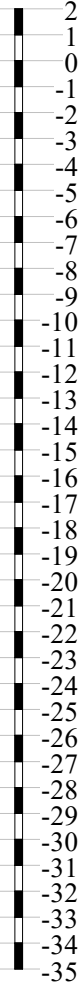
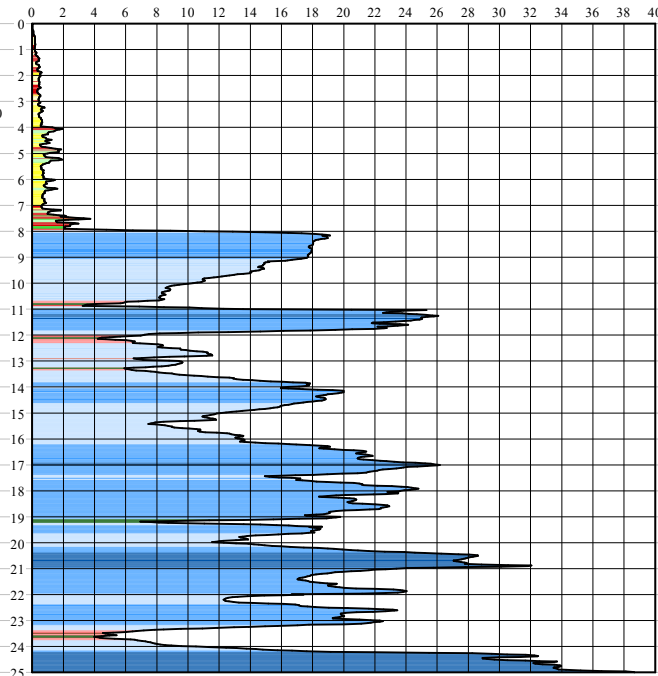
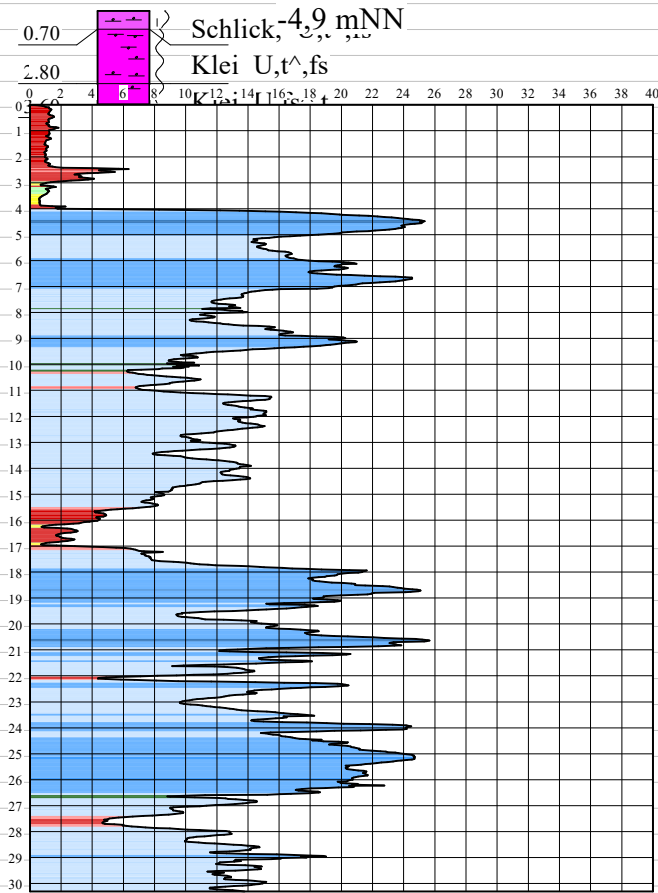
Anlagen-Nr.: 12.4

DS II-5  
-1,0 mNN

DS I-6  
-0,9 mNN

-1,28 mNN

DS III-6/5



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

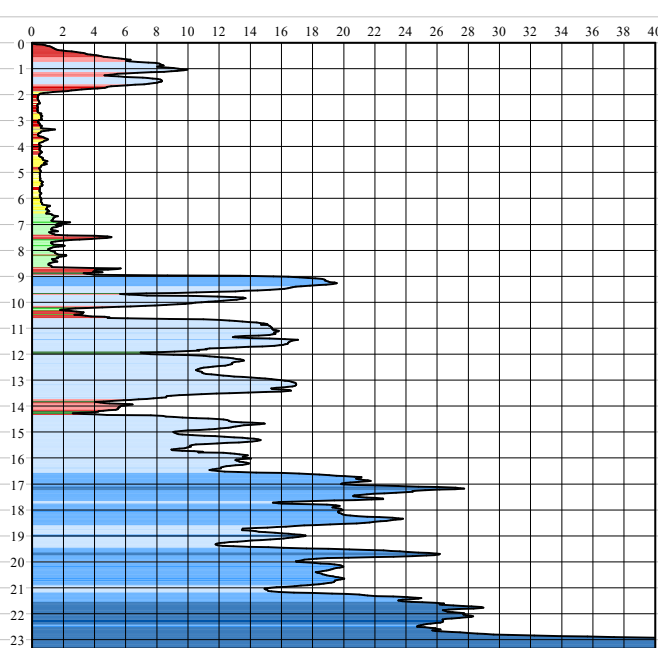
bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Querschnitt 6-5 (Spitzendruck)

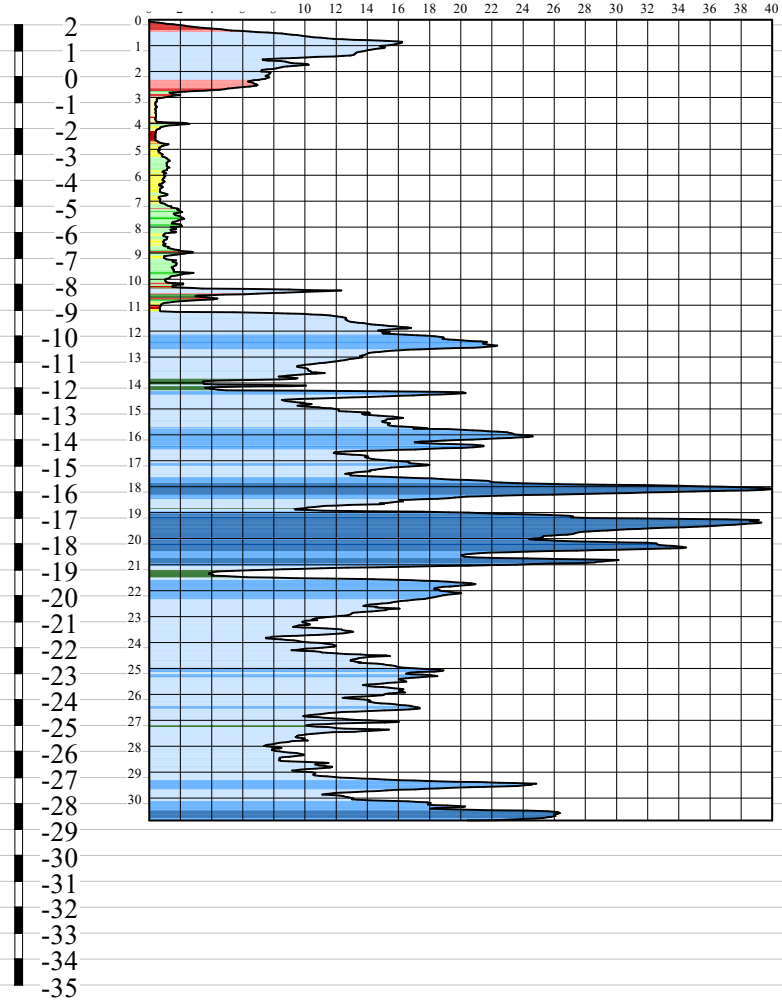
Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 12.5

DS II-3  
+1,0 mNN



DS I-2  
+2,2 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  
 Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Querschnitt 3 (Spitzendruck)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 12.6

CPT-L6/2012

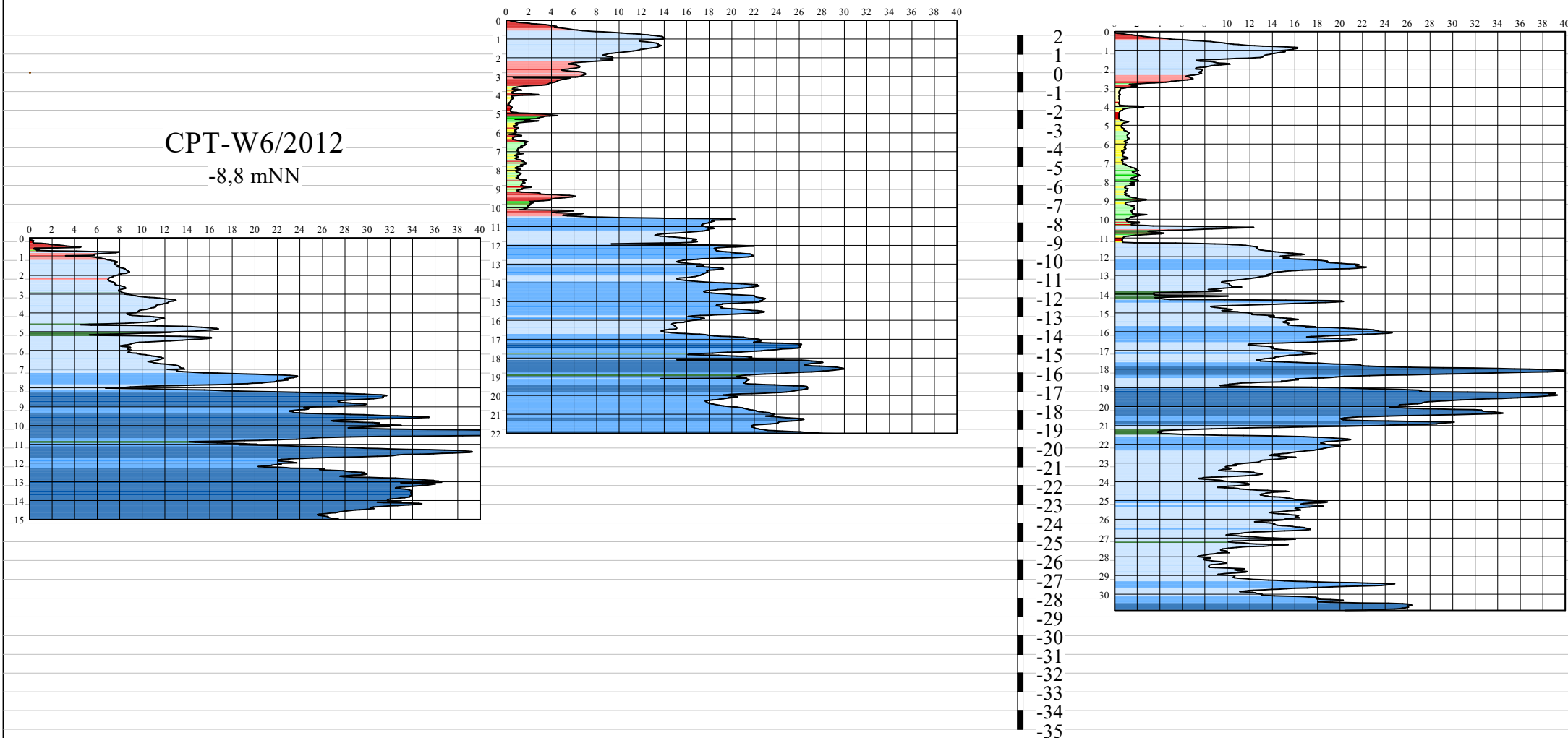
+2,8 mNN

DS I-2

+2,2 mNN

CPT-W6/2012

-8,8 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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Querschnitt 1 (Spitzendruck)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 12.7

DS III-10

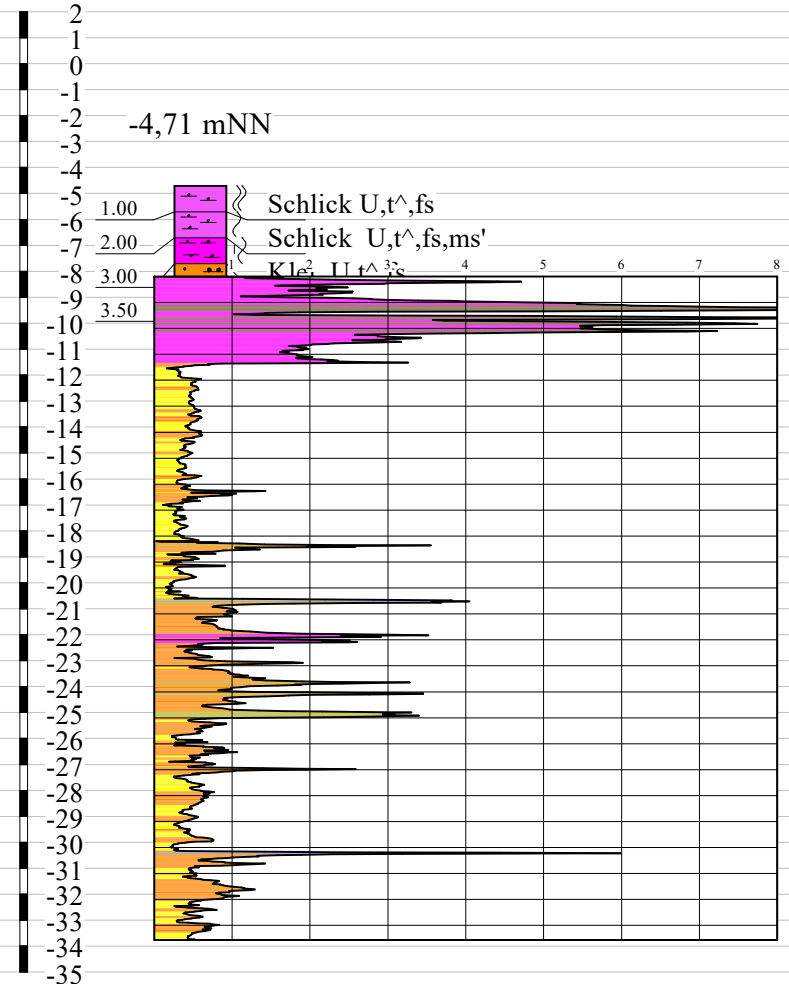
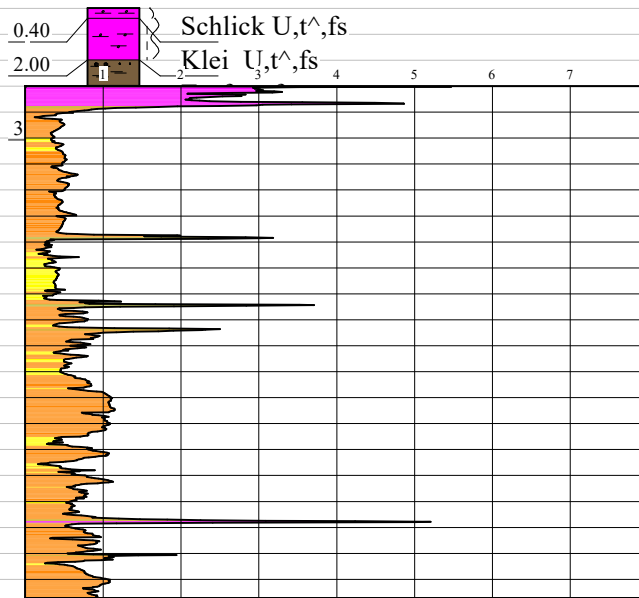
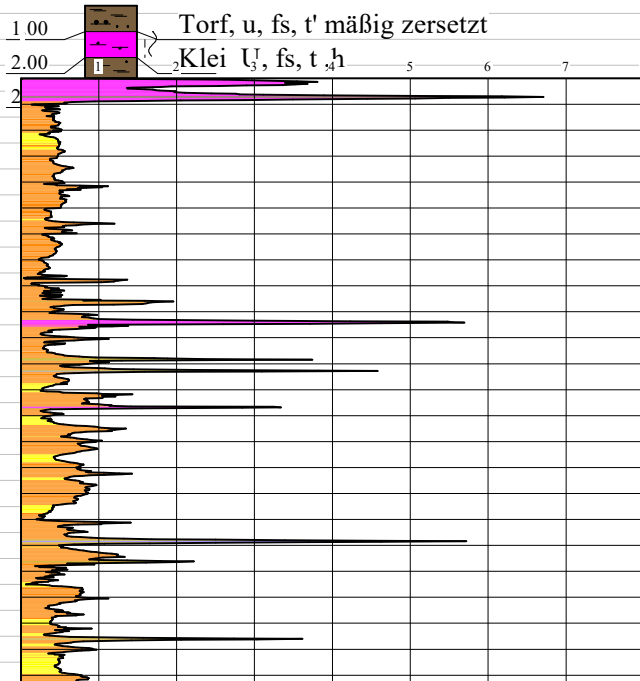
DS II-11

DS I-10

-7,71 mNN

-7,99 mNN

-4,71 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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Querschnitt 10 A (Reibungsverhältnis)

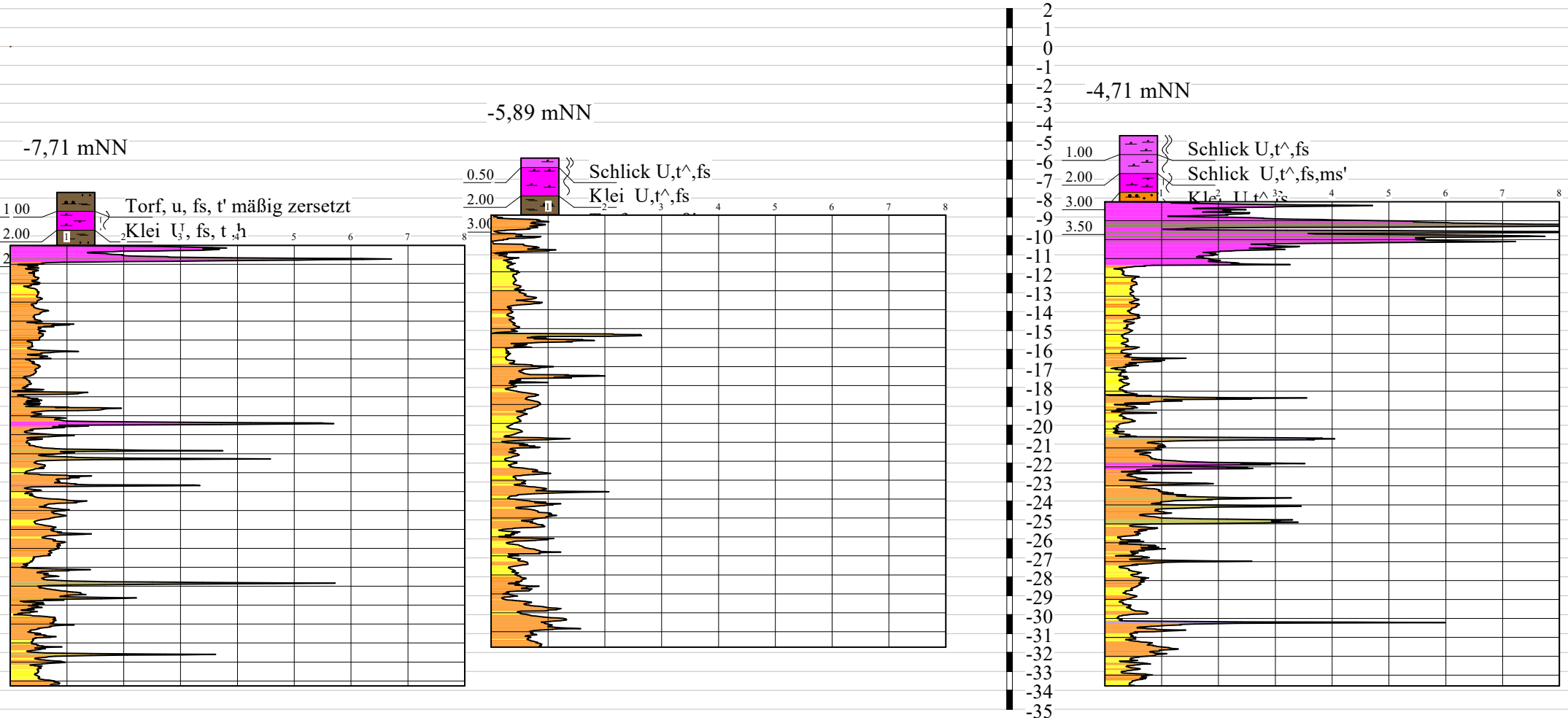
Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 12.8

DS III-10

DS II-9

DS i-10



**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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Querschnitt 10 B (Reibungsindex)

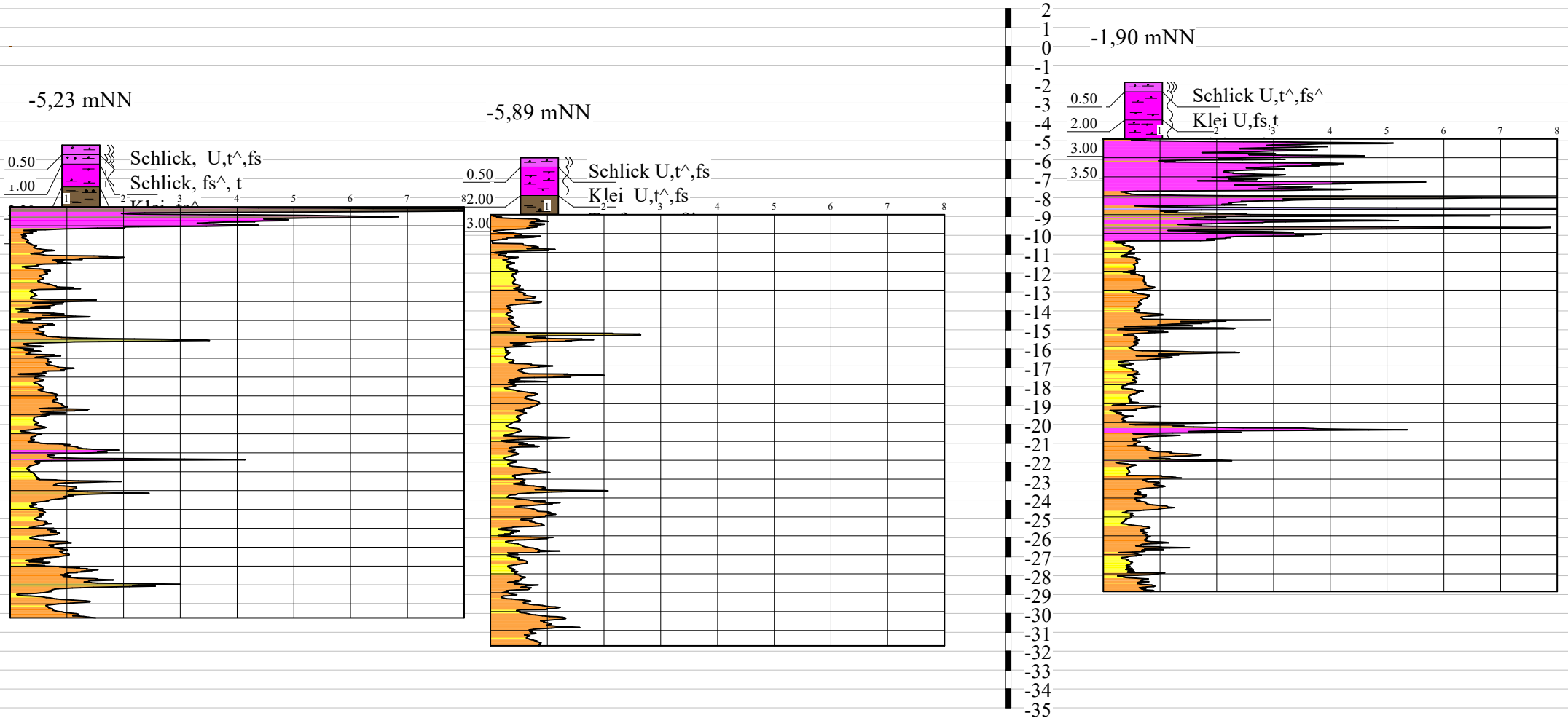
Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 12.9

DS III-8

DS II-9

DS I-8



**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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Querschnitt 8 A (Reibungsindex)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

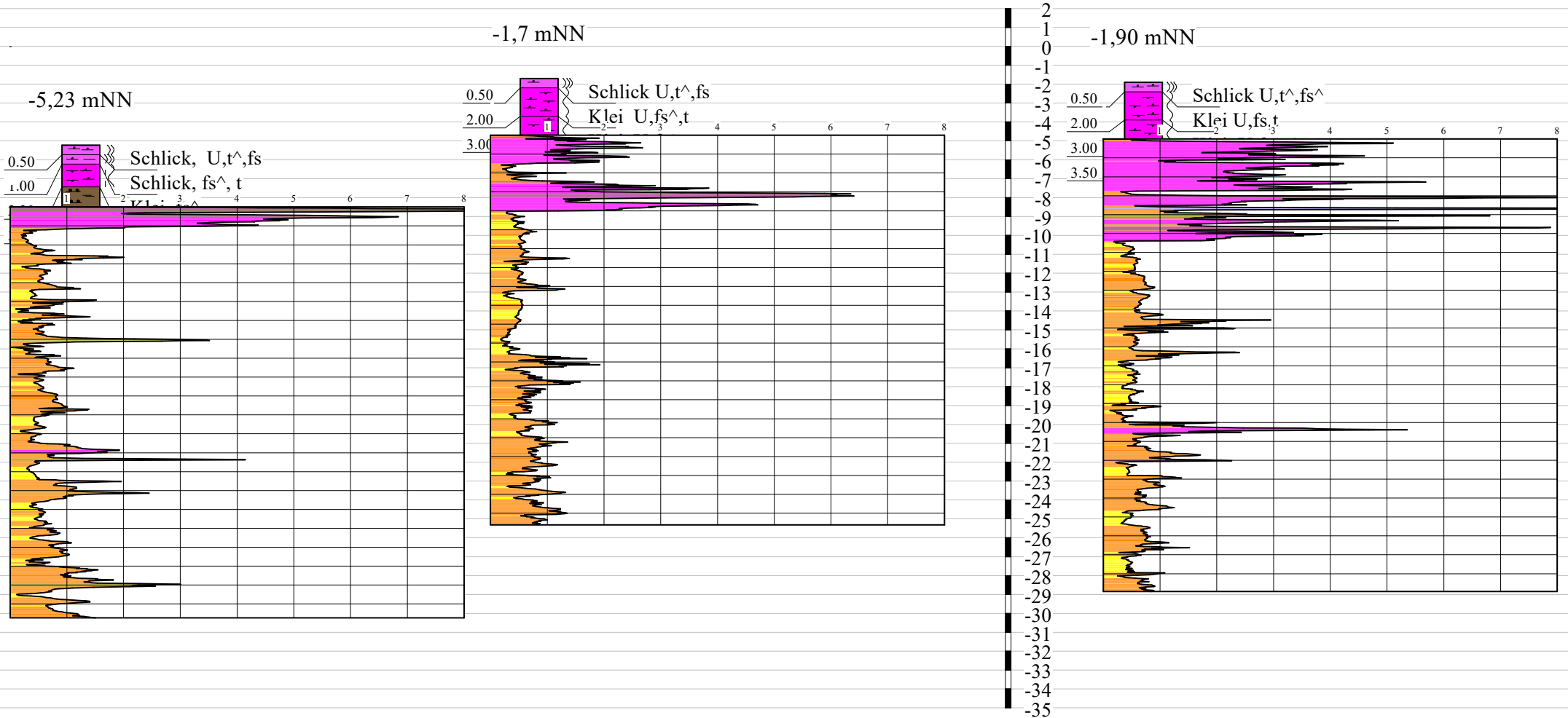
Anlagen-Nr.: 12.10



DS III-8

DS II-7

DS I-8



**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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Querschnitt 8 B (Reibungsindex)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

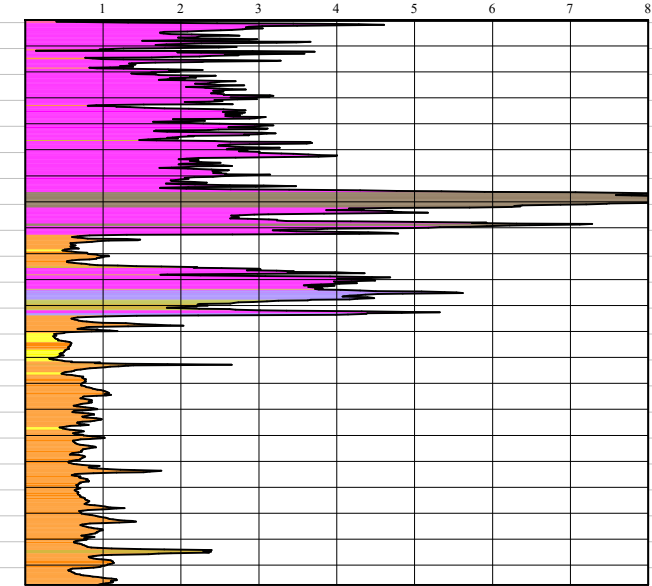
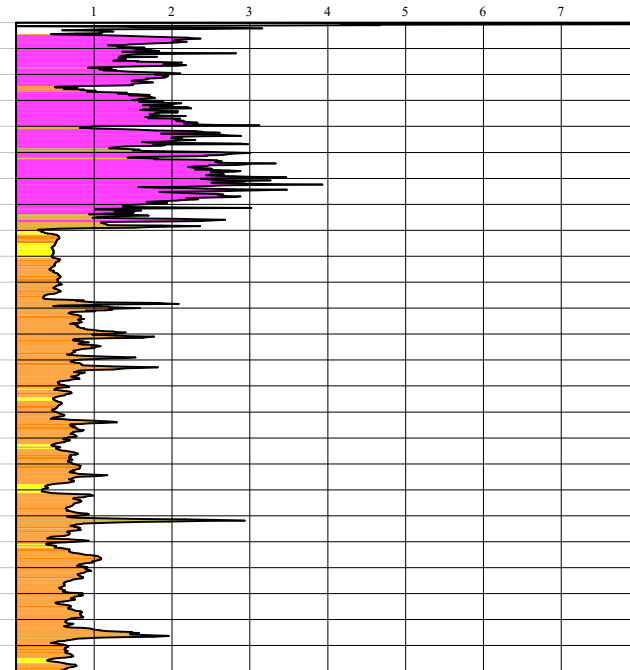
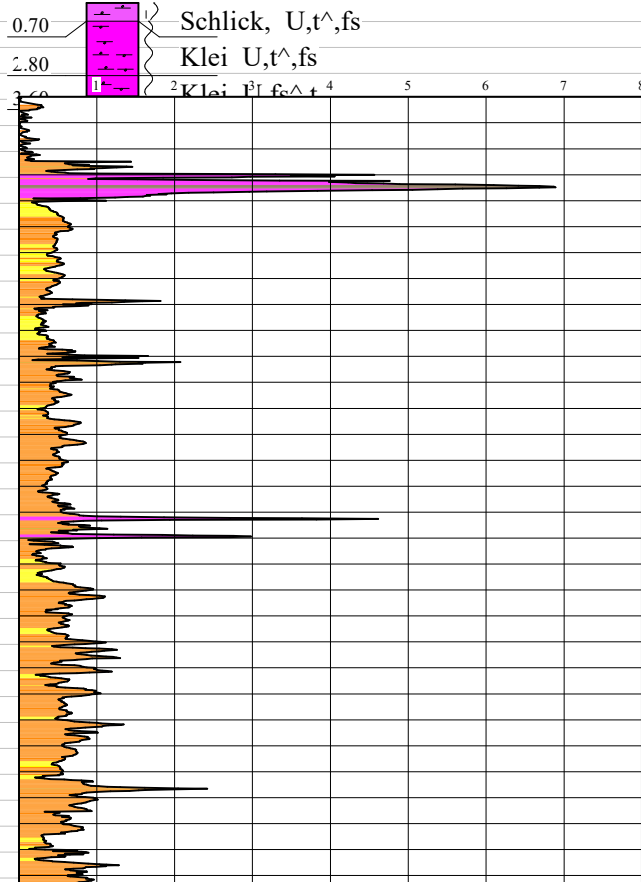
Anlagen-Nr.: 12.11

DS III-6/5

DS II-5

DS I-6

-1,28 mNN



**RI+P**

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

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

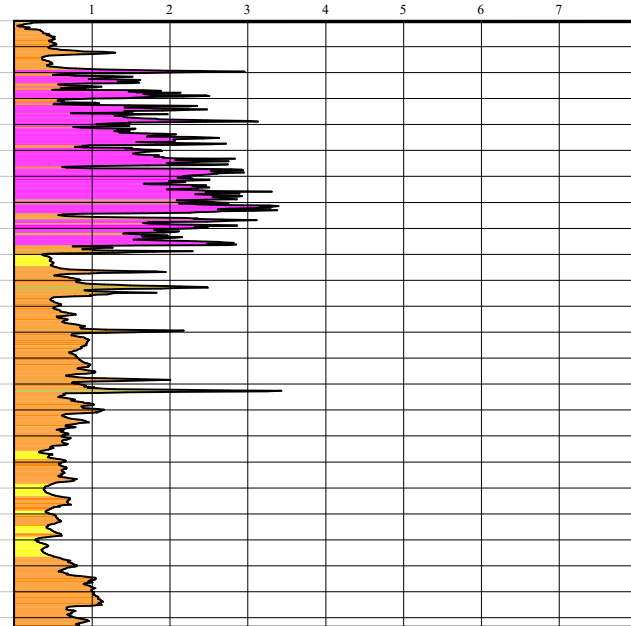
bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Querschnitt 6-5 (Reibungsindex)

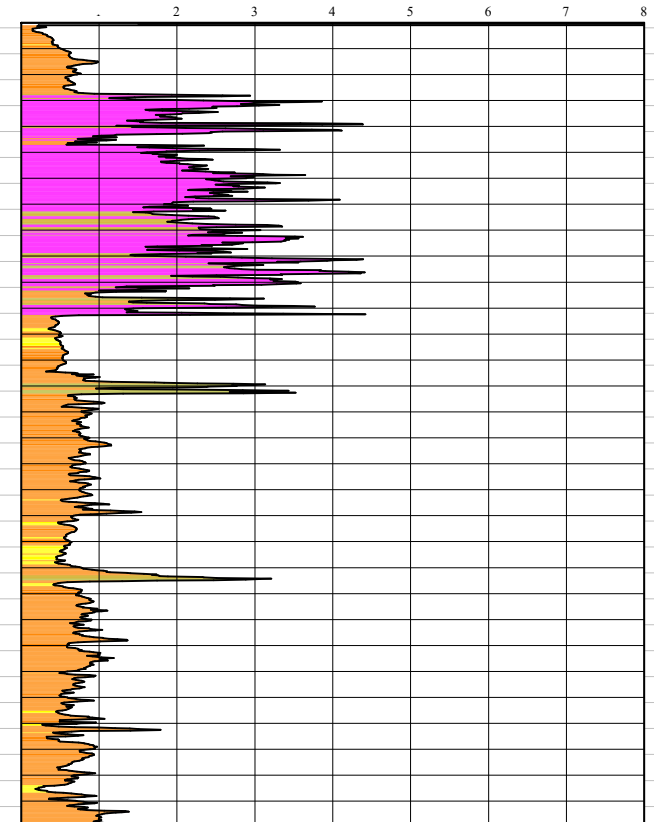
Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 12.12

DS II-3



DS I-2



**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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Querschnitt 3 (Reibungsindex)

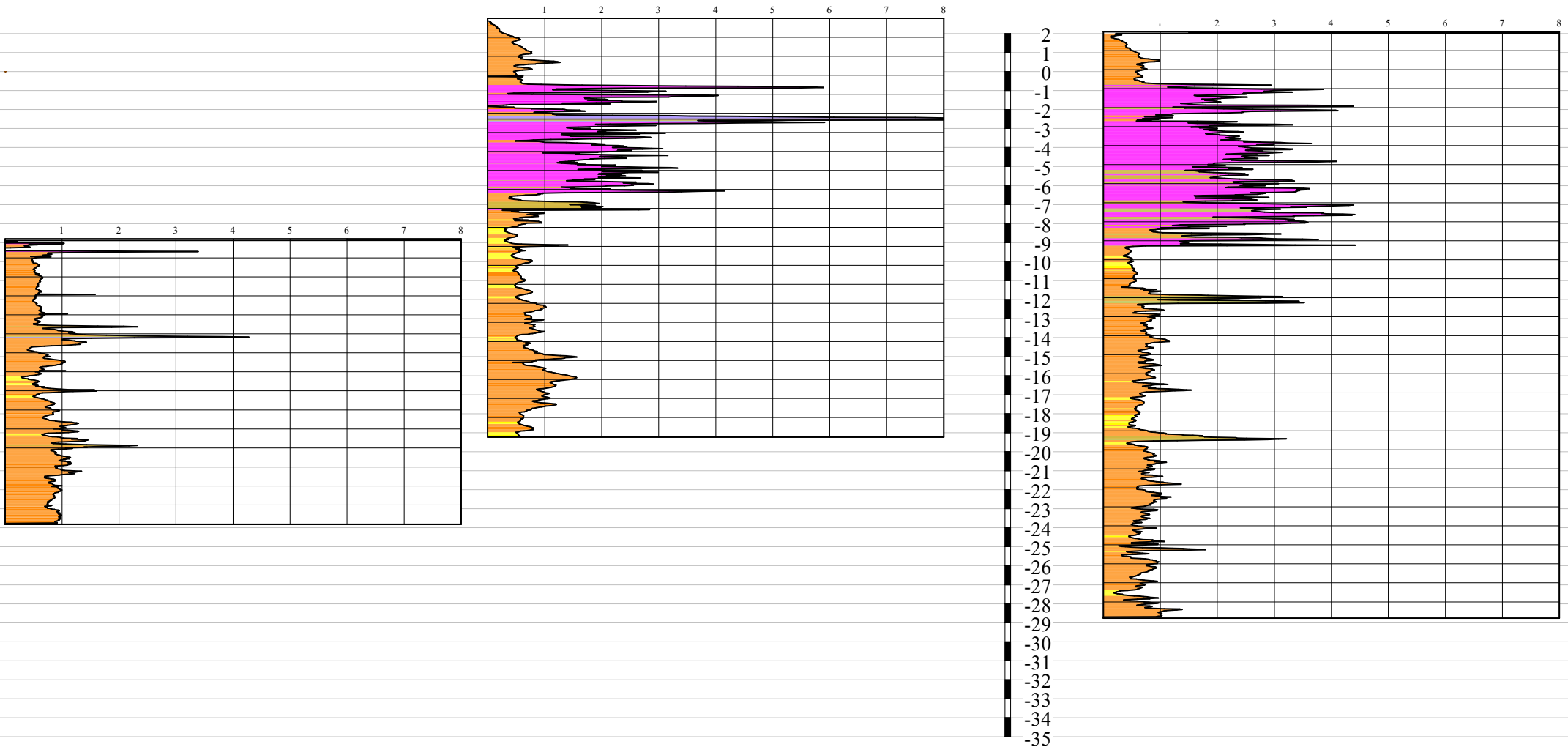
Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 12.13

CPT-W6/2012

CPT-L6/2012

DS I-2



**RI+P**

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

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

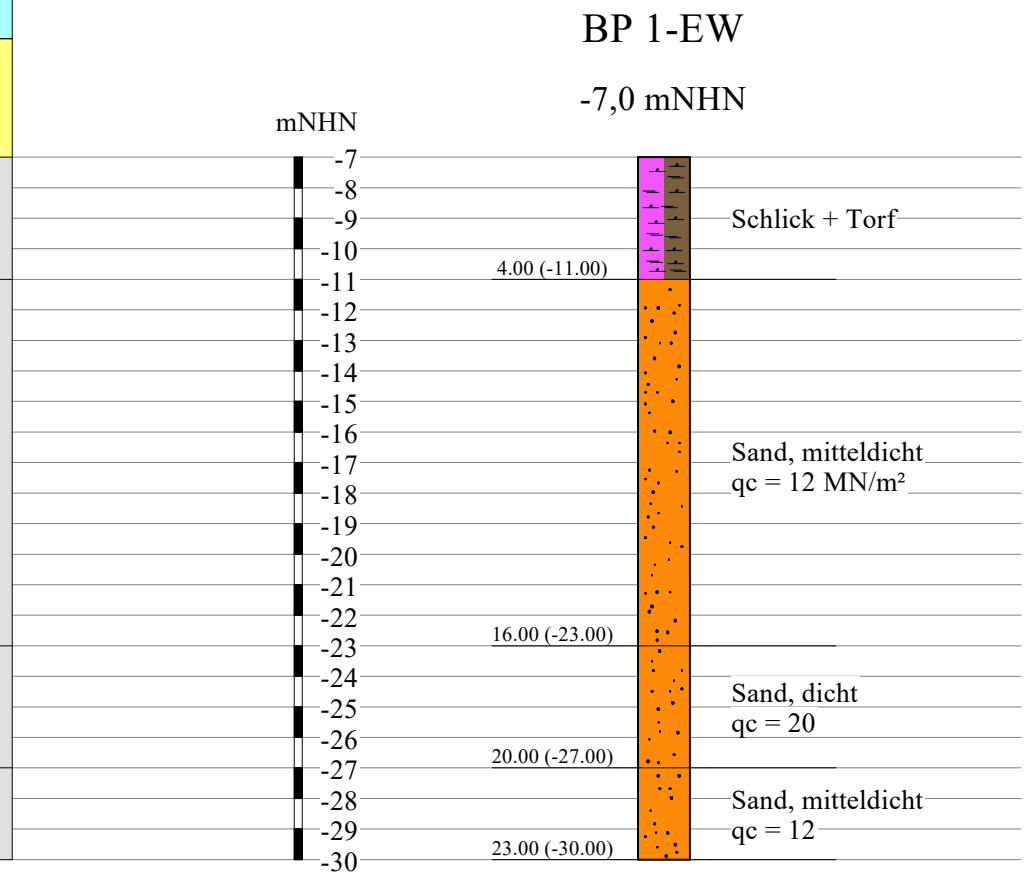
bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Querschnitt 1 (Reibungsindex)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 12.14

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	15,0 / 5,0	17,5	10	15	1
-23.0	19,0 / 11,0	37,5	---	---	60
-27.0	20,0 / 12,0	40,0	---	---	90
-30.0	19,0 / 11,0	35,0	---	---	60



**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**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

---

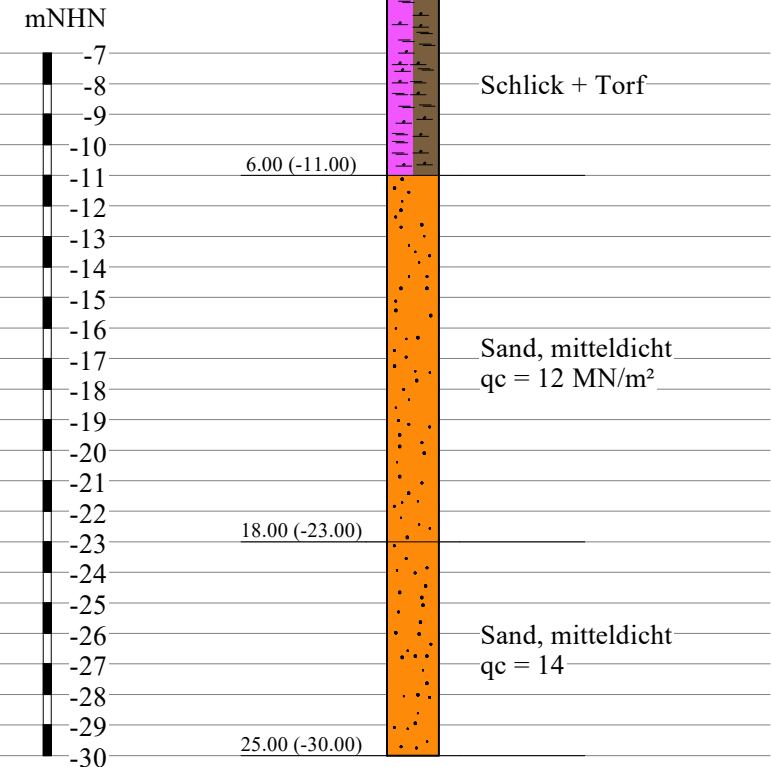
**BP 2-EW --- Erdwiderstandsbereich Achsen 11/10 und 9 - Südseite**  
 (abgeleitet aus DS II-11 / DS II-9 und DS III-10)

---

Projekt-Nr.:	2254-2020GU1	Anlagen-Nr.:	13.1.1
--------------	--------------	--------------	--------

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	15,0 / 5,0	17,5	10	15	1
-23.0	19,0 / 11,0	37,5	---	---	60
-30.0	20,0 / 12,0	37,5	---	---	80

BP 2-EW  
-5,0 mNHN



**RI+P**

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

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

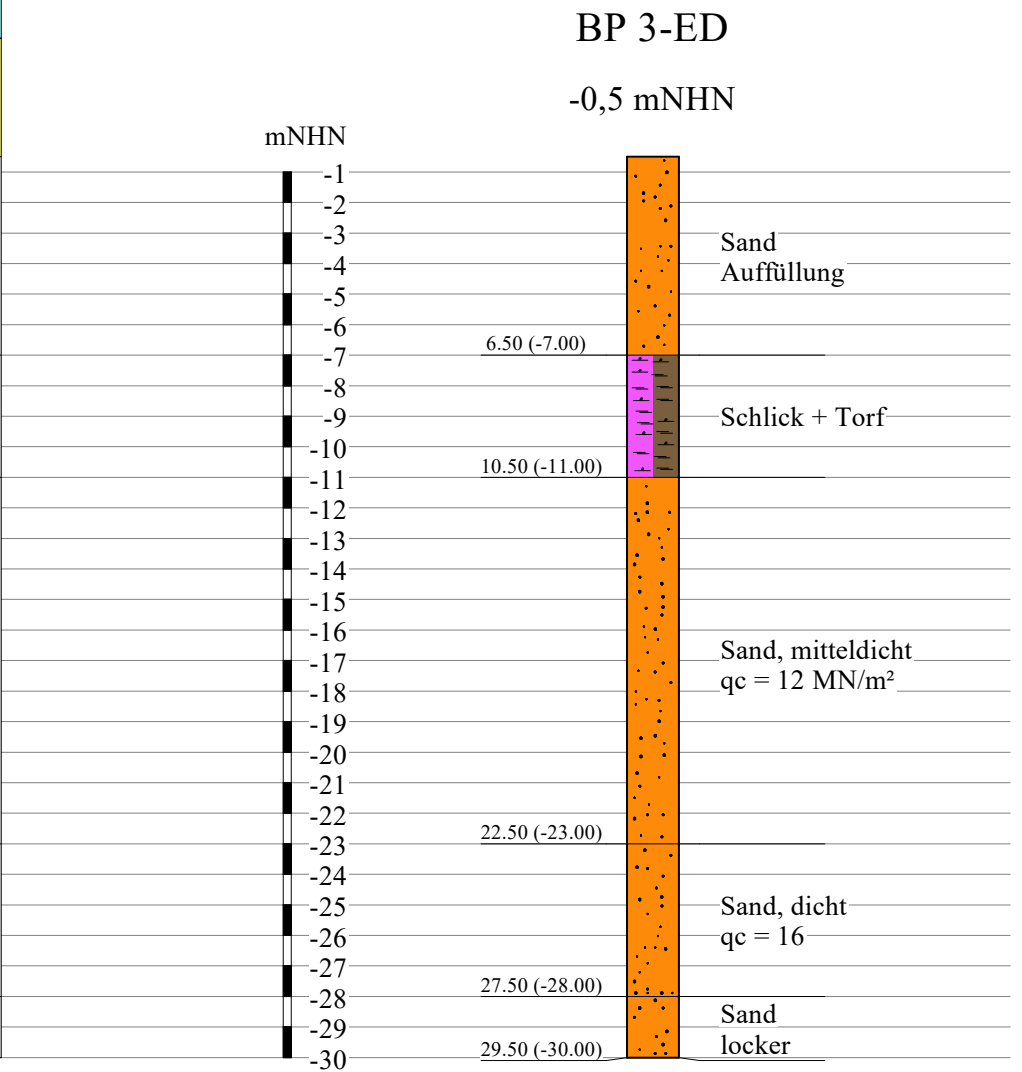
bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

BP 2-EW --- Erdwiderstandsbereich Achsen 11/10 und 9 - Nordseite  
(abgeleitet aus DS II-11 / DS II-9 und DS I-10)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 13.1.2

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> ]
-7.0	18,0 / 10,0	32,5	---	---	30
-11.0	15,0 / 5,0	17,5	10	15	1
-23.0	19,0 / 11,0	37,5	---	---	60
-28.0	20,0 / 12,0	37,5	---	---	80
-30.0	18,0 / 10,0	32,5	---	---	25



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

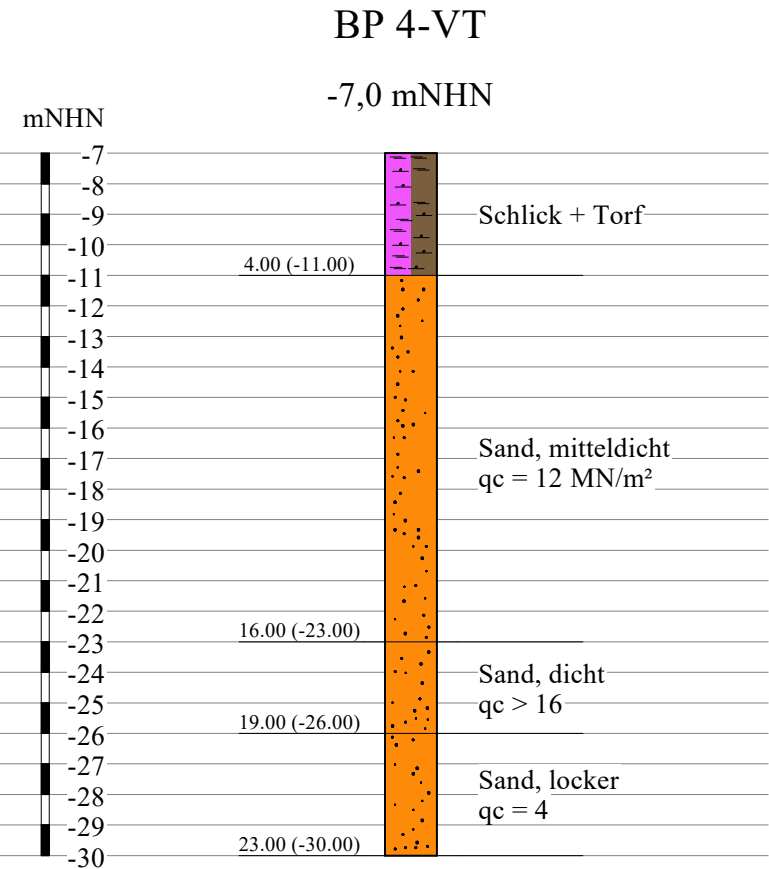
bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
 Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

BP 3-ED --- Erddruck im Inneren Achsen 11 bis 9  
 (abgeleitet aus DS II-11 und DS II-9)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1      Anlagen-Nr.: 13.1.3

Charakteristische - Bodenkennwerte		
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Spitzendruck $q_{b,k}$ * [kN/m <sup>2</sup> ]
-11.0	---	---
-23.0	60	4500
-26.0	75	6000
-30.0	40	3000

\* ansetzbar auf den 6fachen Stahlquerschnitt  
 $q_{s,k}$  nur ansetzbar auf die äußere Abwicklung



**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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

BP 4-VT --- Vertikale Tragfähigkeit der Spundwand - Achsen 11 bis 9  
(abgeleitet aus DS II-11 und DS II-9)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1      Anlagen-Nr.: 13.1.4



# GEWI

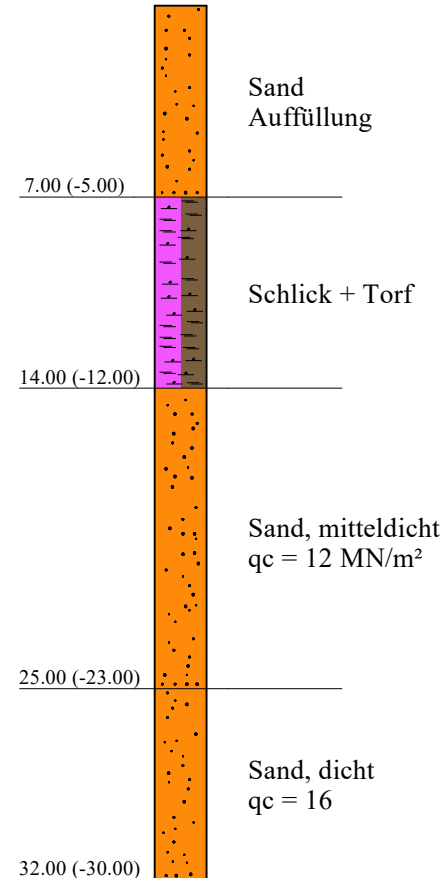
Charakteristische - Bodenkennwerte	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-12.0	---
-23.0	240
-30.0	270

# Ischebeck

Charakteristische - Bodenkennwerte	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-12.0	---
-23.0	270
-30.0	310

# BP 5 - Anker

2,0 mNHN



# Stahlträger

Charakteristische - Bodenkennwerte	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	20
-12.0	15
-23.0	65
-30.0	85

**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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

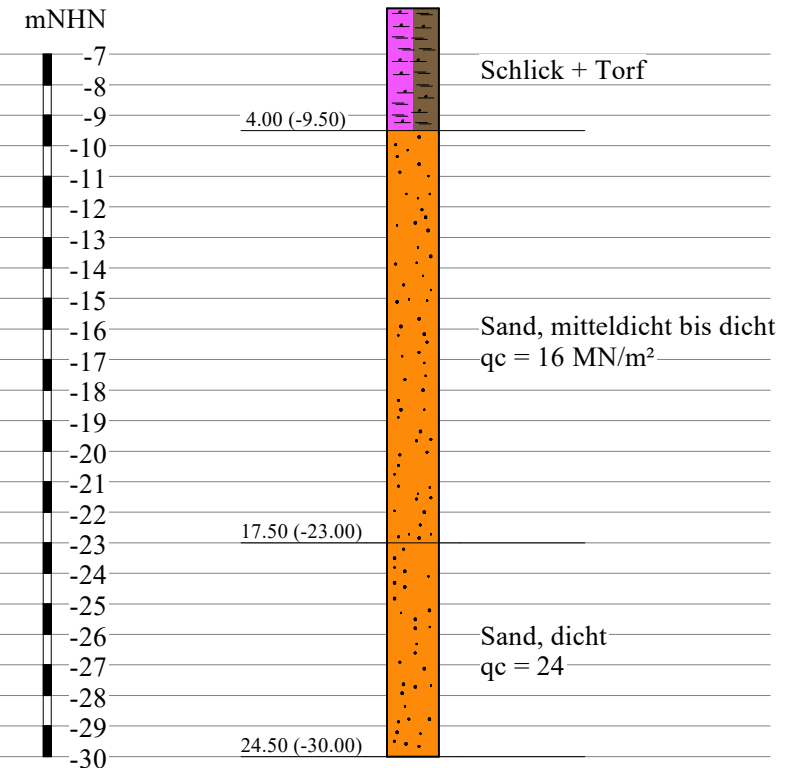
BP 5-Anker --- Ankerpfähle - Achsen 11 bis 9  
(abgeleitet aus DS II-11 / DS II-9 und DS I-10)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 13.1.5

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> ]
-9.5	15,0 / 5,0	17,5	10	15	1
-23.0	19,0 / 11,0	37,5	---	---	60
-30.0	20,0 / 12,0	40,0	---	---	90

BP 6-EW  
-5,5 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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

BP 6-EW --- Erdwiderstandsbereich Achsen 8 und 7 - Südseite  
(abgeleitet aus DS III-8 und DS II-7)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

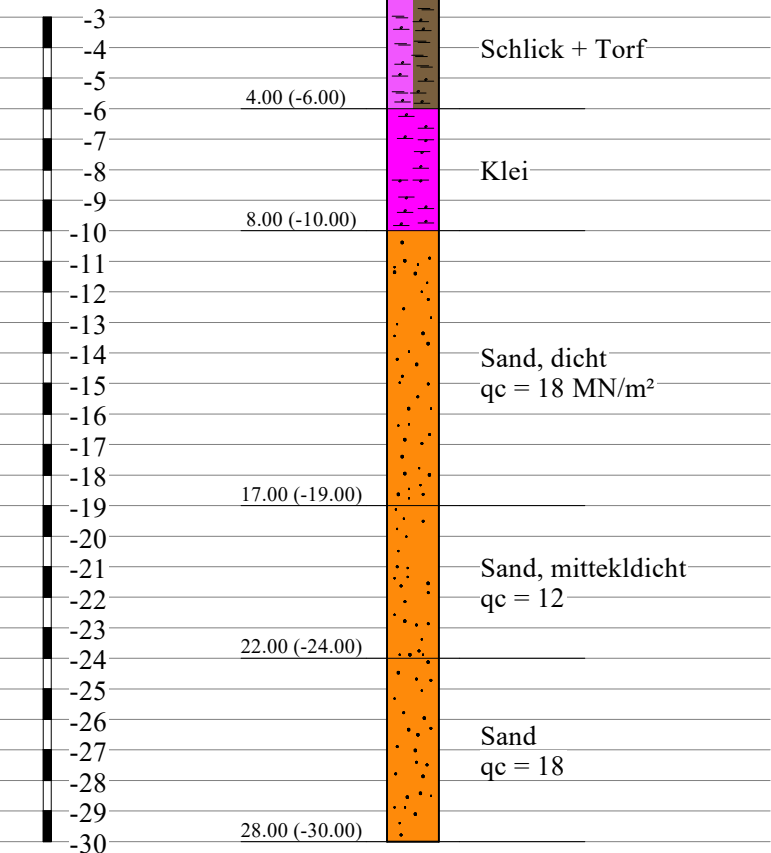
Anlagen-Nr.: 13.2.1

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> ]
-6.0	15,0 / 5,0	17,5	10	15	1
-10.0	16,0 / 6,0	20,0	10	40	1,5
-19.0	20,0 / 12,0	40,0	---	---	80
-24.0	19,0 / 11,0	35,0	---	---	50
-30.0	20,0 / 12,0	37,5	---	---	80

BP 7-EW

-2,0 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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

BP 7-EW --- Erdwiderstandsbereich Achsen 8 und 7 - Nordseite  
(abgeleitet aus DS II-7 und DS I-8)

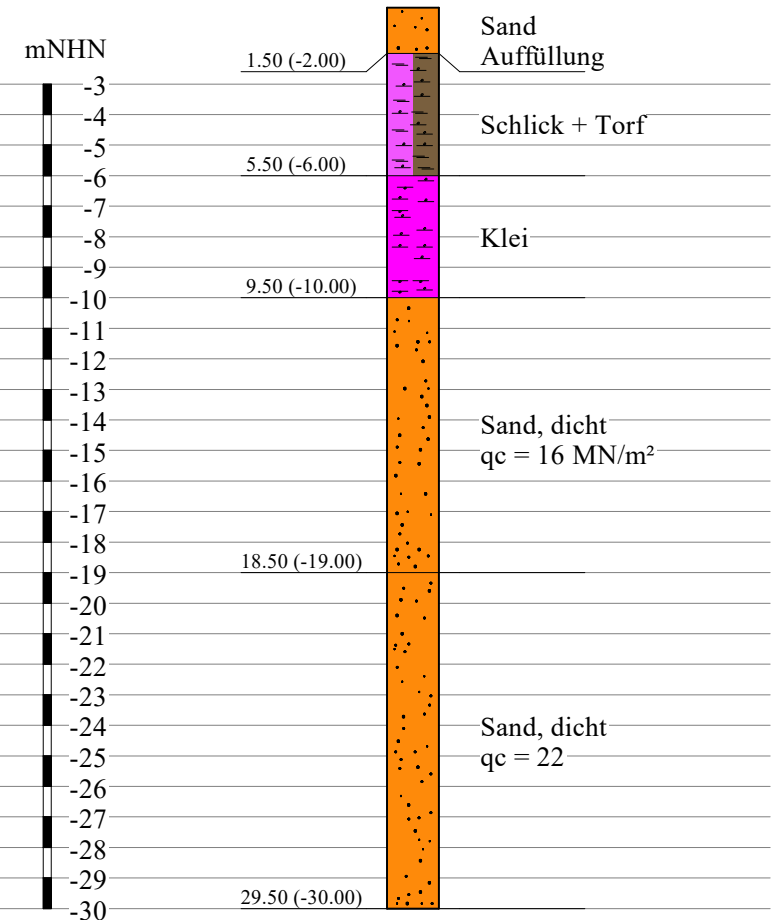
Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 13.2.2

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> ]
-2.0	18,0 / 10,0	32,5	---	---	30
-6.0	15,0 / 5,0	17,5	10	15	1
-10.0	16,0 / 6,0	20,0	10	40	1,5
-19.0	20,0 / 12,0	37,5	---	---	70
-30.0	20,0 / 12,0	37,5	---	---	80

BP 8-ED

-0,5 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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

BP 8-ED --- Erddruck im Inneren Achsen 8 und 7  
(abgeleitet aus DS II-7)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

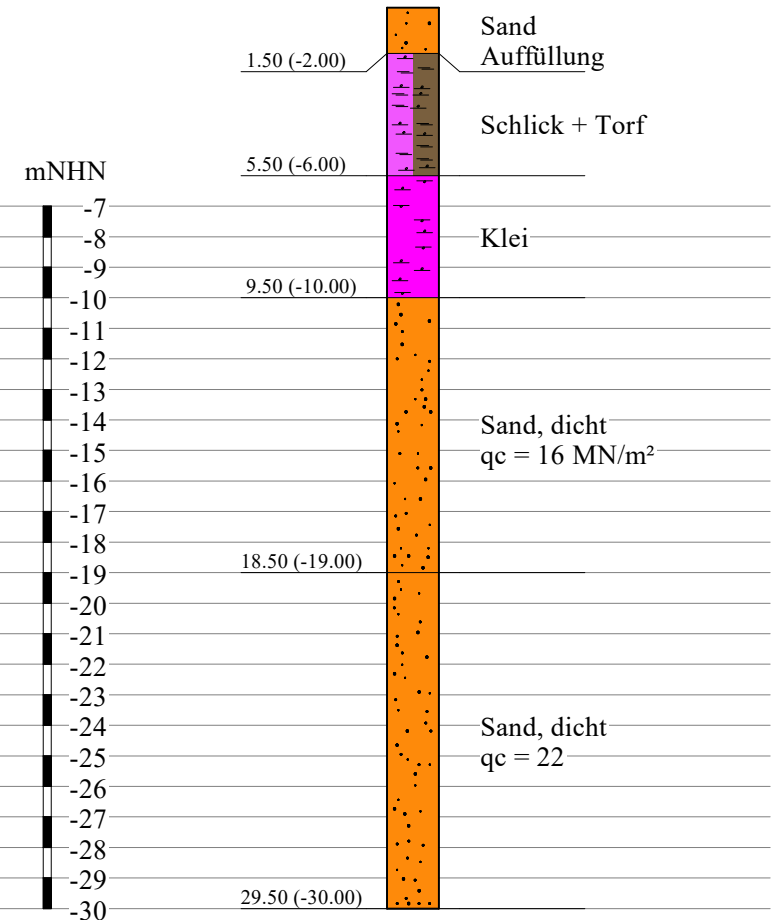
Anlagen-Nr.: 13.2.3

# BP 9-VT

-0,5 mNHN

Charakteristische - Bodenkennwerte		
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Spitzendruck $q_{b,k}$ * [kN/m <sup>2</sup> ]
-10.0	---	---
-19.0	70	5000
-30.0	85	6000

\* ansetzbar auf den 6fachen Stahlquerschnitt  
 $q_{s,k}$  nur ansetzbar auf die äußere Abwicklung



**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  
 Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

BP 9-VT --- Vertikale Tragfähigkeit der Spundwand - Achsen 8 und 7  
 (abgeleitet aus DS II-7)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 13.2.4

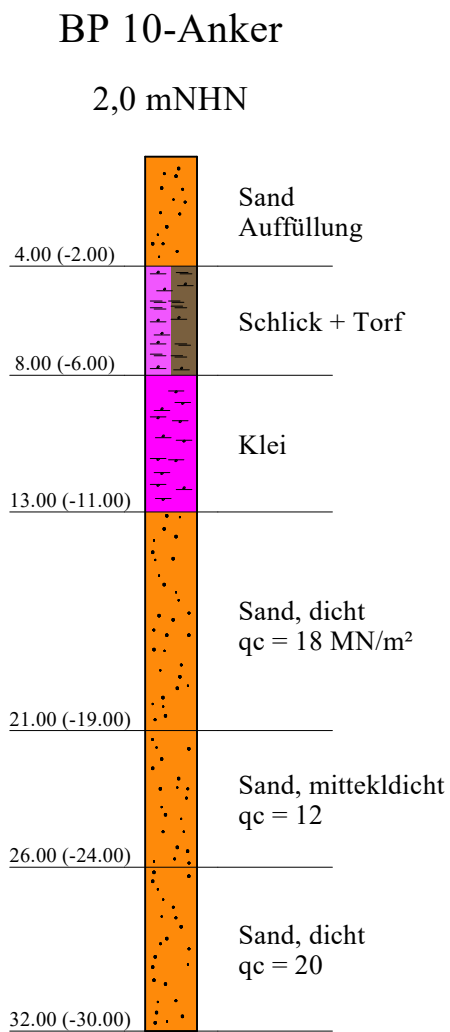
# GEWI

# Ischebeck

# Stahlträger

Charakteristische - Bodenkennwerte	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung qs,k [kN/m²]
-11.0	---
-19.0	270
-24.0	230
-30.0	280

Charakteristische - Bodenkennwerte	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung qs,k [kN/m²]
-11.0	---
-19.0	310
-24.0	270
-30.0	320



Charakteristische - Bodenkennwerte	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung qs,k [kN/m²]
-7.0	---
-11.0	25
-15.0	60
-19.0	70
-24.0	60
-30.0	90

<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><b>bremenports GmbH &amp; Co. KG, Bremerhaven</b> Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole</p>	
	<p>BP 10-Anker --- Ankerpfähle - Achsen 8 und 7 (abgeleitet aus DS II-7 und DS I-8)</p>	
	<p>Projekt-Nr.: 2254-2020GU1</p>	<p>Anlagen-Nr.: 13.2.5</p>

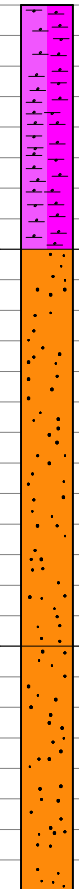
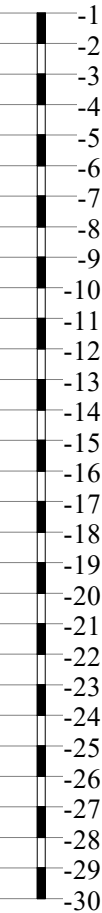
**Charakteristische - Bodenkennwerte**

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> ]
-9.0	15,0 / 5,0	17,5	10	15	1
-22.0	19,0 / 11,0	37,5	---	---	60
-30.0	20,0 / 12,0	37,5	---	---	80

**BP 11-EW**

-1,0 mNHN

mNHN



Schlick + Klei  
Feinsand

8.00 (-9.00)

Sand, mitteldicht  
qc = 12 MN/m<sup>2</sup>

21.00 (-22.00)

Sand, dicht  
qc = 20

29.00 (-30.00)

**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**  
 Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

---

BP 11-EW --- Erdwiderstandsbereich Achsen 6 bis 4 - Südseite  
 (abgeleitet aus DS III-6/5)

---

Projekt-Nr.:	2254-2020GU1	Anlagen-Nr.:	13.3.1
--------------	--------------	--------------	--------

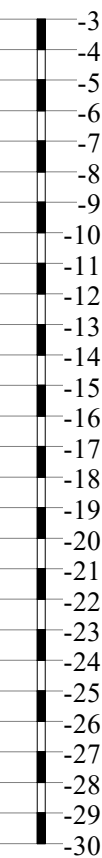
**Charakteristische - Bodenkennwerte**

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> ]
-6.0	15,0 / 5,0	17,5	10	15	1
-9.0	16,0 / 6,0	20,0	10	30	1,5
-12.0	17,0 / 7,0	22,5	15	70	3
-30.0	20,0 / 12,0	37,5	---	---	80

BP 12-EW

-1,0 mNHN

mNHN



Schlick + Torf

5.00 (-6.00)

Klei

8.00 (-9.00)

Klei, steif

11.00 (-12.00)

Sand, dicht  
qc > 16 MN/m<sup>2</sup>

29.00 (-30.00)

**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**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

BP 12-EW --- Erdwiderstandsbereich Achsen 6 bis 4 - Nordseite  
(abgeleitet aus DS II-5 und DS I-6)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

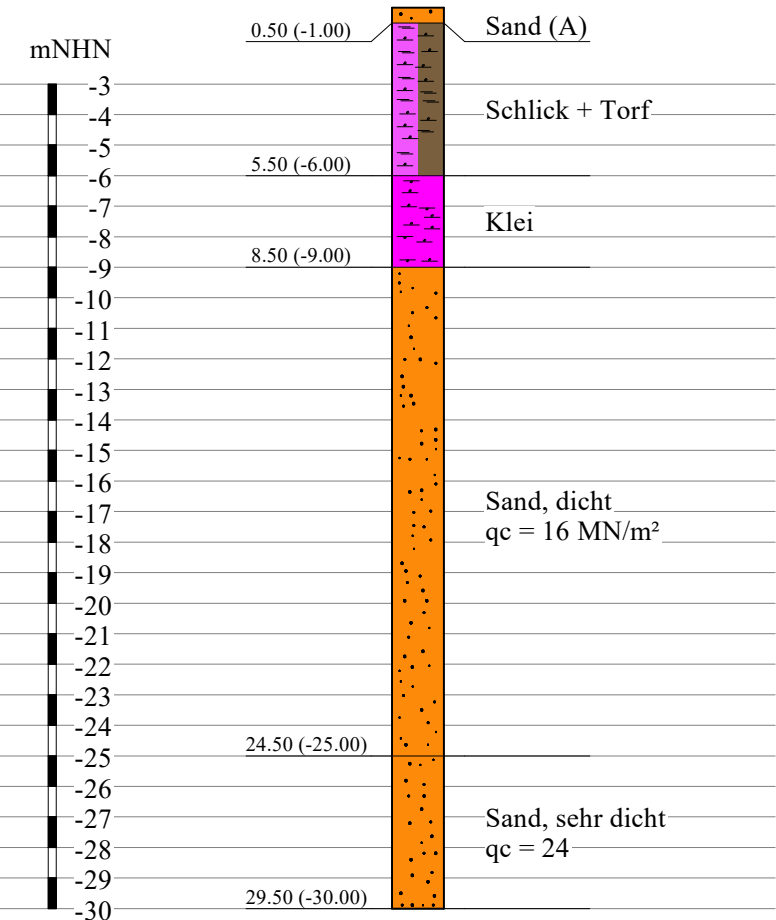
Anlagen-Nr.: 13.3.2



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> ]
-1.0	18,0 / 10,0	32,5	---	---	30
-6.0	15,0 / 5,0	17,5	10	15	1
-9.0	16,0 / 6,0	20,0	10	30	1,5
-25.0	20,0 / 12,0	37,5	---	---	60
-30.0	20,0 / 12,0	40,0	---	---	80

BP 13-ED

-0,5 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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

BP 13-ED --- Erddruck im Inneren Achsen 6 bis 4  
(abgeleitet aus DS II-5)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

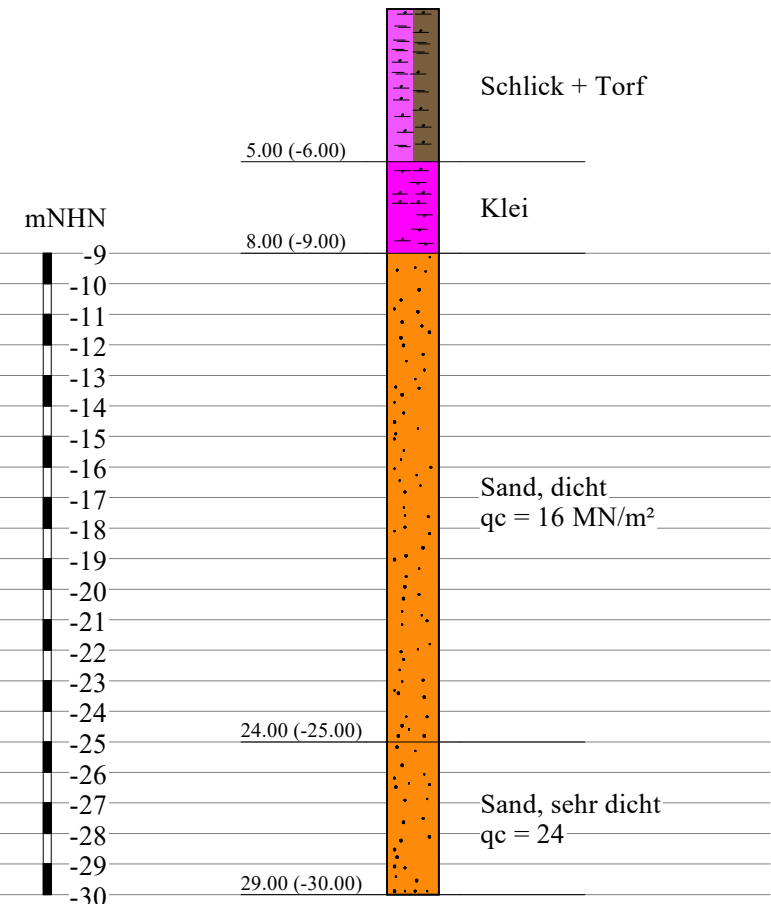
Anlagen-Nr.: 13.3.3

# BP 14-VT

-1,0 mNHN

Charakteristische - Bodenkennwerte		
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Spitzendruck $q_{b,k}$ * [kN/m <sup>2</sup> ]
-25.0	60	4500
-30.0	85	6000

\* ansetzbar auf den 6fachen Stahlquerschnitt  
 $q_{s,k}$  nur ansetzbar auf die äußere Abwicklung



**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  
 Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

BP 14-VT --- Vertikale Tragfähigkeit der Spundwand - Achsen 6 bis 4  
 (abgeleitet aus DS II-5)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1      Anlagen-Nr.: 13.3.4

# GEWI

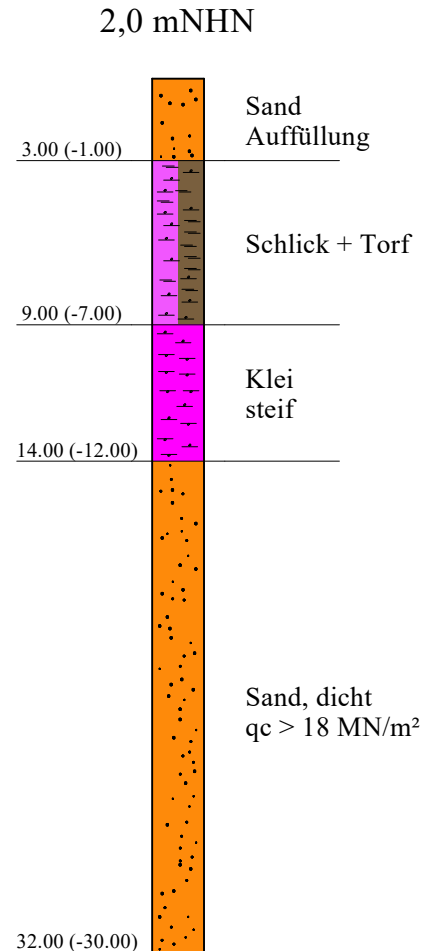
# Ischebeck

# Stahlträger

Charakteristische - Bodenkennwerte	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung qs,k [kN/m <sup>2</sup> ]
-12.0	---
-30.0	280

Charakteristische - Bodenkennwerte	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung qs,k [kN/m <sup>2</sup> ]
-12.0	---
-30.0	320

## BP 15-Anker



Charakteristische - Bodenkennwerte	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung qs,k [kN/m <sup>2</sup> ]
-7.0	---
-12.0	30
-17.0	70
-30.0	80

**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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

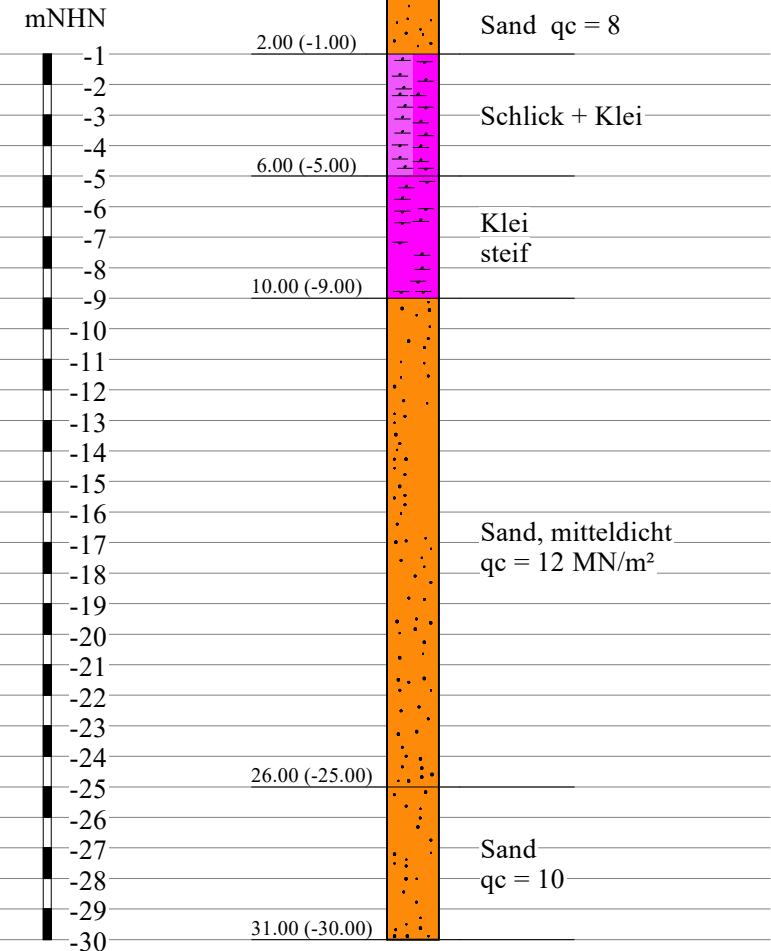
BP 15-Anker --- Ankerpfähle - Achsen 6 bis 4  
(abgeleitet aus DS II-5 und DS I-6)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 13.3.5

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> ]
-1.0	18,0 / 10,0	35,0	---	---	30
-5.0	15,0 / 5,0	17,5	10	20	1
-9.0	17,0 / 7,0	22,5	15	60	3
-25.0	19,0 / 11,0	37,5	---	---	70
-30.0	19,0 / 11,0	35,0	---	---	50

BP 16-Spw  
+1,0 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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

BP 16-Spw ---Spundwandstatik Achsen 3 und 2  
(abgeleitet aus DS II-3 und DS I-2)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 13.4.1

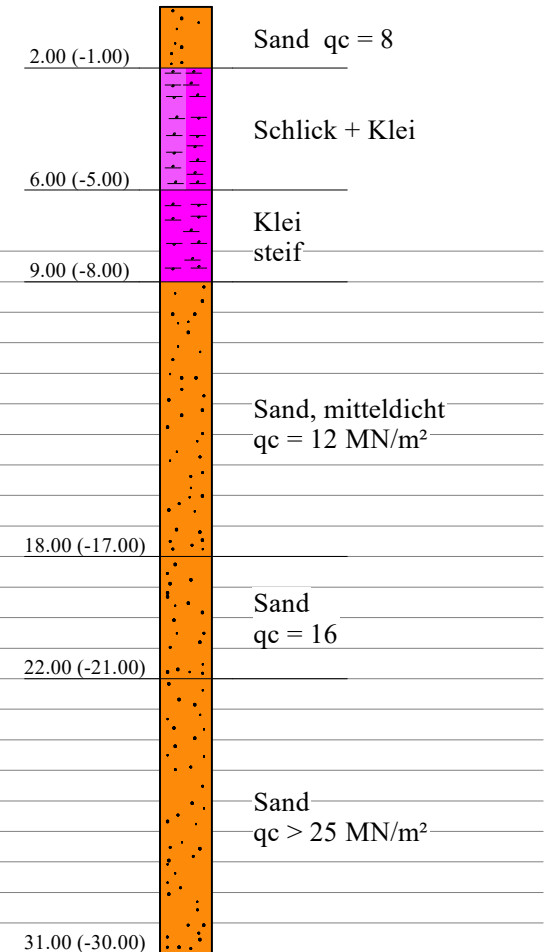
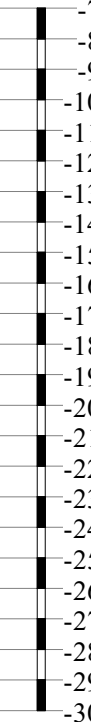
# BP 17-VT

+1,0 mNHN

Charakteristische - Bodenkennwerte		
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Spitzendruck $q_{b,k}$ * [kN/m <sup>2</sup> ]
-17.0	60	4000
-21.0	75	5000
-30.0	95	6500

\* ansetzbar auf den 6fachen Stahlquerschnitt  
 $q_{s,k}$  nur ansetzbar auf die äußere Abwicklung

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  
 Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

BP 17-VT --- Vertikale Tragfähigkeit der Spundwand - Achsen 3 und 2  
 (abgeleitet aus DS II-3)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 13.4.2

# GEWI

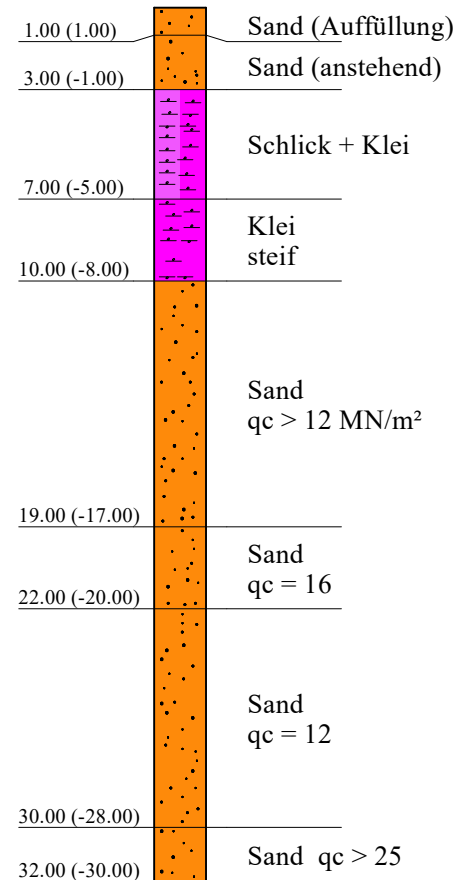
Charakteristische - Bodenkennwerte	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung qs,k [kN/m <sup>2</sup> ]
-8.0	---
-17.0	230
-20.0	270
-28.0	230
-30.0	300

# Ischebeck

Charakteristische - Bodenkennwerte	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung qs,k [kN/m <sup>2</sup> ]
-8.0	---
-17.0	270
-20.0	300
-28.0	270
-30.0	340

# BP 18-Anker

2,0 mNHN



# Stahlträger

Charakteristische - Bodenkennwerte	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung qs,k [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-8.0	30
-17.0	55
-20.0	70
-28.0	60
-30.0	90

**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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

BP 18-Anker --- Ankerpfähle - Achsen 3 und 2  
(abgeleitet aus DS II-3 und DS I-2)

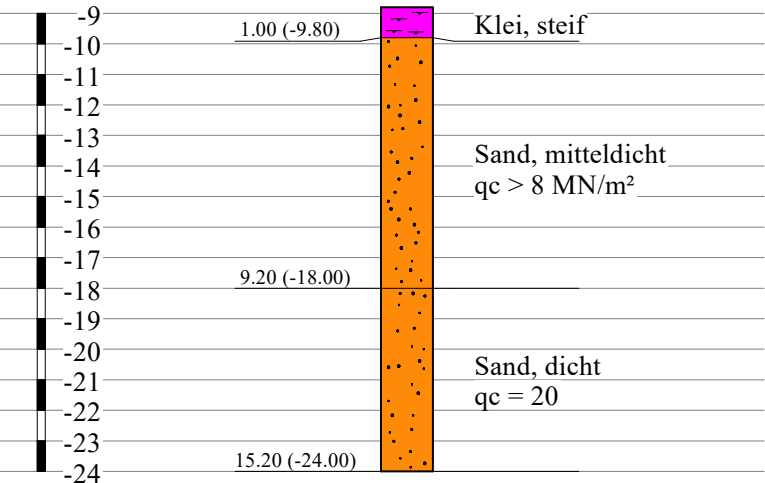
Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 13.4.3

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> ]
-9.8	17,0 / 7,0	22,5	15	60	3
-18.0	19,0 / 11,0	35,0	---	---	60
-24.0	20,0 / 12,0	37,5	---	---	80

BP 19 EW  
-8,8 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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

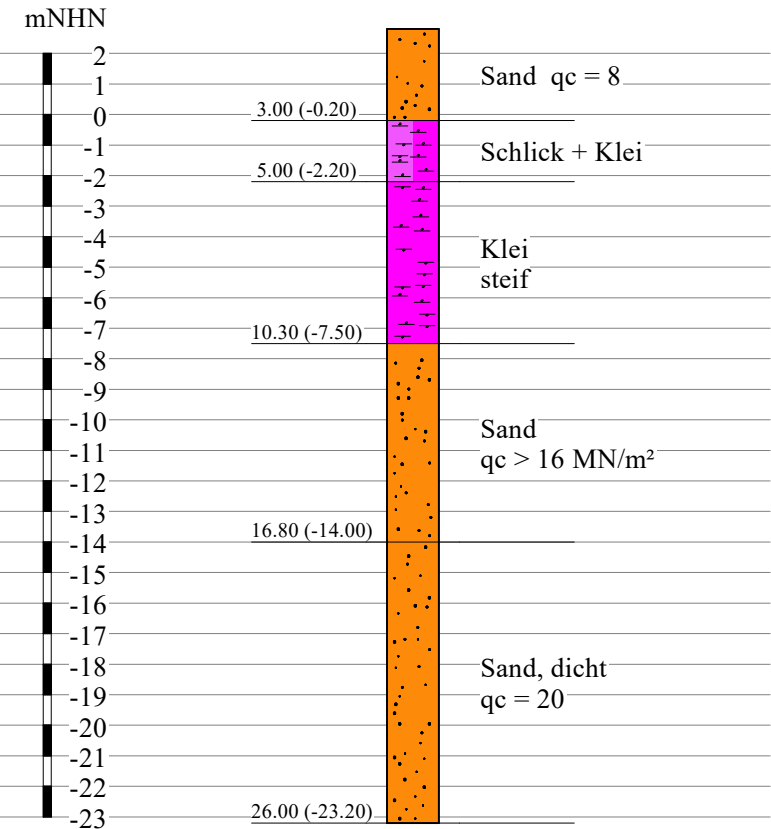
BP 19 - Erdwiderstand Achsen 1 und 0  
(abgeleitet aus der CPT-L 6c / 2012 und der CPT-W6/2012)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 13.5.1

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> ]
-1.0	18,0 / 10,0	35,0	---	---	30
-2.2	15,0 / 5,0	17,5	10	20	1
-7.5	17,0 / 7,0	22,5	15	60	3
-14.0	19,0 / 11,0	37,5	---	---	70
-23.2	20,0 / 12,0	40,0	---	---	90

BP 20 - ED innen  
+2,8 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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

BP 20 - Erddruck im Inneren - Achsen 1 und 0  
(abgeleitet aus der CPT-L 6c/2012)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 13.5.2

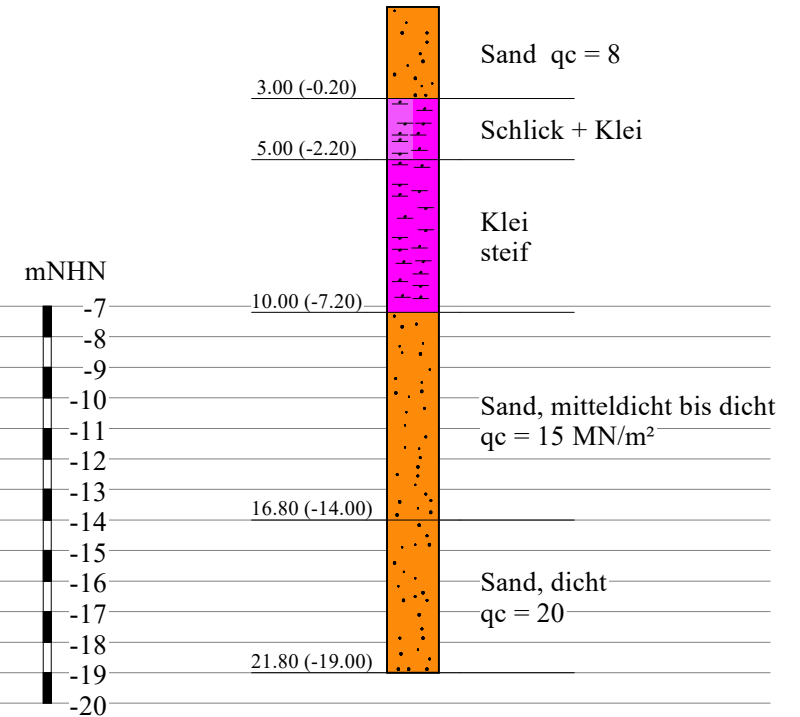


# BP 21-VT

+2,8 mNHN

Charakteristische - Bodenkennwerte		
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Spitzendruck $q_{b,k}$ * [kN/m <sup>2</sup> ]
-14.0	60	5000
-19.0	90	6000

\* ansetzbar auf den 6fachen Stahlquerschnitt  
 $q_{s,k}$  nur ansetzbar auf die äußere Abwicklung

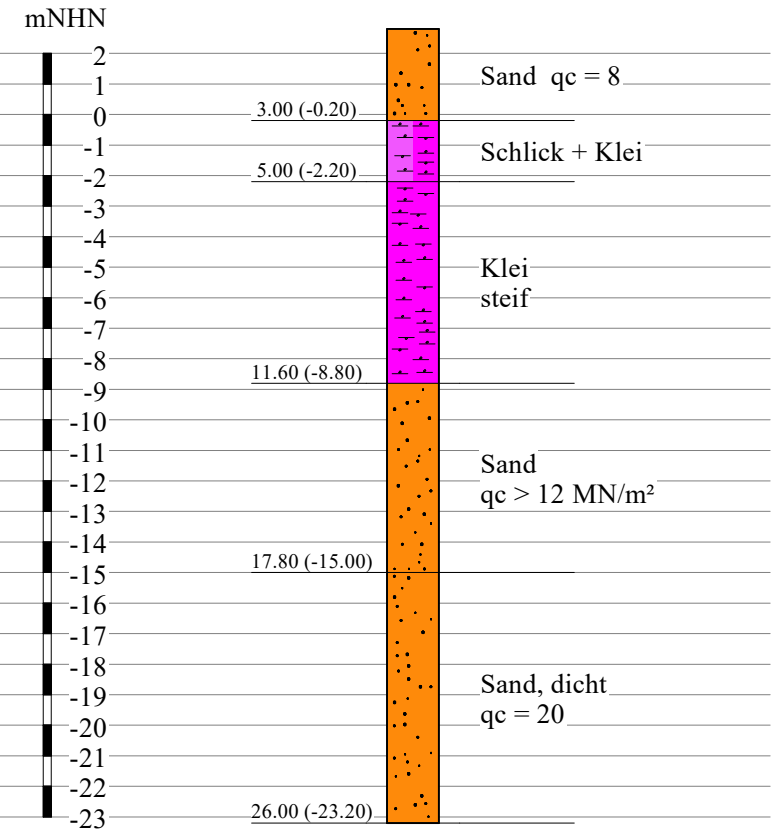


<b>RI+P</b> Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah + Partner GmbH Herrenhäuser Kirchweg 19 30167 Hannover Telefon (0511) 708875 Telefax (0511) 708800	bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole	
	BP 21-VT --- Vertikale Tragfähigkeit der Spundwand - Achsen 1 und 0 (abgeleitet aus der CPT-L 6c/2012)	
	Projekt-Nr.: 2254-2020GU1	Anlagen-Nr.: 13.5.3

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> ]
-1.0	18,0 / 10,0	35,0	---	---	30
-2.2	15,0 / 5,0	17,5	10	20	1
-8.8	17,0 / 7,0	22,5	15	60	3
-15.0	19,0 / 11,0	35,0	---	---	60
-23.2	20,0 / 12,0	40,0	---	---	90

## BP 22 - ED Land

+2,8 mNHN (bis NHN + 3,8 m)



**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  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

BP 22 - Erddruck landseitig - Achsen 1 und 0  
(abgeleitet aus der CPT-L 6c/2012 und der DS1A/94 - vgl. Anhang H)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 13.5.4

## GEWI

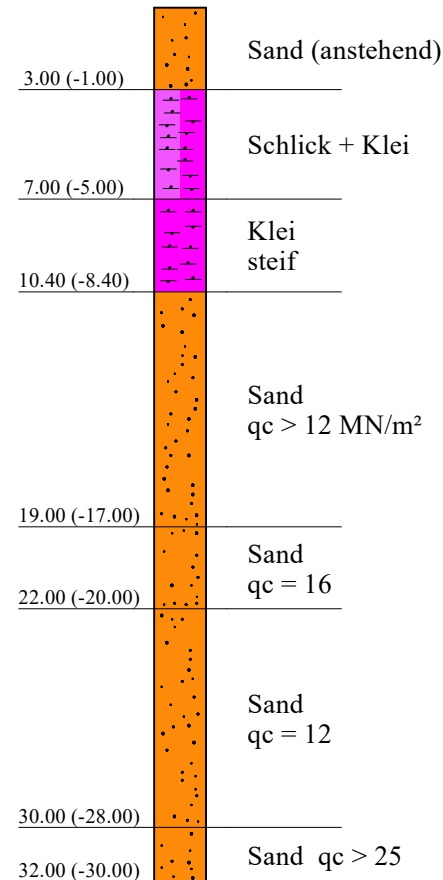
Charakteristische - Bodenkennwerte	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-8.4	---
-17.0	230
-20.0	270
-28.0	230
-30.0	300

## Ischebeck

Charakteristische - Bodenkennwerte	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-8.4	---
-17.0	270
-20.0	300
-28.0	270
-30.0	340

## BP 23-Anker

2,0 mNHN



## Stahlträger

Charakteristische - Bodenkennwerte	
Kote [NHN + m]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-5.0	---
-8.4	20
-17.0	55
-20.0	80
-28.0	65
-30.0	90

**RI+P**

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

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

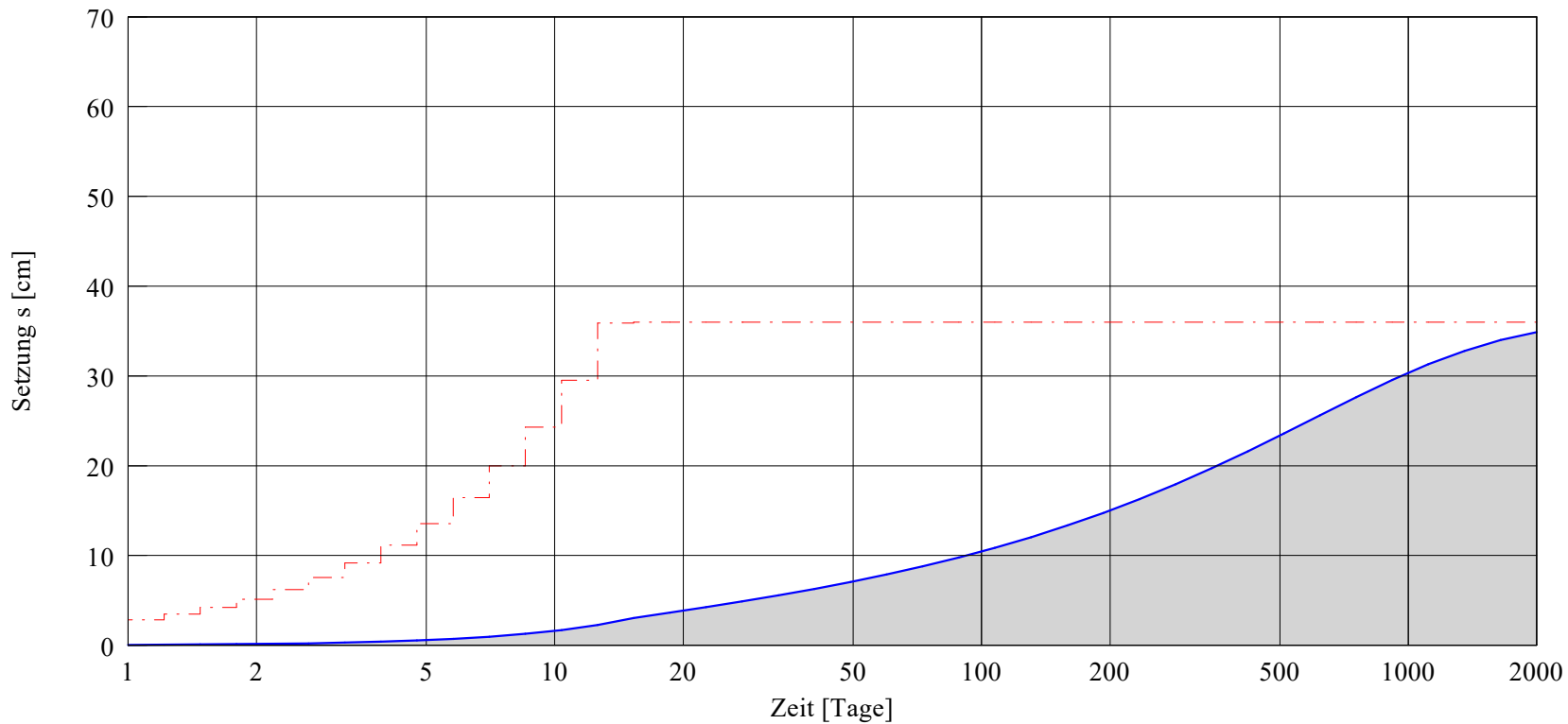
Telefon (0511) 708875  
Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

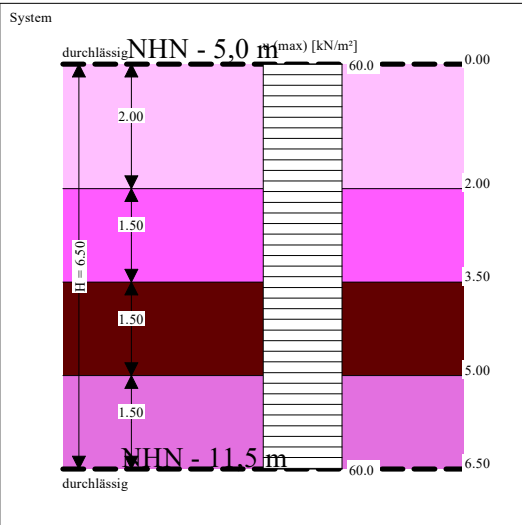
BP 23-Anker --- Ankerpfähle - Achse 1  
(abgeleitet aus DS I-2 und der DS 1A/1994 -vgl. Anhang H)

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 13.5.5



Zeit [Tage]	U [%]	s [cm]
1.0	0.1	0.0
1.2	0.2	0.1
1.5	0.3	0.1
1.8	0.3	0.1
2.2	0.5	0.2
2.6	0.6	0.2
3.2	0.8	0.3
3.9	1.1	0.4
4.8	1.5	0.5
5.8	2.0	0.7
7.0	2.6	0.9
8.5	3.5	1.3
10.4	4.7	1.7
12.6	6.3	2.3
15.3	8.4	3.0
18.6	10.1	3.7
22.6	11.8	4.3
27.5	13.6	4.9
33.4	15.4	5.6
40.6	17.4	6.3
49.3	19.6	7.0
59.9	21.9	7.9
72.8	24.4	8.8
88.5	27.2	9.8
107.5	30.2	10.9
130.6	33.5	12.0
158.7	37.0	13.3
192.9	40.9	14.7
234.4	45.2	16.3
284.9	49.8	17.9
346.1	54.8	19.7
420.6	60.0	21.6
511.1	65.5	23.6
621.1	71.2	25.6
754.8	76.8	27.6
917.2	82.1	29.6
1114.6	87.0	31.3
1354.4	91.1	32.8
1645.8	94.4	34.0
2000.0	96.8	34.9



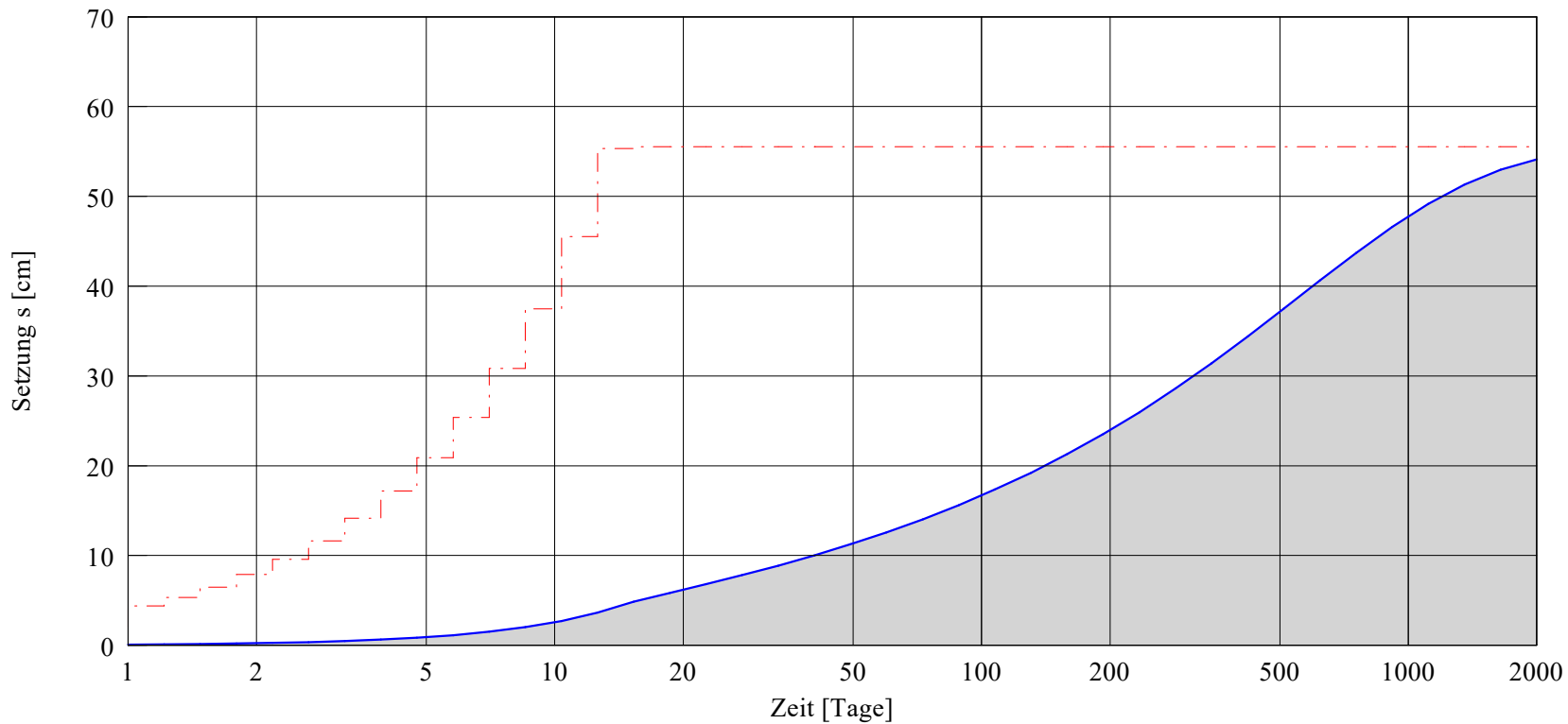
Boden	$E_s$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k$ [m/s]	$c_v$ [m <sup>2</sup> /s]	Bezeichnung
	800.0	$1.25 \cdot 10^{-9}$	$1.00 \cdot 10^{-7}$	Schlick
	1500.0	$8.00 \cdot 10^{-10}$	$1.20 \cdot 10^{-7}$	Klei
	1000.0	$2.00 \cdot 10^{-9}$	$2.00 \cdot 10^{-7}$	Torf
	1500.0	$3.33 \cdot 10^{-10}$	$5.00 \cdot 10^{-8}$	Klei + Torf

Schrittweite (Tiefe) = 0.050 m  
 Endsetzung = 36.0 cm  
 Datei: Anl\_141\_DS I-10 ohne VD.kon

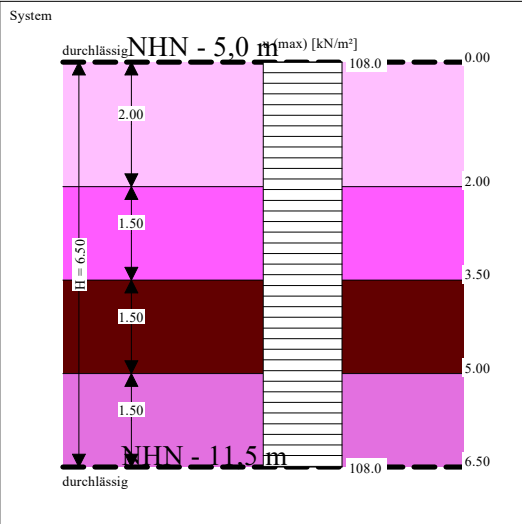
**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**  
 Ohne Vertikaldrains - Konsolidierung bei der DS I-10 bei Auffüllung bis NHN - 0,5m  
 Lastaufbringung in 2 Wochen

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1      Anlage: 14.1



Zeit [Tage]	U [%]	U <sub>pw</sub> [%]	s [cm]
1.0	0.114	2.837	0.1
1.2	0.196	2.205	0.1
1.5	0.266	2.460	0.1
1.8	0.358	2.716	0.2
2.2	0.479	2.988	0.3
2.6	0.640	3.284	0.4
3.2	0.854	3.609	0.5
3.9	1.141	3.967	0.6
4.8	1.525	4.362	0.8
5.8	2.039	4.798	1.1
7.0	2.727	5.279	1.5
8.5	3.648	5.811	2.0
10.4	4.881	6.397	2.7
12.6	6.532	7.044	3.6
15.3	8.744	7.758	4.9
18.6	10.501	9.286	5.8
22.6	12.251	10.833	6.8
27.5	14.068	12.441	7.8
33.4	15.991	14.146	8.9
40.6	18.049	15.976	10.0
49.3	20.266	17.964	11.3
59.9	22.669	20.139	12.6
72.8	25.280	22.536	14.0
88.5	28.127	25.190	15.6
107.5	31.236	28.136	17.3
130.6	34.630	31.405	19.2
158.7	38.336	35.032	21.3
192.9	42.375	39.048	23.5
234.4	46.765	43.478	26.0
284.9	51.510	48.338	28.6
346.1	56.595	53.615	31.4
420.6	61.972	59.261	34.4
511.1	67.550	65.174	37.5
621.1	73.195	71.196	40.6
754.8	78.722	77.119	43.7
917.2	83.915	82.697	46.6
1114.6	88.547	87.677	49.2
1354.4	92.416	91.840	51.3
1645.8	95.405	95.056	53.0
2000.0	97.500	97.310	54.1



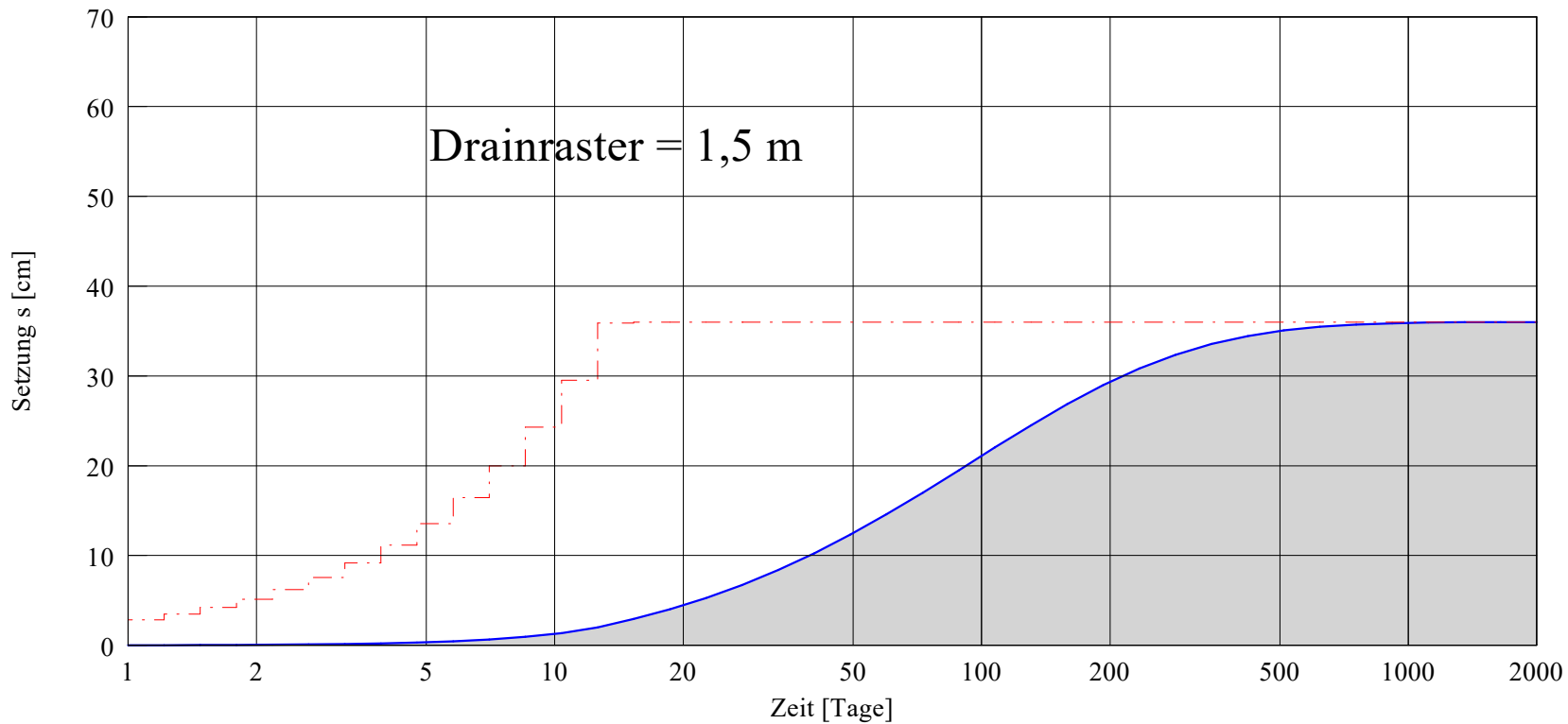
Boden	E <sub>s</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	k [m/s]	c <sub>v</sub> [m <sup>2</sup> /s]	Bezeichnung
	900.0	1.11 · 10 <sup>-9</sup>	1.00 · 10 <sup>-7</sup>	Schlick
	1700.0	7.06 · 10 <sup>-10</sup>	1.20 · 10 <sup>-7</sup>	Klei
	1300.0	1.54 · 10 <sup>-9</sup>	2.00 · 10 <sup>-7</sup>	Torf
	1700.0	2.94 · 10 <sup>-10</sup>	5.00 · 10 <sup>-8</sup>	Klei + Torf

Schrittweite (Tiefe) = 0.050 m  
 Endsetzung = 55.5 cm  
 Datei: Anl\_142\_DS I-10 ohne VD.kon

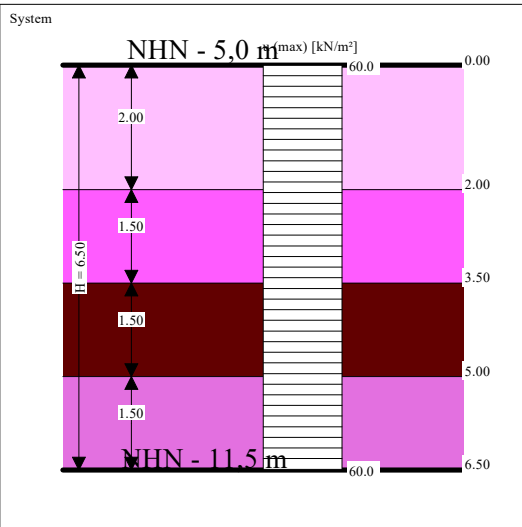
**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875  
 Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**  
 Ohne Vertikaldrains - Konsolidierung bei der DS I-10 bei Auffüllung bis NHN+2,0 m  
 Lastaufbringung in 2 Wochen

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1      Anlage: 14.2



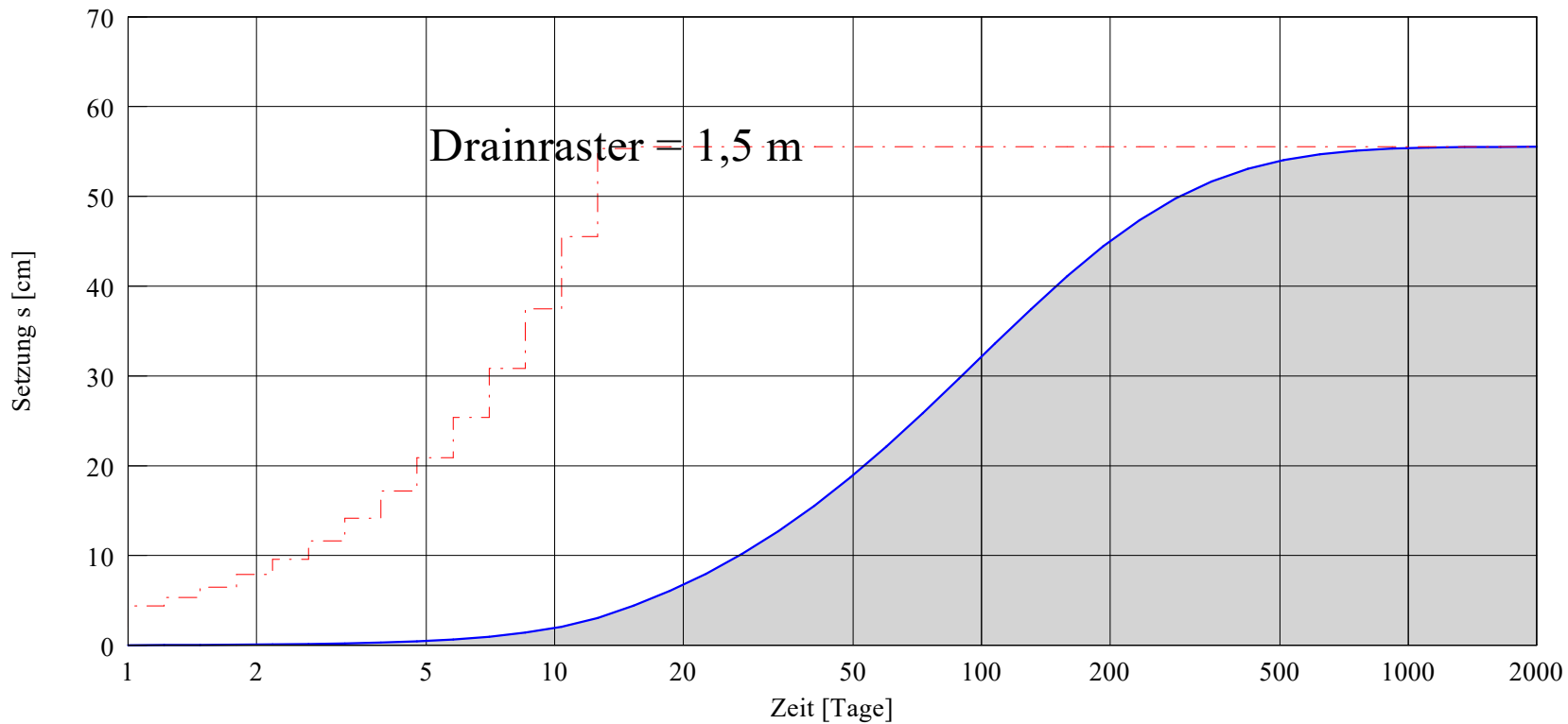
Zeit [Tage]	U [%]	s [cm]
1.0	0.0	0.0
1.2	0.1	0.0
1.5	0.1	0.0
1.8	0.1	0.0
2.2	0.2	0.1
2.6	0.3	0.1
3.2	0.4	0.1
3.9	0.6	0.2
4.8	0.8	0.3
5.8	1.2	0.4
7.0	1.8	0.6
8.5	2.6	0.9
10.4	3.8	1.4
12.6	5.6	2.0
15.3	8.1	2.9
18.6	11.1	4.0
22.6	14.6	5.3
27.5	18.7	6.7
33.4	23.3	8.4
40.6	28.5	10.3
49.3	34.2	12.3
59.9	40.5	14.6
72.8	47.2	17.0
88.5	54.2	19.5
107.5	61.2	22.0
130.6	68.1	24.5
158.7	74.6	26.9
192.9	80.5	29.0
234.4	85.7	30.8
284.9	89.9	32.4
346.1	93.2	33.6
420.6	95.7	34.5
511.1	97.4	35.1
621.1	98.5	35.5
754.8	99.2	35.7
917.2	99.6	35.9
1114.6	99.9	35.9
1354.4	99.9	36.0
1645.8	100.0	36.0
2000.0	100.0	36.0



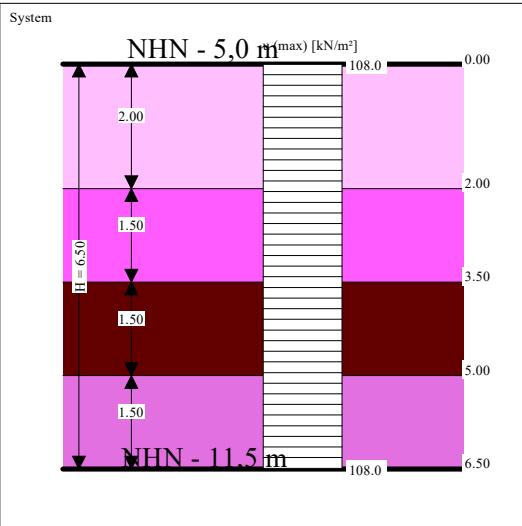
Boden	$E_s$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k$ [m/s]	$c_r$ [m <sup>2</sup> /s]	Bezeichnung
	800.0	$1.25 \cdot 10^{-9}$	$1.00 \cdot 10^{-7}$	Schlick
	1500.0	$8.00 \cdot 10^{-10}$	$1.20 \cdot 10^{-7}$	Klei
	1000.0	$2.00 \cdot 10^{-9}$	$2.00 \cdot 10^{-7}$	Torf
	1500.0	$3.33 \cdot 10^{-10}$	$5.00 \cdot 10^{-8}$	Klei + Torf

Dränabstand  $d_e = 1.500$  m  
 Dränradius  $r_w = 0.010$  m  
 Endsetzung = 36.0 cm  
 Datei: Anl\_143 DS I-10 mit VD.kon

<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>Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole</b>	
	Mit Vertikaldrains - Konsolidierung bei der DS I-10 bei Auffüllung bis NHN - 0,5m Lastaufbringung in 2 Wochen	
	Projekt-Nr.: 2254-2020GU1	Anlage: 14.3



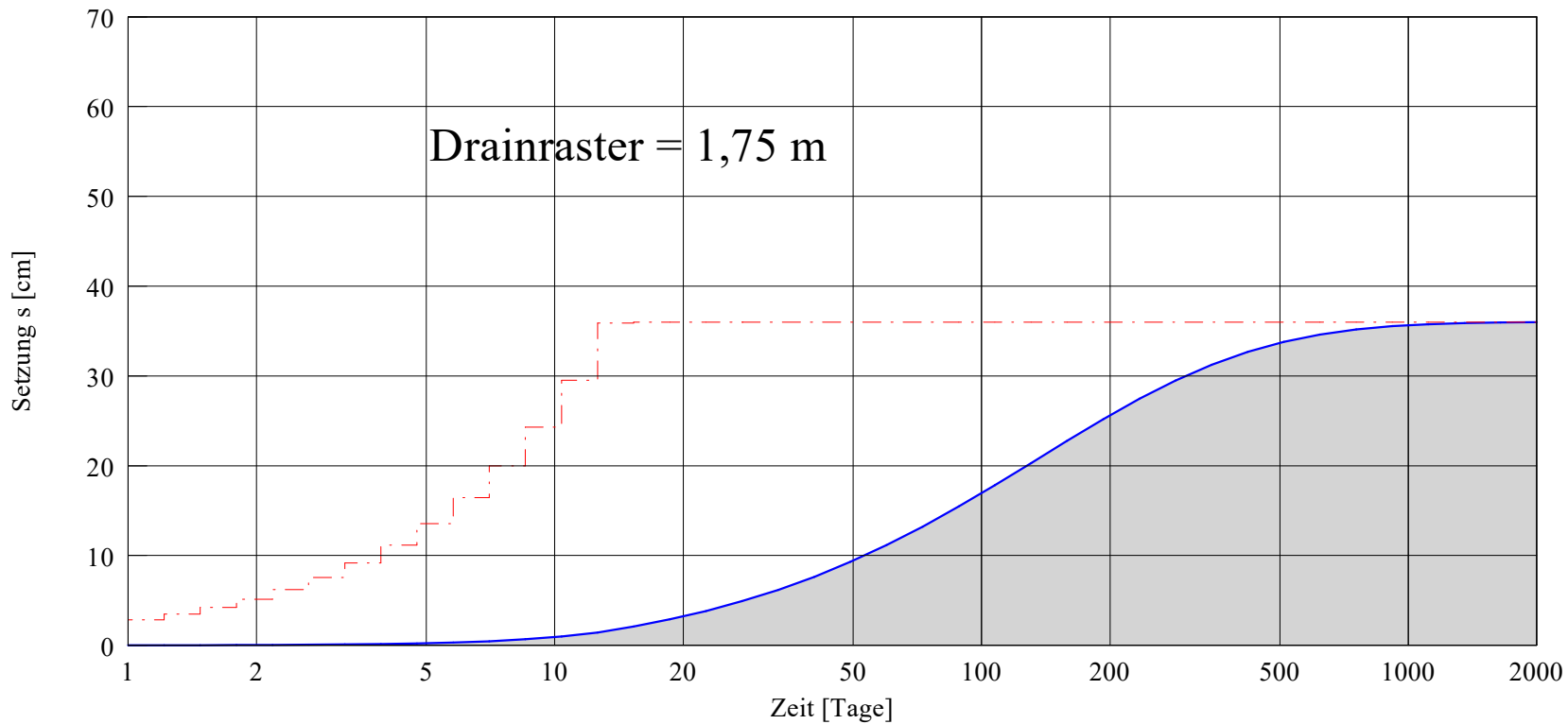
Zeit [Tage]	U [%]	s [cm]
1.0	0.0	0.0
1.2	0.1	0.0
1.5	0.1	0.0
1.8	0.1	0.1
2.2	0.2	0.1
2.6	0.3	0.1
3.2	0.4	0.2
3.9	0.5	0.3
4.8	0.8	0.4
5.8	1.2	0.7
7.0	1.7	1.0
8.5	2.5	1.4
10.4	3.7	2.1
12.6	5.4	3.0
15.3	8.0	4.4
18.6	10.9	6.1
22.6	14.3	8.0
27.5	18.3	10.2
33.4	22.9	12.7
40.6	28.0	15.5
49.3	33.7	18.7
59.9	39.9	22.1
72.8	46.5	25.8
88.5	53.5	29.7
107.5	60.5	33.6
130.6	67.5	37.5
158.7	74.0	41.1
192.9	80.0	44.4
234.4	85.3	47.3
284.9	89.6	49.8
346.1	93.0	51.7
420.6	95.6	53.1
511.1	97.3	54.0
621.1	98.5	54.7
754.8	99.2	55.1
917.2	99.6	55.3
1114.6	99.8	55.4
1354.4	99.9	55.5
1645.8	100.0	55.5
2000.0	100.0	55.5



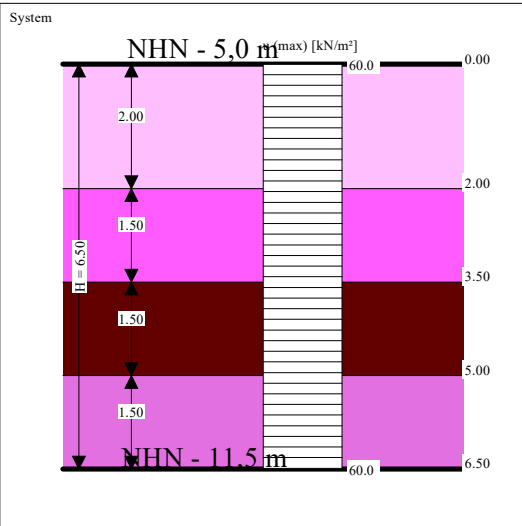
Boden	$E_s$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k$ [m/s]	$c_r$ [m <sup>2</sup> /s]	Bezeichnung
	900.0	$1.11 \cdot 10^{-9}$	$1.00 \cdot 10^{-7}$	Schlick
	1700.0	$7.06 \cdot 10^{-10}$	$1.20 \cdot 10^{-7}$	Klei
	1300.0	$1.54 \cdot 10^{-9}$	$2.00 \cdot 10^{-7}$	Torf
	1700.0	$2.94 \cdot 10^{-10}$	$5.00 \cdot 10^{-8}$	Klei + Torf

Dränabstand  $d_e = 1.500$  m  
 Dränradius  $r_w = 0.010$  m  
 Endsetzung = 55.5 cm  
 Datei: Anl\_144 DS I-10 mit VD.kon

<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>Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole</b>	
	Mit Vertikaldrains - Konsolidierung bei der DS I-10 bei Auffüllung bis NHN+2,0 m Lastaufbringung in 2 Wochen	
	Projekt-Nr.: 2254-2020GU1	Anlage: 14.4



Zeit [Tage]	U [%]	s [cm]
1.0	0.0	0.0
1.2	0.0	0.0
1.5	0.1	0.0
1.8	0.1	0.0
2.2	0.1	0.0
2.6	0.2	0.1
3.2	0.3	0.1
3.9	0.4	0.1
4.8	0.6	0.2
5.8	0.9	0.3
7.0	1.3	0.5
8.5	1.8	0.7
10.4	2.7	1.0
12.6	4.0	1.4
15.3	5.8	2.1
18.6	8.0	2.9
22.6	10.6	3.8
27.5	13.6	4.9
33.4	17.2	6.2
40.6	21.2	7.6
49.3	25.8	9.3
59.9	31.0	11.2
72.8	36.7	13.2
88.5	42.9	15.5
107.5	49.5	17.8
130.6	56.4	20.3
158.7	63.3	22.8
192.9	70.0	25.2
234.4	76.3	27.5
284.9	81.9	29.5
346.1	86.8	31.2
420.6	90.8	32.7
511.1	93.9	33.8
621.1	96.1	34.6
754.8	97.7	35.2
917.2	98.7	35.5
1114.6	99.4	35.8
1354.4	99.7	35.9
1645.8	99.9	36.0
2000.0	100.0	36.0

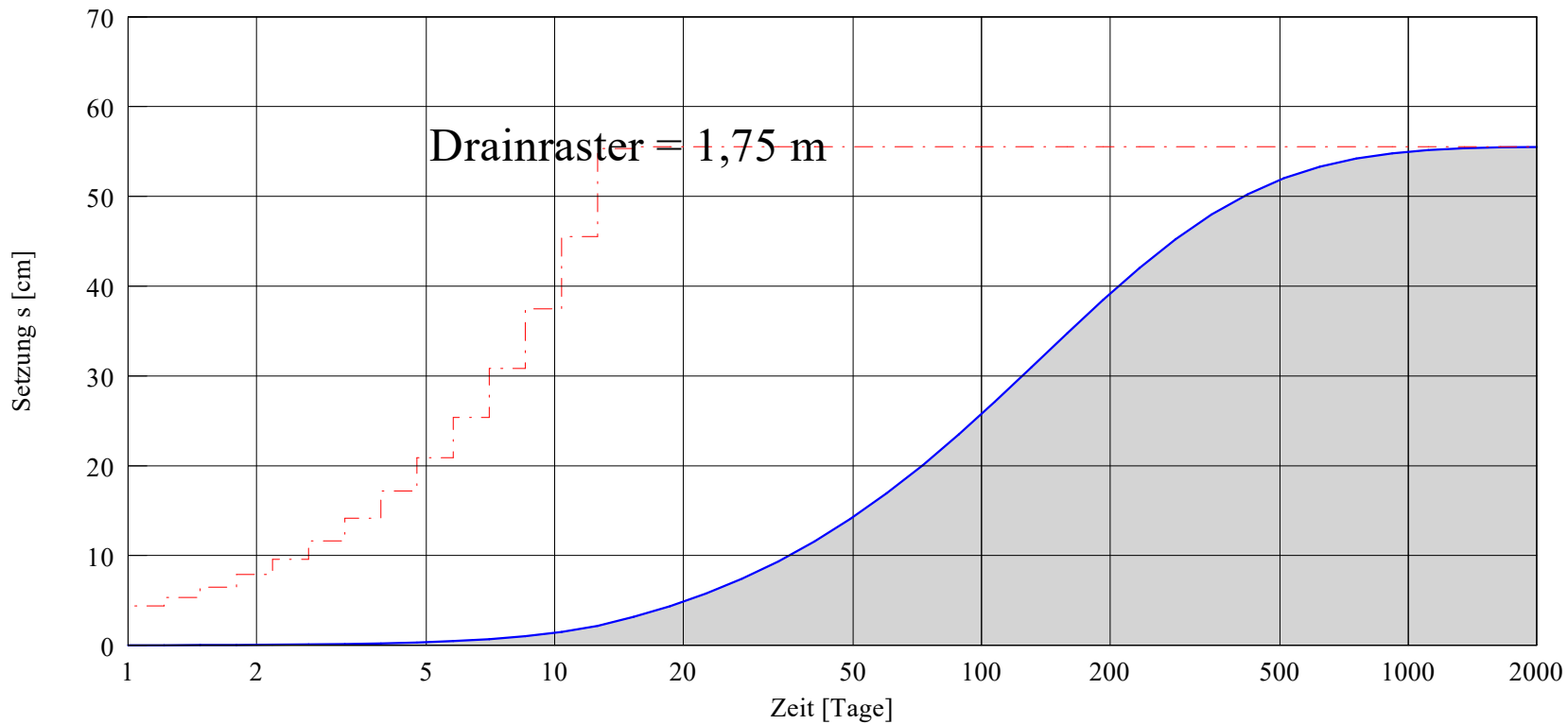


Boden	$E_s$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k$ [m/s]	$c_r$ [m <sup>2</sup> /s]	Bezeichnung
□	800.0	$1.25 \cdot 10^{-9}$	$1.00 \cdot 10^{-7}$	Schlick
■	1500.0	$8.00 \cdot 10^{-10}$	$1.20 \cdot 10^{-7}$	Klei
■	1000.0	$2.00 \cdot 10^{-9}$	$2.00 \cdot 10^{-7}$	Torf
■	1500.0	$3.33 \cdot 10^{-10}$	$5.00 \cdot 10^{-8}$	Klei + Torf

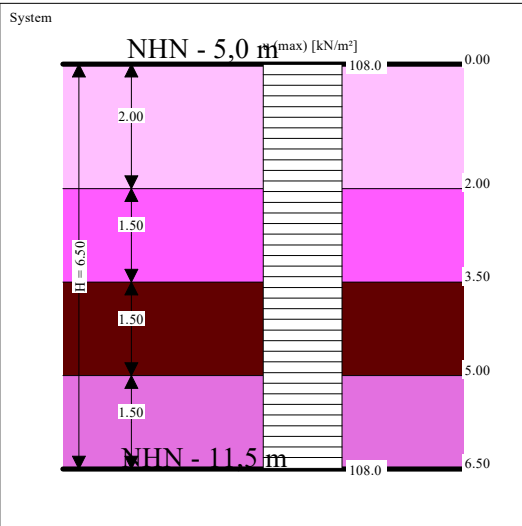
Dränabstand  $d_e = 1.750$  m  
 Dränradius  $r_w = 0.010$  m  
 Endsetzung = 36.0 cm  
 Datei: Anl\_145 DS I-10 mit VD.kon

<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>Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole</b>	
	Mit Vertikaldrains - Konsolidierung bei der DS I-10 bei Auffüllung bis NHN - 0,5m Lastaufbringung in 2 Wochen	
	Projekt-Nr.: 2254-2020GU1	Anlage: 14.5





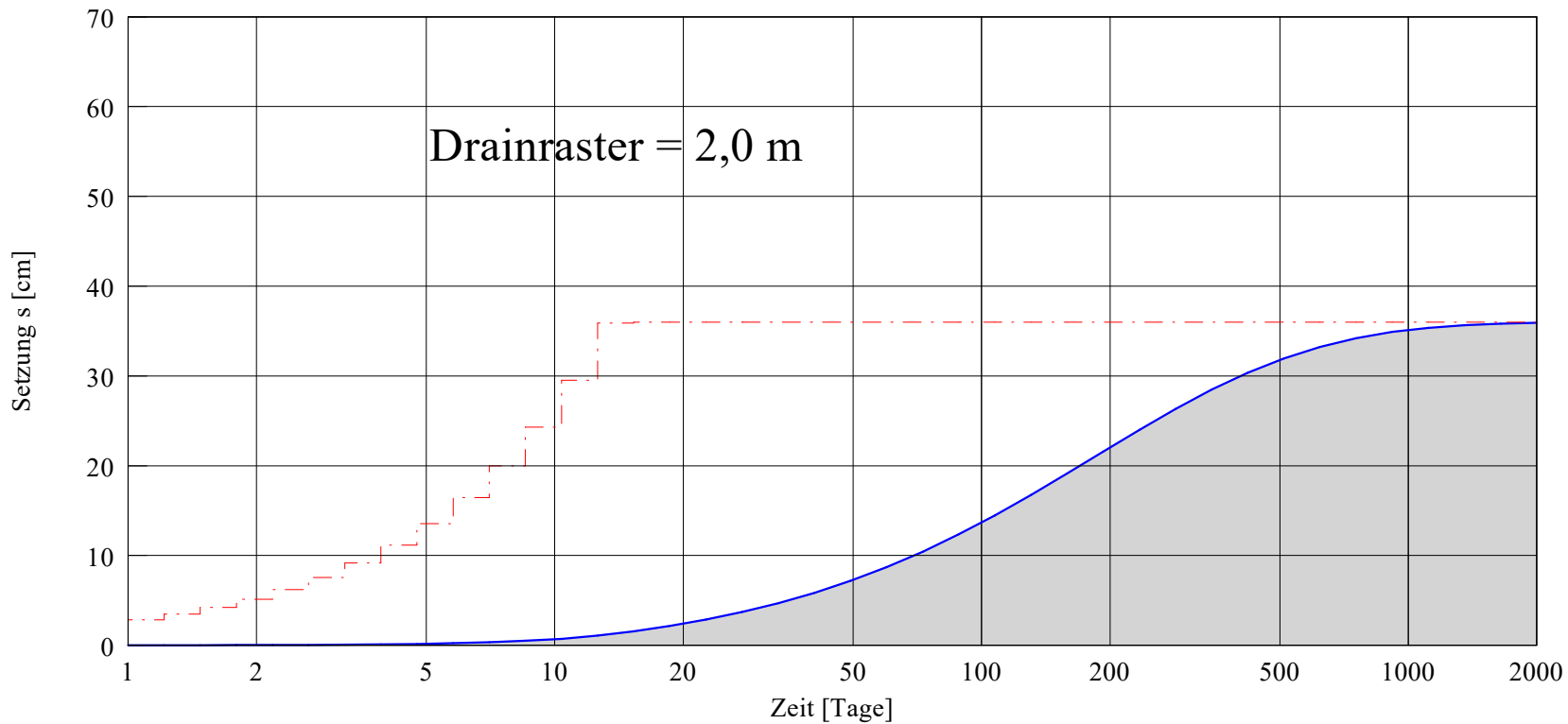
Zeit [Tage]	U [%]	s [cm]
1.0	0.0	0.0
1.2	0.0	0.0
1.5	0.1	0.0
1.8	0.1	0.0
2.2	0.1	0.1
2.6	0.2	0.1
3.2	0.3	0.1
3.9	0.4	0.2
4.8	0.6	0.3
5.8	0.8	0.5
7.0	1.2	0.7
8.5	1.8	1.0
10.4	2.6	1.5
12.6	3.9	2.2
15.3	5.7	3.2
18.6	7.9	4.4
22.6	10.4	5.8
27.5	13.4	7.4
33.4	16.8	9.3
40.6	20.8	11.6
49.3	25.4	14.1
59.9	30.5	16.9
72.8	36.1	20.1
88.5	42.3	23.5
107.5	48.9	27.1
130.6	55.7	30.9
158.7	62.6	34.8
192.9	69.3	38.5
234.4	75.7	42.0
284.9	81.5	45.2
346.1	86.4	48.0
420.6	90.5	50.3
511.1	93.7	52.0
621.1	96.0	53.3
754.8	97.6	54.2
917.2	98.7	54.8
1114.6	99.3	55.1
1354.4	99.7	55.3
1645.8	99.9	55.5
2000.0	100.0	55.5



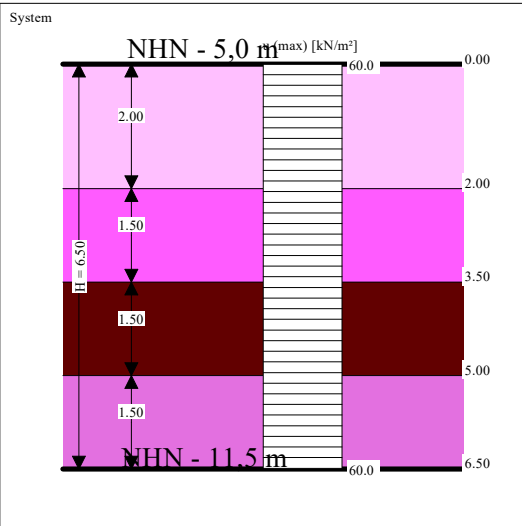
Boden	$E_s$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k$ [m/s]	$c_r$ [m <sup>2</sup> /s]	Bezeichnung
	900.0	$1.11 \cdot 10^{-9}$	$1.00 \cdot 10^{-7}$	Schlick
	1700.0	$7.06 \cdot 10^{-10}$	$1.20 \cdot 10^{-7}$	Klei
	1300.0	$1.54 \cdot 10^{-9}$	$2.00 \cdot 10^{-7}$	Torf
	1700.0	$2.94 \cdot 10^{-10}$	$5.00 \cdot 10^{-8}$	Klei + Torf

Dränabstand  $d_e = 1.750$  m  
 Dränradius  $r_w = 0.010$  m  
 Endsetzung = 55.5 cm  
 Datei: Anl\_146 DS I-10 mit VD.kon

<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>Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole</b>	
	Mit Vertikaldrains - Konsolidierung bei der DS I-10 bei Auffüllung bis NHN+2,0 m Lastaufbringung in 2 Wochen	
	Projekt-Nr.: 2254-2020GU1	Anlage: 14.6



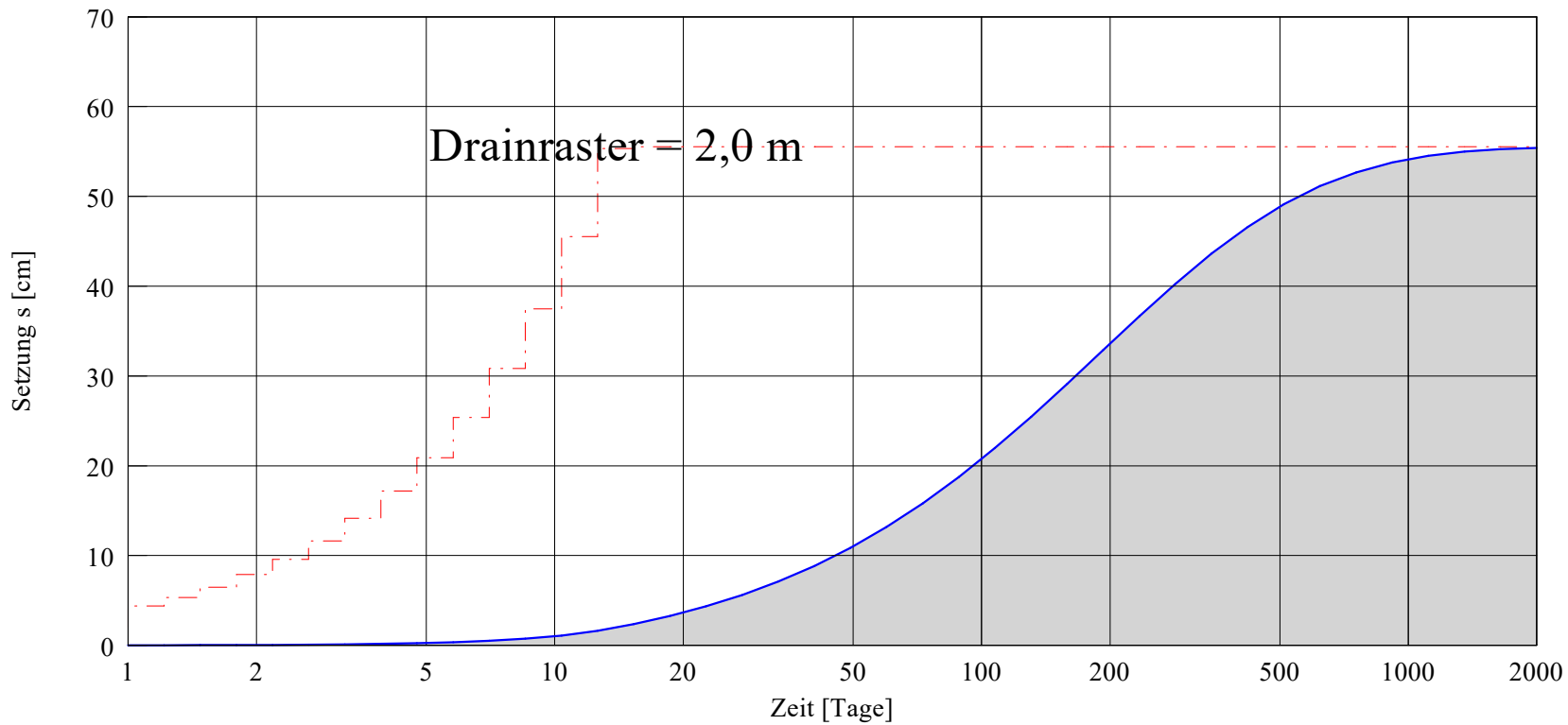
Zeit [Tage]	U [%]	s [cm]
1.0	0.0	0.0
1.2	0.0	0.0
1.5	0.0	0.0
1.8	0.1	0.0
2.2	0.1	0.0
2.6	0.1	0.0
3.2	0.2	0.1
3.9	0.3	0.1
4.8	0.4	0.2
5.8	0.6	0.2
7.0	0.9	0.3
8.5	1.4	0.5
10.4	2.0	0.7
12.6	3.0	1.1
15.3	4.3	1.6
18.6	6.0	2.2
22.6	8.0	2.9
27.5	10.3	3.7
33.4	13.0	4.7
40.6	16.2	5.8
49.3	19.9	7.2
59.9	24.2	8.7
72.8	29.0	10.4
88.5	34.3	12.4
107.5	40.2	14.5
130.6	46.5	16.7
158.7	53.1	19.1
192.9	59.9	21.6
234.4	66.7	24.0
284.9	73.1	26.3
346.1	79.1	28.5
420.6	84.4	30.4
511.1	88.8	32.0
621.1	92.3	33.2
754.8	95.0	34.2
917.2	96.9	34.9
1114.6	98.2	35.4
1354.4	99.1	35.7
1645.8	99.5	35.8
2000.0	99.8	35.9



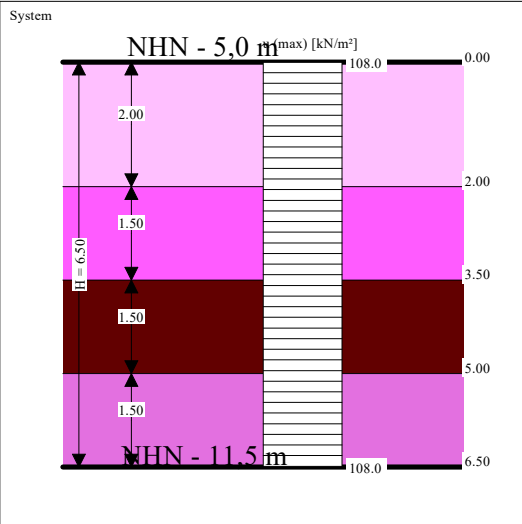
Boden	$E_s$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k$ [m/s]	$c_r$ [m <sup>2</sup> /s]	Bezeichnung
Light Pink	800.0	$1.25 \cdot 10^{-9}$	$1.00 \cdot 10^{-7}$	Schlick
Magenta	1500.0	$8.00 \cdot 10^{-10}$	$1.20 \cdot 10^{-7}$	Klei
Dark Red	1000.0	$2.00 \cdot 10^{-9}$	$2.00 \cdot 10^{-7}$	Torf
Purple	1500.0	$3.33 \cdot 10^{-10}$	$5.00 \cdot 10^{-8}$	Klei + Torf

Dränabstand  $d_e = 2.000$  m  
 Dränradius  $r_w = 0.010$  m  
 Endsetzung = 36.0 cm  
 Datei: Anl\_147\_DS I-10 mit VD.kon

<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>Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole</b>	
	Mit Vertikaldrains - Konsolidierung bei der DS I-10 bei Auffüllung bis NHN-0,5 m Lastaufbringung in 2 Wochen	
	Projekt-Nr.: 2254-2020GU1	Anlage: 14.7



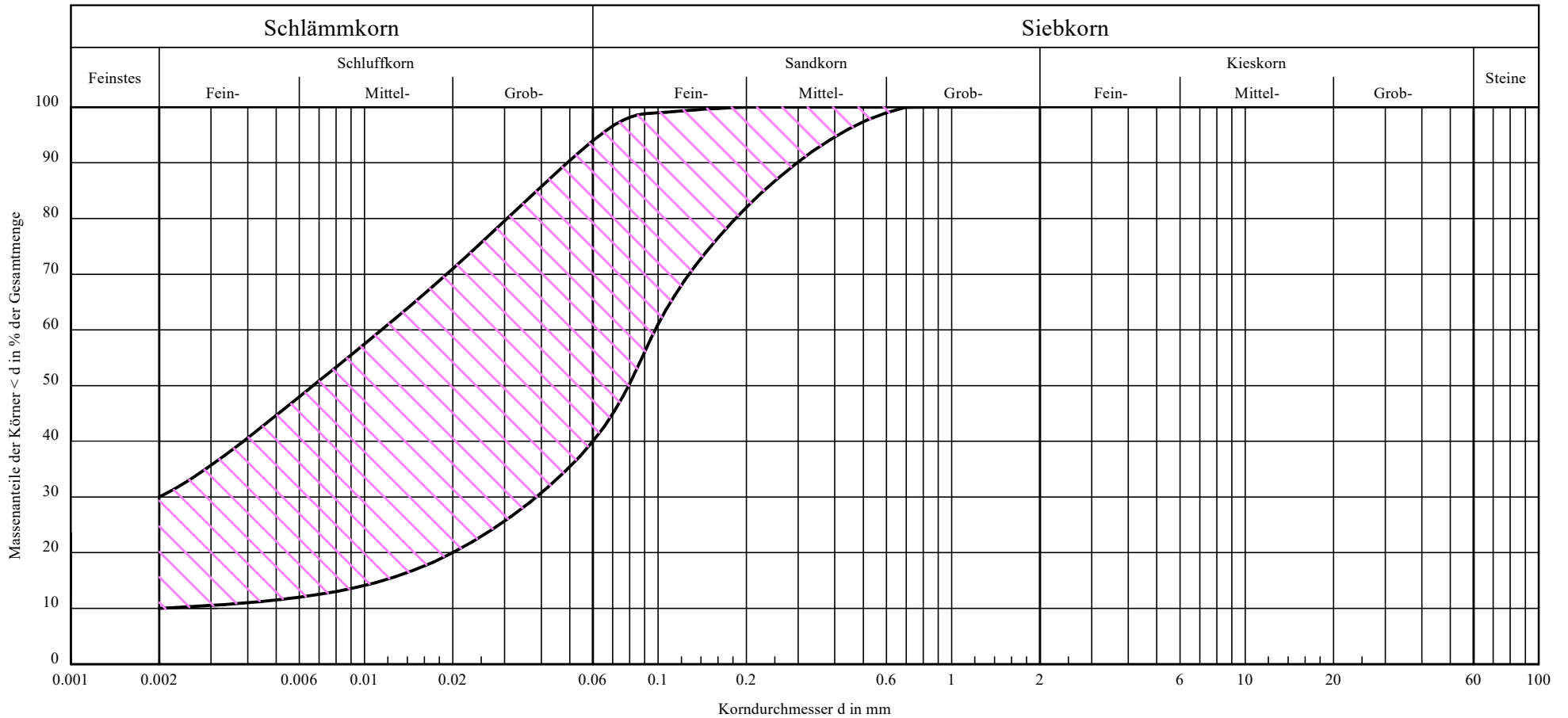
Zeit [Tage]	U [%]	s [cm]
1.0	0.0	0.0
1.2	0.0	0.0
1.5	0.0	0.0
1.8	0.1	0.0
2.2	0.1	0.0
2.6	0.1	0.1
3.2	0.2	0.1
3.9	0.3	0.2
4.8	0.4	0.2
5.8	0.6	0.3
7.0	0.9	0.5
8.5	1.3	0.7
10.4	2.0	1.1
12.6	2.9	1.6
15.3	4.3	2.4
18.6	5.9	3.3
22.6	7.8	4.3
27.5	10.1	5.6
33.4	12.8	7.1
40.6	15.9	8.8
49.3	19.6	10.9
59.9	23.7	13.2
72.8	28.5	15.8
88.5	33.8	18.7
107.5	39.6	22.0
130.6	45.8	25.5
158.7	52.5	29.1
192.9	59.3	32.9
234.4	66.0	36.7
284.9	72.5	40.3
346.1	78.6	43.6
420.6	83.9	46.6
511.1	88.5	49.1
621.1	92.1	51.1
754.8	94.9	52.7
917.2	96.9	53.8
1114.6	98.2	54.5
1354.4	99.0	55.0
1645.8	99.5	55.3
2000.0	99.8	55.4



Boden	$E_s$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k$ [m/s]	$c_r$ [m <sup>2</sup> /s]	Bezeichnung
	900.0	$1.11 \cdot 10^{-9}$	$1.00 \cdot 10^{-7}$	Schlick
	1700.0	$7.06 \cdot 10^{-10}$	$1.20 \cdot 10^{-7}$	Klei
	1300.0	$1.54 \cdot 10^{-9}$	$2.00 \cdot 10^{-7}$	Torf
	1700.0	$2.94 \cdot 10^{-10}$	$5.00 \cdot 10^{-8}$	Klei + Torf

Dränabstand  $d_e = 2.000$  m  
 Dränradius  $r_w = 0.010$  m  
 Endsetzung = 55.5 cm  
 Datei: Anl\_148 DS I-10 mit VD.kon

<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><b>bremenports GmbH &amp; Co. KG, Bremerhaven</b>  <b>Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole</b></p>	
	<p>Mit Vertikaldrains - Konsolidierung bei der DS I-10 bei Auffüllung bis NHN+2,0 m          Lastaufbringung in 2 Wochen</p>	
	Projekt-Nr.: 2254-2020GU1	Anlage: 14.8



**Körnungsband für den Homogenbereich "Schlick und Torf"**

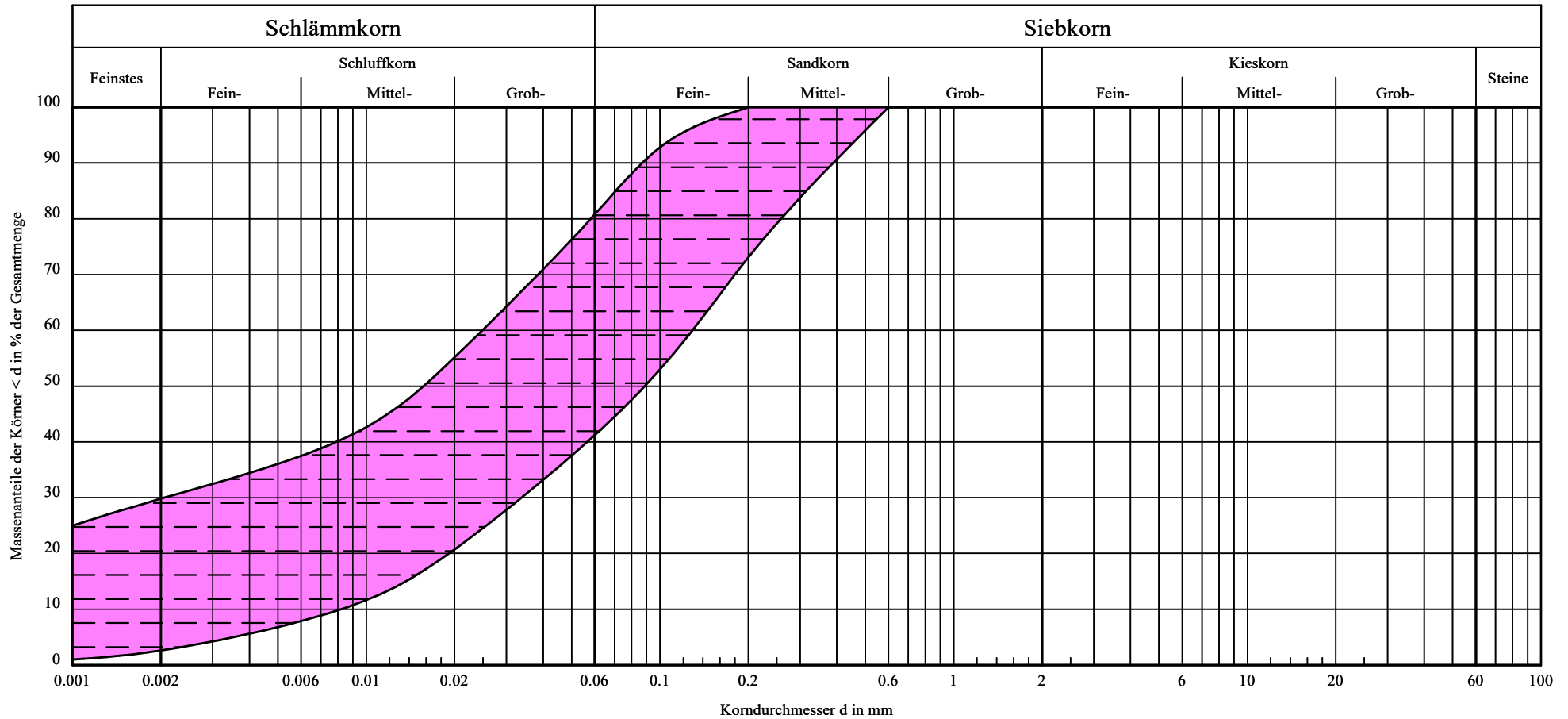
**RI+P**  
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah  
 + Partner GmbH  
 Herrenhäuser Kirchweg 19  
 30167 Hannover  
 Telefon (0511) 708875    Telefax (0511) 708800

**bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven**  
**Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole**

**Körnungsband** nach DIN 18123

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 15.1



Körnungsband für den Homogenbereich "Klei"

**RI+P**

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

Herrenhäuser Kirchweg 19  
30167 Hannover

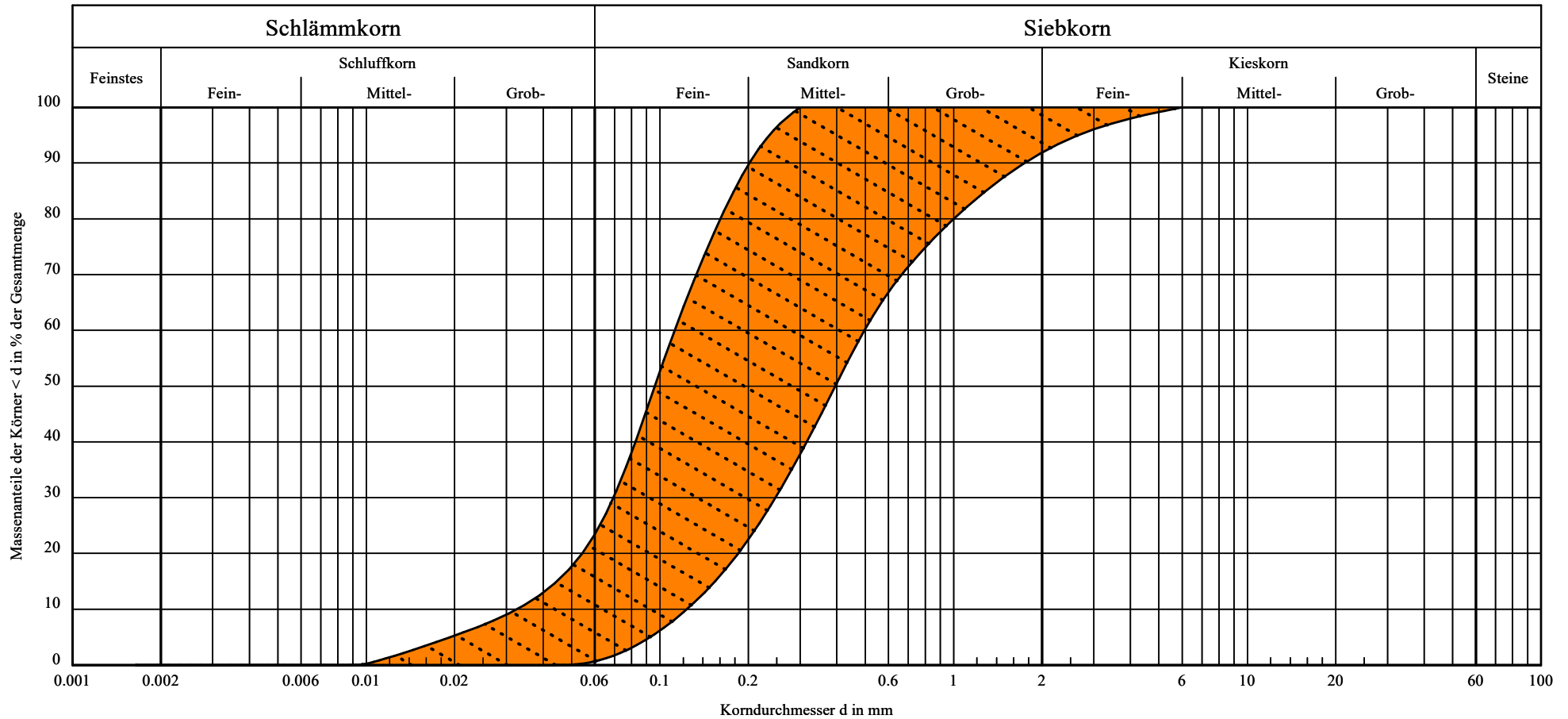
Telefon (0511) 708875    Telefax (0511) 708800

bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven  
Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

Körnungsband nach DIN 18123

Projekt-Nr.:  
2254-2020GU1

Anlagen-Nr.:  
15.2



Körnungsband für den Homogenbereich "Fein- und Mittelsand"

**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  
 Geestevorhafen - Sanierung der Nordmole

**Körnungsband** nach DIN 18123

Projekt-Nr.: 2254-2020GU1

Anlagen-Nr.: 15.3

## Datenblatt „Schlick / Torf“

Ortsübliche Bezeichnung: „Schlick, Darg, Torf“

Bodengruppe nach DIN 18196:[OU], [OT], [OH], [UM]

Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke: 0%

Kornfraktionen:

Tonanteil [%]	Schluffanteil [%]	Sandanteil [%]	Kiesanteil [%]
10 bis 30	40 bis 80	10 bis 50	0

Weitere Bodenparameter:

Wassergehalt w [-]	Kalkgehalt V <sub>Ca</sub> [-]	Konsistenz
0,5 bis 2,3	0,02 bis 0,04	breiig bis weich

Lagerungsdichte D [-]	undrainierte Scherfestigkeit c <sub>u,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
---	10 bis 40

**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**  
**Geestevorhafen – Sanierung der Nordmole**

**Datenblatt „Schlick, Torf“**

Projekt-Nr.:

2254-2020GU1

Anlagen-Nr.:

**16.1**

# Datenblatt „Klei“

Ortsübliche Bezeichnung: „Klei“

Bodengruppe nach DIN 18196:[UL], [UM], [OU], [OT], [OH]

Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke: 0%

Kornfraktionen:

Tonanteil [%]	Schluffanteil [%]	Sandanteil [%]	Kiesanteil [%]
0 bis 30	10 bis 50	20 bis 60	0

Weitere Bodenparameter:

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

Lagerungsdichte D [-]	undrainierte Scherfestigkeit c <sub>u,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
---	20 bis 70

**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  
Geestevorhafen – Sanierung der Nordmole**

**Datenblatt „Klei“**

Projekt-Nr.:

2254-2020GU1

Anlagen-Nr.:

**16.2**



# Datenblatt „Fein- und Mittelsand“

Ortsübliche Bezeichnung: „Wattsand, pleistozäner Sand“

Bodengruppe nach DIN 18196: [SE], [SW], [SI], [SU]

Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke: < 5%

Kornfraktionen:

Tonanteil [%]	Schluffanteil [%]	Sandanteil [%]	Kiesanteil [%]
0	0 bis 25	60 bis 100	0 bis 10

Weitere Bodenparameter:

Wassergehalt w [-]	Kalkgehalt V <sub>Ca</sub> [-]	Konsistenz
0,15 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  
Geestevorhafen – Sanierung der Nordmole**

**Datenblatt „Fein- und Mittelsand“**

Projekt-Nr.:

2254-2020GU1

Anlagen-Nr.:

**16.3**