
Projekt-Nr.	Ausfertigungs-Nr.	Datum
2190422	Gesamt: 3	19.08.2019

**BV Brückenkopf Nord,
Reichenaustraße (B33) Konstanz**

– Geotechnischer Bericht –

Auftraggeber **Stadt Konstanz, Hochbau- und Liegenschaftsamt**

Anzahl der Seiten: 24
Anlagen: 6

INHALT:	Seite
1 Zusammenfassung.....	5
2 Vorbemerkungen	6
3 Angaben zum Bauvorhaben.....	6
4 Lage und geologische Verhältnisse	7
5 Untersuchungsprogramm.....	7
5.1 Geländearbeiten	7
5.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen	8
6 Ergebnisse der Untersuchungen.....	8
6.1 Schichtenaufbau des Untergrunds	8
6.2 Auswertung der Drucksondierungen	9
6.3 Hydrogeologische Verhältnisse, Bemessungswasserstand	11
6.4 Boden-/Grundwasserverunreinigungen	11
6.5 Betonaggressivität des Grundwassers	11
7 Bewertung der Tragfähigkeit.....	12
8 Klassifizierung der Schichten für bautechnische Zwecke	13
9 Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen	13
9.1 Undrained Kohäsion	14
9.2 Verfüllungen.....	15
9.3 Angaben zu Erdbebeneinwirkungen.....	15
10 Angaben zu Baumaßnahmen	15
10.1 Überblick.....	15
10.2 Elastisch gebettete Bodenplatte	16
10.3 Tiefgründung auf der Grundmoräne	16
10.4 Gründung mit Kleinbohrpfählen	17
10.5 Kombinierte Pfahl-Plattengründung.....	17
10.6 Gründungsempfehlung	17
11 Abdichtung/Schutz des Gebäudes vor Durchfeuchtung	18
12 Aushub, Baugruben	18
12.1 Aushub, Aushubsohle.....	18
12.2 Baugrubensicherung, Böschungswinkel.....	18
12.3 Verankerungen	20
12.4 Grund-/Bauwasserhaltung	20
12.5 Bodenaustausch.....	21
12.6 Arbeitsschutz, Hinweise zur Bauausführung	21
12.7 Angaben zu Parkplatz- und Zufahrtbereichen	22
12.8 Hinweise zur Nachbarbebauung.....	22
13 Schlussbemerkungen.....	23

TABELLEN:	Seite
Tabelle 1: Auswertung der Drucksondierungen, Lage der Grundmoräne	9
Tabelle 2: Auswertung der Feldflügelsondierungen.....	10
Tabelle 3: Ermittlung der Expositionsklasse für chemischen Angriff durch Grundwasser	12
Tabelle 4: Bodenklassifizierung	13
Tabelle 5: Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen	14
Tabelle 6: Charakteristische Ankerwiderstände.....	20

ANLAGEN:

- 1 Lagepläne
 - 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 1.000
 - 1.2 Lageplan mit Baugrundaufschlüssen, Maßstab 1 : 1.000
- 2 Baugrundaufschlüsse
 - 2.1 Bohrprofile der Kernbohrungen, B 1 bis B 14
 - 2.2 Schürfprofile der Baggerschürfgruben, SCH 1 bis SCH 22
 - 2.3 Diagramme Drucksondierungen CPT 1 – CPT 2
 - 2.4 Diagramme Feldflügelsondierungen in CPT 2
- 3 Bodenmechanische Laborergebnisse
 - 3.1 Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17 892-1
 - 3.2 Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17 892-4
 - 3.3 Konsistenzgrenzen nach DIN EN ISO 17 892-12
 - 3.4 Bestimmung des Glühverlusts nach DIN 18 128
- 4 Chemische Untersuchungen
 - 4.1 Bestimmung Betonaggressivität nach DIN 4030
- 5 Ermittlung der c_u -Verteilung aus Vorgutachten mit Flügelsondierungen
 - 5.1 CPT 2-1/2013 mit Flügelsondierungen
- 6 Kenndaten für Boden und Fels

1 Zusammenfassung

Die Stadt Konstanz möchte eine ca. 52.000 m² große Teilfläche der Altablagerung „Weiherhof“ in der Reichenaustraße, Konstanz, veräußern. Planungen von Investoren sehen mehrere Wohn- und Geschäftshäuser (Grundrissabmessungen max. ca. 200 x 160 m, bis zu 13 Obergeschosse) mit vermutlich zwei Untergeschossen vor.

Die Untergrundverhältnisse für den geotechnischen Bericht wurden anhand von 14 Kernbohrungen, 22 Schürfgruben sowie 2 Drucksondierungen mit Flügelsondierungen, die auf dem Baufeld hergestellt wurden, beurteilt. Mehrere Vorgutachten von der Fläche wurden ebenfalls herangezogen.

Unter 10 bis 20 cm mächtigem Oberboden folgen künstliche Auffüllungen bis in Tiefen von 0,5 bis 12,9 m. Die Auffüllungen setzen sich aus umgelagerten Aushubmassen und bauschuttartigen Abfällen zusammen, die lokal und untergeordnet auch hausmüllartige Abfälle enthalten. Augenscheinlich ist eine sehr ungleichmäßig verteilte Lagerungsdichte der Auffüllungen zu erwarten. Lokal waren Horizonte kaum mit dem Bagger zu lösen, in anderen Bereichen war eine sehr gute Lösbarkeit zu beobachten. Die Auffüllungen werden von Beckenton unterlagert, der von Schluff und Ton gebildet wird. In den Beckentonen sind erfahrungsgemäß regellos Feinsandlagen in Millimeter- bis Zentimeterdicke eingelagert. Ab etwa 15 m Tiefe treten immer wieder Kieskörner im Beckenton auf, deren Häufigkeit mit der Tiefe zunimmt. Dies weist auf den Übergang zur unterlagernden Grundmoräne hin. Dieser Horizont wurde deshalb vereinfachend als Unterer Beckenton angesprochen. Unterlagert wird der Beckenton von der Grundmoräne, die aus Geschiebemergel, Sand, Kies und Steinen gebildet wird. Erfahrungsgemäß können auch Blöcke größer 0,1 m³ enthalten sein. Die oberen ca. 0,5 bis 2,0 m der Grundmoräne stehen als Übergangshorizont (aufgearbeitete Grundmoräne) an. Bei den Aufschlussarbeiten wurde nur örtlich in wenigen Schürfen ein Schichtwasserzutritt verzeichnet. Lokal sind tieferliegende Auffüllbereiche mit höherer Durchlässigkeit vorhanden, in denen sich das Wasser sammelt (Badewanneneffekt). Auf der Fläche wurde flächig Stauwasser beobachtet, welches nicht versickern kann und nicht abgeführt wird.

In Voruntersuchungen wurden Sickerwasseruntersuchungen durchgeführt, die Ammoniumkonzentrationen bis 48,8 mg/l nachgewiesen haben. Wir empfehlen daher bezüglich Betonangriff, die Expositionsklasse XA2 zu berücksichtigen.

Aufgrund der möglichen Geschossanzahl werden hohe Lasten erwartet. Diese sind am besten mit einer Bohrpfahlgründung abzutragen. Rammarbeiten sind nicht zu empfehlen. Eingriffe in die Auffüllungen sind schwierig und aufwendig. Es wird empfohlen, mit den Fachplanern und nach Festlegung der Lage des Gebäudes die technisch und wirtschaftlich optimale Gründung zu finden. Eine Baugrube mit zwei Untergeschossen ist sehr aufwendig. Vermutlich muss die Sohle rückverankert werden.

Vorlaufend zu Aushub/Erdbarbeiten sollen die höher durchlässigeren Auffüllbereiche und die Fläche über Pumpensümpfe entwässert werden. Aufgrund der Schadstoffbelastung kann nicht ausgeschlossen werden, dass das Grundwasser vorgereinigt werden muss. Weiterhin bedarf es einer flächigen Vorbereitung des Erdplanums. Bei Aushubarbeiten sind noch weitere Deklarationsuntersuchungen und Arbeitsschutzmaßnahmen notwendig. Entsorgungskosten müssen vorab berücksichtigt werden. Es wird empfohlen mit den Nachbarn (Firma Dentsply u. a.) Kontakt aufzunehmen und die Planungen vorab wegen Erschütterungen durchzusprechen. Wir empfehlen eine Beweissicherung.

2 Vorbemerkungen

Bauvorhaben: Wohn- und Geschäftshäuser, verschiedene Varianten (max. ca. 200 x 160 m, bis zu 13 Obergeschosse) vermutlich zwei Untergeschosse

Auftraggeber: Stadt Konstanz, Hochbau- und Liegenschaftsamt

Auftragnehmer: HPC AG, Standort Radolfzell

Angebot: Nr. 1190422 vom 28.03.2019

Beauftragung: 15.04.2019

Nachfolgende Unterlagen wurden verwendet:

zum Bauvorhaben

- [1] Lageplan mit Tiefgarage, ohne Datum und Maßstab (Stadt Konstanz)
- [2] Ansicht Süd, Schnitt Nord-Süd Ansicht West, Grundrisse Ebene +9 und Ebene +12, Maßstab 1 : 200, ohne Datum (Schaudt Architekten)
- [3] Schnitt West-Ost, Ansicht, Grundrisse Ebene +15 und Ebene +18, Maßstab 1 : 200, ohne Datum (Schaudt Architekten)

zu Gelände, Geologie, Grundwasser

- [4] Blatt Nr. 8320 Konstanz-West
Topographie (Topographische Karte, Maßstab 1 : 25 000, TK 25) und Geologie (Geologische Karte von Baden-Württemberg, Maßstab 1 : 25 000, GK 25)
- [5] Baugrund- und Gründungsgutachten Nr.: 2122483 „BV GAVIA“ vom 03.04.2013 (HPC AG Radolfzell)
- [6] Ergänzende Abfalltechnische Untersuchung Brückenkopf Nord, Reichenau Str. 28, Konstanz, Ergänzende Abfalltechnische Untersuchungen, Gutachten-Nr.: 2190422 vom 08.08.2019 (HPC AG, Radolfzell)
- [7] Abschlussbericht zur orientierenden technischen Erkundung der Altablagerung „Weiherhof“ in Konstanz, Gutachten-Nr.: 525-39 (3), 25.04.1996 (Ingenieurgesellschaft für Umwelttechnik und Bauwesen Dr. Eisele)

Im vorliegenden Gutachten werden die Baugrundverhältnisse und die daraus resultierende Tragfähigkeit der anstehenden Bodenschichten sowie allgemeine Angaben zur Gründung der geplanten Gebäude dargestellt.

3 Angaben zum Bauvorhaben

Die Stadt Konstanz möchte eine ca. 52.000 m² großen Teilfläche der Altablagerung „Weiherhof“ in der Reichenaustraße, Konstanz, veräußern. Planungen von Investoren sehen mehrere Wohn- und Geschäftshäuser (Grundrissabmessungen max. ca. 200 x 160 m, bis zu 13 Obergeschosse) mit vermutlich zwei Untergeschossen vor.

Genauere Gebäudehöhen liegen noch nicht vor, wir gehen bei einer zweifachen Unterkellerung von einer Gründungssohle auf ca. +393,5 m ü. NN bis +392,5 m ü. NN aus.

4 Lage und geologische Verhältnisse

Topografische Karte:	TK 8320 Konstanz-West
Gauss-Krüger-Koordinaten:	R = 35 12 460 H = 52 81 645
Lage des Baufelds:	zentral in Konstanz am Seerhein. Das Gelände verläuft etwa eben auf +399,5 m ü. NN. Im Norden und Osten grenzen Grundstücke mit Gewerbebebauung an, südlich die Reichenaustraße und westlich die Schänzlebrücke. Die direkt östlich angrenzende Gewerbebebauung (Fa. Dentsply) betreibt sehr erschütterungsempfindliche Messgeräte, die nahe an der Grundstücksgrenze stehen.
Anstehender Untergrund:	laut der Geologischen Karte wird folgende Bodenschichtung erwartet: Überwiegend feinklastische, quartäre Seesedimente die von mehreren Metern mächtigen künstlichen Auffüllungen überlagert werden.
Bisherige Nutzung:	das Gelände liegt derzeit brach. Früher waren hier Tongruben vorhanden, die später verfüllt wurden.
Wasserschutzgebiet:	kein Wasserschutzgebiet

5 Untersuchungsprogramm

5.1 Geländearbeiten

Datum:	Kernbohrungen: KW 25 bis 27/2019 Schürfe: 22.07.2019 Drucksondierungen: KW 27/2019
Umfang:	22 Baggerschürfe („SCH“) 14 Kernbohrungen („B“) 2 Drucksondierungen („CPT“) 15 Feldflügelsondierungen
Tiefe:	Schürfe: bis 3,7 m u. GOK Bohrungen: bis mindestens 2 m in den natürlich anstehenden Boden Drucksondierungen: bis max. 30 m
Bohrgutansprache:	geologisch und nach bodenmechanischen Kriterien
Probennahme	
Boden (Baugrund):	Entnahme schichtweise (insgesamt 103 Proben)
Probennahme	
Wasser:	Schöpfprobe aus B 2

Vermessung: nach Lage mittels GPS und Höhe auf vorhandene Festpunkte
Dokumentation: Ansatzpunkte vgl. Anlage 1.2; Bohrprofile vgl. Anlage 2.1; Schurfprofile vgl. Anlage 2.2, Drucksondierdiagramme vgl. Anlage 2.3

5.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Aus den Bodenproben der Kernbohrungen wurden 103 Wassergehalte, 4 Sieblinien, 2 Konsistenzgrenzen und 5 Glühverluste ermittelt.

Die Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmungen sind in Anlage 3.1, die Korngrößenverteilungen in Anlage 3.2, die Zustandsgrenzen in Anlage 3.3 und die Glühverluste in Anlage 3.4 dargestellt.

6 Ergebnisse der Untersuchungen

6.1 Schichtenaufbau des Untergrunds

Auf dem Baufeld wurden in den Aufschlüssen folgende Bodenschichten angetroffen:

- **Auffüllungen**
- **Beckenton**
- **Unterer Beckenton**
- **Grundmoräne**

Unter 10 bis 20 cm mächtigem Oberboden folgen künstliche **Auffüllungen** bis in Tiefen von 0,5 bis 12,9 m zunehmend von Süd nach Nord. Die Auffüllungen setzen sich aus umgelagerten Aushubmassen und bauschuttartigen Abfällen zusammen (vgl. hierzu Unterlagen [6] und [7]), die lokal und untergeordnet auch hausmüllartige Abfälle enthalten. Nach den Untersuchungsergebnissen der Altlastenerkundung bestehen die Auffüllungen überwiegend aus Blöcken, Steinen, Kies, Sand, Schluff und Ton in unterschiedlichen Beimengungen sowie mineralischen Fremdbestandteilen wie Ziegelbruch, Bauschutt, Holz, Glas, Schrott, Kabelresten, Gießereisanden und Asphalt sowie organische Torf Beimengungen. Lokal wurden verschiedene geruchliche Auffälligkeiten festgestellt, wie Teergeruch von Asphaltbruchstücken und Mineralölgeruch.

Augenscheinlich ist eine sehr ungleichmäßig verteilte Lagerungsdichte der Auffüllungen zu erwarten. Lokal waren Horizonte kaum mit dem Bagger zu lösen, in anderen Bereichen war eine sehr gute Lösbarkeit zu beobachten. Nach den Drucksondierprotokollen ist ebenfalls eine inhomogene und kleinräumig wechselnde Zusammensetzung zu erwarten.

Als Kontaminationen wurden in Unterlage [7] unter anderem punktuell erhöhte Ammoniumgehalte (bis 48,8 mg/l), PAK-Belastungen (bis 177 mg/kg TS), Mineralölgehalte (bis 49.000 mg/kg TS) sowie Phenolgehalte (bis 12 mg/kg TS, bis 190 µg/l im Eluat) bestimmt. Es sind erhöhte Schwermetallgehalte für Kupfer, Blei, Chrom, Zink und Quecksilber kenntlich geworden. Die genannten Kontaminationen wurden zwar teilweise nicht im Baufeld selbst ermittelt, jedoch können auch punktuelle Vorkommen im Untergrund des Baufelds nicht ausgeschlossen werden, die bei den bisherigen Aufschlüssen nicht erschlossen wurden.

Hinweis: Fällt bei der Baumaßnahme kontaminiertes Material (Bohrgut/Erdaushub) an, muss dieses durch chemische Untersuchungen abfalltechnisch deklariert und sachgerecht entsorgt werden. Dies führt zu Mehrkosten, die berücksichtigt werden müssen (vgl. hierzu Unterlage [6]).

Die Auffüllungen werden von **Beckenton** unterlagert, der von Schluff und Ton gebildet wird. In den Beckentonen sind erfahrungsgemäß regellos Feinsandlagen in Millimeter- bis Zentimeterdicke eingelagert. Die Konsistenz ist in den oberen Dezimetern noch steif, darunter überwiegend breiig bis weich, was auch an den hohen Wassergehalten zwischen 25 und 42 % zu erkennen ist. Ab etwa 15 m Tiefe treten immer wieder Kieskörner im Beckenton auf, deren Häufigkeit mit der Tiefe zunimmt, die Wassergehalte nehmen entsprechend ab. Glühverluste wurden zwischen 5 und 8 % ermittelt, diese werden aber überwiegend durch Kristallwasser gebildet. Die Konsistenzgrenzen weisen den Beckenton als mittelplastischen bis ausgeprägt Ton aus. Dies weist auf den Übergang zur unterlagernden Grundmoräne hin. Dieser Horizont wurde deshalb vereinfachend als **Unterer Beckenton** angesprochen. Der Beckenton ist grau und reicht bis in Tiefen von 17,3 bis 23,5 m. Die Konsistenzgrenzen weisen den unteren Beckenton als leichtplastischen bis mittelplastischen Ton aus.

Unterlagert wird der Beckenton von der **Grundmoräne**, die aus Geschiebemergel, Sand, Kies und Steinen gebildet wird. Erfahrungsgemäß können auch Blöcke größer 0,1 m³ enthalten sein. Bei den Drucksondierungen zeigten sich teilweise in den ersten Metern zunehmende Spitzendrücke. Die oberen ca. 0,5 bis 2,0 m der Grundmoräne stehen somit als Übergangshorizont (aufgearbeitete Grundmoräne) an. Der Geschiebemergel besitzt nur eine geringe Plastizität, was auf ein Sand-Ton-Gemisch hinweist. Der feste Geschiebemergel wurde in den Bohrungen und Drucksondierungen ab etwa 22 bis 25 m Tiefe erreicht.

6.2 Auswertung der Drucksondierungen

Es wurden 4 Drucksondierungen an 2 unterschiedlichen Punkten nach DIN 4094 bis in Tiefen zwischen bis 30,0 m u. GOK ausgeführt. 2 Sondierungen konnten nicht bis in größere Tiefe gebracht werden, da die Auffüllungen nicht durchstoßen werden konnten. In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die Ergebnisse der Drucksondierungen aufgeführt:

Sondierung	Endtiefe	OK aufgearbeitete Grundmoräne	Spitzenwiderstand q_c
	m u. GOK	m u. GOK	in MPa bei Endtiefe
CPT 1	0,36	Hindernis, nicht erreicht	
CPT 1a	0,52	Hindernis, nicht erreicht	
CPT 1b	30,00	26,8	ca. 10
CPT 2	26,52	24,2	ca. 35

Tabelle 1: Auswertung der Drucksondierungen, Lage der Grundmoräne

Die Spitzenwiderstände innerhalb der Auffüllungen zeigen sehr inhomogene Werte bis über 50 MPa, oft sind die Werte deutlich darunter. Unterhalb der Auffüllungen gehen die Spitzendrücke auf Werte unter 1 MPa zurück. Dies lässt auf breiige Konsistenz des Beckentons schließen. Der Porenwasserdruck nimmt langsam und im oberen Bereich stetig zu.

Auf beiden Kurven ist die Feinsandbänderung im Beckenton zu erahnen, jedoch sind wenige und kaum ausgeprägte Ausschläge zu sehen. Ab etwa 15 m steigt die undrainierte Kohäsion etwas schneller an (vgl. Anlage 5) und der Kiesanteil nimmt zu. Dieser Bereich wird als unterer Beckenton unterschieden.

Erst in Tiefen ab etwa 20 m steigen die Spitzendrücke schneller an und weisen damit auf den Übergang zur unterlagernden Grundmoräne hin. Die Spitzendrücke steigen bis auf Werte von über 20 MPa an, der Porenwasserdruck zeigt einen markanten Rückgang. Der Übergang zeigt, dass der Geschiebemergel in den oberen 1 bis 2 m aufgearbeitet ist.

In CPT 1 bis CPT 3 in Unterlage [5] ist die Feinsandbänderung am geringsten ausgebildet, die Spitzendrücke sind insgesamt geringer und auch die Grundmoräne liegt in größerer Tiefe. Auch hier wurden geringere Spitzendrücke erreicht. Dieser Bereich lässt die geringsten Tragfähigkeiten erwarten. Die Drucksondierungen mussten in der jeweiligen Endteufe aufgrund der übergroßen Widerstände abgebrochen werden.

In CPT2 wurden Flügelsondierungen durchgeführt, deren Ergebnisse in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt sind. In CPT1 waren keine Flügelsondierungen möglich, da ein nachträgliches Durchhörtern der Auffüllungen mit Feldflügel nicht möglich war. Als Abminderungsfaktor wurde anhand der Plastizitätszahl 0,85 gewählt.

Sondierung	Tiefe	Undrained Kohäsion c_u	Restscherfestigkeit in
	m u. GOK	in kN/m^2	kN/m^2
CPT2	3,0	48,2	31,3
	4,0	32,1	15,4
	5,0	42,9	36,5
	6,0	52,6	30,6
	7,0	38,8	17,8
	9,0	82,5	50,1
	10,0	42,6	41
	11,0	86,4	60,3
	12,0	113,2	56,1
	13,0	219,7	100,7
	14,0	189,8	78,1
	16,0	61,5	35,0
	17,0	184,8	84,7
	18,0	97,8	91,2
	19,0	220,5	-
20,0	15,7	-	

Tabelle 2: Auswertung der Feldflügelsondierungen

6.3 Hydrogeologische Verhältnisse, Bemessungswasserstand

Bei den Aufschlussarbeiten wurde nur örtlich in wenigen Schürfen ein Schichtwasserzutritt verzeichnet, der bei Schurf 3 mit 0,7 m unter GOK den geringsten Flurabstand hat. In den Auffüllungen mit höherer Durchlässigkeit kommt es in Abhängigkeit der Niederschläge zu Schichtwasserführungen auf dem gering durchlässigen Beckenton. Lokal sind tieferliegende Auffüllbereiche mit höherer Durchlässigkeit vorhanden, in denen sich das Wasser sammelt (Badewanneneffekt). Auf der Fläche wurde flächig Stauwasser beobachtet, welches nicht versickern kann und nicht abgeführt wird.

Die Auffüllung unterlagernden Beckentone weisen geringe Durchlässigkeiten auf und wirken als Grundwasserstauer. Grundwasser ist in diesen Horizonten als Haftwasser und in den besser durchlässigen Feinsandlagen anzutreffen. In der unterlagernden Grundmoräne kann erfahrungsgemäß gespanntes oder sogar artesisch gespanntes Grundwasser vorkommen. Die Porenwasserdrücke in den Drucksondierungen und die Bohrungen lassen Letzteres jedoch nicht für die ersten Meter der Grundmoräne vermuten.

Als Bemessungswasserstand wird wegen der oberflächigen Staunässe

die Geländeoberkante

vorgeschlagen.

Es wird darauf hingewiesen, dass Versickerungsanlagen in den oben genannten Böden nicht zu empfehlen sind. Von einer gezielten Versickerung in die Auffüllungen ist aufgrund der Fremdbestandteile und des Badewanneneffekts abzusehen. Die unterlagernden Beckensedimente weisen Durchlässigkeiten auf, die außerhalb des entwässerungstechnisch erforderlichen Durchlässigkeitsbereichs nach dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138 liegen. Eine Versickerung ist hier nicht möglich.

6.4 Boden-/Grundwasserverunreinigungen

Untersuchungen auf schädliche Veränderungen im Boden, in der Bodenluft oder im Grundwasser sind nicht Bestandteil des vorliegenden Gutachtens. Hierzu wird auf unsere Gutachten zu den Altlasten (vgl. [6] und [7]) verwiesen.

6.5 Betonaggressivität des Grundwassers

In BK 2 wurde eine Schöpfprobe entnommen und chemisch analysiert, um die Betonaggressivität zu ermitteln. In der nachfolgenden Tabelle 3 ist das Ergebnis zusammengefasst:

Wasseranalyse		Ergebnis	Grenzwert zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1 ⁽¹⁾		
Parameter	Einheit		BK 2	XA1	XA2
pH-Wert	-	7,3	6,5 – 5,5	< 5,5 – 4,5	< 4,5 – 4,0
Magnesium (Mg ²⁺)	mg/l	39	300 – 1.000	> 1.000 – 3.000	> 3.000
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	0,19	15 – 30	> 30 – 60	> 60 – 100
Voruntersuchungen (vgl. [7])	mg/l	0,02 – 48,8			
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	mg/l	190	200 – 600	> 600 – 3.000	> 3.000 – 6.000
CO ₂ (kalklösend)	mg/l	< 5,0	15 – 40	> 40 – 100	> 100
Chlorid	mg/l	5,1	-	-	-
⁽¹⁾ Für die Beurteilung ist der höchste Angriffsgrad maßgebend, auch wenn er nur von einem der Werte erreicht wird. Liegen zwei oder mehr Werte im oberen Viertel eines Bereichs (bei pH im unteren Viertel), so erhöht sich der Angriffsgrad um eine Stufe (ausgenommen Meerwasser und Niederschlagswasser). n. u. aufgrund zu wenig Wasser in der Probe Untersuchung nicht möglich					
Beurteilung: Das Wasser der Probe ist nicht betonangreifend, laut Voruntersuchungen in die Expositionsklasse XA2					

Tabelle 3: Ermittlung der Expositionsklasse für chemischen Angriff durch Grundwasser

In Voruntersuchungen (vgl. [7]) wurden auch Sickerwasseruntersuchungen durchgeführt, die Ammonium-Konzentrationen bis 48,8 mg/l nachgewiesen haben. **Wir empfehlen daher, die Expositionsklasse XA2 zu berücksichtigen.**

7 Bewertung der Tragfähigkeit

Oberflächennah steht mit den Auffüllungen eine sehr heterogene Schicht mit lateral stark schwankenden Mächtigkeiten an, die zudem auch noch organische Anteile besitzt. Durch die großen Schwankungen der Lagerungsdichte und Konsistenzen können große Setzungen und Setzungsunterschiede entstehen. Die Auffüllungen sind daher zur Abtragung von Bauwerkslasten nicht geeignet.

Unterhalb der Auffüllungen folgen mit dem Beckenton und dem Unteren Beckenton Horizonte mit starker Kompressibilität und geringer Tragfähigkeit. Diese Schichten sind zur Abtragung von Bauwerkslasten nur bedingt geeignet.

Das Liegende bildet die Grundmoräne, die eine hohe Tragfähigkeit besitzt.

8 Klassifizierung der Schichten für bautechnische Zwecke

Der anstehende Baugrund wird auf Basis der Untersuchungsergebnisse nach DIN 4020 in Homogenbereiche eingeteilt. Die nach VOB 2016 erforderlichen Kennwertangaben sind in Anlage 6 aufgelistet.

Für die Ausschreibung von Bauleistungen nach VOB 2016 (ATV) kann diese Einteilung als Grundlage genommen werden. Im Zuge der weiteren Planung ist diese Einteilung durch den Objekt-/Tragwerksplaner in Abstimmung mit dem Baugrundsachverständigen zu überprüfen. In Abhängigkeit der Objektplanung und insbesondere bei Erweiterung auf weitere Gewerke können ergänzende Untersuchungen erforderlich werden.

Orientierend können für den Zustand beim Lösen folgende Boden- und Felsklassen für Erdarbeiten nach DIN 18 300-2012 und Bohrarbeiten nach DIN 18 301-2012 angesetzt werden:

Schichteinheit	Homogen-schicht	Bodengruppe	Bodenklasse	Klasse	Frostempfindlichkeits-klasse
		nach DIN 18 196	nach DIN 18 300-2012	nach DIN 18 301-2012	
Auffüllungen	1	A, [GW], [SU], [SU*], [GU], [GU*]	3 – 4 ¹⁾	BN1, BN2 ¹⁾	F 1, F 2, F 3
Beckenton	2	UL, UM, TL, TM, (TA)	2, 4, (5)	BB1, BB2	F 3
Unterer Beckenton	3	UL, UM, TL, TM, TA, GU*	2, 4, (5)	BB1, BB2	F 3
Grundmoräne	4	SU, SU*, GU, GU*, UL, UM, TL, TM	5 – 7	BN1, BN2, BB3, BB4, BS1, BS3	F 1, F 2, F 3

1) Bauschuttanteile können blockartig und schwer lösbar sein, behindernde Bewehrung erschwert den Aushub und Bohrarbeiten.

Tabelle 4: Bodenklassifizierung

9 Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Für erdstatische Berechnungen können folgende Bodenkennwerte angesetzt werden:

Schichtkomplex	Wichte γ	Wichte γ' unter Auf- trieb	Reibungs- winkel	Kohäsion c	Steifemodul E_s
	kN/m ³	kN/m ³	φ'/φ_u	kN/m ²	MN/m ²
Auffüllungen	18	10	30/-	0	-
Auffüllungen organisch	15	5	15	1	-
Beckenton	19	9	22,5/0	0	6
Unterer Beckenton	19	9	25/0	0	6
Moräne	21	11	30/0	50	100

Tabelle 5: Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

9.1 Undränierete Kohäsion

Für Tiefgründungen und Baugruben ist die undränierete Kohäsion (c_u) ein bestimmender Bodenkennwert. Dieser kann mithilfe von Flügelsondierungen ermittelt werden. Nach der EA Pfähle können diese Werte auch anhand von Drucksondierungen gewonnen werden. Danach ist

$$c_u \approx (0,05 \text{ bis } 0,1) * q_{c,0,k}$$

als Näherungslösung genannt. Wir sind im Folgenden von den niedrigeren Werten ausgegangen.

Ausgehend von den Drucksondierungen wird folgende c_u -Verteilung vorgeschlagen:

$$c_u = 1,11 * t + 15 \quad 5 \text{ m} \leq t < 15 \text{ m}$$

$$c_u = 3,33 * t - 16 \quad 15 \text{ m} \leq t < 23 \text{ m}$$

mit: $t = \text{Tiefe in [m]}$

$$c_u = \text{undränierete Kohäsion in [kPa]}$$

Zur Überprüfung dieser Werte wurden Flügelsondierungen durchgeführt. Hierbei wird über einen Flügel ein Bodenzylinder abgeschert und über die Scherspannung im Boden die undränierete Kohäsion rückgerechnet. Abhängig von der Plastizitätszahl des Bodens muss hier ein Abminderungsfaktor berücksichtigt werden. Im Untergrund wurden überwiegend Plastizitätszahlen zwischen etwa 20 und 30 % ermittelt, was einen Abminderungsfaktor von 0,85 bis 0,80 entspricht. Die gemessenen Werte passen sehr gut zu den vorab ermittelten Werten.

In Anlage 5 sind die korrelierten und gemessenen c_u -Werte gegenübergestellt.

Die vorgeschlagene Verteilung wurde von uns auf der sicheren Seite liegend angenommen. In den Auffüllungen sollte $c_u = 0$ angesetzt werden.

9.2 Verfüllungen

Für Erddruckermittlungen im Bereich verfüllter, geböschter Arbeitsräume sind in der Regel die Kennwerte des Verfüllmaterials maßgebend. Im Einzelnen werden für verdichtet eingebaute Materialien folgende Ansätze vorgeschlagen:

Schottergemische, Siebschutt:	$\varphi' = 35,0^\circ$	$\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$
Kiesgemische:	$\varphi' = 32,5^\circ$	$\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$
Bindige Böden:	$\varphi' = 25,0^\circ$	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

Hinweis: Aufgrund der lokalen chemischen Belastung der Auffüllungen ergeben sich Mehrkosten für die Entsorgung von evtl. anfallendem Aushub (vgl. [6]).

9.3 Angaben zu Erdbebeneinwirkungen

Nach DIN 4149:2005-04 „Bauten in deutschen Erdbebengebieten“ ergibt sich für das Baugelände folgende Einstufung bzw. Klassifizierung:

Erdbebenzone	2
Untergrundklasse	S

Der als Baugrund vorhandene weiche bis breiige Beckenton kann nicht den in der DIN 4149:2005-04 aufgeführten Baugrundklassen zugeordnet werden. Hierfür sind besondere bodendynamische Untersuchungen notwendig. Die konstruktiven Vorgaben dieser Norm sind in jedem Fall einzuhalten.

10 Angaben zu Baumaßnahmen

10.1 Überblick

Bei einer geplanten Baumaßnahme überlagern sich mehrere ungünstige Einflüsse:

- Oberflächennah steht mit den Auffüllungen eine sehr inhomogene Schicht an. Teilweise reicht diese überwiegend locker gelagerte Schicht auch bis in Tiefen von über 12 m. Lokal sind die Horizonte sehr weich, andernorts sind schwer lösbare Horizonte.
- Organische Horizonte in den Auffüllungen sind nicht zum Lastabtrag geeignet. Schwer lösbare Horizonte im nordwestlichen Baufeldbereich sind vermutlich flächig nicht rammbar. Die Horizonte sind etwa in 5 bis 8 m Tiefe und damit sehr schwer erreichbar.
- Quartäre Beckenablagerungen (Beckenton) mit sehr großer Mächtigkeit (> 15 m) und großer Setzungsneigung. Es treten dabei auch langandauernde Konsolidationsvorgänge auf, mit langandauernden Setzungen.
- Erschütterungsempfindlicher Untergrund. Sensible Nachbarschaft (Messtechnik bei Fa. Dentsply).
- Baugruben werden deutlich teurer (Aufwand für Entsorgung und für Baugrubensicherung, lokal schlechte Rammbarkeit). Baugruben über 4 m Tiefe haben einen erhöhten Schwierigkeitsgrad. Die Sohle neigt zum Aufbrechen und muss ggf. Rückverankert werden.

- Bei hohen auftretenden Lasten mit großen Gebäudegeometrien ergibt sich eine entsprechende Tiefenwirkung der im Untergrund setzungsauslösenden Spannungen.

Aufgrund der vorgenannten Einflüsse ist eine reine Flachgründung nicht zu empfehlen bis unmöglich. Setzungen können für Flachgründungen nicht prognostiziert werden, Schäden und Schiefstellungen sind bei Flachgründungen unvermeidlich. Pfahlarbeiten werden durch Auffüllhorizonte behindert und verteuert.

Die Auffüllungen bergen ein nicht unerhebliches Potenzial an Schwierigkeiten. Budgetbeträge sollten daher mit einem großen Puffer versehen werden.

10.2 Elastisch gebettete Bodenplatte

Wie in Kapitel 10.1 erläutert, ist der Baugrundgutachter der Meinung, dass eine reine Flachgründung für Gebäude aus technischen Gründen nicht in Frage kommt. Weiterhin ist eine Gründung ohne Unterkellerung in den Auffüllungen nicht grundbruchsicher. Sie wird damit nicht weiter betrachtet.

Auch eine Bodenplatte auf einer tiefreichenden Bodenverbesserung (CSV-Gründung, Rüttelstopfsäulen o. ä.) ist aufgrund der Inhomogenität der einzelnen Horizonte nicht zielführend. Lokal werden die Auffüllungen mit einer Bodenverbesserung nicht einmal durchstoßen werden können.

10.3 Tiefgründung auf der Grundmoräne

Bei den Bohrungen und Drucksondierungen wurde die Grundmoräne ab etwa 20 m Tiefe erkundet. Die Bauwerkslasten können über Pfähle in diese tieferen und besser tragfähigen Schichten geführt werden.

Die Gebäudelasten werden dabei über Mantelreibung und Spitzendruck in die Grundmoräne eingetragen. Für die Pfähle kommen mehrere Pfahlsysteme in Frage. Vorab werden Bemessungswerte für Bohrpfähle angegeben. Es sollte jedoch in jedem Fall eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung durchgeführt werden.

Für Bohrpfähle können folgende vorläufigen charakteristischen Bemessungswerte angesetzt werden:

Pfahlspitzenwiderstand Grundmoräne	$q_{b,k} = 3,5 \text{ MN/m}^2$
Pfahlmantelreibung Grundmoräne	$q_{s,k} = 0,08 \text{ MN/m}^2$

Im Beckenton darf keine Mantelreibung angesetzt werden. Eine Einbindung der Pfähle in den tragfähigen Horizont von mindestens 2,5 m muss eingehalten werden. Bei einer Einbindung von 2,5 m in die Grundmoräne ergibt sich für einen Pfahl mit dem Durchmesser $D = 90 \text{ cm}$ bei einer Teilsicherheit von $\eta_P = 1,4$ eine Pfahltragfähigkeit von etwa 2.000 kN.

Bei Bedarf können weitere Bemessungswerte für alternative Pfahlsysteme (z. B. Fertigrampfpfähle, Vollverdrängerbohrpfähle, u. a.) angegeben werden. Es wird aber darauf hingewiesen, dass mögliche Erschütterungen berücksichtigt werden müssen, die zu einer Herabsetzung der Scherfestigkeit des Beckentons führt. Lokal werden die Auffüllungen vermutlich nicht mit jedem Pfahlsystem durchörtert werden können. Rampfpfähle sind daher nicht zu empfehlen und deren Einsatz im Vorfeld mit der Nachbarschaft (vor allem Fa. Dentsply) abzustimmen.

Unverrohrte Schneckenbohrpfähle (z. B. Vollverdrängerbohrpfähle) können durch Einschnürungen in weichen Böden einen nahezu vollständigen Tragfähigkeitsverlust erleiden. Eine entsprechende Qualitätssicherung ist bei diesen Pfahllängen sehr aufwendig. Unverrohrte Schneckenbohrpfähle sind daher nicht zu empfehlen

10.4 Gründung mit Kleinbohrpfählen

Bei dieser Gründungsform werden die Lasten nur über Mantelreibung in den Untergrund eingetragen.

Die Pfähle sollten bis in die Grundmoräne geführt werden, damit können folgende charakteristische Bemessungswerte angesetzt werden:

Pfahlspitzenwiderstand	$q_{b,k} = 0 \text{ MN/m}^2$
Pfahlmantelreibung Beckenton	$q_{s,k} = 0 \text{ MN/m}^2$
Pfahlmantelreibung Grundmoräne	$q_{s,k} = 0,1 \text{ MN/m}^2$

10.5 Kombinierte Pfahl-Plattengründung

Aufgrund des organischen Gehalts und der Inhomogenität wird davon abgeraten, Teile der Lasten in die Auffüllungen einzuleiten. Die organische Substanz führt zu unkalkulierbaren Setzungen. Bei Bedarf können Angaben zu Bemessungskennwerten gegeben werden.

10.6 Gründungsempfehlung

Aufgrund der möglichen Geschossanzahl werden hohe Lasten erwartet. Diese sind am besten mit einer Bohrpfahlgründung abzutragen. Es wird empfohlen, mit den Fachplanern und nach Festlegung der Lage des Gebäudes die technisch und wirtschaftlich optimale Gründung zu finden.

11 Abdichtung/Schutz des Gebäudes vor Durchfeuchtung

Aufgrund der festgestellten Untergrundverhältnisse (vgl. Abschnitt 6.3) besteht unterhalb des Bemessungswasserstands folgende Art der Wassereinwirkung:

drückendes Wasser (nach DIN 18 195)

Das Bauwerk ist dann gegen drückendes Wasser abzudichten.

12 Aushub, Baugruben

12.1 Aushub, Aushubsohle

Beim Abtrag der anstehenden Böden - bis auf das Niveau des Erdplanums - werden nach einer Vorentwässerung des Areals vermutlich überwiegend weiche bindige Böden und Kiese angetroffen.

Die Böden an der Baugrubensohle sind überwiegend der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 zuzuordnen. Gestörte oder aufgeweichte Bereiche sind durch einen Bodenaustausch zu ersetzen oder gemäß Kapitel 12.6 zu verbessern. Eventuelle Baugrubensohlen sind aufgrund der geringen Tragfähigkeit und Empfindlichkeit gegen Wasserzutritt und Frost nicht befahrbar. Dies macht einen Vor-Kopf bzw. rückschreitenden Aushub notwendig. Die Aushubsohlen sind dabei mit einer zahnlosen Baggerschaufel abzuziehen und sofort mit der Sauberkeitsschicht abzudecken.

Fallen beim Aushub organoleptisch auffällige Böden an, so sind diese auf der Baustelle bereitzustellen, repräsentative Mischproben zu entnehmen, diese auf die relevanten Schadstoffparameter zu untersuchen und entsprechend den Ergebnissen fachgerecht zu verwerten bzw. zu entsorgen (vgl. [6]).

12.2 Baugrubensicherung, Böschungswinkel

Eventuelle Baugrubenböschungen liegen in den Auffüllungen und im Beckenton.

Die Auffüllungen und der Beckenton neigt unter Grundwasser und bei weicher Konsistenz zum Ausfließen, sodass auch Böschungen mit sehr geringen Neigungen nicht standfest sind. Es wird also eine Stabilisierung der Böschung notwendig. Stabilisierte Böschungen können mit einem Böschungswinkel von 40° angelegt werden.

Zur Sicherung der Böschung hat sich bei ähnlichen Verhältnissen als wirtschaftliche Maßnahme der Einbau eines Belastungsfilters aus Einkornbeton auf die Böschung (Dicke am Böschungsfuß ca. 0,5 m, Einbindung unter die Aushubsohle ca. 0,4 m, Höhe je nach Lage von Schichtwasseraustritten) bewährt. Zwischen Einkornbeton und Boden ist dabei ein Filtervlies (GRK 2) einzulegen. Der Belastungsfilter ist dem Aushub unmittelbar folgend, ggf. in Abschnitten, einzubauen.

An der Böschungsschulter ist ein lastfreier Streifen von mindestens 2 m Breite einzuhalten. Für größere Stapellasten oder sonstige Lasten in der Nähe der Böschungsschulter ist ein Standsicherheitsnachweis zu führen. Bei Kranlasten sind ein Standsicherheitsnachweis für die Gründung und entsprechende Gründungsmaßnahmen notwendig. Bei Aufstellung von Kränen in der Nähe der Böschungsschulter ist die Standsicherheit der Böschung unter Berücksichtigung der Kranlasten nachzuweisen und zusätzliche Sicherungsmaßnahmen zu treffen und nachzuweisen. Die übrigen Hinweise der DIN 4124 sind ebenfalls einzuhalten.

Falls freie Böschungen nicht möglich sind, muss ein Baugrubenverbau erfolgen. Dazu werden Spundwände oder Bohrpfahlwände empfohlen, was sich bei ähnlichen Verhältnissen bewährt hat. Ein durchlässiger Verbau (z. B. Trägerbohlwand) kann nicht verwendet werden, da der Beckenton ausfließt. Dabei ist Folgendes zu beachten:

- Es wird empfohlen, die Spundwände einzupressen, da der Beckenton erschütterungsempfindlich ist. Jedoch kann die Auffüllung nicht durchpresst werden, es muss vorab eine Tiefenentrümmerung erfolgen. Auch bei Rüttel- oder Rammarbeiten wird man vorab einen grabenförmigen Bodenaustausch oder Austauschbohrungen machen müssen.
- Die Spundwände können aufgrund der Erschütterungen und der Gefahr des Bodenzugs auch in später zugänglichen Bereichen vermutlich nicht gezogen werden und sollten daher als verloren kalkuliert werden.
- Eventuelle Einbringhindernisse in den Auffüllungen müssen vorab ausgeräumt werden. Hierfür hat es sich bewährt, einen Schlitzgraben in Achse der Spundwand bis auf Oberkante Beckenton auszuführen. Der Schlitzgraben wird dabei in kurzen Abschnitten (ca. 2 - 3 m Länge) ausgehoben und sofort wieder mit Sand verfüllt. Die Länge der Abschnitte muss auf die kurzfristige Standzeit der Schlitzgrabenwände angepasst werden, überwiegend muss vermutlich aufgrund der großen Tiefe ein Grabenverbau eingesetzt werden. Bei Tiefen von > 5 m sind vermutlich Austauschbohrungen oder eine Bohrpfahlwand sinnvoller. Hindernisse im Untergrund werden die Herstellung der Spundwand ebenfalls erschweren und zu Umplanungen führen. Die regellose und unkontrollierte Verfüllung birgt ein erhebliches Risiko bei Baugrubenarbeiten.
- Im Beckenton ist kein ausreichend steifes Fußauflager für die Spundwand möglich. Um die Verformungen des Verbaus zu begrenzen, muss daher eine abschnittsweise eingebrachte Unterbetonsohle eingebracht werden. Die Abstützung der Unterbetonsohle muss statisch nachgewiesen und die Unterbetonsohle entsprechend ausgebildet werden. Für den abschnittweisen Aushub und Einbau der Unterbetonsohle muss ein entsprechender Nachweis geführt werden und ein Kopfgurt auf die Spundwand angebracht werden.
- Aushubsohlen, die in Tiefen > 4 m unter GOK hergestellt werden, sind gefährdet aufzubrechen. Es ist ein Nachweis „Aufbruch Baugrubensohle“ zu führen, der vermutlich nur mithilfe von Zusatzmaßnahmen erfolgreich geführt werden kann. Hierfür eignet sich beispielsweise eine Rückverankerung der Sohlen durch Verpressanker in der Grundmoräne oder Kleinbohrpfähle.
- Ist eine zusätzliche Aussteifung notwendig, muss beachtet werden, dass Rückverankerungen (z. B. mit Verpressankern) im Beckenton nur schlecht ausführbar sind. Es muss daher bei Bedarf eine Aussteifung in die Baugrube (z. B. über die Ecken an dem Kopfgurt) vorgesehen werden.
- Der Verbau ist für die verschiedenen Bauzustände (evtl. Kranlasten, Baustellenverkehr, Stapellasten) statisch nachzuweisen und auszubilden.

Aus den genannten Gründen und des erheblichen Kostenrisikos wird von größeren Baugrubenarbeiten dringend abgeraten.

12.3 Verankerungen in der Grundmoräne

Für die Aufnahme der Zugkräfte in der Sohle können Verpressanker als Temporär- und Daueranker zum Einsatz kommen. Für den senkrechten Verbau werden Anker schwierig herzustellen sein.

Der charakteristische Herauszieh Widerstand $R_{a,k}$ (früher F_K = Grenzkraft des Verpresskörpers) bezieht sich auf eine Krafteintragungslänge $l_0 = 5,0$ m, einen Verpresskörperdurchmesser $d_0 = 133$ mm (Fläche Verpresskörper $2,09$ m²) und Ausführung einer Nachverpressung (z. B. mittels zwei unterschiedlich tiefgeführter Verpressschläuche im Drittelpunkt der Verankerungslänge).

Anhand der Untersuchungsergebnisse und auf Basis von Erfahrungswerten kann als charakteristischer Herauszieh Widerstand für die Vordimensionierung abgeleitet werden:

Bodenschicht	Charakteristischer Herauszieh Widerstand	Bemessungswert
	$R_{a,k}$ (kN)	$R_{a,d} = R_{a,k}/\gamma_A$ (kN) ¹⁾
Grundmoräne	415	375

1) $\gamma_A = 1,10$ nach DIN 1054 Tabelle 3

Tabelle 6: Charakteristische Ankerwiderstände

Die Prüfkraft P_p (kN) in der Eignungsprüfung bzw. Abnahmeprüfung ist aus der Bemessungsbeanspruchung E_d (kN) entsprechend $P_p = 1,1 \times E_d$ zu ermitteln.

Bei einer Rückverankerung in Nachbargrundstücken oder öffentlichen Flächen sind die genehmigungsrechtlichen Belange (Grunddienstbarkeiten) zu beachten.

Die angegebenen zulässigen Ankerkräfte gelten vorbehaltlich einer auf der Baustelle durchzuführenden Eignungsprüfung.

Die Entwurfsregeln für die Anordnung von Verpressankern sind zu berücksichtigen.

12.4 Grund-/Bauwasserhaltung

Eine Bauwasserhaltung in Baugruben bei freien Böschungen ist bei dem vorliegenden Baugrund nur durch entsprechende Zusatzmaßnahmen (Belastungsfilter vgl. Kapitel 12.2) zu realisieren. Die Auswirkungen auf Nachbarbauwerke muss untersucht werden. Vorlaufend zu Aushub/Erdarbeiten sollen die höher durchlässigeren Auffüllbereiche und die Fläche über Pumpensümpfe entwässert werden.

Bei einem Belastungsfilter kann anfallendes Tagwasser und das Schichtwasser vermutlich über eine offene Wasserhaltung aufgefangen und abgeführt werden. Zur Ableitung muss ein entsprechendes Absetzbecken vorgehalten werden, eine Einleitgenehmigung und vermutlich eine Wasseranalyse sind erforderlich. Die Wasserhaltungsmaßnahmen sind genehmigungspflichtig.

Hinweis: Aufgrund der Schadstoffbelastung kann nicht ausgeschlossen werden, dass das Grundwasser vorgereinigt werden muss.

12.5 Bodenaustausch

Ein Bodenaustausch wird nur bei weichen und gestörten Zonen notwendig. Als Bodenaustauschmaterial sind grobkörnige Böden der Gruppe GW und GU nach DIN 18 196 geeignet. Die Baustoffe sind gleichmäßig in Lagen von höchstens 30 cm Dicke einzubauen und auf einen Verdichtungsgrad von mindestens $D_{PR} = 0,97$ zu verdichten.

Der Bodenaustausch muss mit einem seitlichen Überstand von 0,5 m ausgebildet werden, da an der Kante keine ordnungsgemäße Verdichtung möglich ist. Zusätzlich ist er so breit auszubilden, dass eine Lastausbreitung unter 45° zur Tiefe hin abgedeckt ist. Die Sohlen des Bodenaustauschs sind stets horizontal anzulegen, ggf. abgetrept dem Geländeverlauf folgend. Zwischen Erdplanum und Bodenaustausch ist ein Trennvlies (GRK 3) einzulegen.

Hinweis: Recyclingmaterial darf nach derzeitiger Rechtslage nur eingebaut werden, wenn genügend große Abstände zu den höchsten Grundwasserständen eingehalten sind. Die übrigen Hinweise und Vorgaben aus dem RC-Erlass („Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial“ des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg vom 13.04.2004) sind einzuhalten.

12.6 Arbeitsschutz, Hinweise zur Bauausführung

Das Baufeld befindet sich im Bereich einer Altablagerung. Nach dem Abschieben der Deckschicht stehen Bauschutt und schadstoffbelastete Horizonte an. Beim Arbeiten in diesen Bereichen sind die entsprechenden Arbeitsschutzbestimmungen für Arbeiten in kontaminierten Bereichen zu beachten. Vor Beginn der Arbeiten ist ein Arbeitsschutzkonzept zu erstellen.

Das Planum im Baufeld ist mit Baugeräten nicht befahrbar, es muss eine entsprechende Arbeitsebene hergestellt werden. Zur Herstellung der Arbeitsebene wird folgende Vorgehensweise vorgeschlagen:

- Trockenlegen der vorhanden Ebene mittels Pumpensäugern vor allem in höher durchlässigen Bereichen
- Statisches Einwalzen von grobem gleichkörnigem Schotter (z. B. 50/X) in das Erdplanum mit schweren Walzen (Gewicht mindestens 15 t), um Schwachstellen zu erkennen und auszugleichen (Erschütterungen daraus sind notwendig, aber für die Nachbarschaft schädlich)
- Einlegen eines Trennvlieses GRK 4 auf das verbesserte Erdplanum

- Einbau einer mindestens 0,4 m starken Schicht aus Kies-Sand- oder Schotter-Splitt-Material (Körnung 0/32 oder 0/45). Für schwere Baugeräte muss diese Schicht eventuell verstärkt werden

Oberhalb des Bemessungswasserstands ist zum Schutz der Bodenplatte vor aufsteigender Bodenfeuchte und zur Lastverteilung eine 0,4 m dicke Schicht aus kapillarbrechendem Material unterhalb der Bodenplatte einzubauen. Hierfür eignet sich ein Kies-Sand- oder Schotter-Splitt-Material ohne Feinkornanteil (Körnung 2/32 oder 2/45). Unterhalb der kapillarbrechenden Schicht ist ein Trennvlies der Klasse GRK 4 einzulegen. Auf der Oberkante der kapillarbrechenden Schicht sollte ein Verformungsmodul von etwa $E_{v2} = 60 \text{ MN/m}^2$ erreicht und durch Lastplattendruckversuche kontrolliert werden.

12.7 Angaben zu Parkplatz- und Zufahrtsbereichen

Tragfähigkeit Außenanlagen:	oberflächennah lockere Auffüllungen
Regelbemessung:	Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012 (RSTO 12); Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE-StB 17)
Zusatzmaßnahmen:	vgl. Kapitel 12.6
Frostsicherheit:	Frostempfindlichkeitsklasse F 3
Bauklassen:	Pkw-Verkehrsfläche mit geringem Schwerlastverkehr Belastungsklasse Bk 3,2 Frosteinwirkungszone 1 Stauwasser bis GOK → frostsicherer Aufbau $d = 65 \text{ cm}$ (Angaben gemäß RStO 12)

Nach dem Verdichten des Erdplanums muss bei der Verdichtungskontrolle im Lastplattendruckversuch ein Verformungsmodul von $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden. Das ist bei den vorliegenden Bodenverhältnissen nicht erreichbar (siehe Kapitel 12.6).

Grundsätzlich sollten zur Qualitätssicherung die notwendigen Eignungsprüfungen aller zum Einbau vorgesehenen Materialien und eine sorgfältige Fremd- und Eigenüberwachung aller Erdbaumaßnahmen durchgeführt werden. Die Überwachungsarbeiten sollten analog den Vorgaben der ZTVE-StB 17, Abschnitt 1.6, erfolgen.

12.8 Hinweise zur Nachbarbebauung

Durch die geplante Baumaßnahme ist bei der vorhandenen Situation (weicher verformungswilliger und erschütterungsempfindlicher Baugrund, Baufeld direkt neben Bestehender Bebauung) mit Einwirkungen auf die Bestandsgebäude zu rechnen, deren Auswirkungen wie folgt bewertet werden können:

- Erschütterungen aus dem Baubetrieb

Die Erschütterungen wirken zum einen direkt auf das Bestandsgebäude, was zu Rissbildungen führen kann und zum anderen indirekt über Entfestigungen (in den Auffüllungen und dem Beckenton) und Nachverdichtung des Baugrunds (in den Auffüllungen), was zu Setzungen und damit ebenfalls zu Rissbildungen führen kann. Die Auswirkungen lassen sich nicht abschätzen, da sie auch stark vom Zustand des Gebäudes (bauliche Durchbildung, Vorschädigungen, Spannungszustände usw.) abhängen. Baupraktisch sollten die Erschütterungen durch schonende Bauverfahren minimiert werden, um die möglichen Auswirkungen zu reduzieren.

- Spannungsumlagerungen im Baugrund durch Aushub eventueller Baugruben

Die Aushubentlastung führt zu Hebungen der Baugrubensohle und zu Verformungen der Baugrubenböschungen. Durch diese unvermeidlichen Spannungsumlagerungen und Baugrundverformungen kann es zu Setzungen der angrenzenden Flächen und des Bestandsgebäudes kommen.

Aus den genannten Gründen können Auswirkungen (Setzungen, Rissbildungen) aus der Baumaßnahme auf die Nachbarbebauung nicht ausgeschlossen werden. Es wird eine Beweissicherung und das Anbringen von Höhenmessbolzen zur Setzungskontrolle empfohlen.

13 Schlussbemerkungen

Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf die Untersuchungsstellen und einer linearen Interpolation der Baugrundverhältnisse zwischen den Aufschlusspunkten. Abweichungen von den im Gutachten enthaltenen Angaben können aufgrund der Heterogenität des Untergrunds nicht ausgeschlossen werden.

Es ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen im Gutachten erforderlich. Es wird daher empfohlen, die HPC AG zur Abnahme der Gründungssohlen heranzuziehen.

Für die Durchführung erforderlicher Leistungen wie

- Standsicherheitsberechnungen (Setzungsberechnungen, Standsicherheitsnachweise),
- Baugrubenplanungen,
- Einbau- und Verdichtungskontrollen für die Erdarbeiten,
- fachgutachterliche Baubegleitung für die Verwertung/Entsorgung von Aushubmassen

sowie zur Klärung der im Verlauf der weiteren Planung und Ausführung noch offenen Fragen stehen wir gerne zur Verfügung.

HPC AG

Standortleiter

i. A.


Marcus Wildenhof
Dipl.-Geologe

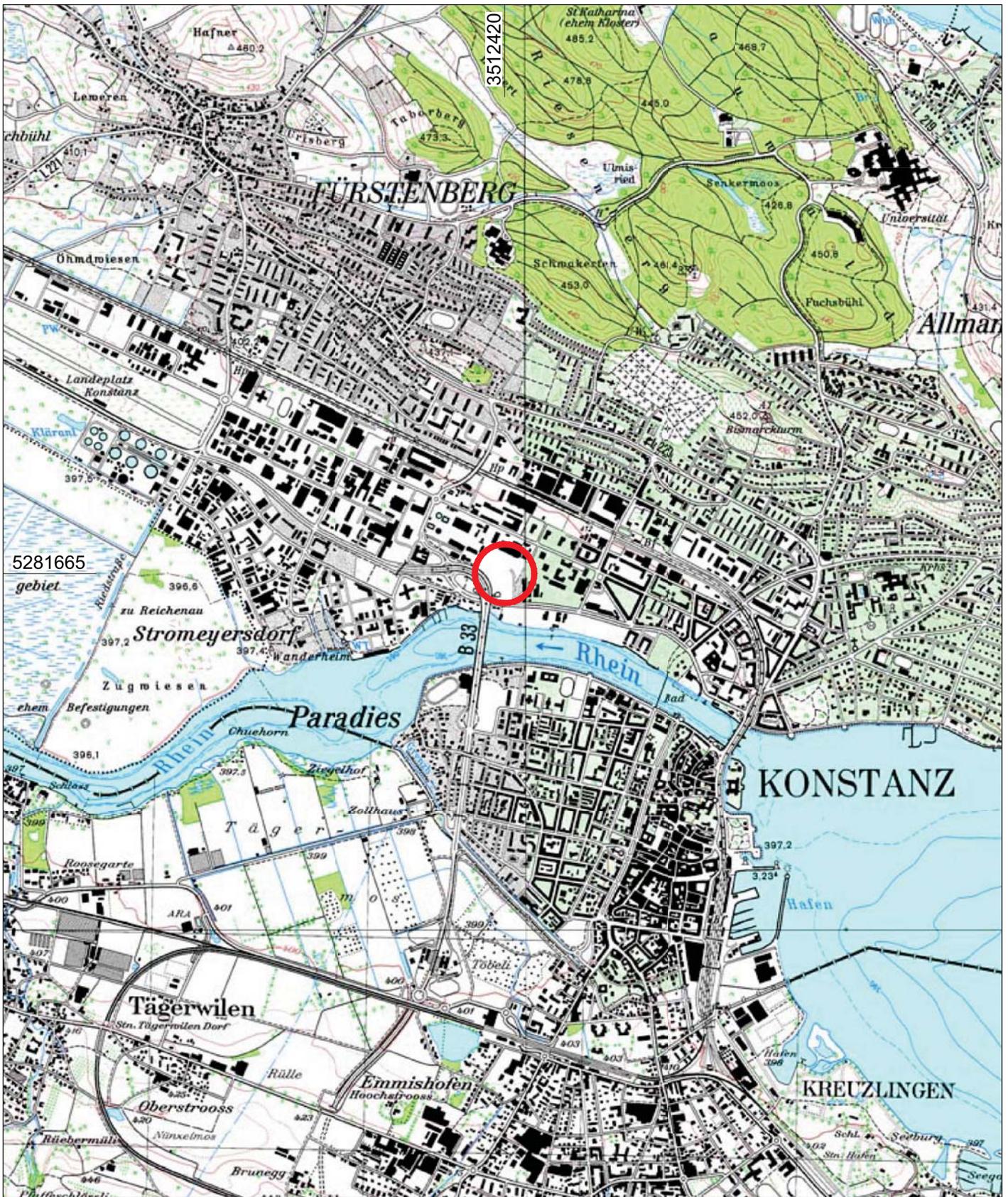
Projektbearbeiter

i. A.


Hendrik Suttkus
Dipl.-Ingenieur

ANLAGE 1

- 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 1.000
- 1.2 Lageplan mit Baugrundaufschlüssen, Maßstab 1 : 1.000

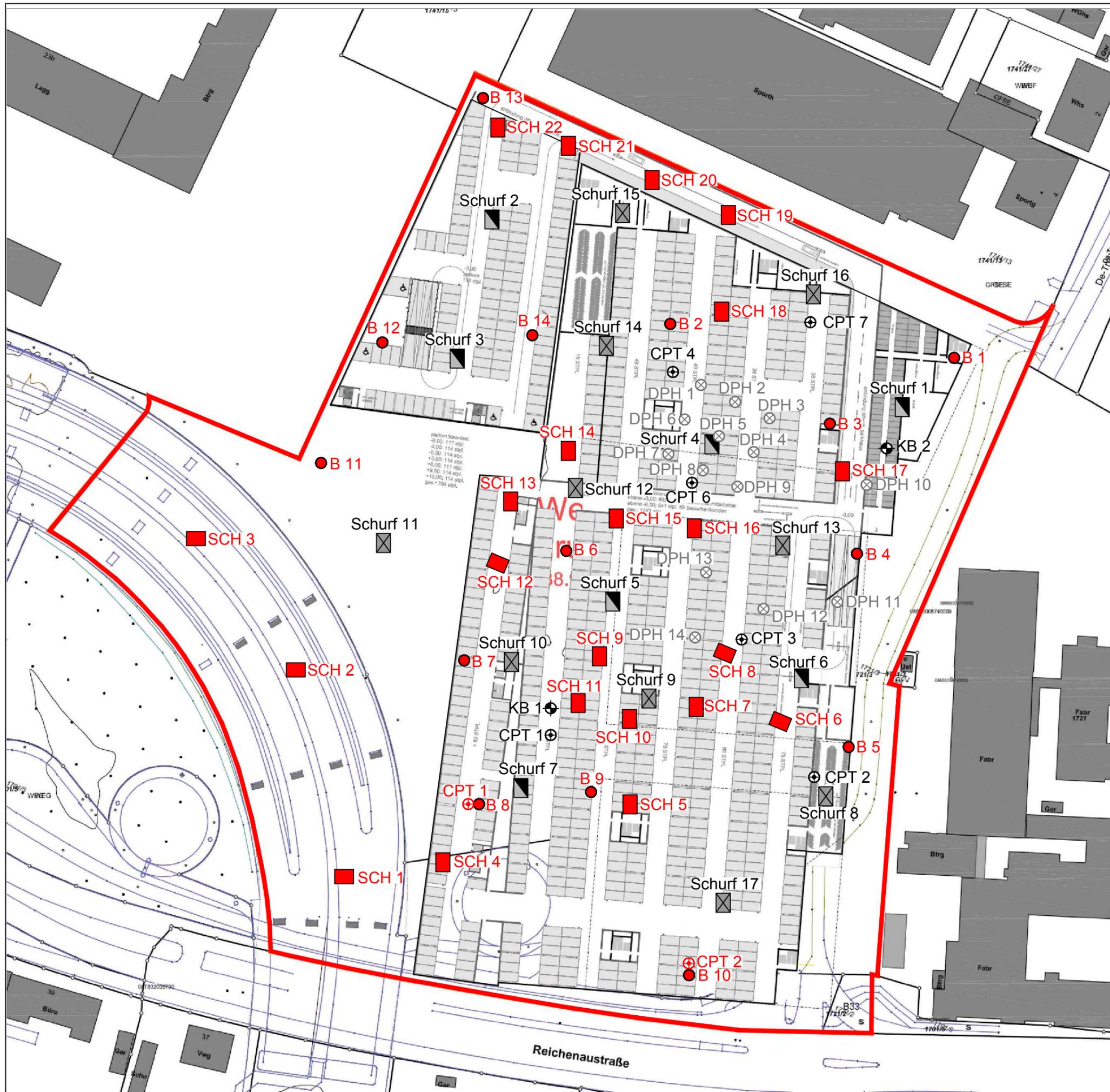


Lage des Standorts



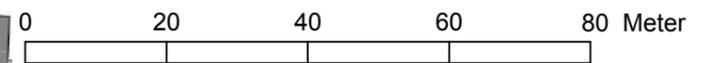
Projekt:		Anlage:	
Nacherkundung Brückenkopf Nord, Reichenaustraße 28, Konstanz		1.1	
		1:1000	
Darstellung:		Projekt-Nr.: 2190422	
Übersichtslageplan		Name	Datum
		Bearbeiter:	tv 31.07.19
		gezeichnet:	mdi 31.07.19
		DIN- / Plan- größe m²:	A4
Bauherr-/Auftraggeber:		Planverfasser:	
Stadt Konstanz Hochbau- und Liegenschaftsamt Untere Laube 24 78459 Konstanz		HPC AG Fritz-Reichle-Ring 6a, 78315 Radolfzell Tel.: 07732/95098-0 Fax: 07732/95098-25	
Pfad/Zeichnungsnummer: H:\Projekte\HPC\19\190422\CAD\HPC_2190422_Anlage_1-1.dwg			





Zeichenerklärung:

- Schurf 1 - 7 Schürfrube (Voruntersuchungen Fa. AGB)
- Schurf 8 - 17 ergänzende Schürfrube (HPC AG)
- KB 1 - 2 Kernbohrung vom 18./19.12.2012
- CPT 1 - 7 Drucksondierung vom 22./23.01.2013
- DPH 1 - 14 Rammsondierung vom 06.02.2013
- SCH 1 - 22** ergänzende Schürfrube vom 22.07.2019
- B 1 - 14** ergänzender Bohrkerne, KW 25-27/2019
- CPT 1 - 2** ergänzende CPT, KW 27/19



Projekt: Nacherkundung Brückenkopf Nord, Reichenaustraße 28, Konstanz		Anlage:	1.2
		Maßstab:	1:1000
		Projekt-Nr.:	2190422
Darstellung: Lageplan der geplante Bebauung		Name	Datum
		Bearbeiter:	hsu 12.08.19
		gezeichnet:	mz 12.08.19
		geprüft:	
		DIN- / Plan- größe m²:	A3
Bauherr/Auftraggeber: Stadt Konstanz Hochbau- und Liegenschaftsamt Untere Laube 24 78459 Konstanz		Planverfasser: HPC AG Fritz-Reichle-Ring 6a, 78315 Radolfzell Tel.: 07732/95098-0 Fax: 07732/95098-25	



ANLAGE 2

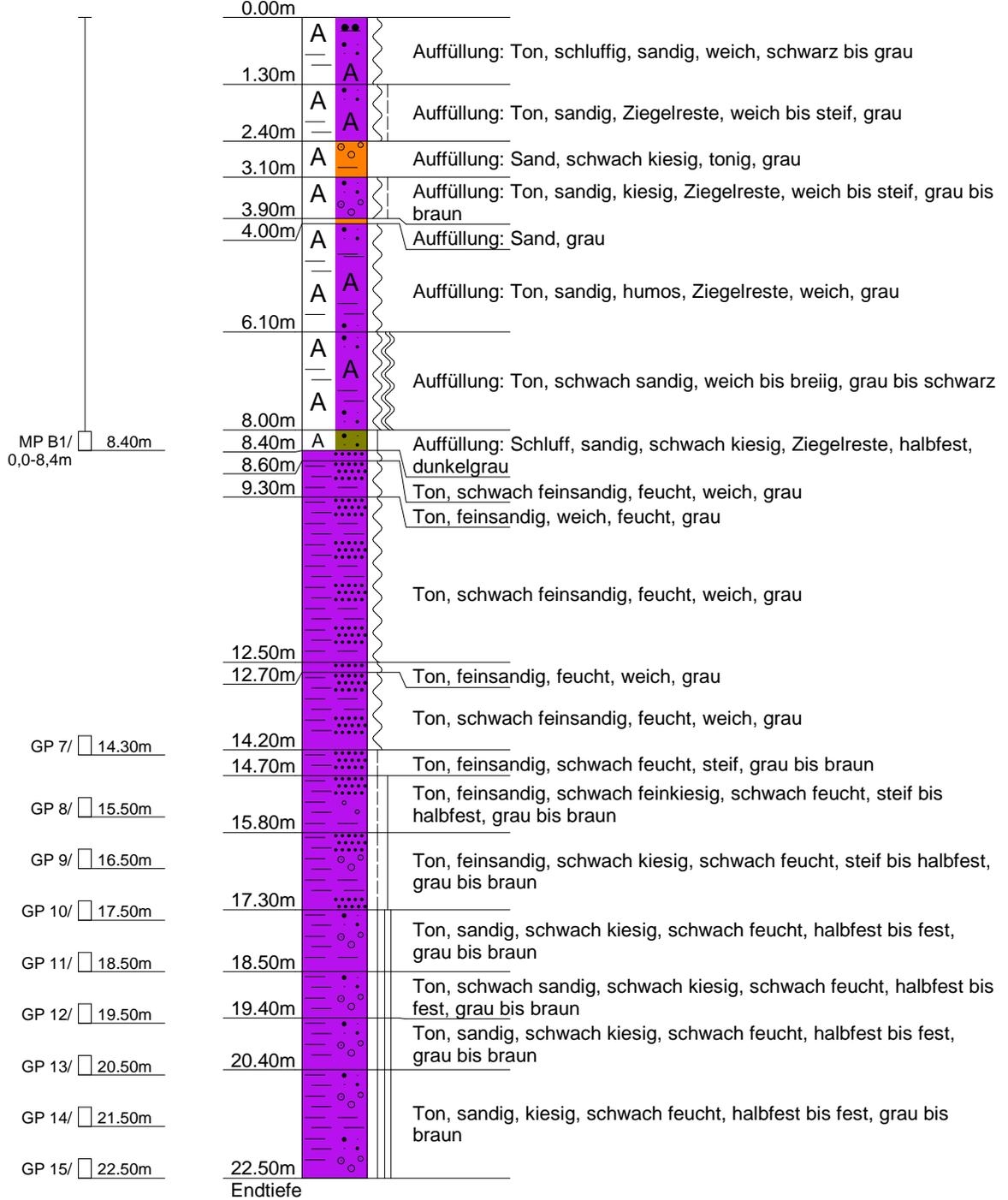
Baugrundaufschlüsse

- 2.1 Bohrprofile der Kernbohrungen, B 1 bis B 14
- 2.2 Schürffprofile der Baggerschürffgruben, SCH 1 bis SCH 22
- 2.3 Diagramme Drucksondierungen CPT 1 – CPT 2
- 2.4 Diagramme Feldflügelsondierungen in CPT 2

Gutachten Nr.:	2190422	Anlage:	2.1, Seite 1	
Projektname:	Nacherkundung Brückenkopf Nord, Reichenaustraße 28, Konstanz			
Rechtswert:	Hochwert:			
GOK:	400,94	POK:		
Maßstab:	1: 125	ausgeführt am:	KW 25-27/2019-tv	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-1.d	

B 1

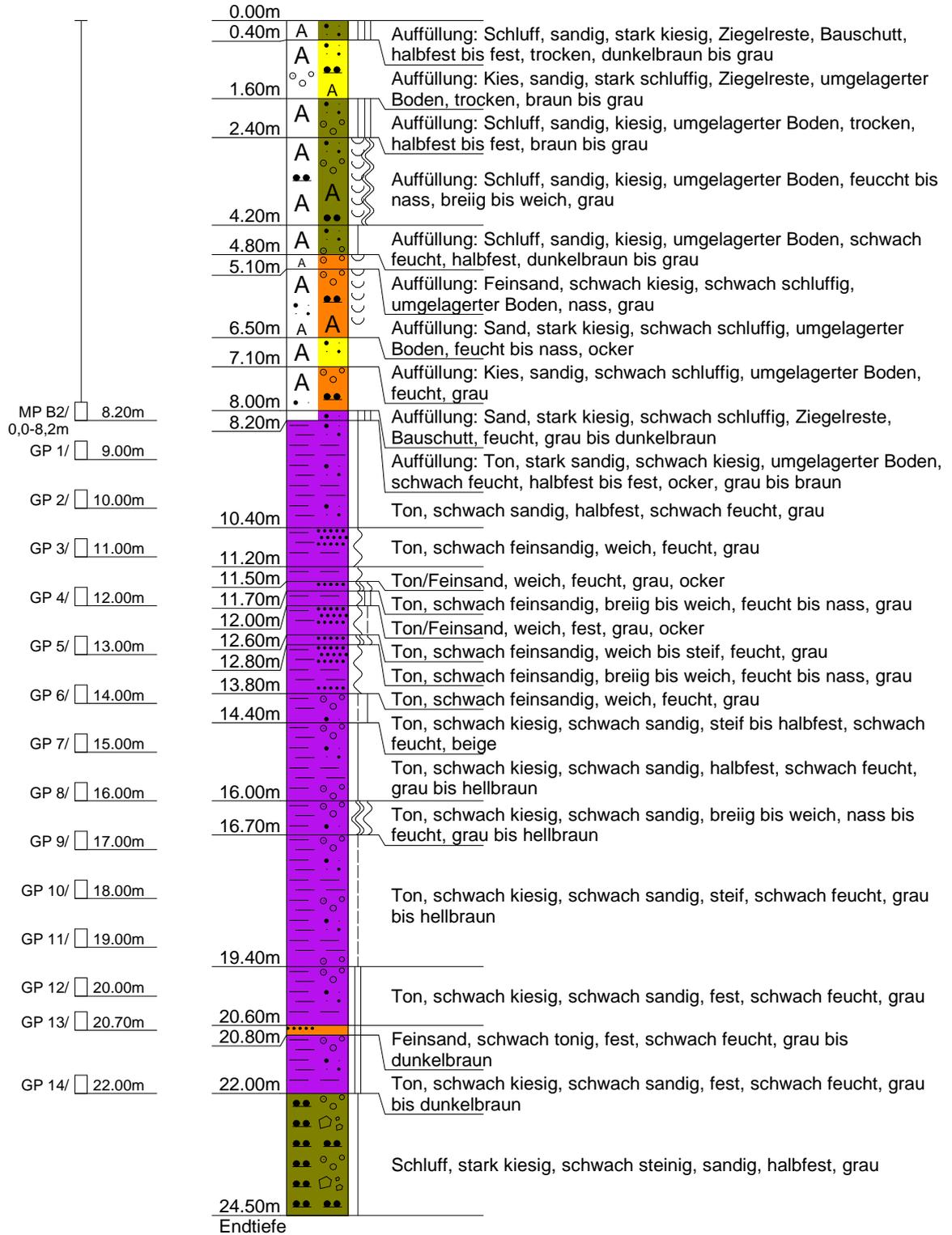
Ansatzpunkt: 400.94 m ü. NN



Gutachten Nr.:	2190422	Anlage:	2.1, Seite 2	
Projektname:	Nacherkundung Brückenkopf Nord, Reichenaustraße 28, Konstanz			
Rechtswert:		Hochwert:		
GOK:	401,06	POK:		
Maßstab:	1: 125	ausgeführt am:	KW 25-27/2019-tv	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-1.d	

B 2

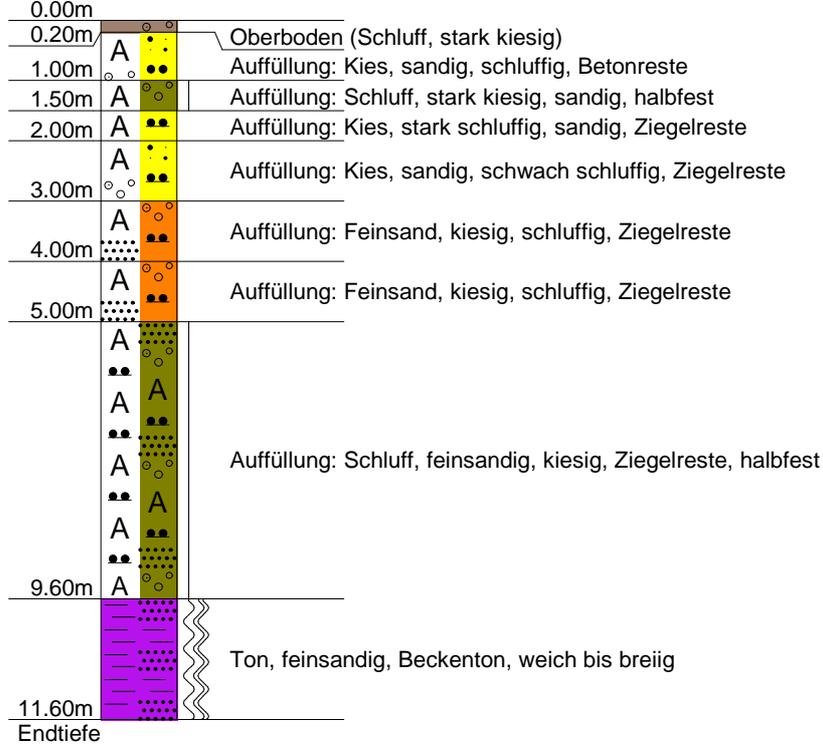
Ansatzpunkt: 401.06 m ü. NN



Gutachten Nr.:	2190422	Anlage:	2.1, Seite 3	
Projektname:	Nacherkundung Brückenkopf Nord, Reichenaustraße 28, Konstanz			
Rechtswert:		Hochwert:		
GOK:	399,69	POK:		
Maßstab:	1: 125	ausgeführt am:	KW 25-27/2019-tv	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-1.d	

B 3

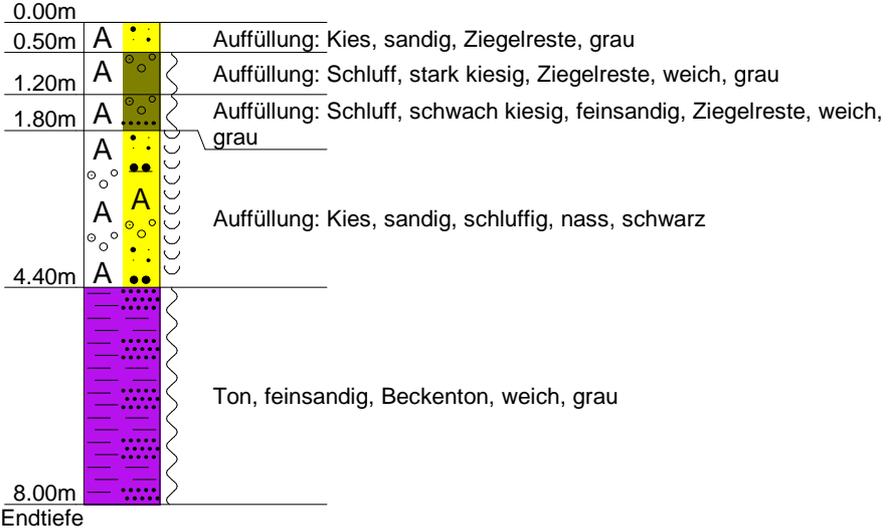
Ansatzpunkt: 399.69 m ü. NN



Gutachten Nr.:	2190422	Anlage:	2.1, Seite 4	
Projektname:	Nacherkundung Brückenkopf Nord, Reichenaustraße 28, Konstanz			
Rechtswert:		Hochwert:		
GOK:	399,75	POK:		
Maßstab:	1: 125	ausgeführt am:	KW 25-27/2019-tv	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-1.d	

B 4

Ansatzpunkt: 399.75 m ü. NN

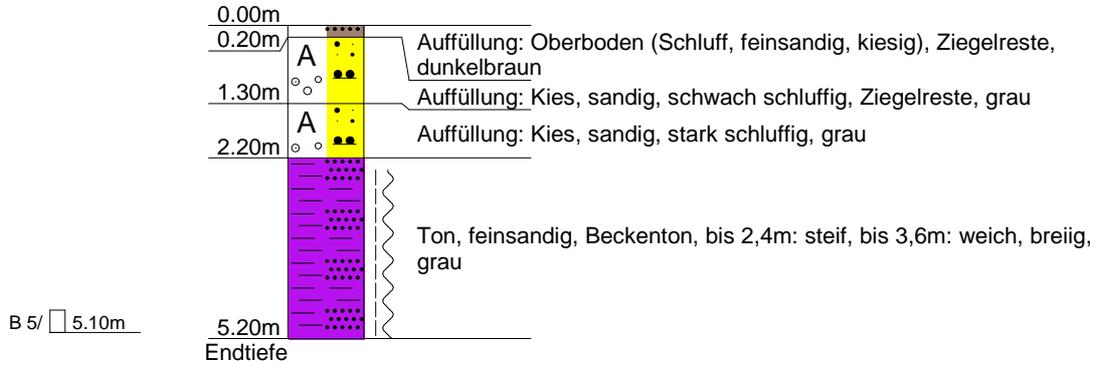


B 4/ 8.00m

Gutachten Nr.:	2190422	Anlage:	2.1, Seite 5	
Projektname:	Nacherkundung Brückenkopf Nord, Reichenaustraße 28, Konstanz			
Rechtswert:		Hochwert:		
GOK:	400,09	POK:		
Maßstab:	1: 125	ausgeführt am:	KW 25-27/2019-tv	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-1.d	

B 5

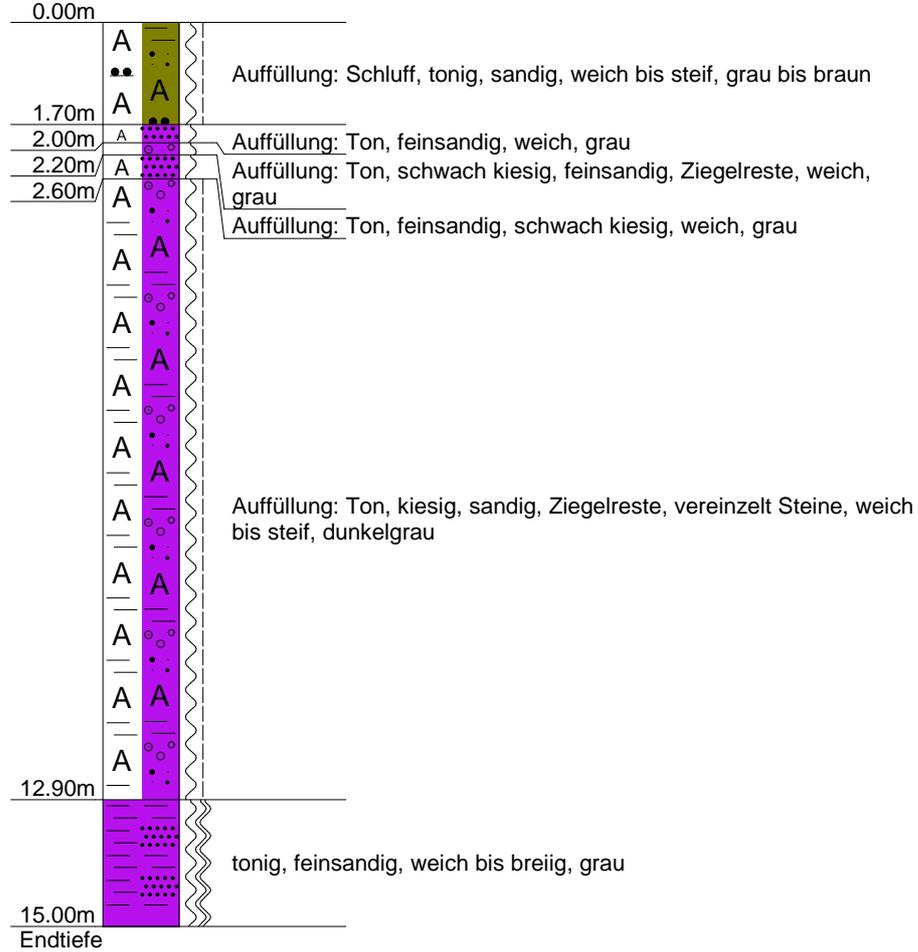
Ansatzpunkt: 400.09 m ü. NN



Gutachten Nr.:	2190422	Anlage:	2.1, Seite 6	
Projektname:	Nacherkundung Brückenkopf Nord, Reichenaustraße 28, Konstanz			
Rechtswert:		Hochwert:		
GOK:	399,99	POK:		
Maßstab:	1: 125	ausgeführt am:	KW 25-27/2019-tv	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-1.d	

B 6

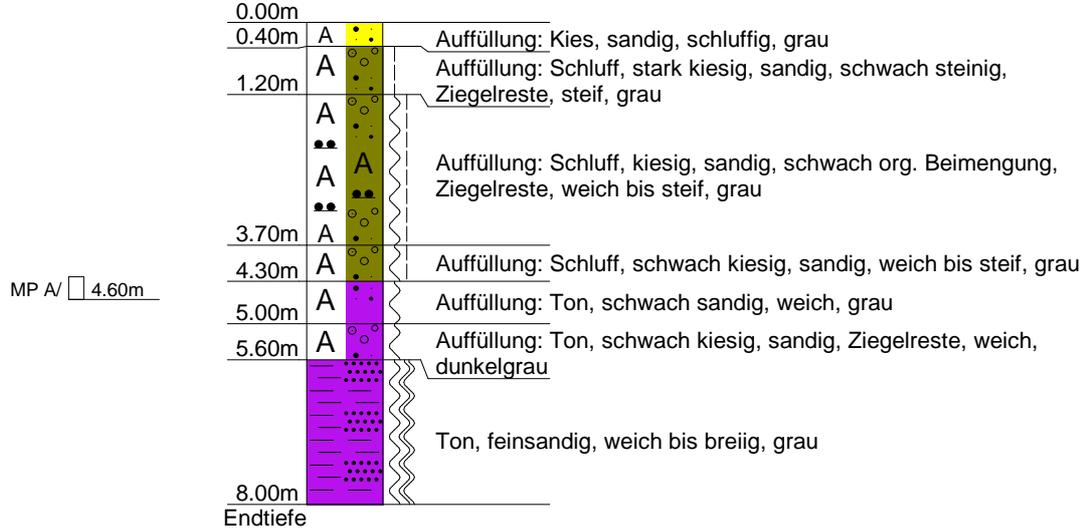
Ansatzpunkt: 399.90 m ü. NN



Gutachten Nr.:	2190422	Anlage:	2.1, Seite 7	
Projektname:	Nacherkundung Brückenkopf Nord, Reichenaustraße 28, Konstanz			
Rechtswert:		Hochwert:		
GOK:	400,09	POK:		
Maßstab:	1: 125	ausgeführt am:	KW 25-27/2019-tv	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-1.d	

B 7

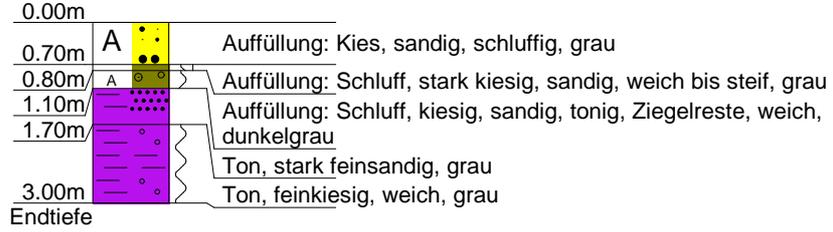
Ansatzpunkt: 400.09 m ü. NN



Gutachten Nr.:	2190422	Anlage:	2.1, Seite 8	
Projektname:	Nacherkundung Brückenkopf Nord, Reichenaustraße 28, Konstanz			
Rechtswert:		Hochwert:		
GOK:	400,68	POK:		
Maßstab:	1: 125	ausgeführt am:	KW 25-27/2019-tv	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-1.d	

B 8

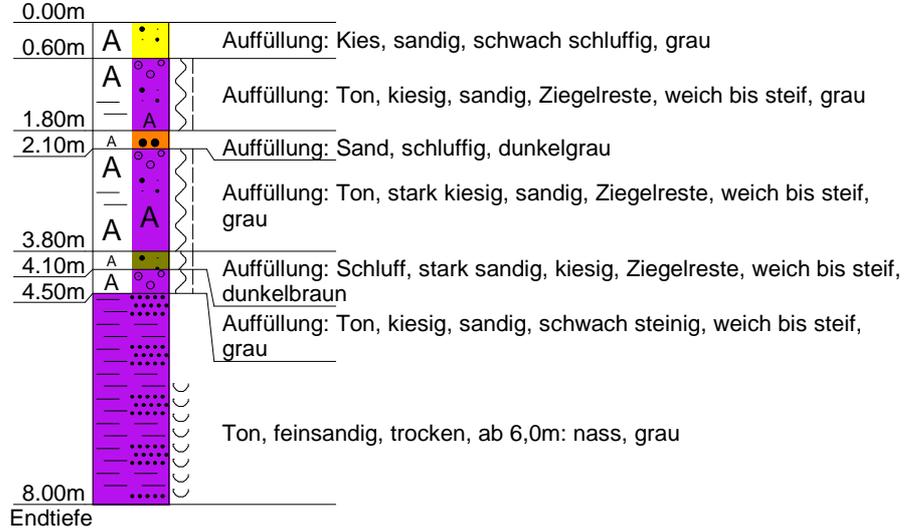
Ansatzpunkt: 400.68 m ü. NN



Gutachten Nr.:	2190422	Anlage:	2.1, Seite 9	
Projektname:	Nacherkundung Brückenkopf Nord, Reichenaustraße 28, Konstanz			
Rechtswert:		Hochwert:		
GOK:	401,15	POK:		
Maßstab:	1: 125	ausgeführt am:	KW 25-27/2019-tv	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-1.d	

B 9

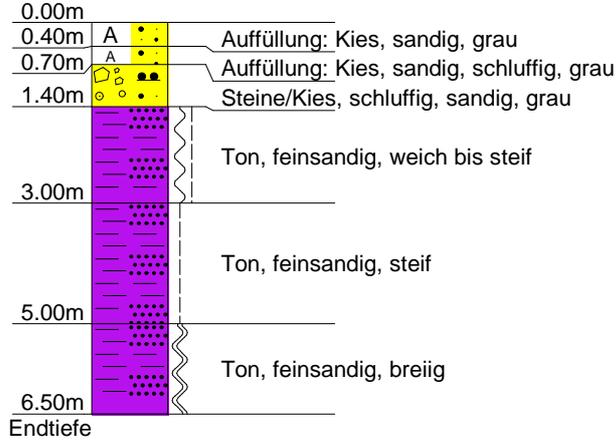
Ansatzpunkt: 401.15 m ü. NN



Gutachten Nr.:	2190422	Anlage:	2.1, Seite 10	
Projektname:	Nacherkundung Brückenkopf Nord, Reichenaustraße 28, Konstanz			
Rechtswert:		Hochwert:		
GOK:	399,59	POK:		
Maßstab:	1: 125	ausgeführt am:	KW 25-27/2019-tv	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-1.d	

B 10

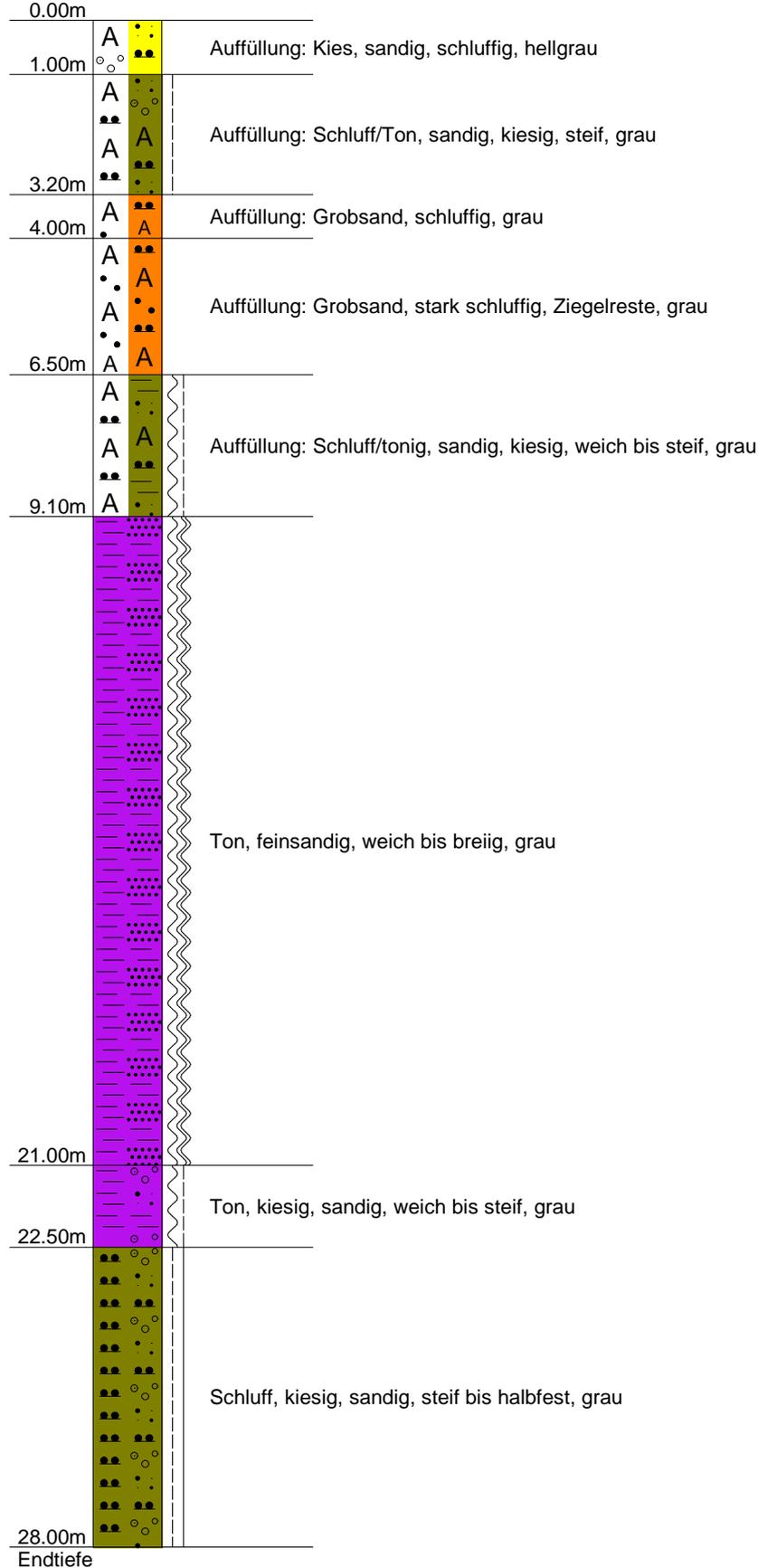
Ansatzpunkt: 399.59 m ü. NN



Gutachten Nr.:	2190422	Anlage:	2.1, Seite 11	
Projektname:	Nacherkundung Brückenkopf Nord, Reichenaustraße 28, Konstanz			
Rechtswert:		Hochwert:		
GOK:	400,74	POK:		
Maßstab:	1: 125	ausgeführt am:	KW 25-27/2019-tv	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-1.d	

B 11

Ansatzpunkt: 400.74 m ü. NN

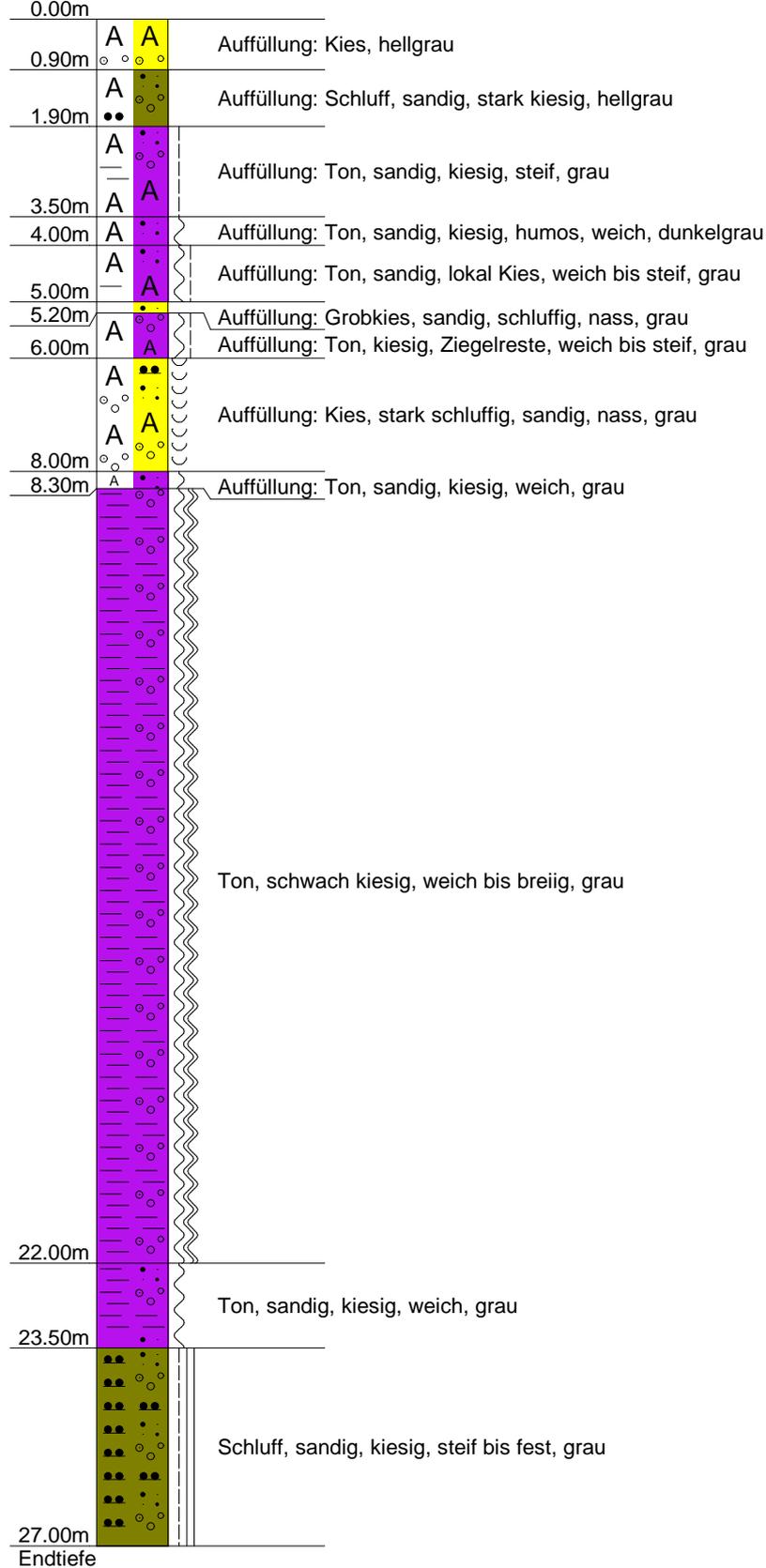


Gutachten Nr.:	2190422	Anlage:	2.1, Seite 12
Projektname:	Nacherkundung Brückenkopf Nord, Reichenaustraße 28, Konstanz		
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK:	401,06	POK:	
Maßstab:	1: 125	ausgeführt am:	KW 25-27/2019-tv
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-1.d



B 12

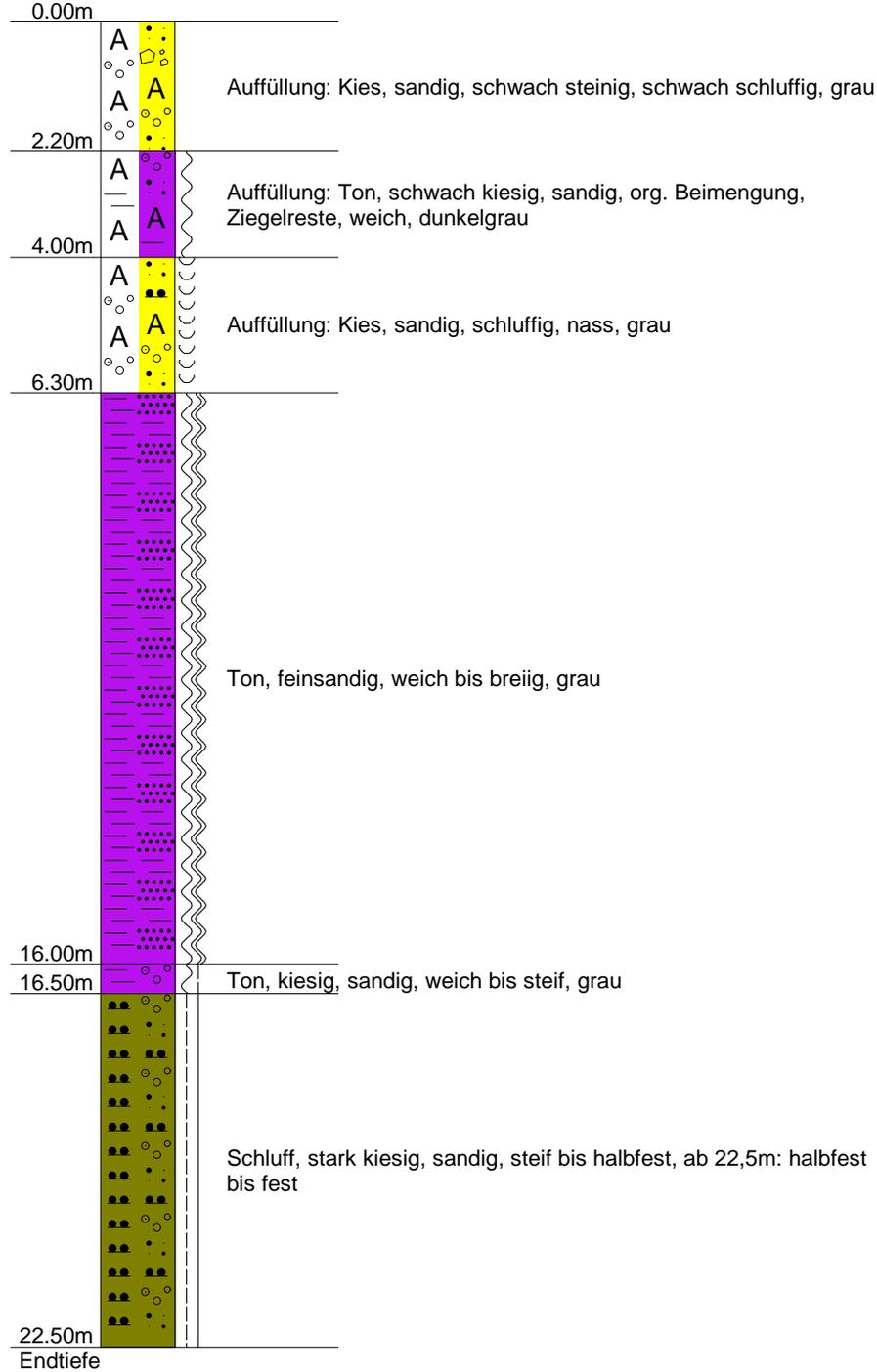
Ansatzpunkt: 401.06 m ü. NN



Gutachten Nr.:	2190422	Anlage:	2.1, Seite 13	
Projektname:	Nacherkundung Brückenkopf Nord, Reichenaustraße 28, Konstanz			
Rechtswert:		Hochwert:		
GOK:	400,83	POK:		
Maßstab:	1: 125	ausgeführt am:	KW 25-27/2019-tv	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-1.d	

B 13

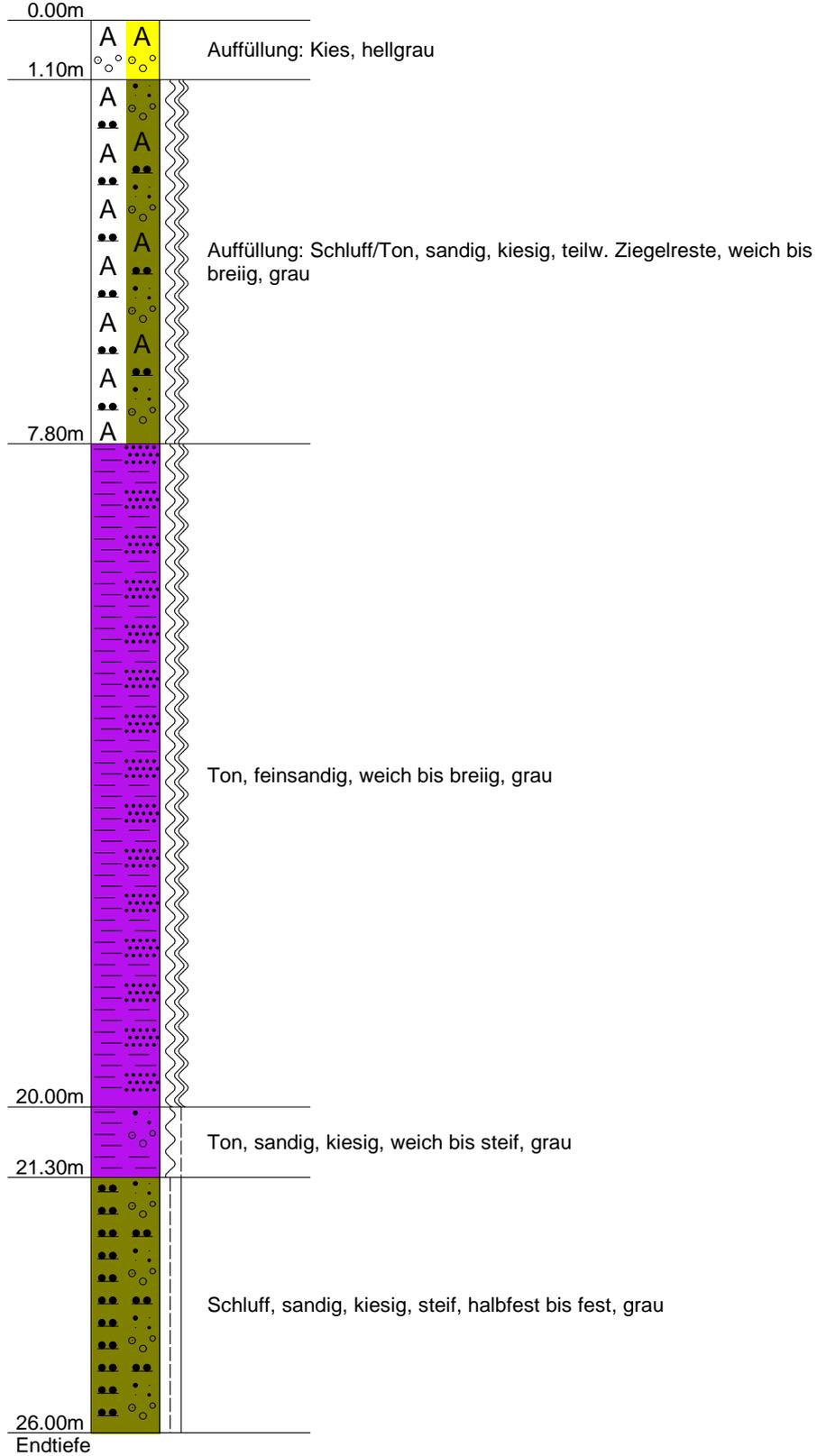
Ansatzpunkt: 400.83 m ü. NN



Gutachten Nr.:	2190422	Anlage:	2.1, Seite 14	
Projektname:	Nacherkundung Brückenkopf Nord, Reichenaustraße 28, Konstanz			
Rechtswert:		Hochwert:		
GOK:	401,17	POK:		
Maßstab:	1: 125	ausgeführt am:	KW 25-27/2019-tv	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-1.d	

B 14

Ansatzpunkt: 401.17 m ü. NN



Gutachten-Nr.:	2190422	Anlage:	2.2, Seite 1	
Projektname:	Brückenkopf Nord, Konstanz			
Rechtswert:		Hochwert:		
GOK:	400,11 m ü. NN	POK:		
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	22.07.2019/tv	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-2.dct	

SCH 1

400.11 m ü. NN
0.00m

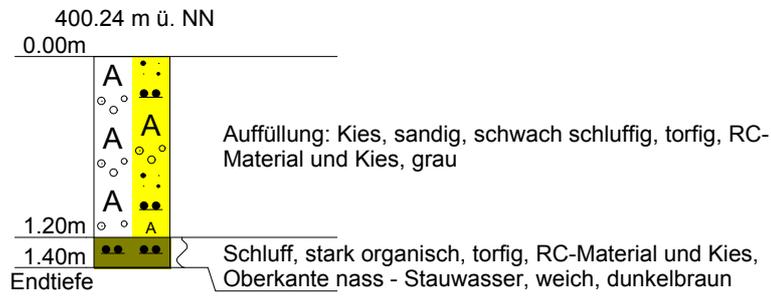
	A		Auffüllung: Kies, sandig, schwach schluffig, RC-Material und Kies, grau
0.70m	A		
1.10m	A		Auffüllung: Kies, sandig, schwach schluffig, RC-Material, einzelne Steine, grau
Endtiefe			

Betonplatte

Gutachten-Nr.:	2190422	Anlage:	2.2, Seite 2
Projektname:	Brückenkopf Nord, Konstanz		
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK:	400,24 m ü. NN	POK:	
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	22.07.2019/tv
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-2.dct



SCH 2



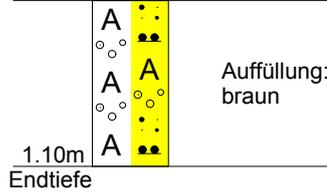
Gutachten-Nr.:	2190422	Anlage:	2.2, Seite 3	
Projektname:	Brückenkopf Nord, Konstanz			
Rechtswert:		Hochwert:		
GOK:	400,10 m ü. NN	POK:		
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	22.07.2019/tv	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-2.dct	

SCH 3

400.10 m ü. NN

0.00m

GW ▼ 0.70m
(22.07.19)



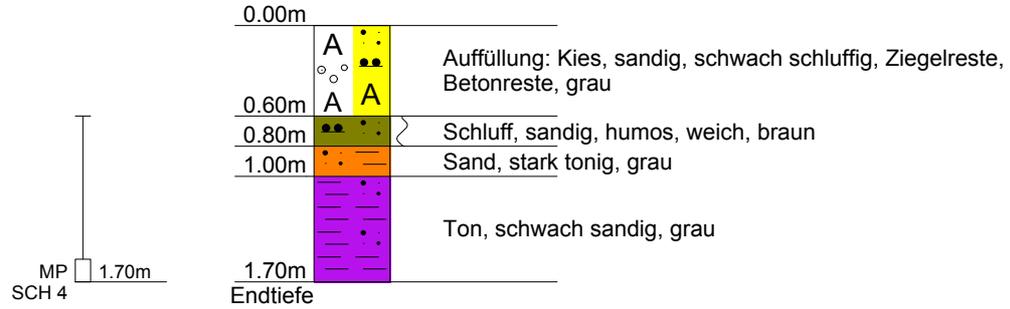
Auffüllung: Kies, sandig, schwach schluffig, RC-Material, braun

Betonplatte

Gutachten-Nr.:	2190422	Anlage:	2.2, Seite 4	
Projektname:	Brückenkopf Nord, Konstanz			
Rechtswert:		Hochwert:		
GOK:	400,85 m ü. NN	POK:		
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	22.07.2019/tv	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_Anl_2-2.dct	

SCH 4

400.85 m ü. NN

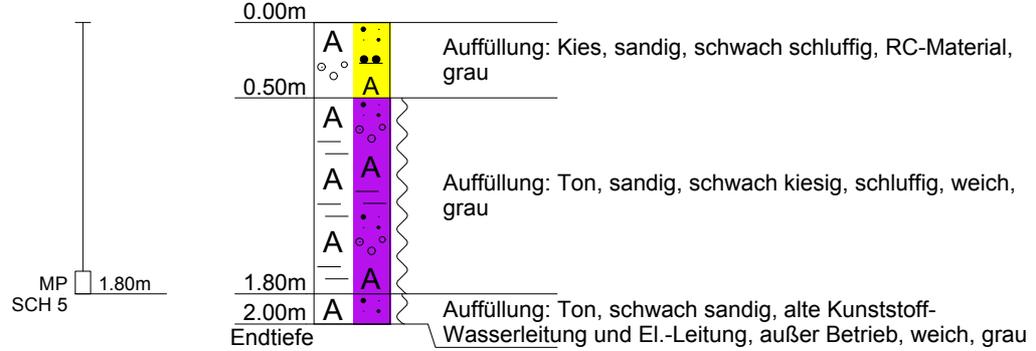


Gutachten-Nr.:	2190422	Anlage:	2.2, Seite 5
Projektname:	Brückenkopf Nord, Konstanz		
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK:	400,12 m ü. NN	POK:	
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	22.07.2019/tv
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-2.dct



SCH 5

400.12 m ü. NN

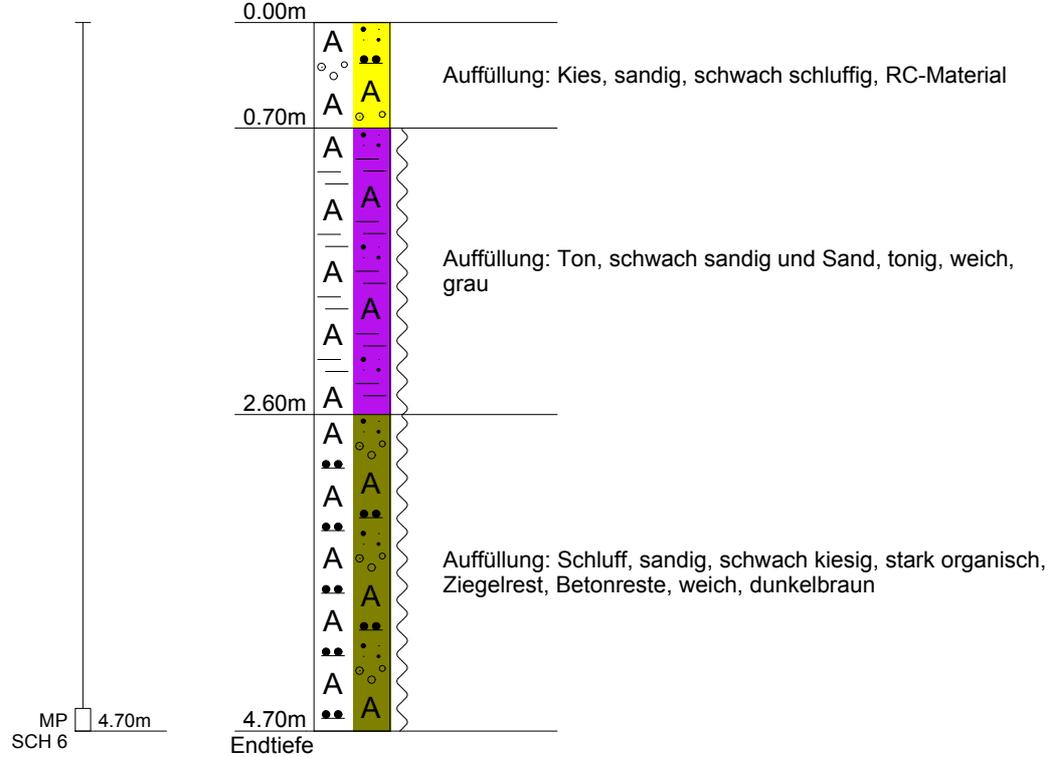


Gutachten-Nr.:	2190422	Anlage:	2.2, Seite 6
Projektname:	Brückenkopf Nord, Konstanz		
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK:	400,10 m ü. NN	POK:	
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	22.07.2019/tv
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-2.dct



SCH 6

400.10 m ü. NN

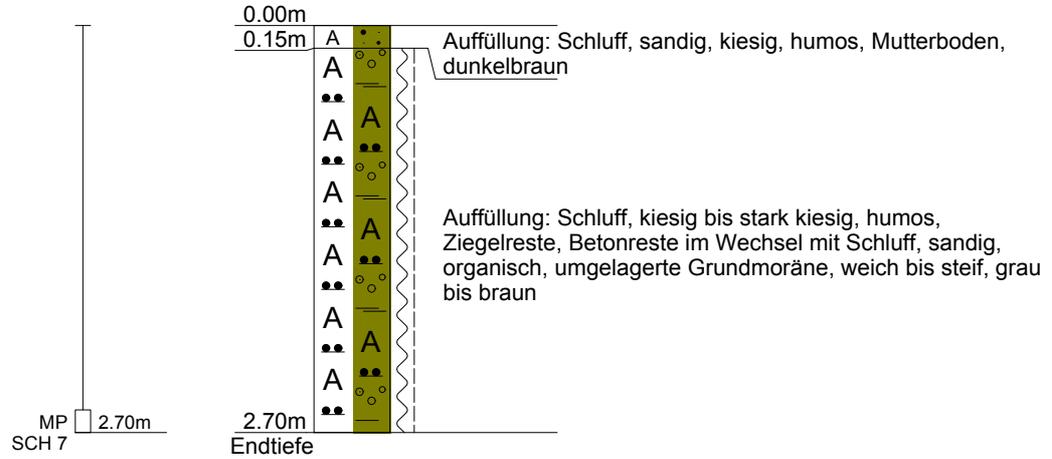


Gutachten-Nr.:	2190422	Anlage:	2.2, Seite 7
Projektname:	Brückenkopf Nord, Konstanz		
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK:	399,89 m ü. NN	POK:	
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	22.07.2019/tv
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-2.dct



SCH 7

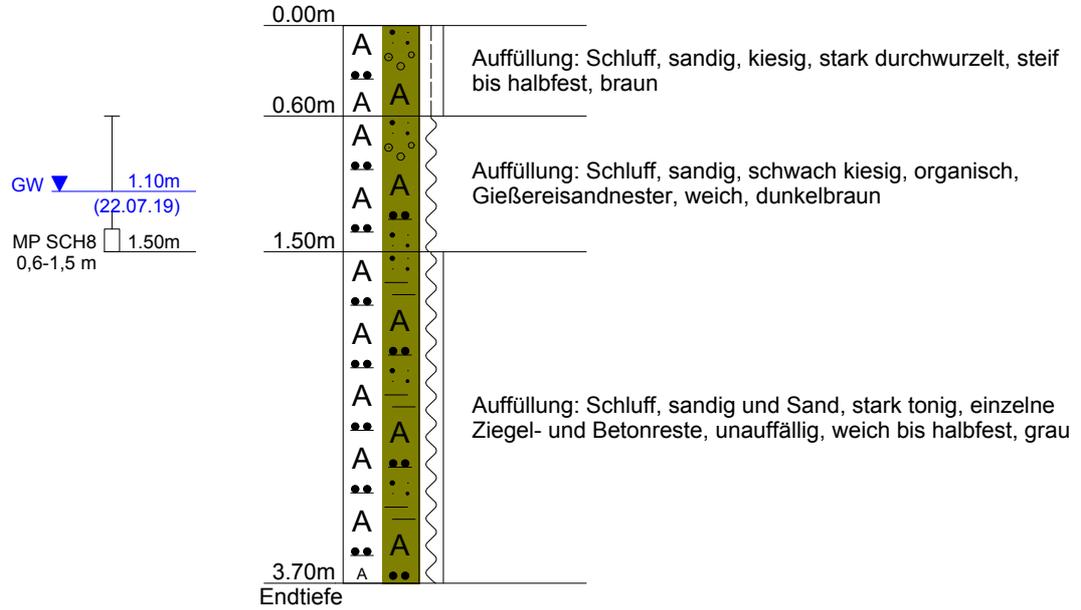
399.89 m ü. NN



Gutachten-Nr.:	2190422	Anlage:	2.2, Seite 8	
Projektname:	Brückenkopf Nord, Konstanz			
Rechtswert:		Hochwert:		
GOK:	400,88 m ü. NN	POK:		
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	22.07.2019/tv	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_Anl_2-2.dct	

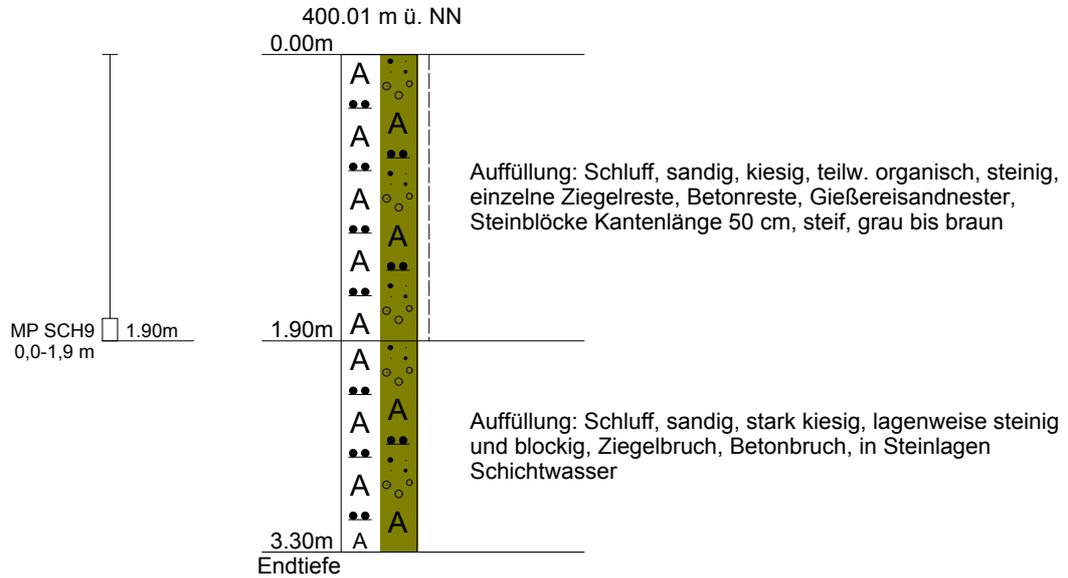
SCH 8

400.88 m ü. NN



Gutachten-Nr.:	2190422	Anlage:	2.2, Seite 9	
Projektname:	Brückenkopf Nord, Konstanz			
Rechtswert:		Hochwert:		
GOK:	400,01 m ü. NN	POK:		
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	22.07.2019/tv	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-2.dct	

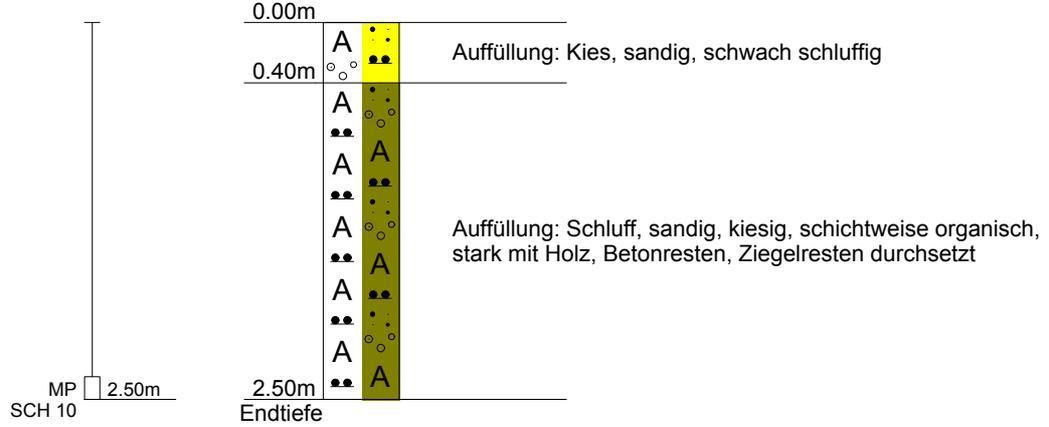
SCH 9



Gutachten-Nr.:	2190422	Anlage:	2.2, Seite 10	
Projektname:	Brückenkopf Nord, Konstanz			
Rechtswert:		Hochwert:		
GOK:	399,98 m ü. NN	POK:		
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	22.07.2019/tv	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_Anl_2-2.dct	

SCH 10

399.98 m ü. NN



Gutachten-Nr.:	2190422	Anlage:	2.2, Seite 11
Projektname:	Brückenkopf Nord, Konstanz		
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK:	400,08 m ü. NN	POK:	
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	22.07.2019/tv
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-2.dct



SCH 11

400.08 m ü. NN

0.00m

A	○ ○	● ●	Auffüllung: Kies, sandig, schwach schluffig, Tragschicht, grau
---	-----	-----	--

0.40m

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

Auffüllung: Schluff, sandig, kiesig, Ziegelbruch, Betonbruch, Straßenaufbruch, einzelne Gießereisandnester, steif bis halbfest, graubraun

MP
SCH 11

3.00m

3.00m

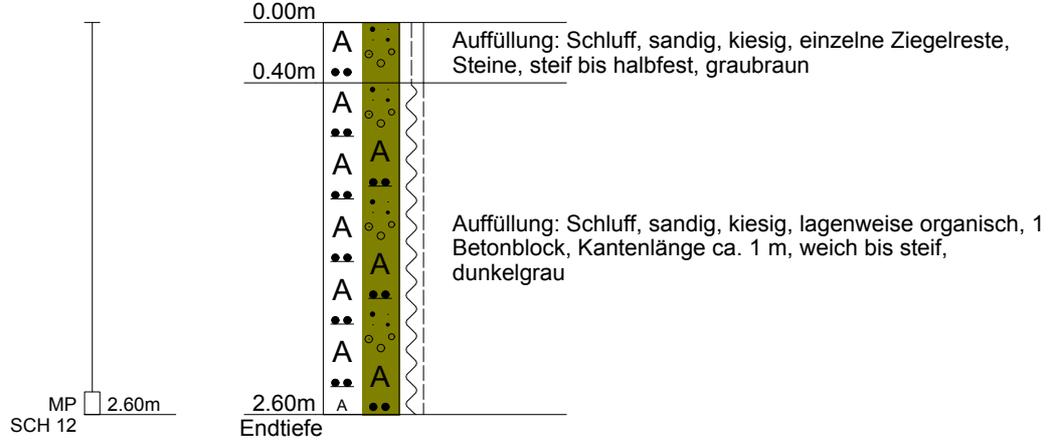
Endtiefe

Gutachten-Nr.:	2190422	Anlage:	2.2, Seite 12
Projektname:	Brückenkopf Nord, Konstanz		
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK:	400,12 m ü. NN	POK:	
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	22.07.2019/tv
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-2.dct



SCH 12

400.12 m ü. NN

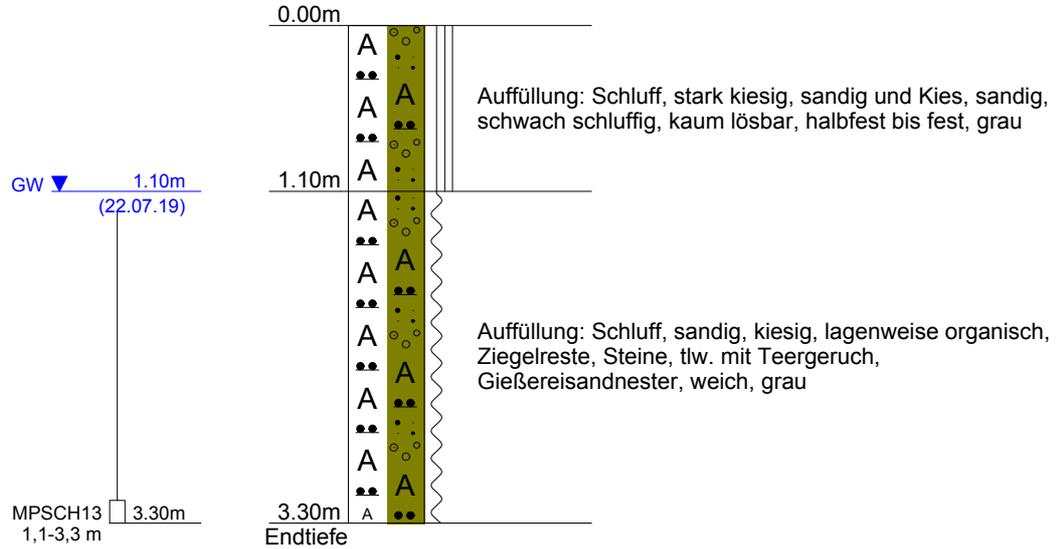


Gutachten-Nr.:	2190422	Anlage:	2.2, Seite 13
Projektname:	Brückenkopf Nord, Konstanz		
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK:	400,31 m ü. NN	POK:	
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	22.07.2019/tv
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-2.dct



SCH 13

400.31 m ü. NN



Gutachten-Nr.:	2190422	Anlage:	2.2, Seite 14
Projektname:	Brückenkopf Nord, Konstanz		
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK:	399,64 m ü. NN	POK:	
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	22.07.2019/tv
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-2.dct



SCH 14

399,64 m ü. NN

0.00m

A

 Auffüllung: Schluff, stark sandig, stark kiesig und Kies, sandig, schwach schluffig, Holzreste, halbfest bis fest, grau

0.50m

A

 A

 A

 A

 A

 A

 A

 A

 Auffüllung: Schluff, sandig, kiesig, lagenweise organisch, Ziegelreste, vereinzelt Straßenaufbruch, Gießereisandnester, weich, braun bis grau

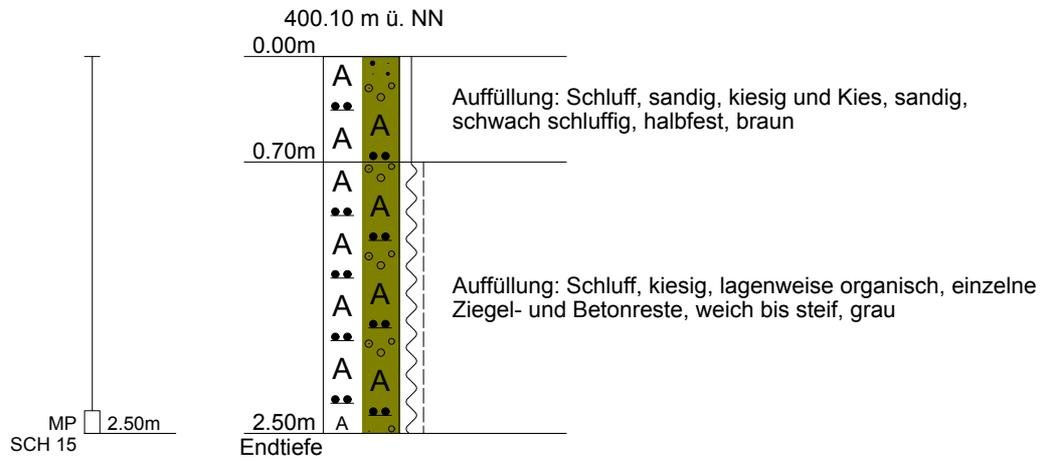
3.40m

Endtiefe

Gutachten-Nr.:	2190422	Anlage:	2.2, Seite 15
Projektname:	Brückenkopf Nord, Konstanz		
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK:	400,10 m ü. NN	POK:	
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	22.07.2019/tv
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-2.dct



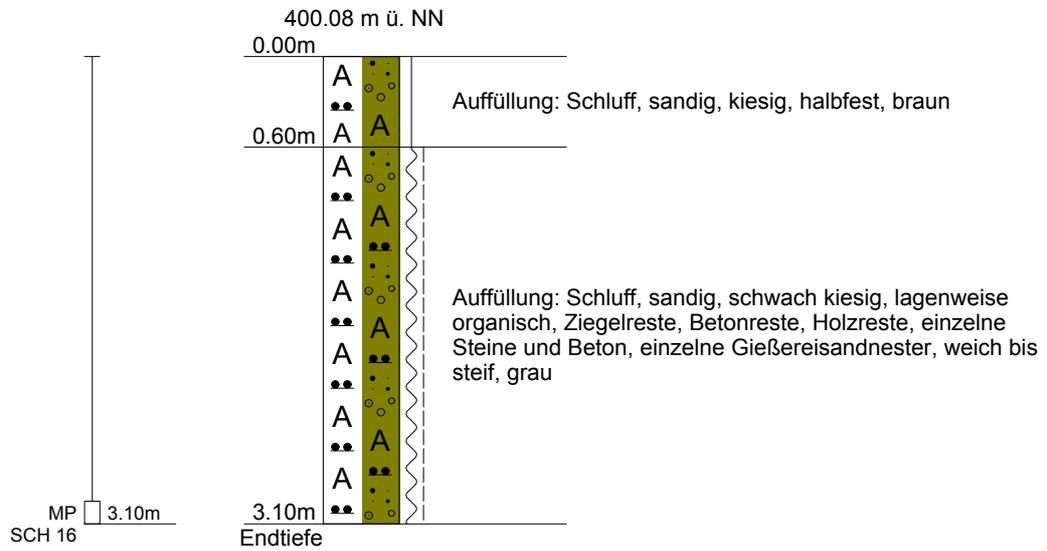
SCH 15



Gutachten-Nr.:	2190422	Anlage:	2.2, Seite 16
Projektname:	Brückenkopf Nord, Konstanz		
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK:	400,08 m ü. NN	POK:	
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	22.07.2019/tv
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_AnI_2-2.dct



SCH 16



Gutachten-Nr.:	2190422	Anlage:	2.2, Seite 17
Projektname:	Brückenkopf Nord, Konstanz		
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK:	399,77 m ü. NN	POK:	
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	22.07.2019/tv
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-2.dct



SCH 17

399.77 m ü. NN

0.00m

A

••

A

••

A

••

A

••

A

—

A

—

A

—

A

—

A

1.70m

Auffüllung: Schluff, Ton, Sand, Kies, tonig, steinig, Ziegelreste, Betonreste, Gießereisandnester, weich, dunkelgrau

3.20m

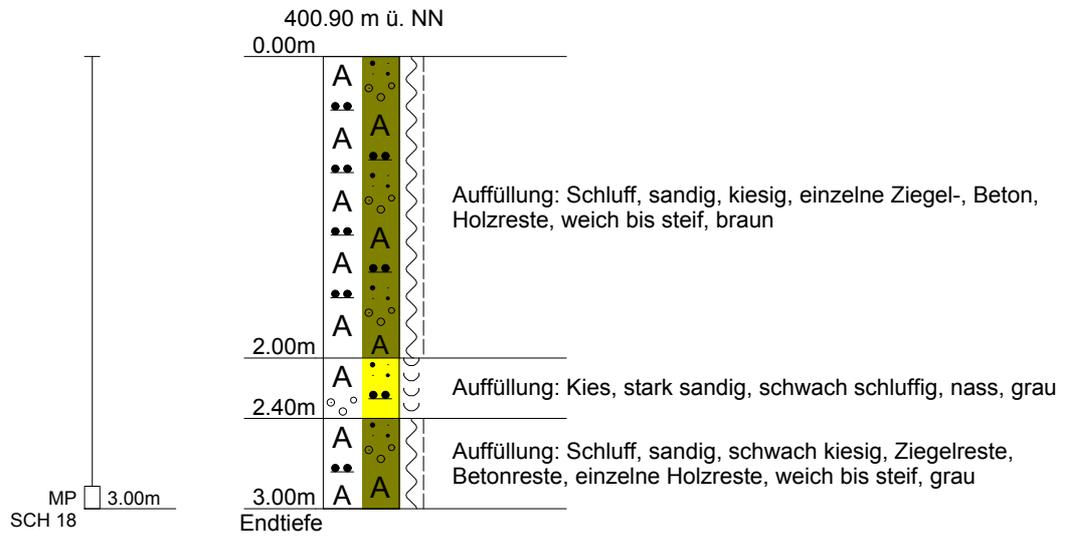
Endtiefe

Auffüllung: Ton, schwach sandig, einzelne Steine und Blöcke, einzelne Ziegel- und Betonreste, weich, dunkelgrau

MP 3.20m
SCH 17

Gutachten-Nr.:	2190422	Anlage:	2.2, Seite 18	
Projektname:	Brückenkopf Nord, Konstanz			
Rechtswert:		Hochwert:		
GOK:	400,90 m ü. NN	POK:		
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	22.07.2019/tv	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-2.dct	

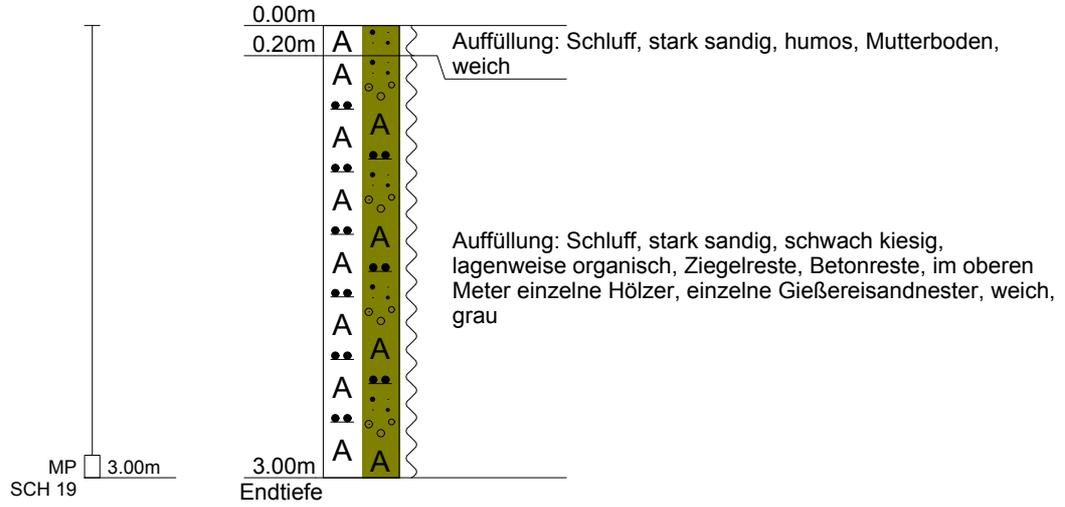
SCH 18



Gutachten-Nr.:	2190422	Anlage:	2.2, Seite 19	
Projektname:	Brückenkopf Nord, Konstanz			
Rechtswert:		Hochwert:		
GOK:	400,05 m ü. NN	POK:		
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	22.07.2019/tv	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-2.dct	

SCH 19

400.05 m ü. NN

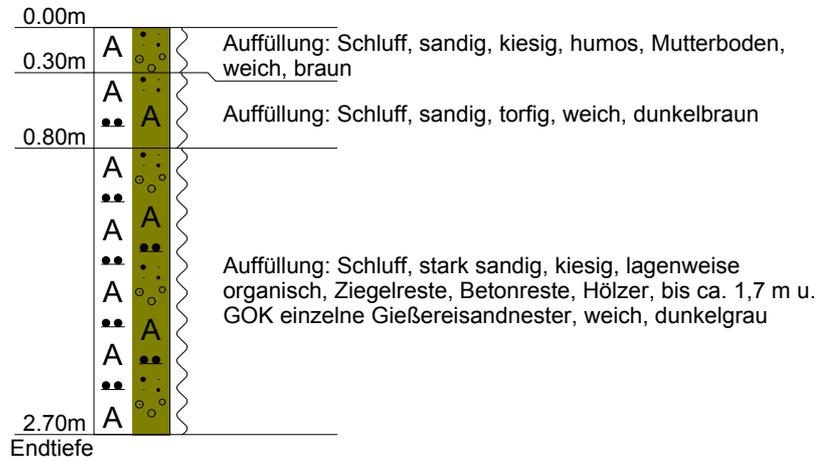


Gutachten-Nr.:	2190422	Anlage:	2.2, Seite 20
Projektname:	Brückenkopf Nord, Konstanz		
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK:	400,59 m ü. NN	POK:	
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	22.07.2019/tv
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-2.dct



SCH 20

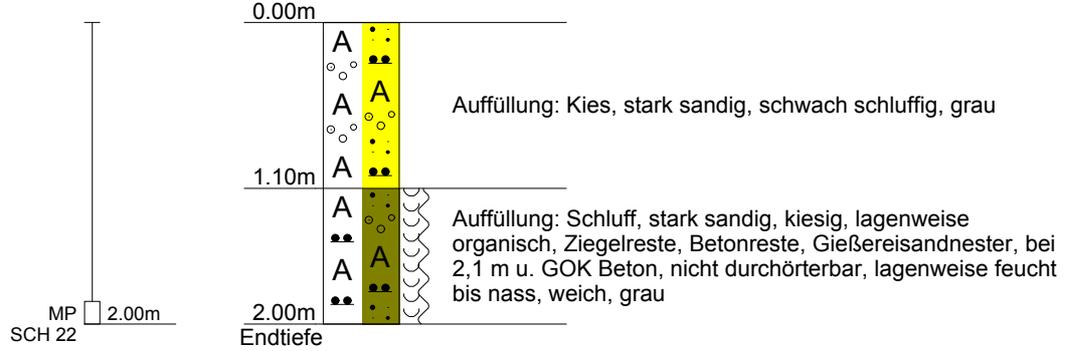
400.59 m ü. NN

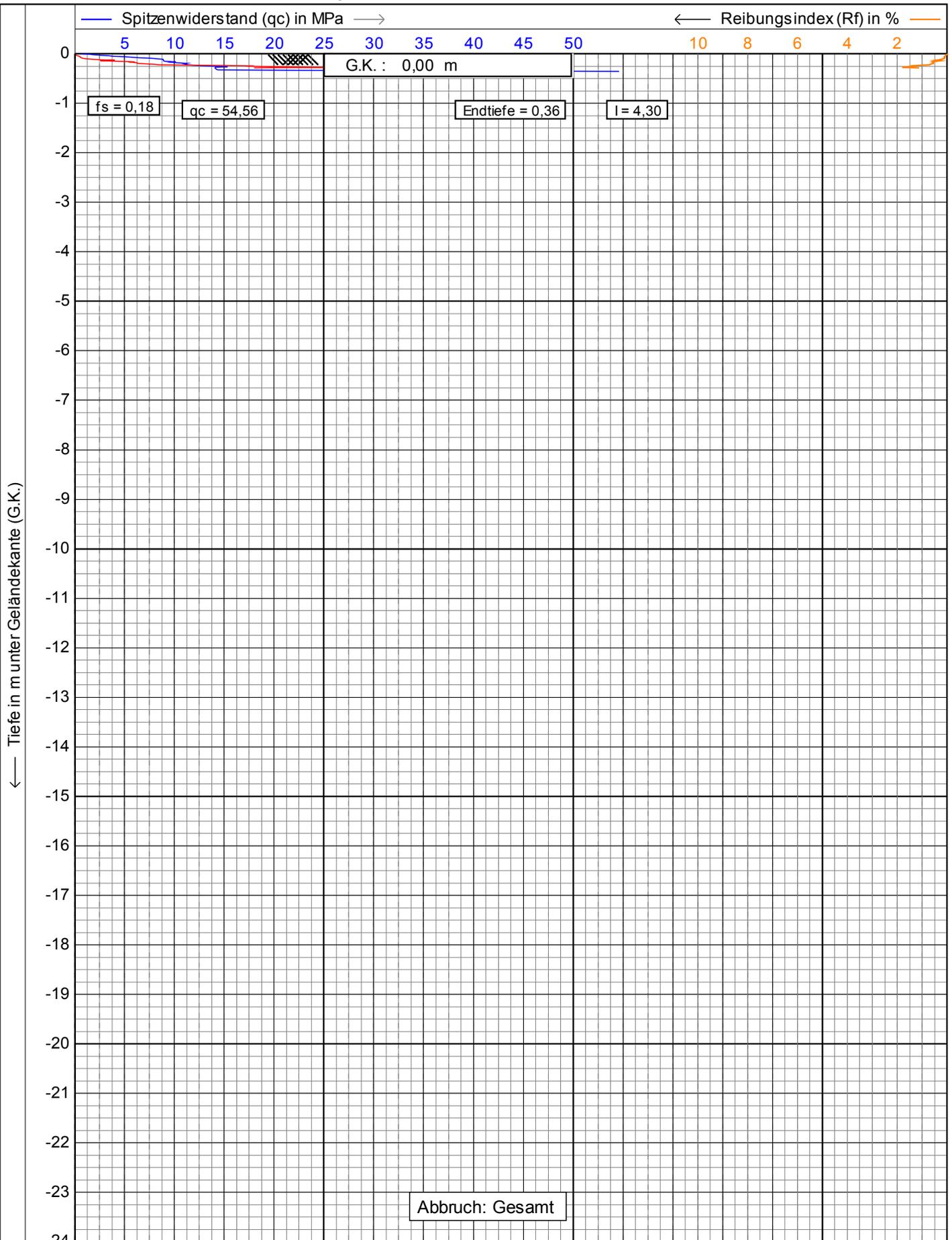


Gutachten-Nr.:	2190422	Anlage:	2.2, Seite 22	
Projektname:	Brückenkopf Nord, Konstanz			
Rechtswert:		Hochwert:		
GOK:	400,77 m ü. NN	POK:		
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	22.07.2019/tv	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2190422_An1_2-2.dct	

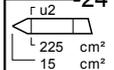
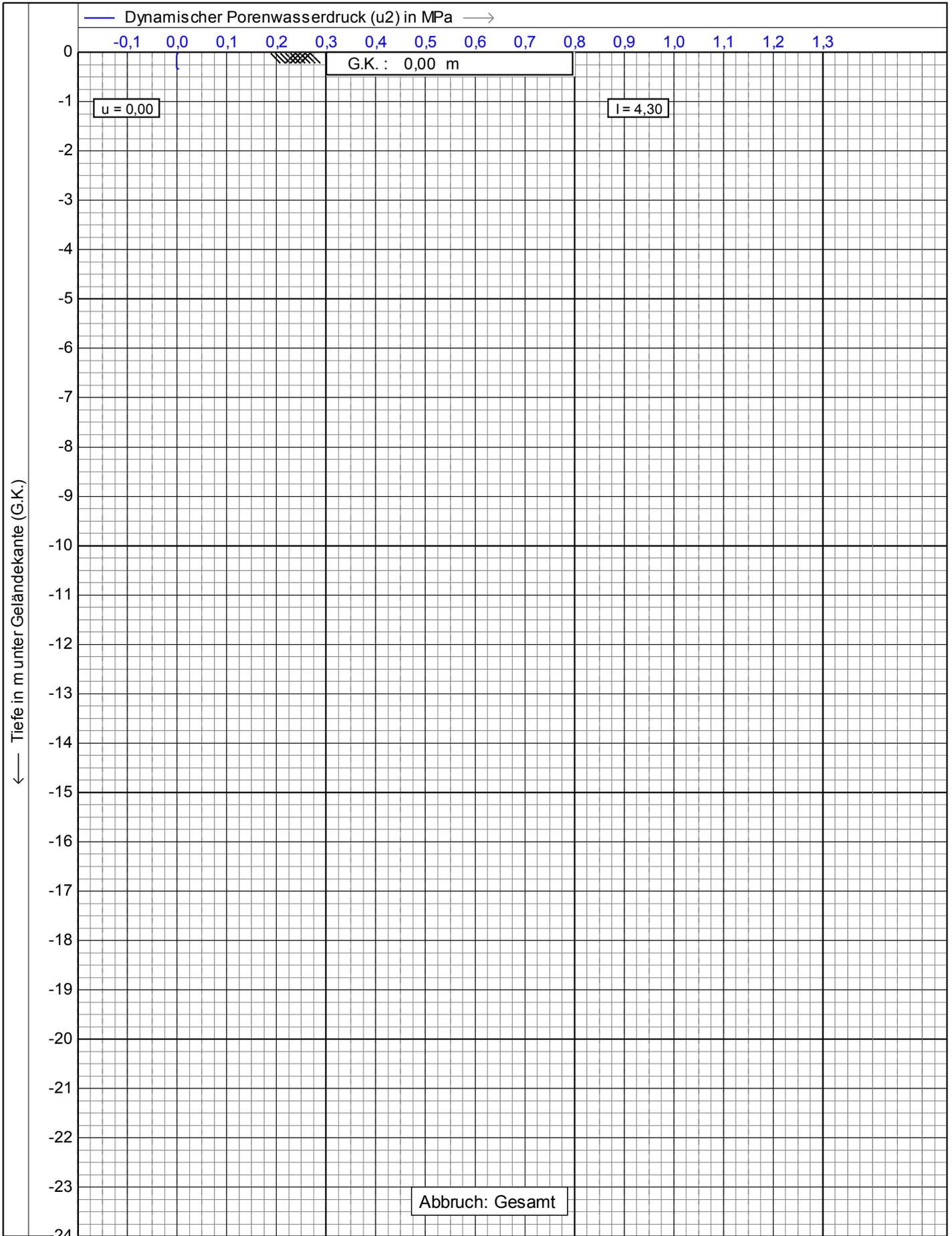
SCH 22

400.77 m ü. NN

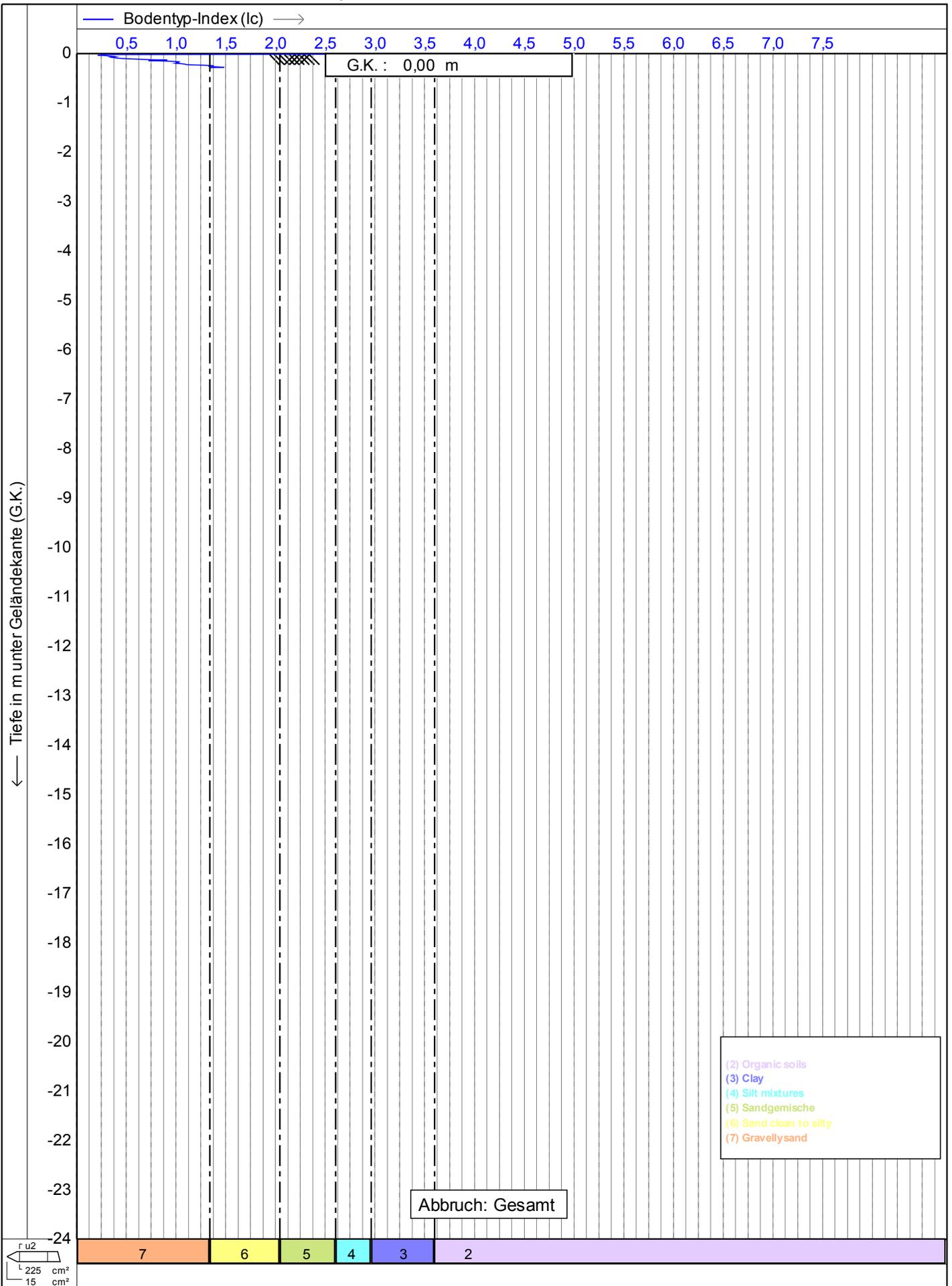


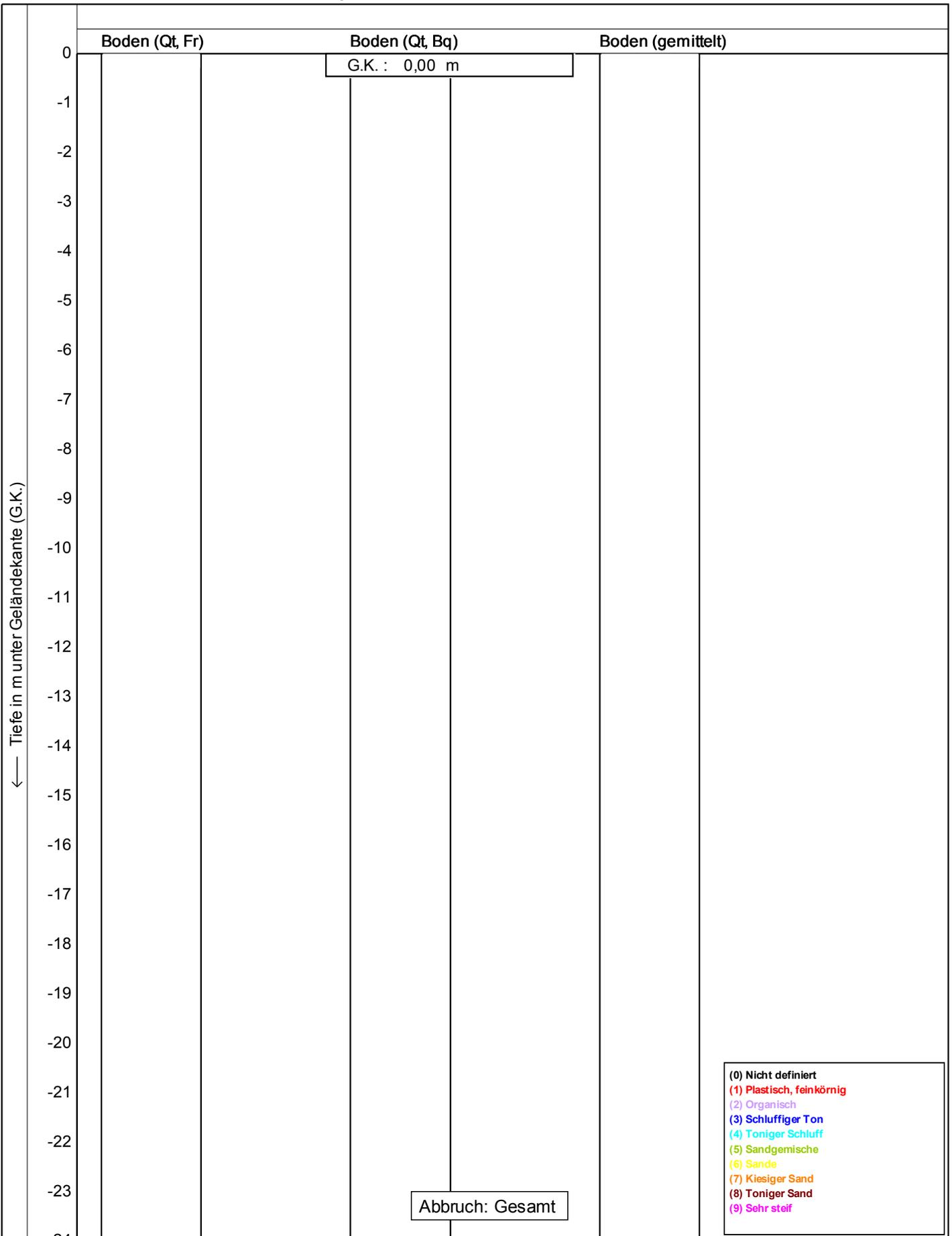


Neigung (I) in Grad
 — Lokale Reibung (fs) in MPa —



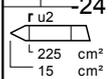
Neigung (I) in Grad



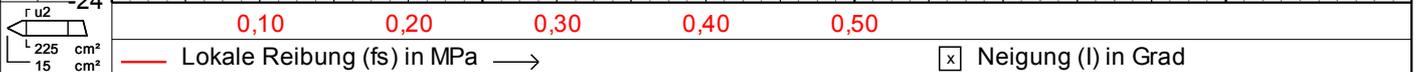
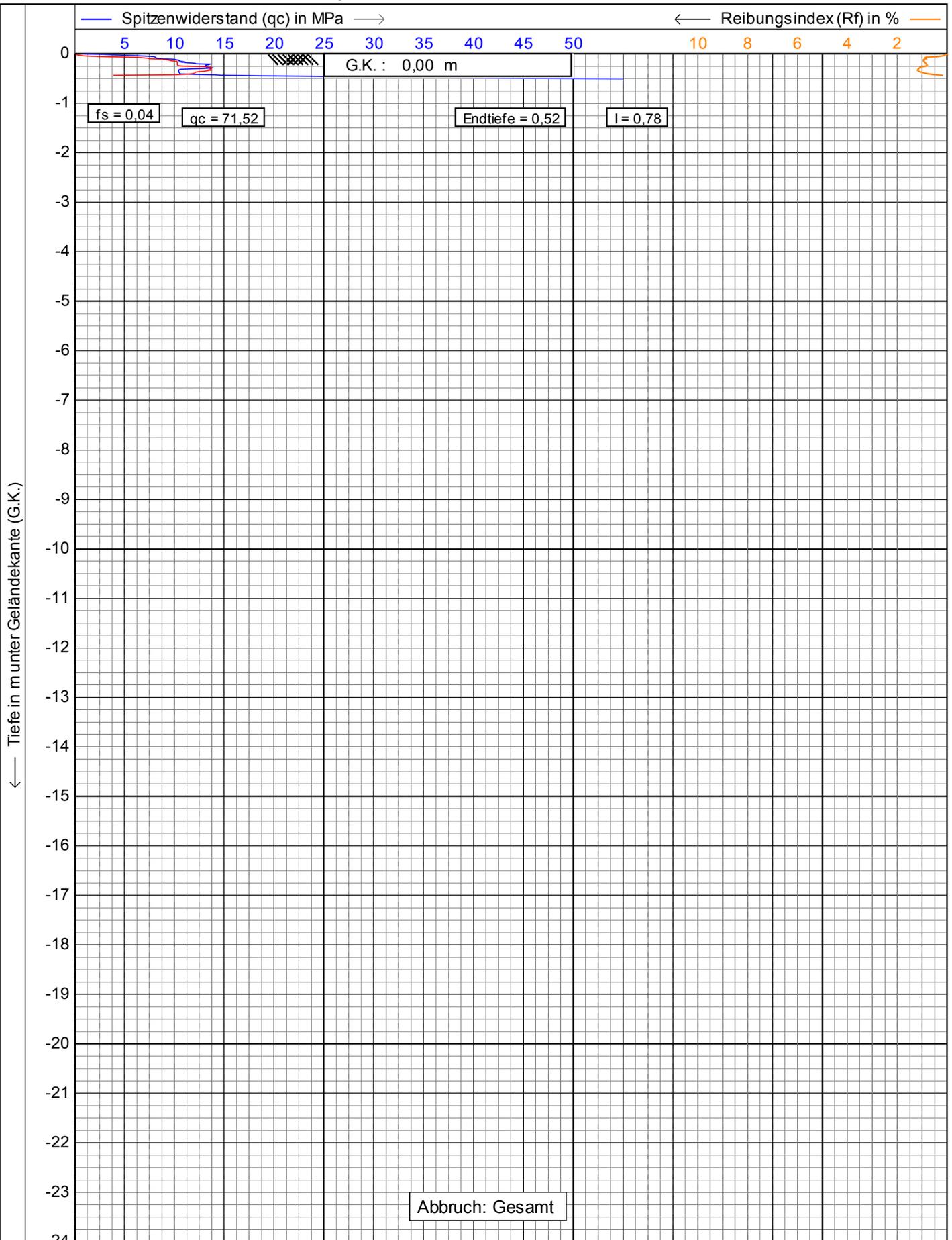


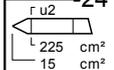
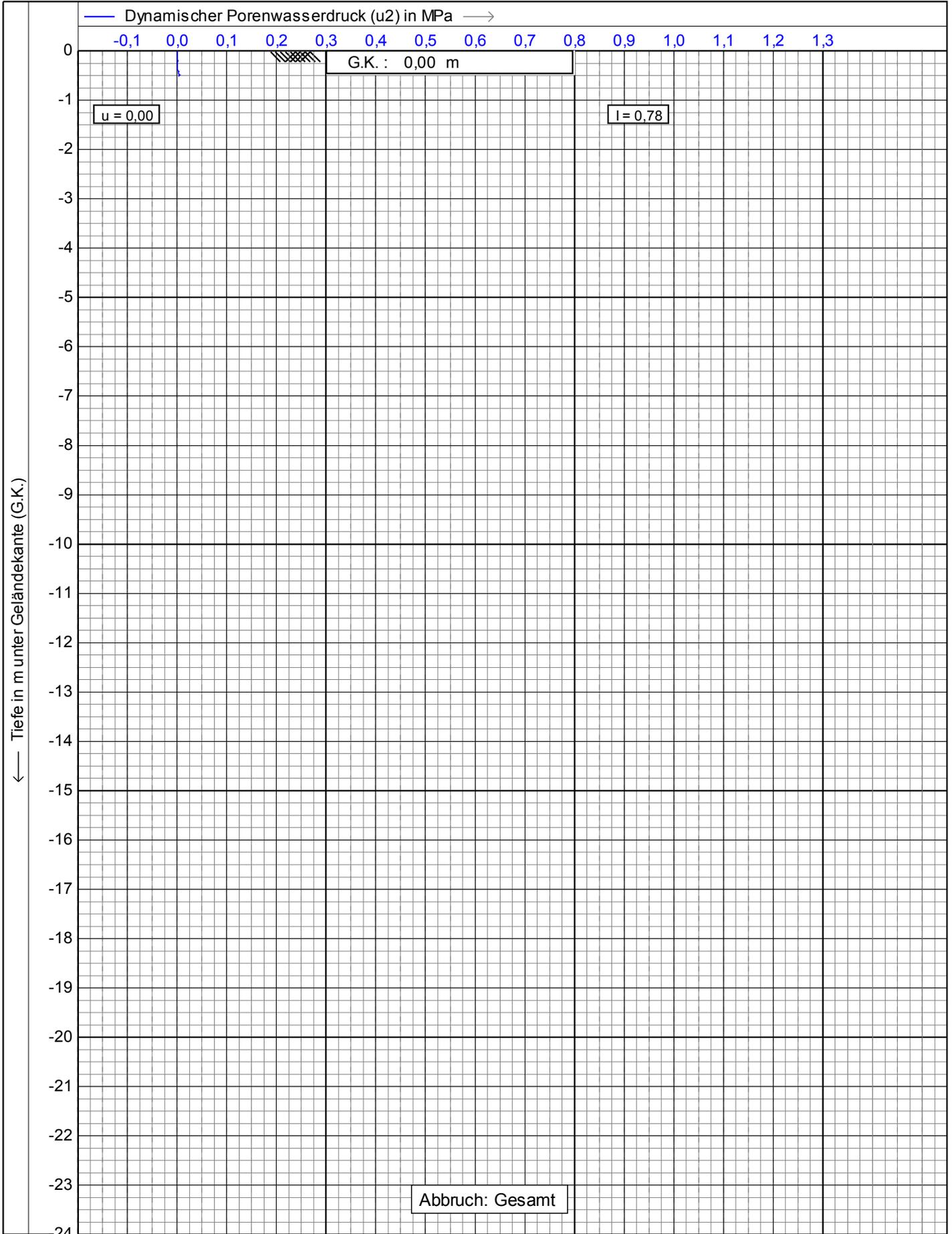
Abbruch: Gesamt

- (0) Nicht definiert
- (1) Plastisch, feinkörnig
- (2) Organisch
- (3) Schluffiger Ton
- (4) Toniger Schluff
- (5) Sandgemische
- (6) Sande
- (7) Kiesiger Sand
- (8) Toniger Sand
- (9) Sehr steif

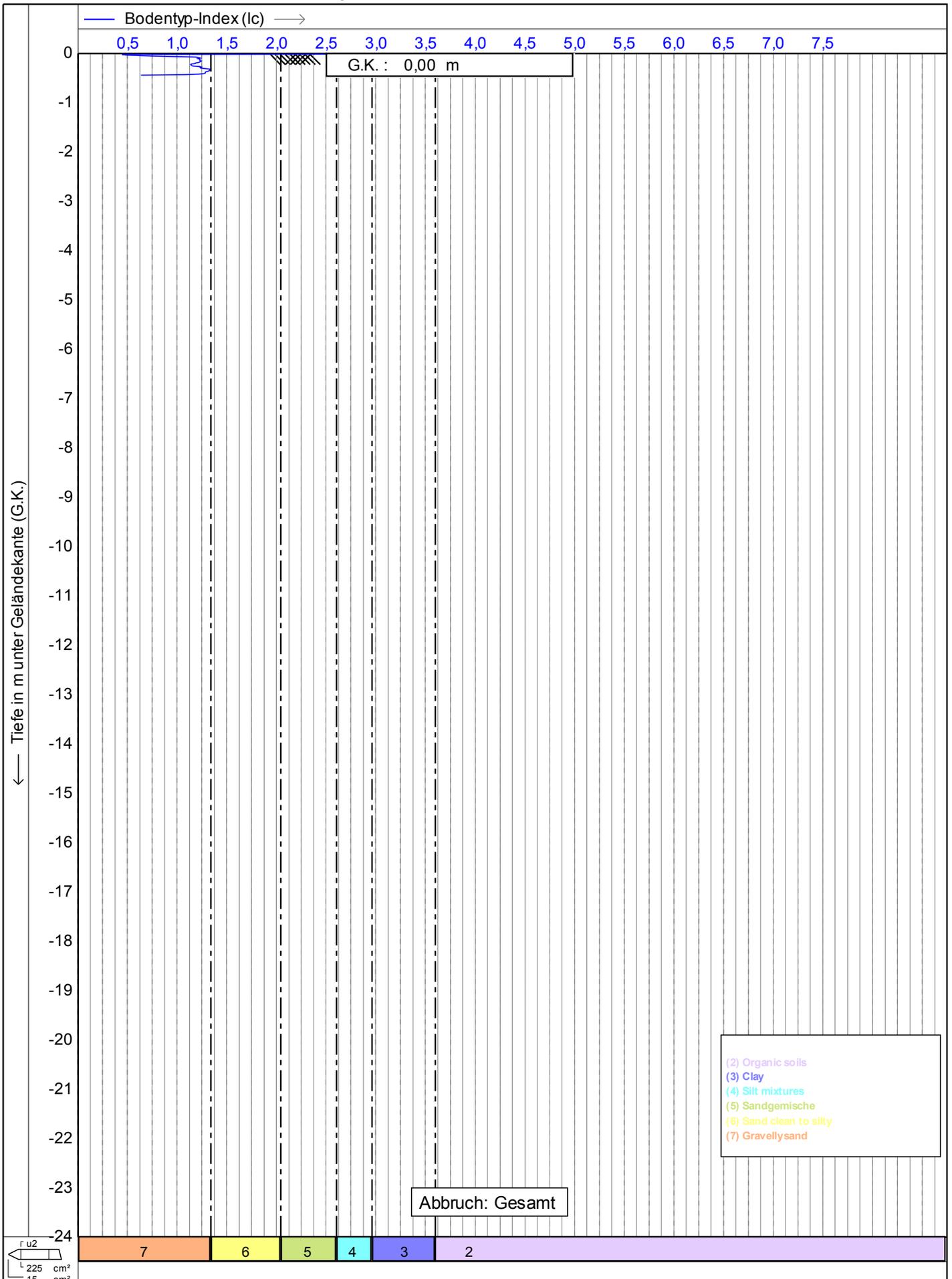


Bodenklassifikation nach Robertson 1990

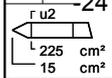
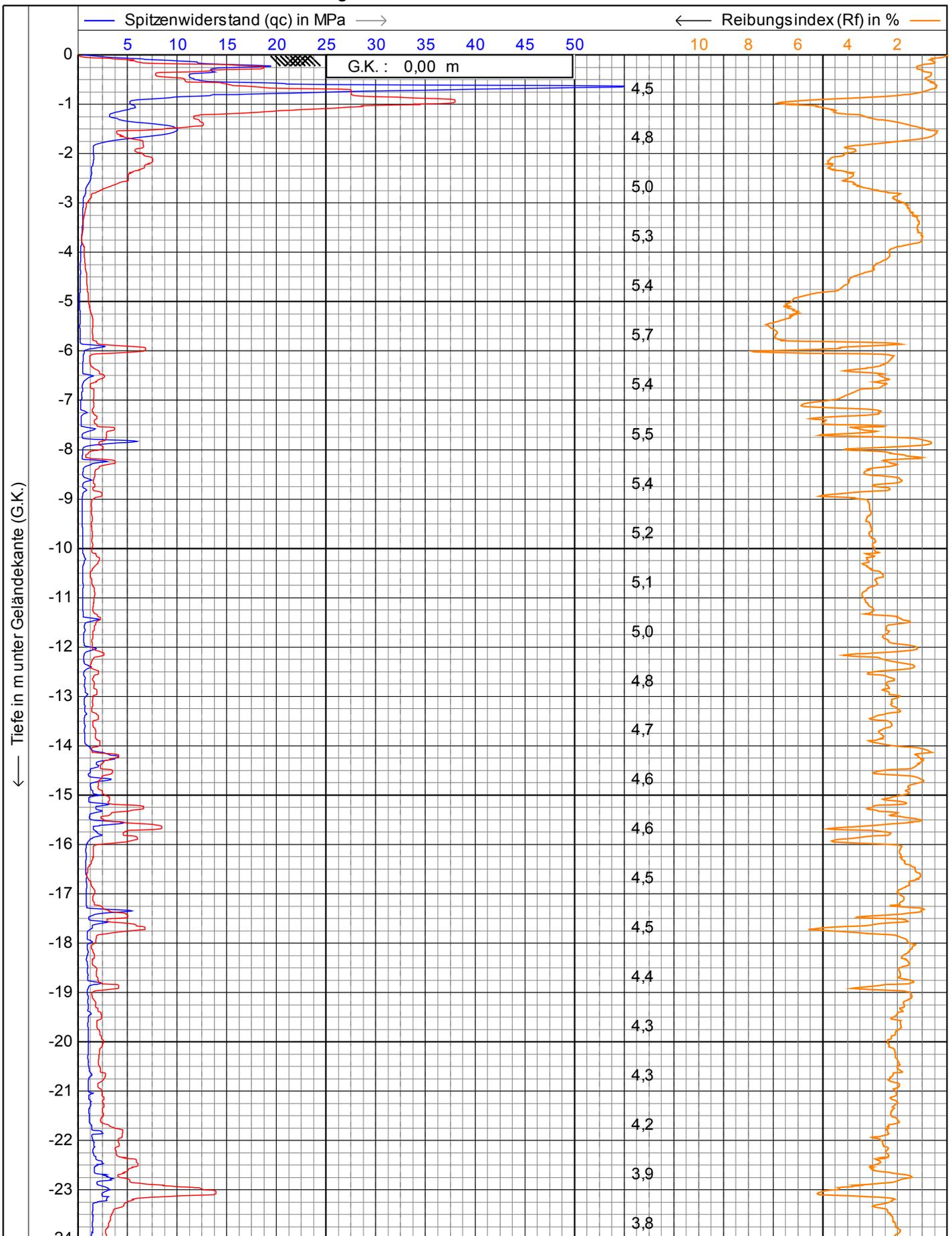


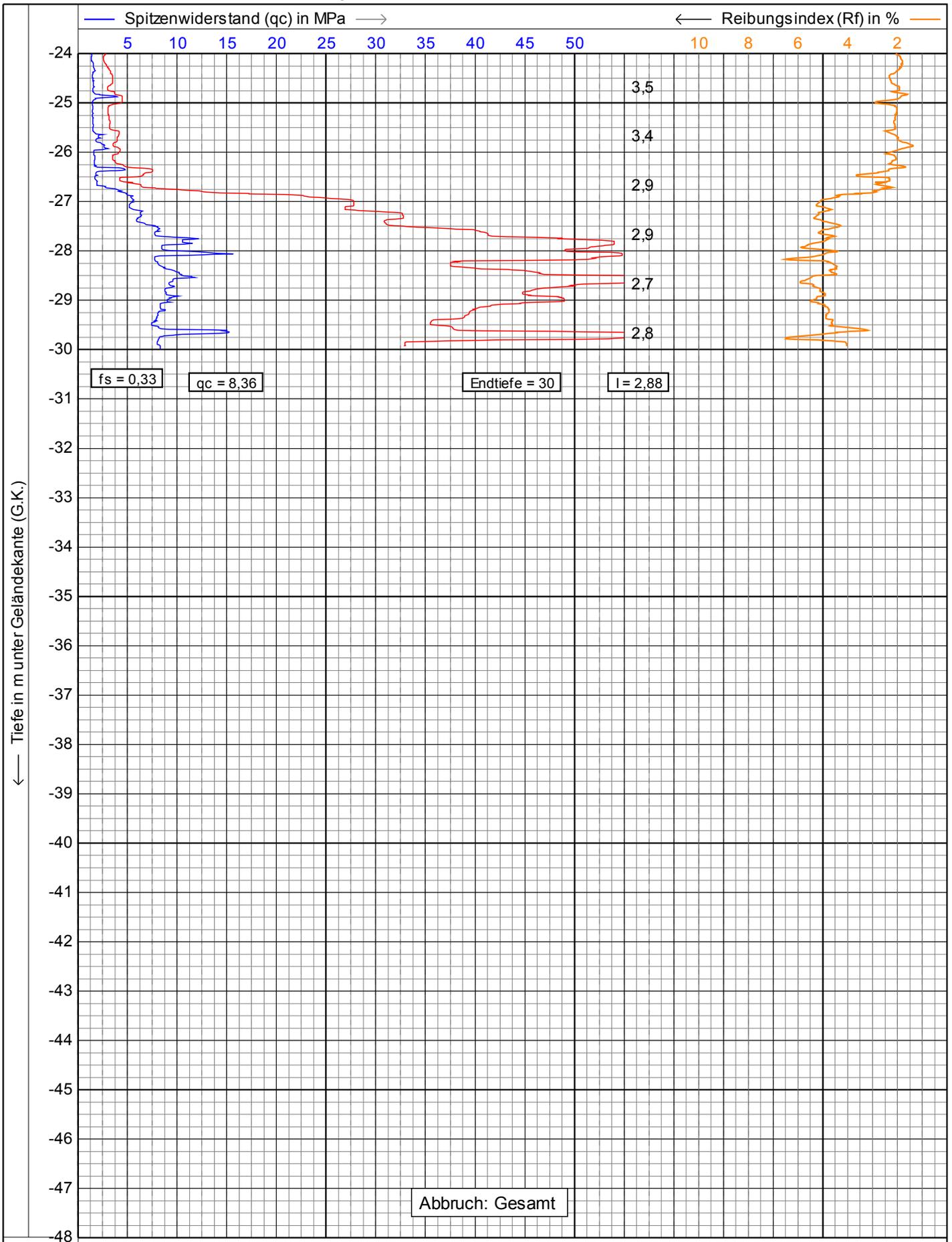


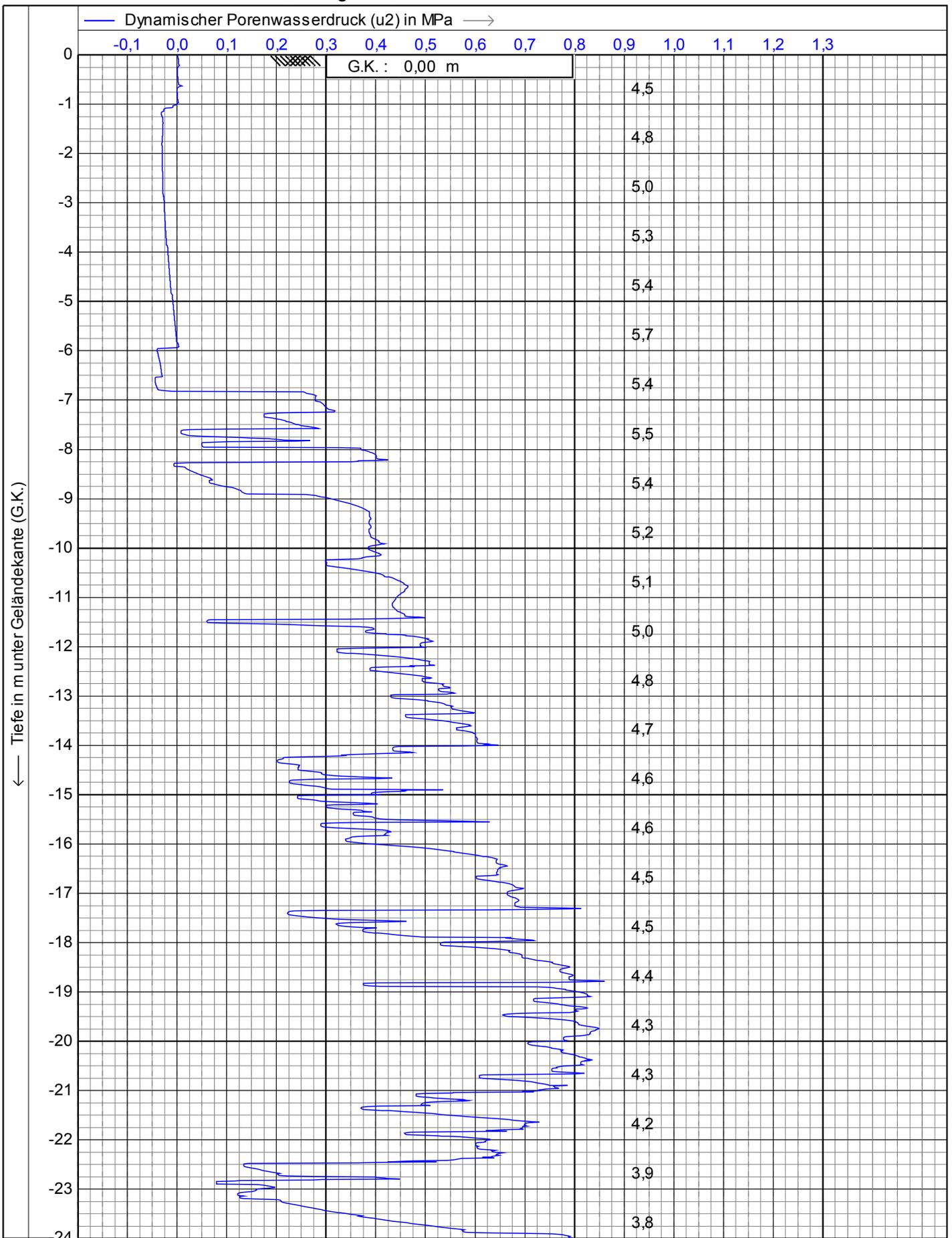
Neigung (I) in Grad



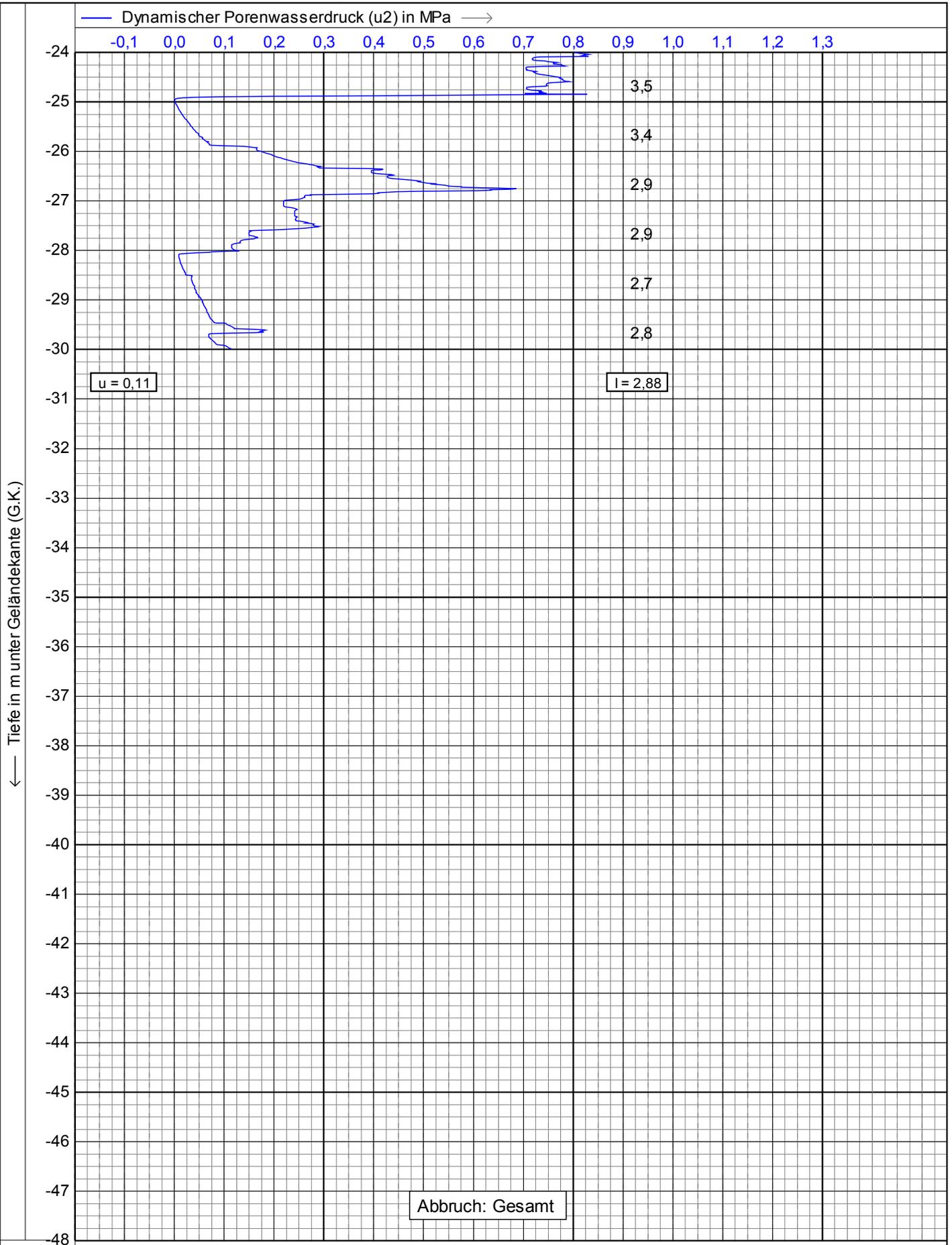
r_{u2}
 L 225 cm²
 15 cm²



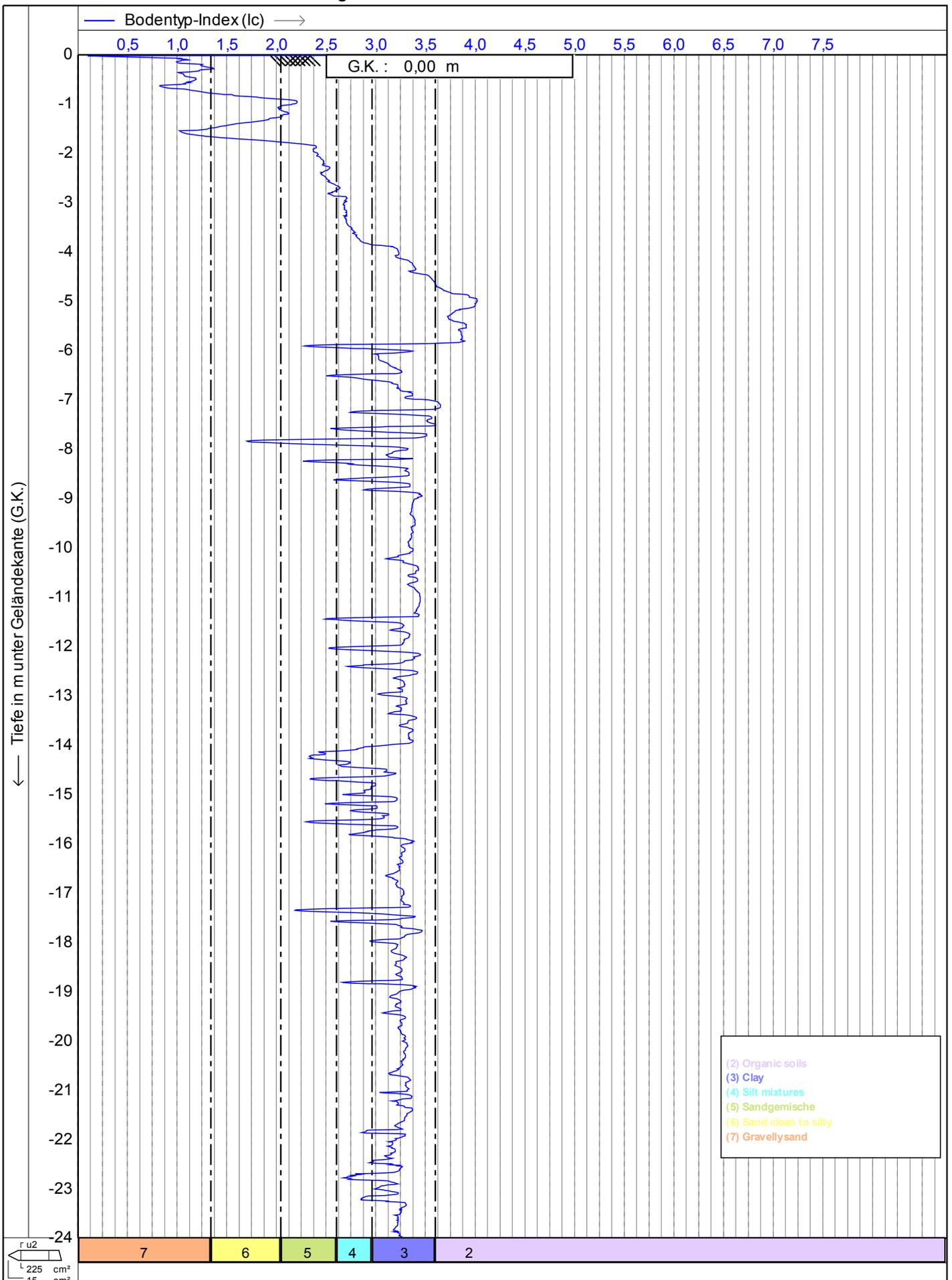


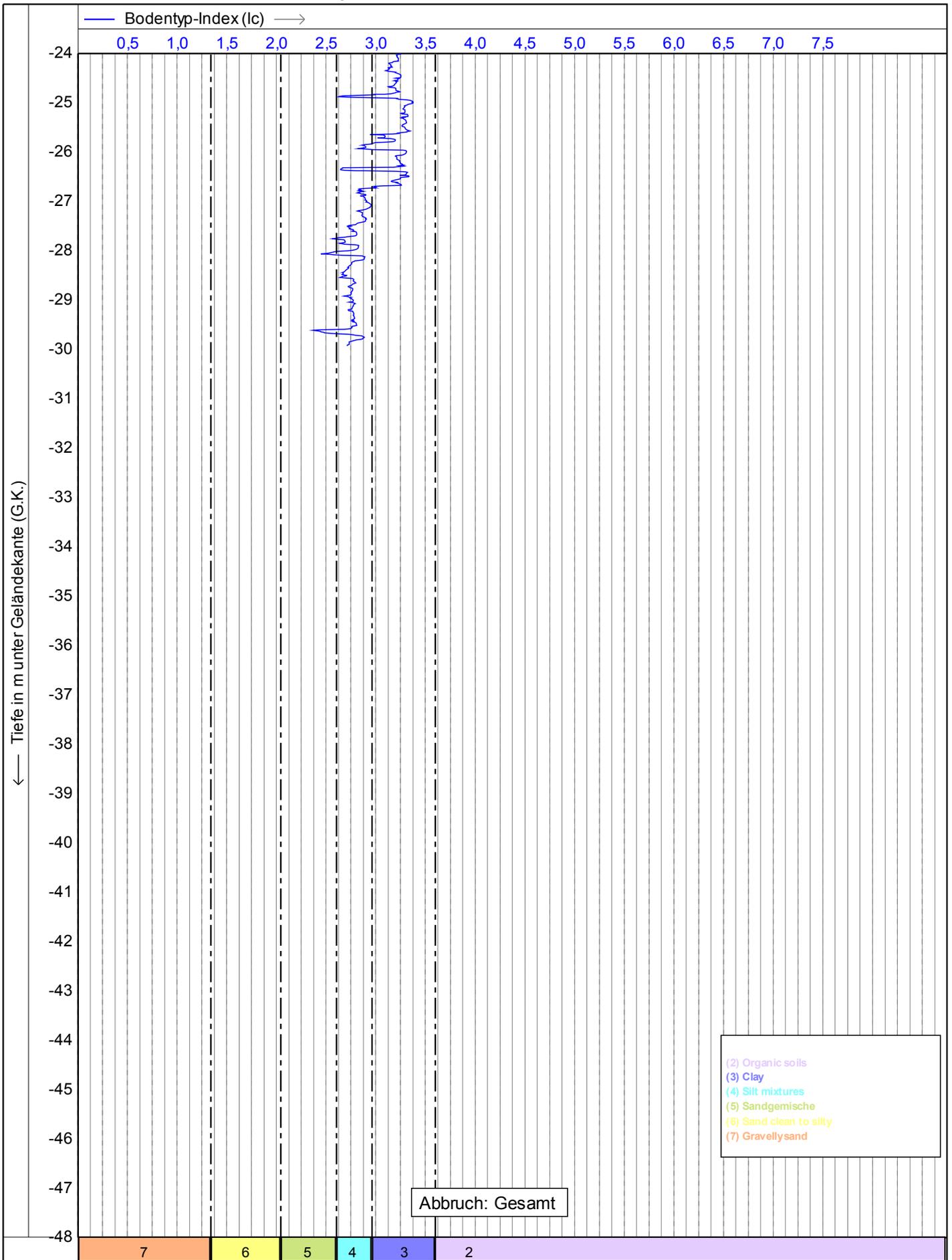


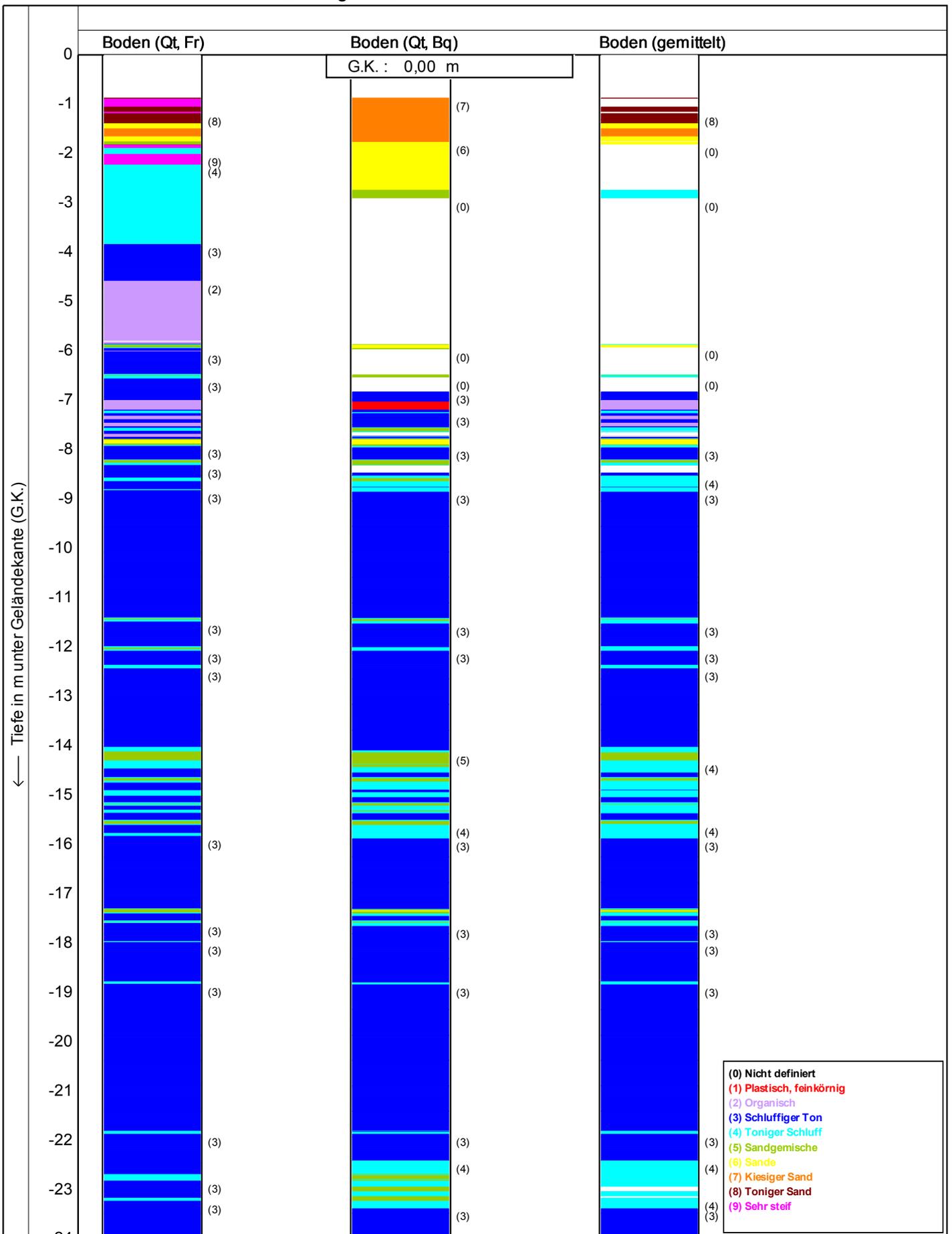
Neigung (I) in Grad



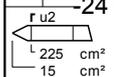
Neigung (l) in Grad



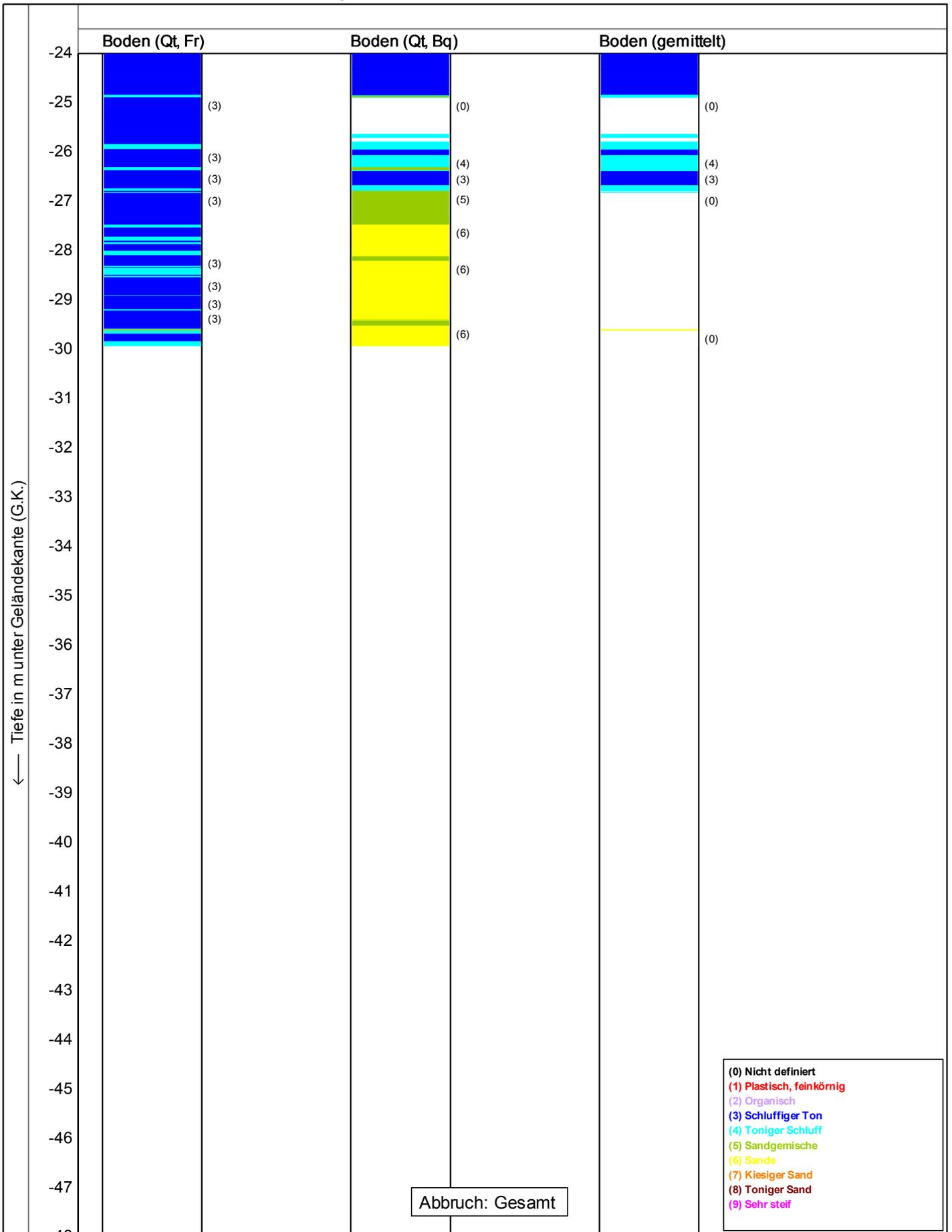




Bodenklassifikation nach Robertson 1990

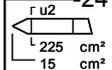
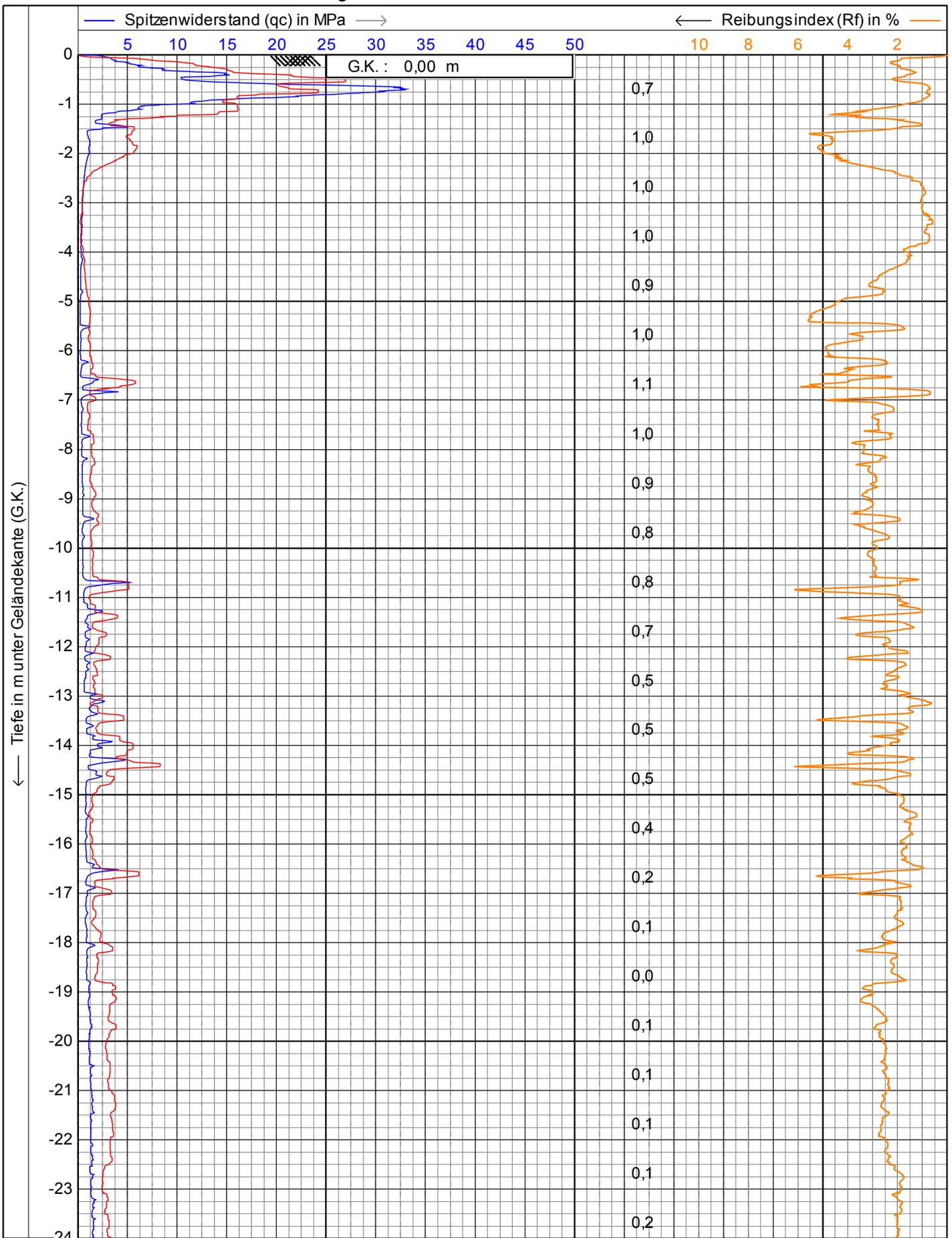


<p>heiligenstadt gmbh Beratende Ingenieure VBI</p>	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1(10/2013)	Datum : 26.06.2019
	Projekt : Konstanz	Konus Nr. : S15CFIIP.S15025
	Ort : Konstanz	Projekt Nr. : 20190521-10001
		CPT Nr. : CPT 1b 9/12



Abbruch: Gesamt

Bodenklassifikation nach Robertson 1990



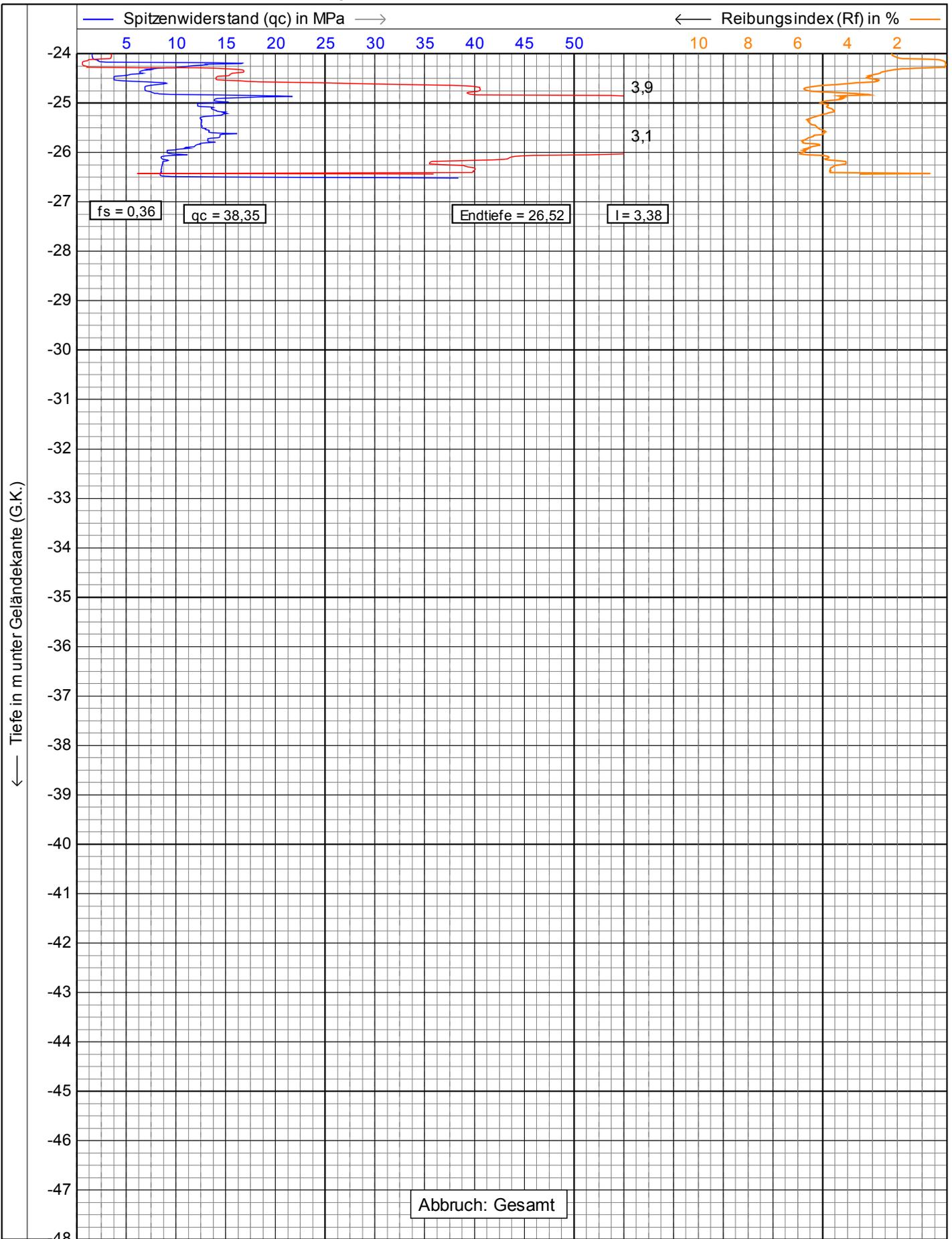
— Lokale Reibung (fs) in MPa →
x Neigung (I) in Grad

geo
otechnik
 heiligenstadt gmbh
 Beratende Ingenieure VBI

Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1(10/2013)
 Projekt : **Konstanz**
 Ort : **Konstanz**

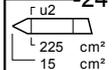
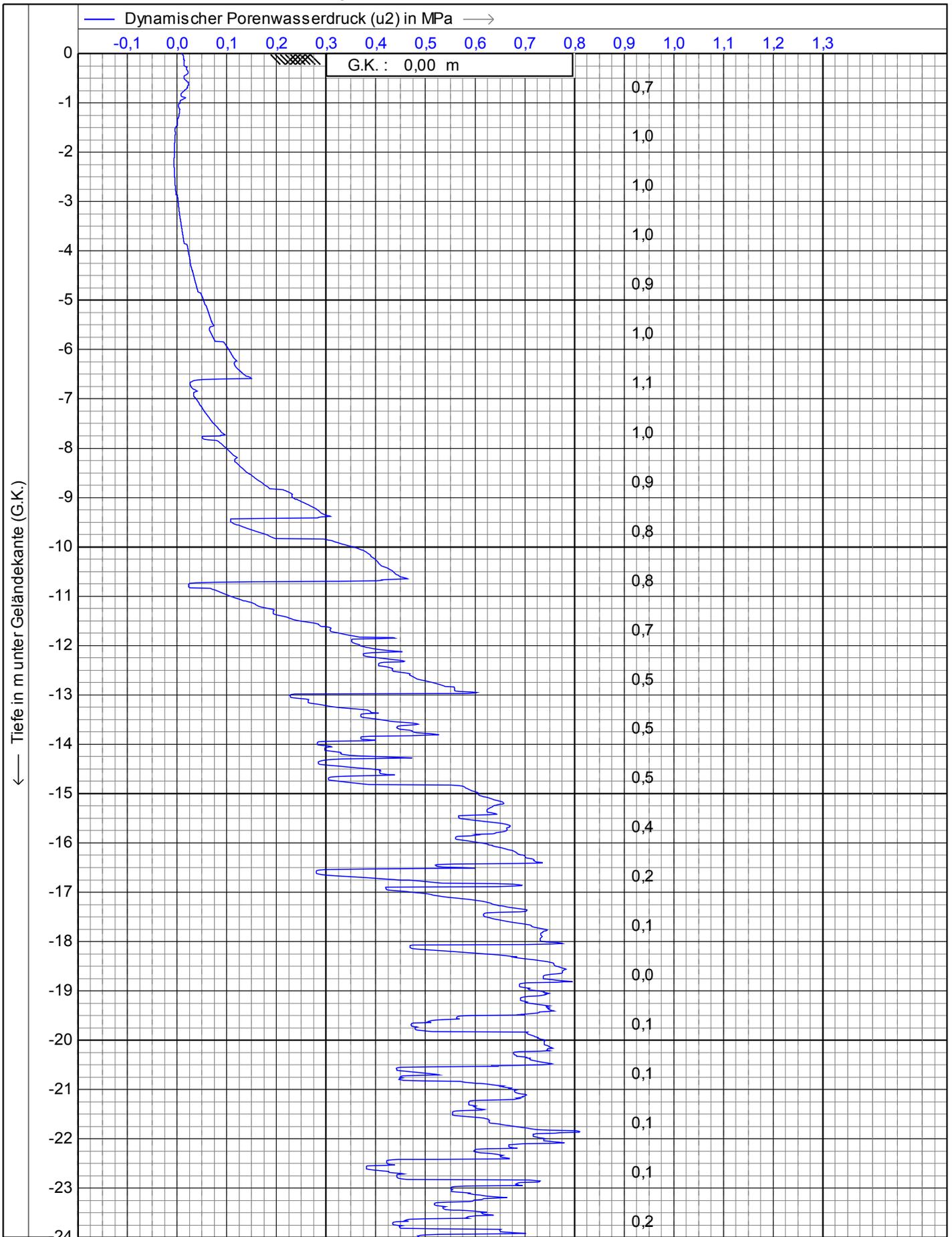
Datum : **26.06.2019**
 Konus Nr. : **S15CFIIP.S15025**
 Projekt Nr. : **20190521-10001**
 CPT Nr. : **CPT 2** | 1/12

1.47

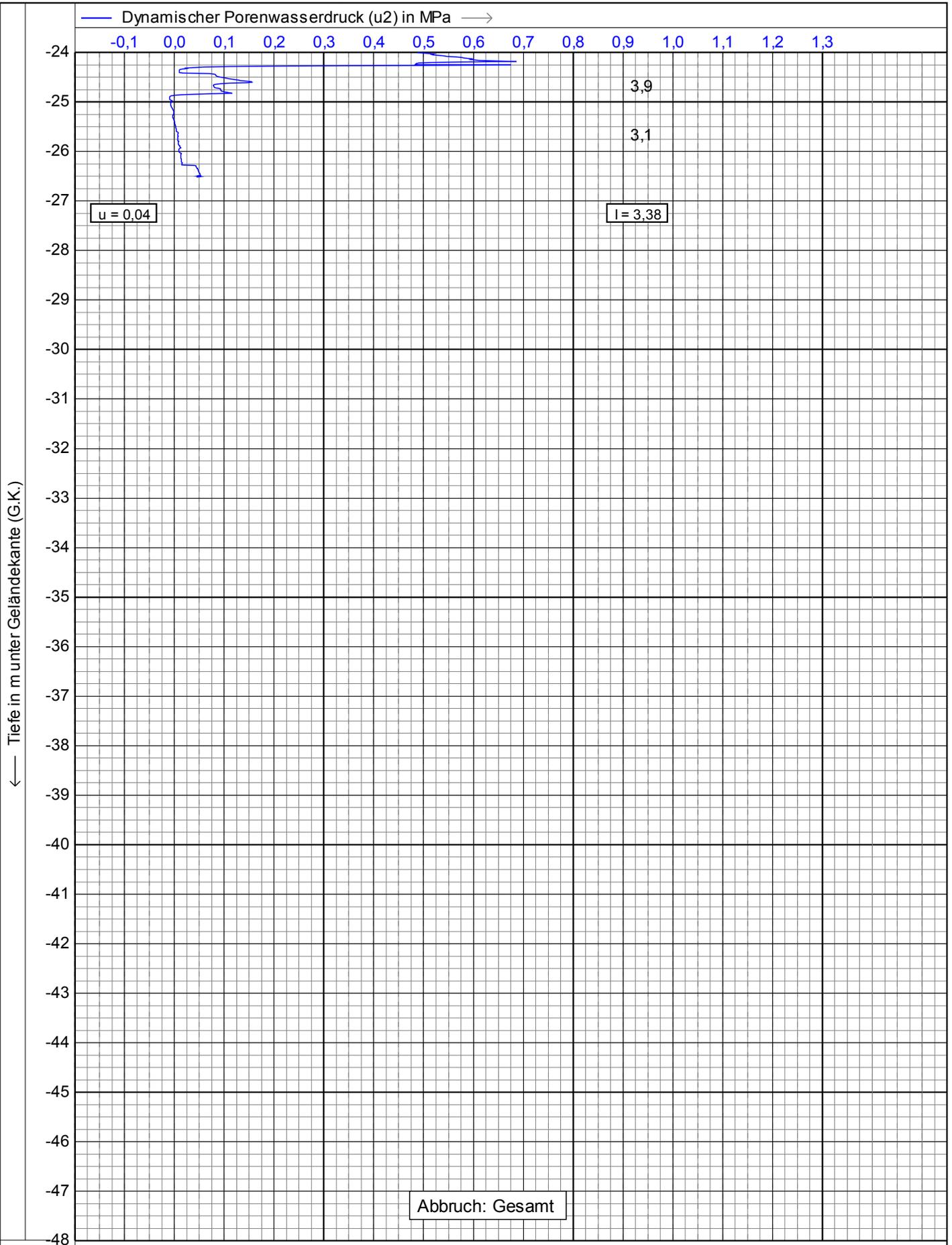


0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

— Lokale Reibung (fs) in MPa — Neigung (I) in Grad

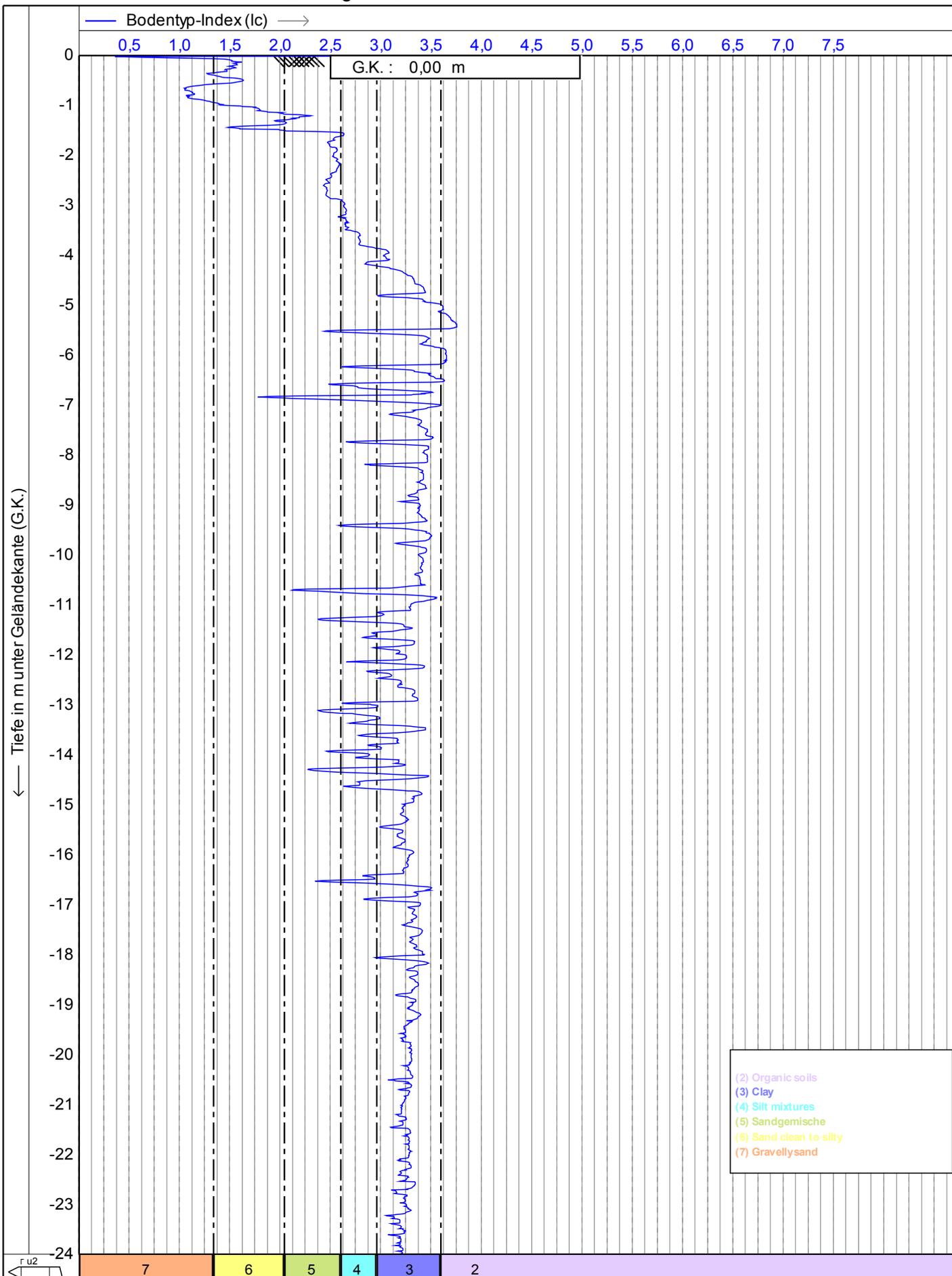


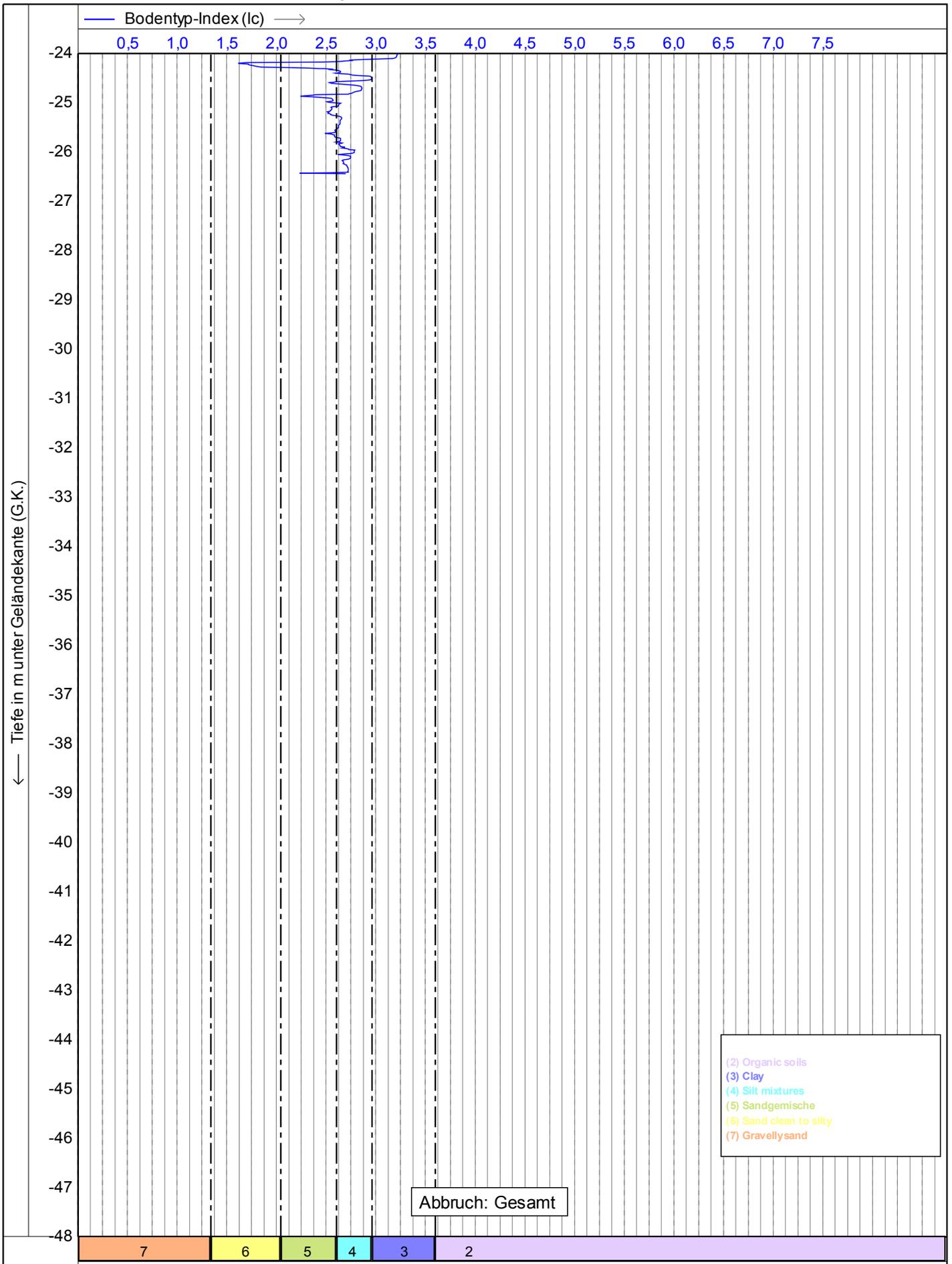
Neigung (I) in Grad



Neigung (l) in Grad

1.47

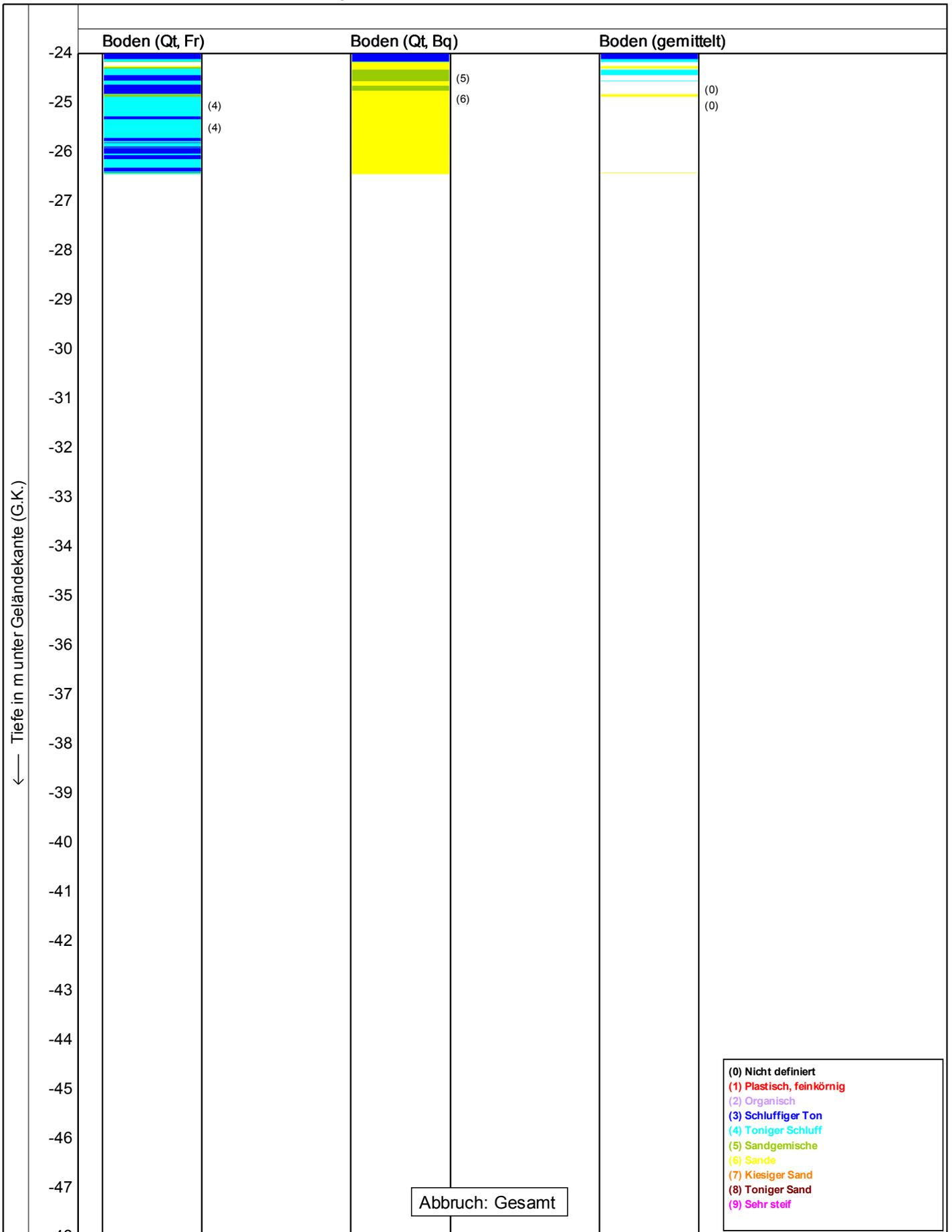




- (2) Organic soils
- (3) Clay
- (4) Silt mixtures
- (5) Sandgemische
- (6) Sand clean to silty
- (7) Gravelly sand

Abbruch: Gesamt

1.47



- (0) Nicht definiert
- (1) Plastisch, feinkörnig
- (2) Organisch
- (3) Schluffiger Ton
- (4) Toniger Schluff
- (5) Sandgemische
- (6) Sande
- (7) Kiesiger Sand
- (8) Toniger Sand
- (9) Sehr steif

Abbruch: Gesamt

Bodenklassifikation nach Robertson 1990

20190521-10001 / T#: CPT 2-1 D: 3,0

Max Undisturbed shear strength : 48,2 kPa / 22,1 Nm

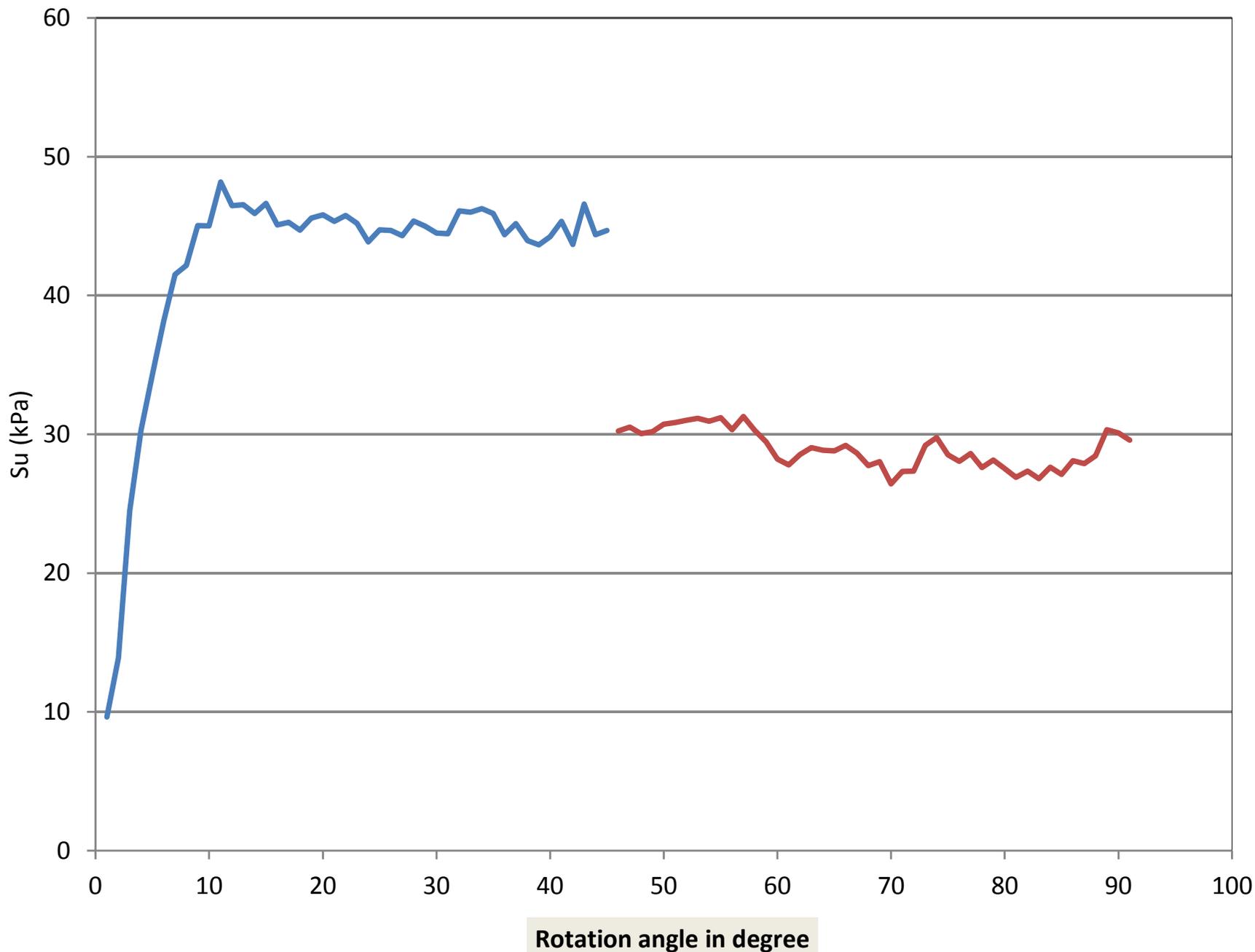
Max Remoulded shear strength : 31,3 kPa / 14,3 Nm

Vane blade: D50 x H100



heiligenstadt gmbh
Beratende Ingenieure VBI

Gutachten Nr.: 2190422, Anlage 2.4, Seite 1



Datum:
11.12.2018
Projektnummer:
20181109-10003
Projekt:
Vetter
Ravensburg

Vane unit:2048
Software:
v1.00.18

20190521-10001 / T#: CPT 2-2 D: 4.0

Max Undisturbed shear strength : 32,1 kPa / 14,7 Nm

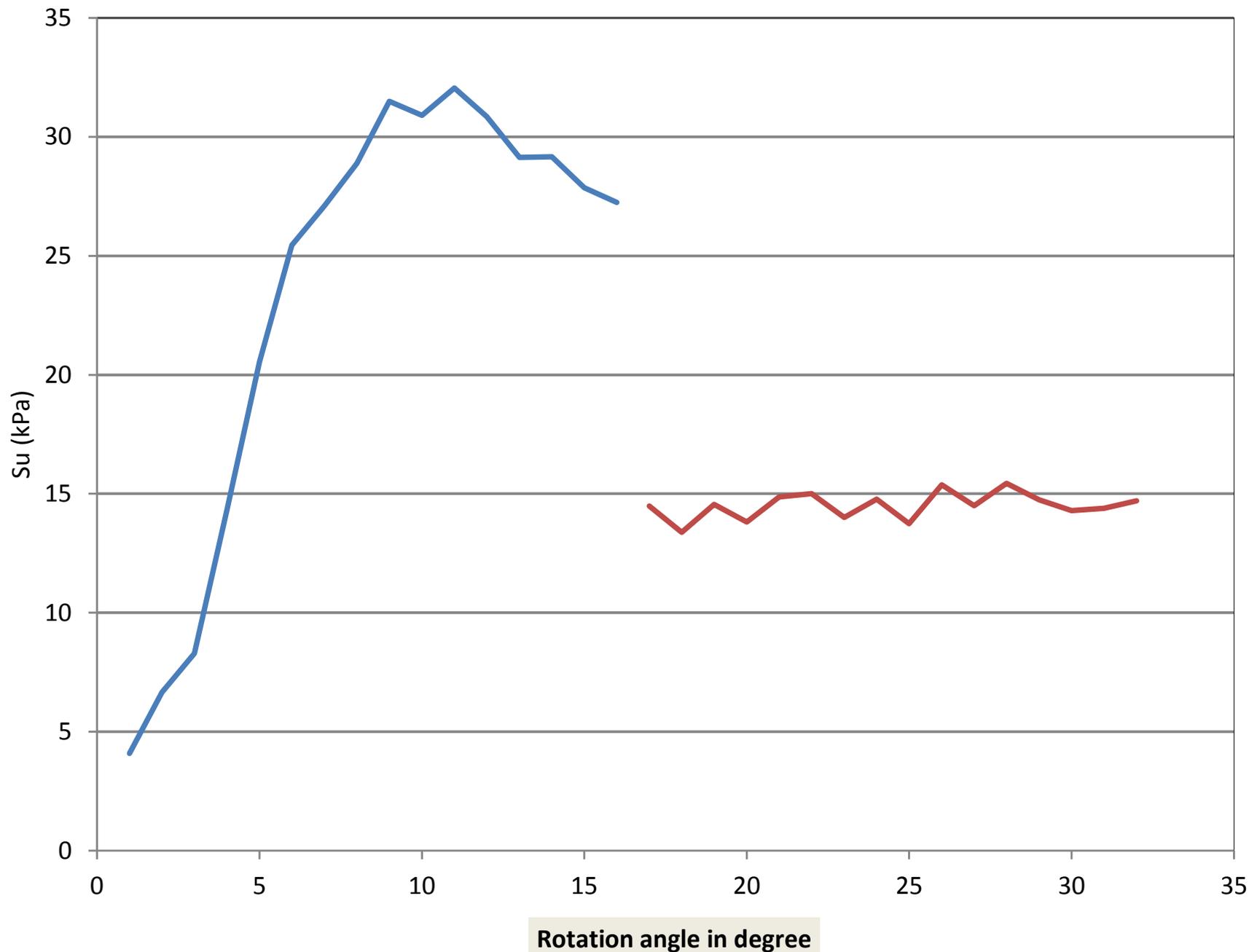
Max Remoulded shear strength : 15,4 kPa / 7,1 Nm

Vane blade: D50 x H100



heiligenstadt gmbh
Beratende Ingenieure VBI

Gutachten Nr.: 2190422, Anlage 2.4, Seite 2



Datum:

01.07.2019

Projektnummer:

20190521-10001

Projekt:

Konstanz_Reiche
naustraße

Vane unit:2048

Software:

v1.00.18

20190521-10001 / T#: CPT 2-3 D: 5.0

Max Undisturbed shear strength : 42,9 kPa / 19,7 Nm

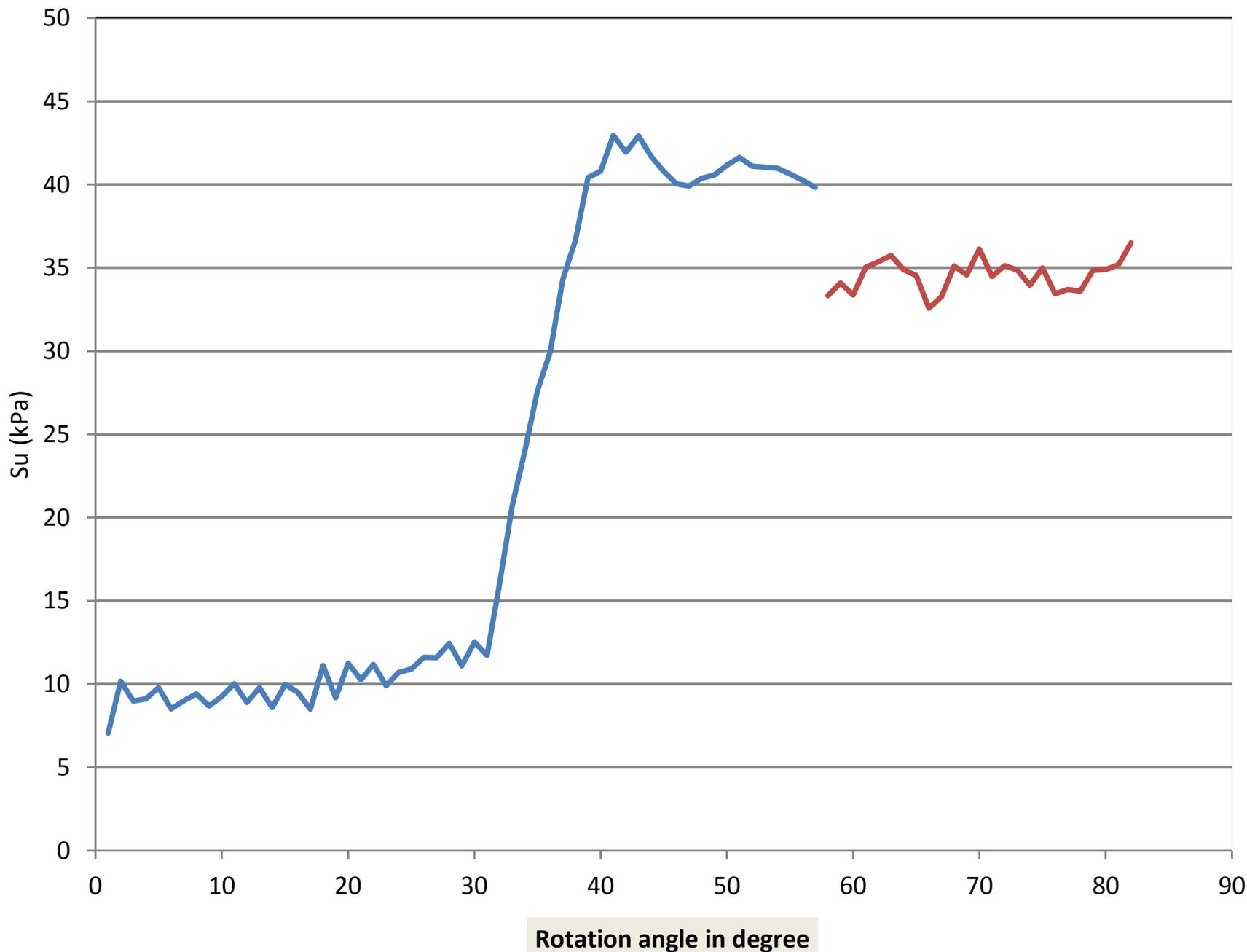
Max Remoulded shear strength : 36,5 kPa / 16,7 Nm

Vane blade: D50 x H100



heiligenstadt gmbh
Beratende Ingenieure VBI

Gutachten Nr.: 2190422, Anlage 2.4, Seite 3



Datum:

01.07.2019

Projektnummer:

20190521-10001

Projekt:

Konstanz_Reiche
naustraße

Vane unit:2048

Software:

v1.00.18

20190521-10001 / T#: CPT 2-4 D: 6.0

Max Undisturbed shear strength : 52,6 kPa / 24,1 Nm

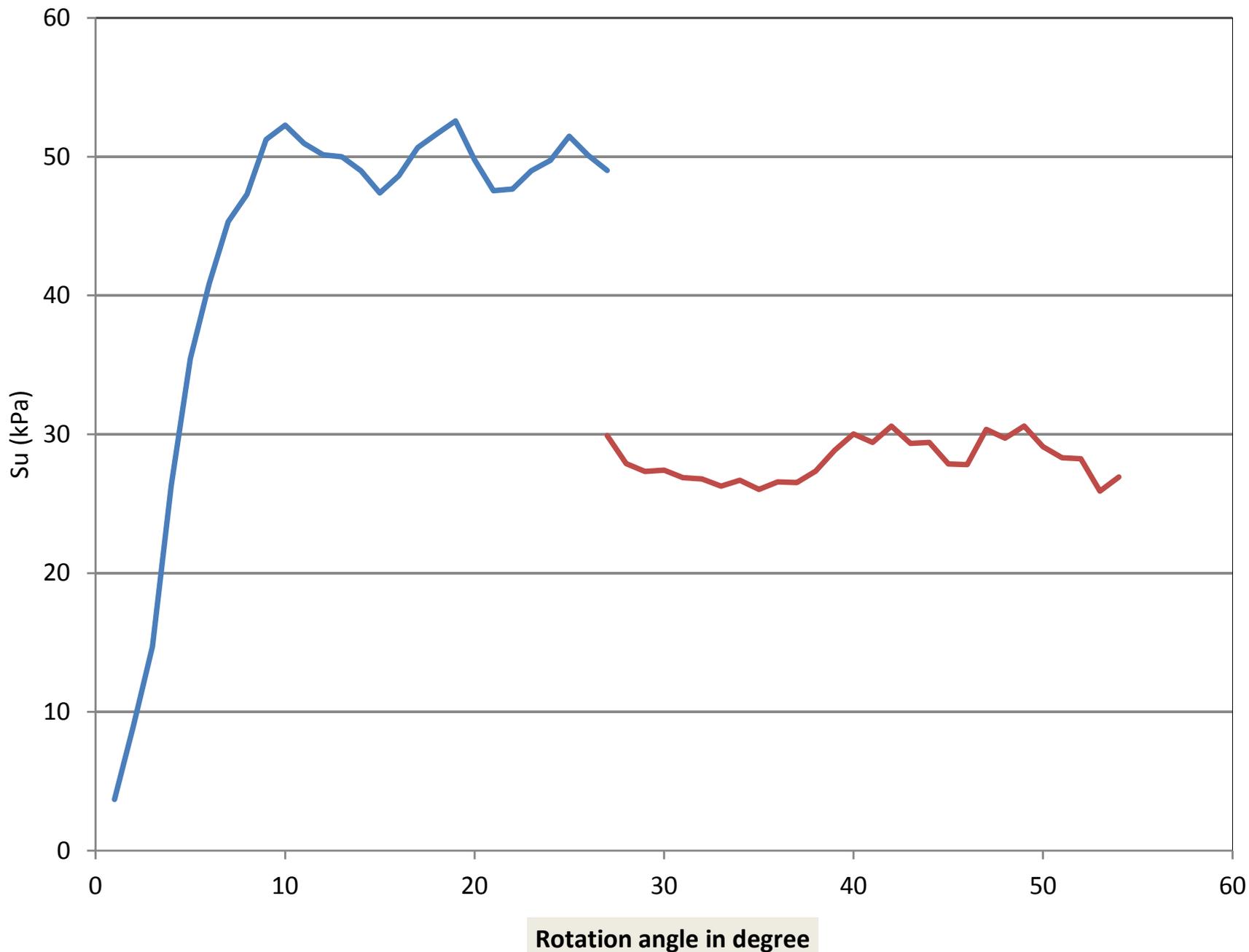
Max Remoulded shear strength : 30,6 kPa / 14 Nm

Vane blade: D50 x H100



heiligenstadt gmbh
Beratende Ingenieure VBI

Gutachten Nr.: 2190422, Anlage 2.4, Seite 4



Datum:

01.07.2019

Projektnummer:

20190521-10001

Projekt:

Konstanz_Reiche
naustraße

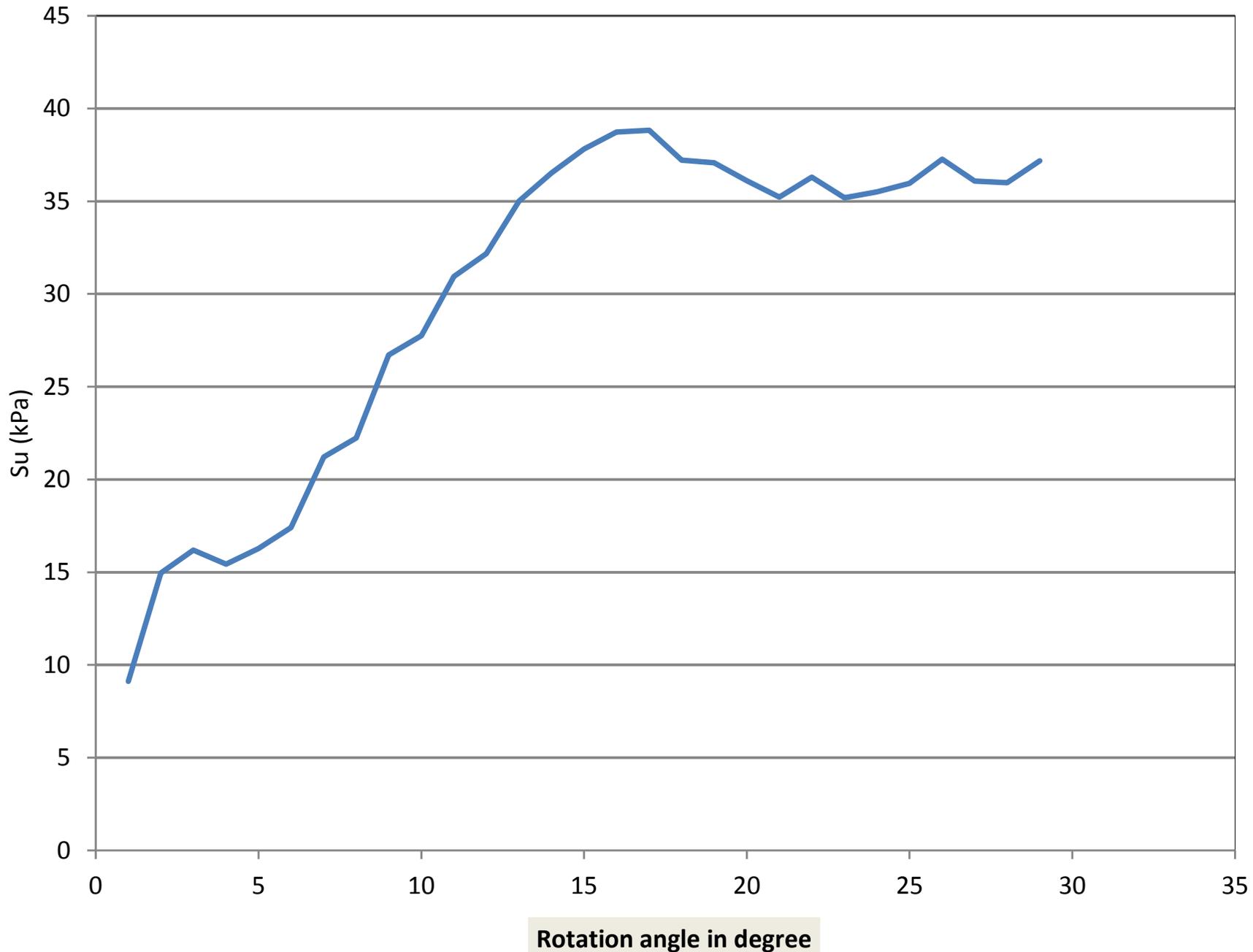
Vane unit:2048

Software:
v1.00.18

Max Undisturbed shear strength : 38,8 kPa / 17,8 Nm

20190521-10001 / T#: CPT 2-5 D: 7.0

Vane blade: D50 x H100



Datum:
01.07.2019
Projektnummer:
20190521-10001
Projekt:
Konstanz_Reiche
naustraße

Vane unit:2048
Software:
v1.00.18

20190521-10001 / T#: CPT 2-8 D: 9.0

Max Undisturbed shear strength : 82,5 kPa / 37,8 Nm

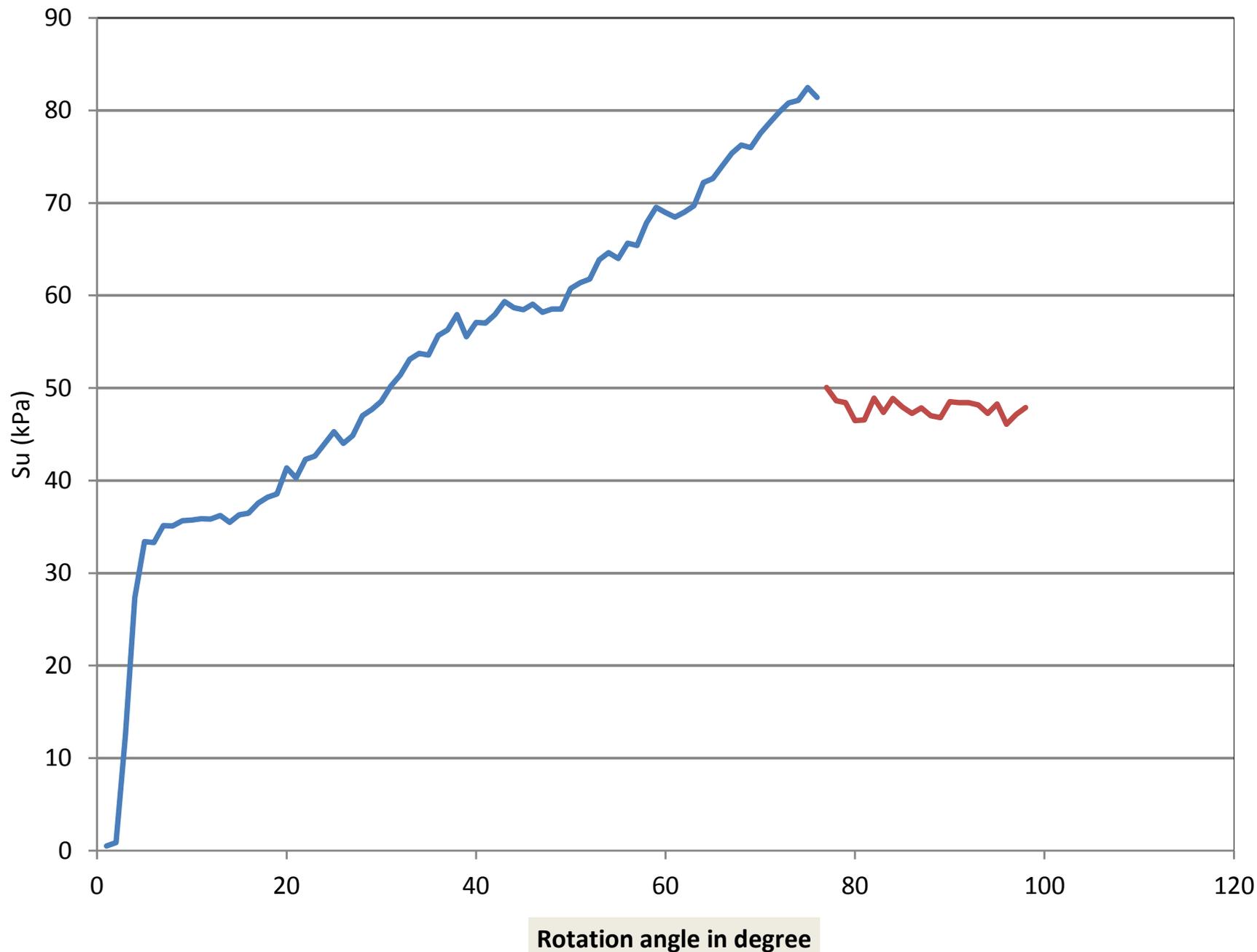
Max Remoulded shear strength : 50,1 kPa / 22,9 Nm

Vane blade: D50 x H100



heiligenstadt gmbh
Beratende Ingenieure VBI

Gutachten Nr. 2190422, Anlage 2.4, Seite 6



Datum:

01.07.2019

Projektnummer:

20190521-10001

Projekt:

Konstanz_Reiche
naustraße

Vane unit:2048

Software:

v1.00.18

20190521-10001 / T#: CPT 2-9 D: 10.0

Max Undisturbed shear strength : 42,6 kPa / 19,5 Nm

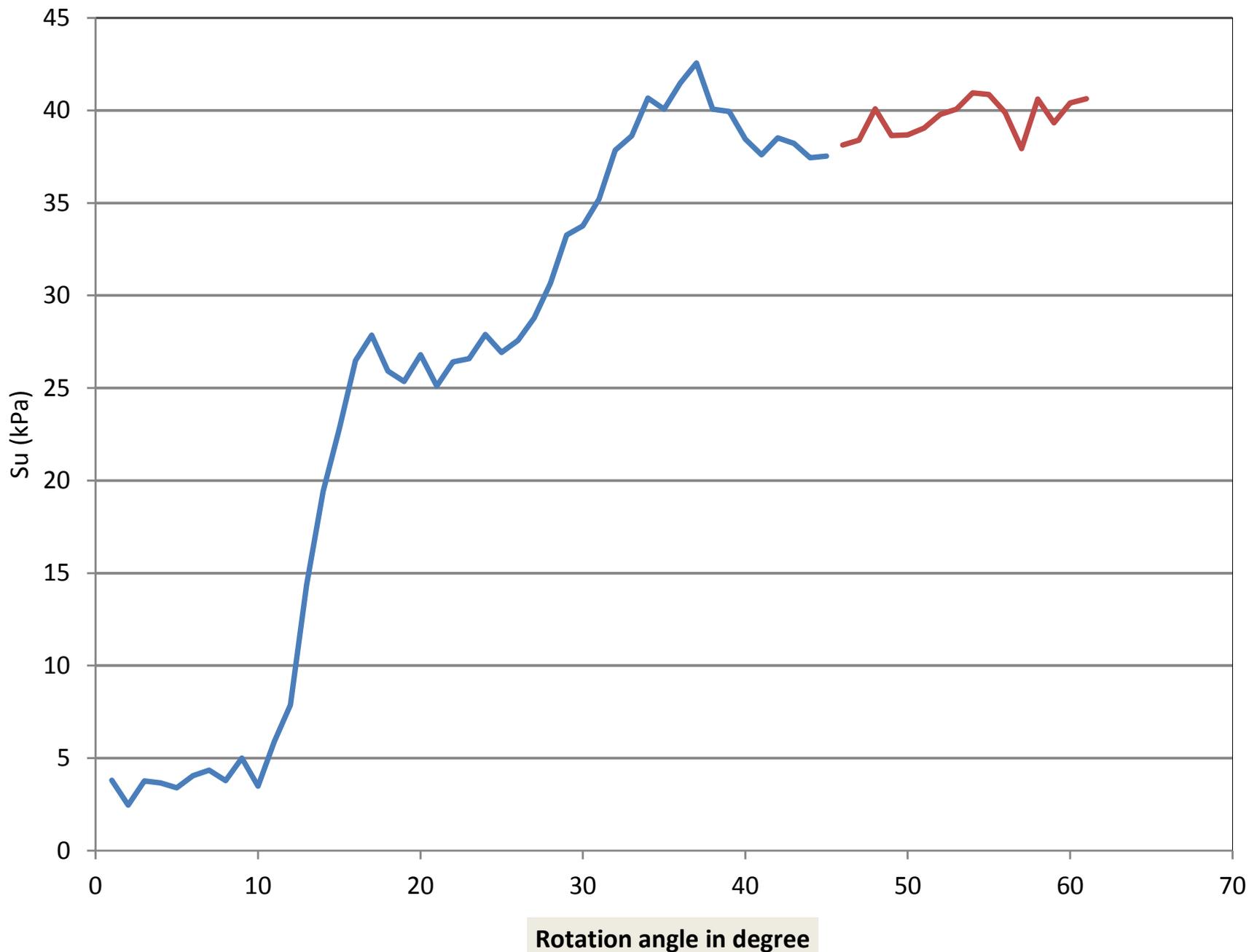
Max Remoulded shear strength : 41 kPa / 18,8 Nm

Vane blade: D50 x H100



heiligenstadt gmbh
Beratende Ingenieure VBI

Gutachten Nr.: 2190422, Anlage 2.4, Seite 7



Datum:

01.07.2019

Projektnummer:

20190521-10001

Projekt:

Konstanz_Reiche
naustraße

Vane unit:2048

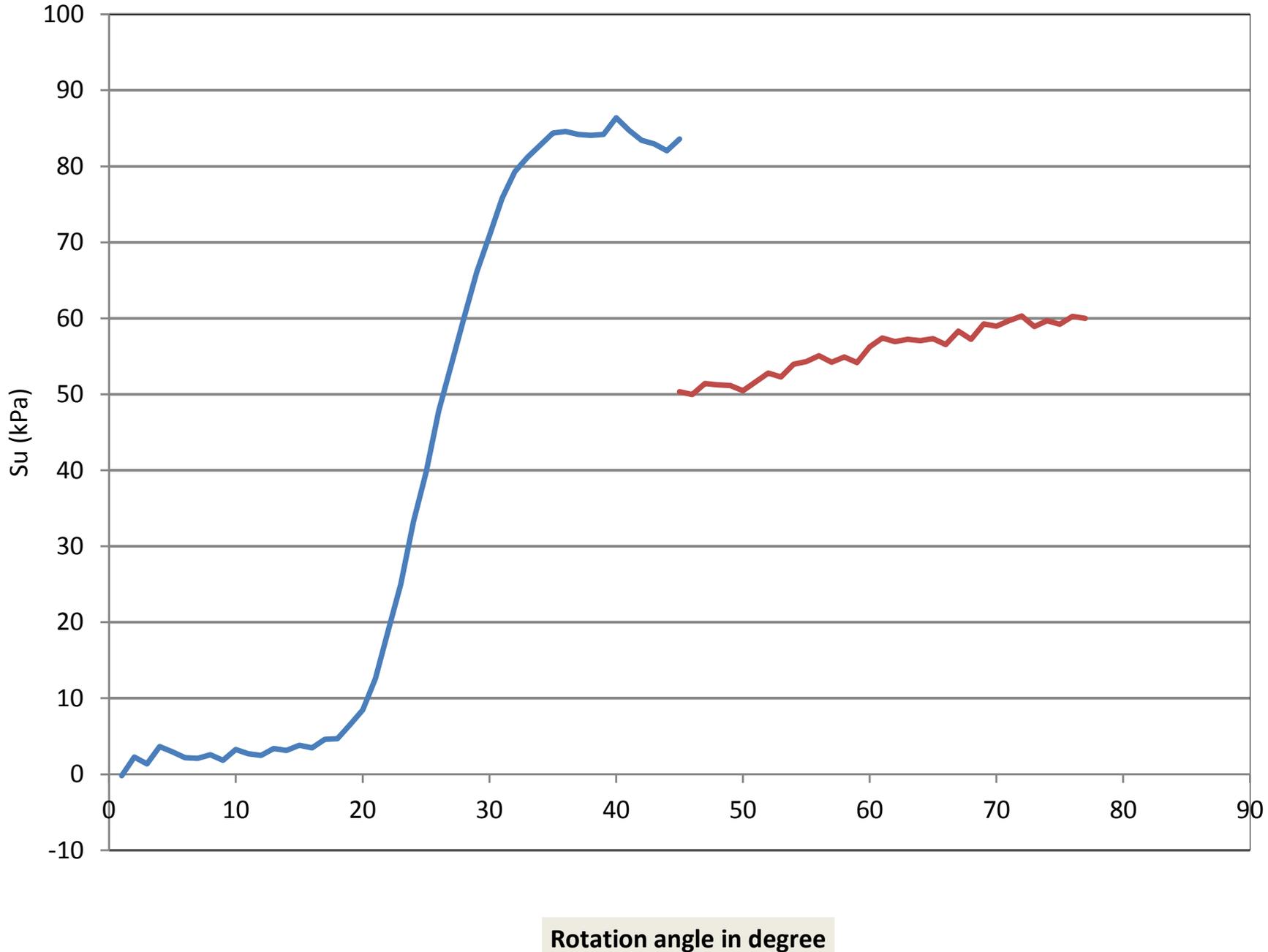
Software:
v1.00.18

Max Undisturbed shear strength : 86,4 kPa / 39,6 Nm

Max Remoulded shear strength : 60,3 kPa / 27,6 Nm

20190521-10001 / T#: CPT 2-10 D: 11.0

Vane blade: D50 x H100



Datum:

01.07.2019

Projektnummer:

20190521-10001

Projekt:

Konstanz_Reiche
naustraße

Vane unit:2048

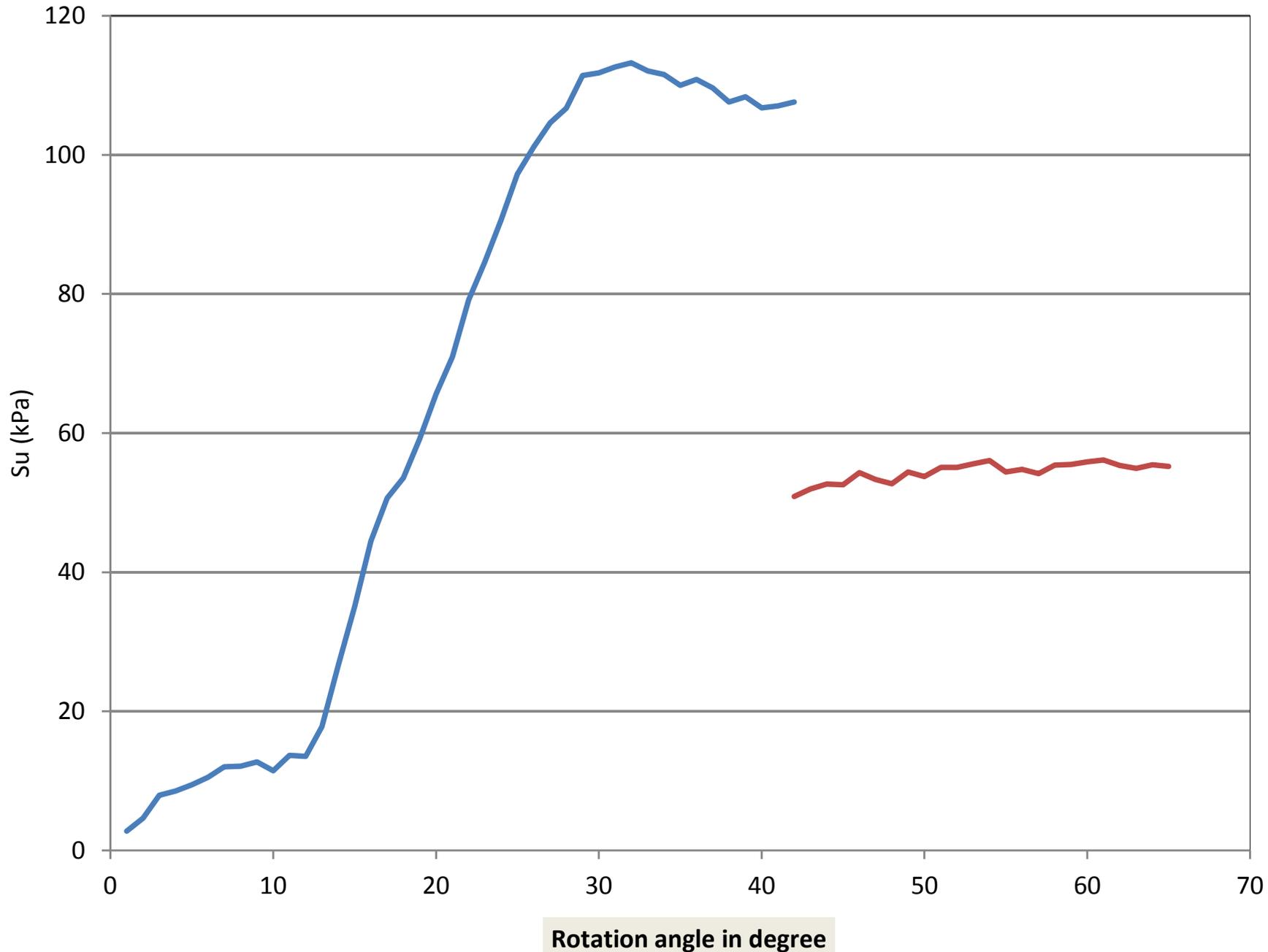
Software:

v1.00.18

Max Undisturbed shear strength : 113,2 kPa / 51,9 Nm

20190521-10001 / T#: CPT 2-11 D: 12.0 Max Remoulded shear strength : 56,1 kPa / 25,7 Nm

Vane blade: D50 x H100



Datum:

01.07.2019

Projektnummer:

20190521-10001

Projekt:

Konstanz_Reiche
naustraße

Vane unit:2048

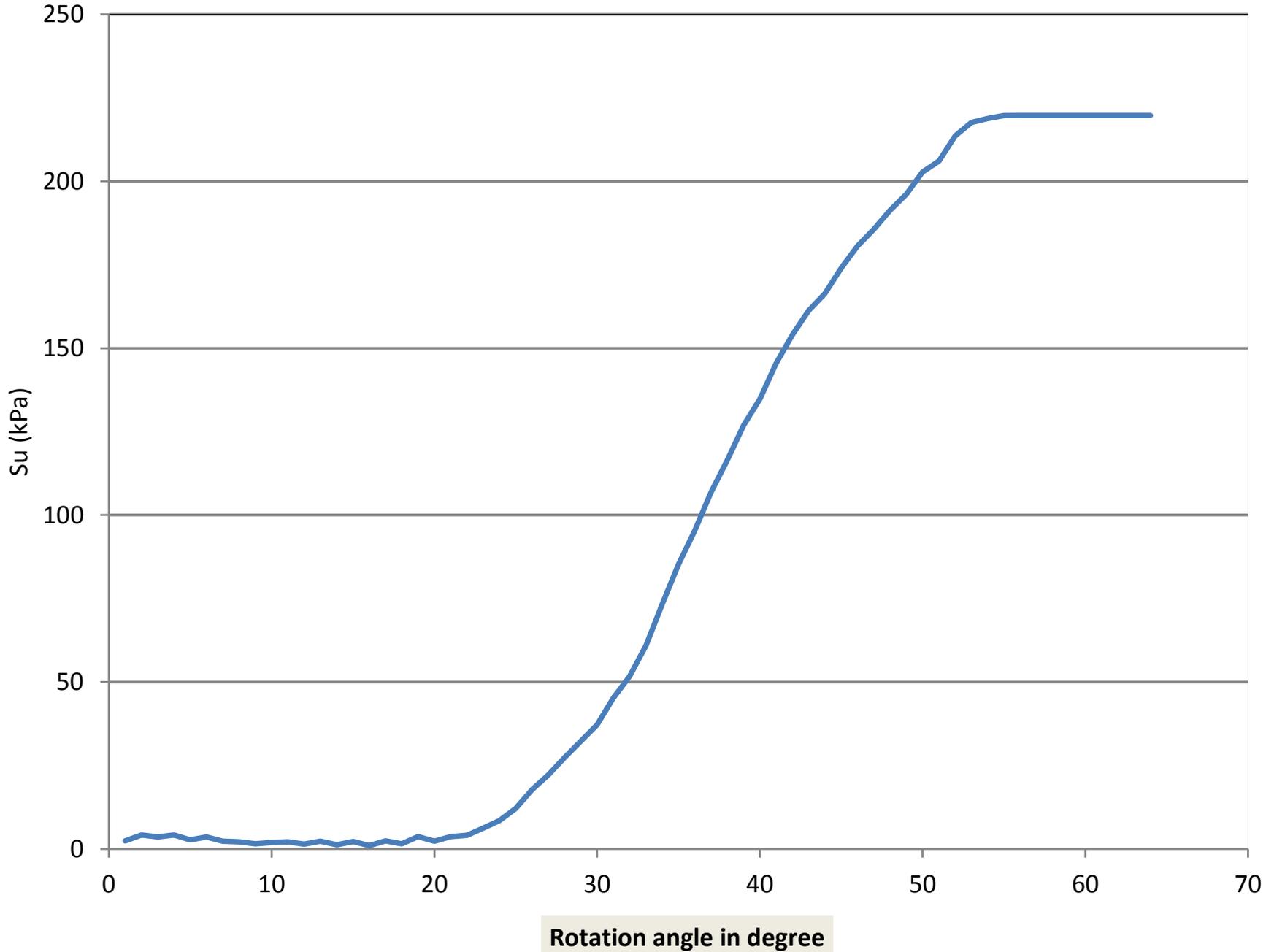
Software:

v1.00.18

20190521-10001 / T#: CPT 2-12 D: 13.0

Max Undisturbed shear strength : 219,7 kPa / 100,7 Nm

Vane blade: D50 x H100



Datum:
01.07.2019
Projektnummer:
20190521-10001
Projekt:
Konstanz_
Reichenaustraße

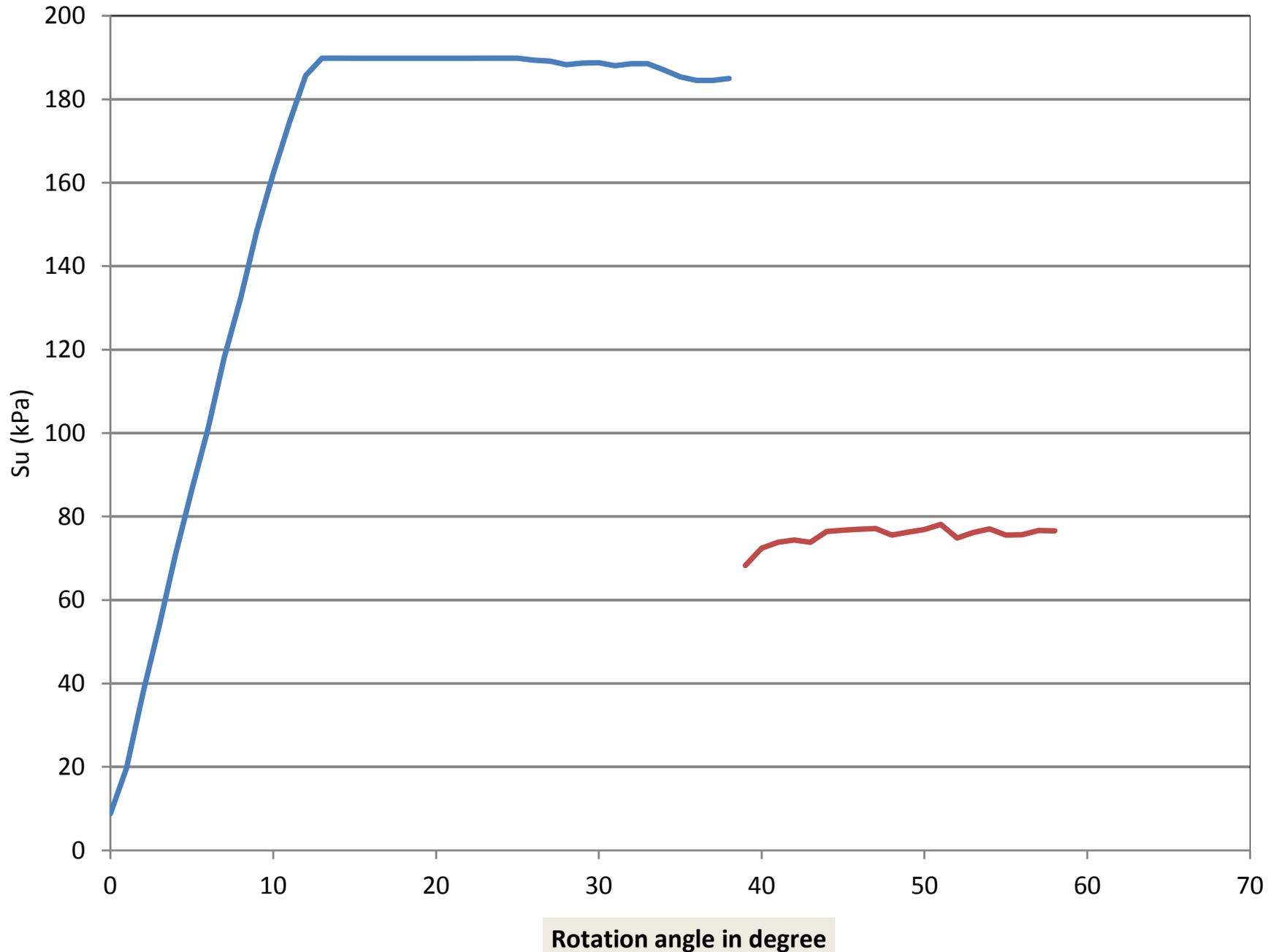
Vane unit:2048
Software:
v1.00.18

20190521-10001 / T#: CPT 2-13 D: 14.0

Max Undisturbed shear strength : 189,8 kPa / 87 Nm

Max Remoulded shear strength : 78,1 kPa / 35,8 Nm

Vane blade: D50 x H100



Datum:

01.07.2019

Projektnummer:

20190521-10001

Projekt:

Konstanz_Reiche
naustraße

Vane unit:2048

Software:

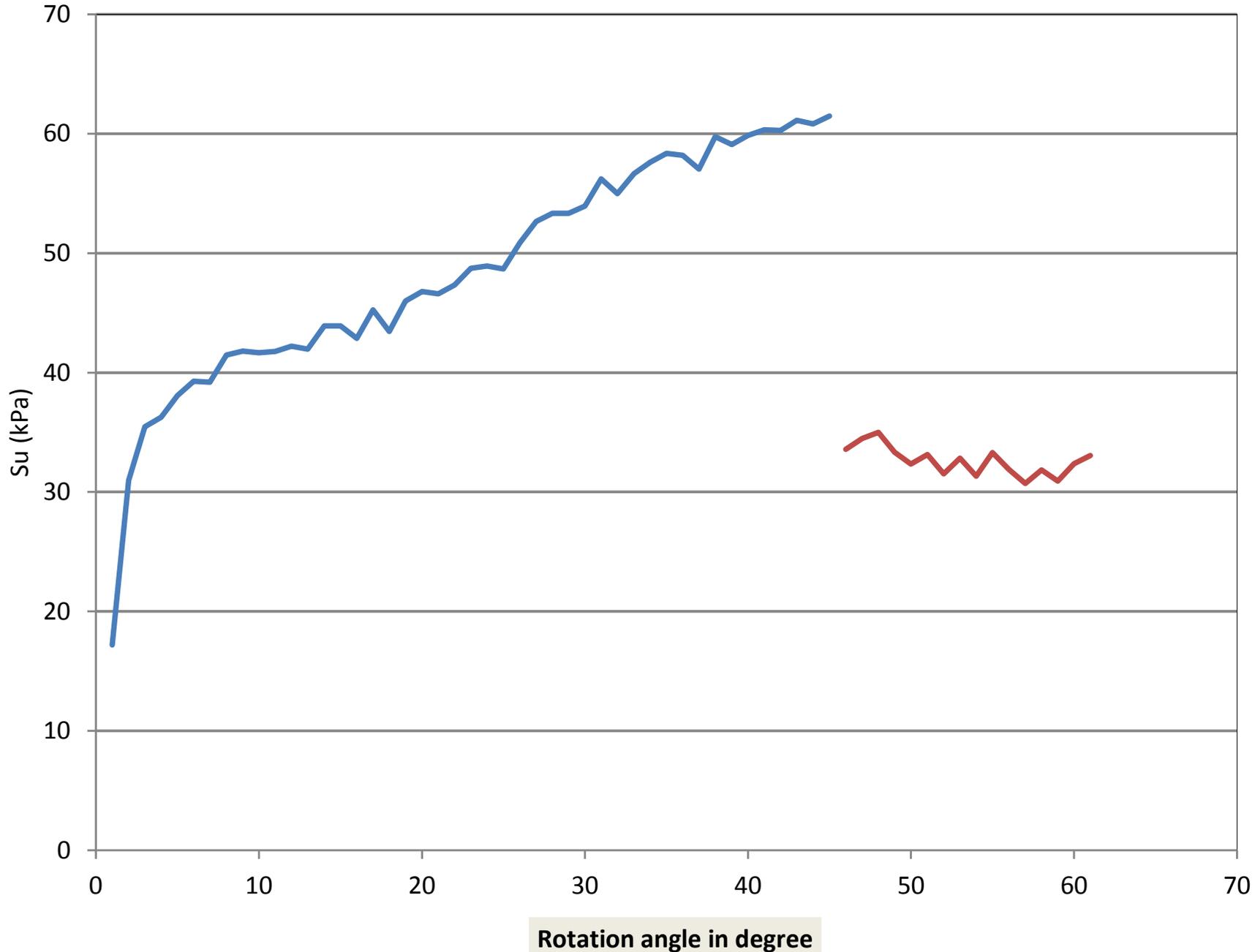
v1.00.18

Max Undisturbed shear strength : 61,5 kPa / 28,2 Nm

20190521-10001 / T#: CPT 2-15 D: 16.0

Max Remoulded shear strength : 35 kPa / 16 Nm

Vane blade: D50 x H100



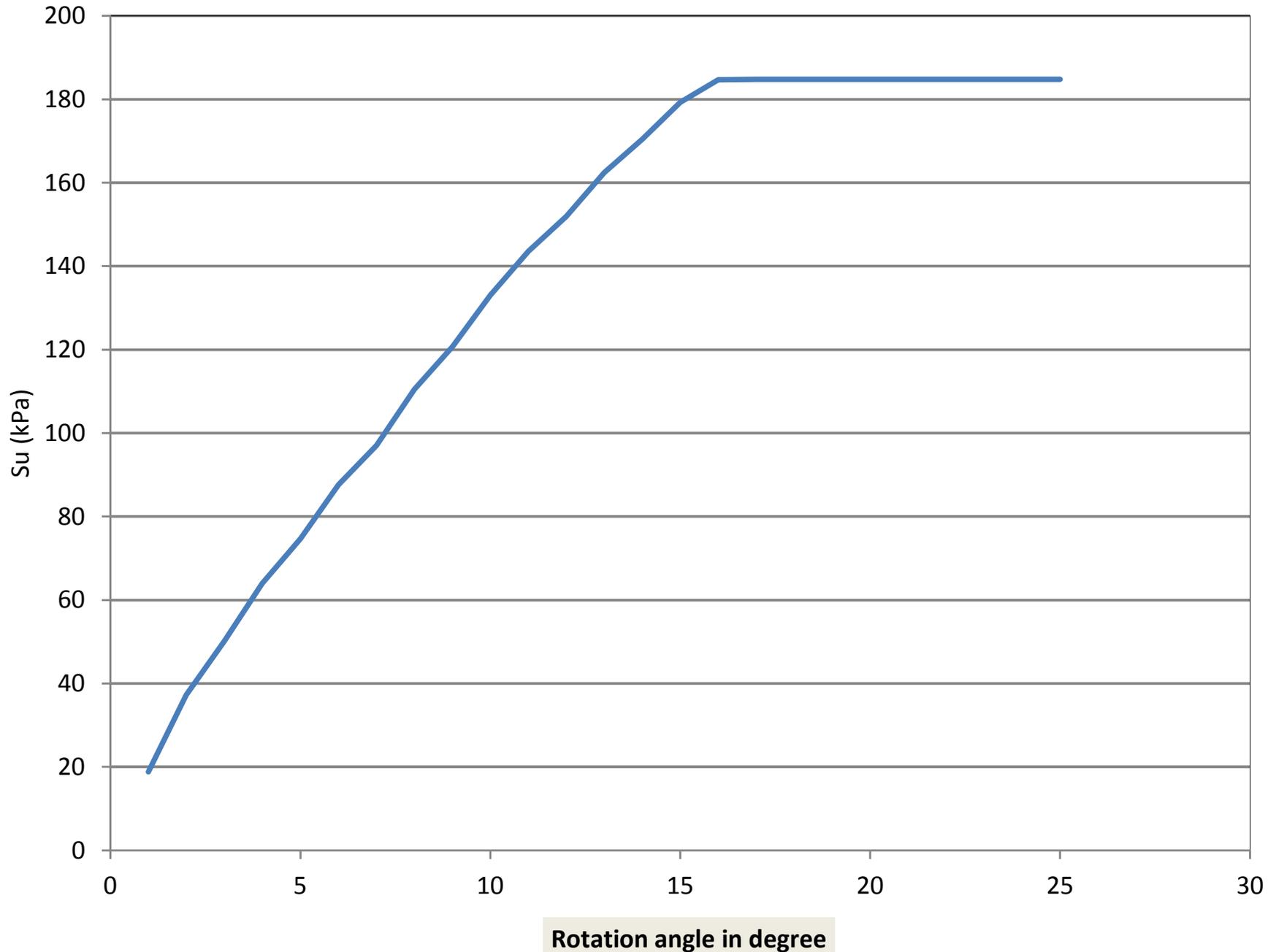
Datum:
01.07.2019
Projektnummer:
20190521-10001
Projekt:
Konstanz_Reiche
naustraße

Vane unit:2048
Software:
v1.00.18

Max Undisturbed shear strength : 184,8 kPa / 84,7 Nm

20190521-10001 / T#: CPT 2-16 D: 17.0

Vane blade: D50 x H100



— Undisturbed
shear
strength

Datum:

01.07.2019

Projektnummer:

20190521-10001

Projekt:

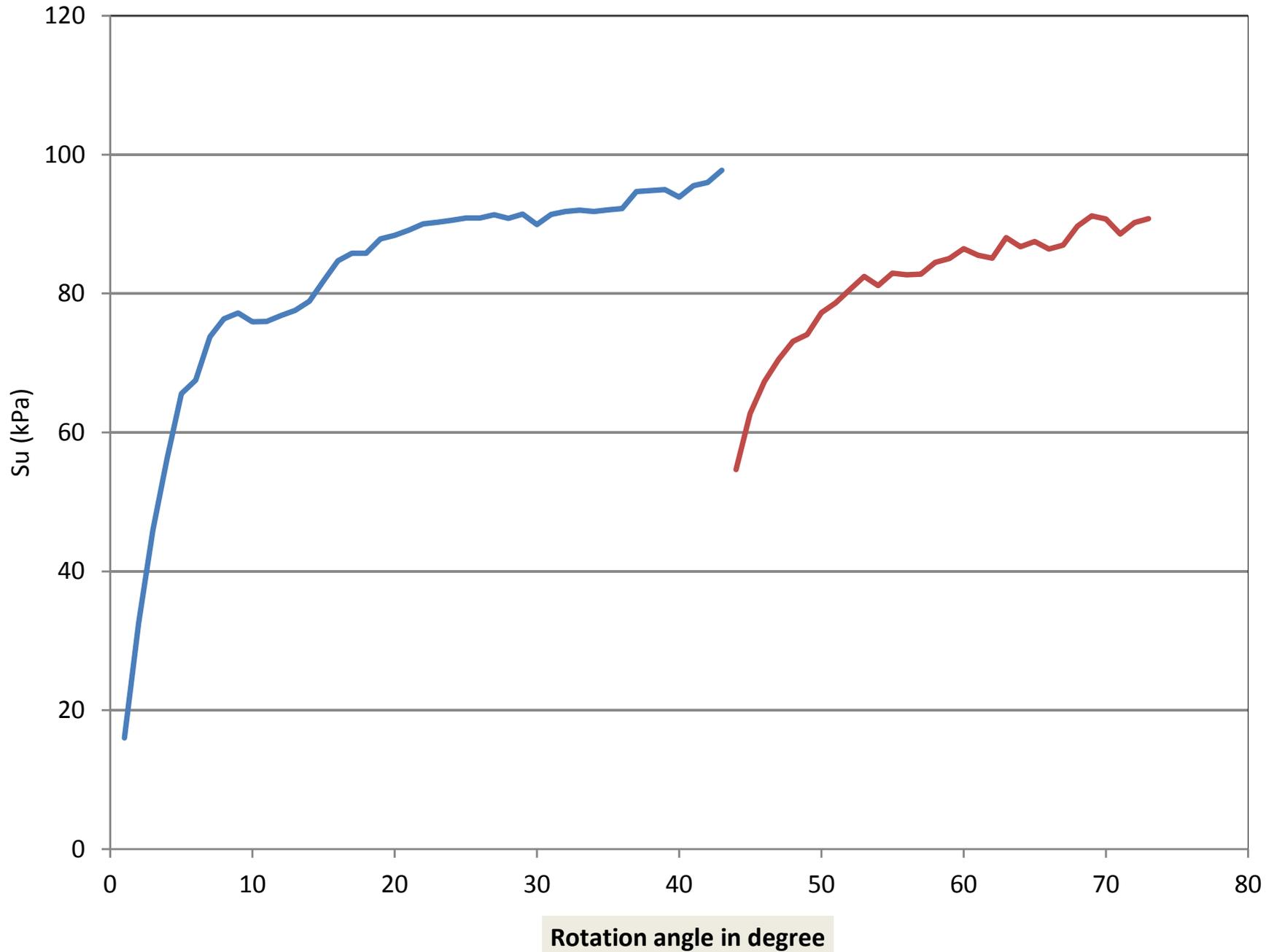
Konstanz_Reiche
naustraße

Vane unit:2048

Software:

v1.00.18

20190521-10001 / T#: CPT 2-17 D: 18.0
Max Undisturbed shear strength : 97,8 kPa / 44,8 Nm
Max Remoulded shear strength : 91,2 kPa / 41,8 Nm
Vane blade: D50 x H100



Datum:
01.07.2019
Projektnummer:
20190521-10001
Projekt:
Konstanz_Reiche
naustraße

Vane unit:2048
Software:
v1.00.18

20190521-10001 / T#: CPT 2-18 D: 19.0

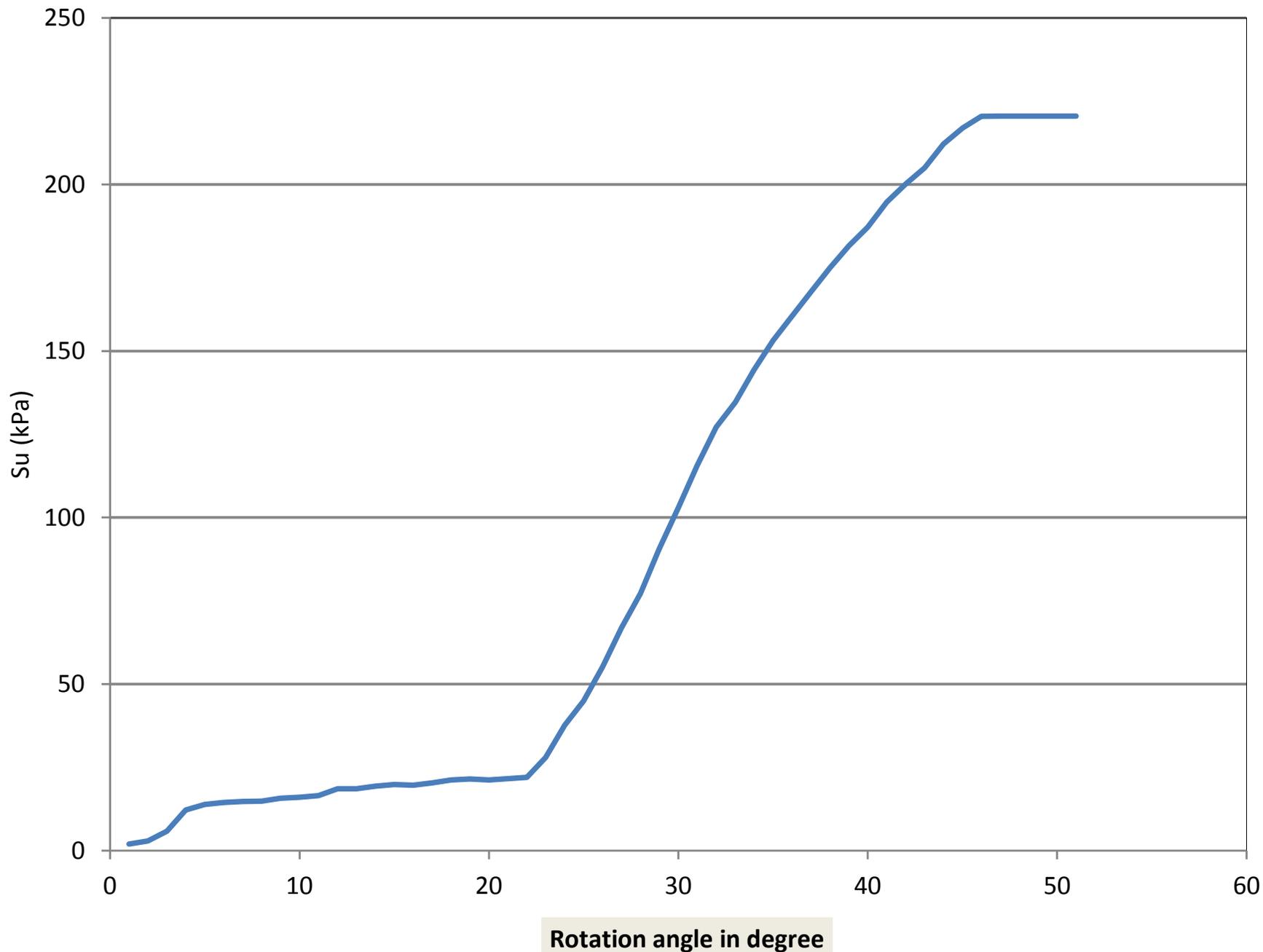
Max Undisturbed shear strength : 220,5 kPa / 101,1 Nm

Vane blade: D50 x H100



heiligenstadt gmbh
Beratende Ingenieure VBI

Gutachten Nr. 2190422, Anlage 2.4, Seite 15



— Undisturbed shear strength

Datum:

01.07.2019

Projektnummer:

20190521-10001

Projekt:

Konstanz_Reiche
naustraße

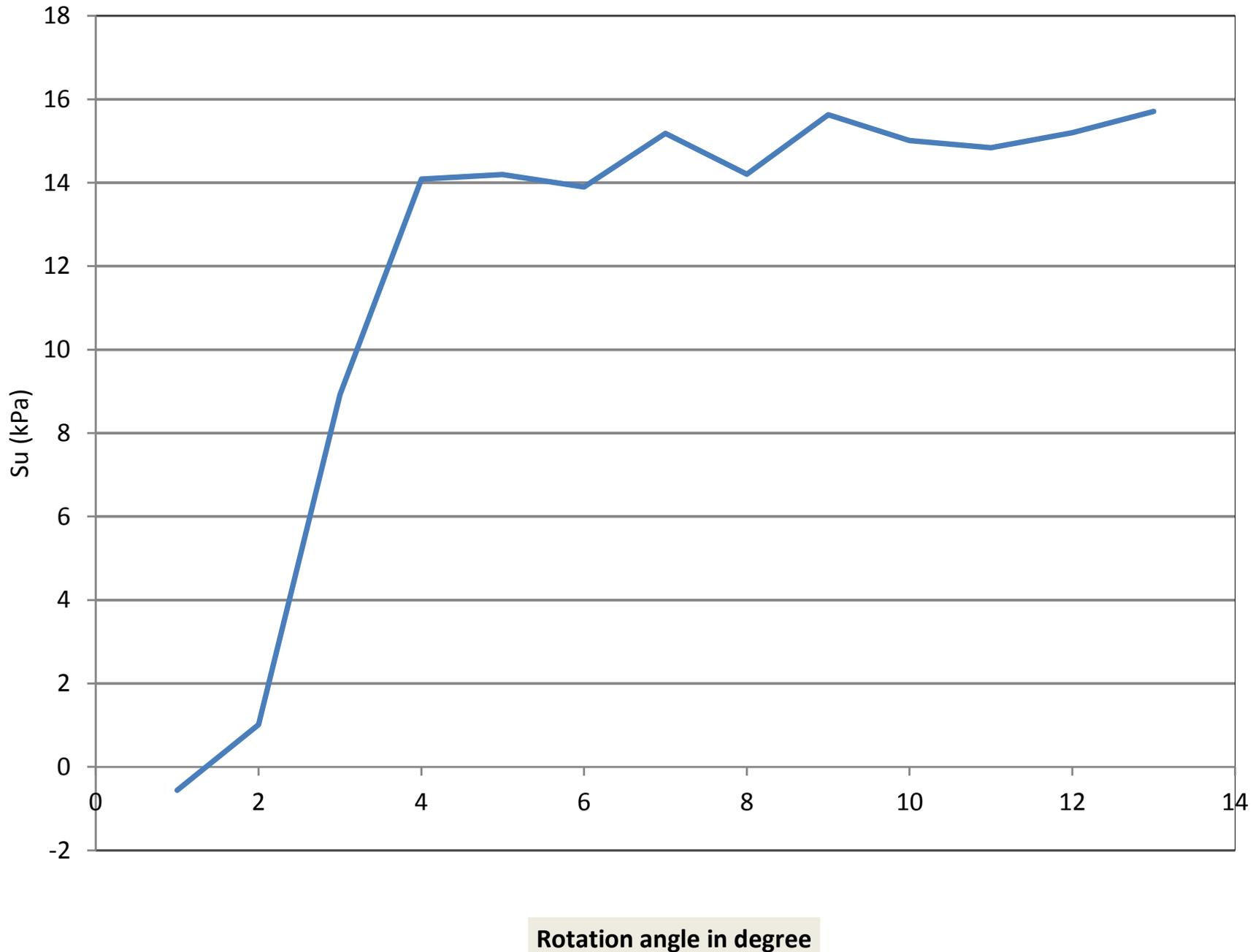
Vane unit:2048

Software:
v1.00.18

Max Undisturbed shear strength : 15,7 kPa / 7,2 Nm

20190521-10001 / T#: CPT 2-19 D: 20.0

Vane blade: D50 x H100



— Undisturbed
shear
strength

Datum:

01.07.2019

Projektnummer:

20190521-10001

Projekt:

Konstanz_

Reichenaustraße

Vane unit:2048

Software:

v1.00.18

ANLAGE 3

Bodenmechanische Laborergebnisse

- 3.1 Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17 892-1
- 3.2 Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17 892-4
- 3.3 Konsistenzgrenzen nach DIN EN ISO 17 892-12
- 3.4 Bestimmung des Glühverlusts nach DIN 18 128



Wassergehalt
Bestimmung durch Ofentrocknung
DIN EN ISO 17892-1

GA-Nr.:
2190422
Anlage:
3.1.1

Projekt: Brückenkopf Nord
Projekt-Nr.: 2190422

Datum: Mai/Juni 2019
Name: HPC-Rottenburg/uhe

Bezeichnung der Probe		Wassergehalt	Bemerkungen
Entnahmestelle	Entnahmetiefe [m u GOK]		
		[%]	
B 1	9,00	27,0	
	10,00	39,6	
	11,00	34,4	
	12,00	37,0	
	13,00	22,5	
	13,50	37,2	
	14,30	18,2	
	15,50	15,4	
	16,50	13,2	
	17,50	6,7	
	18,50	5,8	
	19,50	6,2	
	20,50	8,7	
21,50	8,7		
22,50	7,8		
B 2	9,00	20,7	
	10,00	20,4	
	11,00	27,3	
	12,00	29,3	
	13,00	29,7	
	14,00	16,5	
	15,00	16,8	
	16,00	13,1	
17,00	12,4		
18,00	11,0		



Wassergehalt
Bestimmung durch Ofentrocknung
DIN EN ISO 17892-1

GA-Nr.:
2190422
Anlage:
3.1.2

Projekt: Brückenkopf Nord
Projekt-Nr.: 2190422

Datum: Mai/Juni 2019
Name: HPC-Rottenburg/uhe

Bezeichnung der Probe		Wassergehalt	Bemerkungen
Entnahmestelle	Entnahmetiefe [m u GOK]		
B 2	19,00	10,6	
	20,00	9,6	
	20,70	13,8	
	22,00	9,5	
B 4	12,00	28,9	
B 6	14,4	28,1	
B 7	8,00	6,5	
B 8	4,00	35,0	
B 11	10,00	28,3	
	11,00	30,4	
	12,00	33,6	
	13,00	26,5	
	14,00	30,3	
	15,00	32,4	
	16,00	28,5	
	17,00	28,5	
	18,00	33,7	
	19,00	22,4	
	20,00	23,6	
	21,00	21,6	
	22,00	9,6	



Wassergehalt
Bestimmung durch Ofentrocknung
DIN EN ISO 17892-1

GA-Nr.:
2190422
Anlage:
3.1.3

Projekt: Brückenkopf Nord
Projekt-Nr.: 2190422

Datum: Mai/Juni 2019
Name: HPC-Rottenburg/uhe

Bezeichnung der Probe Entnahme- stelle	Entnahme- tiefe [m u GOK]	Wassergehalt	Bemerkungen
		[%]	
B11	23,00	13,5	
	24,00	8,7	
	25,00	9,2	
	26,00	9,4	
	27,00	9,4	
	28,00	8,4	
B 12	10,00	22,8	
	11,00	34,4	
	12,00	29,4	
	13,00	29,2	
	14,00	24,4	
	15,00	30,9	
	16,00	20,2	
	17,00	17,0	
	18,00	15,6	
	19,00	19,6	
	20,00	12,7	
	21,00	12,6	
	22,00	7,7	
	23,00	10,0	
	24,00	9,5	
25,00	8,3		
26,00	7,0		
27,00	9,2		



Wassergehalt
Bestimmung durch Ofentrocknung
DIN EN ISO 17892-1

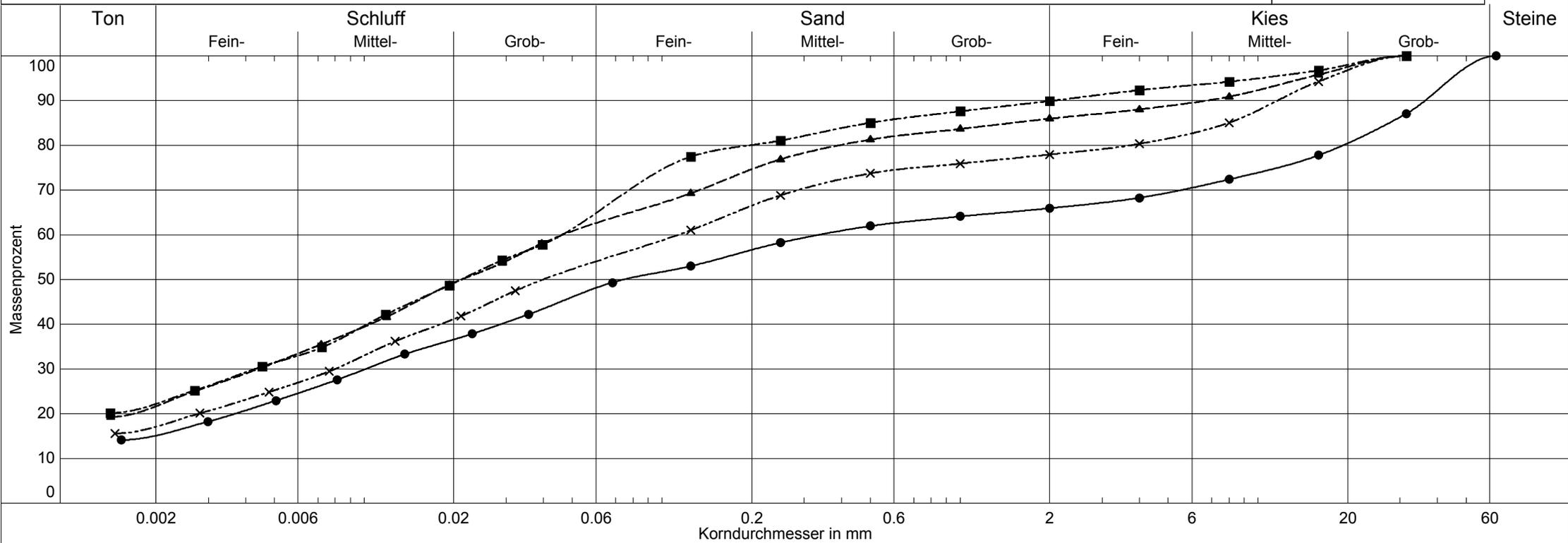
GA-Nr.:
2190422
Anlage:
3.1.4

Projekt: Brückenkopf Nord
Projekt-Nr.: 2190422

Datum: Mai/Juni 2019
Name: HPC-Rottenburg/uhe

Bezeichnung der Probe Entnahme- stelle	Entnahme- tiefe [m u GOK]	Wassergehalt	Bemerkungen
		[%]	
B 13	7,00	30,7	
	8,00	30,1	
	9,00	35,8	
	10,00	41,6	
	11,00	32,3	
	12,00	29,4	
	13,00	23,4	
	14,00	22,4	
	15,00	16,4	
	16,00	9,9	
	17,00	7,1	
	18,00	5,4	
	19,00	6,3	
	20,00	6,6	
21,00	6,1		
22,00	7,3		
B 14	8,00	19,2	
	9,00	31,2	
	10,00	27,3	
	11,00	27,0	
	12,00	32,1	
	13,00	31,7	
	14,00	34,0	
15,00	24,5		
16,00	14,5		

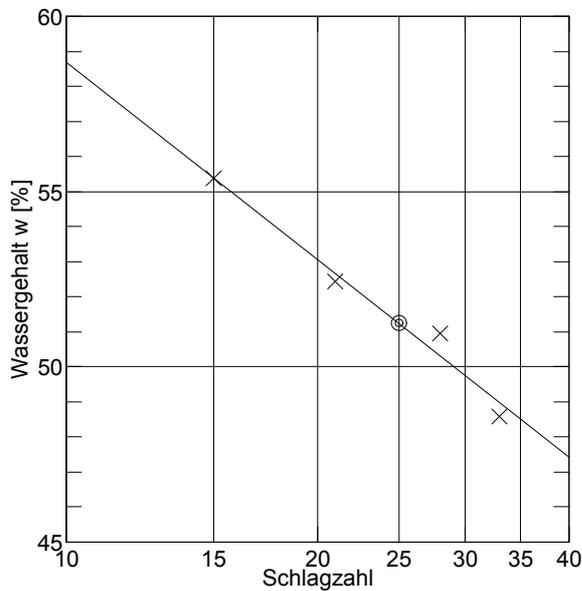
Gutachten-Nr.:	2190422	Anlage:	3.2
Projekt:	Brückenkopf Nord		
KORNVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4	Datum Probennahme:	Mai/Juni 2019	
	Dateiname:	HPC_2190422_An1_3-2.dsc	



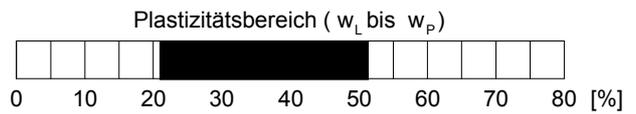
Entnahmestelle/Schicht	B 1	B 11	B 11	B 14
Labornummer	—●— B1/19,5	---▲--- B11/25,0	---■--- B11/26,0	---×--- B14/24,0
Entnahmetiefe	19,5 m	25,0 m	26,0 m	24,0 m
Wassergehalt	6.2 %	9.2 %	9.4 %	7.7 %
Bodenart	U,gg,mg',fs',ms'	U,fs',mg',ms'	U,fs',g',ms'	U,mg',fs',ms',fg'
Frostempfindlichkeitsklasse	F3	F3	F3	F3
Anteil < 0.063 mm	48.6 %	63.1 %	65.8 %	54.5 %
Kornfraktionen T/U/S/G/X	15.1/33.5/17.3/34.1 %	21.6/41.4/22.9/14.1 %	22.2/43.6/24.1/10.1 %	17.1/37.4/23.4/22.1 %
d10 / d60	- /0.335 mm	- /0.046 mm	- /0.046 mm	- /0.113 mm
Bodengruppe DIN 18196	U	U	U	U
kf nach Kaubisch	5.7E-009 m/s	-(0.063 >= 60%)	-(0.063 >= 60%)	2.3E-009 m/s

Gutachten-Nr.: 2190422	Anlage: 3.3.1	
Projekt: Brückenkopf Nord		
Bodenart:	Entnahme am: Mai/Juni 2019	
Entnahmestelle: B 1	Tiefe: 13,5 m	
Art d. Entnahme: gP	ausgeführt durch: HPC-Rottenburg/oz	
DIN EN ISO 17892-12	Dateiname: HPC_2190422_An1_3-3.dck	

Behälter-Nr.	Fließgrenze					Ausrollgrenze				
	28a	25a	109	57x		22a	26a	23a		
Zahl der Schläge	15	28	21	33						
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	28.98	29.94	33.10	38.12		20.87	22.43	20.48	
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	23.48	24.59	26.10	29.84		19.68	20.97	19.12	
Behälter	m_B [g]	13.55	14.09	12.75	12.80		13.96	14.02	12.71	
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	5.50	5.35	7.00	8.28		1.19	1.46	1.36	
Trockene Probe	m_t [g]	9.93	10.50	13.35	17.04		5.72	6.95	6.41	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[%]	55.4	51.0	52.4	48.6		20.8	21.0	21.2	21.0



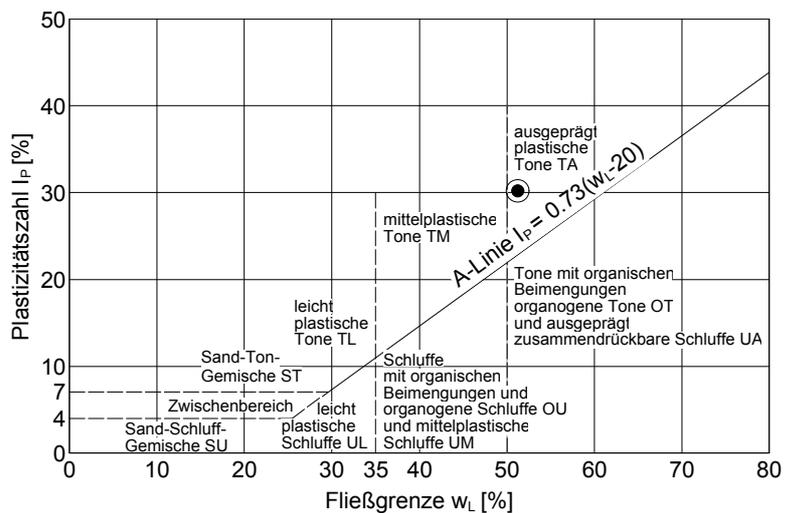
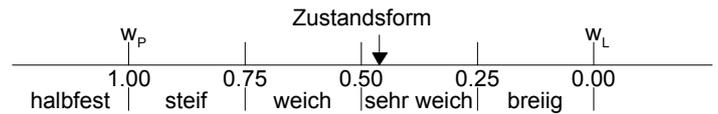
Wassergehalt $w_N = 37.2\%$
 Fließgrenze $w_L = 51.2\%$
 Ausrollgrenze $w_P = 21.0\%$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 30.2\%$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = 0.536$

Konsistenzzahl $I_c = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.464$



ANLAGE 4

Chemische Untersuchungen

4.1 Bestimmung Betonaggressivität nach DIN 4030

Eurofins Umwelt Ost GmbH - Lindenstraße 11
Gewerbegebiet Freiberg Ost - D-09627 - Bobritzsch-Hilbersdorf

HPC AG
Fritz-Reichle-Ring 6a
78315 Radolfzell

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 11916487
Prüfberichtsnummer: AR-19-FR-014997-01

Auftragsbezeichnung: 2190412 Brückenkopf Nord

Anzahl Proben: 1
Probenart: Wasser
Probenahmedatum: 04.06.2019
Probenehmer: Auftraggeber

Probeneingangsdatum: 12.06.2019
Prüfzeitraum: 12.06.2019 - 19.06.2019

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14081-01-00) aufgeführten Umfang.

Stephanie Hennings
Prüfleitung
Tel. +49 37312076525

Digital signiert, 19.06.2019
Stephanie Hennings
Prüfleitung



Probenbezeichnung	BK2
Probenahmedatum/ -zeit	04.06.2019
Probennummer	119066969

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit	
-----------	------	------	---------	----	---------	--

Prüfungen auf Betonaggressivität von Wässern

Färbung, qualitativ	FR	JE02	DIN EN ISO 7887: 2012-04			farblos
Trübung, qualitativ	FR	JE02	qualitativ			ohne
Geruch	FR	JE02	DEV B 1/2: 1971			ohne
Geruch, angesäuert	FR	JE02	DEV B 1/2: 1971			ohne
pH-Wert	FR	JE02	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			7,3
Temperatur pH-Wert	FR	JE02	DIN 38404-C4: 1976-12		°C	20,8
Ammonium	FR	JE02	DIN ISO 15923-1: 2014-07	0,06	mg/l	0,19
Ammonium-Stickstoff	FR	JE02	DIN ISO 15923-1: 2014-07	0,05	mg/l	0,15
Sulfat (SO ₄)	FR	JE02	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	1,0	mg/l	190
Chlorid (Cl)	FR	JE02	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	1,0	mg/l	5,1
Magnesium (Mg)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,02	mg/l	39
Kalkaggressives Kohlendioxid	FR	JE02	DIN 38404-C10: 2012-12	5,0	mg/l	< 5,0
Gesamthärte	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,1	mg CaO/l	398
Gesamthärte	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,002	mmol/l	7,09
Hydrogencarbonathärte	FR	JE02	DEV D 8: 1971	3	mg CaO/l	290
Nichtcarbonathärte	FR	JE02	DEV D 8: 1971		mg CaO/l	110
Permanganat-Verbrauch [KMnO ₄]	FR	JE02	DIN EN ISO 8467: 1995-05	2,0	mg KMnO ₄ /l	8,9
Sulfid, leicht freisetzbar	FR	JE02	DIN 38405-27: 2017-10	0,04	mg/l	< 0,04

Prüfungen auf Stahlaggressivität von Wässern

Säurekapazität pH 4,3 (m-Wert)	FR	JE02	DIN 38409-H7: 2005-12	0,1	mmol/l	10,5
Temperatur Säurekapazität pH 4,3	FR	JE02	DIN 38404-C4: 1976-12		°C	20,8

Anorganische Summenparameter

Säurekapazität nach CaCO ₃ -Zugabe	FR	JE02	DIN 38404-C10: 2012-12	0,1	mmol/l	7,8
Säurekapazität pH 8,2 (p-Wert)	FR	JE02	DIN 38409-H7: 2005-12	0,1	mmol/l	< 0,1
Temperatur Säurekapazität pH 8,2	FR	JE02	DIN 38404-C4: 1976-12		°C	20,8

Anionen

Hydrogencarbonat (HCO ₃ ⁻)	FR	JE02	DEV D 8: 1971	0,1	mmol/l	10,5
---	----	------	---------------	-----	--------	------

Elemente aus der filtrierten Probe

Calcium (Ca)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,02	mg/l	218
--------------	----	------	-----------------------------	------	------	-----

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

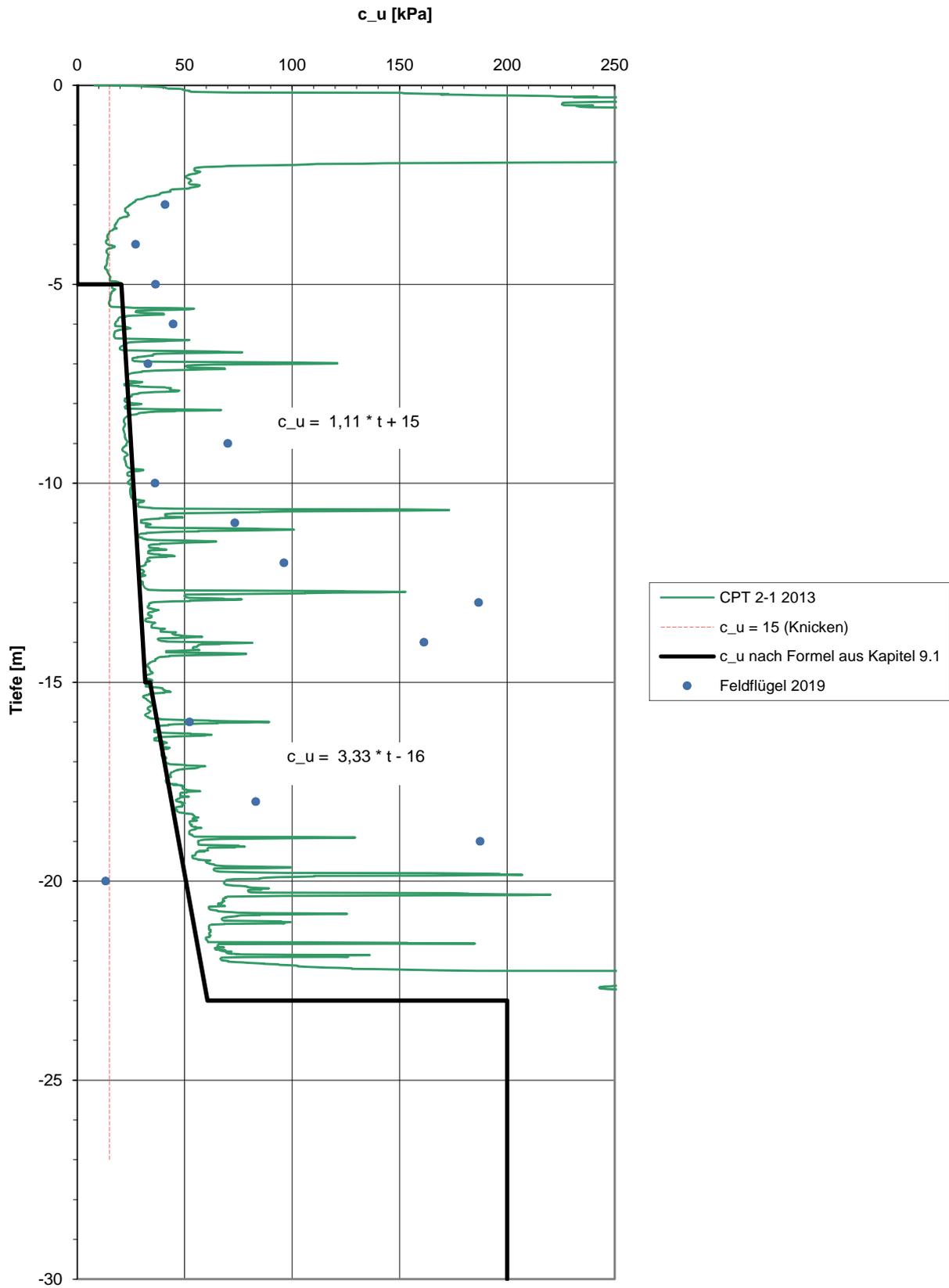
Die mit FR gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt Ost GmbH (Bobritzsch-Hilbersdorf) analysiert. Die mit JE02 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00 akkreditiert.

ANLAGE 5

Ermittlung der cu-Verteilung aus Vorgutachten mit Flügelsondierungen

5.1 CPT 2-1/2013 mit Flügelsondierungen

Ermittlung der c_u -Verteilung aus Drucksondierungen



ANLAGE 6

Kenndaten für Boden und Fels

Kenndaten für Boden und Fels nach VOB 2016 (ATV-Normen)



Projekt: 2190422 BV Brückenkopf Nord, Konstanz

Anlage: 5

Homogenschicht		1	2	3	4	5
ortsübliche Bezeichnung		Auffüllung	Beckenton	Unterer Beckenton	Grundmoräne	
Bodengruppe nach DIN 18196		A, [GW], [SU], [SU*], [GU], [GU*]	UL, UM, TL, TM, (TA)	UL, UM, TL, TM, TA, GU*	SU, SU*, GU, GU*, UL, UM, TL, TM	
Körnungszahl T/U/S/G (auf 10 M-% gerundet)						
obere Grenze		10/30/40/40	50/40/10/0	50/40/10/0	30/40/30/10	-
untere Grenze		0/10/20/70	20/40/30/10	10/20/30/30	10/30/20/40	-
Ton (< 0,002 mm) T		0 - 10	20 - 50	10 - 50	10 - 30	-
Schluff (0,002 – 0,06 mm) U		0 - 40	10 - 70	0 - 80	10 - 60	-
Sand (0,06 – 2,0 mm) S		0 - 70	0 - 40	0 - 70	0 - 60	-
Kies (2,0 – 63 mm) G		20 - 90	0 - 10	0 - 40	0 - 50	-
Steine (63 – 200 mm) X M-[%]		< 20	-	< 10	< 10	-
Blöcke (200 – 630 mm) Y M-[%]		-	-	-	-	-
große Blöcke (> 630 mm) M-[%]		-	-	-	-	-
mineralogische Zusammensetzung von Steinen und Blöcken		-	-	-	-	
Dichte ρ [t/m ³]		1,5 - 2,0	1,8 - 2,0	1,8 - 2,0	1,9 - 2,2	
Kohäsion c' [kN/m ²]		0 - 5	0 - 2	0 - 2	> 20	
undrained Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]		15 - 100	20 - 35	35 - 60	> 200	
Wassergehalt w [%]		5 - 150	20 - 46	10 - 30	5 - 12	
Konsistenz		breiig - halbfest	breiig - weich	breiig - weich	halbfest bis fest	
Konsistenzzahl I_C [-]		0,25 - 1,0	0,25 - 0,6	0,25 - 0,6	>1,0	
Plastizität		leicht - ausgeprägt	mittel - ausgeprägt	leicht - mittel	leicht - mittel	
Plastizitätszahl I_P [-]		10 - 45	10 - 35	10 - 25	10 - 25	
Durchlässigkeitsbeiwert k [m/s]		$10^{-3} - < 10^{-8}$	$10^{-8} - < 10^{-10}$	$10^{-8} - < 10^{-10}$	$10^{-5} - < 10^{-8}$	
Lagerungsdichte		--	--	--	--	
organischer Anteil (Glühverlust) V_{Gl} [%]		5 - 20	< 5 - 10	< 5	< 5	
Abrasivität nach Cerchar		schwach bis stark abrasiv	schwach	schwach bis abrasiv	schwach bis abrasiv	
Benennung von Fels						
Verwitterung						
Veränderungen						
Veränderlichkeit						
Druckfestigkeit σ_u [MN/m ²]						
Trennflächenrichtung						
Trennflächenabstand						