

Niedersächsische Landesbehörde  
für Straßenbau und Verkehr  
Geschäftsbereich Stade  
Harsefelder Straße 2

21660 Stade

Schnack Ingenieurgesellschaft  
mbH & Co. KG  
Güntherstraße 47  
30519 Hannover

Tel: +49 (0) 511 / 98 48 96 - 0  
Fax: +49 (0) 511 / 98 48 96 - 33  
info@schnack-geotechnik.de  
www.schnack-geotechnik.de

Geschäftsführer:  
Dipl.-Ing. Wilfried Schnack  
Dipl.-Ing. Hans-Joachim Klüsch  
Dipl.-Ing. Joost Hebestreidt

Beratende Ingenieure VBI  
Ingenieurkammer Niedersachsen  
Sachverständige im Bauwesen

**NLStBV, GB Stade**  
**Straßenbrücke Ostebrücke**  
**Überführung B71/B74 über die Oste**

**Geotechnischer Bericht**  
**- Abschließende Beurteilung der Gründung -**

Hannover, den 29.05.2019  
Heb

<b><u>Inhalt</u></b>	<b>Seite</b>
<b>1. Das Bauwerk .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Der Baugrund.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Beurteilung der Gründung.....</b>	<b>5</b>
3.1 Allgemeines.....	<b>5</b>
3.2 Gründungsempfehlung.....	<b>5</b>
3.3 Standsicherheit .....	<b>7</b>
3.4 Setzungen.....	<b>8</b>
3.5 Besondere Baumaßnahmen .....	<b>8</b>
3.6 Homogenbereiche.....	<b>9</b>
<b>4. Zusammenfassung .....</b>	<b>15</b>

<b><u>Anlagen</u></b>	<b>Maßstab</b>	
<b>1 Lageplan der Baugrunderkundungen .....</b>	<b>1 :</b>	<b>200</b>
<b>2 Baugrunderkundungen.....</b>	<b>1 :</b>	<b>100</b>
<b>3 Gründungsvorschlag .....</b>	<b>1 :</b>	<b>200</b>
<b>4 Standsicherheit / Setzungen .....</b>		

## 1. Das Bauwerk

Die Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr, Geschäftsbereich Stade, plant den Ersatzneubau der Ostebrücke in Bremervörde. Ursprünglich war ein Ersatzneubau der Brücke an gleicher Stelle mit Behelfsbrücke unmittelbar südlich des vorhandenen Bauwerks geplant. Hierzu liegen unsere Berichte "Generelle Beurteilung der Gründung" vom 15.04.2013 (Ostebrücke) und 19.04.2013 (Behelfsbrücke) vor. Die aktuelle Planung sieht dagegen einen Neubau rd. 35 m südlich der vorhandenen Brücke vor. Für diesen Brückenstandort und die zugehörigen Straßenanschlüsse wurden im Mai 2016 die erforderlichen Erkundungen durchgeführt und für die Straßenanschlüsse im Bericht vom 05.09.2017 ausgewertet. Außerdem wurde mit Bericht vom 16.05.2018 ein 1. Nachtrag zur Generellen Beurteilung der Gründung der Ostebrücke vorgelegt, in dem eine Tiefgründung der Widerlager auf Schraubbohrpfählen (System Fundex) mit UK Pfähle = -11,00 mNHN und eine Flachgründung der Pfeiler in Spundwandkästen mit Unterwasserbetonsohlen  $UK \leq -3,00$  mNHN (Achse 20) und  $\leq -2,00$  mNHN (Achse 30) empfohlen wird. In der Entwurfszeichnung, aufgestellt durch WK Consult Hamburg GmbH, sind für das 3-Feld-Bauwerk folgende technische Daten ausgewiesen:

Bauart	Spannbeton	
Einwirkungen	nach DIN EN 1991, LM1	
Verkehrskategorie	2; 2 LKW-Streifen (für Ermüdungsberechnung)	
Verkehrsart	große Entfernung (für Ermüdungsberechnung)	
Militärlastenklasse	50/50 - 100	
Stützweiten	$12,40 + 18,00 + 12,40 = 42,80$	m
Lichte Weite zw. d. Widerlagern	$\geq 41,40$	m
Kl. L. Höhe / Konstruktionsunterkante	$\geq +4,05$	mNHN (Gewässermittelpunkt)
Kreuzungswinkel	100,0000	gon
Breite zw. d. Geländern	14,00	m
Brückenfläche	599,20	m <sup>2</sup>

In der Lastzusammenstellung sind maximale charakteristische Pfahllasten -1.078 kN (Achse 10; Druck) bzw. -1.165 kN (Achse 40; Druck) und 234 kN (Zug; Achse 10) bzw.

165 (Zug; Achse 40) angegeben. Für die Pfeiler sind maximale charakteristische Auflagerlasten im Fundamentschwerpunkt  $v = 10.501$  kN und  $M_x = -3.664$  kNm angegeben. Für das vorstehend beschriebene Bauwerk wird nachfolgend die abschließende Beurteilung der Gründung vorgelegt.

## 2. Der Baugrund (Anl. 1 und 2)

Die Baugrundverhältnisse sind in unseren Berichten vom 15.04.2013, 19.04.2013, und 16.05.2018 beschrieben. Hieraus wurden die Lage der maßgebenden Ansatzpunkte in den Lageplan in Anl. 1 übertragen und die zeichnerische Darstellung der Ergebnisse der maßgebenden Baugrunderkundungen in Form von Bohrprofilen gemäß DIN 4023 und Rammsondierdiagrammen gemäß DIN 4094 in Anl. 2 übernommen. Danach ist im Bereich des geplanten Brückenneubaus ein Baugrundaufbau aus Auffüllung bzw. Mutterboden ( $d_1 = 0,40 - 2,60$  m) und Schwemmsand ( $d_{2,ges} = 1,90 - 4,10$  m) mit Torf- und Schwemmlehm-Zwischenschichten ( $d = 0,10 - 1,20$  m) über Schmelzwassersand (ab  $t = 3,40 - 5,60$  m, entsprechend  $-0,79$  bis  $-3,18$  mNHN) gegeben.

Bzgl. der bodenmechanischen Kennwerte verweisen wir auf den Bericht vom 05.09.2017.

Das ausgespiegelte Grundwasser wurde bei den Bohrarbeiten im Februar 2013 (nur B Oste-2) und im Mai 2016 in  $t = 0,40$  bis  $1,74$  m Tiefe unter Gelände auf  $+2,00$  bis  $+0,65$  mNHN eingemessen. Dabei wurden bei lokal ausgeprägten Schwemmlehm-Zwischenschichten leicht gespannte Verhältnisse angetroffen. Als höchster Grundwasserstand ist der höchste Ostewasserstand anzusetzen. Hierzu sind in der Entwurfszeichnung  $MNW = +0,40$  mNHN,  $MHW = +1,30$  mNHN und  $HHW = +3,21$  mNHN angegeben. Grundwasser und Ostewasser sind auf der Grundlage von 2 Analysen als nicht betonangreifend im Sinne der DIN 1045 einzustufen. Außerdem geht von den untersuchten Wasserproben jeweils eine sehr geringe Korrosionswahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion sowie Flächenkorrosion aus.

### 3. Beurteilung der Gründung (Anl. 3 und 4)

#### 3.1 Allgemeines

Nach dem Ergebnis der Baugrunderkundung steht im Bauflächenbereich Auffüllung bzw. Mutterboden über Schwemmsand mit nur bereichsweise vorhandenen Schwemmlehm- und Torf-Zwischenschichten und Schmelzwassersand an. Das ausgespiegelte Grundwasser wurde in t = 0,40 bis 1,74 m Tiefe unter Gelände auf +2,00 bis +0,65 mNHN eingemessen. Das höchste Grundwasser ist mit dem höchsten Wasserstand der Oste HHW = +3,21 mNN zu berücksichtigen.

Auffüllung und Mutterboden sind aufgrund ihrer uneinheitlichen, überwiegend lockeren Lagerung und erhöhten Humusanteilen als nicht ausreichend tragfähig im Sinne der DIN 1054 zu bezeichnen. Gleiches gilt sinnentsprechend für den Schwemmsand. Die Schwemmlehm- und Torf-Zwischenschichten sind nicht ausreichend tragfähig wegen ihrer weichen Konsistenz und ihrer organischen Bestandteile. Der Schmelzwassersand ist bei mindestens mitteldichter Lagerung ausreichend tragfähig, bei dichter Lagerung ist gute Tragfähigkeit gegeben, so dass die Bauwerkslasten in den Schmelzwassersanden abgetragen werden können.

#### 3.2 Gründungsempfehlung (Anl. 3 und 4)

Gegen die in der Entwurfszeichnung eingetragenen Flachgründungen der Pfeiler in Spundwandkästen auf Unterwasserbetonsohlen mit UK  $\leq$  -3,70 mNN und Tiefgründungen der Widerlager auf Schraubbohrpfählen (System Fundex) d = 0,44 m/0,56 m mit UK = -11,00 mNHN bestehen aus geotechnischer Sicht grundsätzlich keine Bedenken.

Für die Bemessung der Pfeilerfundamente ist ein aufnehmbarer Sohldruck

$$\sigma_{zul} = 350 \text{ kN/m}^2$$

bzw. ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes (s. a. DIN 1054: 2010-12<sup>1</sup>)

$$\sigma_{R,d} = 490 \text{ kN/m}^2$$

anzusetzen. Dabei handelt es sich um die mittlere Sohlnormalspannung, bezogen auf die infolge schrägem und außermittigem Lastangriff gemäß DIN 4017<sup>2</sup> reduzierte Fundamentfläche  $F' = a' \cdot b'$  mit  $a' = a - 2e_a$  und  $b' = b - 2e_b$ .

Für die Vorberechnung der äußeren Tragfähigkeit der Schraubbohrpfähle (System Fundex) gelten nach Korrelation der Rammsondiererergebnisse mit Spitzendruckwerten der Drucksonde nach DIN 4094-3:2002-01, E.5, Bild E.11, folgende untere Erfahrungswerte der EA-Pfähle:

Widerlager Achse 10 (Rammsondierung RS Oste-2):

Schicht-OK	Schicht-UK	$q_{b,k02}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k03}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k10}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
±0,00 mNHN	-2,50 mNHN	0	0	0	0
-2,50 mNHN	-6,50 mNHN	1,700	2,183	4,933	0,0517
-6,50 mNHN	-10,00 mNHN	2,500	3,250	7,200	0,0850
-10,00 mNHN	-13,00 mNHN	3,075	3,950	7,750	0,1000

Widerlager Achse 40 (Rammsondierung RS Oste-7):

Schicht-OK	Schicht-UK	$q_{b,k02}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k03}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k10}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
±0,00 mNHN	-2,00 mNHN	0	0	0	0
-2,00 mNHN	-5,50 mNHN	1,700	2,183	4,933	0,0517
-5,50 mNHN	-6,50 mNHN	3,075	3,950	7,750	0,1000
-6,50 mNHN	-7,50 mNHN	2,500	3,250	7,200	0,0850
-7,50 mNHN	-13,00 mNHN	3,075	3,950	7,750	0,1000

Danach können diese Pfähle bei Durchmessern  $d_{\text{Schaft}} = 44 \text{ cm}$  /  $d_{\text{Fuß}} = 56 \text{ cm}$  (Fußhöhe / Durchmesser = 0,5) und einer Absetztiefe UK = -11,00 mNHN mit zul  $V_{\text{Druck}} = -1.360 \text{ kN}$  (WL10) bzw. -1.438 kN (WL40) und zul  $V_{\text{Zug}} = 376 \text{ kN}$  (WL10) bzw. 449 kN (WL40) ausgelastet werden. Diese Werte sind deutlich größer, als die in der Lastzusammenstellung

<sup>1</sup> DIN 1054:2010-12, Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau

<sup>2</sup> DIN 4017, Baugrund - Berechnung des Grundbruchwiderstandes von Flachgründungen

angegebenen maximalen charakteristischen Pfahllasten  $V_{,Druck} = 1.078$  (WL10) bzw.  $1.165$  kN (WL40) bzw.  $V_{,Zug} = 234$  (WL10) bzw.  $165$  kN (WL40). Auch die in der Lastzusammenstellung angegebene Bemessungswerte der Pfahldrucklasten  $V_d = -1.451$  (WL10) bzw.  $-1.666$  kN (WL40) bzw. Pfahlzuglasten  $V_d = 518$  kN (WL10) bzw.  $584$  kN (WL40) sind durch die berechneten Bemessungswerte der äußeren Pfahltragfähigkeit auf Druck  $R_d = -1.938$  (WL10) bzw.  $-2.049$  kN (WL40) und auf Zug  $R_d = 536$  (WL10) bzw.  $639$  kN (WL40) abgedeckt. Die rechnerischen Ausnutzungsgrade betragen  $\mu_{Druck,WL10} = -1.451 \text{ kN} / -1.938 \text{ kN} = 74,8 \%$ ;  $\mu_{Druck,WL40} = -1.666 \text{ kN} / -2.049 \text{ kN} = 81,3 \%$ ;  $\mu_{Zug,WL10} = 518 \text{ kN} / 536 \text{ kN} = 96,6 \%$  und  $\mu_{Zug,WL40} = 584 \text{ kN} / 639 \text{ kN} = 91,4 \%$ .

Der Baugrund weist durchgehend ausreichende Festigkeiten auf, damit der Pfahlbeton ohne zusätzliche Stützung gegen den Baugrund betoniert werden kann. Bei den gegebenen Verhältnissen (Festigkeit des Baugrundes, geringe Höhe der Widerlagerhinterfüllung) können bei der Bemessung der Pfähle Seitendruck und negative Mantelreibung vernachlässigt werden.

Eine bildliche Darstellung der vorstehend beschriebenen Gründung ist in der Gründungsempfehlung in Anl. 3 gegeben.

### **3.3 Standsicherheit (Anl. 4)**

In Anl. 4.1 - 4.5 zu diesem Bericht wurde die äußere Tragfähigkeit der geplanten Pfähle für beide Widerlager unter Ansatz der unteren Erfahrungswerte der EA-Pfähle berechnet. Der Nachweis ausreichender Tragfähigkeit erfolgt durch Probelastungen vor Ort. Wir empfehlen eine Probelastung je Widerlager und eine Drucksondierung vor Herstellung je Probepfahlstandort. Bei erfolgreichem Nachweis können grundsätzlich alle Pfähle wie die am höchsten belasteten Pfähle ausgeführt werden.

In Anl. 4.5 wurde die Sicherheit der Pfeilerfundamente gegen Grundbruch rechnerisch ermittelt. Der Berechnung wurden die in der Entwurfszeichnung angegebenen geometrischen Verhältnisse und die in Lastzusammenstellung angegebenen Einwirkungen sowie

die beschriebenen Baugrundverhältnisse berücksichtigt. Es wurde ein Ausnutzungsgrad  $\mu_{\text{vorh.}} = 0,223$  ermittelt, der sehr viel kleiner ist als der zulässige Ausnutzungsgrad  $\mu_{\text{zul.}} = 1,0$ , so dass ausreichende Sicherheit gegen Grundbruch gegeben ist. Dabei wurde die standsicherheitserhöhende Wirkung der im Baugrund verbleibenden Spundwände vernachlässigt.

### **3.4 Setzungen (Anl. 4)**

Die wahrscheinlichen Setzungen der Pfähle können aus den rechnerischen Widerstandssetzungslinien in Anl. 4.1 und 4.3 abgeschätzt werden. Danach ist mit maximalen Setzungen der Pfähle  $s \leq 1,0$  cm zu rechnen. Das genaue Last-Setzungs-Verhalten der Pfähle kann aus den Ergebnissen der Probelastungen ermittelt werden. Für die Pfeilerfundamente wurden in Anl. 4.5 Setzungen  $s = 1,0 - 1,2$  cm ermittelt. Die Setzungen werden sehr gleichmäßig und praktisch vollständig unmittelbar nach Lastaufbringung eintreten. Danach kann bei der Bemessung der Überbau-Konstruktion von Setzungsunterschieden zwischen den Auflagerachsen  $\Delta s \leq 0,5$  cm ausgegangen werden.

### **3.5 Besondere Baumaßnahmen**

Für die Erstellung der Pfähle / Rammung der Spundwände wird die Anordnung ausreichend tragfähiger Arbeitsebenen / Rammebenen erforderlich.

Für den Einbau der Spundwände ist von mittelschwerer bis schwerer Rammung im Sinne der EAU auszugehen. Für die Bemessung der Spundwände sind die unter Pkt. 4.4 angegebenen Bodenkennwerte des Berichtes vom 05.09.2017 anzusetzen. Die Spundwände sind Schloss-gerammt und -gedichtet auszuführen.

In den Widerlagerbaugruben sind mit ausreichendem zeitlichen Vorlauf zum Aushub unter dem Grundwasserspiegel geschlossene Wasserhaltungen (z.B. vakuumbeaufschlagte Kleinfiterbrunnen) zu betreiben, um das Grundwasser bis  $\Delta t = 0,50$  m unter die

Aushubsohle abzusenken. Die Widerlagerbaugruben können grundsätzlich in geböschter Bauweise mit Böschungswinkeln  $\beta \leq 45^\circ$  ausgeführt werden. Mit der geböschten Ausführung der Widerlagerbaugruben ist jedoch nur ein begrenzter Schutz gegen Hochwasser der Oste möglich. Für den Fall höherer Schutzanforderungen gegen das Hochwasser der Oste müssten die Widerlagerbaugruben ebenfalls mit Spundwänden gesichert werden.

### 3.6 Homogenbereiche (Anl. 3)

Die früher in den relevanten ATV-Normen verwendeten Boden- und Felsklassen wurden zur Vereinheitlichung durch Homogenbereiche ersetzt. Homogenbereiche sind begrenzte Bereiche, bestehend aus einzelnen oder mehreren Bodenschichten, die für das jeweilige Gewerk vergleichbare Eigenschaften aufweisen.

Nachfolgend erfolgt für Schichten mit gleichen bautechnischen Eigenschaften für die zu erbringenden Leistungen (hier: Erdbau - DIN 18300:2016-09, Bohrarbeiten - DIN 18301:2016-09 und Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten - DIN 18304:2016-09) eine Empfehlung für die Einteilung in Homogenbereiche.

Kennwerte, die nicht explizit durch Feld- oder Laborversuche ermittelt wurden, werden auf der Grundlage von Korrelationen und / oder Erfahrungswerten geologisch vergleichbarer Baugrundsichten abgeschätzt.

<b>Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung</b>	<b>Auffüllung</b>
Kennzeichnung im Profil	A
Korngrößenverteilung (Körnungsband in Kornkennziffern - Ton/Schluff/Sand/Kies) nach DIN 18123	0/15/85/0 - 0/0/70/30
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	0 - 10 %
Bodengruppen nach DIN 18196	A, [SE], [SU], [SU*], [OH]
Dichte nach DIN 18125-2	1,7 - 1,9 t/m <sup>3</sup>

Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung
Kohäsion nach DIN 18137-1 bis -3	0
undränierete Scherfestigkeit nach DIN 18137-2	0
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	5 - 15 %
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	-
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	-
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	-
bezogene Lagerungsdichte $I_D$ Def. nach DIN EN ISO 14688-2	0,2 - 0,4 locker bis mitteldicht
Sondierwiderstände mit Angabe des Sondierverfahrens	DPH, $n_{10} = 0 - 5$
Organischer Anteil nach DIN 18128	0 - 6 %
Abrasivität nach NF P19-579	100 - 500 g/t

Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung	Mutterboden
Kennzeichnung im Profil	Mu
Korngrößenverteilung (Körnungsband in Kornkennziffern - Ton/Schluff/Sand/Kies) nach DIN 18123	5/70/25/0 - 0/15/80/5
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blö- cke nach DIN EN ISO 14688-1	0 - 2 %
Bodengruppen nach DIN 18196	OH, OU
Dichte nach DIN 18125-2	1,6 - 1,8 t/m <sup>3</sup>
Kohäsion nach DIN 18137-1 bis -3	0
undränierete Scherfestigkeit nach DIN 18137-2	0
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	5 - 25 %
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	≤ 5 %
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	-
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	-

Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung	Mutterboden
bezogene Lagerungsdichte $I_D$ Def. nach DIN EN ISO 14688-2	0,15 - 0,3 locker
Sondierwiderstände mit Angabe des Sondierverfahrens	DPH, $n_{10} = 0 - 5$
Organischer Anteil nach DIN 18128	2 - 10 %
Abrasivität nach NF P19-579	100 - 500 g/t

Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung	Schwemmsand
Kennzeichnung im Profil	orange
Korngrößenverteilung (Körnungsband in Kornkennziffern - Ton/Schluff/Sand/Kies) nach DIN 18123	5/30/65/0 - 0/5/85/10
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blö- cke nach DIN EN ISO 14688-1	0 - 2 %
Bodengruppen nach DIN 18196	SE, SU, SU*, OH
Dichte nach DIN 18125-2	1,7 - 1,9 t/m <sup>3</sup>
Kohäsion nach DIN 18137-1 bis -3	0
undränierete Scherfestigkeit nach DIN 18137-2	0
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	5 - 20 %
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	-
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	-
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	-
bezogene Lagerungsdichte $I_D$ Def. nach DIN EN ISO 14688-2	0,2 - 0,4 locker bis mitteldicht
Sondierwiderstände mit Angabe des Sondierverfahrens	DPH, $n_{10} = 0 - 10$
Organischer Anteil nach DIN 18128	0 - 6 %
Abrasivität nach NF P19-579	100 - 500 g/t

<b>Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung</b>	<b>Schwemmlehm</b>
Kennzeichnung im Profil	oliv
Korngrößenverteilung (Körnungsband in Kornkennziffern - Ton/Schluff/Sand/Kies) nach DIN 18123	15/70/15/0 - 5/50/45/0
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blö- cke nach DIN EN ISO 14688-1	0 - 1 %
Bodengruppen nach DIN 18196	UL, TL, OU
Dichte nach DIN 18125-2	1,6 - 1,8 t/m <sup>3</sup>
Kohäsion nach DIN 18137-1 bis -3	2 - 10 kN/m <sup>2</sup>
undrainede Scherfestigkeit nach DIN 18137-2	20 - 60 kN/m <sup>2</sup>
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	15 - 50 %
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	≤ 15
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	0,5 - 0,75
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	weich
bezogene Lagerungsdichte I <sub>D</sub> Def. nach DIN EN ISO 14688-2	- -
Sondierwiderstände mit Angabe des Sondierverfahrens	DPH, n <sub>10</sub> = 0 - 5
Organischer Anteil nach DIN 18128	0 - 6 %
Abrasivität nach NF P19-579	0 - 250 g/t

<b>Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung</b>	<b>Torf</b>
Kennzeichnung im Profil	braun
Korngrößenverteilung (Körnungsband in Kornkennziffern - Ton/Schluff/Sand/Kies) nach DIN 18123	-
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blö- cke nach DIN EN ISO 14688-1	0 - 1 %
Bodengruppen nach DIN 18196	HN, HZ
Dichte nach DIN 18125-2	1,1 - 1,3 t/m <sup>3</sup>

Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung	Torf
Kohäsion nach DIN 18137-1 bis -3	0 - 5 kN/m <sup>2</sup>
undrÄnierte Scherfestigkeit nach DIN 18137-2	15 - 60 kN/m <sup>2</sup>
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	150 - 500 %
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	-
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	-
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	-
bezogene Lagerungsdichte I <sub>D</sub> Def. nach DIN EN ISO 14688-2	- -
Sondierwiderstände mit Angabe des Sondierverfahrens	DPH, n <sub>10</sub> = 2 - 5
Organischer Anteil nach DIN 18128	25 - 75 %
Abrasivität nach NF P19-579	0 - 100 g/t

Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung	Schmelzwassersand
Kennzeichnung im Profil	gelb
Korngrößenverteilung (Körnungsband in Kornkennziffern - Ton/Schluff/Sand/Kies) nach DIN 18123	0/5/95/0 - 0/0/70/30
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blö- cke nach DIN EN ISO 14688-1	0 - 5
Bodengruppen nach DIN 18196	SE, SW, SU
Dichte nach DIN 18125-2	1,8 - 2,0 t/m <sup>3</sup>
Kohäsion nach DIN 18137-1 bis -3	0
undrÄnierte Scherfestigkeit nach DIN 18137-2	0
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	5 - 15 %
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	-
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	-
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	-

Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung	Schmelzwassersand
bezogene Lagerungsdichte $I_D$ Def. nach DIN EN ISO 14688-2	0,3 - 0,65 mitteldicht bis dicht
Sondierwiderstände mit Angabe des Sondierverfahrens	DPH, $n_{10} = 5 - 25$
Organischer Anteil nach DIN 18128	0 - 1 %
Abrasivität nach NF P19-579	250 - 1000 g/t

Für den Erdbau, die Bohrarbeiten und die Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten empfehlen wir die einzelnen Bodenschichten wie in nachfolgender Tabelle angegeben zu Homogenbereichen zusammenzufassen.

Schicht	Erdarbeiten DIN 18300	Bohrarbeiten DIN 18301	Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten DIN 18304
<b>Auffüllung</b>	<b>Erd-1</b>	<b>Bohr-1</b>	<b>RRP-1</b>
<b>Mutterboden</b>	<b>Erd-2</b>	<b>Bohr-2</b>	<b>RRP-2</b>
<b>Schwemmsand</b>	<b>Erd-3</b>	<b>Bohr- 3</b>	<b>RRP-3</b>
<b>Schwemmlehm</b>	<b>Erd-4</b>	<b>Bohr-4</b>	<b>RRP-4</b>
<b>Torf</b>			
<b>Schmelzwassersand</b>	<b>Erd-5</b>	<b>Bohr-5</b>	<b>RRP-5</b>

Wir weisen darauf hin, dass die Einteilung in Homogenbereiche auf der Grundlage der uns derzeit vorliegenden Unterlagen und Informationen zur Baudurchführung beruht und im Rahmen der weiteren Planung, z.B. bei Änderung des Bauverfahrens, auch eine Anpassung der Homogenbereiche erforderlich werden kann. Außerdem weisen wir darauf hin, dass trotz Sicherheitsauf- und -abschlägen auf die Kennwerte baugrundbedingte Abweichungen in der Örtlichkeit nicht vollständig ausgeschlossen werden können (Restrisiko / Baugrundrisiko infolge punktueller Aufschlüsse für eine flächenhaft ausgedehnte Baumaßnahme).

#### 4. Zusammenfassung

Im Bauflächenbereich ist ein Baugrundaufbau aus Auffüllung bzw. Mutterboden über Schwemmsand mit Schwemmlehm- und Torf-Zwischenschichten und Schmelzwassersand gegeben. Das ausgespiegelte Grundwasser wurde in t = 0,40 bis 1,74 m Tiefe unter Gelände auf +2,00 bis +0,65 mNHN eingemessen. Das höchste Grundwasser ist mit dem höchsten Wasserstand der Oste HHW = +3,21 mNN zu berücksichtigen.

Die Pfeiler werden in Spundwandkästen mit Unterwasserbetonsohlen flach auf UK  $\leq$  -3,70 mNHN im Schmelzwassersand gegründet. Für die Bemessung der Pfeilerfundamente gilt ein aufnehmbarer Sohldruck / Bemessungswert des Sohlwiderstandes

$$\sigma_{zul} = 350 \text{ kN/m}^2 / \sigma_{R,d} = 490 \text{ kN/m}^2.$$

Die Widerlager werden auf Schraubbohrpfählen (System Fundex)  $d_{\text{Schaft}} = 44 \text{ cm}$  /  $d_{\text{Fuß}} = 56 \text{ cm}$  (Fußhöhe / Durchmesser = 0,5) mit einer Absetztiefe UK = -11,00 mNN gegründet. Für diese Pfähle gelten rechnerische Bemessungswerte der äußeren Pfahltragfähigkeit auf Druck  $R_d = -1.938$  (WL 10) bzw. -2.049 kN (WL 40) sowie auf Zug  $R_d = 536$  (WL 10) bzw. 639 kN (WL 40).

Für die Pfeilerfundamente sind ausreichende Sicherheiten gegen Grundbruch gegeben. Ausreichende Sicherheit der Pfähle gegen Versagen ist durch Probelastungen nachzuweisen. Die zu erwartenden Setzungen betragen  $s = 0,5 - 1,5 \text{ cm}$ .

Die Pfeilerbaugruben werden durch die Spundwände und die Unterwasserbetonsohlen trocken gehalten. In den Widerlagerbaugruben sind geschlossene Wasserhaltungen zu betreiben.



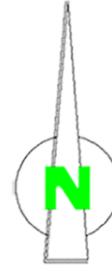
**Verteiler:**

Niedersächsische Landesbehörde  
für Straßenbau und Verkehr  
Geschäftsbereich Stade  
Harsefelder Straße 2  
21680 Stade

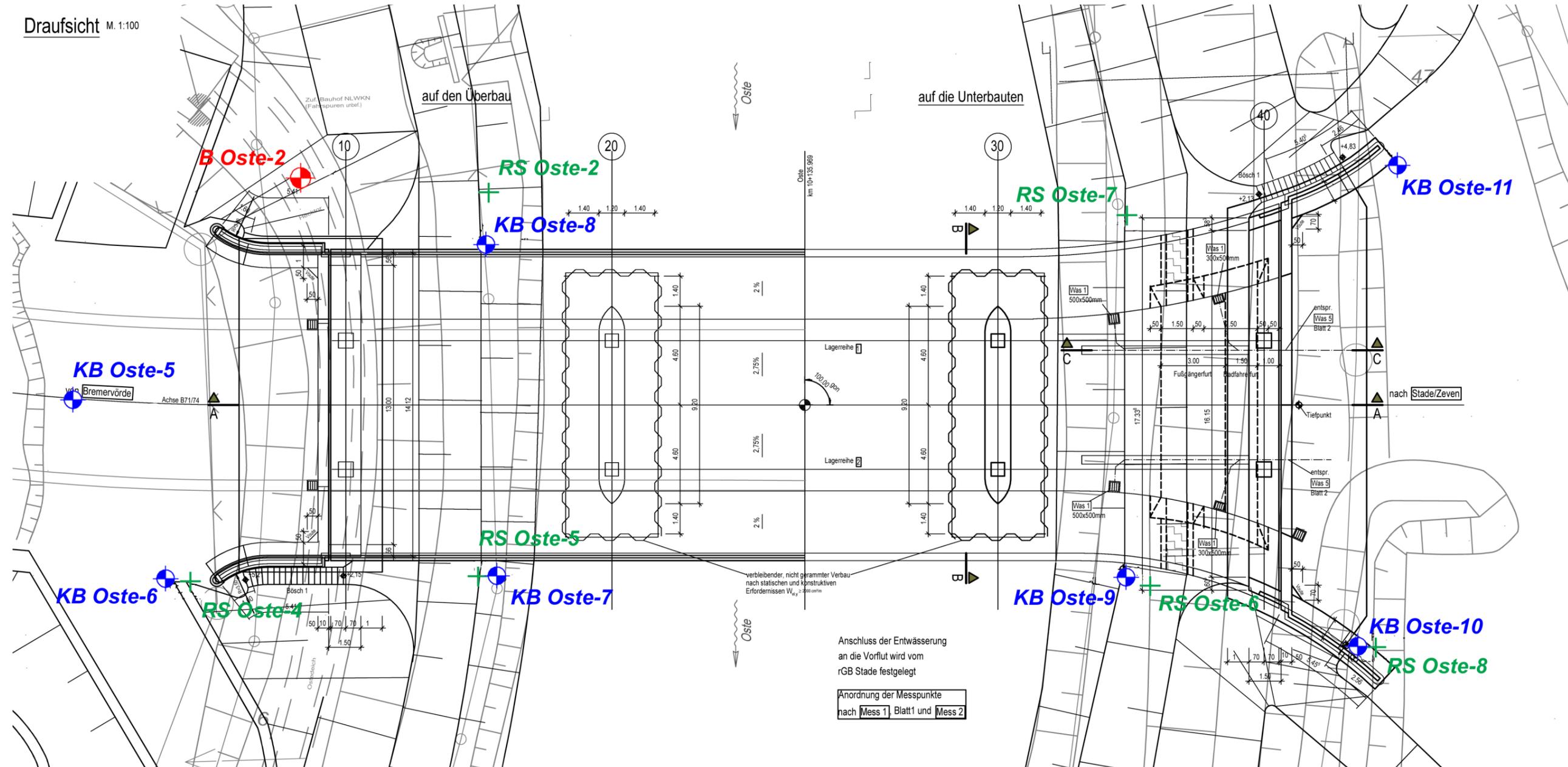
gebundene Exemplare 5 x  
als PDF-Datei auf CD 1 x

# Lageplan der Erkundungen

gez:	Maßstab:	Anl.
Tw.	1 : 200	<b>1</b>



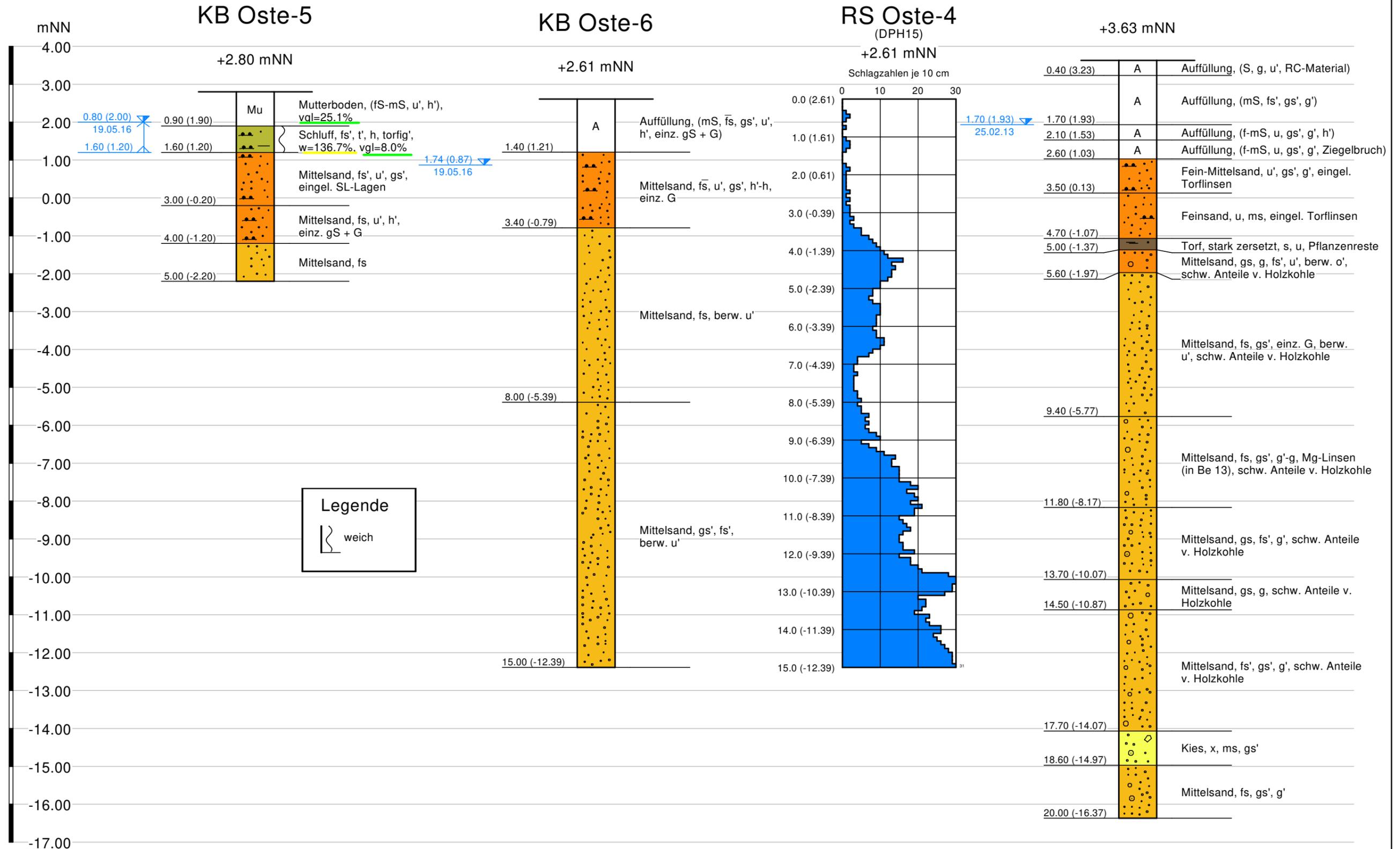
Draufsicht M. 1:100



Anschluss der Entwässerung  
 an die Vorflut wird vom  
 rGB Stade festgelegt

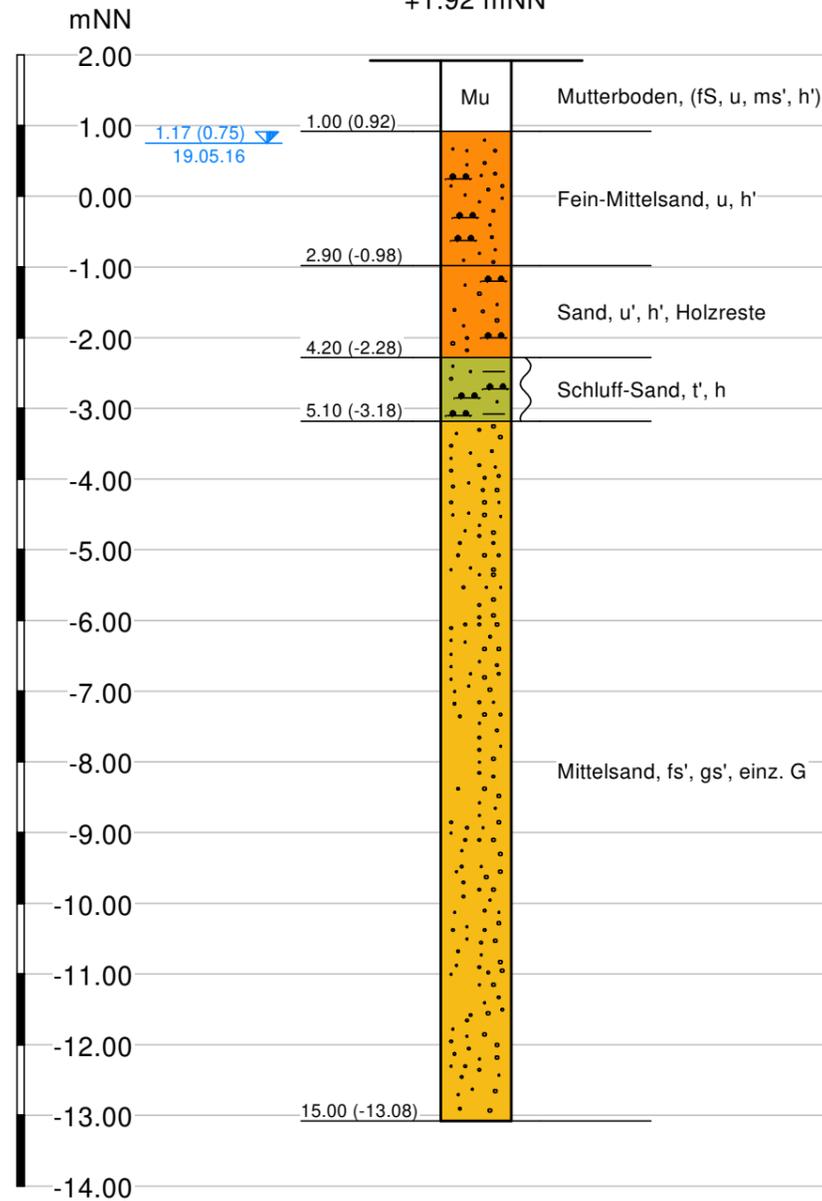
Anordnung der Messpunkte  
 nach Mess 1, Blatt 1 und Mess 2

**B Oste-2**  
(2013)



**KB Oste-7**

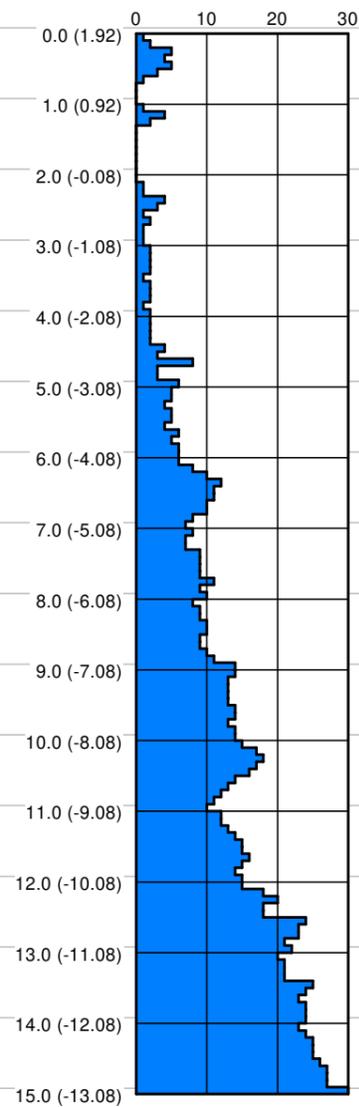
+1.92 mNN



**RS Oste-5**  
(DPH)

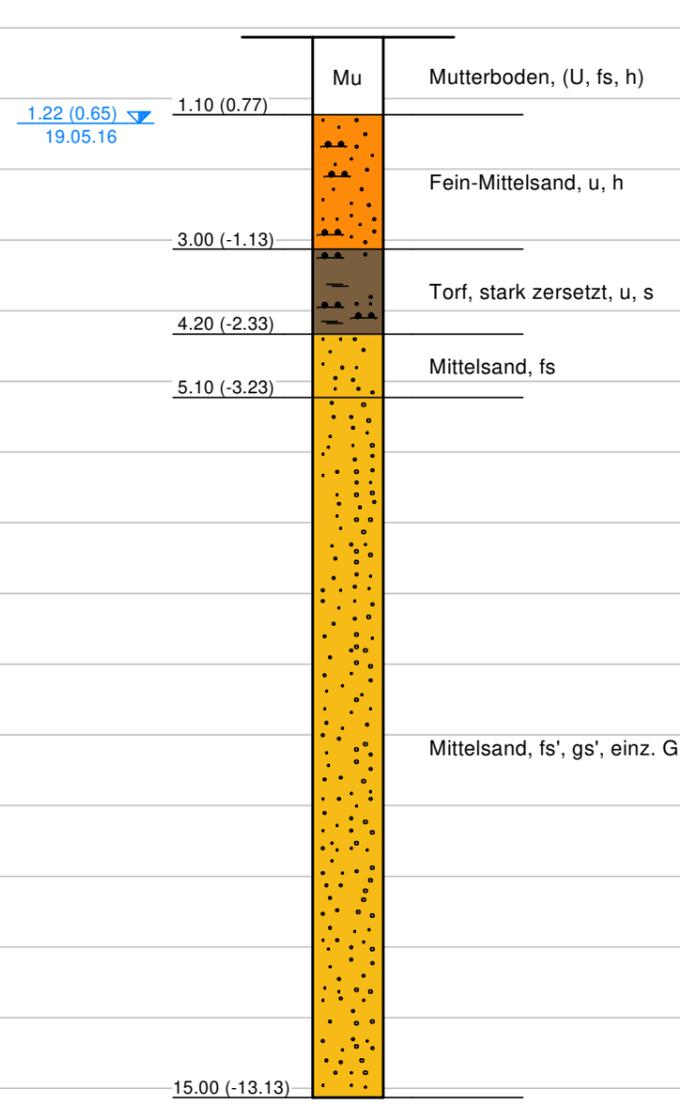
+1.92 mNN

Schlagzahlen je 10 cm



**KB Oste-8**

+1.87 mNN

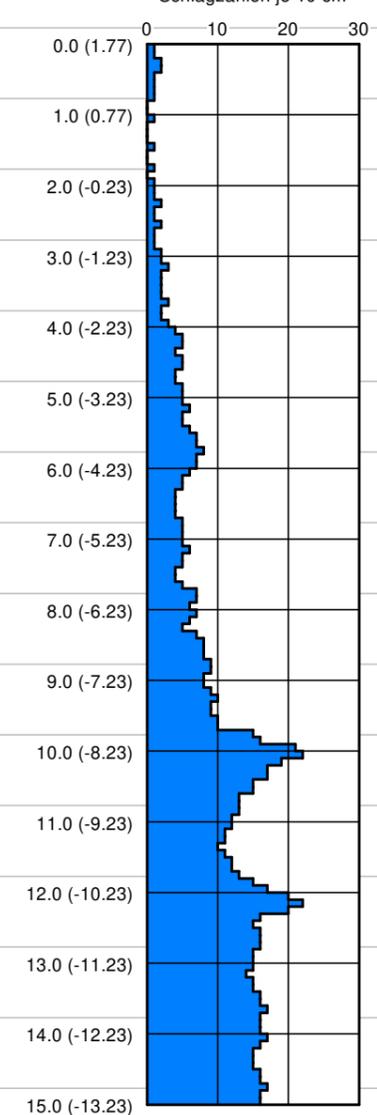


**RS Oste-2**

DPH (2013)

+1.77 mNN

Schlagzahlen je 10 cm



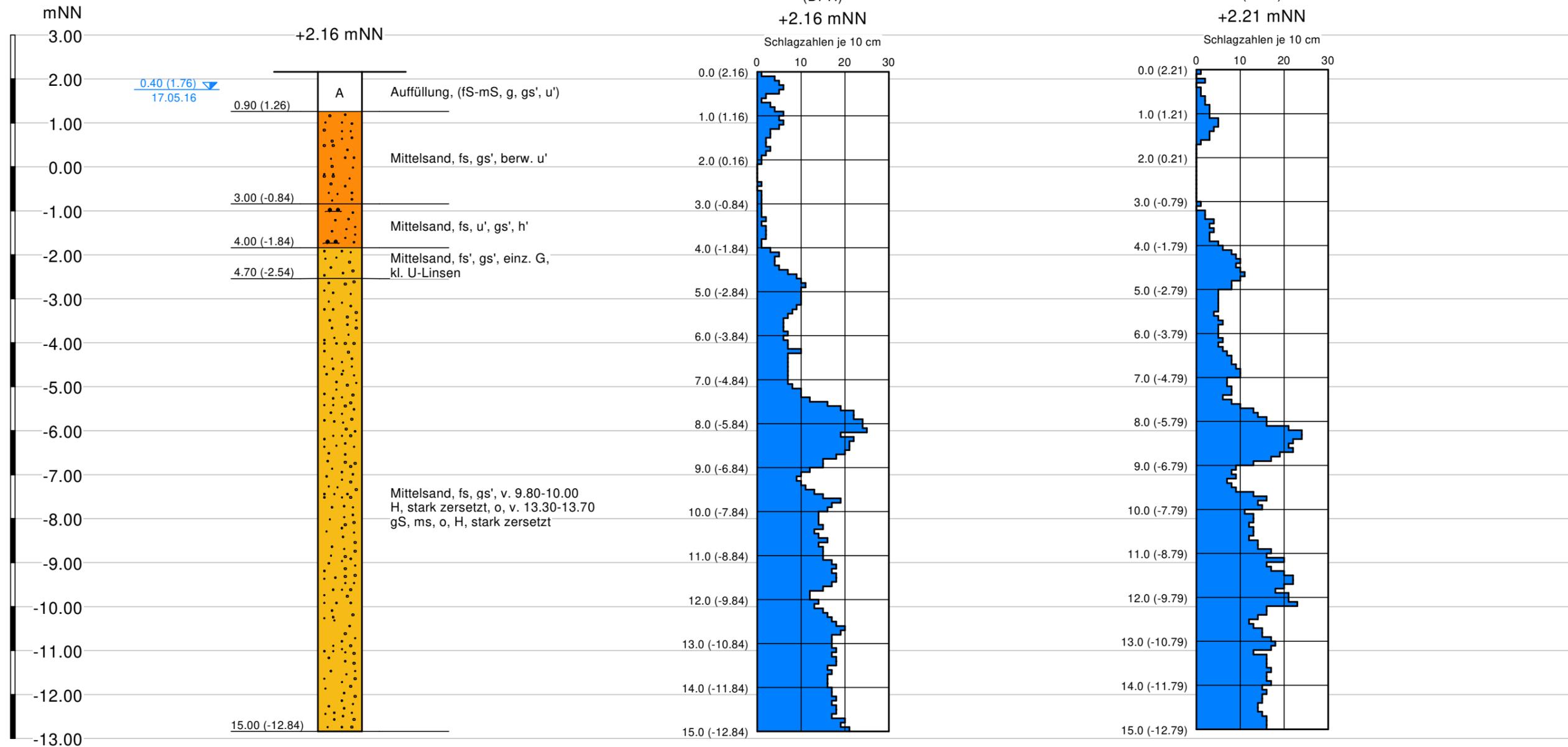
**Legende**

weich

**KB Oste-9**

**RS Oste-6**  
(DPH)

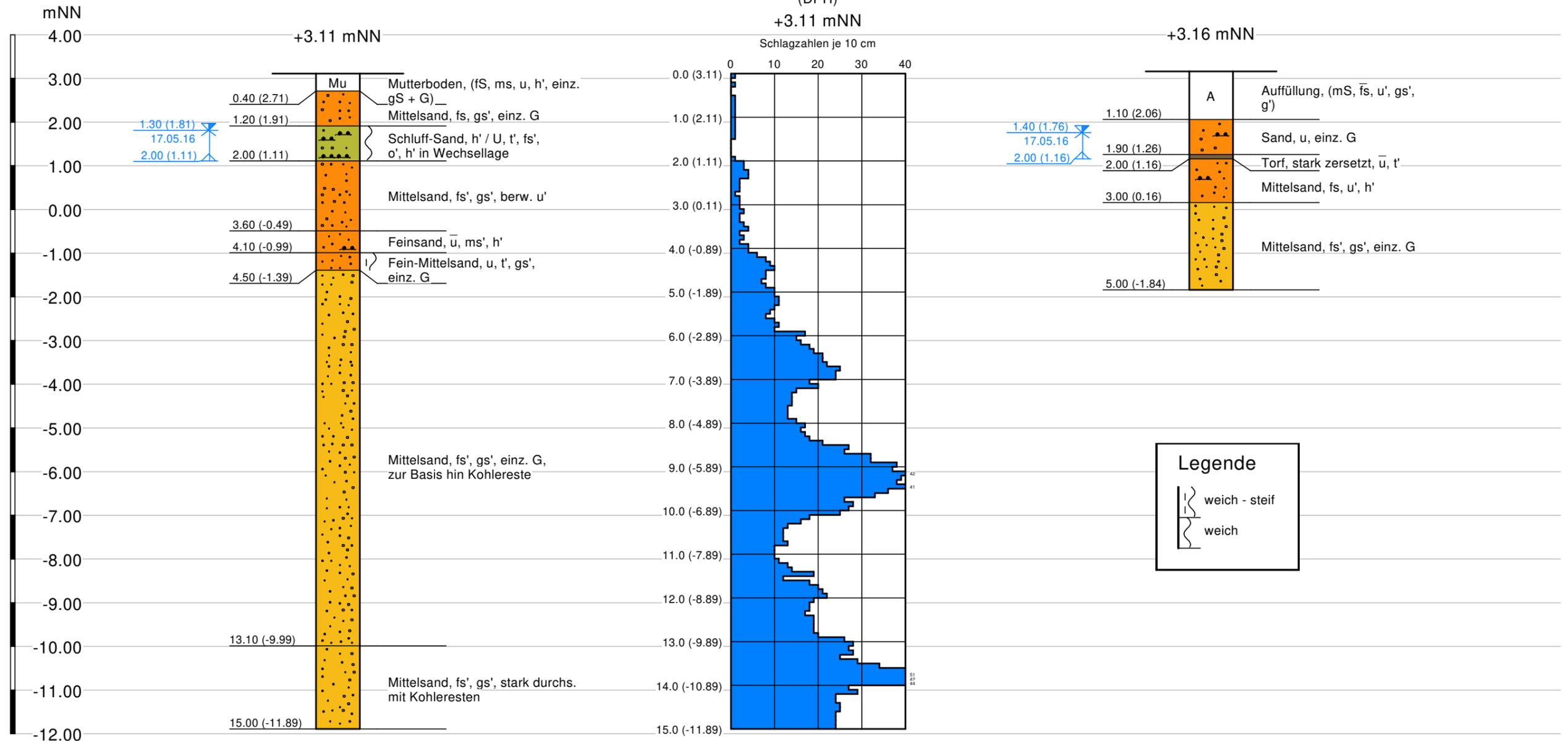
**RS Oste-7**  
(DPH)



**KB Oste-10**

**RS Oste-8**  
(DPH)

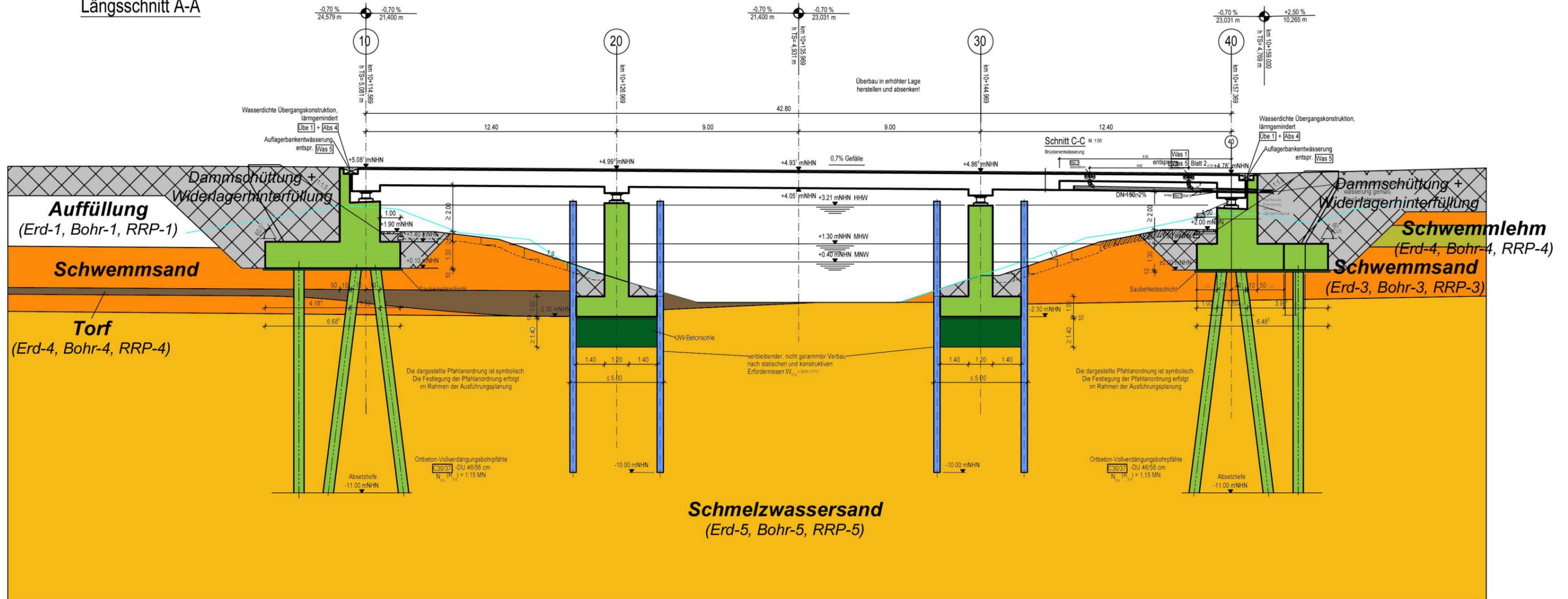
**KB Oste-11**



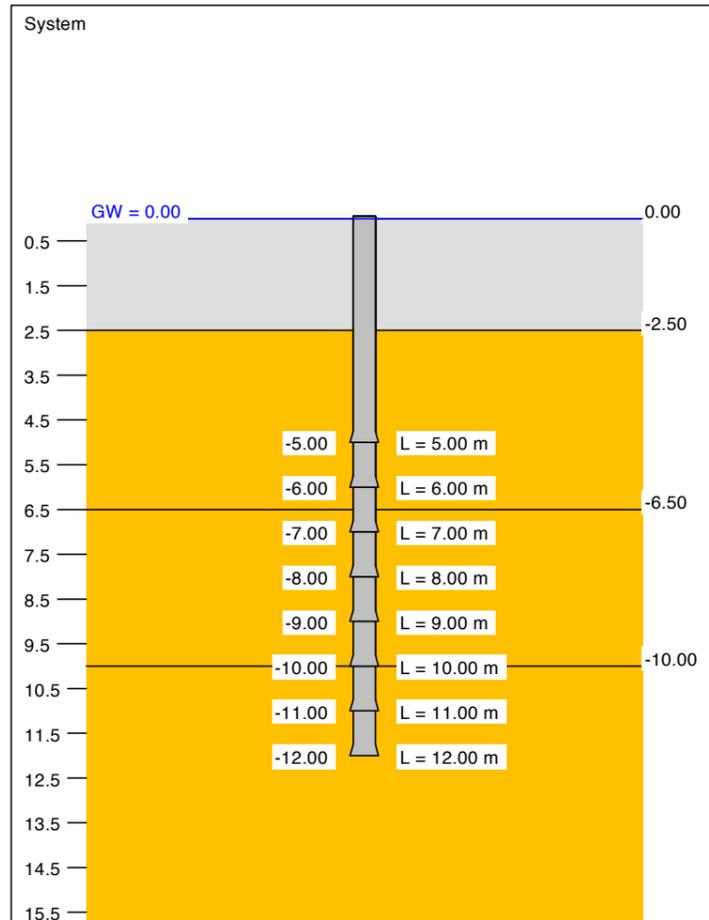
**Gründungsempfehlung**

gez:	Maßstab:	Anl.
Tw.	1 : 200	<b>3</b>

Längsschnitt A-A



# WL10, Druckpfahl (RS 2)



Boden	Tiefe [m]	$q_c$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k02}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k03}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k10}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	-2.50	0.0	0.0	0.000	0.000	0.000	0.0000	nicht tragfähig
	-6.50	10.0	0.0	1.700	2.183	4.933	0.0517	Sand
	-10.00	15.0	0.0	2.500	3.250	7.200	0.0850	Sand
	<math><-10.00</math>	20.0	0.0	3.075	3.950	7.750	0.1000	Sand

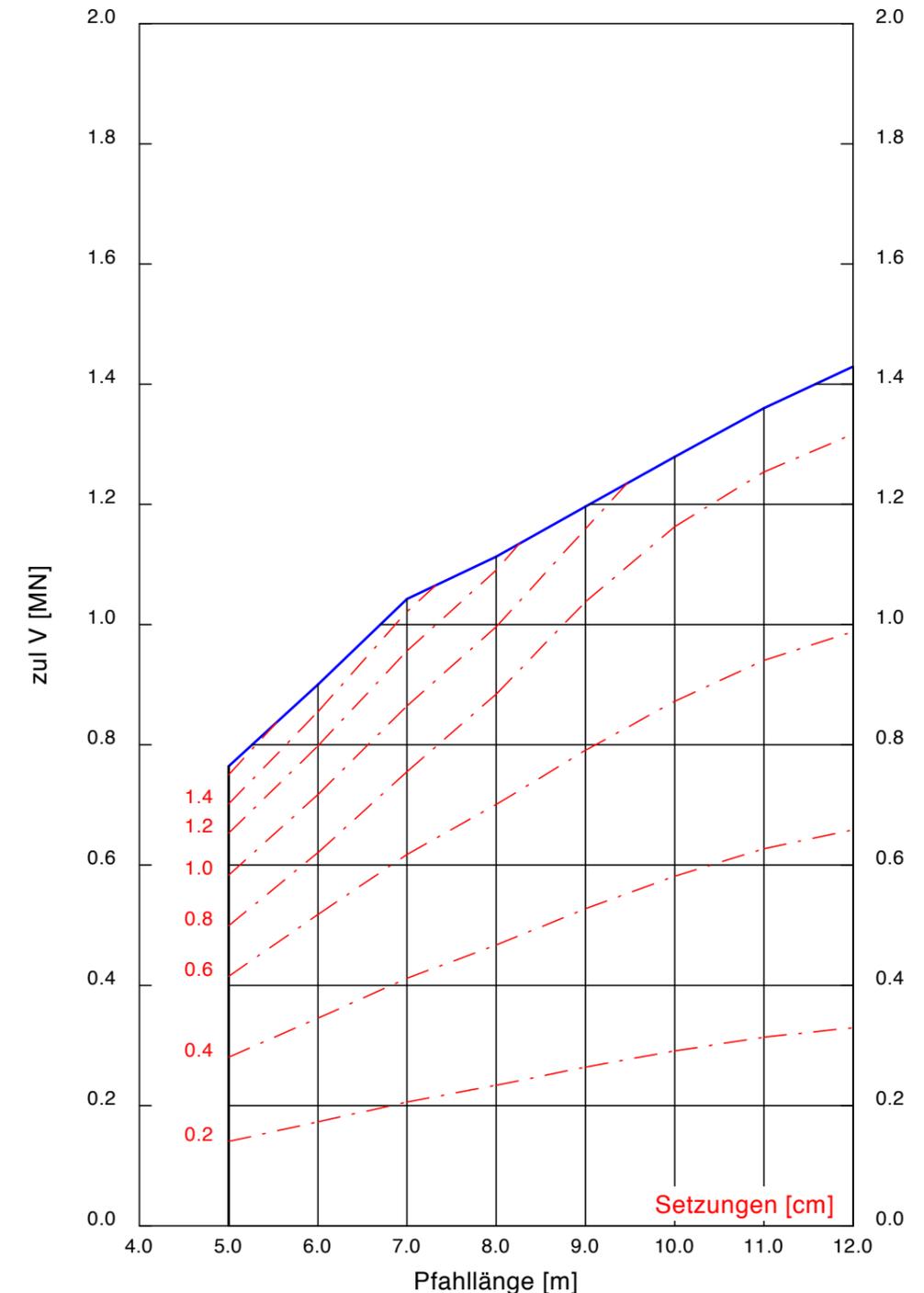
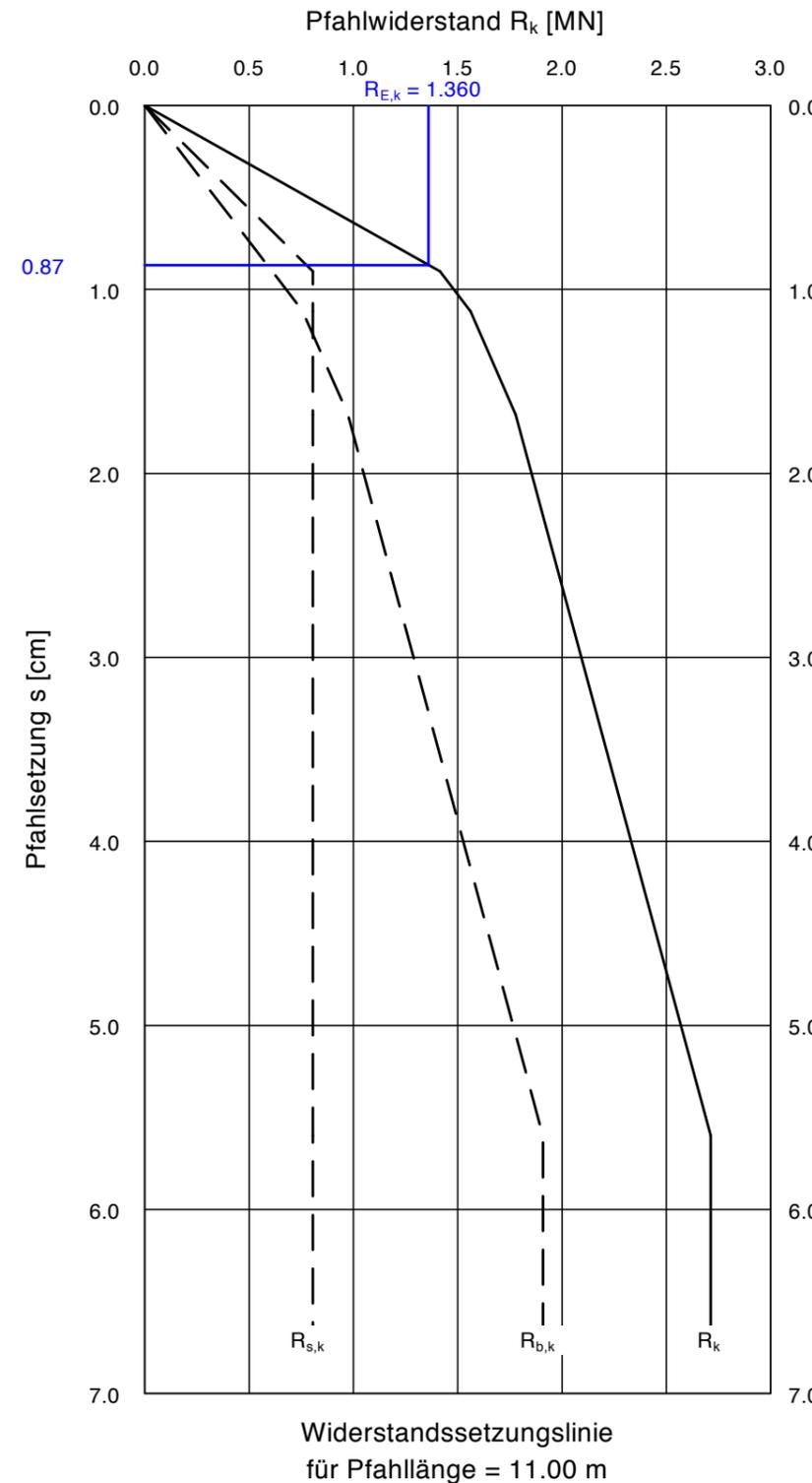
OK Gelände = 0.00 m

Berechnungsgrundlagen  
Fundexpfahl  
Verhältniswert (min, max) = 0.00  
Interpolation Mantelreibung:  
bei  $q_c < 7.5$  MN/m<sup>2</sup> deaktiviert  
bei  $c_{u,k} < 60$  kN/m<sup>2</sup> deaktiviert  
Pfahldurchmesser = 0.440 m  
Pfahlfußdurchmesser = 0.560 m  
Fußhöhe / Durchmesser = 0.500  
Grundwasser = 0.00 m  
 $\gamma_P = 1.40$

$\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
Zul V  
Setzung  
Datei: OstebrückeB71-74,WL10,Druck.phl

D [m]	D <sub>Fuß</sub> [m]	Länge [m]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>E,k</sub> [MN]	zul V [MN]	s [cm]
0.440	0.560	5.00	1.525	0.765	0.765	1.66
0.440	0.560	6.00	1.796	0.900	0.900	1.56
0.440	0.560	7.00	2.080	1.043	1.043	1.46
0.440	0.560	8.00	2.221	1.113	1.113	1.27
0.440	0.560	9.00	2.387	1.196	1.196	1.06
0.440	0.560	10.00	2.553	1.280	1.280	0.93
0.440	0.560	11.00	2.714	1.360	1.360	0.87
0.440	0.560	12.00	2.852	1.429	1.429	0.87

$zul V = R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.425]$



Fundexpfahl, d = 0,44/0,56 m

gez. Heb. Maßstab : Anl. 2

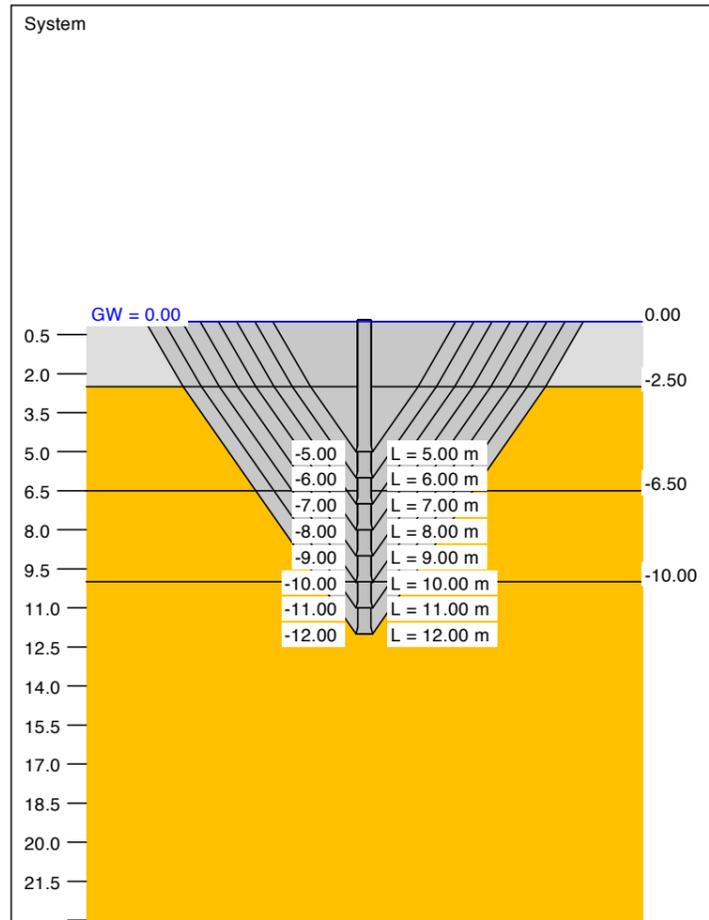
# WL10, Zugpfahl (RS 2)

Boden	Tiefe [m]	$\gamma$ [kN/m³]	$\gamma'$ [kN/m³]	$q_c$ [MN/m²]	$c_{u,k}$ [kN/m²]	$\varphi$ [°]	$q_{s,k}$ [MN/m²]	Bezeichnung
	-2.50	19.0	11.0	0.0	0.0	30.0	0.0000	nicht tragfähig
	-6.50	19.0	11.0	10.0	0.0	35.0	0.0517	Sand
	-10.00	19.0	11.0	15.0	0.0	35.0	0.0850	Sand
	<-10.00	19.0	11.0	20.0	0.0	35.0	0.1000	Sand

OK Gelände = 0.00 m

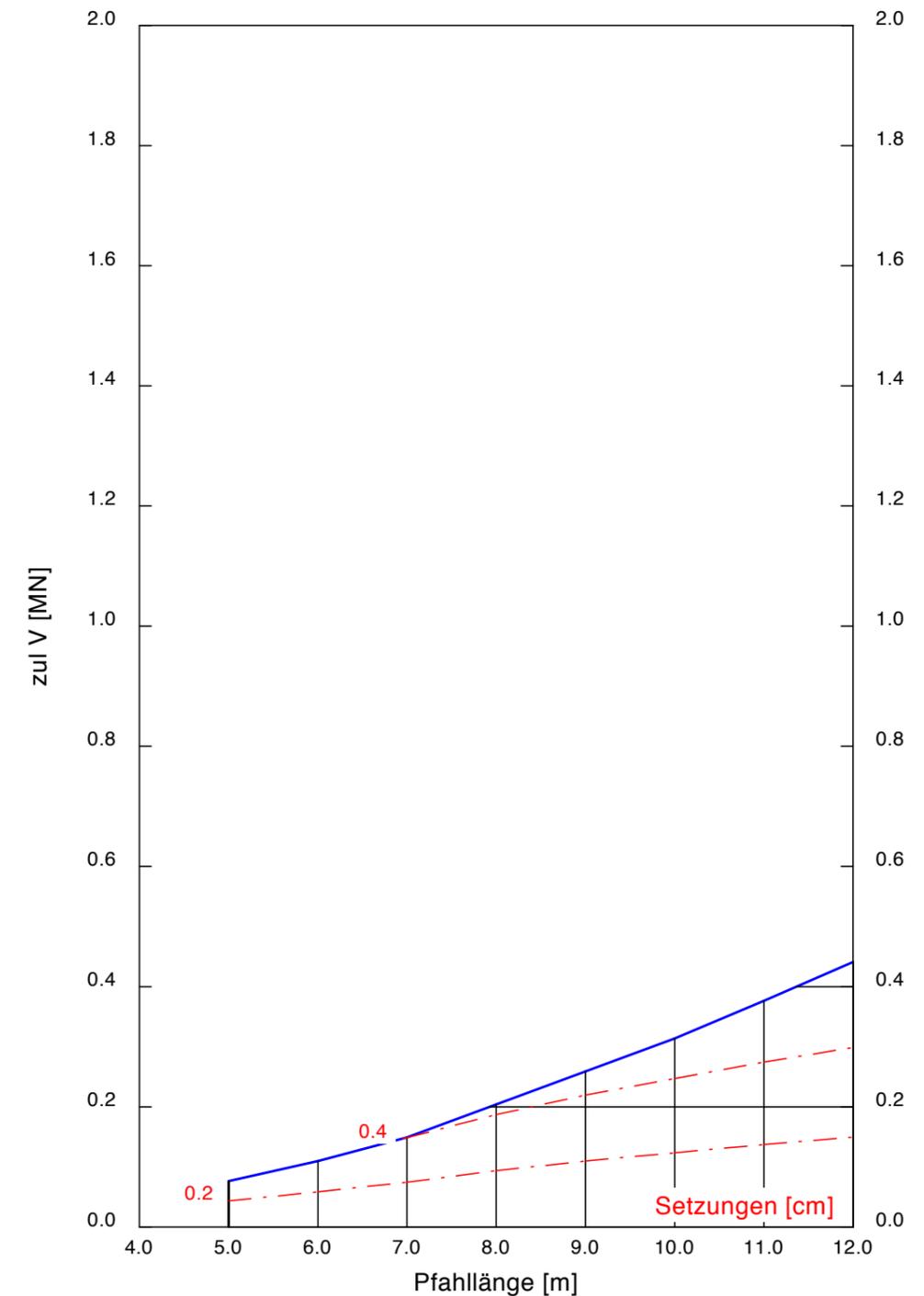
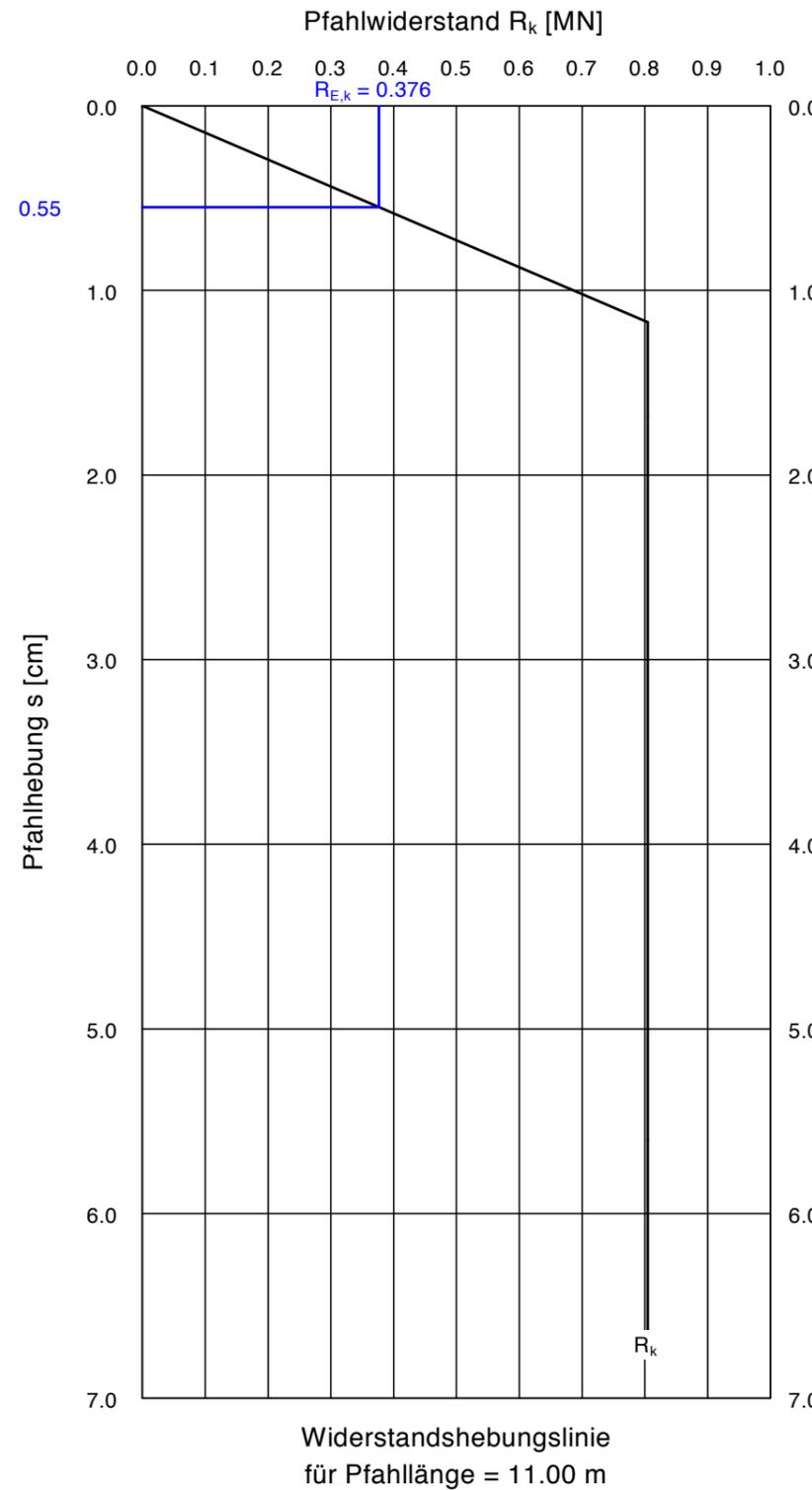
Berechnungsgrundlagen  
Fundexpfahl (Zugpfahl)  
Verhältniswert (min, max) = 0.00  
Interpolation Mantelreibung:  
bei  $q_c < 7.5$  MN/m² deaktiviert  
bei  $c_{u,k} < 60$  kN/m² deaktiviert  
Pfahldurchmesser = 0.440 m  
Fußhöhe / Durchmesser = 0.500  
Grundwasser = 0.00 m  
Anpassungsfaktor  $\eta = 0.800$

$\gamma$  (Aufbruchkegel) = 0.90  
 $\gamma_P = 1.50$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
— Zul V  
- - - Hebung  
Datei: OstebrückeB71-74,WL10,Zug.phl

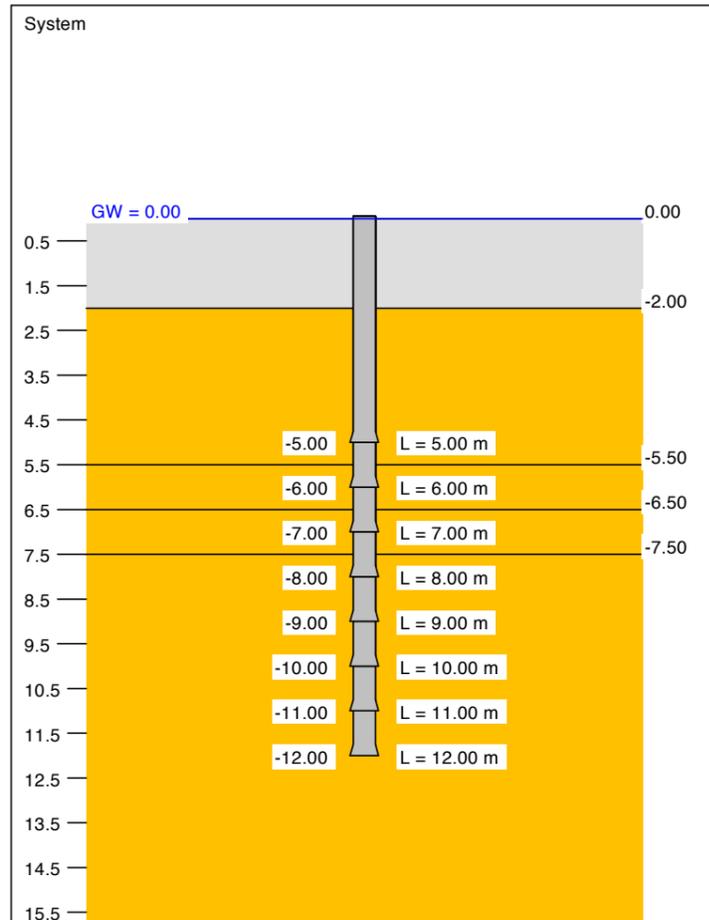


D [m]	D <sub>Fuß</sub> [m]	Länge [m]	G [MN]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>E,k</sub> [MN]	zul V [MN]	Hebung [cm]
0.440	0.560	5.00	0.571	0.163	0.076	0.076	0.35
0.440	0.560	6.00	0.981	0.234	0.110	0.110	0.38
0.440	0.560	7.00	1.548	0.319	0.149	0.149	0.40
0.440	0.560	8.00	2.295	0.436	0.204	0.204	0.44
0.440	0.560	9.00	3.247	0.554	0.259	0.259	0.47
0.440	0.560	10.00	4.428	0.671	0.314	0.314	0.51
0.440	0.560	11.00	5.863	0.805	0.376	0.376	0.55
0.440	0.560	12.00	7.576	0.943	0.441	0.441	0.59

$zul V = R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.500 \cdot 1.425) = R_k / 2.14$  [ $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$ ]



# WL40, Druckpfahl (RS 7)



Boden	Tiefe [m]	q <sub>c</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	c <sub>u,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k02</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k03</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k10</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s,k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	-2.00	0.0	0.0	0.000	0.000	0.000	0.0000	nicht tragfähig
	-5.50	10.0	0.0	1.700	2.183	4.933	0.0517	Sand
	-6.50	20.0	0.0	3.075	3.950	7.750	0.1000	Sand
	-7.50	15.0	0.0	2.500	3.250	7.200	0.0850	Sand
	<-7.50	20.0	0.0	3.075	3.950	7.750	0.1000	Sand

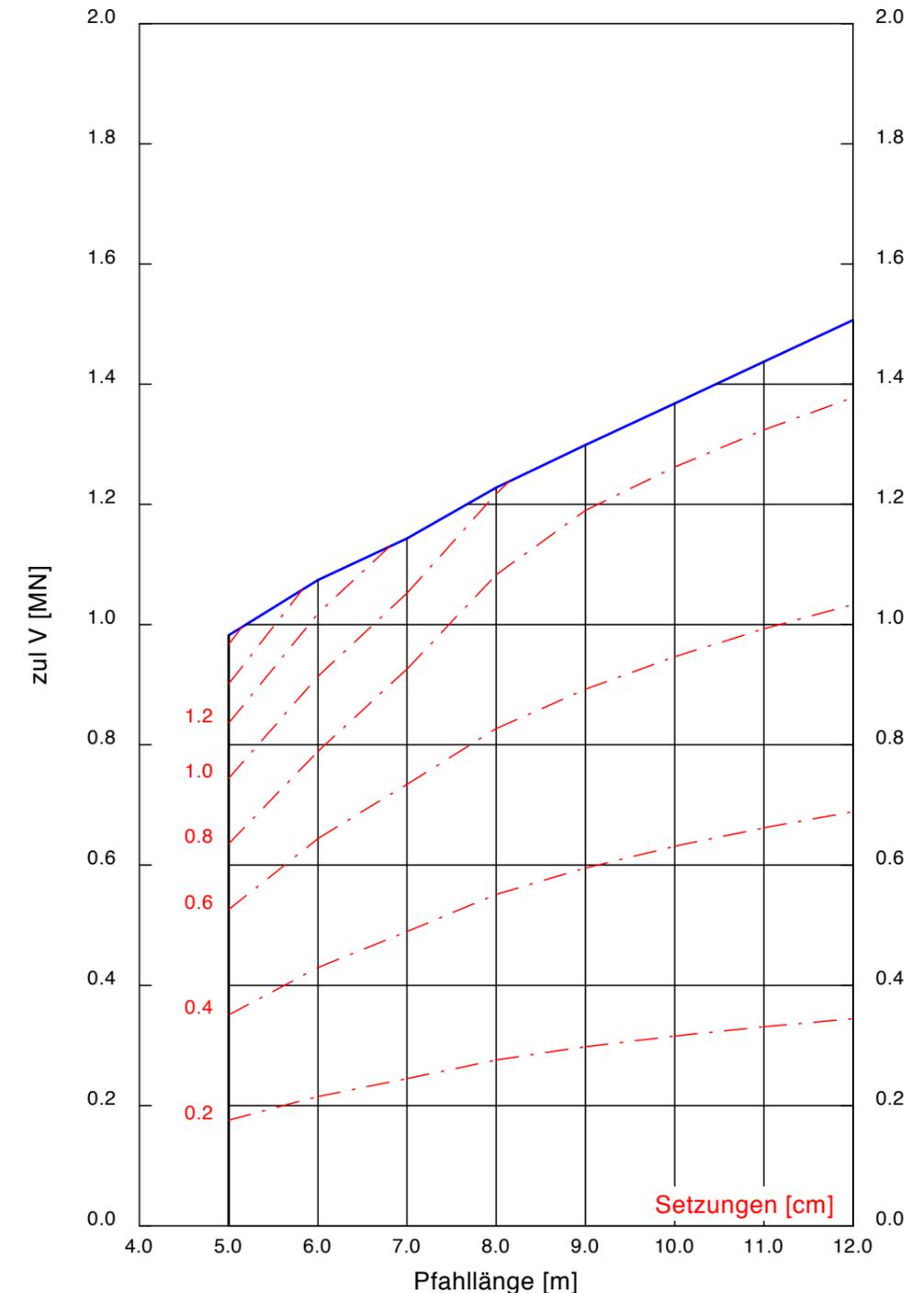
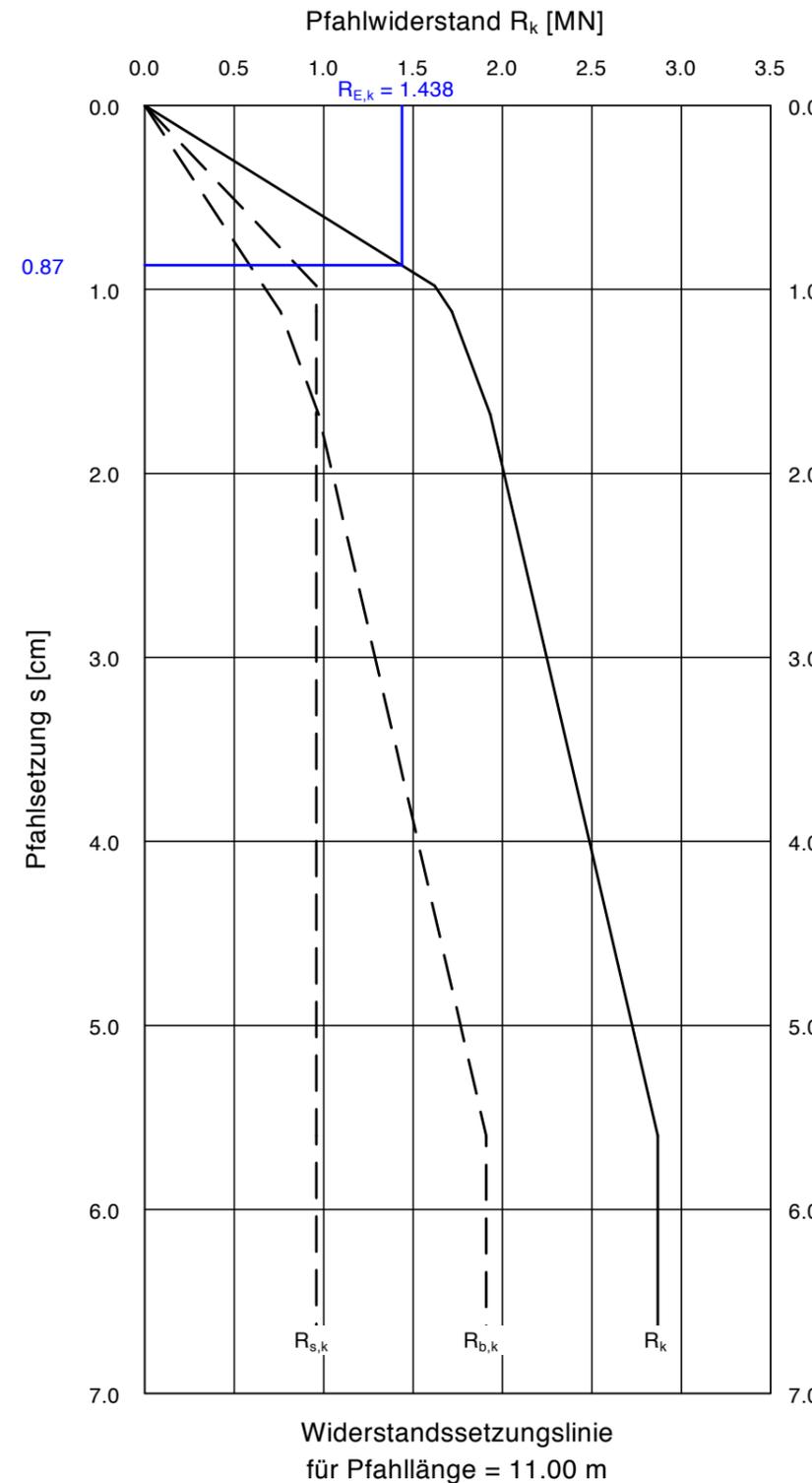
OK Gelände = 0.00 m

**Berechnungsgrundlagen**  
 Fundexpfahl  
 Verhältniswert (min, max) = 0.00  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei q<sub>c</sub> < 7.5 MN/m<sup>2</sup> deaktiviert  
 bei c<sub>u,k</sub> < 60 kN/m<sup>2</sup> deaktiviert  
 Pfahldurchmesser = 0.440 m  
 Fußhöhe / Durchmesser = 0.500  
 Grundwasser = 0.00 m  
 γ<sub>P</sub> = 1.40

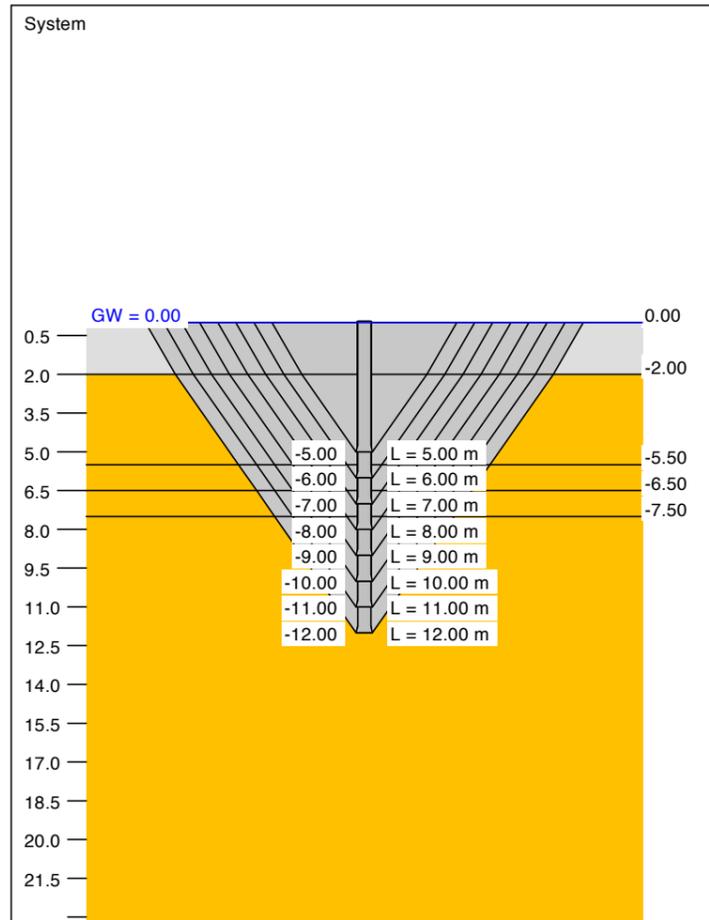
γ<sub>G</sub> = 1.35  
 γ<sub>Q</sub> = 1.50  
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 0.500 · γ<sub>Q</sub> + (1 - 0.500) · γ<sub>G</sub>  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 1.425  
 Zul V  
 - - - - - Setzung  
 Datei: OstebrückeB71-74,WL40,Druck.phl

D [m]	D <sub>Fuß</sub> [m]	Länge [m]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>E,k</sub> [MN]	zul V [MN]	s [cm]
0.440	0.560	5.00	1.960	0.982	0.982	1.65
0.440	0.560	6.00	2.143	1.074	1.074	1.35
0.440	0.560	7.00	2.282	1.144	1.144	1.16
0.440	0.560	8.00	2.450	1.228	1.228	1.02
0.440	0.560	9.00	2.591	1.299	1.299	0.91
0.440	0.560	10.00	2.730	1.368	1.368	0.87
0.440	0.560	11.00	2.868	1.438	1.438	0.87
0.440	0.560	12.00	3.006	1.507	1.507	0.87

zul V = R<sub>E,k</sub> = R<sub>k</sub> / (γ<sub>P</sub> · γ<sub>(G,Q)</sub>) = R<sub>k</sub> / (1.400 · 1.425) = R<sub>k</sub> / 1.99 [γ<sub>(G,Q)</sub> = 1.425]



# WL40, Zugpfahl (RS 7)



Boden	Tiefe [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$q_c$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\varphi$ [°]	$q_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	-2.00	19.0	11.0	0.0	0.0	30.0	0.0000	nicht tragfähig
	-5.50	19.0	11.0	10.0	0.0	35.0	0.0517	Sand
	-6.50	19.0	11.0	20.0	0.0	35.0	0.1000	Sand
	-7.50	19.0	11.0	15.0	0.0	35.0	0.0850	Sand
	<-7.50	19.0	11.0	20.0	0.0	35.0	0.1000	Sand

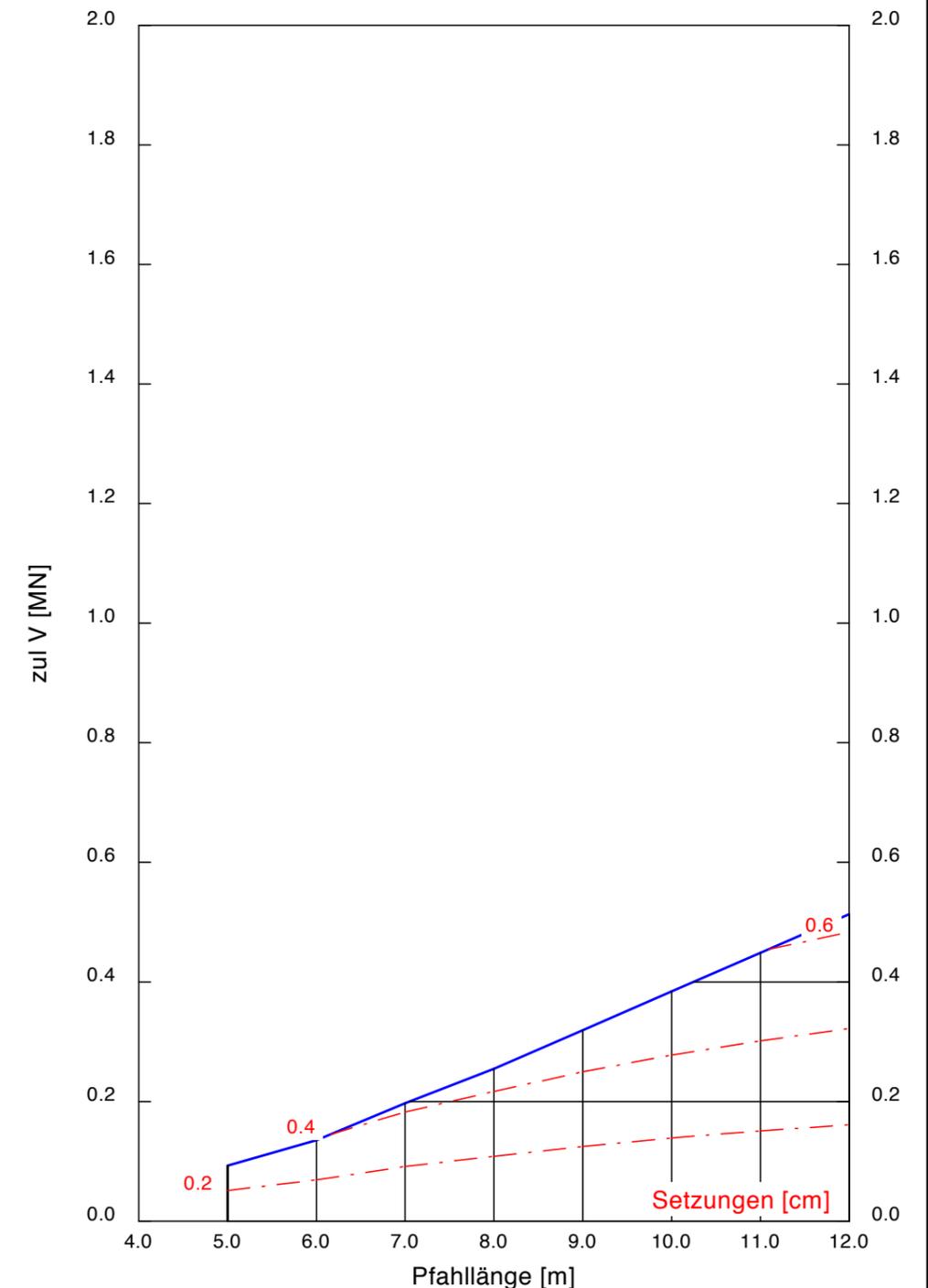
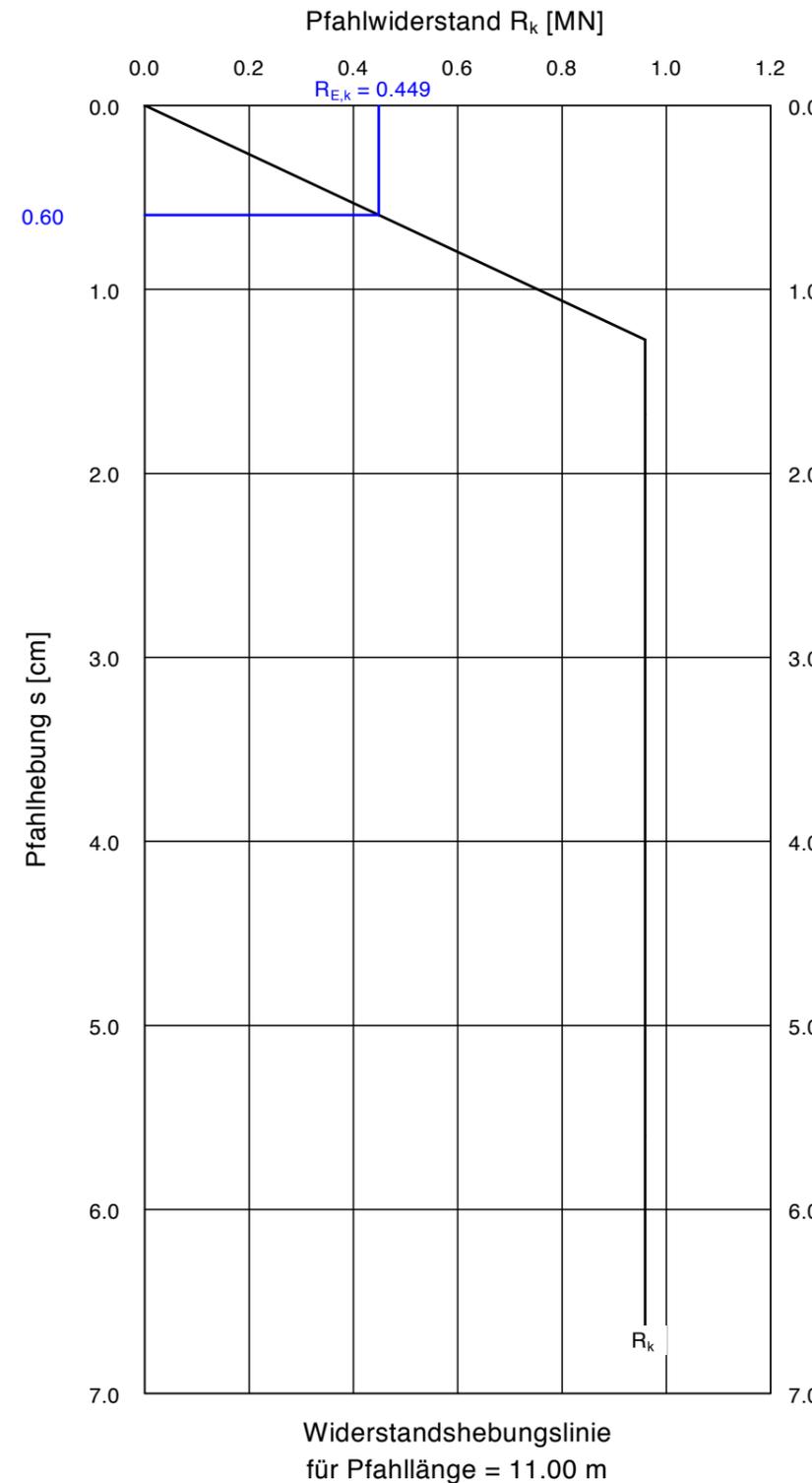
OK Gelände = 0.00 m

Berechnungsgrundlagen  
 Fundexpfahl (Zugpfahl)  
 Verhältniswert (min, max) = 0.00  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei  $q_c < 7.5$  MN/m<sup>2</sup> deaktiviert  
 bei  $c_{u,k} < 60$  kN/m<sup>2</sup> deaktiviert  
 Pfahldurchmesser = 0.440 m  
 Fußhöhe / Durchmesser = 0.500  
 Grundwasser = 0.00 m  
 Anpassungsfaktor  $\eta = 0.800$

$\gamma$  (Aufbruchkegel) = 0.90  
 $\gamma_P = 1.50$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 — Zul V  
 - - - Hebung  
 Datei: OstebrückeB71-74,WL40,Zug.phl

D [m]	D <sub>Fuß</sub> [m]	Länge [m]	G [MN]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>E,k</sub> [MN]	zul V [MN]	Hebung [cm]
0.440	0.560	5.00	0.591	0.199	0.093	0.093	0.36
0.440	0.560	6.00	1.006	0.289	0.135	0.135	0.39
0.440	0.560	7.00	1.577	0.421	0.197	0.197	0.43
0.440	0.560	8.00	2.329	0.544	0.255	0.255	0.47
0.440	0.560	9.00	3.286	0.683	0.319	0.319	0.51
0.440	0.560	10.00	4.472	0.821	0.384	0.384	0.55
0.440	0.560	11.00	5.912	0.959	0.449	0.449	0.60
0.440	0.560	12.00	7.630	1.097	0.513	0.513	0.64

$zul V = R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.500 \cdot 1.425) = R_k / 2.14$  [ $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$ ]



Boden	Tiefe [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	$\kappa$ [-]	Bezeichnung
	-11.32	19.0	11.0	35.0	0.0	75.0	0.00	1.000	Schmelzwassersand
OK Gelände = -1.50 m									

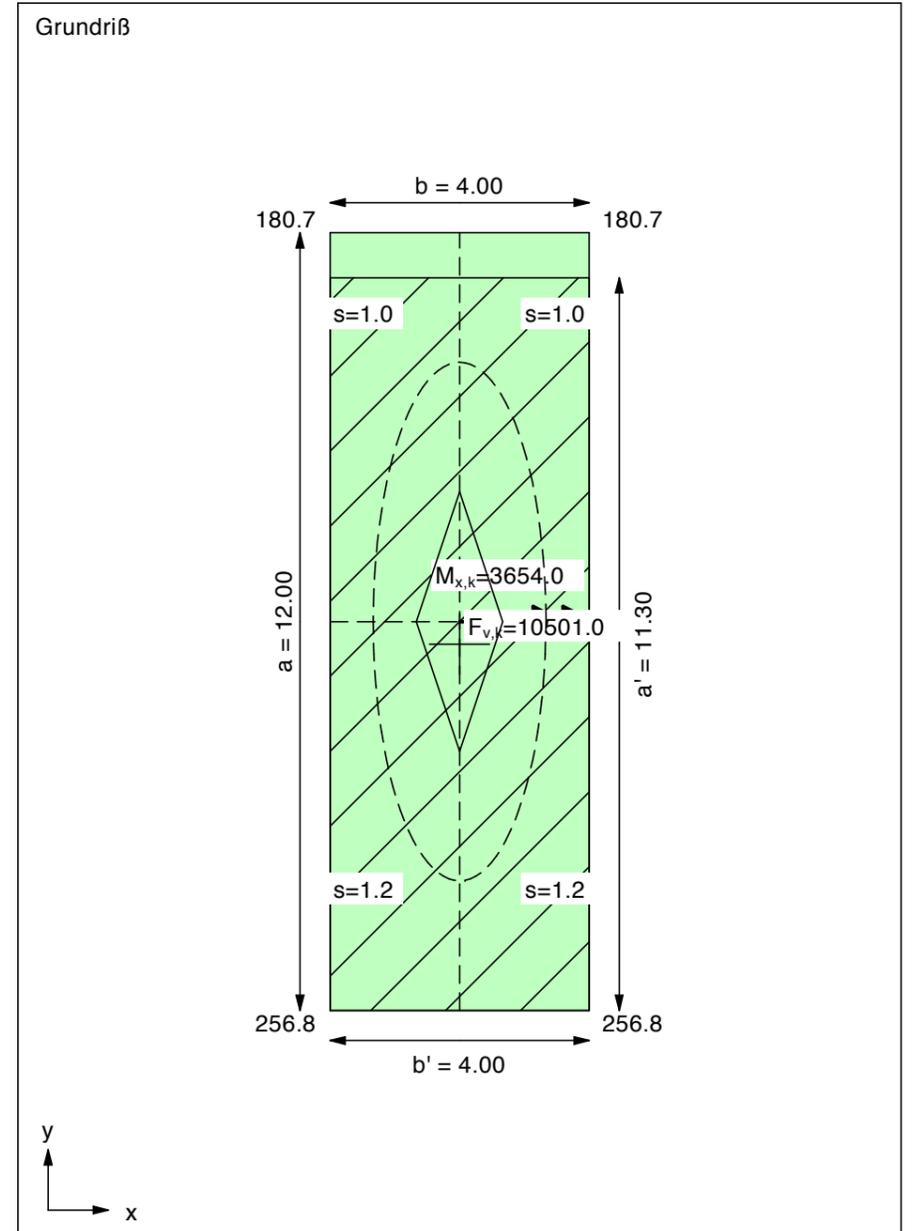
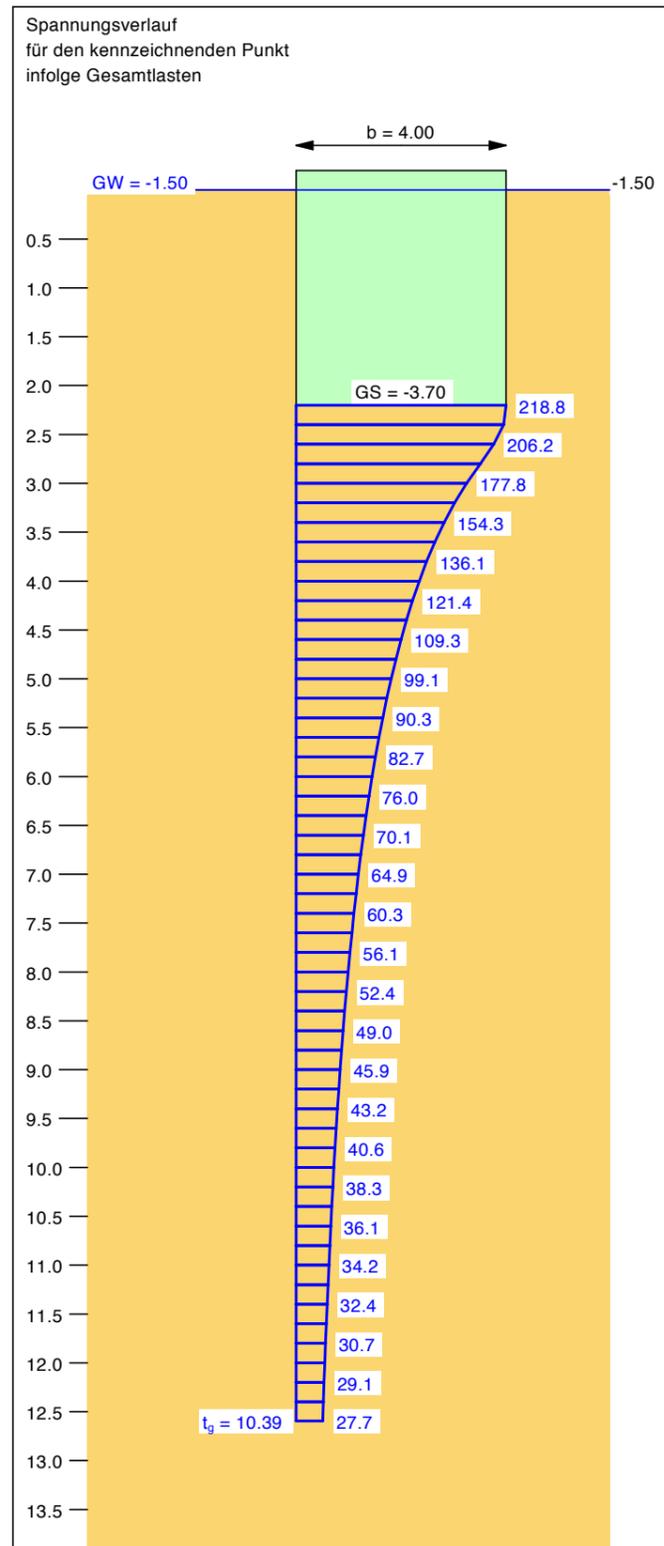
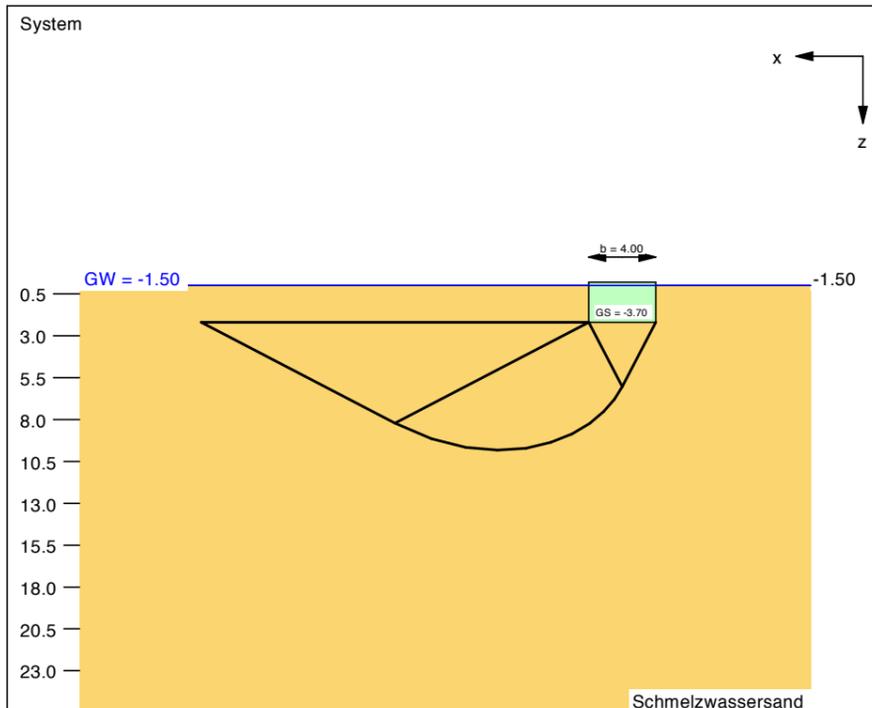
NLStBV - GB Stade  
Neubau der Ostebrücke i.Z.d. B71/B74  
Pfeiler Achsen 20 und 30



## Grundbruch / Setzungen

gez. Heb. Maßstab : Anl. 4.5

Berechnungsgrundlagen:  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 $\gamma_{Gr} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Grenz Zustand EQU:  
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$   
 $\gamma_{G,stab} = 0.90$   
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$   
OK Gelände = -1.50 m  
Gründungssohle = -3.70 m  
Grundwasser = -1.50 m  
Grenztiefe mit  $p = 20.0\%$   
Grundbruch mit Tiefenbeiwert  
Datei: Ostebrücke,Pf20.gdg  
— 1. Kernweite  
- - - 2. Kernweite



Ergebnisse Einzelfundament:  
Lasten = ständig / veränderlich  
Vertikallast  $F_{v,k} = 7022.00 / 3479.00$  kN  
Horizontalkraft  $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$  kN  
Horizontalkraft  $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$  kN  
Moment  $M_{x,k} = 129.00 / 3525.00$  kN·m  
Moment  $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$  kN·m  
Länge  $a = 12.000$  m  
Breite  $b = 4.000$  m  
Unter ständigen Lasten:  
Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
Exzentrizität  $e_y = -0.018$  m  
Resultierende im 1. Kern  
Länge  $a' = 11.963$  m  
Breite  $b' = 4.000$  m  
Unter Gesamtlasten:  
Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
Exzentrizität  $e_y = -0.348$  m  
Resultierende im 1. Kern  
Länge  $a' = 11.304$  m  
Breite  $b' = 4.000$  m  
Grundbruch:  
Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{Gr} = 1.40$   
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 2045.3 / 1460.92$  kN/m<sup>2</sup>  
 $R_{n,k} = 92480.13$  kN  
 $R_{n,d} = 66057.23$  kN  
 $V_d = 1.35 \cdot 7022.00 + 1.50 \cdot 3479.00$  kN  
 $V_d = 14698.20$  kN  
 $\mu$  (parallel zu x) = 0.223  
 $\mu$  (parallel zu y) = 0.128  
cal  $\varphi = 35.0^\circ$   
cal  $c = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>  
cal  $\gamma_2 = 11.00$  kN/m<sup>3</sup>  
cal  $\sigma_{\bar{v}} = 24.20$  kN/m<sup>2</sup>  
UK log. Spirale = 9.83 m u. GOK  
Länge log. Spirale = 32.54 m  
Fläche log. Spirale = 131.05 m<sup>2</sup>  
Tragfähigkeitsbeiwerte (x):  
 $N_{c0} = 46.12$ ;  $N_{d0} = 33.30$ ;  $N_{b0} = 22.61$   
Formbeiwerte (x):  
 $\nu_c = 1.209$ ;  $\nu_d = 1.203$ ;  $\nu_b = 0.894$   
Tiefenbeiwerte (x):  
 $\tau_c = 1.193$ ;  $\tau_d = 1.193$   
 $\mu$  [V(st), M und H(gesamt)] = 0.148  
Setzung infolge Gesamtlasten:  
Grenztiefe  $t_g = 12.59$  m u. GOK  
Setzung (Mittel aller KPs) = 1.10 cm  
Setzungen der KPs:  
links oben = 0.99 cm  
rechts oben = 0.99 cm  
links unten = 1.21 cm  
rechts unten = 1.21 cm  
Verdrehung(x) (KP) = 1 : 3941.3  
Verdrehung(y) (KP) = 0.0  
Nachweis EQU:  
Maßgebend: Fundamentlänge  
 $M_{stab} = 7022.0 \cdot 12.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 37918.8$   
 $M_{dst} = 129.0 \cdot 1.10 + 3525.0 \cdot 1.50 = 5429.4$   
 $\mu_{EQU} = 5429.4 / 37918.8 = 0.143$