

Projekt-Nr. : 2020-038

Projektname : Grube- Wiepenkathen „HSK-Südost“

Auftraggeber : Heidelberger Sand und Kies GmbH (HSK)

Betreff : Böschungsbruchberechnungen für die Sandentnahmegrube

Status : Kurzbericht 02 (Ergänzung auf Grundlage der ingenieurgeologischen Stellungnahme des Landesamts für Bergbau, Energie und Geologie vom 20.09.2022 [L3.5/L68211/01-46/2020-001/004])

Datum : 22.12.2022

Rev. : 00

Anlagenverzeichnis:

Anlagennummer	Anlagenbezeichnung
1	Lageplan Berechnungssituationen A bis C
2.1 bis 2.4	Baugrundaufschlüsse für die Berechnungssituationen A bis C
3	Auswertung Drucksondierungen (Ableitung des Reibungswinkels aus den gemessenen Spitzendrücken)
4.1 bis 4.4	Böschungsbruchberechnungen, Endzustand BS-P
5.1 bis 5.4	Böschungsbruchberechnungen, Bemessungssituation BS-A

1. Veranlassung

Im Zuge der Rohstoffgewinnung am Ortsteil Stade - Wiepenkathen plant die Firma Heidelberger Sand und Kies GmbH (HSK) die Erweiterung ihrer bestehenden Sandentnahme. Die Küster & Petereit Ingenieure GmbH wurde damit beauftragt, die notwendigen Standsicherheitsnachweise auf Grundlage der vorhandenen Baugrundaufschlüsse, der zusätzlich ausgeführten 3 Drucksondierungen und der geplanten Geometrie der Grube zu führen.

Im vorliegenden Kurzbericht werden die Baugrundverhältnisse beschrieben und die relevanten Böschungsbruchberechnungen für den geplanten Abbau vorgelegt.

2. Verwendete Unterlagen

Für die Bearbeitung werden folgende Unterlagen verwendet:

- | | | |
|-----|--|--------------------|
| [1] | Nachauskiesung Kuhle Wiepenkathen-Ost
gemäß § 68 WHG
Vorlage zum Beratungsgespräch
Verfasser: Dipl.-Ing. Martina Jünemann, Kiel | Datum: Januar 2020 |
| [2] | Lage der Bohrungen, Brunnen und
Grundwassermessstellen im Nahbereich
der geplanten Abbauflächen
Verfasser: Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH, Stade | Datum: 24.08.2020 |
| [3] | Nachauskiesung Kuhle Wiepenkathen-Ost
Verfahren nach § 68 WHG
Lageplan und Schnitte
Verfasser: Dipl.-Ing. Martina Jünemann, Kiel | Datum: 11.08.2020 |
| [4] | Ergebnisse Drucksondierungen
Wiepenkathen, Stade
Verfasser: Geologie und Umwelttechnik Jochen Holst | Datum: 09.12.2022 |
| [5] | Bohrprofile
Wiepenkathen, Stade
Verfasser: versch. | Datum: versch. |
| [6] | Hydrogeologische Aufschlüsse
Wiepenkathen, Stade
Verfasser: versch. | Datum: versch. |

3. Vorgehensweise

Insgesamt wurden vier Schnitte hinsichtlich der Böschungsbruchsicherheit untersucht: A1, A2, B und C (Siehe Anlage 1).

Die Nachweise wurden gemäß EC 7 bzw. DIN 1054 (2010-12) geführt.

Die Baugrundsichtung sowie der Bemessungsgrundwasserstand wurden gem. [U4], [U5] und [U6] in Ansatz gebracht (siehe Anlagen 2.1 bis 2.4).

Die charakteristischen Bodenkennwerte (Scherfestigkeiten) für rollige Böden wurden nach Rückrechnung der anzusetzenden Reibungswinkel aus den in rolligen Böden gemessenen Spitzendrücken der Drucksondierungen angesetzt (siehe Anlage 3). Die Bodenkennwerte für bindige Böden wurden nach unseren Erfahrungen mit vergleichbaren Bodenarten in die Berechnungen eingeführt. Dies ist zulässig, da insbesondere die Lagerungsdichten der anstehenden rechnerisch kohäsionslosen Sande für die Böschungsbruchsicherheiten bis Tiefen von etwa 20 mGOK maßgebend sind und anhand der zusätzlichen Drucksondierungen bestimmt wurden. Die in dieser Tiefenzone in vergleichsweise geringen Mächtigkeiten anstehenden bindigen (Geschiebe-) Böden weisen Kohäsion auf und sind damit für Böschungsbruchsicherheiten deutlich günstiger. Dies wurde auch in den Berechnungsbodenprofilen entsprechend berücksichtigt. Erst in größeren Tiefen ist die in Böschungsbruchberechnungen relevante Gesamtscherfestigkeit von bindigen Bodenschichten maßgeblich, da die „flacheren“ Reibungswinkel in Kombination mit den Werten der Kohäsion hier rechnerisch geringere Gesamtscherfestigkeiten bewirken. Daher wird zur Tiefe überwiegend Beckenschluff ($\phi'_k=27^\circ$; $c'_k=5\text{kN/m}^2$) angesetzt.

Für den Nachweis der Standsicherheit der Abschlussböschungen wurden Böschungsbruchberechnungen mit dem Programm GGU-Stability (Version 13.22) durchgeführt.

4. Eingangsdaten

Im Folgenden werden alle in Ansatz gebrachten Eingangsdaten stichpunktartig aufgeführt.

Geometrische Randbedingungen

Die Böschungen wurden gemäß der vorhandenen Geometrie [U3] wie folgend untersucht:

- unter Wasser: Neigung 1:3,
- 5,0 m breite Berme auf einer Höhe von +12,0 m NHN, breitere Bermen wirken sicherheitserhöhend und wurden daher nicht untersucht,
- über Wasser: Neigung 1:2
- Sohle der Grube: -8,0 m NHN.
- Verkehrslast:
 - 33,33 kN/m² auf 4,0 m Breite für Berechnungssituation A1 (Straße „Auf der Hallo“) und
 - 33,33 kN/m² auf 6,0 m Breite für Berechnungssituation C (Bundesstraße B74)

Berechnungsbodenmodelle:

- 4 Drucksondierungen: CPT 1, CPT 2, CPT 2a und CPT 3
- 5 Bohrungen: 1K/19, 2K/19, 3K/19, 4K/19 und B 04/96
- 2 Bodenprofile aus Brunnenbohrungen: B02/20 und HPB 66

- Da die Aufschlüsse lediglich bis zu max. ca. -5 m NHN abgeteuft wurden, wurde der tiefer liegende Baugrund, auf der sicheren Seite liegend als Beckenschluff (mit der geringsten Gesamtscherfestigkeit, siehe auch Kapitel 3) angenommen.
- Es wurden horizontale Schichtverläufe der Berechnungsbodenprofile angesetzt, da diese bereits ein „ungünstige“ Kombination der umliegenden Baugrundprofile beinhalten.

Tabelle 1: Charakteristische Bodenkennwerte (Geotechnische Bemessung)

Bodenart	Feuchtwichte / Wichte unter Auftrieb	Reibungswinkel / effektive Kohäsion
	γ_k / γ_k' [kN/m ³]	ϕ'_k / c'_k [° / kN/m ²]
Sand (locker gelagert)	18 / 8	29,0 / 0
Sand (mitteldicht gelagert)	19 / 9	32,5 / 0
Sand (dicht gelagert)	20 / 10	35,0 / 0
Sand (sehr dicht gelagert)	21 / 11	37,5 / 0
Geschiebemergel	21 / 11	30,0 / 10
Ton	15 / 5	22,0 / 7
Beckenschluff	18 / 8	27,0 / 5

Tabelle 2: Kennzeichnende Baugrundaufschlüsse

Bemessungssituation / Schnitt	Kennzeichnender Baugrundaufschluss
A1	CPT 2, CPT 2a und 4K/19
A2	HPB 66, B 04/96 und 1K/19
B	2K/19, 3K/19 und CPT 1
C	CPT 3 und B02/20

Böschungsbruchberechnungen

- Böschungsbruch nach Bishop.
- Endzustand (Bemessungssituation BS-P) mit einem mittleren, aus den umliegenden Baugrundaufschlüssen ermittelten Wasserstand (+ 12 m NHN).
- Außergewöhnliche Situation (Bemessungssituation BS-A) zur Berücksichtigung eines extremen Grundwasseranstiegs seitlich der Grube in Zeiten starker, langanhaltender Niederschläge. Dabei wurde ein theoretisch abgefallener offener Wasserstand in der Grube in Höhe von +10 m NHN und landseitig ein Wasserstand in Höhe von 3 m über dem mittleren Wasserstand in Höhe von +15 m NHN angesetzt. Die theoretische Sickerlinie wurde für diesen Fall nach EAU 2012 Bild E 65-1 angesetzt. Dies gilt für durchlässige Böschungen in tidebeeinflussten Böschungen und kann damit für den theoretischen Absink nach Starkregen und folgender Trockenheit mit ausreichender Genauigkeit angesetzt werden. Die anstehenden Geschiebeböden sind fast ausnahmslos als sandig bzw. stark sandig angesprochen, so dass ein lang anhaltender Aufstau hier praktisch ausgeschlossen werden kann.
- In Böschungsbruchberechnungen werden die durch Aushubarbeiten entstandenen Böschungen betrachtet.

5. Ergebnisse

In Tabelle 3 wurden die Ausnutzungsgrade je Bemessungsschnitt und Bemessungssituation tabelliert.

Tabelle 3: Ergebnisse der Böschungsbruchberechnungen für die Bemessungssituation BS-A und BS-P

Schnitt	Bemessungssituation	Ausnutzungsgrad	
		μ_{\max}	Anlage
A1	BS-P	0,96	4.1
	BS-A	0,88	5.1
A2	BS-P	0,97	4.2
	BS-A	0,86	5.2
B	BS-P	0,92	4.3
	BS-A	0,81	5.3
C	BS-P	0,98	4.4
	BS-A	0,87	5.4

Die tabellierten Berechnungsergebnisse zeigen für alle durchgeführten Berechnungen ausreichende Sicherheiten gegen Böschungsbruch ($\mu \leq 1,0$).

6. Schlussbemerkungen

In diesem Kurzbericht wurden notwendige Standsicherheitsnachweise der Böschungen für die geplante Sandentnahme der Firma Heidelberger Sand und Kies GmbH (HSK) im Stadel-Wiepenkathen (HSK Südost) durchgeführt.

In den mit diesem Bericht vorgelegten Berechnungen wurden die Nachweise gegen Böschungsbruch für die Bemessungssituation BS-A und BS-P (Endzustand) mit einem maximalen Ausnutzungsgrad $\mu_{\max} = 0,98 \leq 1,00$ geführt.

Die den Böschungsbruchberechnungen zugrundeliegenden Baugrunddaten sind aus geotechnischer Sicht ausreichend, da die durchgeführten Drucksondierungen mit Ausnahme der CPT3 in ca. 6 bis 8,5 muGOK fast ausschließlich mindestens mitteldichte Lagerungen der anstehenden Sande zeigen und der geologische Schnitt A-A' am südlichen Rand der Abbaufäche zwischen 1 K/19 und HPB 66 (Pr 66) Geschiebeböden ausweist, die wegen ihrer Kohäsion noch bessere Standsicherheitsverhältnisse bieten. Eine Verflüssigungsgefahr besteht damit im angestrebten „box-cut-Betrieb“ nicht.

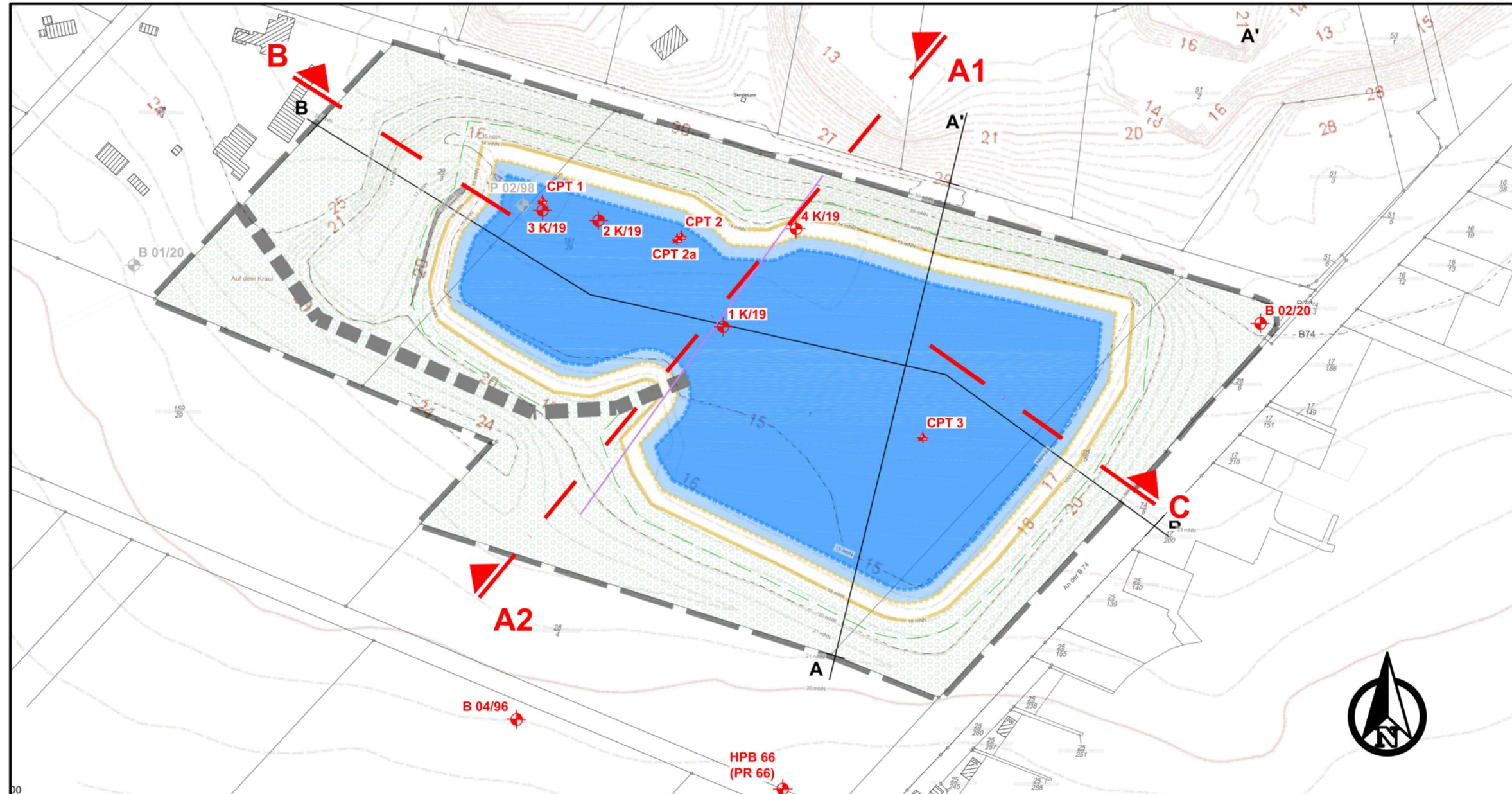
Elmshorn, den 22.12.2022



Kai Petereit



i.A. Sanchay Kulkarni



Legende

- Bohrung (berücksichtigt in Berechnungsbodenmodell)
- Drücksondierung (berücksichtigt in Berechnungsbodenmodell)
- Bohrung
- Schnittführung Böschungsbruchberechnungen
- Schnittführung Hydrogeologisches Gutachten

Index	Änderungen	Datum	Name

Auftraggeber:

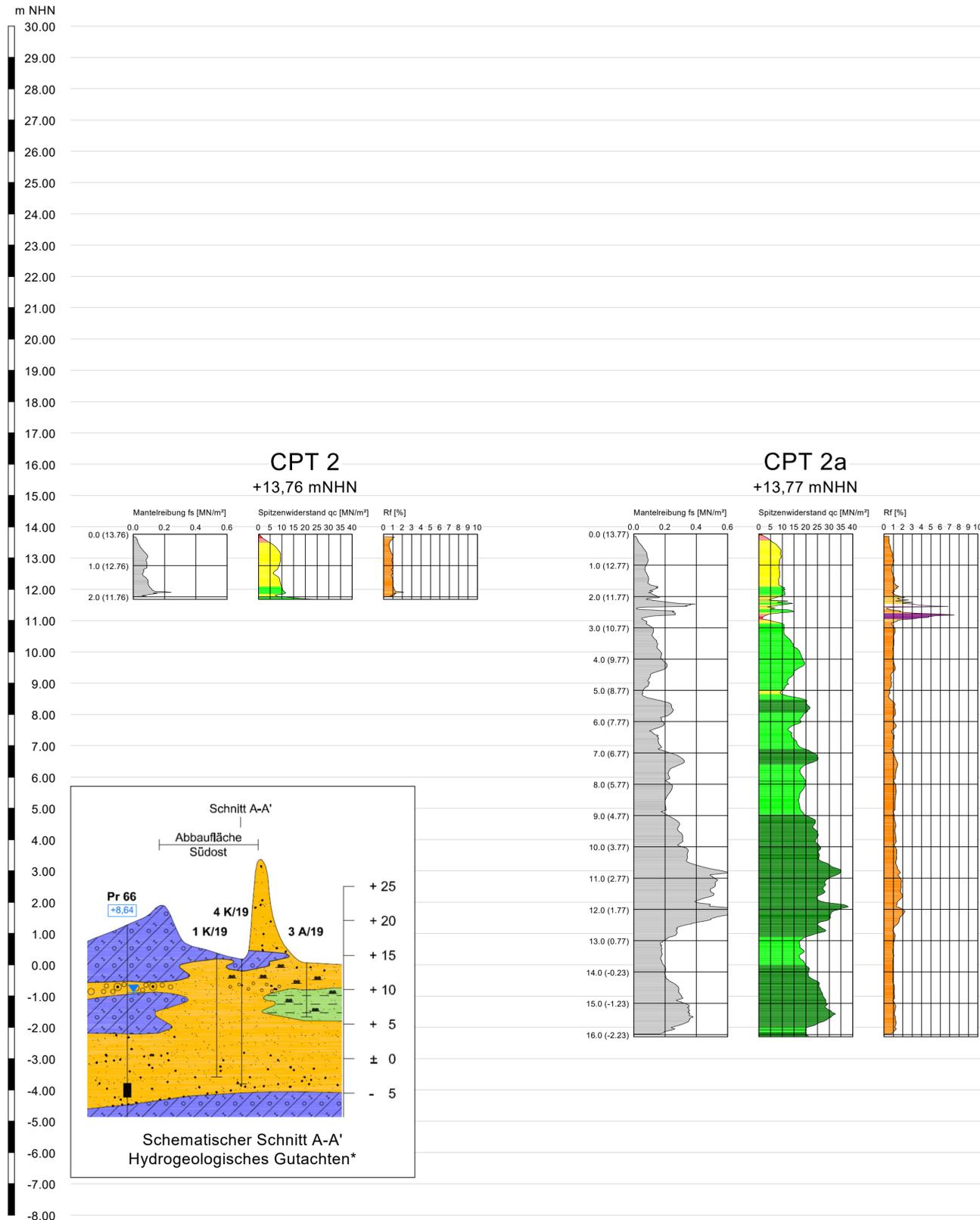
Heidelberger Sand und Kies GmbH
 Standort Wiepenkathen
 Auf der Halloh 1
 21684 Stade

HSK Südost - Sandentnahme Erweiterung eines Abbaugewässers

Lageplan Berechnungssituationen A bis C

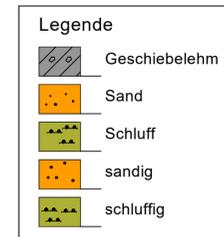
bearbeitet :	S. Kulkarni	Planerstellung:	Zeichnungs-Nr. : Anlage 1
gezeichnet :	W. Lerch	KÜSTER & PETERREIT <small>Ingenieurbüro für angewandte Geotechnik</small> Küster & Peterreit Ingenieure GmbH Deichstraße 6, 25336 Elmshorn Tel. +49 4121 2628 402 Fax. +49 4121 2625 429	Maßstab : 1:2000
.....		Datum : 22.12.2022
Projekt-Nr. :	2020- 038	Datei-Nr. :	Blattgröße : 620 x 297

Vorhandene Bodendaten



Berechnungsprofil A1

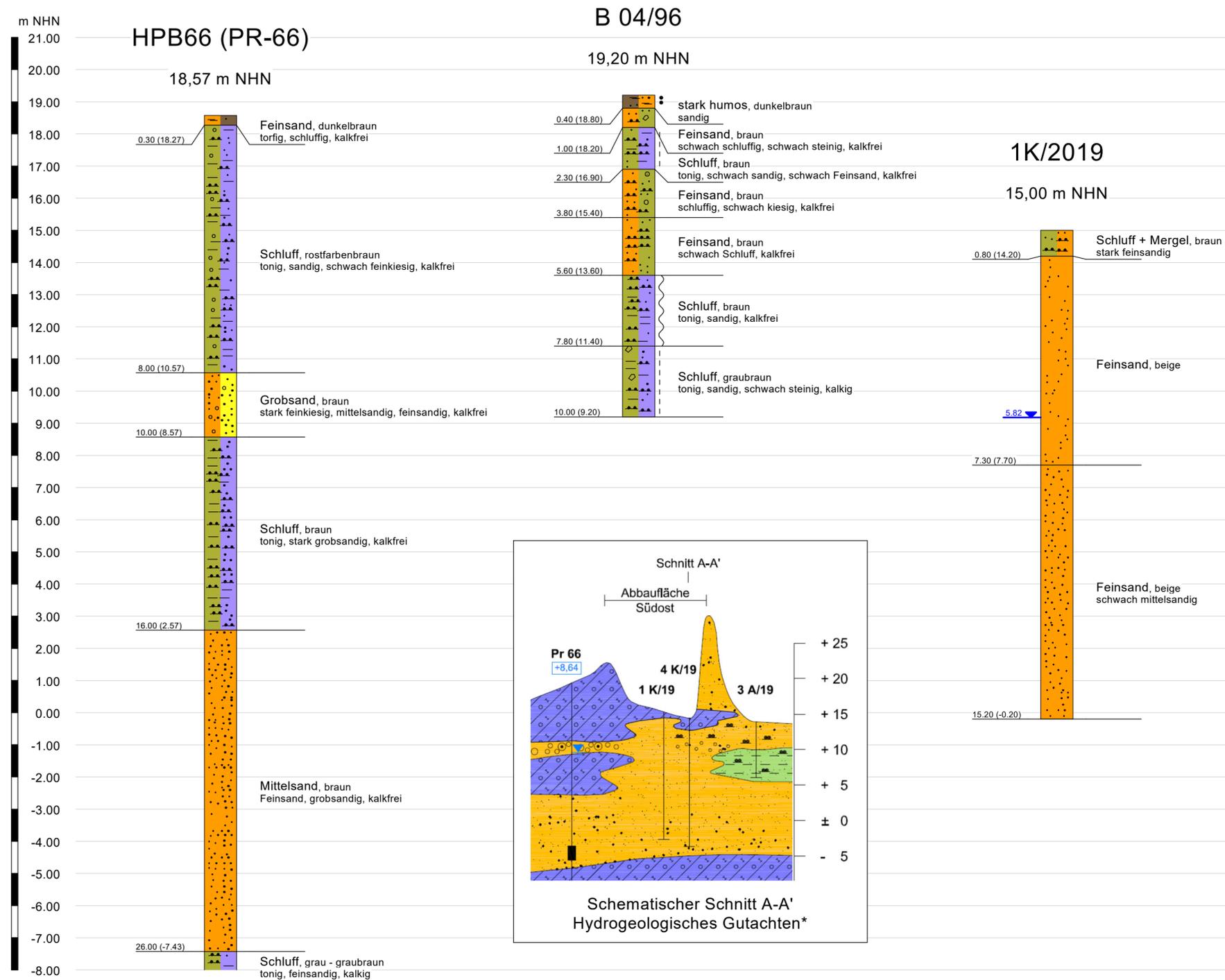
30,00 m NHN



*Hydrogeologisches Gutachten für das geplante Bodenabbau-Vorhaben in Stade (Wiepenkathen-Südost) Vom 22.04.2021

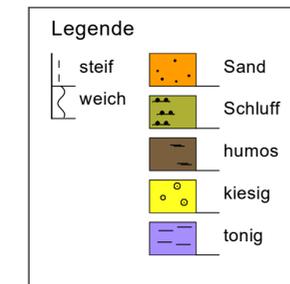
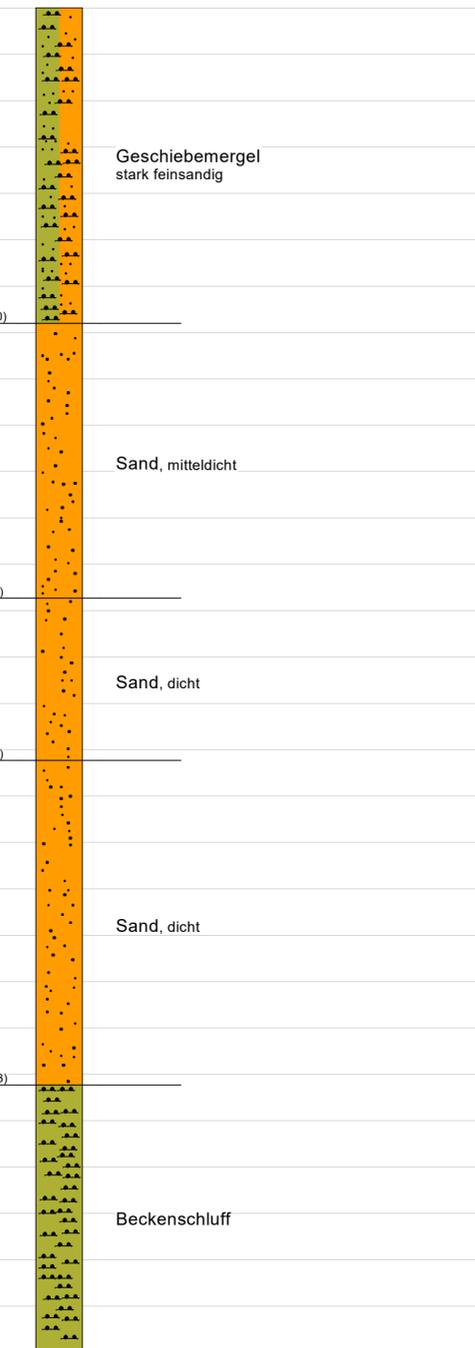
	Projektnummer:	2020-038
	Datum:	22.12.2022
Maßstab der Höhe: 1:100		Maßstab der Länge: 1:100
Bauvorhaben: Nachauskiesung Sandabbau Wiepenkathen		
Anlagenbezeichnung:	Anlagennummer:	
Baugrundaufschlüsse für Situation A1	Anlage 2.1	

Vorhandene Bodendaten



Berechnungsprofil A2

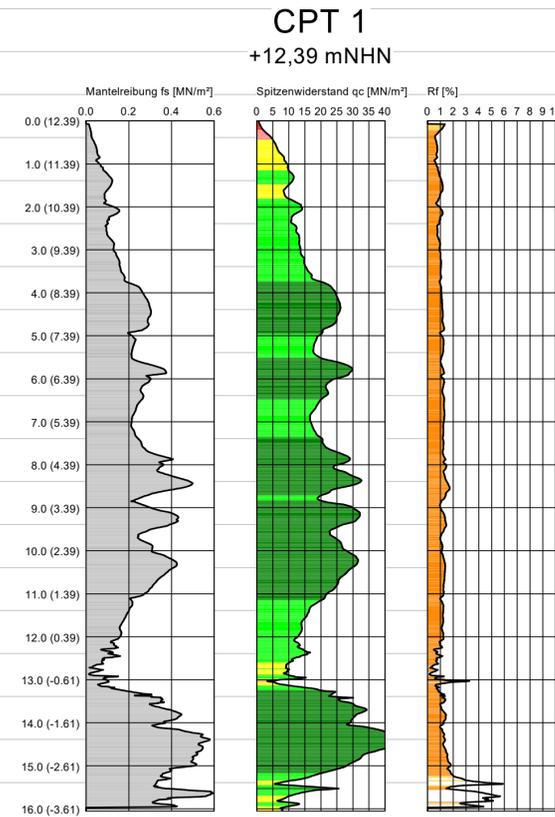
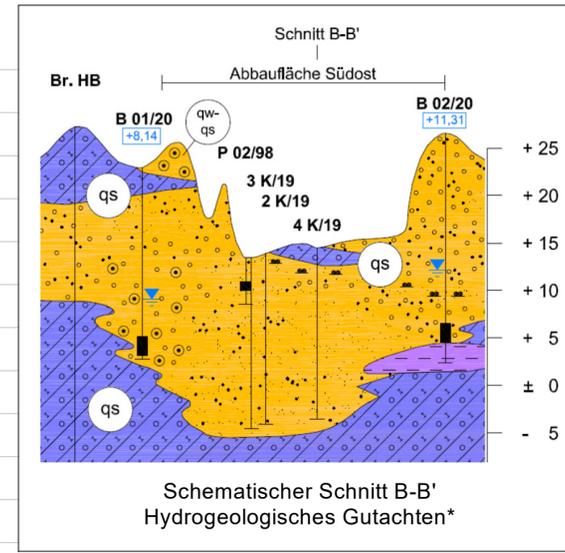
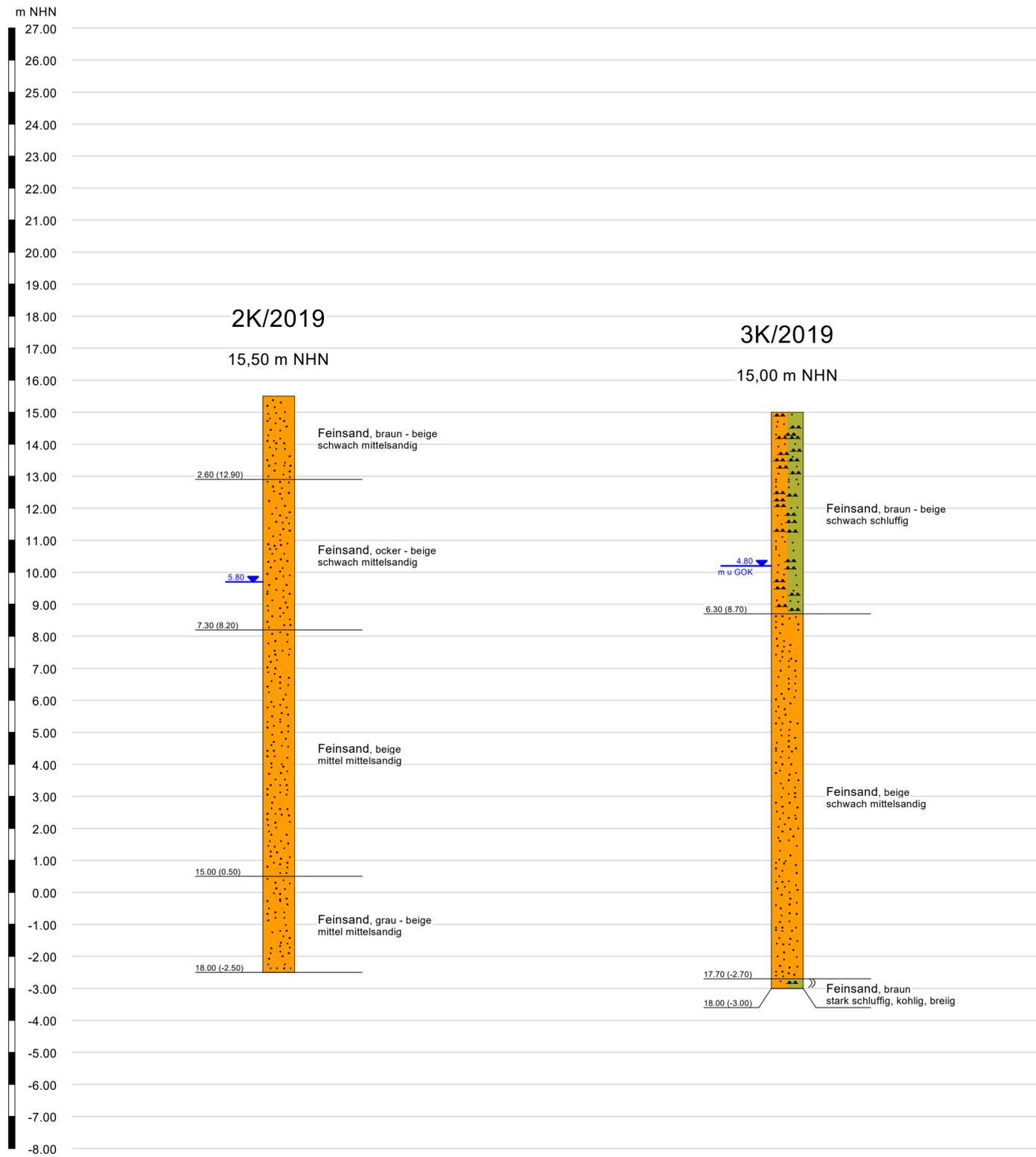
21,00 m NHN



*Hydrogeologisches Gutachten für das geplante Bodenabbau-Vorhaben in Stade (Wiepenkathen-Südost) Vom 22.04.2021

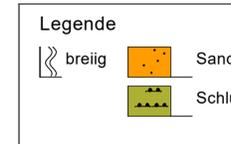
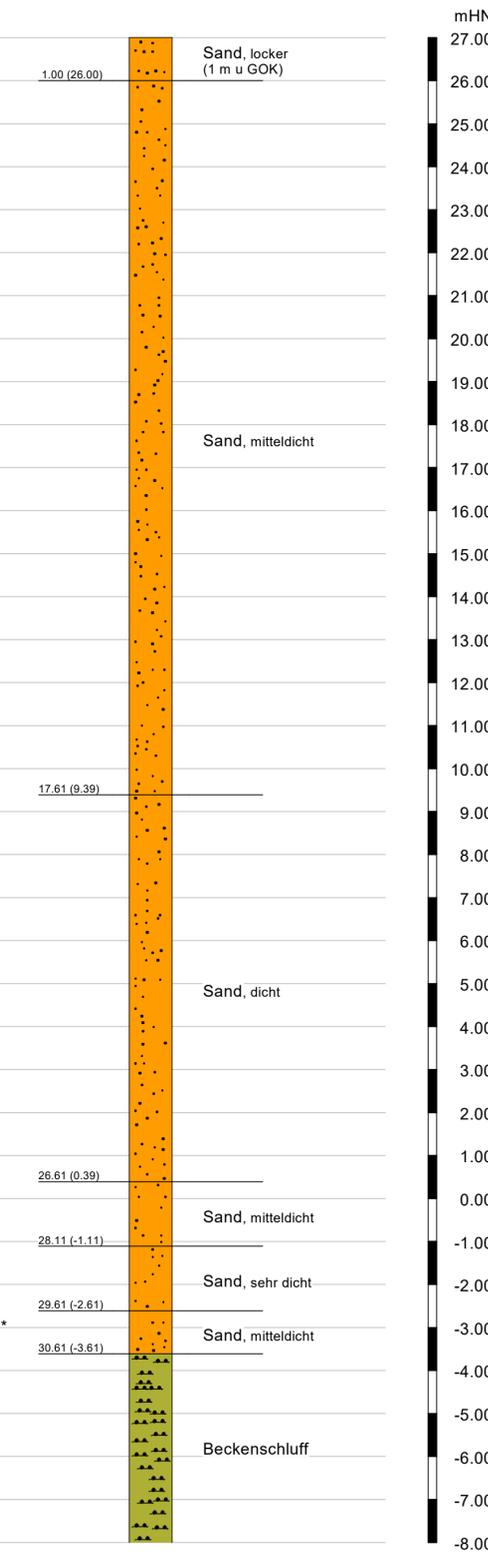
	Projektnummer:	2020-038
	Datum:	22.12.2022
Maßstab der Höhe: 1:100		Maßstab der Länge : 1:100
Bauvorhaben: Nachauskiesung Sandabbau Wiepenkathen		
Anlagenbezeichnung:	Anlagennummer:	
Baugrundaufschlüsse für Situation A2	Anlage 2.2	

Vorhandene Bodendaten



Berechnungsprofil B

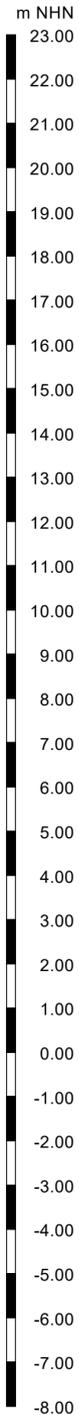
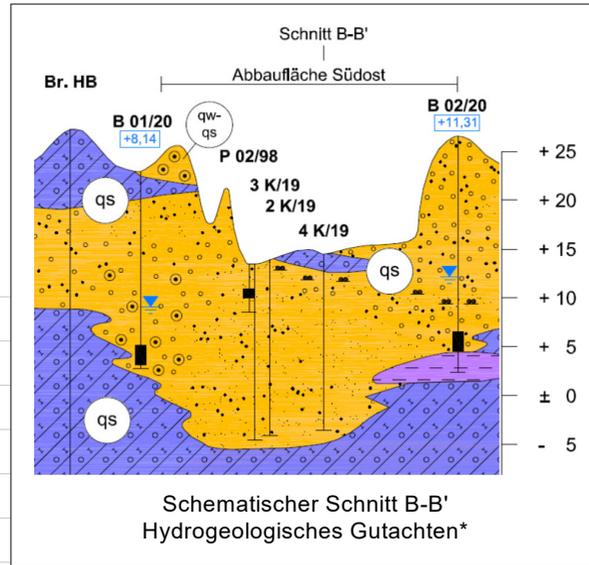
27,00 m NHN



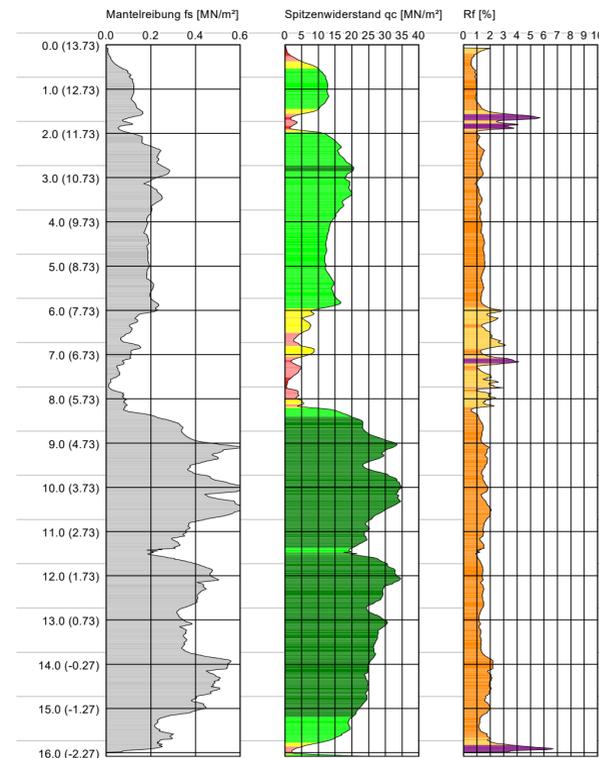
*Hydrogeologisches Gutachten für das geplante Bodenabbau-Vorhaben in Stade (Wiepenkathen-Südost) Vom 22.04.2021

	Projektnummer:	2020-038
	Datum:	22.12.2022
Maßstab der Höhe: 1:100		Maßstab der Länge : 1:100
Bauvorhaben: Nachauskiesung Sandabbau Wiepenkathen		
Anlagenbezeichnung:	Anlagennummer:	
Baugrundaufschlüsse für Situation B	Anlage 2.3	

Vorhandene Bodendaten

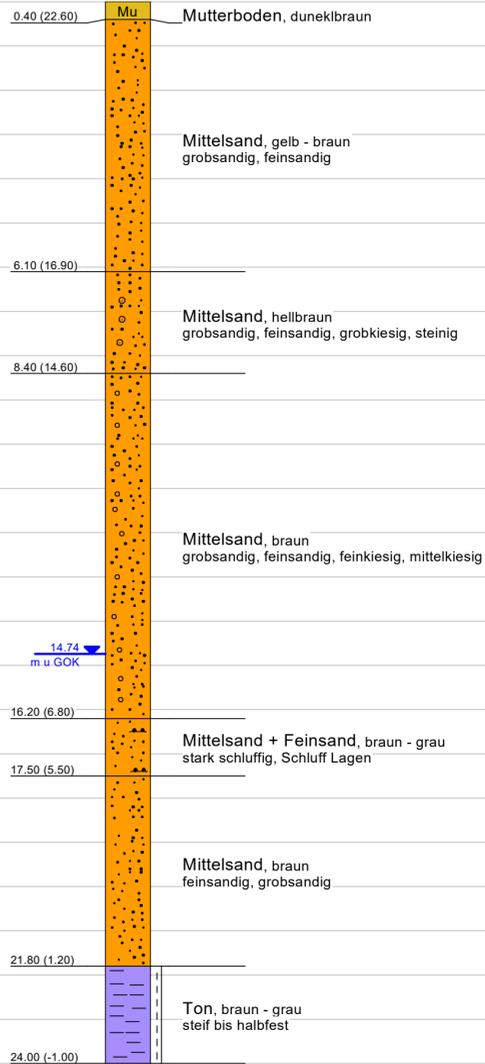


CPT 3 +13,73 mNHN



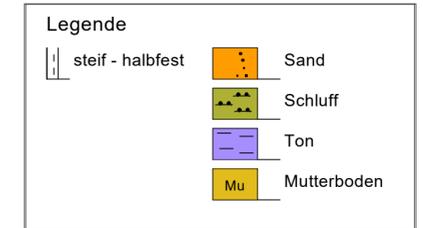
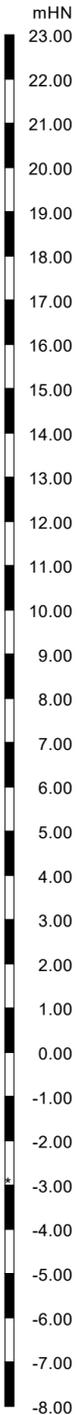
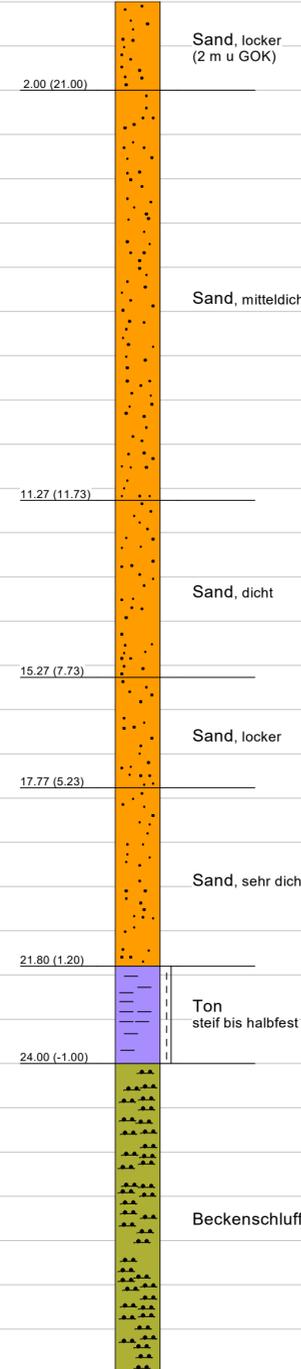
B 02/2020

23,00 m NHN



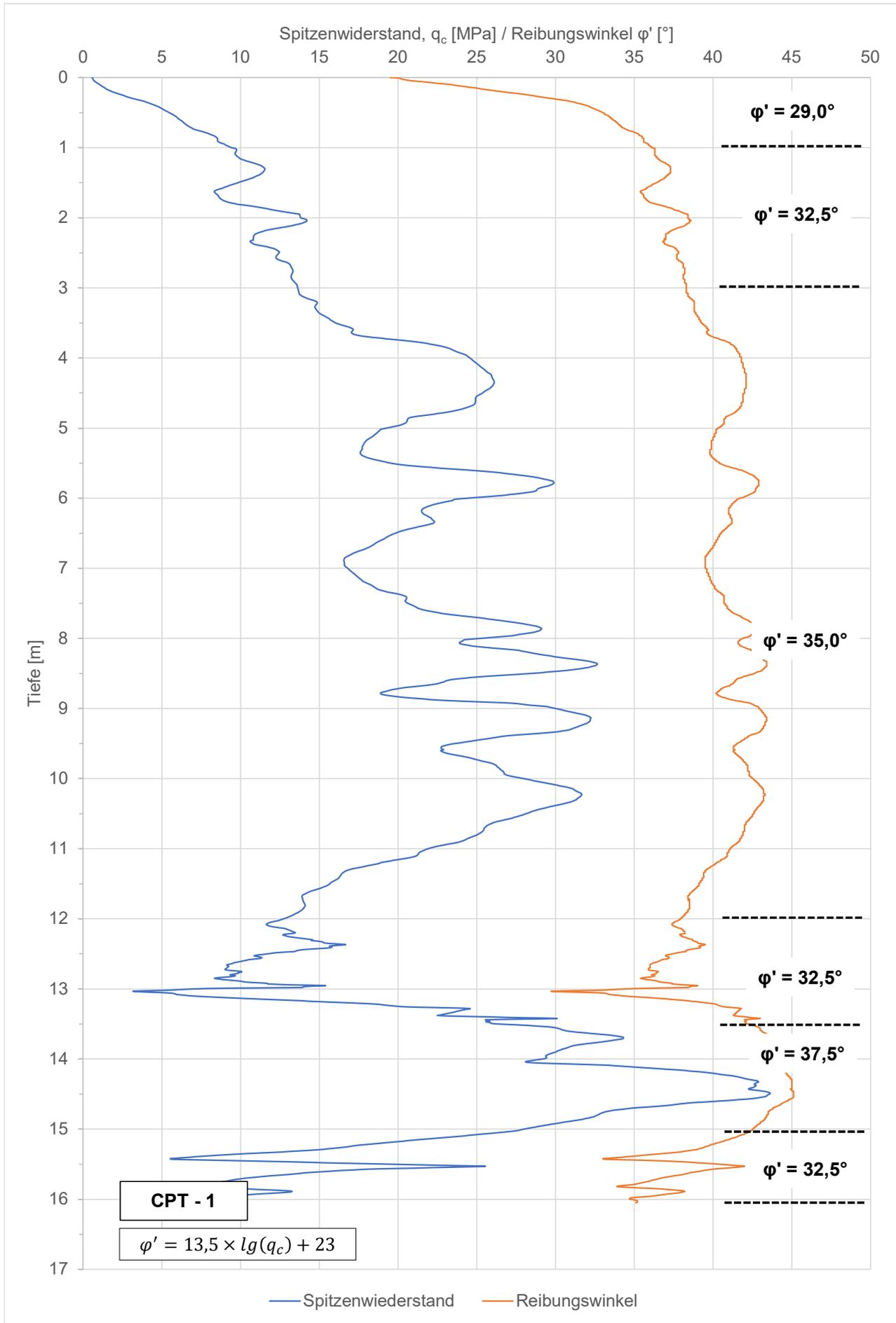
Berechnungsprofil C

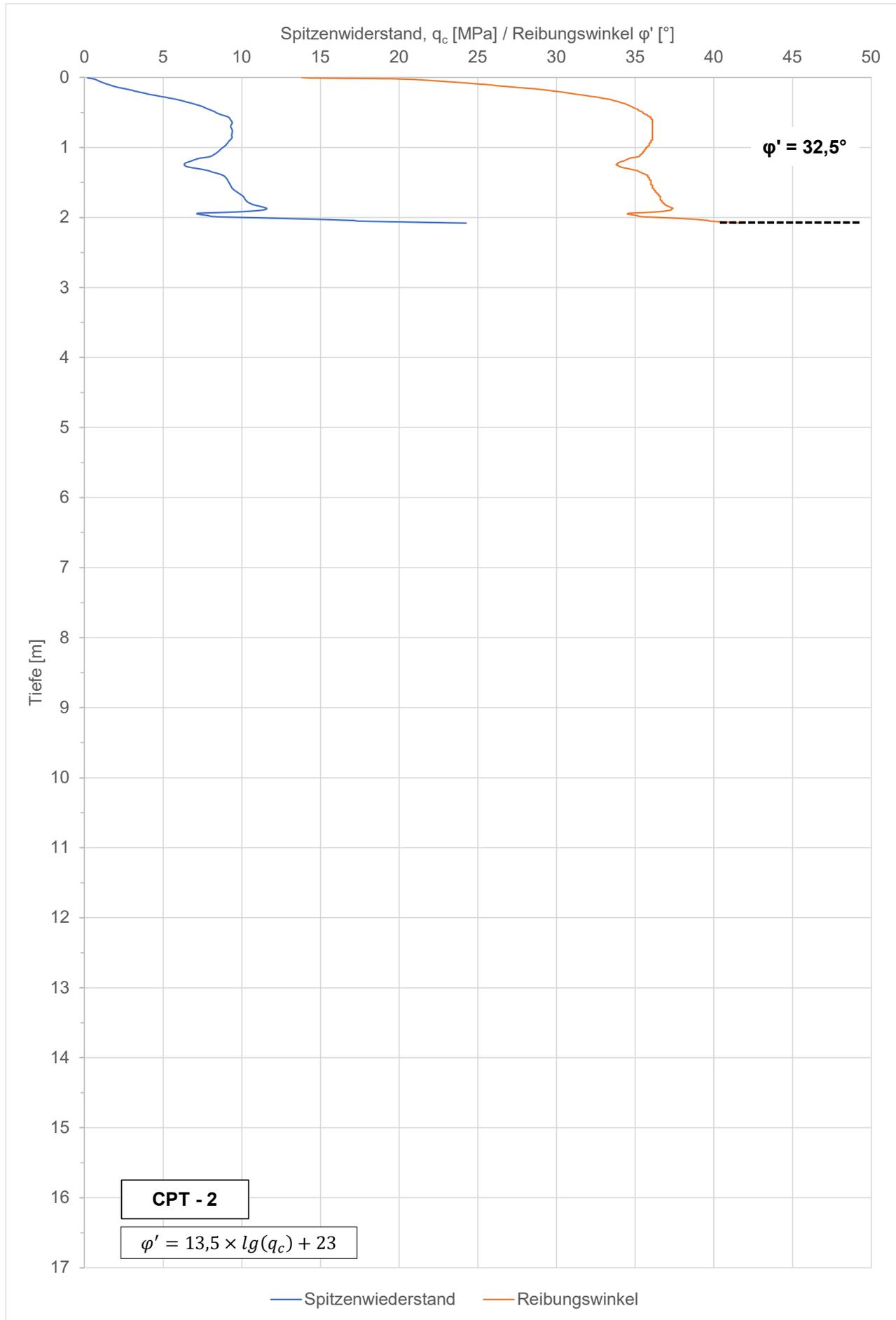
23,00 m NHN

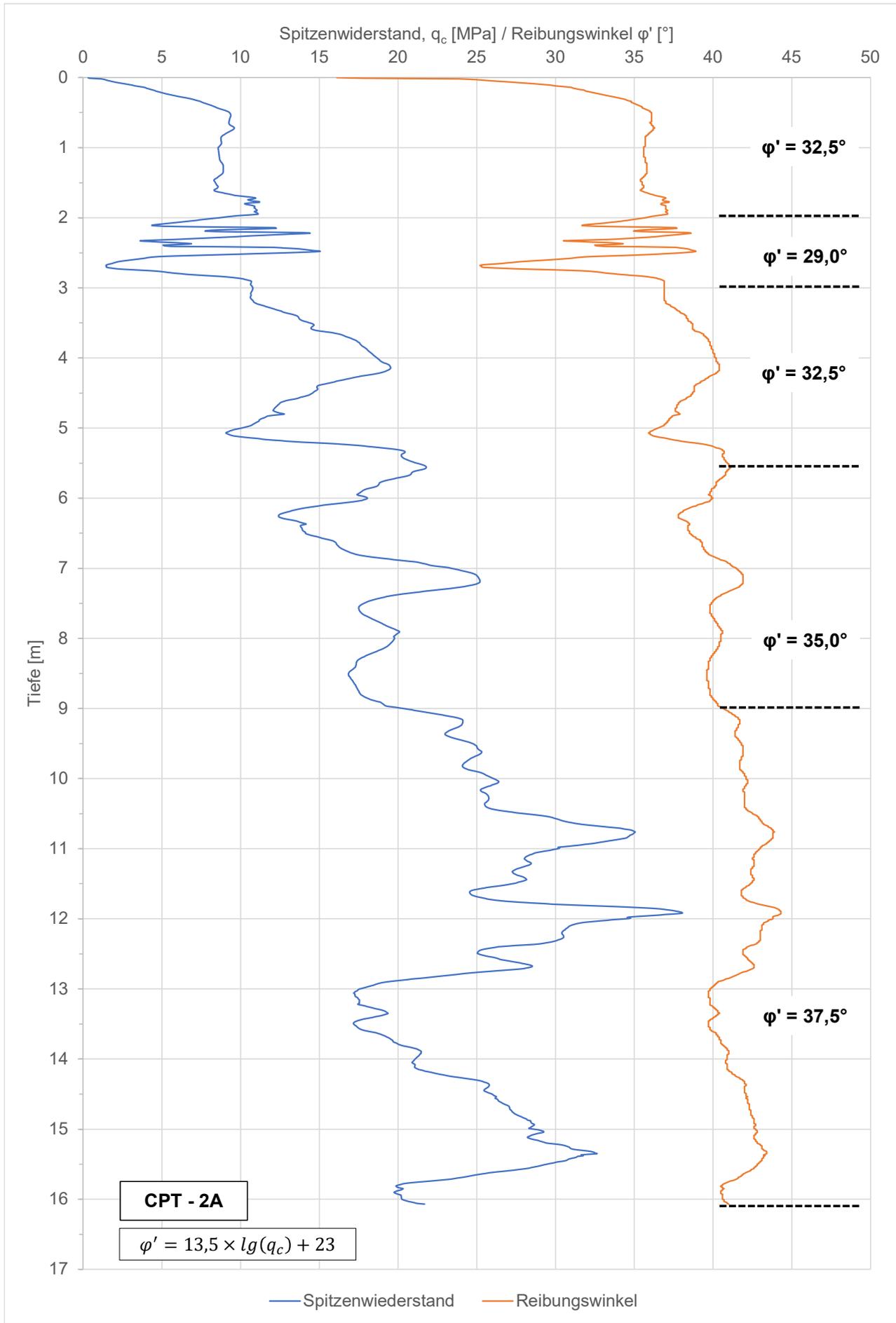


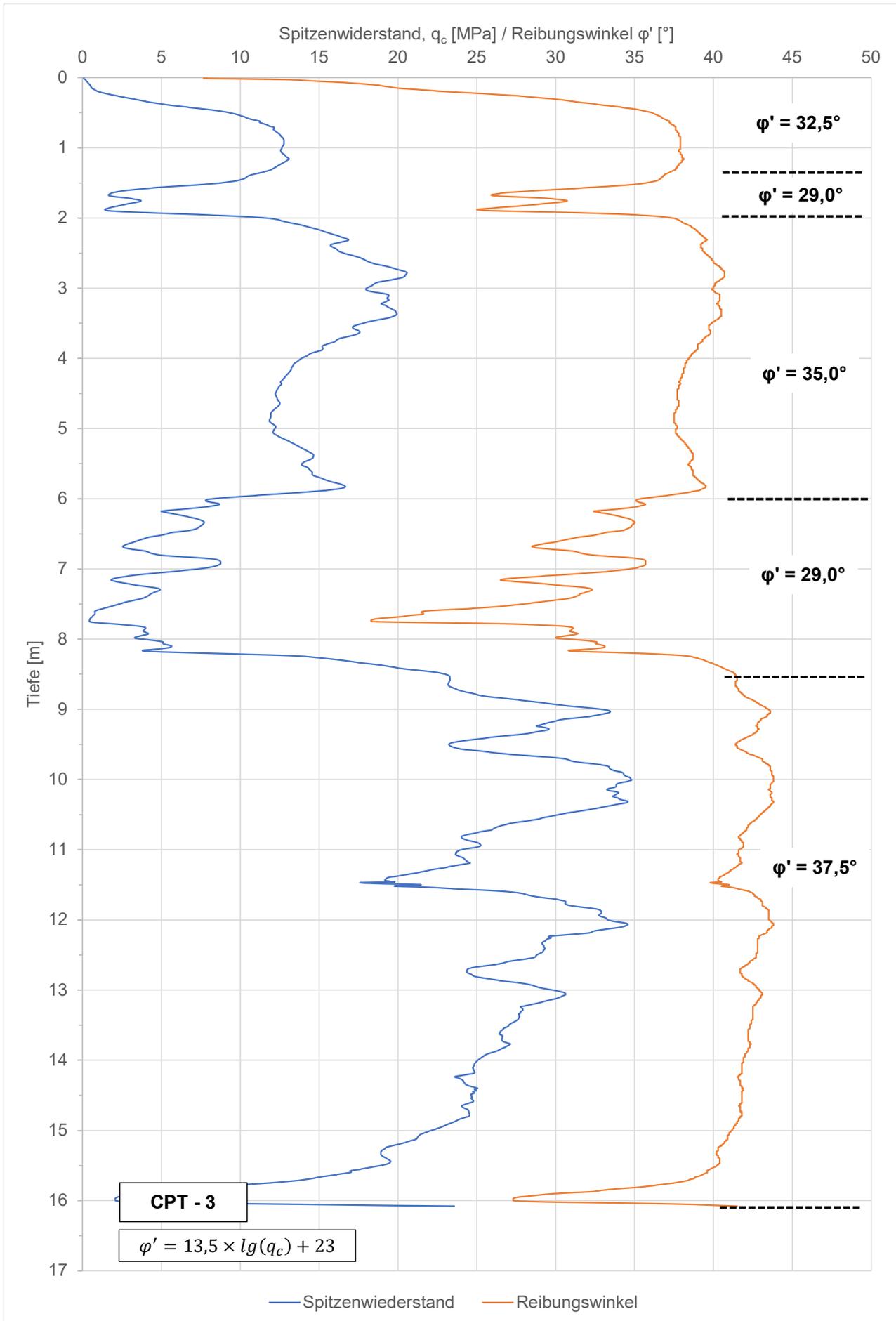
*Hydrogeologisches Gutachten für das geplante Bodenabbau-Vorhaben in Stade (Wiepenkathen-Südost) Vom 22.04.2021

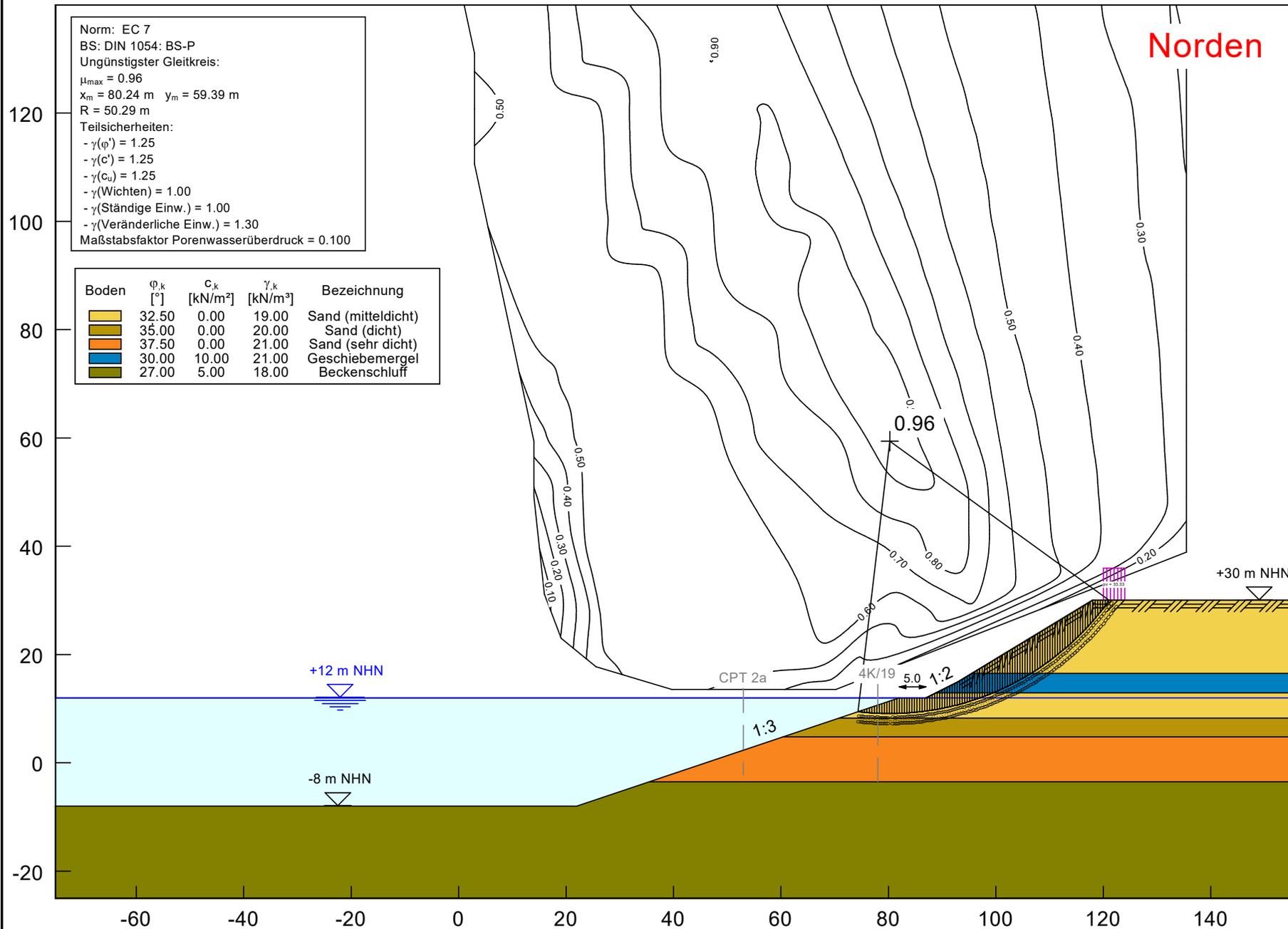
<p>KÜSTER & PETEREIT Ingenieurbüro für angewandte Geotechnik</p>	Projektnummer:	2020-038
	Datum:	22.12.2022
Maßstab der Höhe: 1:100		Maßstab der Länge: 1:100
Bauvorhaben: Nachauskiesung Sandabbau Wiepenkathen		
Anlagenbezeichnung:	Anlagennummer:	
Baugrundaufschlüsse für Situation C	Anlage 2.4	











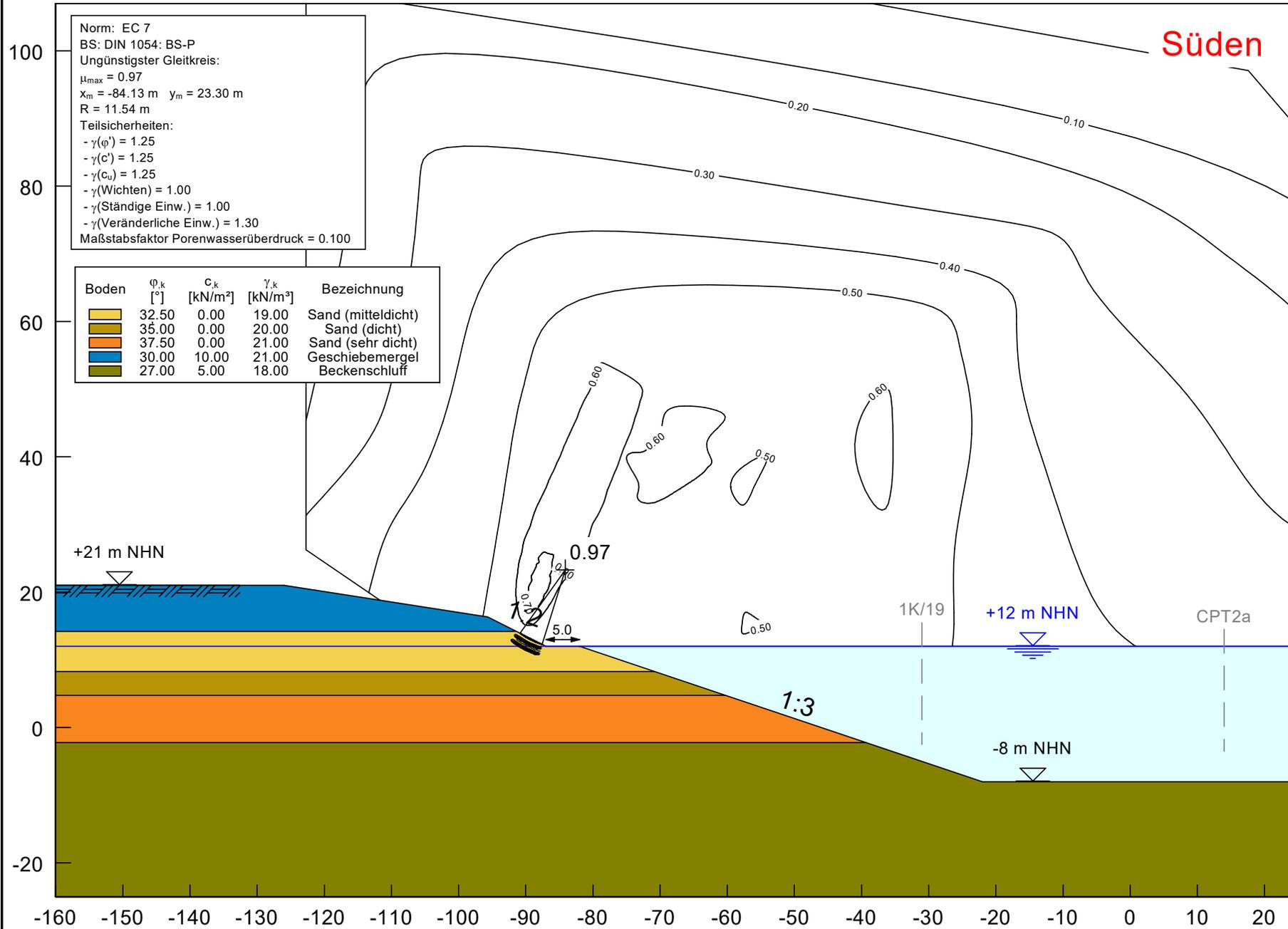
Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-P
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.96$
 $x_m = 80.24 \text{ m}$ $y_m = 59.39 \text{ m}$
 $R = 50.29 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 Maßstabsfaktor Porenwasserüberdruck = 0.100

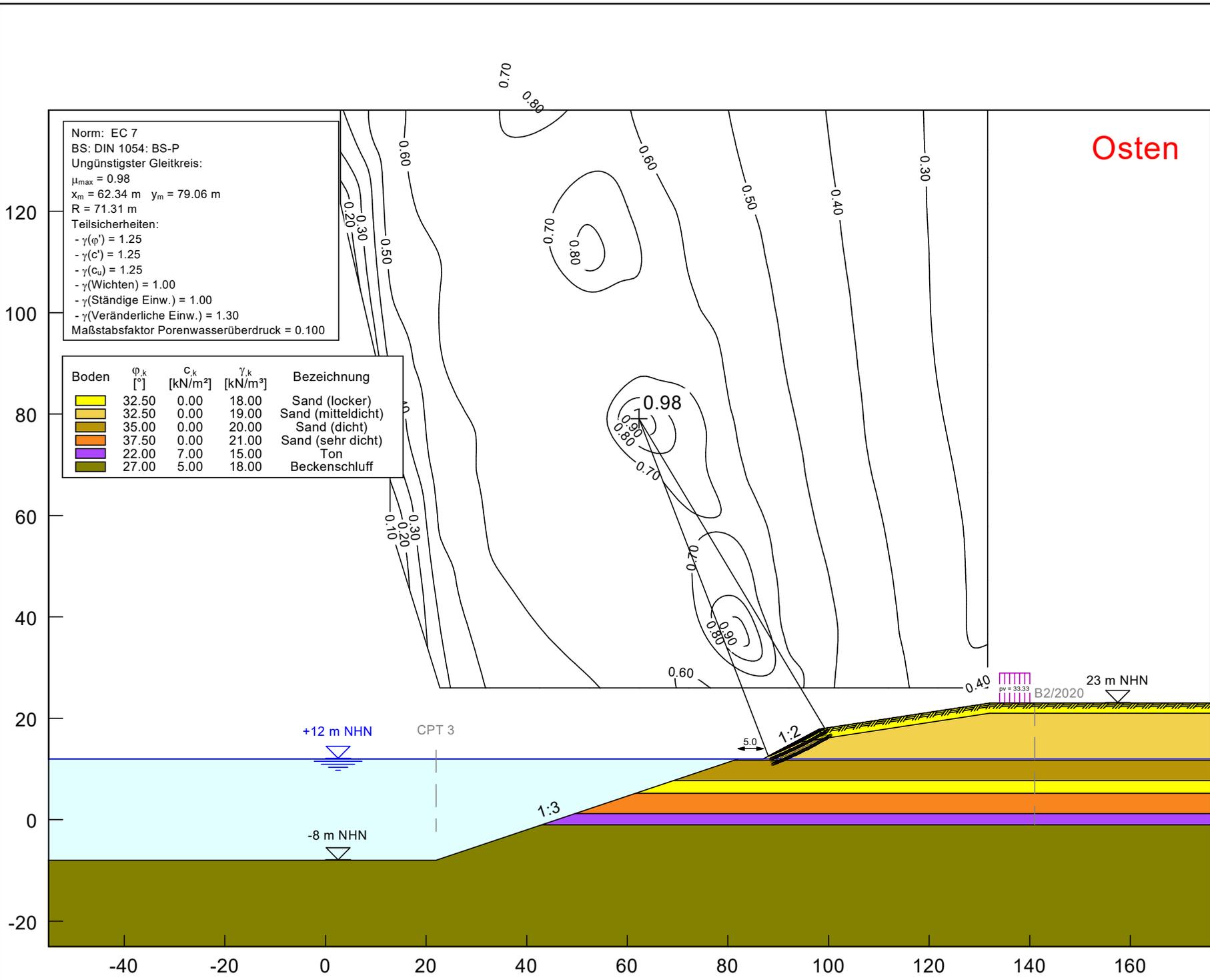
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	32.50	0.00	19.00	Sand (mitteldicht)
	35.00	0.00	20.00	Sand (dicht)
	37.50	0.00	21.00	Sand (sehr dicht)
	30.00	10.00	21.00	Geschiebemergel
	27.00	5.00	18.00	Beckenschluff

Norden



BS-P ; Geländebruchsicherheit	HSK-Südost	
	Situation A1	
Böschungbruch	Anlage: 4.1	
	Datum: 22.12.22	
Maßstab: 1/1000	Anlage: 4.1	
	Datum: 22.12.22	





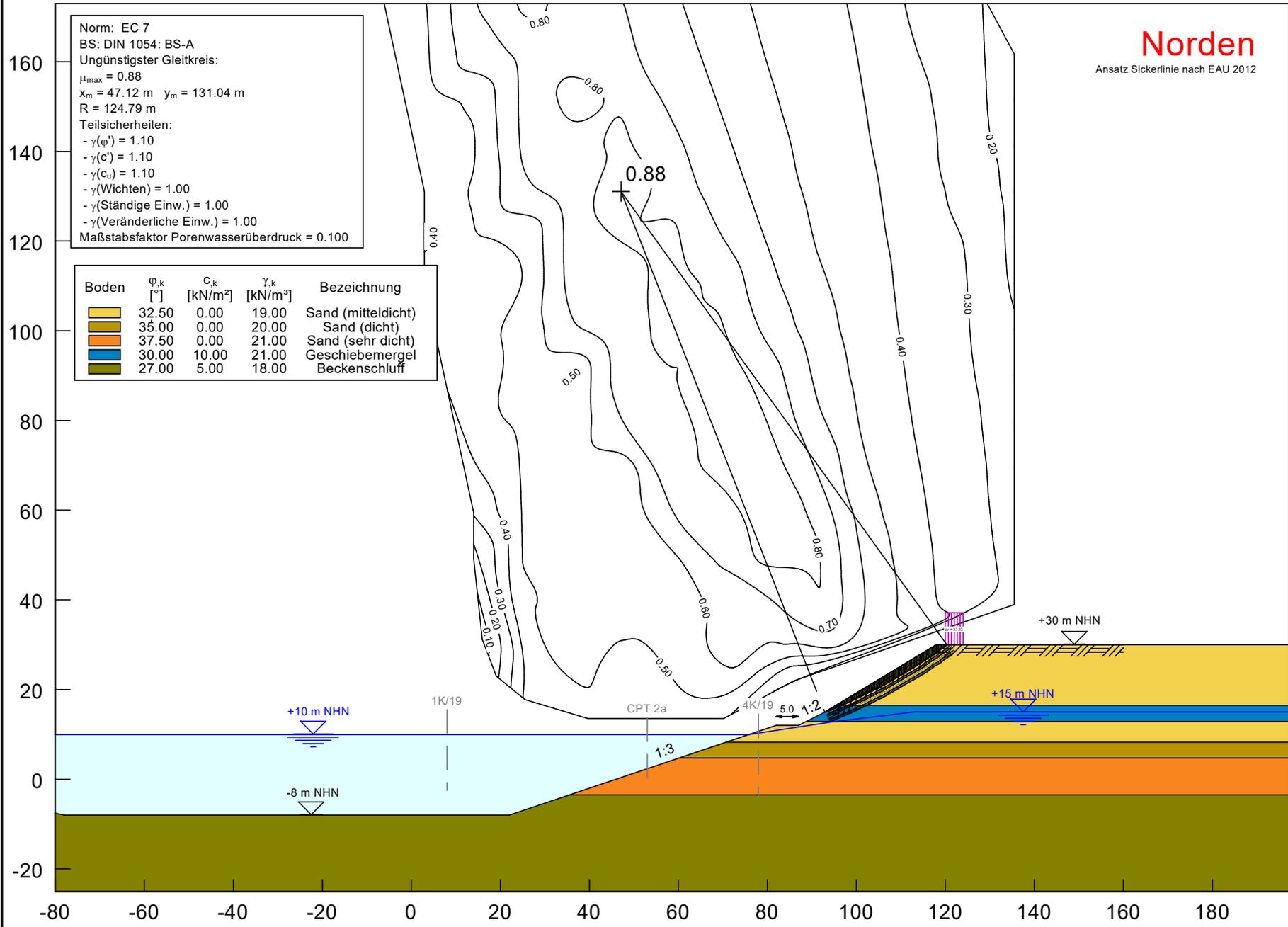
Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-P
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.98$
 $x_m = 62.34 \text{ m}$ $y_m = 79.06 \text{ m}$
 $R = 71.31 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 Maßstabsfaktor Porenwasserüberdruck = 0.100

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	32.50	0.00	18.00	Sand (locker)
	32.50	0.00	19.00	Sand (mitteldicht)
	35.00	0.00	20.00	Sand (dicht)
	37.50	0.00	21.00	Sand (sehr dicht)
	22.00	7.00	15.00	Ton
	27.00	5.00	18.00	Beckenschluff

Osten



BS-P ; Geländebruchsicherheit	HSK-Südost	
	Situation C	
Böschungbruch	Anlage: 4.4	
	Datum: 22.12.22	
Maßstab: 1/1000		Anlage: 4.4



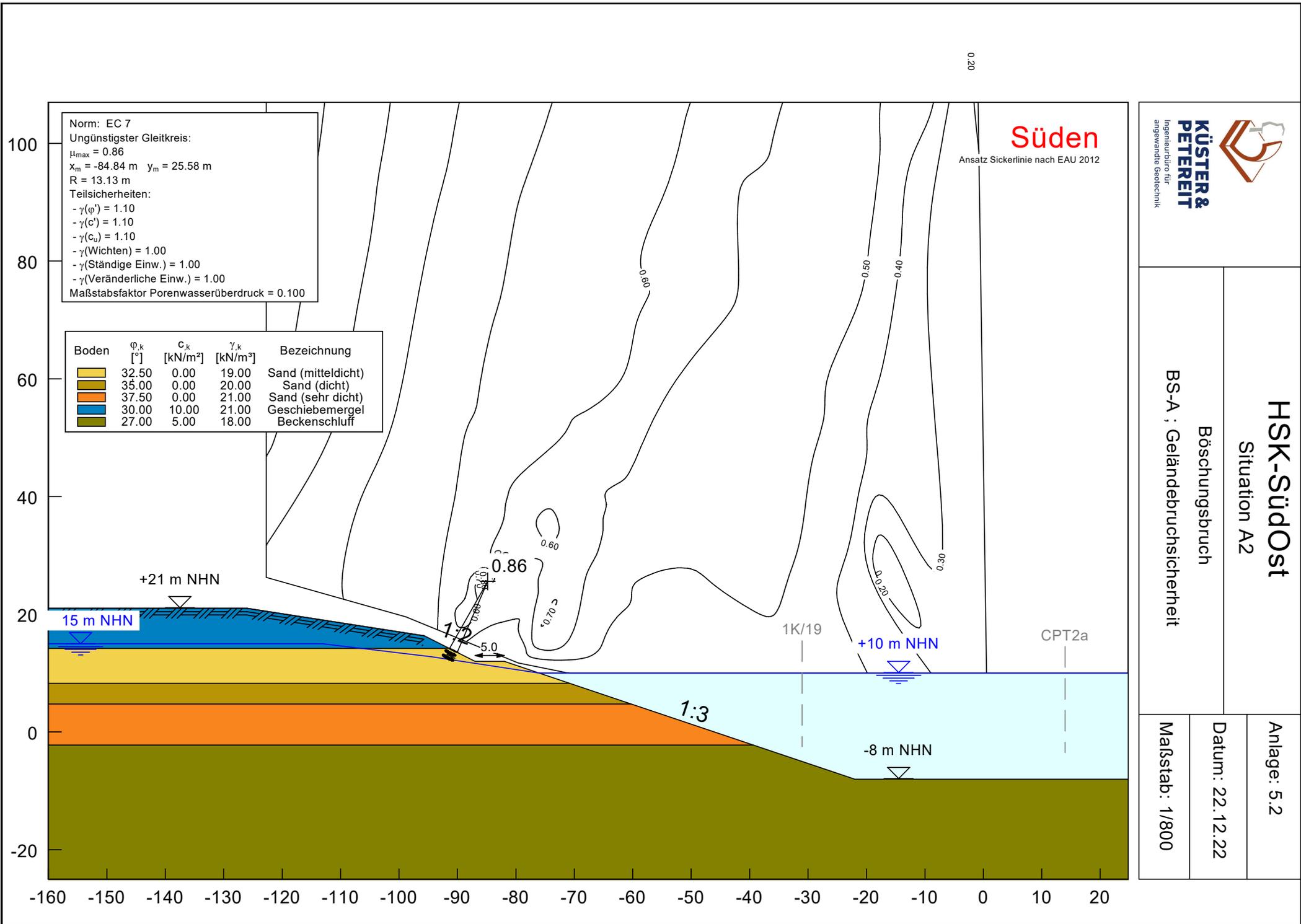
Norden
 Ansatz Sickerlinie nach EAU 2012

Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-A
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.88$
 $x_m = 47.12 \text{ m}$ $y_m = 131.04 \text{ m}$
 $R = 124.79 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.10$
 - $\gamma(c') = 1.10$
 - $\gamma(c_u) = 1.10$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$
 Maßstabsfaktor Porenwasserüberdruck = 0.100

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	32.50	0.00	19.00	Sand (mitteldicht)
	35.00	0.00	20.00	Sand (dicht)
	37.50	0.00	21.00	Sand (sehr dicht)
	30.00	10.00	21.00	Geschiebemergel
	27.00	5.00	18.00	Beckenschluff



BS-A ; Geländebruchsicherheit	HSK-Südost	
	Situation A1	
Böschungbruch	Anlage: 5.1	
	Datum: 22.12.22	
Maßstab: 1/1200	Anlage: 5.1	



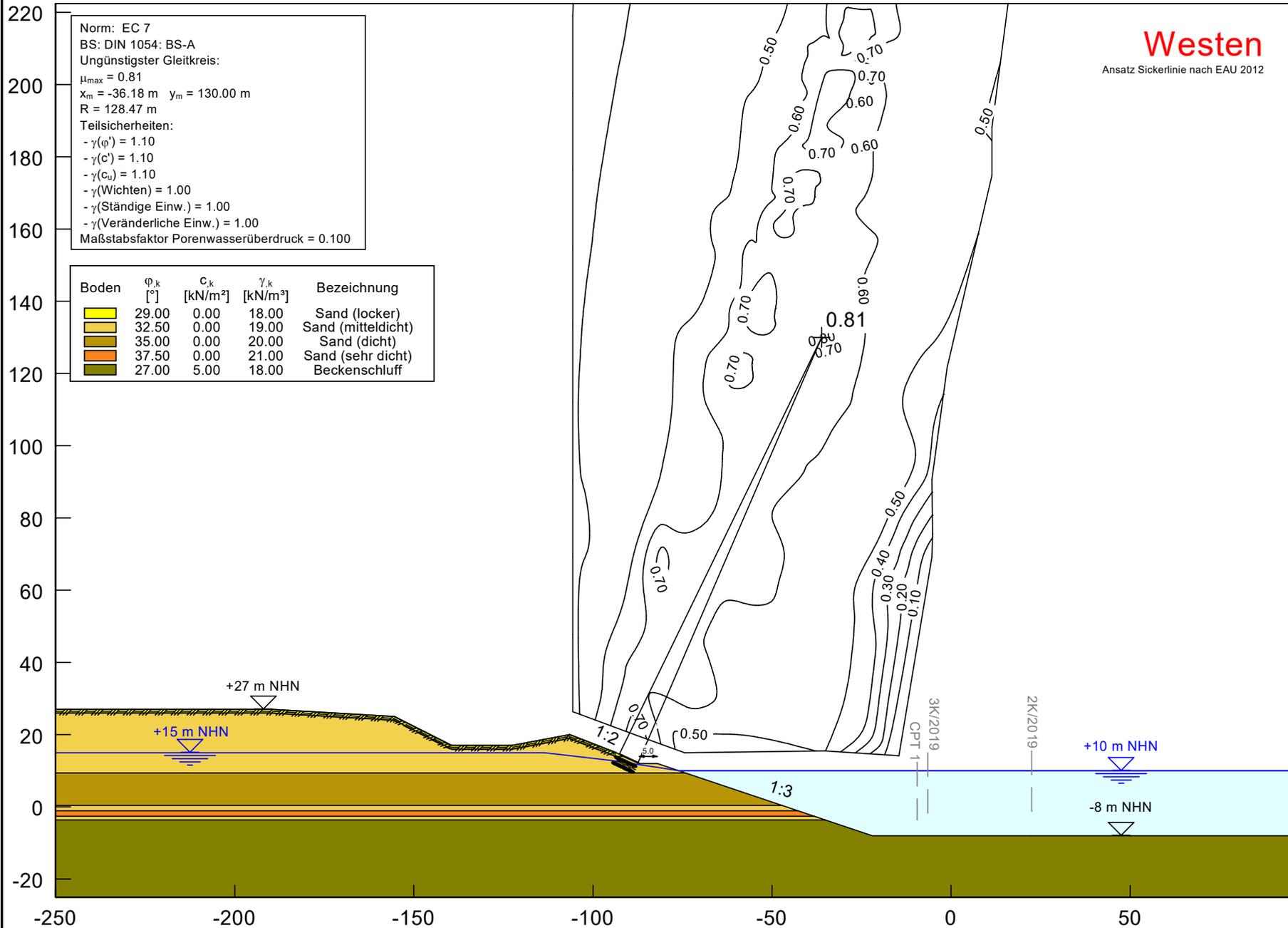
Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.86$
 $x_m = -84.84 \text{ m}$ $y_m = 25.58 \text{ m}$
 $R = 13.13 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.10$
 - $\gamma(c') = 1.10$
 - $\gamma(c_u) = 1.10$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$
 Maßstabsfaktor Porenwasserüberdruck = 0.100

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	32.50	0.00	19.00	Sand (mitteldicht)
	35.00	0.00	20.00	Sand (dicht)
	37.50	0.00	21.00	Sand (sehr dicht)
	30.00	10.00	21.00	Geschiebemergel
	27.00	5.00	18.00	Beckenschluff

Süden
 Ansatz Sickerlinie nach EAU 2012



BS-A ; Geländebruchsicherheit	HSK-Südost	
	Situation A2	
Böschungsrutsch	Anlage: 5.2	
	Datum: 22.12.22	
Maßstab: 1/800		



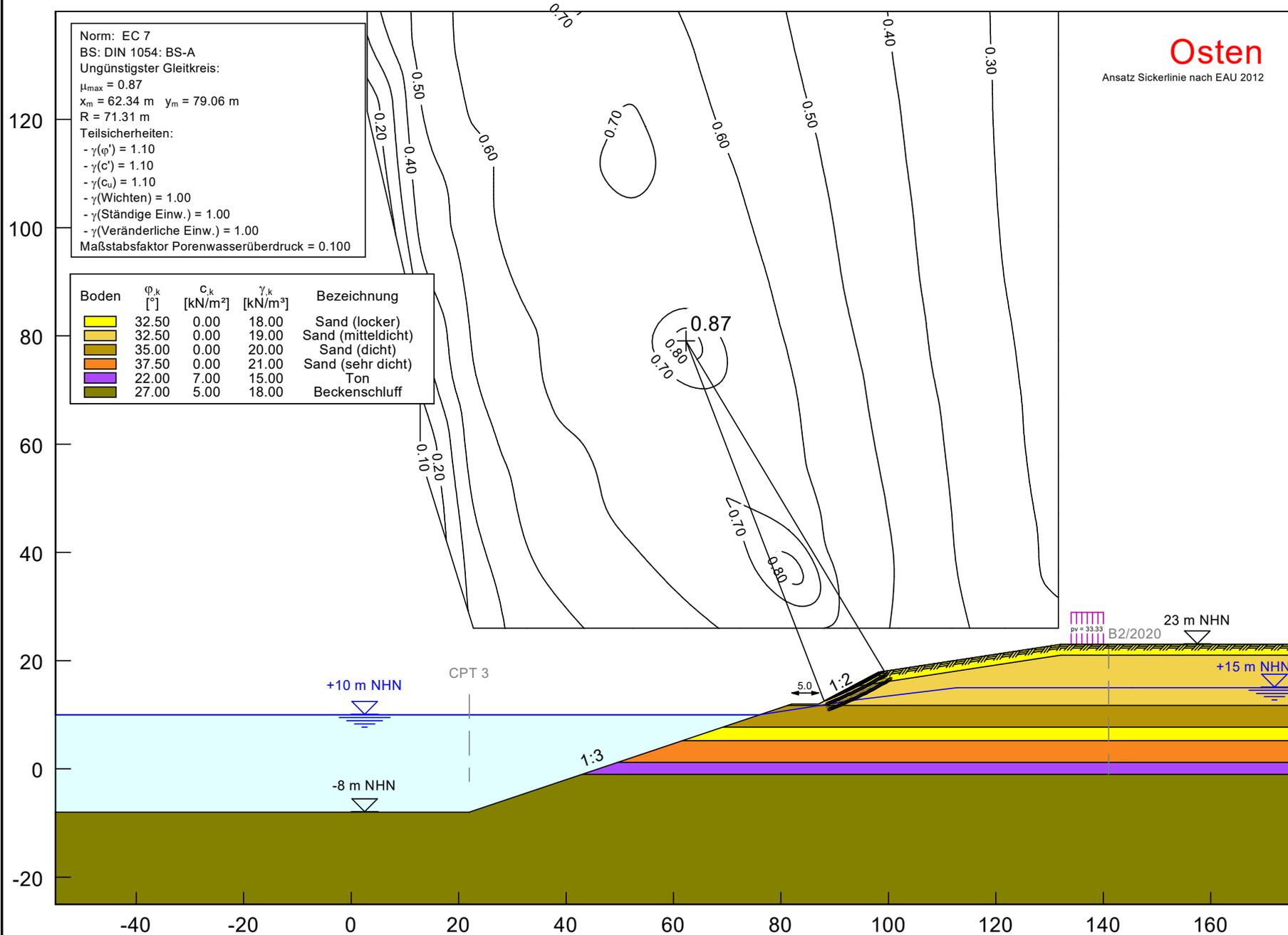
Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-A
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.81$
 $x_m = -36.18 \text{ m}$ $y_m = 130.00 \text{ m}$
 $R = 128.47 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.10$
 - $\gamma(c') = 1.10$
 - $\gamma(c_u) = 1.10$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$
 Maßstabsfaktor Porenwasserüberdruck = 0.100

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	29.00	0.00	18.00	Sand (locker)
	32.50	0.00	19.00	Sand (mitteldicht)
	35.00	0.00	20.00	Sand (dicht)
	37.50	0.00	21.00	Sand (sehr dicht)
	27.00	5.00	18.00	Beckenschluff

Westen
 Ansatz Sickerlinie nach EAU 2012



BS-A ; Geländebruchsicherheit Böschungbruch Situation B	HSK-Südost Situation B	
	Datum : 22.12.22	Anlage : 5.3
Maßstab : 1/1500		



Osten
 Ansatz Sickerlinie nach EAU 2012



HSK-Südost Situation C		Böschungsrutsch BS-A ; Geländebruchsicherheit
Datum: 22.12.22	Maßstab: 1/1000	Anlage: 5.4