

Tilmann Kugel
Diplom-Geologe

Rolf Schlegel
Diplom-Geologe

Markus Wunderer
Diplom-Ingenieur (FH)

Neuhaldenstr. 15
88214 Ravensburg

Tel: 0751-763017
Fax: 0751-763018
Email: info@rv-ksw.de

GEOTECHNISCHER UNTERSUCHUNGSBERICHT

**Baugrunderkundung und Gründungsempfehlung
für den geplanten Neubau des Gebäudes Nr. 19
der Firma ifm an der IFM-Straße in Tett nang, Bodenseekreis**

Auftraggeber: ifm electronic gmbh, 88069 Tett nang
Planer: mlw architekten, 88212 Ravensburg
Tragwerksplaner: N.N
Projekt-Nr.: 23/020
Gutachten-Nr.: 23/020/01/sw

12. Juli 2023

Tilmann Kugel
Diplom-Geologe

i.A. Simon Wahl
M.Sc.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 Vorbemerkungen.....	1
2 Untersuchungsumfang.....	1
2.1 Unterlagen	1
2.2 Durchgeführte Untersuchungen	2
3 Baugrund	5
3.1 Lage, Morphologie, geologische Situation	5
3.2 Geologische Schichtenfolge.....	6
3.3 Altlastenrelevante Bewertung, organoleptischer Befund	7
3.4 Bodenkennwerte.....	8
3.5 Bodenklassen, Homogenbereiche nach DIN 18 300.....	8
4 Grundwasser.....	9
5 Erdbebengefährdung	11
6 Gründung.....	12
6.1 Allgemeines.....	12
6.2 Gebäude ohne Unterkellerung	13
6.2.1 Pfahlgründung mit duktilen Gusspfählen.....	13
6.2.2 Bodenverbesserung mit Rüttelstopfverdichtung	13
6.2.3 Flachgründung auf Pfeilern (Brunnengründung)	14
6.3 Gebäude mit Unterkellerung	14
7 Hinweise zur Bauausführung.....	16
7.1 Baugrube - Erdarbeiten	16
7.1.1 Allgemeines	16
7.1.2 Gestaltung der Baugrube.....	16
7.2 Erdarbeiten.....	17
7.3 Wasserhaltung	17
7.4 Bauwerksabdichtung	18
8 Angaben zur Nutzung von Geothermie	18
8.1 Allgemeines.....	18
8.2 Geschlossenes System (Erdwärmesonden).....	18
8.3 Vorläufige geologische Prognose	19
8.4 Voraussetzungen	19
8.5 Offenes System (Grundwassernutzung)	20
9 Schlussbemerkungen.....	21

VERZEICHNIS DES ANHANGS

Anhang 1:	Herstellerseitige Auswertung der Drucksondierungen
Anhang 2:	Setzung in Abhängigkeit der Vertikallast für Brunnengründung
Anhang 3:	Setzung in Abhängigkeit der Vertikallast für Streifenfundamente mit var. Breiten
Anhang 4:	Setzung in Abhängigkeit der Vertikallast für Einzelfundamente mit var. Breiten

VERZEICHNIS DER ANLAGEN

Anlage 1:	Übersichtslageplan	M 1 : 10 000
Anlage 2:	Lageplan mit Aufschlussansatzpunkten und Schnittlagen	M 1 : 500
Anlage 3.1:	geologischer Baugrundschnitt (1)	M vert. 1 : 50 / horiz. 1 : 200
Anlage 3.2:	geologischer Baugrundschnitt (2)	M vert. 1 : 50 / horiz. 1 : 200

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Rechts- und Hochwerte, Höhen und Endtiefen der Aufschlüsse bzw. Messstellen
Tabelle 2:	Bodenmechanische Kennwerte
Tabelle 3:	Bodenklassifikation und Homogenbereiche nach DIN 18 300
Tabelle 4:	Wasserstandsmessungen
Tabelle 5:	Wasserstandsmessungen aus 2001 in [7]
Tabelle 6:	Wasserstandsmessungen aus 2020 in [9]

1 Vorbemerkungen

Die Firma *ifm electronic gmbh* in der IFM-Straße 1 in Tettngang plant den Neubau des Gebäudes Nr. 19 auf dem Grundstück Flst.-Nr. 2623/6 auf ihrem Betriebsgelände in Tettngang-Bechlingen (Anlage 1: Übersichtslageplan). Das mehrgeschossige Firmengebäude soll auf einem Teil des bestehenden Betriebsparkplatzes entstehen.

Die Bauherrschaft hat unser Ingenieurbüro mit dem Schreiben vom 23.06.2023 mit der Durchführung einer Baugrunderkundung auf dem Baugrundstück auf der Grundlage unseres Angebots Nr. 23/045 vom 21.06.2023 beauftragt.

Die Untersuchungen sollen Angaben zur Gründung des Gebäudes und zur Gestaltung der Baugrube geben. Das **Bauvorhaben ist nach DIN 1054/EC7 mit GK 2 zu kategorisieren**, die Einstufung wird durch die Untersuchungsergebnisse bestätigt.

2 Untersuchungsumfang

2.1 Unterlagen

Vom Bauherrn wurden uns folgende Unterlagen digital zur Verfügung gestellt:

- [1] Übersichtslageplan, Marschall & Klingenstein Ingenieure GmbH, vom 13.02.2023 M 1: 2500
- [2] Lageplan, Marschall & Klingenstein Ingenieure GmbH, vom 13.02.2023 M 1: 1000

Als Bearbeitungsgrundlage dienten weiterhin folgende Quellen:

- [3] Karte der Erdbebenzonen und geolog. Untergrundklassen für Baden-Württemberg M 1 : 350 000
- [4] interaktiver Kartenviewer UDO (Umwelt-Daten und –Karten Online) der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)
- [5] digitale geologische Karte im Kartenviewer (Geodienste und Geoanwendungen) des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB)

Ferner wurden die im Haus erstellten Gutachten:

- [7] Erschliessungsgutachten: Geotechnische Untersuchungen, Ingenieurgeologisches Gutachten zur geplanten Erschließung „Bechlingen-Nord“ in Tettngang, BWU-Gutachten Nr. R/005/01/01/tk vom 31.05.2001
- [6] Baugrundgutachten: Baugrunduntersuchungen zum geplanten Werkstattgebäude der Fa. Schuber KFZ-Service in Tettngang-Bechlingen, BWU-Gutachten Nr. R/033/03/01tk vom 12.12.2003
- [8] Baugrunderkundung und Gründungsempfehlung, Bodenuntersuchungen für den geplanten Neubau einer Lagerhalle als Gebäude 16 der Firma ifm an der IFM-Straße in Tettngang, Bodenseekreis, KSW-Gutachten Nr. 18/053/01/tk vom 5.11.2018
- [9] Geotechnischer Untersuchungsbericht: Baugrunderkundung, Gründungsempfehlung und Bodenuntersuchungen für den geplanten Neubau einer Lagerhalle mit Büroräumen als Halle 9 der Firma ifm an der IFM-Straße in Tettngang, Bodenseekreis, KSW-Gutachten Nr. 20/031/01/sw vom 15.07.2020
- [10] Baugrundgutachten: Baugrund- und Bodenuntersuchung mit Angaben zur Versickerungsfähigkeit für die geplante Gewerbegebieterserschließung „Bechlingen Nord V“ in Tettngang, Bodenseekreis, KSW-Gutachten Nr. 21/001/01/tk vom 29.04.2021

zur Auswertung herangezogen. Zur Vermeidung von Leitungsschäden wurden von unserem Büro die aktuellen Spartenpläne bei den Ver- und Entsorgern Regionalwerk Bodensee (Gas, Wärme, Strom, Telekommunikation) sowie der Kanalbestandsplan (Abwasser, Wasser) der Stadt Tettngang eingeholt.

Als Plangrundlage dient der Lageplan [2], der auf die Hintergrundkarte von [4] projiziert und auf den Maßstab M 1:500 angepasst wurde.

2.2 Durchgeführte Untersuchungen

Am 28.06.2023 wurden **13 Drucksondierungen CPT 1-CPT 8** (CPT: Cone Penetration Test) nach **DIN EN ISO 22476-1** zur Feststellung des Untergrundaufbaus und der bodenmechanischen Kennwerte bis in eine Tiefe von maximal 12,81 m von der *Fa. Geotechnik Heiligenstadt* ausgeführt (herstellerseitige Auswertung s. Anhang 1). Die Sondierungen CPT 2, CPT 4 und CPT 6a und 6b mussten aufgrund von Sondierhindernissen (vermtl. Steine und Blöcke) in geringer Tiefe erneut angesetzt werden. Die Aufschlüsse wurden an den Eckpunkten bzw. in der Mitte des geplanten Gebäudes angesetzt.

Aufgrund der Leitungslage und der zum Teil behinderten Zugänglichkeit wurden die Aufschlusspunkte CPT 1, CPT 5 und CPT 6c um einige Meter versetzt.

Drucksondierungen werden mit einem hydraulisch mit kontinuierlichem Vortrieb in den Boden eingedrücktem Hohlgestänge ausgeführt, an dessen Spitze jeweils der Bohrwiderstand und die Mantelreibung gemessen und fortlaufend aufgezeichnet werden. Das Verfahren hat den Vorzug einer direkten, teufentreuen Messung der physikalischen Parameter der Bodenverhältnisse, es können keine Proben entnommen werden. Die Messergebnisse und Auswertung der Drucksondierungen sind in zwei geologischen Baugrundschnitten in den Anlagen 3.1 und 3.2 dargestellt.

Die offenen Sondierlöcher der Drucksondierungen CPT 6c und CPT 8 wurden am 28.06.2023 mit 3/4“-PVC-Röhrchen temporär zur **Wasserstandsmessung** stabilisiert. Der Ausbau der anderen Aufschlusspunkte (CPT 1, CPT 2, CPT 3, CPT 4a, CPT 5, CPT 7) war nach den Drucksondierungen nicht möglich, da die Sondierlöcher aufgrund der kiesigen Tragschicht zugewallen sind. Sie wurden am 03.06.2023 durch Nachsondieren mit der Rammkernsonde (Ø 45 mm) im jeweiligen Aufschlussloch nachträglich als temporäre Wasserpegel (3/4“-PVC-Rohr) ausgebaut. Die Wasserstände wurden nach Abschluss der Sondierungen am 28.06.2023 bzw. am 03.07.2023, am 06.07.2023 und am 12.07.2023 gemessen.

Die Sondieransatzpunkte sind nach Lage mit GPS (Genauigkeit ± 1 m) eingemessen worden. Nach Höhe wurden die Ansatzpunkte durch Nivellement auf den Kanalschachtdeckel Nr. M 1.130-4 in der IFM-Straße eingemessen, dessen Höhe im Kanalbestandsplan mit 464,072 m ü. NN angegeben ist. Die Höhenangabe wurde seitens unseres Ingenieurbüros nicht überprüft bzw. verifiziert.

Die Lage aller Aufschlüsse ist in der Anlage 2 dargestellt. In der folgenden Tabelle werden die Rechts- und Hochwerte, die Ansatz- und Messstellenhöhen sowie die Endteufen der Sondierungen aufgelistet:

Tabelle 1: Rechts- und Hochwerte, Höhen und Endtiefen der Aufschlüsse bzw. Messstellen

Aufschluss- bezeichnung	Koordinaten (Gauß-Krüger)		Höhe GOK [m ü. NN]	Höhe POK [m ü. NN]	Endtiefe [m u. GOK]	Endtiefe [m ü. NN]
	Rechtswert	Hochwert				
CPT 1	544197	5281146	464,13	465,01	12,43	451,70
CPT 2a	544254	5281154	465,06	465,69	4,04	461,02
CPT 3	544254	5281110	464,58	465,59	4,79	459,79
CPT 4a	544218	5281112	463,57	kein Ausbau	4,96	458,61
CPT 5	544219	5281086	463,73	464,09	8,79	454,94
CPT 6a	544196	5281082	463,64	kein Ausbau	4,59	459,05
CPT 6c	544185	5281077	463,54	464,12	4,02	459,52
CPT 7	544193	5281113	463,38	463,84	12,81	450,57
CPT 8	544226	5281136	464,29	464,85	9,48	454,81

Die folgenden Bilder zeigen den Zustand des Untersuchungsbereichs am 26.06.2023:



Blick nach Süden auf die Drucksonde bei Aufschluss CPT 6c.



Blick nach Südosten auf die Drucksonde bei Aufschluss CPT 1.

3 Baugrund

3.1 Lage, Morphologie, geologische Situation

Das Baufeld des geplanten Gebäudes liegt im Nordosten des Ortsteils Bechlingen der Stadt Tettngang auf einer Höhe von etwa 464 m ü. NN. Das Baufeld ist nahezu eben, lediglich zur Parkplatzmitte ist ein geringes Gefälle ausgebildet, das zur Entwässerung der Fläche dient. An die Entwässerungsrinne sind offene Sickergräben angebunden. Die geplante Erweiterung mit dem Gebäude Nr. 19 soll auf einem Teil des Betriebsparkplatzes erbaut werden. Der Parkplatz ist mit wassergebundener Decke und z.T. mit Schwarzdecke gestaltet und wird im Baufeldbereich rückgebaut.

Die Baufläche befindet sich auf einer Niederung der Oberen Tettnganger Terrasse. Im Osten jenseits der Baufläche erhebt sich der Grundmoränenrücken „Hoher Rain“.

Der tiefere Untergrund wird gebildet aus würmeiszeitlichen Grundmoränensedimenten. Überdeckt wird die Grundmoräne von spätglazialen, glaziofluvialen Becken- und Terrassensedimenten, die beim Rückzug des Gletschers abgelagert worden sind. Aufgrund unterschiedlicher Strömungsregime, die durch Stau- und Abflussvorgänge verursacht wurden, kam es zur lagenweisen Sedimentation verschiedener Korngrößen. So wird die Grundmoräne im Westen von schluffigen und feinsandigen, untergeordnet auch tonigen Beckensedimenten überdeckt. Im Osten folgen kiesige und sandige Terrassensedimente, die teilweise von Beckensequenzen überlagert und unterlagert werden. Im Bereich des Parkplatzes sind Auffüllungen zur Angleichung des Geländes, der Erhöhung der Tragfähigkeit und der Befestigung der Oberflächen zu erwarten.

Nach [8] befinden sich an der östlichen Hangfläche einige kleinere Quellaustritte in einer Höhe von ca. 480 m ü. NN, die gefasst und abgeleitet werden. Der Abfluss des Oberflächenwassers erfolgt über Wiesengräben im Norden und im Westen, die sich südwestlich in der Ortslage Bechlingen zu einem kleinen Bach vereinen, der in den Ramsbach mündet.

Im Süden des Baufelds - jedoch außerhalb des geplanten Gebäudes - läuft eine Gasleitung von Westen nach Osten.

Die Baufläche liegt in keinem festgesetzten wasserschutz- und naturschutzrechtlichen Vorranggebiet. Ferner befindet sich das Baufeld außerhalb von Hochwasserrisikogebieten.

3.2 Geologische Schichtenfolge

Die Ergebnisse der Aufschlussarbeiten sind zusammenhängend in zwei Baugrundschnitte in der Anlage 3.1 und 3.2 dargestellt und ausgewertet, welche die geologischen Verhältnisse mit einer Interpretation des Schichtenverlaufs bis zur Untergrenze der jeweiligen Untersuchungstiefe zeigen. Folgende Schichtglieder wurden in den Aufschlüssen von oben nach unten erbohrt:

- Auffüllung, Tragschicht
- Oberboden (nur bei CPT 6c)
- Beckensedimente
- Terrassensedimente
- Grundmoräne

Die Mächtigkeit der **Auffüllung** variiert zwischen 0,3 m und 1 m. Die als **Tragschicht** eingebaute Auffüllung besteht aus gerundeten, sandigen Kiesen. Die nachträglich verdichtete Tragschicht weist überwiegend eine dichte bis sehr dichte Lagerung auf. Aufgrund der heterogenen und größtenteils geringen Mächtigkeit ist die Auffüllung für die Gründung des Gebäudes nicht geeignet und muss ausgetauscht oder durchstoßen werden. Die kiesige Tragschicht eignet sich jedoch für den bautechnischen Wiederaufbau, sofern sie sortenrein getrennt werden kann.

Unter der Auffüllung folgen bei CPT 1, CPT 4a, CPT 6c, CPT 7 und CPT 8 **Beckensedimente**. Die Konsistenz der Beckensedimente variiert von weich bis steif. Bei CPT 1 und CPT 6c sind die weichen Schichten bis etwa 2,5 m unter Gelände aushaltend. Sie keilen nach Südosten aus, dort beträgt die Mächtigkeit 0,5 m bis 1,5 m. Die sandig-schluffigen Beckensedimente lösen sich mit untergeordnet tonigen Einschaltungen ab. Die sandigen Einschaltungen in den Beckensedimenten sind **wasserführend** und neigen bei Erschütterung und Aushubentlastung zum Fließen. Bei CPT 1 folgt ab 2,2 m unter Gelände eine steife Beckensequenz, die bis etwa 5,0 m unter Gelände aushaltend ist. Bei CPT 4a, CPT 6a und CPT 7 folgen unter den dicht bis sehr dicht gelagerten Terrassensanden ebenfalls steife Beckensedimente. Die weichen Beckensedimente sind für die Aufnahme von Bauwerkslasten nicht geeignet und müssen mit der Gründung durchstoßen werden. Die steifen Beckensedimente können bei ausreichender Mächtigkeit als tragfähig eingestuft werden.

Die bis zu mehreren Metern mächtigen Sedimente der Oberen Tettnanger Terrasse wechseln sich mit Sequenzen der Beckenablagerungen ab. Im oberen Bereich sind die **Terrassensedimente** als schwach schluffige bis schluffige Sande anzusprechen, im unteren Bereich dominieren kiesige und sandige Kom-

ponenten. Die überwiegend durchlässigen Terrassensedimente sind genauso **wasserführend**, den enggestuften Terrassensanden können ebenfalls thixotrope Eigenschaften attestiert werden. Sie reichen bei CPT 7 bis etwa 5 m unter Gelände. Bei CPT 6c und 6a deuten sie sich aufgrund des hohen Spitzenwiderstandes in der Drucksondierung zwischen 4 m und 5 m an. Bei CPT 4a und CPT 5 stehen sie ebenfalls zwischen 4,5 m und 5 m an. Die mindestens mitteldicht gelagerten Terrassensedimente sind für eine Bauwerksgründung als geeignet einzustufen, sofern sie nicht von weichen Beckensedimenten unterlagert werden. Setzungen klingen i.d.R. während der Bauphase rasch ab.

Unter den Becken- bzw. den Terrassensedimenten steht würmeiszeitliche **Grundmoräne** an. Die Oberkante der Grundmoräne taucht von Osten nach Westen ab. Bei CPT 1 ist der Übergang in die Grundmoräne bei etwa 6,4 m unter Gel. signifikant. Bei CPT 2a und 3 steht sie bei 4 m bis 5 m unter Gelände an. Die Grundmoräne ist in den Drucksondierungen aufgrund ihrer durchgehend halbfesten bis festen Konsistenz bzw. dichten bis sehr dichten Lagerung ersichtlich. Sie besteht im oberen Bereich aus sandigen, schwach schluffigen bis schluffigen Kiesen. In der Grundmoräne wechseln kiesig-sandige Fazies mit matrixgestützten Diamikte. Die Diamikte bestehen aus einer tonigen, schluffigen und sandigen Matrix, in der Steine und Kiese „schwimmen“. Der durch die Eisauflast überkonsolidierte Grundmoräne ist eine sehr gute Tragfähigkeit zu attestierten, sie ist erfahrungsgemäß nur mit geringen Setzungen behaftet.

3.3 Altlastenrelevante Bewertung, organoleptischer Befund

Für das Grundstück Flst.-Nr. 2623/6 sind keine Einträge im Altlasten- und Bodenschutzkataster vorhanden. Südlich vom Baufeld befindet sich der Altstandort „Colofil Färberei/Chemikalienlager“. Da voraussichtlich mehr als 500 m³ Bodenaushub anfallen, ist für den anstehenden Boden ein Nachweis für dessen Unbedenklichkeit zu führen. Ob es sich bei den oberflächennahen Bodenschichten (ausgenommen der Tragschicht) um anthropogene Auffüllungen handelt, kann durch die angewandte Aufschlussmethode nicht festgestellt werden. Die Beprobung, die chemischen Untersuchungen und die abfallrechtliche Klassifizierung des Aushubmaterials war nicht Bestandteil des Untersuchungsumfangs.

3.4 Bodenkennwerte

Die folgenden Kennwerte werden in Anlehnung an die DIN 1055, nach den Ergebnissen der Drucksondierungen, nach Angaben der Fachliteratur und nach Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden angegeben:

Tabelle 2: Bodenmechanische Kennwerte

Bodenschicht	Boden- gruppe n. DIN 18196	Rei- bungs- winkel ϕ' [°]	Wichte		Scherparameter		Steife- ziffer E_s [MN/m ²]	Frostempf .n. ZTVE- STB 94
			γ bzw. γ_r [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	Kohäsi- on c' [kN/m ²]	undrän. Scherf. C_u [kN/m ²]		
Auffüllung, Tragschicht	[GW]	35-40	21-22	11-12	--	--	80-150	F1*
Beckensedi- mente (weich)	SU-SU*, SE, UL, TM	25-27,5	18-19	8-9	0-5	50-100	1-5	F1-F3
Beckensedi- mente (steif- halbfest)	SU-SU*, SE, UL, TM	25-27,5	18-19	8-9	5-10	100-200	5-15	F1-F3
Terras- sensedimente (locker)	GW, SW, SI, SU- SU*	27,5- 32,5	20-21	10-11	--	--	30-50	F1-F3
Terras- sensedimente (mitteldicht bis dicht)	GW, SW, SI, SU- SU*	30-35	21-22	11-12	--	--	50-100	F1-F3
Grundmoräne (halbfest-fest)	GW, SW, TL, UL	35-40	21-23	11-13	10-20	200-400	50-100	F1-F3

*Frosticherheit wurde nicht überprüft!

3.5 Bodenklassen, Homogenbereiche nach DIN 18 300

Die ATV DIN 18300 "Erdarbeiten" wurde vom Deutschen Vergabe- und Vertragsausschuss für Bauleistungen (DVA) fachtechnisch überarbeitet. Sie gilt für das Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten von Boden und Fels. Sämtliche bisher im Abschnitt 3 definierten Haupt- und Nebenleistungen, die in die Bereiche der DIN 18320 "Landschaftsbauarbeiten" (Oberboden- und Rodungsarbeiten), DIN 18306 "Entwässerungskanalarbeiten", DIN 18307 "Druckrohrleitungsarbeiten außerhalb von Gebäuden" und Arbeiten in der Leitungszone in DIN 18322 "Kanalleitungstiefbauarbeiten" fallen, wurden in dieser Norm gestrichen. Diese Leistungen sind nun in die entsprechenden Normen aufgenommen worden. DIN

18300 enthält damit nur noch reine "Erdbauleistungen". In allen Tiefbaunormen der VOB/C mit einem Bezug zum Baugrund wird die jahrzehntelang geltende Klassifizierung der Boden- und Felsklassen abgelöst durch Homogenbereiche, deren Definition durch Bodenkennwerte erfolgt.

Die folgende Tabelle stellt die Bodenklassifizierung nach DIN 18300-2012 der Klassifizierung in Homogenbereichen nach DIN 18300-2015 gegenüber. Die charakterisierenden Bodenkennwerte sind der Tabelle 2 „bodenmechanische Kennwerte“ zu entnehmen.

Tabelle 3: Bodenklassifikation nach DIN 18 300

Bodenschichten	Bodenklassen DIN 18300-2012	Homogenbereich DIN 18300-2015 (Eigenschaften gem. Tab. 3)
Auffüllung, Tragschicht	3	HB 1
Beckensedimente	3, 4	HB 2
Terrassensedimente	3, 5*	HB 3
Grundmoräne	4, 5*, 6**	HB 4

* Steine ** Blöcke und feste Konsistenz der Matrix

Sollten bei den Aushubarbeiten Unstimmigkeiten bei der Bodenklassifizierung auftreten, so muss der Bodengutachter zur Klärung hinzugezogen werden.

4 Grundwasser

Die Untersuchungen am 28.06.2023 bzw. am 03.07.2023 fanden während einer etwa 1-monatigen Periode mit weitestgehend ausbleibenden Niederschlägen statt. Vorausgegangen war ein niederschlagreiches Frühjahr. Die Grundwasserstände sind insgesamt als unterdurchschnittlich einzuordnen. Die Drucksondierungen CPT 1, CPT 2a, CPT 3, CPT 5, CPT 6c, CPT 7 und CPT 8 wurden jeweils zur Wasserstandsmessung temporär mit einem 3/4“-PVC- Stützrohr ausgebaut. Die nachfolgende Tabelle 5 fasst die ermittelten Wasserstände zusammen, die Tabellen 6 und 7 listet die relevanten Wasserstandsmessungen in [7] und [9] im näheren Bereich des geplanten Bauvorhabens auf:

Tabelle 5: Wasserstandsmessungen

Aufschluss- bezeichnung	Messung n. Bohrende am 03.07.2023		Messung am 06.07.2023		Messung am 12.07.2023	
	Abstich GOK [m]	Wasser [m ü.NN]	Abstich GOK [m]	Wasser [m ü.NN]	Abstich GOK [m]	Wasser [m ü. NN]
CPT 1	2,75	461,38	1,60	462,53	1,59	462,54
CPT 2a	1,89	463,17	2,05	463,01	2,14	462,92
CPT 3	0,87	463,71	1,50	463,08	0,23	464,35
CPT 5	1,29	462,44	1,24	462,49	1,25	462,48
CPT 6c	1,56	461,98	1,42	462,12	1,46	462,08
CPT 7	1,44	461,94	0,94	462,44	0,75	462,63
CPT 8	1,69	462,60	1,57	462,72	0,8	463,49

Der Flurabstand am 28.06.20223 bzw. am 03.07.2023 betrug nach Bohrende bei den Sondierungen zwischen 0,87 m und 2,75 m unter dem jeweiligen Geländeniveau. Der höchste Wasserstand wurde bei CPT 3 ermittelt, der geringste Wasserstand wurde bei CPT 1 gemessen. Bei der Stichtagsmessung am 06.07.2023 konnte bei CPT 1 und CPT 7 einen Anstieg des Wasserpegels um 1,15 m und 0,5 m festgestellt werden. Die Wasserstände bei den Aufschlüssen CPT 5, CPT 6c und CPT 8 haben sich nur geringfügig erhöht. Bei CPT 2a und CPT 3 verringerte sich der Wasserstand um 0,16 m und 0,63 m. Bei der Stichtagsmessung am 12.07.2023 konnte bei CPT 3 und CPT 8 ein Anstieg des Pegels um 1,27 m und 0,77 m verzeichnet werden. Die Wasserstände der übrigen Pegel haben sich nur geringfügig verändert.

Tabelle 6: Wasserstandsmessungen aus 2001 in [7]

Auf- schluss- bezeich- nung	Gelände- höhe/Pegel- oberkante (POK) [m ü. NN]	Grundwasser angetroffen		Grundwasser bei Bohrende		Grundwasser nach Ausbau		Grundwasser am 28.05.2001	
		Ab- stich GOK [m]	Wasser [m ü.NN]	Ab- stich GOK [m]	Wasser [m ü.NN]	Ab- stich POK [m]	Wasser [m ü.NN]	Abstich POK [m]	Wasser [m ü.NN]
BS 9	464,11	2,50	461,61	1,02	463,09	--	--	--	--
GWM 2	464,71	--	--	--	--	1,21	463,50	1,76	462,95

Tabelle 7: Wasserstandsmessungen aus 2020 in [9]

Aufschluss- bezeichnung	Messung am 17.06.2020		Messung am 02.07.2020	
	Abstich GOK [m]	Wasser [m ü.NN]	Abstich GOK [m]	Wasser [m ü.NN]
BS 2	1,27	463,12	1,40	462,99

Für die Auswertung des Bemessungswasserstands wurden ebenfalls die Pegelmessungen von den Aufschlüssen BS 9 bzw. GWM 2 in [7] und BS 2 in [9] aus dem näheren Umfeld des Baufelds herangezogen. Die im Mai 2001 und im Juni 2020 durchgeführten Messungen zeigen Grundwasserstände etwa auf gleichem Niveau wie die aktuell gemessenen Wasserstände.

Grundwasserleiter (Aquifer) des oberen Grundwasserstockwerks sind die gut durchlässigen Terrassensedimente (Kiese und Sande) sowie die durchlässigen, sandigen Sequenzen in den Beckenablagerungen. Die gut durchlässigen Terrassensedimente sind vermutlich weitestgehend als zusammenhängender Grundwasserleiter ausgebildet. Die Wasserstände bei CPT 1, CPT 5 und CPT 7 deuten auf zum Teil gespannte Grundwasserverhältnisse. Als **Grundwasserstauer** fungieren zum einen die gering durchlässigen Beckensedimente und zum anderen die bindige Grundmoräne in größere Tiefe. Die Wasserstände lassen eine Grundwasserfließrichtung in südwestlicher Richtung vermuten.

Der **Bemessungswasserstand** kann, unter Berücksichtigung der Pegelmessungen aus [7] und [9], vorerst auf den derzeit niedrigsten Geländepunkt von **463,38 m ü. NN** angesetzt werden. Liegen konkrete Planungen und Höhenangaben des Gebäudes vor, ist der Bemessungswasserstand zu überprüfen und ggfs. anzupassen.

5 Erdbebengefährdung

Nach der Karte der Erdbebenzonen für Baden-Württemberg (Ausgabe 2005) bzw. nach DIN 4149 (Ausgabe 2005) befindet sich das untersuchte Gelände in der **Erdbebenzone 2**. Der Bemessungswert der Bodenbeschleunigung als Grundlage für den rechnerischen Erdbebennachweis ist mit

$$\alpha_g = 0,6 \text{ m/s}^2$$

anzusetzen. Hinsichtlich des Einflusses der örtlichen Untergrundverhältnisse auf die Erdbebeneinwir-

kung erfolgt eine Einstufung des Standorts in die **geologische Untergrundklasse S** und in die **Baugrundklasse C** (grobkörnige und gemischtkörnige Böden in mitteldichter Lagerung bzw. mindestens steife Konsistenz mit dominierenden Scherwellengeschwindigkeiten zwischen 150 m/s und 350 m/s. Kombination C-S in Tabellen 3 und 4 in Abschnitt 5.4 der DIN 4149).

6 Gründung

6.1 Allgemeines

Geplant ist der Neubau des Gebäudes Nr. 19. Das L-förmige Gebäude misst etwa 65 m auf 89 m und soll viergeschossig - zuzüglich eventuelle Technikaufbauten – erbaut werden. Die Gebäudehöhe ist mit 16,60 m (mit Dachaufbauten max. 19,80 m) angegeben. Ob das Gebäude unterkellert wird, ist derzeit noch nicht bekannt. Detaillierte Planungsunterlagen lagen zum Zeitpunkt der Gutachtenfertigung noch nicht vor. Die zukünftige Erdgeschossfußbodenhöhe (EFH) liegt vermutlich auf Höhenniveau der IFM-Straße.

Die unter der Auffüllung anstehenden Becken- und Terrassensedimente sind sehr heterogen mächtig und variieren stark in ihrer Lagerungsdichte bzw. Konsistenz. Gründungshorizont sind die mindestens mitteldicht gelagerten bzw. mit mindestens steifer Konsistenz behafteten Terrassensedimente oder die halbfeste bis feste bzw. sehr dicht gelagerte Grundmoräne. Die weichen Beckensedimente bzw. die locker gelagerten Terrassensedimente sind für die Gründung des Gebäudes nicht geeignet und müssen durchstoßen oder ausgetauscht werden. Prinzipiell ist auf einheitlichem Baugrund zu gründen.

Für die Gründung des gesamten Gebäudes oder einzelner Bauteile gibt es mehrere Gründungsvarianten, deren Wirtschaftlichkeit von folgenden Parametern abhängig ist:

- Einbindetiefe des Gebäudes
- Größen der Flächen- und Einzellasten
- Zeitpunkt der Umsetzung (einer oder mehrere Bauabschnitte)

6.2 Gebäude ohne Unterkellerung

Ein nicht unterkellertes Gebäude auf Niveau IFM-Straße bedingt ein Durchstoßen oder Verbessern der oberflächennahen, gering tragfähigen, weichen und locker gelagerten Becken- und Terrassensedimente. Für diese Bauausführung sind folgende Gründungsvarianten denkbar:

6.2.1 Pfahlgründung mit duktilen Gusspfählen

Empfohlen wird eine Tiefgründung mit duktilen Gusspfählen. Die als Rammpfähle eingesetzten Gussrohre haben einen Durchmesser von 118 oder 170 mm und eine Wandstärke zwischen 7,5 und 10,6 mm. Sie werden mittels Hydraulikbagger und Schnellschlaghammer bis zu einem vorgegebenen Eindringwiderstand eingerammt, müssen jedoch die weichen und locker gelagerten Becken- und Terrassensedimente durchstoßen. Durch die Mantelverpressung im Rammschatten eines vergrößerten Pfahlschuhs kann die Tragfähigkeit erhöht werden. Die Pfähle haben eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung. Die ausführende Firma muss das Schadensrisiko aus Erschütterungen für die Nachbarbebauung abschätzen. Rohrverpresspfähle werden z.T. auch bohrend mit Spülung eingebracht. Die Bemessung der Pfähle kann nach Kenntnisgabe des Verfahrens, dass vom Ausführenden und dessen technischer Ausrüstung abhängig sein kann, erfolgen oder der Hersteller führt die Bemessung aufgrund von Erfahrungswerten ausvergleichbaren Baugrundsituationen oder aus Probelastungen durch.

6.2.2 Bodenverbesserung mit Rüttelstopfverdichtung

Alternativ kann eine Bodenverbesserung mit dem Rüttelstopfverfahren bzw. Rütteldruckerverdichtung geprüft werden. Bei dem Rüttelstopfverfahren werden mehrere metermächtige Säulen aus Kies oder Schotter mit einem Rüttler hergestellt. Der beim Rüttlerhub austretende Kies oder Schotter wird beim Andrücken verdichtet und seitlich in den Boden verdrängt. Es entstehen Stopfsäulen, die im Verbund mit dem anstehenden Boden die Lasten abtragen. Auf den rasterförmig angeordneten Säulen kann das Gebäude flach gegründet werden. Die Ausführung ist in nahezu jeder Tiefe möglich und die Säulen können an die unterschiedlichen Bodenverhältnisse angepasst werden. Die ausführende Firma muss das Schadensrisiko aus Erschütterungen für die Nachbarbebauung – insbesondere im Südwesten und Südosten – abschätzen, da insbesondere die thixotropen Sande bei der Herstellung der Säulen mobilisiert werden können.

6.2.3 Flachgründung auf Pfeilern (Brunnengründung)

Eine Gründung mittels pfeilerartiger Vertiefungen ist vermutlich nur bei der Erstellung des Gebäudes in mehreren Bauabschnitten wirtschaftlich. Sie müssen 0,5 m in die mindestens mitteldicht gelagerten oder mit mindestens steifer Konsistenz behafteten Terrassen- und Beckensedimente einbinden. Die sogenannte Brunnengründung mit einer Gleitschalung aus Stahlrohr kann auch im Grundwasser und mit der zu erwartenden Einbindetiefe von maximal 3 m hergestellt werden, wenn ausreichend Abstand zwischen den Brunnen gewährleistet ist. Eine Gründung mit Brunnenringen als verlorene Schalung, wie sie früher gebräuchlich war, ist in den zu erwartenden Tiefen zu zeitaufwändig. Die Gleitschalungen können vermutlich wegen der fehlenden Stützwirkung der weichen Beckensedimente nicht unmittelbar nach Verfüllung gezogen werden. Die Brunnendurchmesser können- je nach ausführender Firma – zwischen 1 m bis 1,4 m variieren. Bei Anwendung dieses Verfahrens sind die Gründungssohlen exemplarisch vor Ort vom Gutachter anzuweisen. Im Anhang 2 erfolgt eine Berechnung der zu erwartenden Setzung in Abhängigkeit der Vertikallast für Brunnen mit verschiedenen Durchmessern und kann für die Bemessung der Gründung herangezogen werden.

Bodenplatten sind auf einheitlichem Untergrund zu gründen, je nach Dimensionierung kann die Bodenplatte freitragend an Pfeiler angeschlossen werden oder es erfolgt eine Gründung mittels trägerrostartig angeordneten Streifenfundamenten o. Pfeilern.

6.3 Gebäude mit Unterkellerung

Bei einem unterkellerten Gebäude werden – je nach Einbindetiefe des Gebäudes – die gering tragfähigen Bodenschichten weitestgehend ausgeräumt, so dass eine Gründung mit Streifen-, Einzelfundamenten oder einer elastisch gebetteten Bodenplatte möglich ist. Gründungshorizont sind die dicht bis sehr dicht gelagerten Terrassensedimente bzw. die halbfeste bis feste Grundmoräne. Auf Gründungsniveau anstehende weiche Beckensedimente oder aufgeweichte Grundmoräne müssen mit einem verdichteten Kiessand-Gemisch oder Magerbeton ausgetauscht werden. Bei CPT 1 muss ein Bereich mit der Gründung durchstoßen oder verbessert werden, da die Restmächtigkeit der steifen Beckensedimente nicht ausreichend tragfähig ist. Eine wirtschaftliche Variante kann in diesem Teilbereich eine Gründung mit vertieften Pfeilern oder Magerbetonvertiefungen sein. Alternativ kann eine Tiefgründung mit duktilen Gusspfählen oder eine Bodenverbesserung mit dem CSV-Verfahren geprüft werden.

Im Anhang sind Setzungsberechnungen für verschiedene Fundamentbreiten von Streifenfundamenten (Anhang 3) bzw. Fundamentkantenlängen von quadratischen Einzelfundamenten (Anhang 4) beige-fügt. Die grafische Darstellung in den Anhängen 3 und 4 zeigt das Verhältnis von variablen Fundamentbreiten und dem Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ bzw. der zulässigen Bodenpressung zur $\sigma_{E,k}$ in Abhängigkeit der zu erwartenden Setzungen und kann zur Bemessung der Fundamente herangezogen werden.

Zum Beispiel kann bei einem **Streifenfundament** mit einer Einbindetiefe von 1,0 m und einer Fundamentbreite von 1,1 m – bei einer zu erwartenden Setzung von 1,2 cm – ein Bemessungswert des Sohldruckwiderstands von 485 kN/m² angenommen werden. Das entspricht einen aufnehmbaren Sohldruck von 360 kN/m² nach DIN 1054-2005 bzw. zulässige Bodenpressung nach alter DIN 1054 (s. grün Linie im rechten Diagramm in Anhang 3).

Bei einem **Einzelfundament** kann zum Beispiel bei einer Einbindetiefe von 1,0 m und einer Abmesung von 1,1 m x 1,1 m – bei einer zu erwartenden Setzung von 0,8 cm – ein Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ von 711 kN/m² angenommen werden. Das wiederum entspricht einen aufnehmbaren Sohldruck zur $\sigma_{E,k}$ von 526 kN/m² nach DIN 1054-2005 bzw. zulässigen Bodenpressung nach alter DIN 1054 (s. grüne Linie im rechten Diagramm in Anhang 4)

Für die Gründung mit einer elastisch gebetteten Bodenplatte ist die zur Bemessung der Platte erforderliche Bettungsziffer kein Bodenkennwert. Sie wird ermittelt nach der Formel

$$\text{Bettungsziffer } C_b = \frac{\text{Sohldruck } \sigma}{\text{Setzung } s}$$

Für eine Erstbemessung kann ein **Bettungsmodul** von **10-15 MN/m³** angesetzt werden. An den Plattenrändern ist eine Verdopplung des Werts zulässig. Nach Vorliegen eines Lastenplans sind die zu erwartenden Setzungen und daraus resultierenden Bettungsmoduli zu überprüfen und iterativ anzupassen.

7 Hinweise zur Bauausführung

7.1 Baugrube - Erdarbeiten

7.1.1 Allgemeines

Bei der Herstellung der Baugrube sind die Richtlinien der DIN 4124 maßgebend und einzuhalten. Danach dürfen im gegebenen Fall nicht verbaute Baugruben bis höchstens 1,75 m Tiefe ohne besondere Sicherung mit senkrechten Wänden hergestellt werden, wenn der mehr als 1,25 m über der Sohle liegende Bereich der Wand abgeböscht oder gesichert wird. Tiefere Gräben und Baugruben müssen insgesamt abgeböscht werden. Bei Böschungen mit mehr als 5 m Höhe ist nach DIN 4084 ein Standsicherheitsnachweis zu erbringen. Ferner sind die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) zu beachten.

7.1.2 Gestaltung der Baugrube

Die Platzverhältnisse lassen eine allseitige Böschung der Baugrube zu. Die Böschungsneigung richtet sich nach den bodenmechanischen Eigenschaften des Bodens. Demnach ist ein **Böschungswinkel** in den anstehenden Böden von $\leq 45^\circ$ möglich, wenn folgende Voraussetzungen eingehalten werden:

- der Böschungskopf darf nicht belastet werden (keine Verkehrs-, Stapel- oder Kranlasten)
- die Böschungen dürfen nicht durch Niederschlags- oder Sickerwasser durchfeuchtet werden
- Sickerwasseraustritte reduzieren die möglichen Böschungsneigungen erheblich, sie müssen daher gefasst, das anfallende Wasser abgeleitet und die Austrittsbereiche durch Auflastfilter (z.B. Einkornbeton) abgedeckt werden
- unverbaute Böschungen sind bei dem angegebenen Böschungswinkel nur vorübergehend stand-sicher
- frei abgeböschte Baugrubenwände sind durch eine sturmfest angebrachte Folie vor Witterungsein-flüssen zu schützen, da diese eine Verschlechterung der Bodenkennwerte verursachen.

Der Fahrbahnabstand zur Böschungskrone von 1 m ist einzuhalten, bei Befahrung mit Fahrzeugen > 12 t Gesamtgewicht gilt ein Abstand von 2 m.

7.2 Erdarbeiten

Je nach EFH-Höhe sind eventuelle Aufschüttungen notwendig. Nach DIN 1054 darf auf geschüttetem Boden gegründet werden, wenn die Aufschüttung homogen ist und beim Einbau optimal verdichtet wird. Für die Schüttung sind folgende Materialien geeignet:

- Natürliches, gebrochenes Material aus festem Kalk,-Ton oder Mergelstein
- Schotter, Mineralbeton, Schottersplit, Sand-Kies-Gemische der Körnung 0-56 (0-45) mm
- Schaumglasschotter (z.B. Misapor als Wärmedämmung)

Wenn die Streifenfundamente nicht umlaufend ausgebildet werden und nicht wie Frostschrüzen wirken, muss bei allen Materialien zur Wahrung der Frostsicherheit der Feinkornanteil (<0,063 mm) nachweislich unter 5% liegen.

Die Ausführung von Betonböden und die erforderliche Mächtigkeit des Unterbaus als Tragschicht richten sich dann nach der geplanten Belastung der Bodenplatte.

Für eine **bewehrte Bodenplatte** ist an der Oberkante der Tragschicht ein E_{V2} -Wert von $\geq 100 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Zwischen Erdplanum und Tragschicht muss ein Geotextil der Güteklasse III oder höher zur Vermeidung der Durchdringung zwischen grobkörniger Schüttung und feinkörnigem Untergrund faltenfrei und leicht gespannt verlegt werden. Die Tragschicht wird darauf lagenweise (Mächtigkeit der Lagen <30 cm) aufgefüllt und mit einer schweren Walze verdichtet. Der seitliche Überstand der Auffüllung (Lastausbreitungswinkel 45°) ist zu beachten. Auf der Schüttung kann die Bodenplatte hergestellt werden.

7.3 Wasserhaltung

Sich in der Baugrube sammelndes Schicht- und Niederschlagswasser wird voraussichtlich in den Bereichen mit tiefer reichenden Terrassensanden und -kiesen unmittelbar versickern, sich in den Beckensedimenten bzw. in der Grundmoräne einstauendes Wasser kann über eine offene Wasserhaltung, z.B. durch Sickergräben und -brunnen gefasst werden. Vor Einleitung des Wassers in die Kanalisation ist dieses über ein ausreichend dimensioniertes Absetzbecken zu führen. Sie ist von der Stadt Tettngang genehmigen zu lassen.

7.4 Bauwerksabdichtung

Die DIN 18 195 wird ersetzt durch die DIN 18 533, nach der die Abdichtungsmaßnahmen durch Wassereinwirkungsklassen in Abhängigkeit der Baugrundsituation vorgegeben werden. Art und Ausführung der Abdichtung richtet sich außerdem nach Rissklassen der Abdichtungsuntergründe und der geplanten Raumnutzungs-kategorie.

Die Abdichtungsmaßnahmen sind hauptsächlich von der Einbindetiefe des Gebäudes abhängig. Wird das Gebäude ebenerdig auf durchlässigem Bodenmaterial ($k_f > 1 \cdot 10^{-4}$) gegründet, beschränken sich die Abdichtungsmaßnahmen nach Wassereinwirkungskategorie W1.1-E (Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührenden Wänden). Wird das Gebäude unterkellert sind - je nach Einbindetiefe des Gebäudes - Abdichtungsmaßnahmen nach Wassereinwirkungskategorie W 2.1-E (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser bis Einbindetiefe < 3 m) bzw. W 2.2.-E (bei Einbindetiefe > 3 m) vorzusehen.

8 Angaben zur Nutzung von Geothermie

8.1 Allgemeines

Für das Bauvorhaben soll die Machbarkeit für eine Erdwärmenutzung geprüft werden. Der unterirdische Wärmefluss (Geothermische Energie) kann für das Bauvorhaben genutzt werden. Es wurden keine Untersuchungen für eine Bemessung einer geothermischen Nutzung durchgeführt. Die Bemessung und Auslegung erfolgt durch den Ausführenden und unterliegt dann seiner Gewährleistung.

8.2 Geschlossenes System (Erdwärmesonden)

Das Baufeld liegt nicht innerhalb eines wasserrechtlich geschützten Gebiets. Im Umkreis von ca. 1 km m befinden sich nach der Aufschlussdatenbank des LGRB bereits vermehrt Erdwärmesonden (76 m bis 150 m Tiefe), was auf hydrogeologisch günstige Voraussetzungen schließen lässt. Die Anlage von Erdwärmesonden auf dem Grundstück Flst.-Nr. 2623/6 ist wegen ausgeprägter Stockwerksgliederung

im Quartär und Tertiär und wahrscheinlich artesisch gespanntem Grundwasser ebenfalls im Quartär und Tertiär hydrogeologisch eingeschränkt günstig.

8.3 Vorläufige geologische Prognose

Die geothermische Effizienz mittels Erdwärmesonden ist nach der VDI-Richtlinie 4640 Blatt 2 als effizient (spezifische jährliche Entzugsarbeit von 100 kWh/(m*a) einzustufen. Die spezifische Wärmeleitfähigkeit des Bodens in 1 bis 2 m Tiefe – z.B. für Erdwärmekollektoren – wird nach ISONG ebenfalls für das Gebiet, in dem sich das Baufeld befindet, als gut geeignet mit einer spezifischen Wärmeleitfähigkeit von $> 1,6 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ eingestuft.

8.4 Voraussetzungen

Bei Bohrtiefen kleiner 100 m und grundstücksbezogenen Projekten ist der Bohrbeginn dem RP Freiburg, Abt. 9, LGRB und der Unteren Verwaltungsbehörde mindestens 2 Wochen im Voraus anzuzeigen, um diesen zu ermöglichen, bei der Bohrung und beim Sondeneinbau vor Ort zu sein. Die Untere Verwaltungsbehörde bestätigt unverzüglich den Eingang der Anzeige, die Vollständigkeit der eingereichten Unterlagen und teilt mit, ob ein wasserrechtliches Erlaubnisverfahren eingeleitet wird. Erfolgt innerhalb eines Monats keine weitere Äußerung der Unteren Verwaltungsbehörde, kann der Einsender/Antragsteller davon ausgehen, dass für die Bohrung keine Erlaubnispflicht besteht.

Kommt die Untere Verwaltungsbehörde zu dem Ergebnis, dass für die Erdwärmesonde oder Anlage eine Erlaubnis erforderlich sein kann, teilt sie dem Einsender/Antragsteller mit, dass seine Anzeige als Antrag auf Durchführung des vereinfachten Erlaubnisverfahrens nach § 108 Abs. 4 Satz 1 Nr. 2 WG gewertet wird. Die Erlaubnis gilt nach § 108 Abs. 4 Satz 2 WG als erteilt, wenn die Untere Verwaltungsbehörde nicht innerhalb eines Monats nach Eingang der Anzeige ein förmliches Erlaubnisverfahren nach § 108 Abs. 3 WG eingeleitet hat. Vereinfachtes Erlaubnisverfahren nach § 108 Abs. 4 WG und förmliches Erlaubnisverfahren nach § 108 Abs. 3 WG stehen in einem Regel-Ausnahme-Verhältnis, d. h. ein Erlaubnisverfahren nach § 108 Abs. 3 WG kommt nur in Ausnahmefällen in Betracht.

Der Bau von Erdwärmesonden hat entsprechend den technischen Vorschriften und Regeln, insbesondere nach der VDI-Richtlinie 4640, Blatt 1 (Dez. 2000) und 2 (Sept. 2001) zu erfolgen. Im Interesse des Grundwasserschutzes ist eine sorgfältige geologisch-hydrogeologische Aufnahme der Bohrung und Dokumentation aller Ergebnisse erforderlich.

Es dürfen nur Bohrunternehmen beauftragt werden, die als Fachfirmen nach DVGW W120 zertifiziert sind oder das Gütesiegel für Erdwärmesonden-Bohrfirmen der Schweiz besitzen oder einen gleichwertigen Qualifikationsnachweis erbringen. Die verwendeten Materialien für die Sonde müssen dicht und beständig gegen die Wärmeträgerflüssigkeit bzw. das anstehende Grundwasser sein. Es werden Sonden aus PE 100 SDR 11 mit Durchmesser 32 mm oder 40 mm empfohlen. Schweißungen des einzubauenden Sondenmaterials auf der Baustelle sind nicht zulässig. Der Sondenfuß muss werksgeschweißt sein.

Weitere Einzelheiten sind dem Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden des Umweltministeriums Baden-Württemberg zu entnehmen. Die Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden regeln generelle und spezifische, an die Geologie/Hydrogeologie angepasste Anforderungen, bei der Herstellung von Erdwärmesonden in Baden-Württemberg. Weitere Hinweise zum Bau von Erdwärmesonden finden Sie im Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden, 4. Auflage 2005 des Umweltministeriums Baden-Württemberg.

8.5 Offenes System (Grundwassernutzung)

Im Baufeldbereich liegt der Flurabstand zwischen 0,23 m und 2,5 m. Die Mächtigkeit der wasserführenden Terrassensedimente beträgt jedoch nur wenige Meter. Über die Mächtigkeit der wasserführenden Schichten in der Grundmoräne liegen uns keine Informationen vor. Vereinzelt Grundwasserwärmepumpen sind nur südlich von Tettngang vorhanden. Die Erstellung einer Erkundungsbohrung mit Ausbau zu einem später nutzbaren Schluckbrunnen wird empfohlen, Pumptests ermöglichen Aussagen zur möglichen Wärmeentzugsleistung in Abhängigkeit der Ausbautiefe. Für die Grundwasserentnahme muss bei der zuständigen Wasserbehörde ein Wasserrechtsverfahren eingeleitet werden.

9 Schlussbemerkungen

Das vorliegende Gutachten beschreibt den Baugrund für das Bauvorhaben Gebäude Nr. 19 auf dem Gelände der Fa. ifm in Tettngang-Bechlingen. Es beruht auf der Aufnahme und Auswertung von 13 Sondierungen mit der hydraulischen Drucksonde.

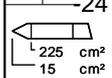
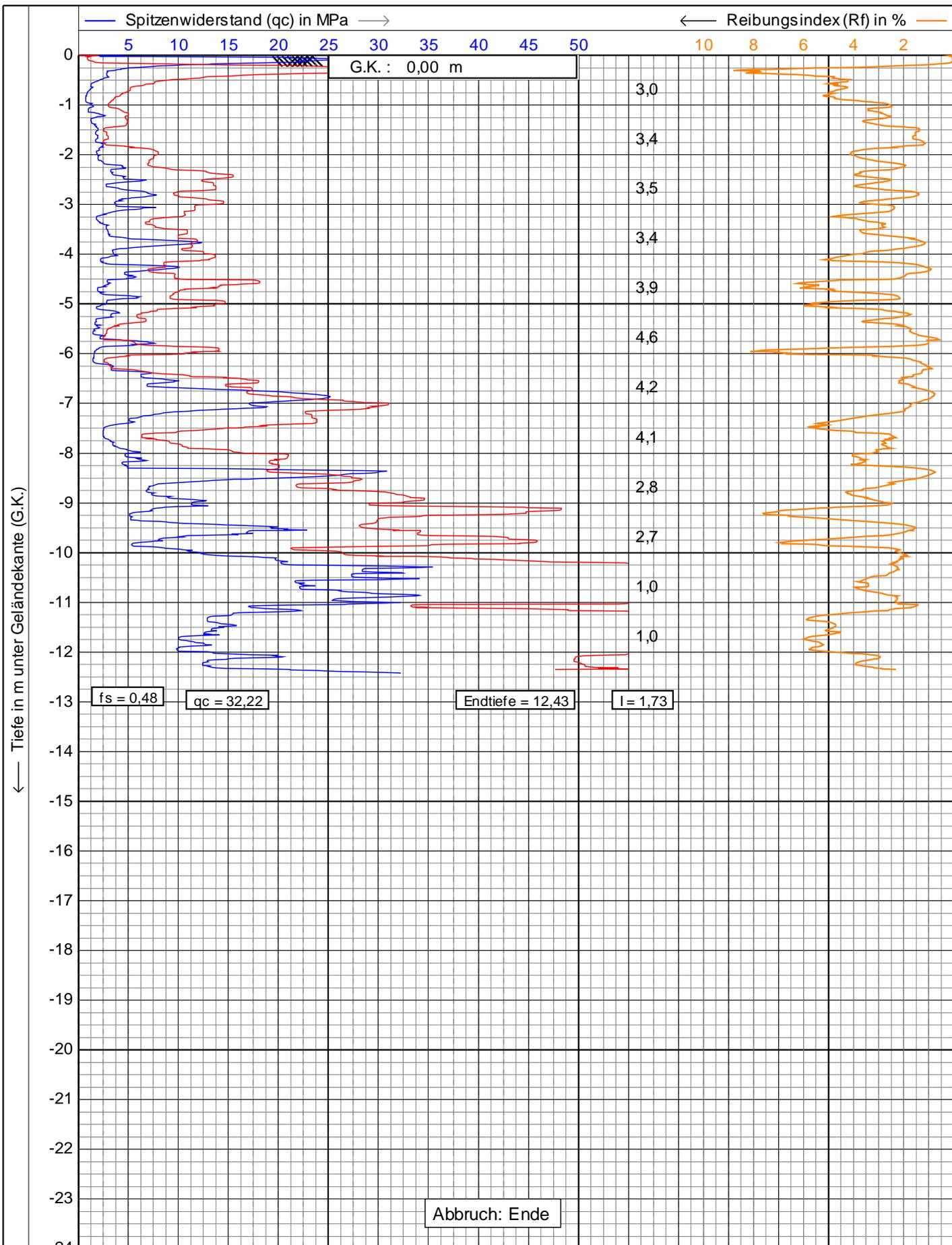
Die Aussagen des Gutachtens beziehen sich auf die Untersuchungsstellen, Abweichungen von diesen punktuell festgestellten Untergrundverhältnissen können nicht ausgeschlossen werden.

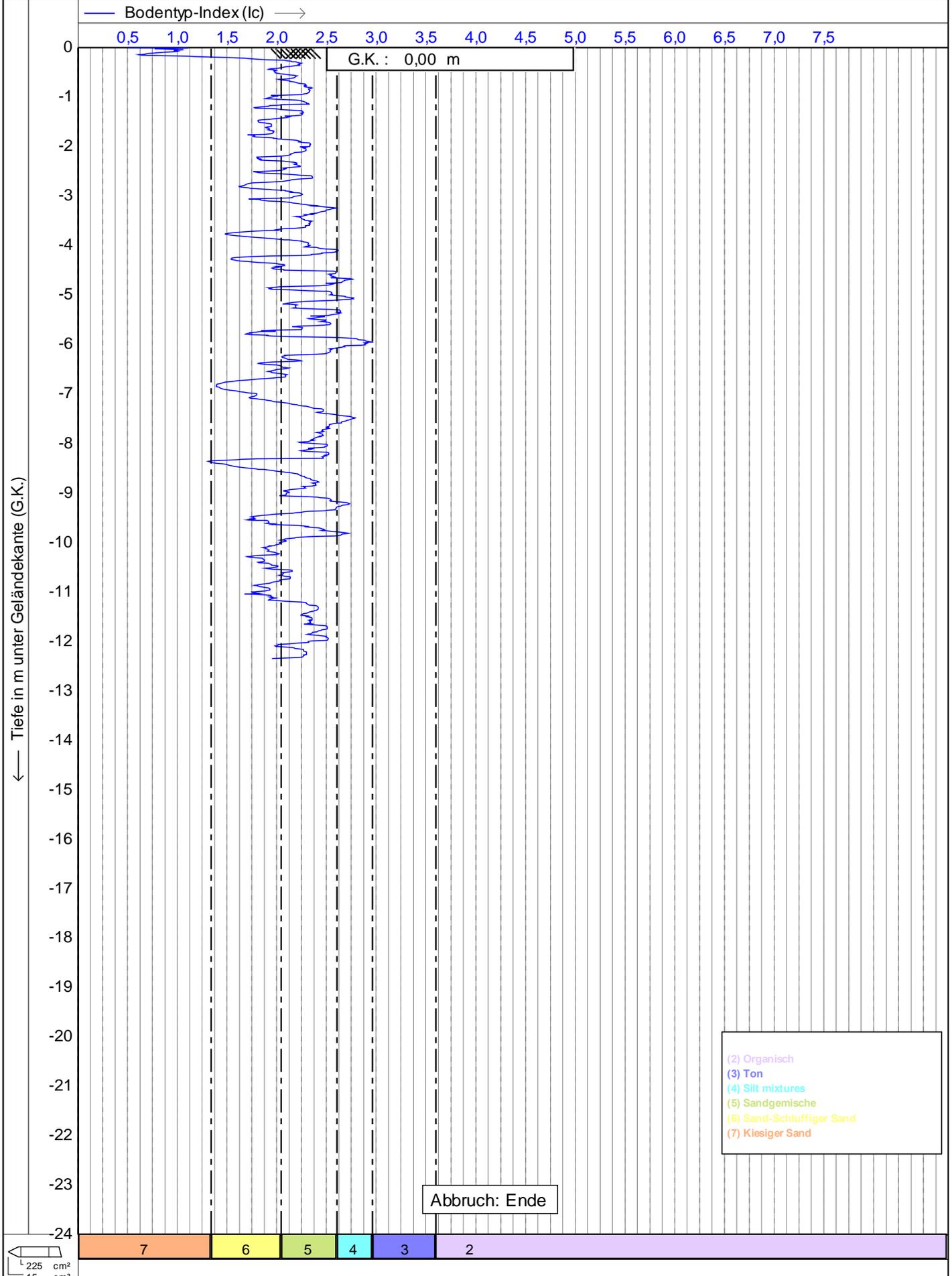
Über Änderungen der bestehenden und uns bekannten Planung ist der Gutachter zeitnah zu informieren. Der Gutachter ist bei den Gründungsarbeiten zur Überprüfung des Baugrunds hinzuzuziehen. Sollten sich bei der Planung oder Bauausführung Fragen oder Zweifel an der Art oder Festigkeit des Untergrunds ergeben, so ist der Gutachter rechtzeitig einzuschalten.

Das Gutachten ist allein zur Verwendung durch den Auftraggeber bestimmt, eine Haftung gegenüber Dritten wird ausgeschlossen. Das Gutachten ist nur in seinem gesamten Umfang gültig.

Anhang 1

Herstellerseitige Auswertung der Drucksondierungen CPT 1 bis CPT 8





L 225 cm²

 15 cm²

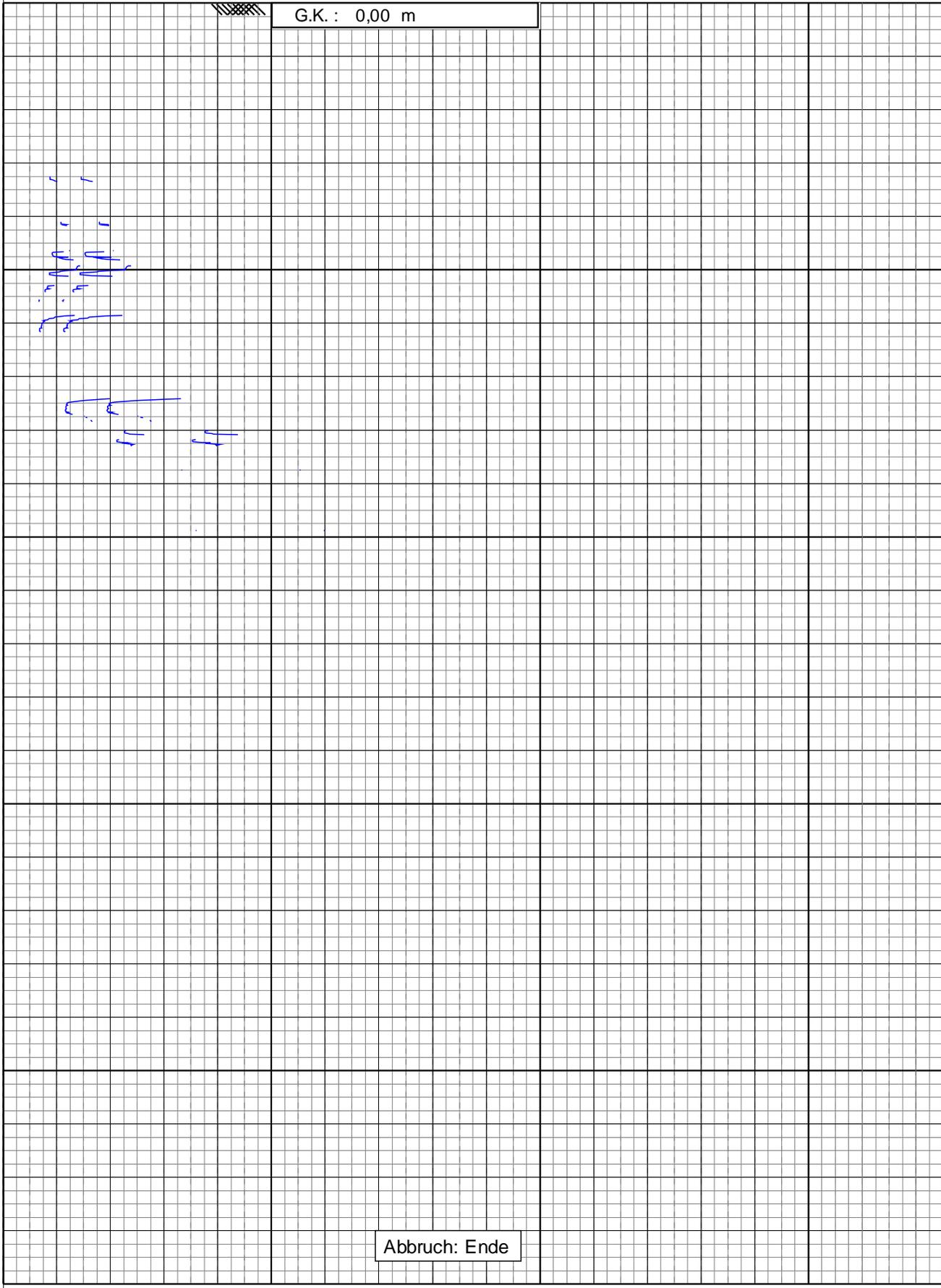
— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

G.K. : 0,00 m

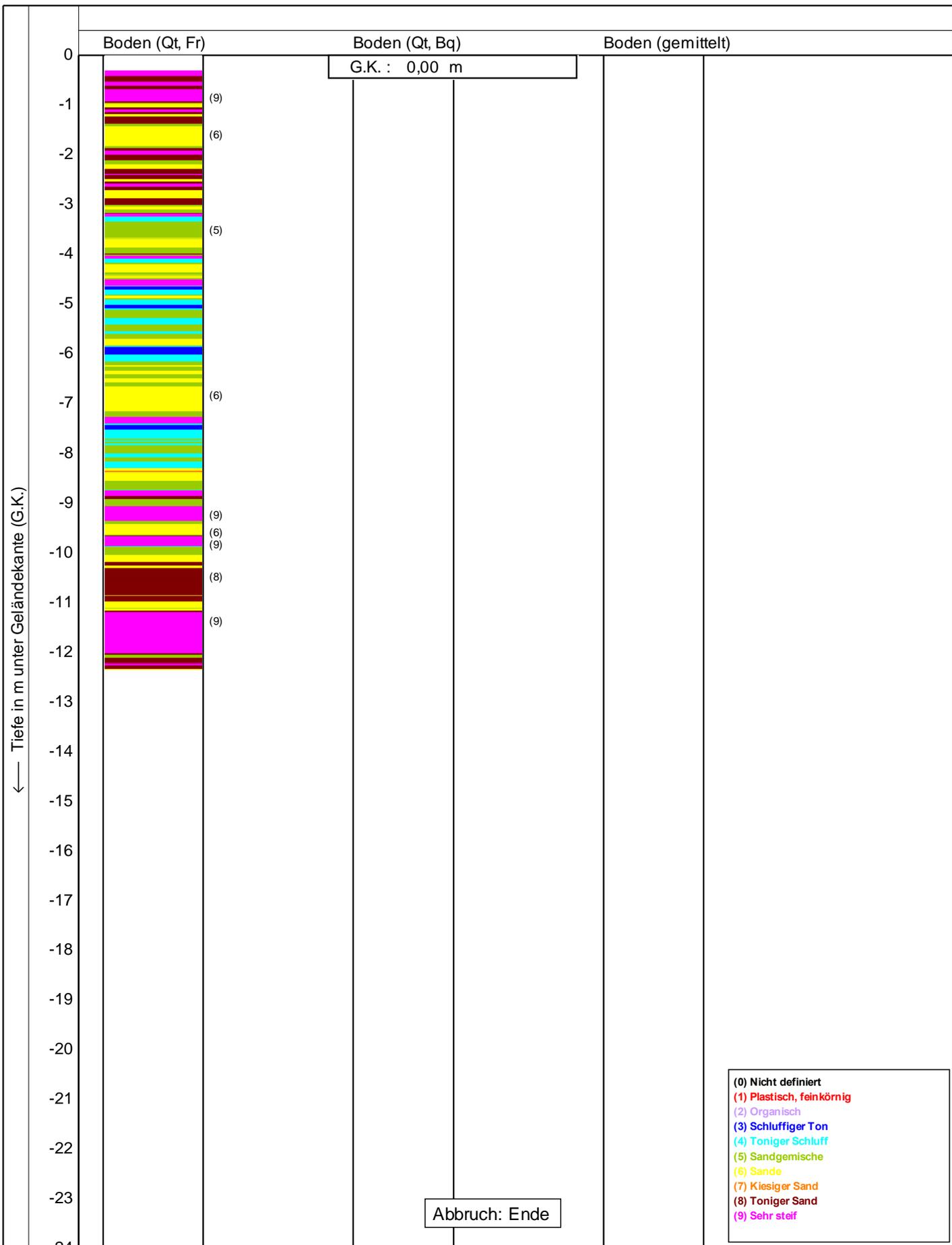
Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24



Abbruch: Ende

225 cm²
15 cm²



Bodenklassifikation nach Robertson 1990

	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)	Datum : 28.06.2023	
	Projekt : Tett nang	Konus Nr. : S15CFIL.S23736	
	Ort : Tett nang	Projekt Nr. : 20230623-10003	
		CPT Nr. : CPT 1	4/5

— Winkel der inneren Reibung in Grad —>

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

G.K. : 0,00 m

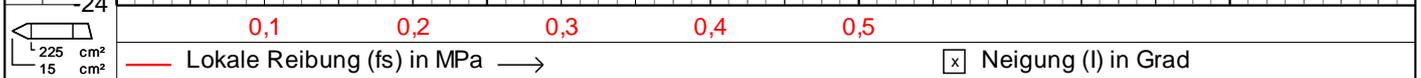
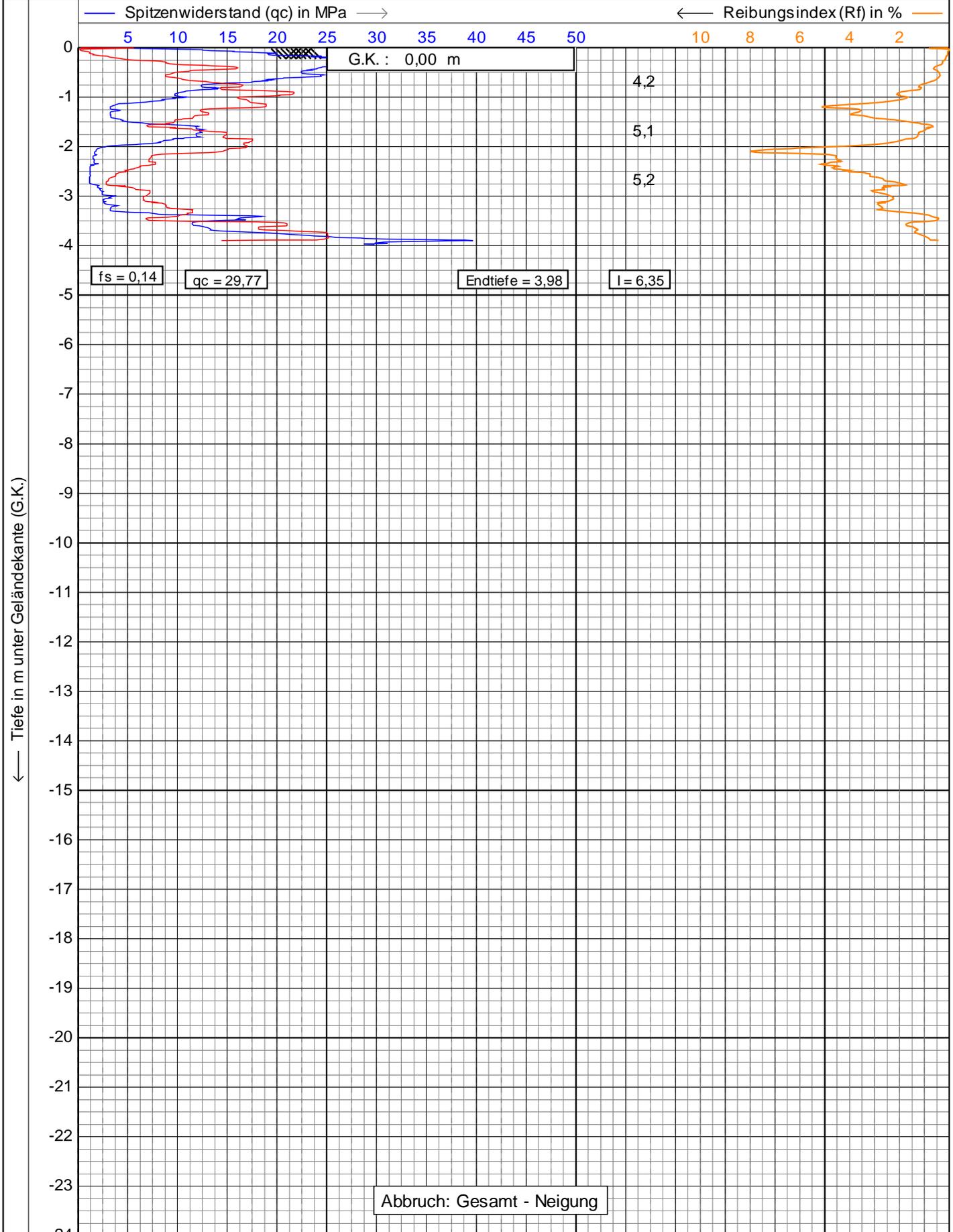
Abbruch: Ende

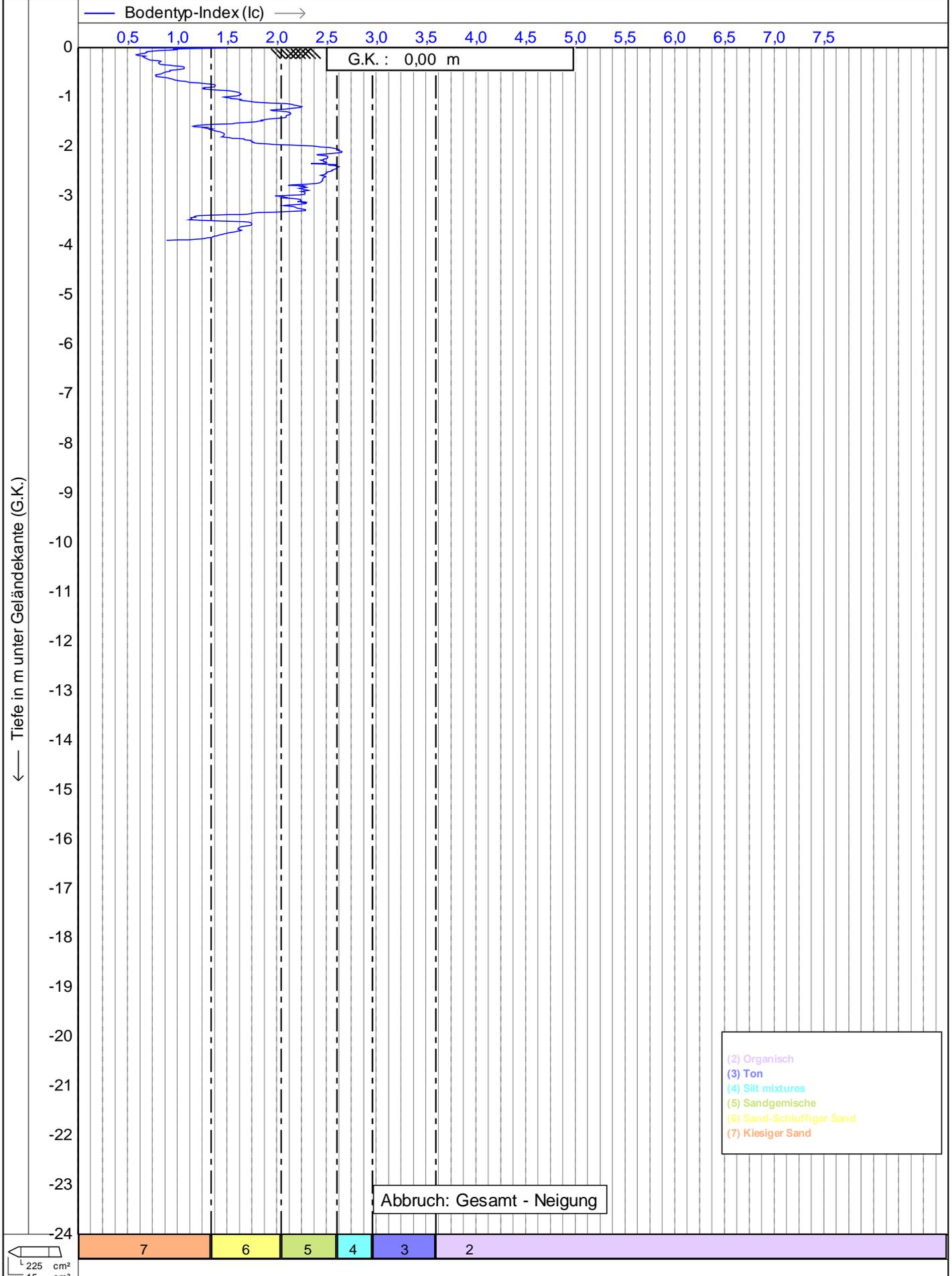
225 cm²
15 cm²



Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)
Projekt : **Tettang**
Ort : **Tettang**

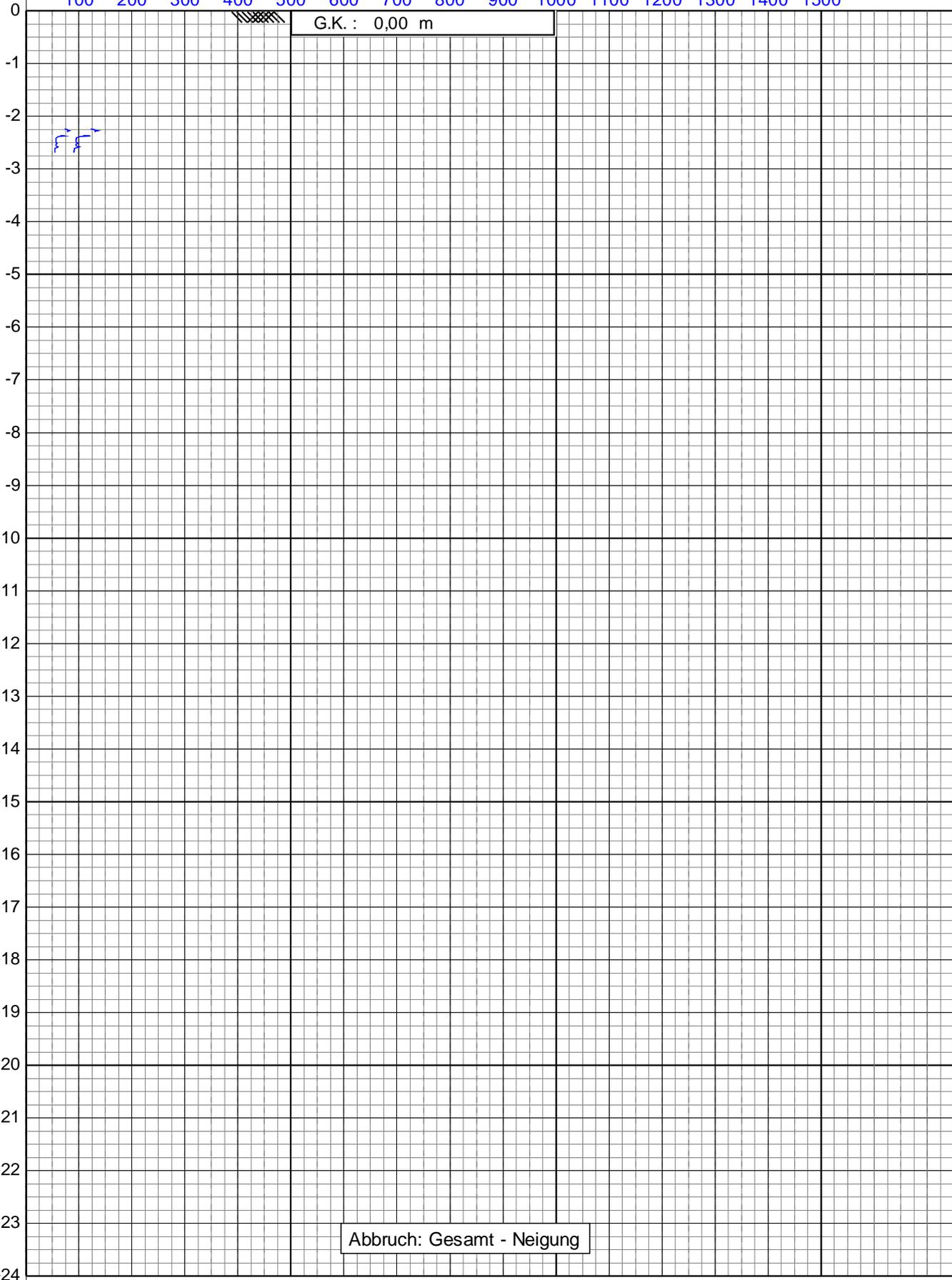
Datum : **28.06.2023**
Konus Nr. : **S15CFIL.S23736**
Projekt Nr. : **20230623-10003**
CPT Nr. : **CPT 1** 5/5





— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500



Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

225 cm²

 15 cm²



Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)

Projekt : **Tettang**

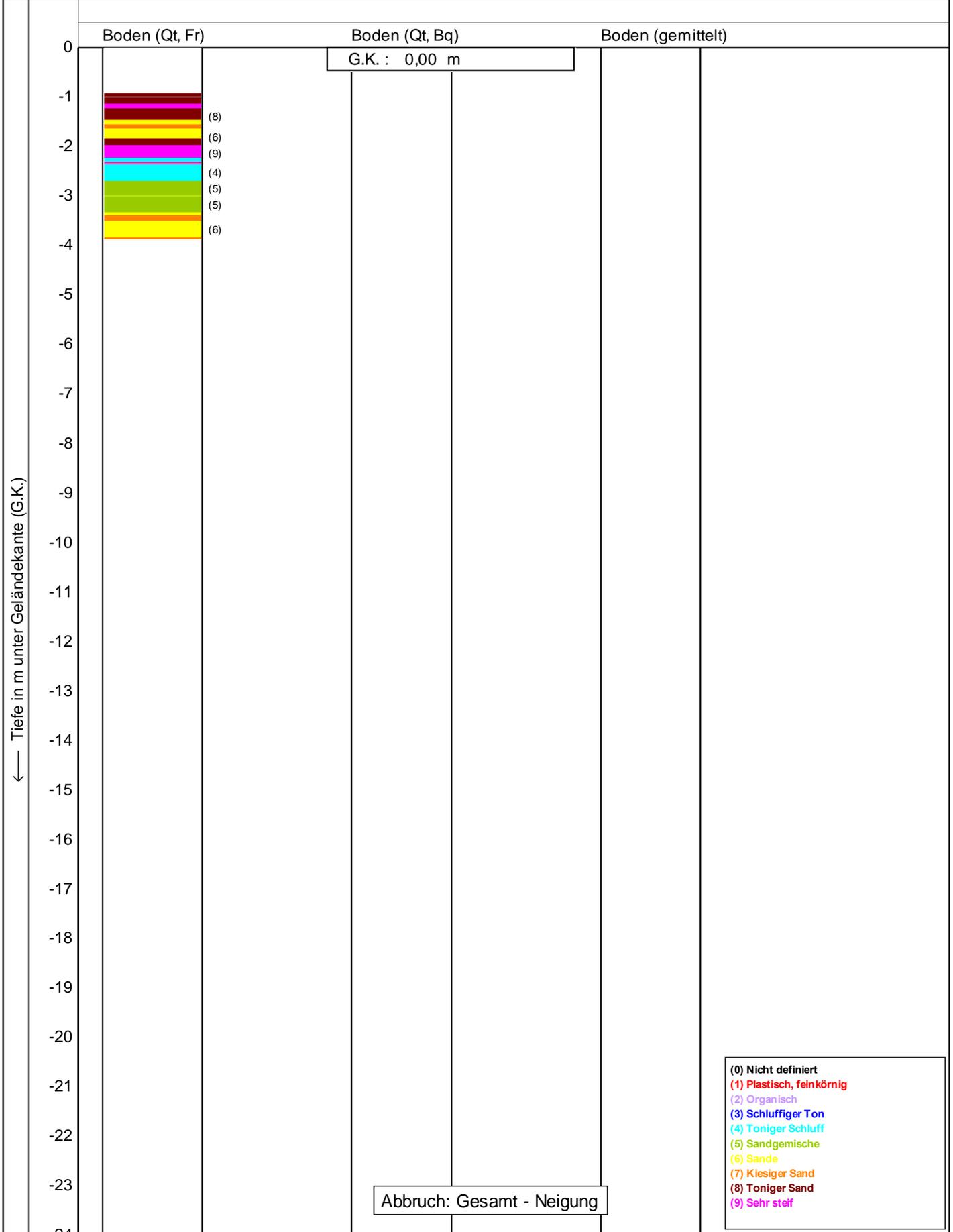
Ort : **Tettang**

Datum : **28.06.2023**

Konus Nr. : **S15CFIL.S23736**

Projekt Nr. : **20230623-10003**

CPT Nr. : **CPT 2** **3/5**



- (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

	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)	Datum : 28.06.2023	
	Projekt : Tettang	Konus Nr. : S15CFIL.S23736	
	Ort : Tettang	Projekt Nr. : 20230623-10003	
		CPT Nr. : CPT 2	4/5

— Winkel der inneren Reibung in Grad —>

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

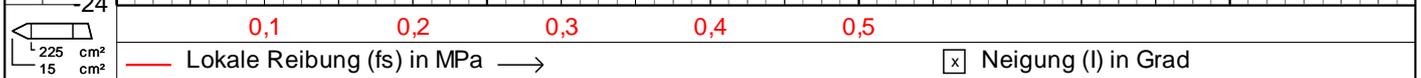
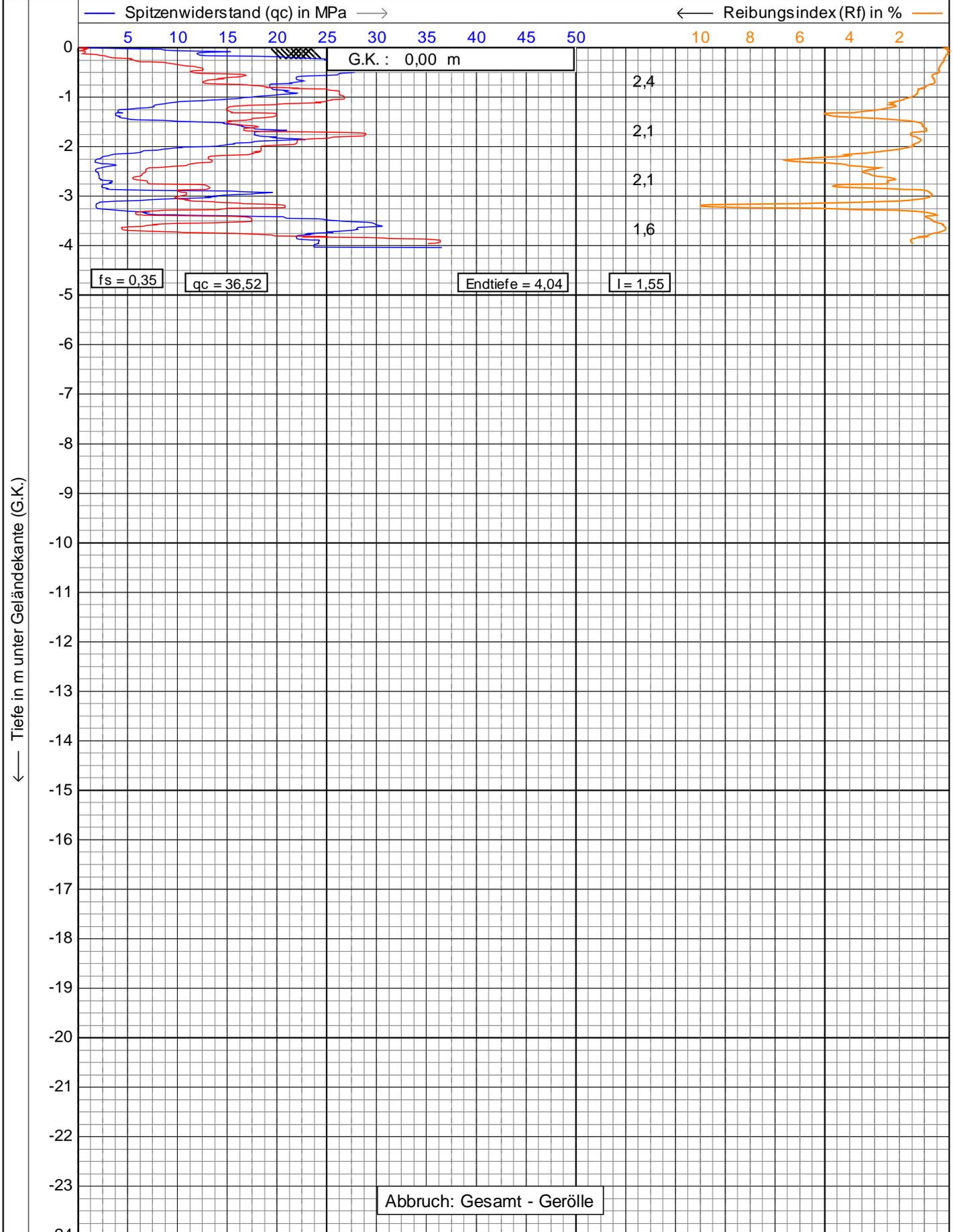
G.K. : 0,00 m

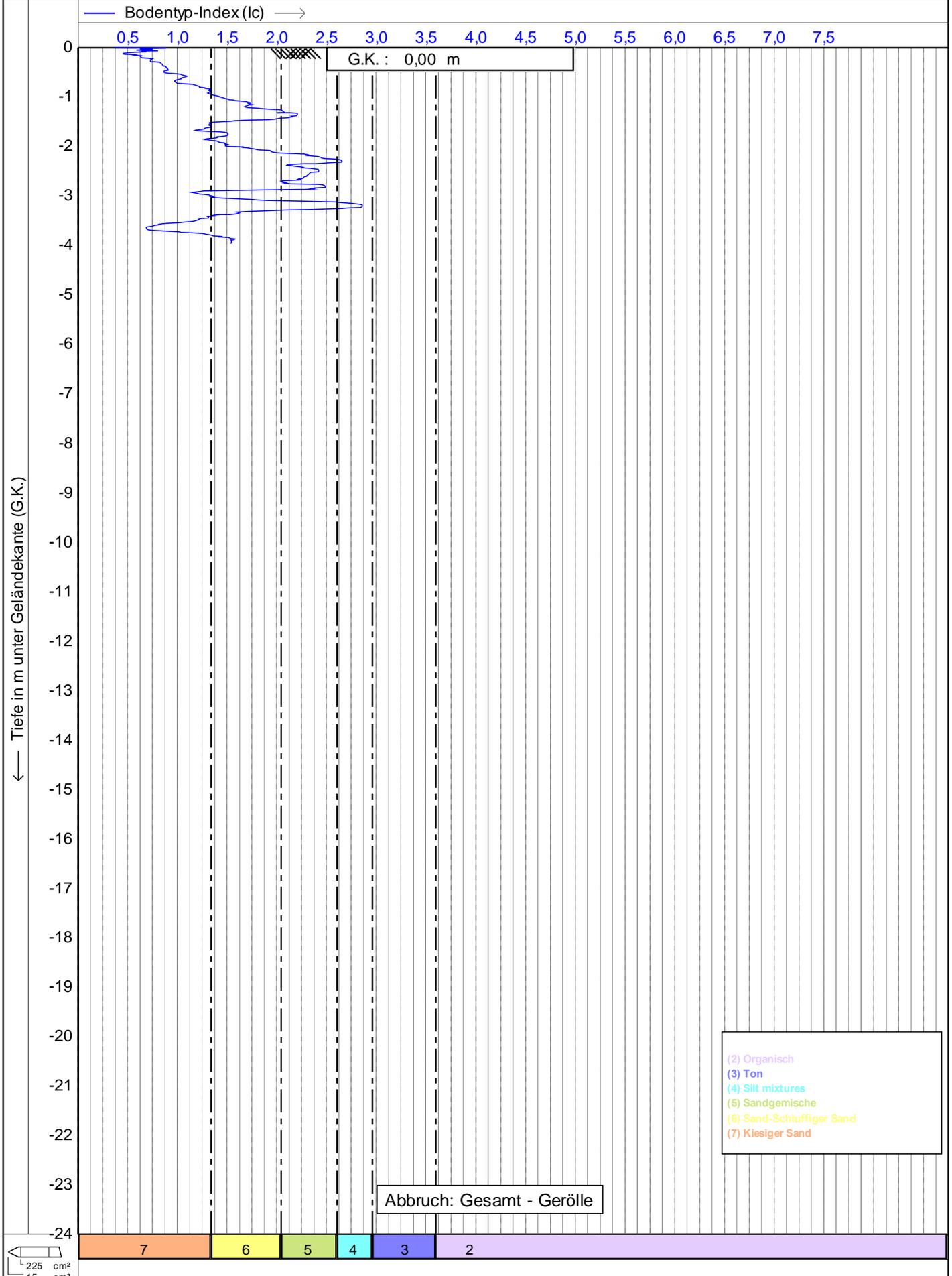
← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

Abbruch: Gesamt - Neigung

225 cm²
15 cm²

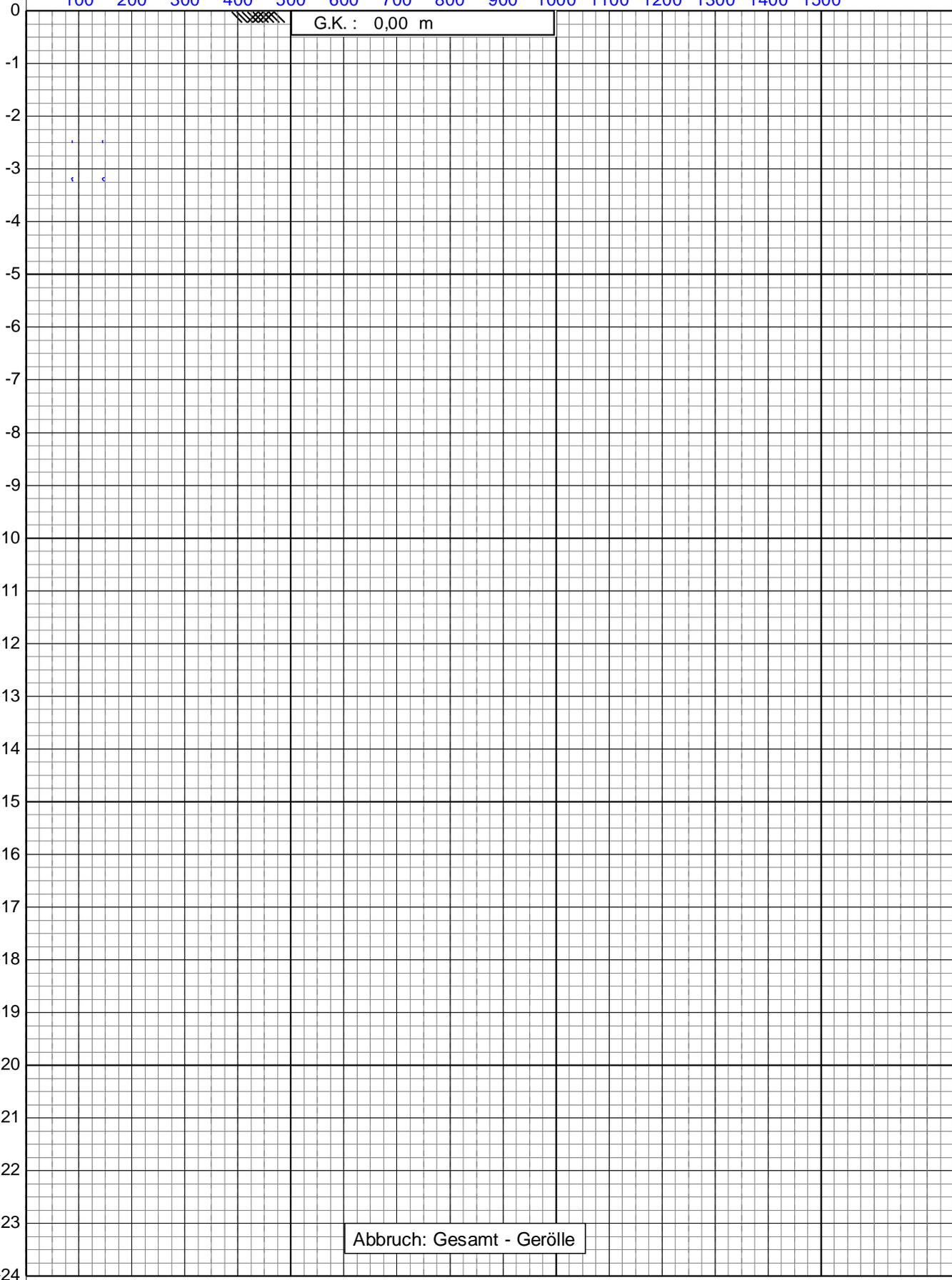




$\frac{L}{15} \frac{225}{15} \frac{cm^2}{cm^2}$

— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

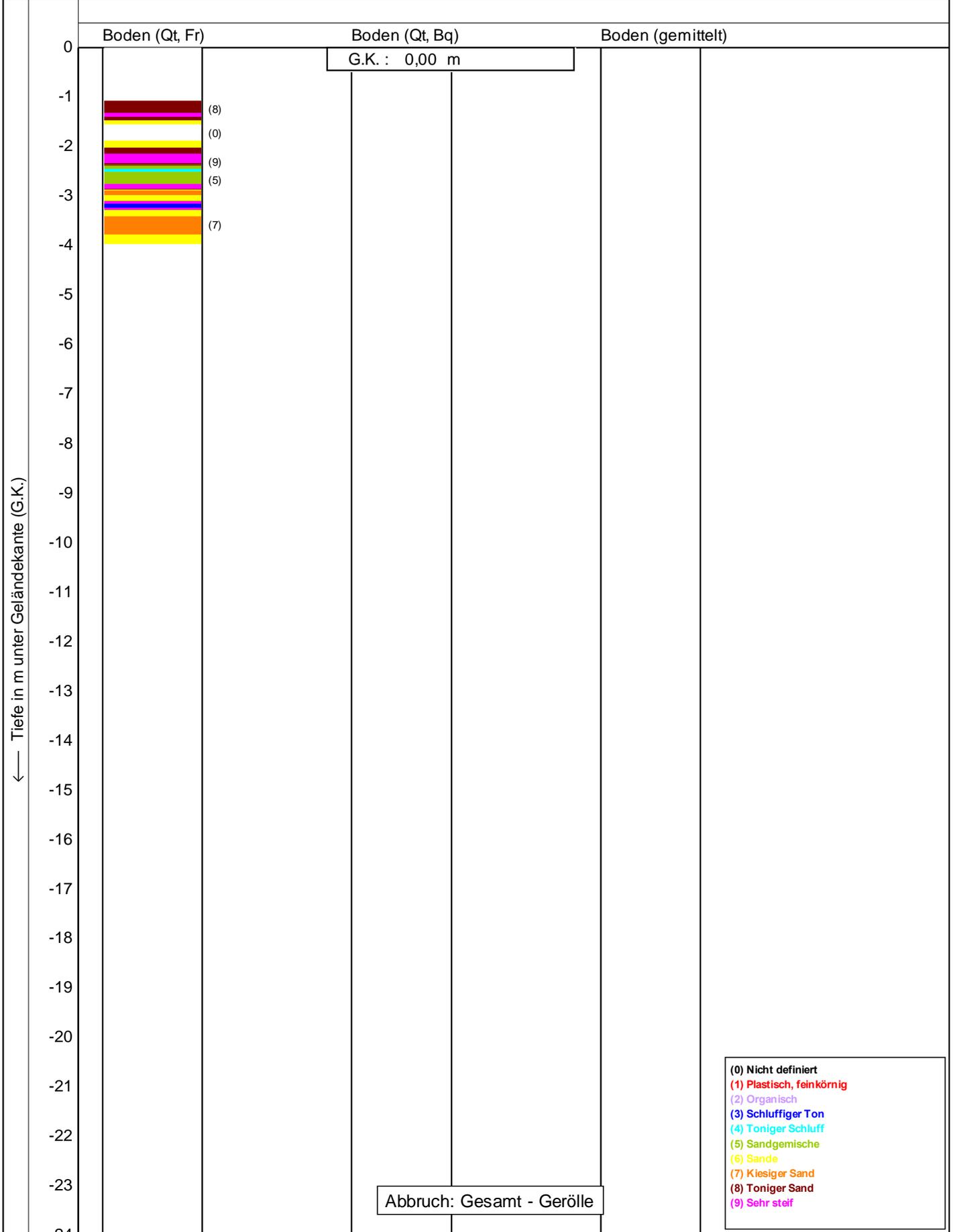
100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500



← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

225 cm²

 15 cm²



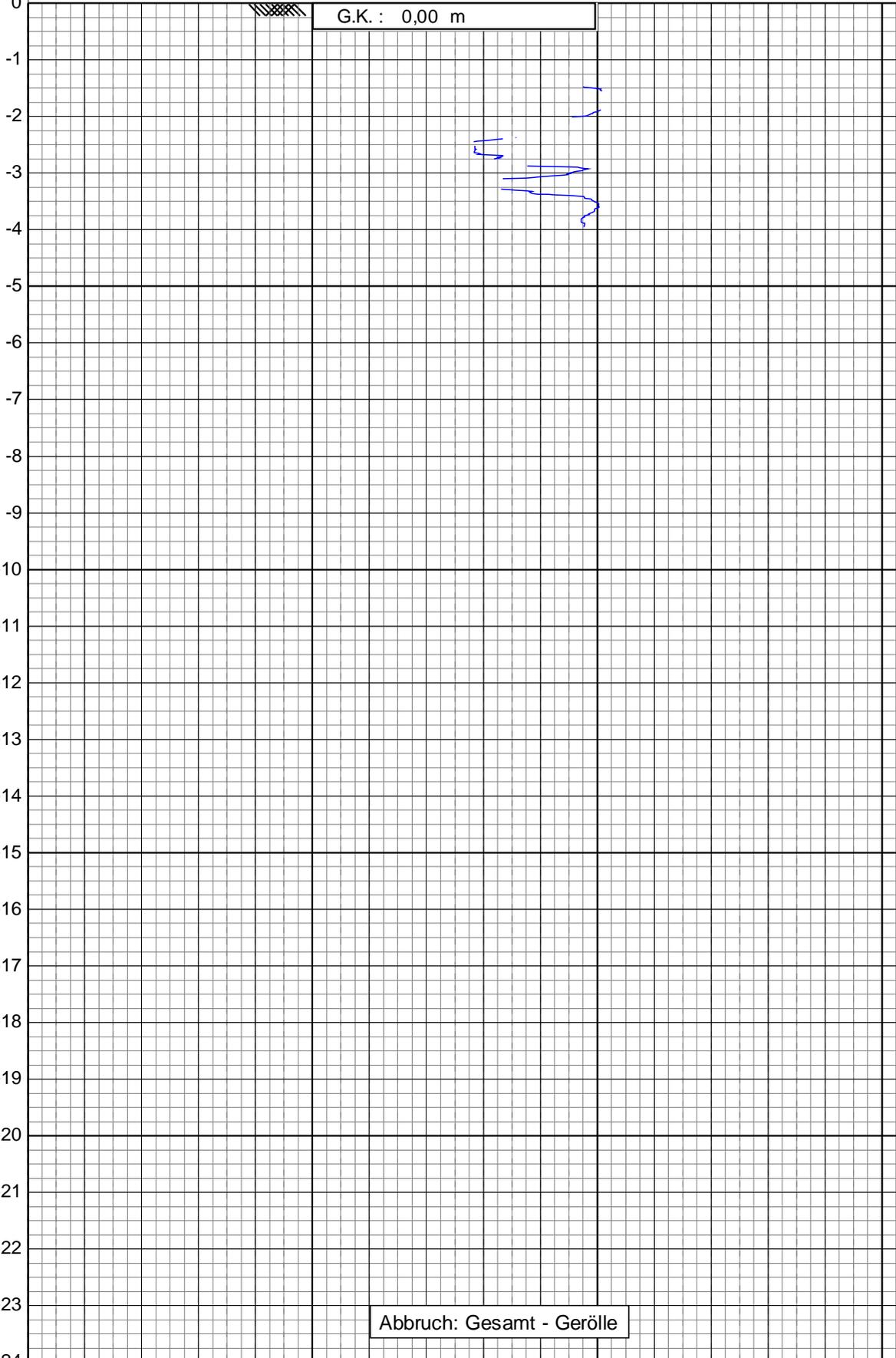
- (0) Nicht definiert
- (1) Plastisch, feinkörnig
- (2) Organisch
- (3) Schluffiger Ton
- (4) Toniger Schluff
- (5) Sandgemische
- (6) Sande
- (7) Kiesiger Sand
- (8) Toniger Sand
- (9) Sehr steif

Bodenklassifikation nach Robertson 1990

	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)	Datum : 28.06.2023
	Projekt : Tettang	Konus Nr. : S15CFIL.S23736
	Ort : Tettang	Projekt Nr. : 20230623-10003
		CPT Nr. : CPT 2a 4/5

— Winkel der inneren Reibung in Grad —>

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

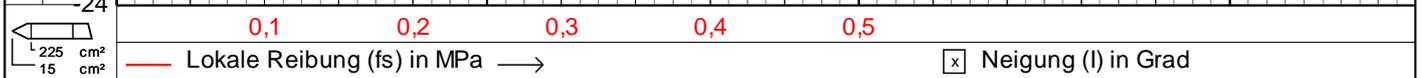
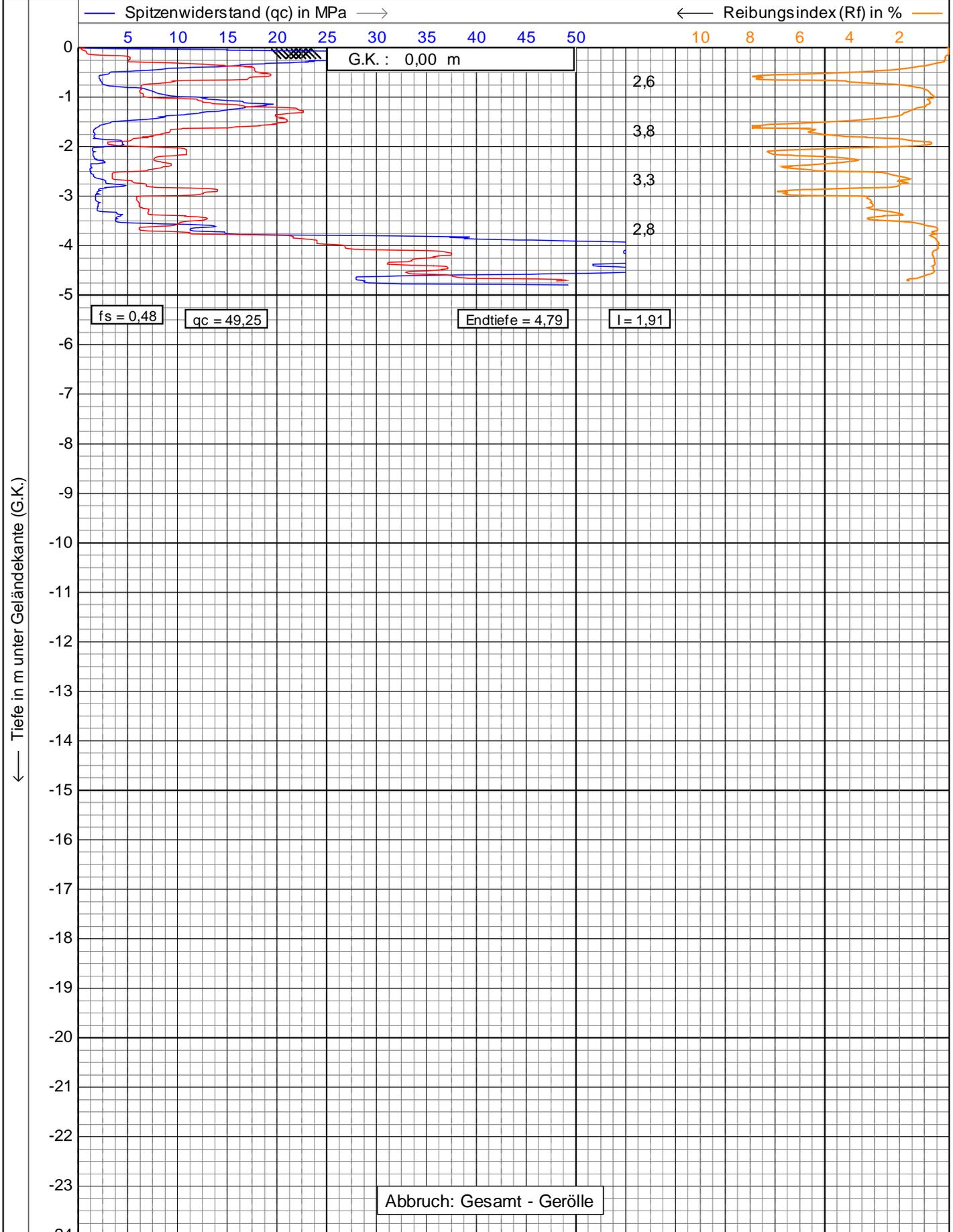


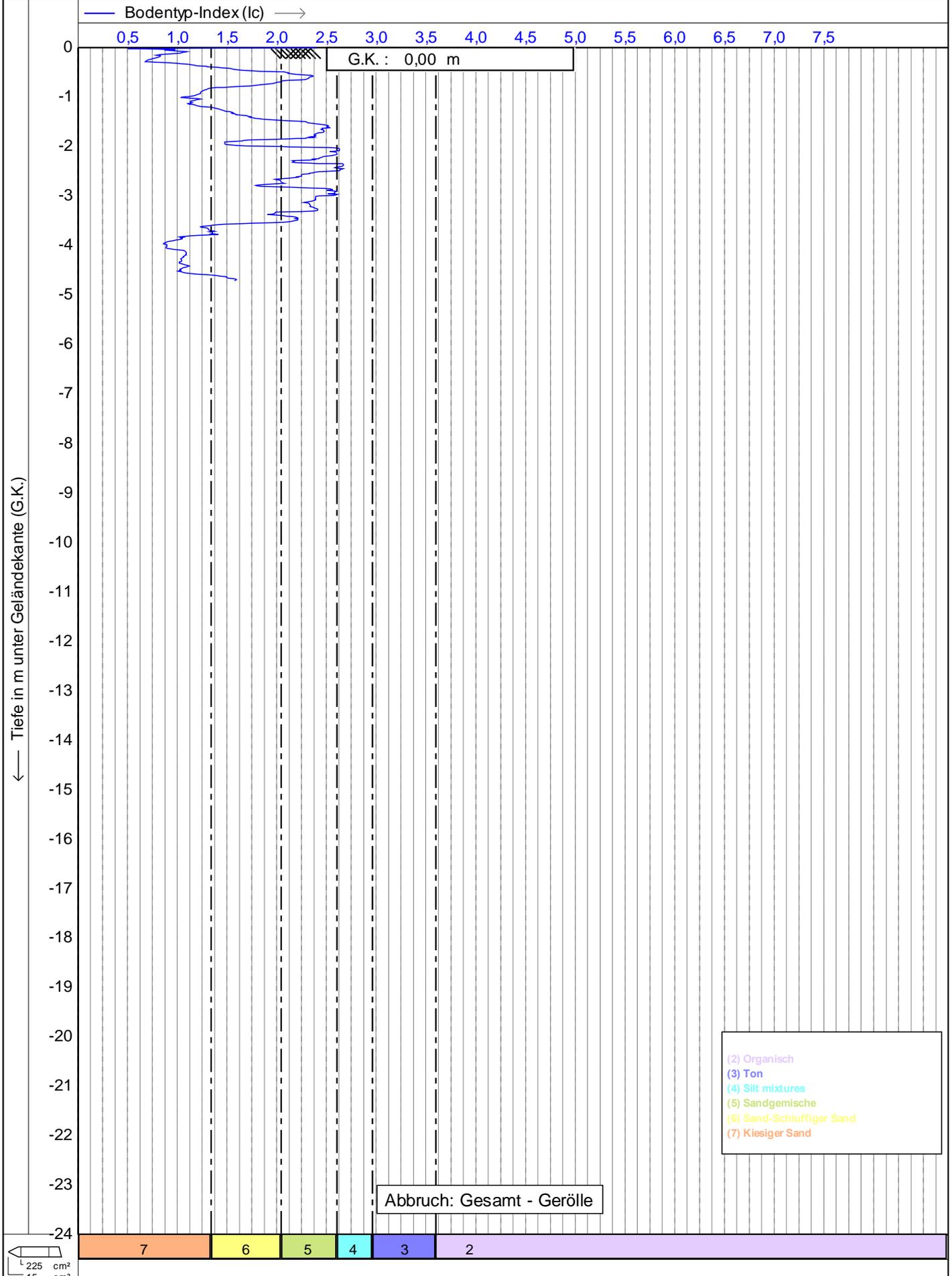
Abbruch: Gesamt - Gerölle

← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

225 cm²

 15 cm²





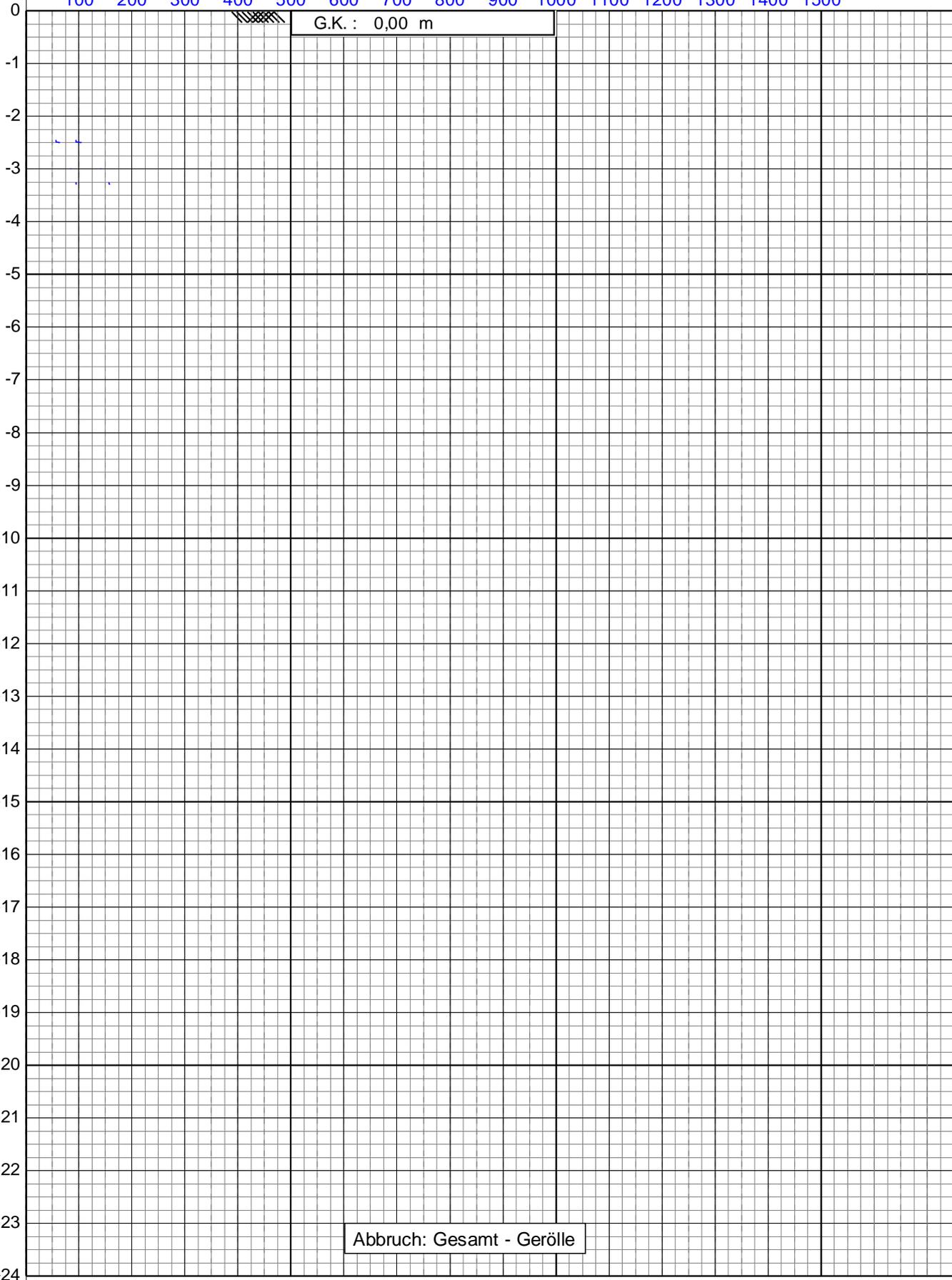
- (2) Organisch
- (3) Ton
- (4) Silt mixtures
- (5) Sandgemische
- (6) Sand-Schluffiger Sand
- (7) Kiesiger Sand

225 cm²
 15 cm²

 heiligenstadt gmbh Beratende Ingenieure VBI	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)	Datum : 28.06.2023
	Projekt : Tettang	Konus Nr. : S15CFIL.S23736
	Ort : Tettang	Projekt Nr. : 20230623-10003
		CPT Nr. : CPT 3 2/5

— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500



← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

225 cm²

 15 cm²



Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)

Projekt : **Tett nang**

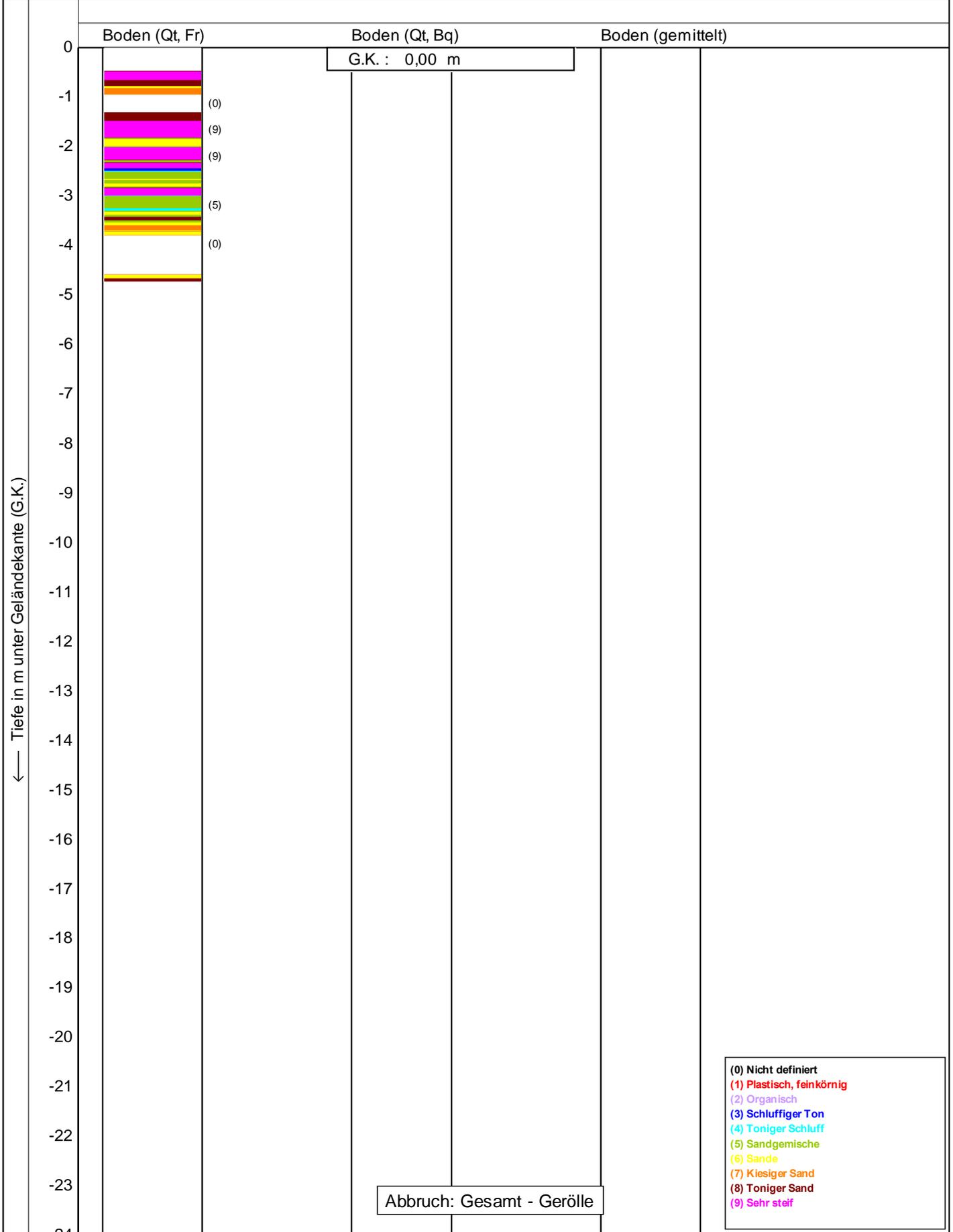
Ort : **Tett nang**

Datum : **28.06.2023**

Konus Nr. : **S15CFIL.S23736**

Projekt Nr. : **20230623-10003**

CPT Nr. : **CPT 3** **3/5**

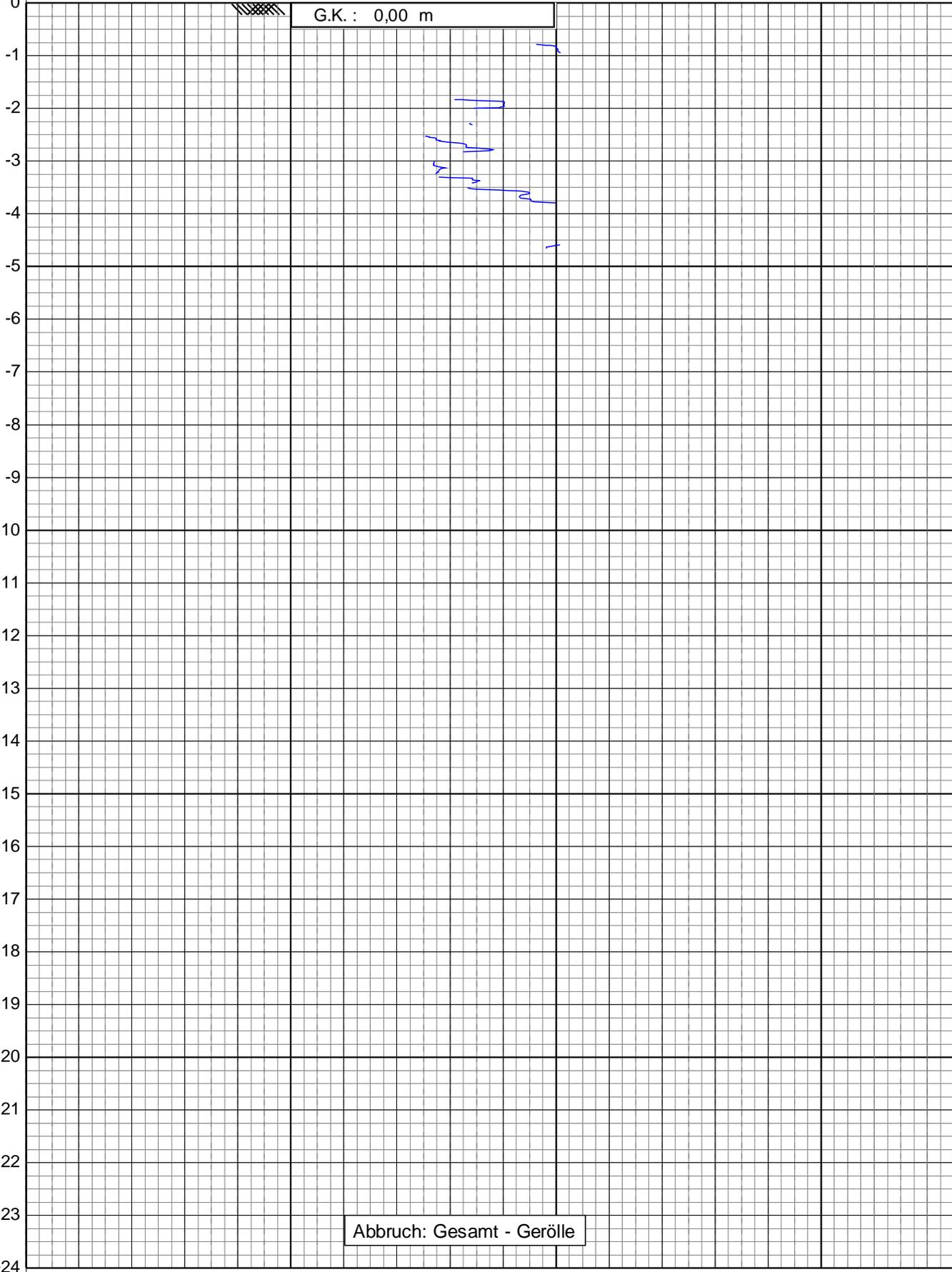


Bodenklassifikation nach Robertson 1990

	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)	Datum : 28.06.2023
	Projekt : Tettang	Konus Nr. : S15CFIL.S23736
	Ort : Tettang	Projekt Nr. : 20230623-10003
		CPT Nr. : CPT 3 4/5

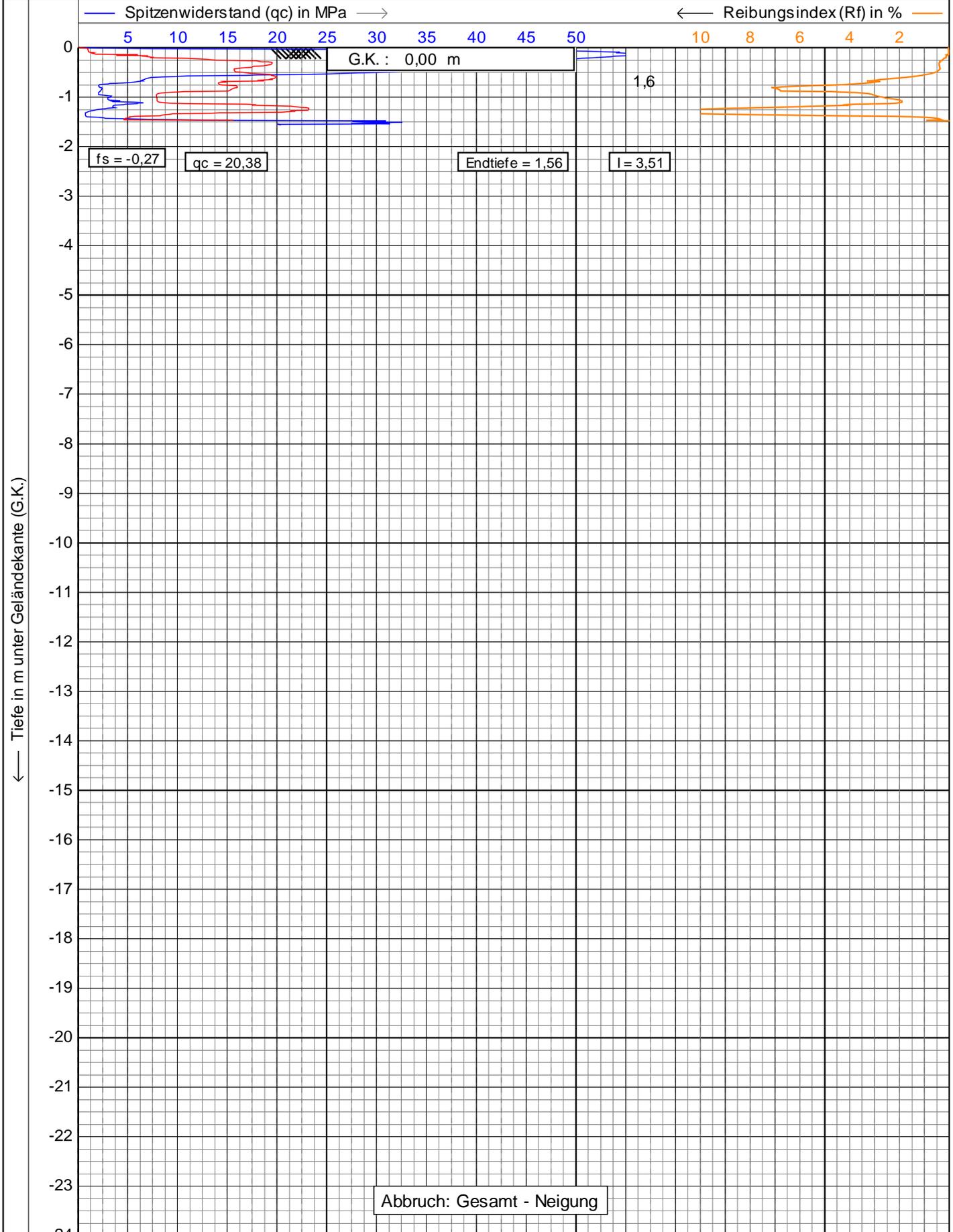
— Winkel der inneren Reibung in Grad —>

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75



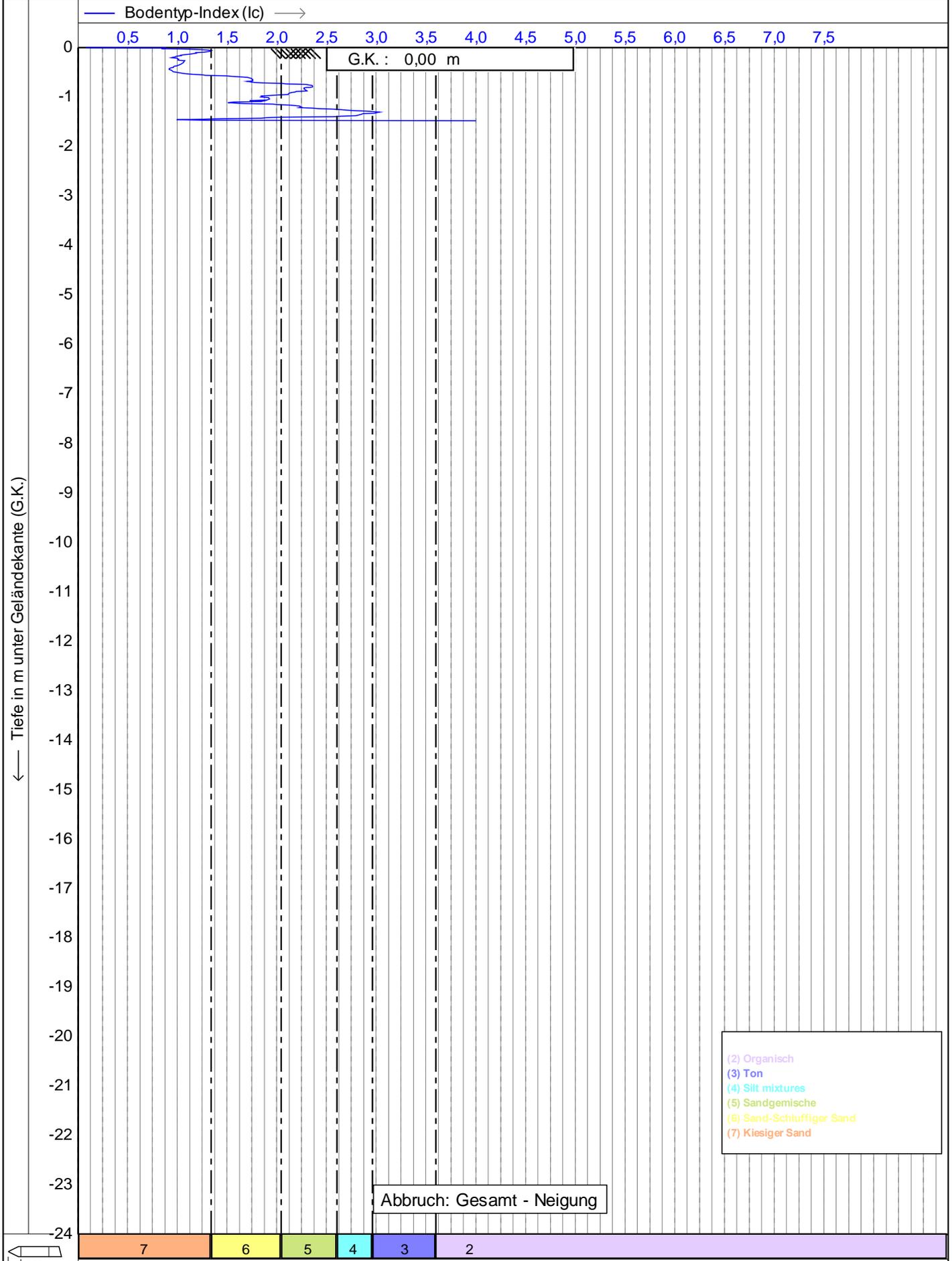
Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)


 225 cm²
 15 cm²



L 225 cm²

 15 cm²

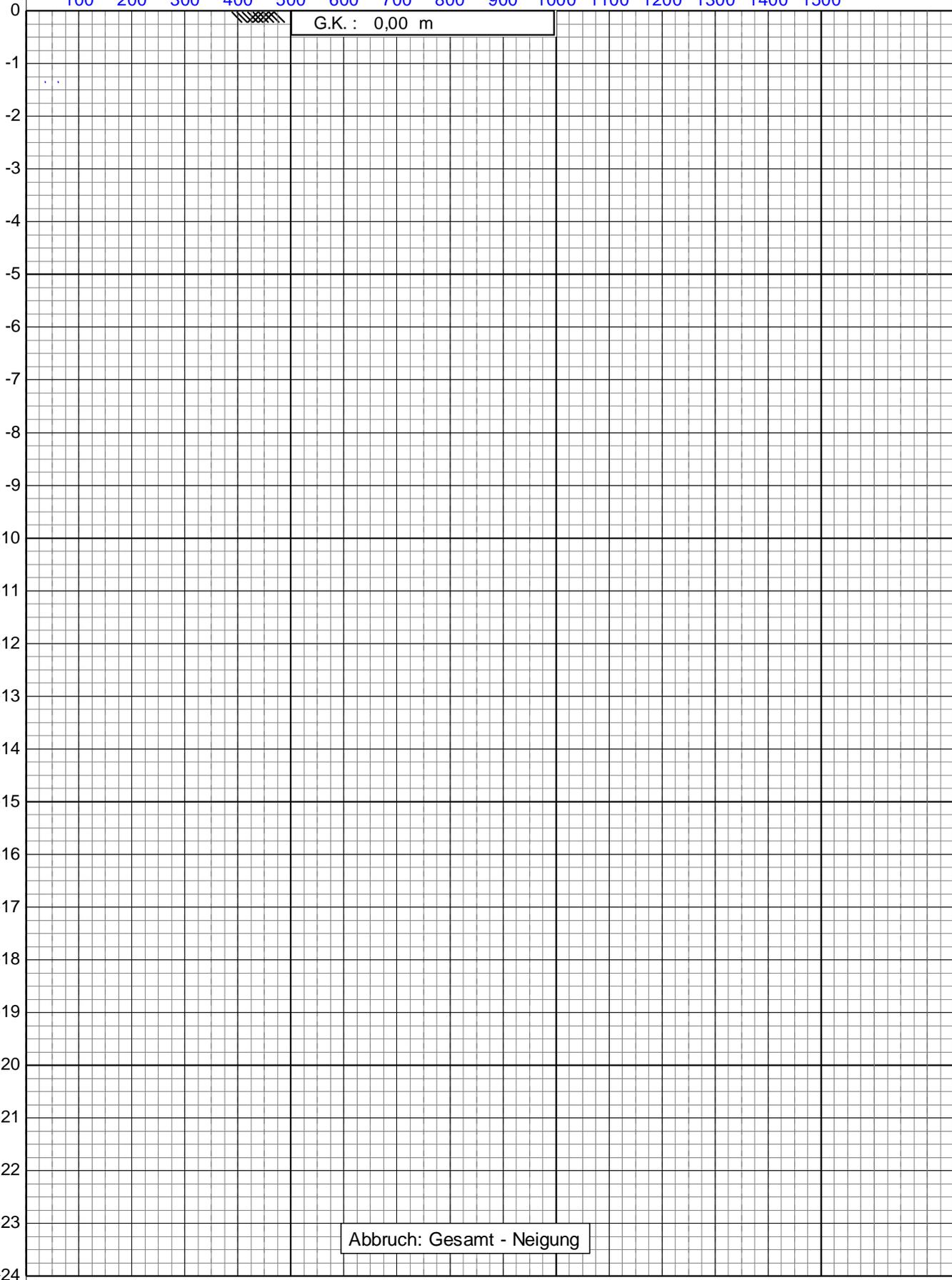


← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

$\frac{1}{15}$ cm²
 $\frac{1}{225}$ cm²

— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500



Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

L 225 cm²

 15 cm²



Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)

Projekt : **Tettang**

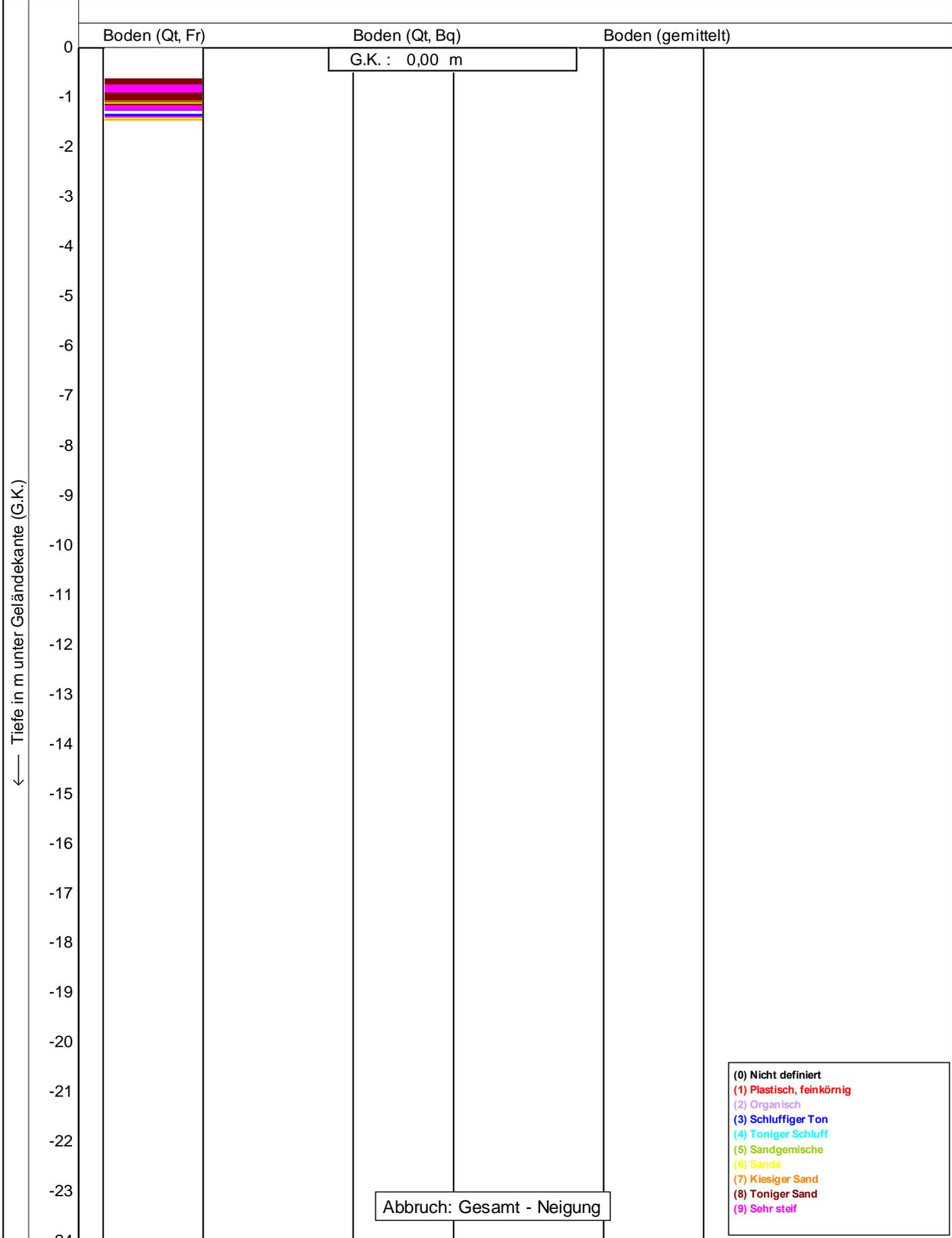
Ort : **Tettang**

Datum : **28.06.2023**

Konus Nr. : **S15CFIL.S23736**

Projekt Nr. : **20230623-10003**

CPT Nr. : **CPT 4** **3/5**



Bodenklassifikation nach Robertson 1990

<p style="font-size: small;">heiligenstadt gmbh Beratende Ingenieure VBI</p>	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)	Datum : 28.06.2023
	Projekt : Tettang	Konus Nr. : S15CFIL.S23736
	Ort : Tettang	Projekt Nr. : 20230623-10003
		CPT Nr. : CPT 4 4/5

— Winkel der inneren Reibung in Grad —>

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

G.K. : 0,00 m

Abbruch: Gesamt - Neigung

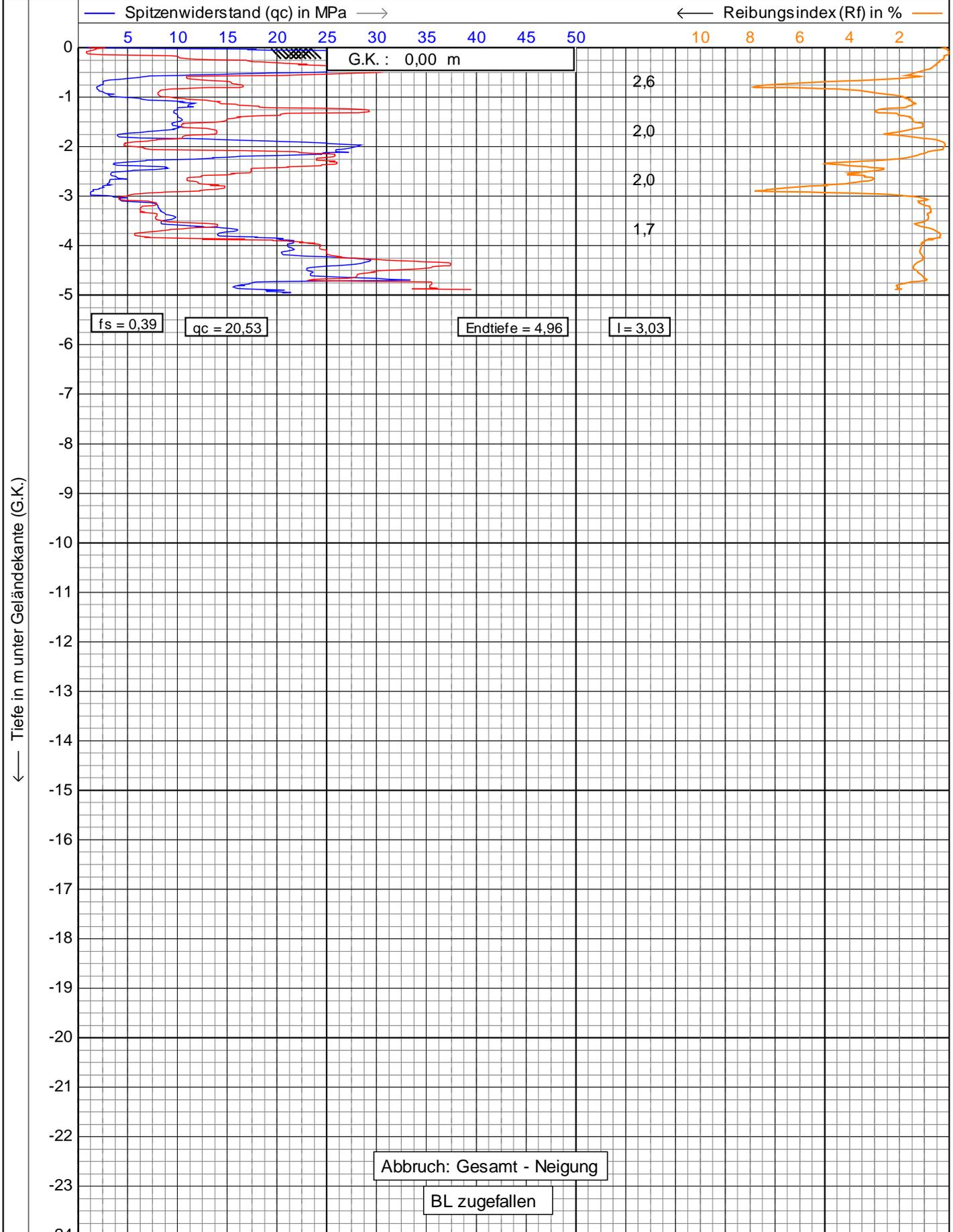
← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

←
L 225 cm²
15 cm²

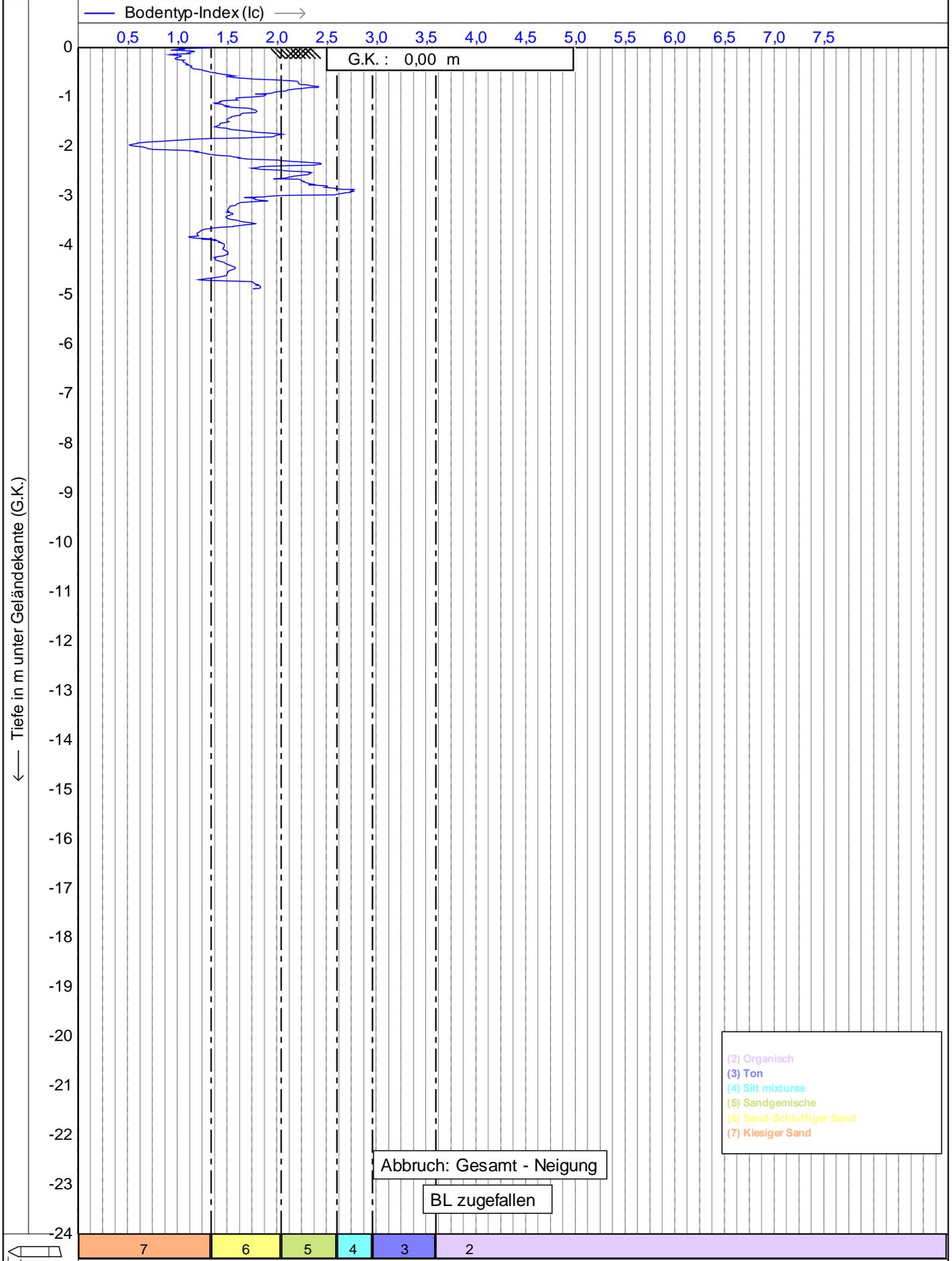


Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)
 Projekt : **Tettang**
 Ort : **Tettang**

Datum : **28.06.2023**
 Konus Nr. : **S15CFIL.S23736**
 Projekt Nr. : **20230623-10003**
 CPT Nr. : **CPT 4** **5/5**

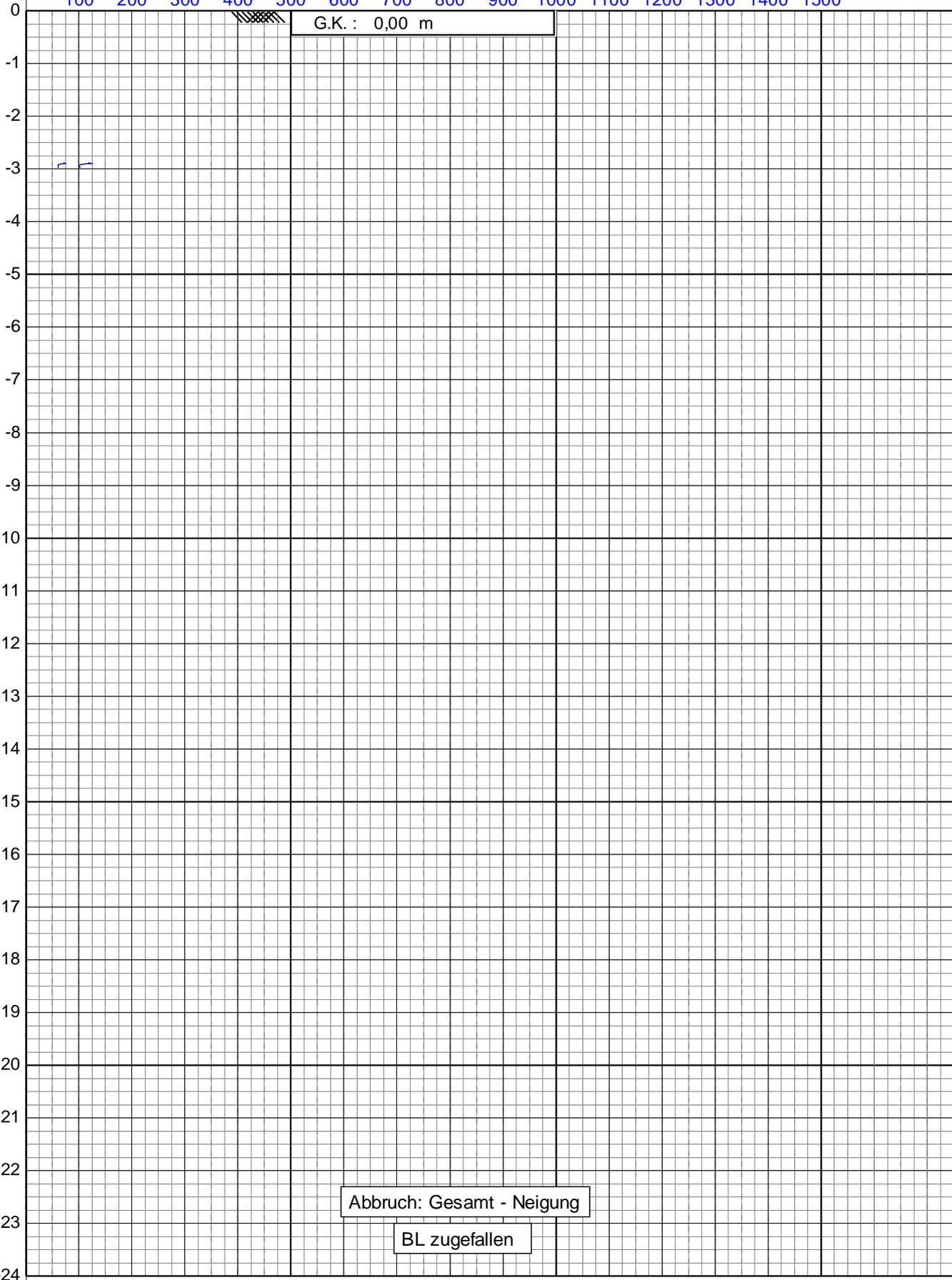


$\frac{L}{15}$ $\frac{225}{15}$ $\frac{cm^2}{cm^2}$



— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500



Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

L 225 cm²

 15 cm²

geo
technik
 heiligenstadt gmbh
 Beratende Ingenieure VBI

Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)

Projekt : **Tettang**

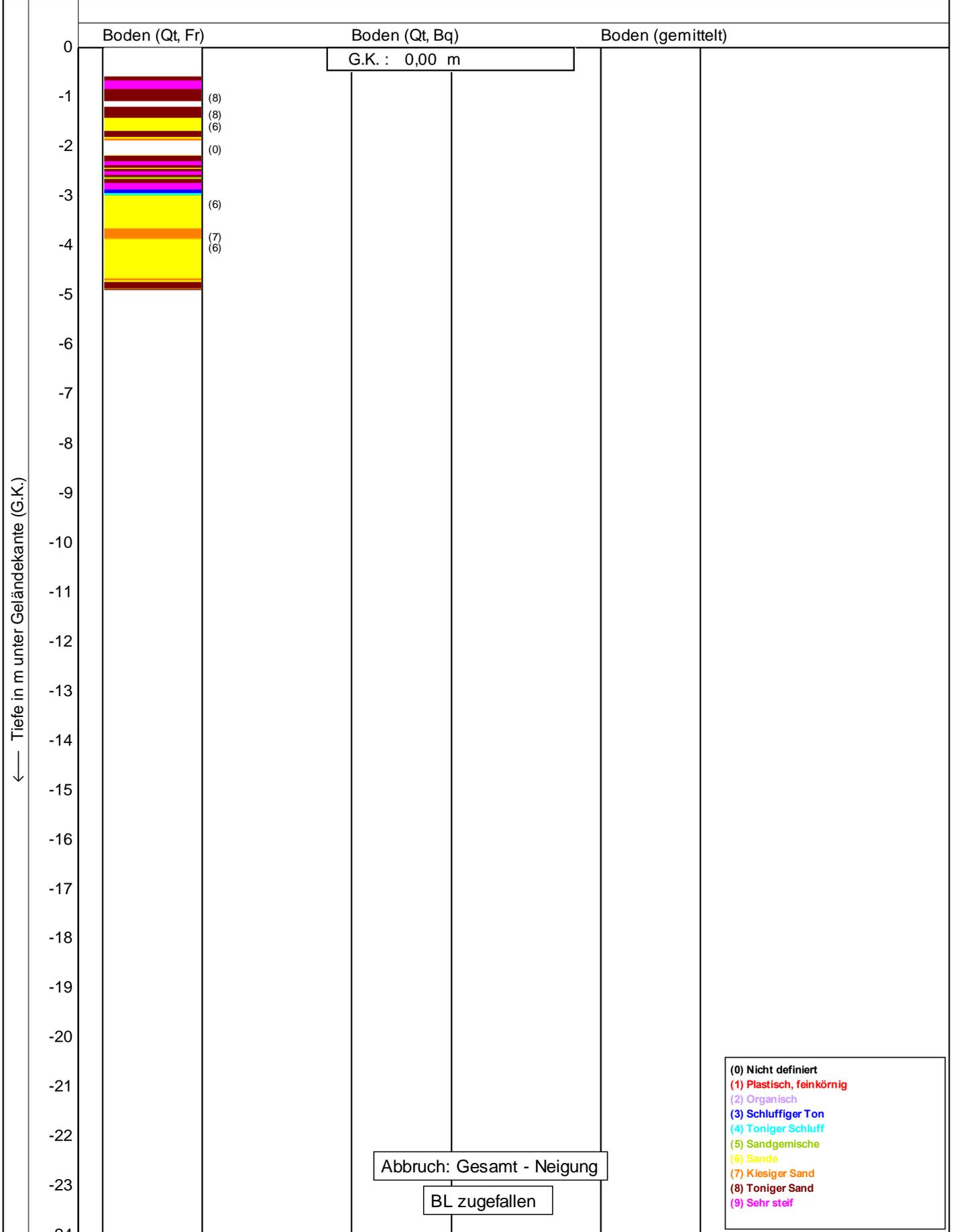
Ort : **Tettang**

Datum : **28.06.2023**

Konus Nr. : **S15CFIL.S23736**

Projekt Nr. : **20230623-10003**

CPT Nr. : **CPT 4a** | 3/5

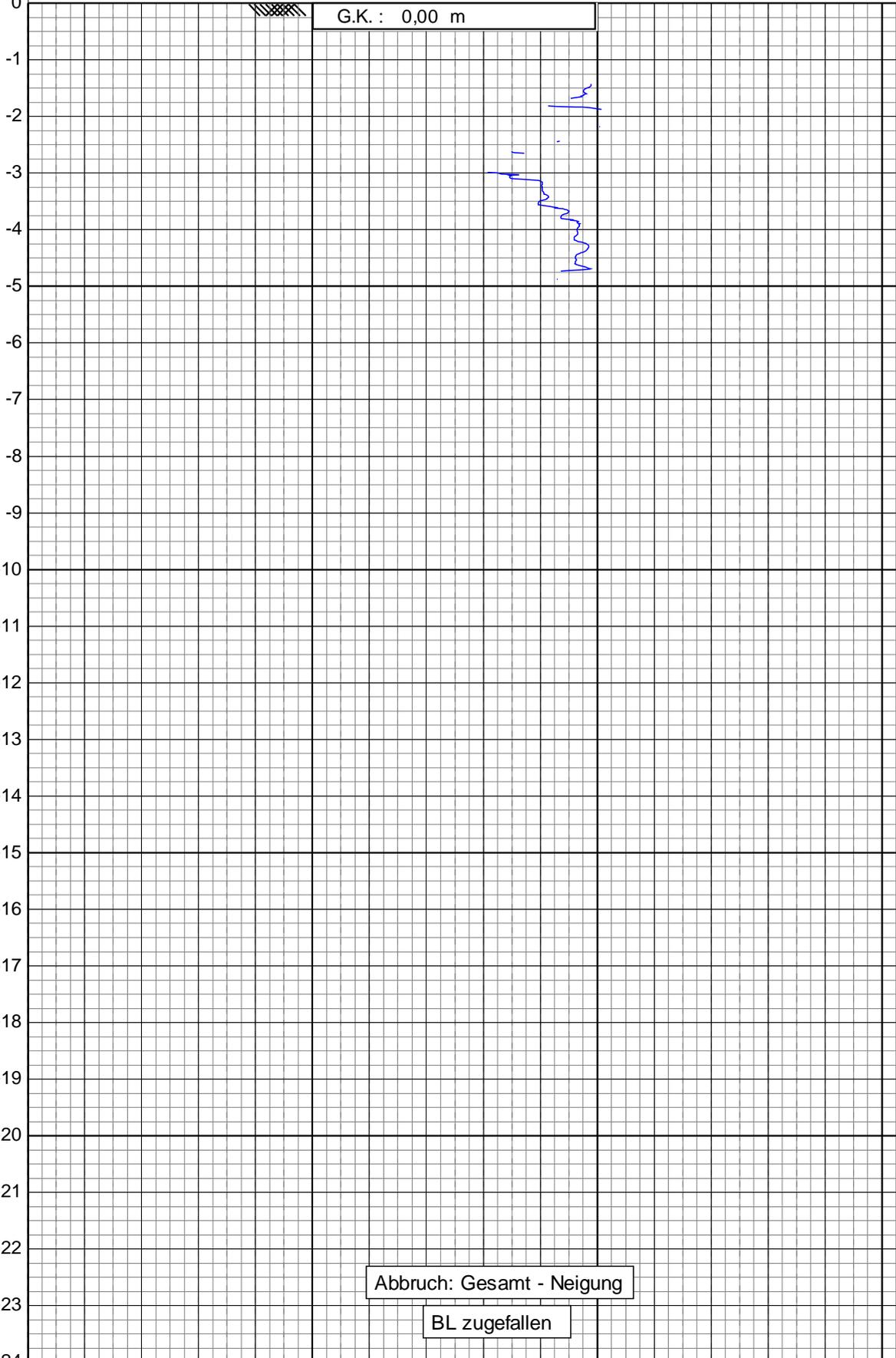


Bodenklassifikation nach Robertson 1990

	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)	Datum : 28.06.2023
	Projekt : Tett nang	Konus Nr. : S15CFIL.S23736
	Ort : Tett nang	Projekt Nr. : 20230623-10003
		CPT Nr. : CPT 4a 4/5

— Winkel der inneren Reibung in Grad —>

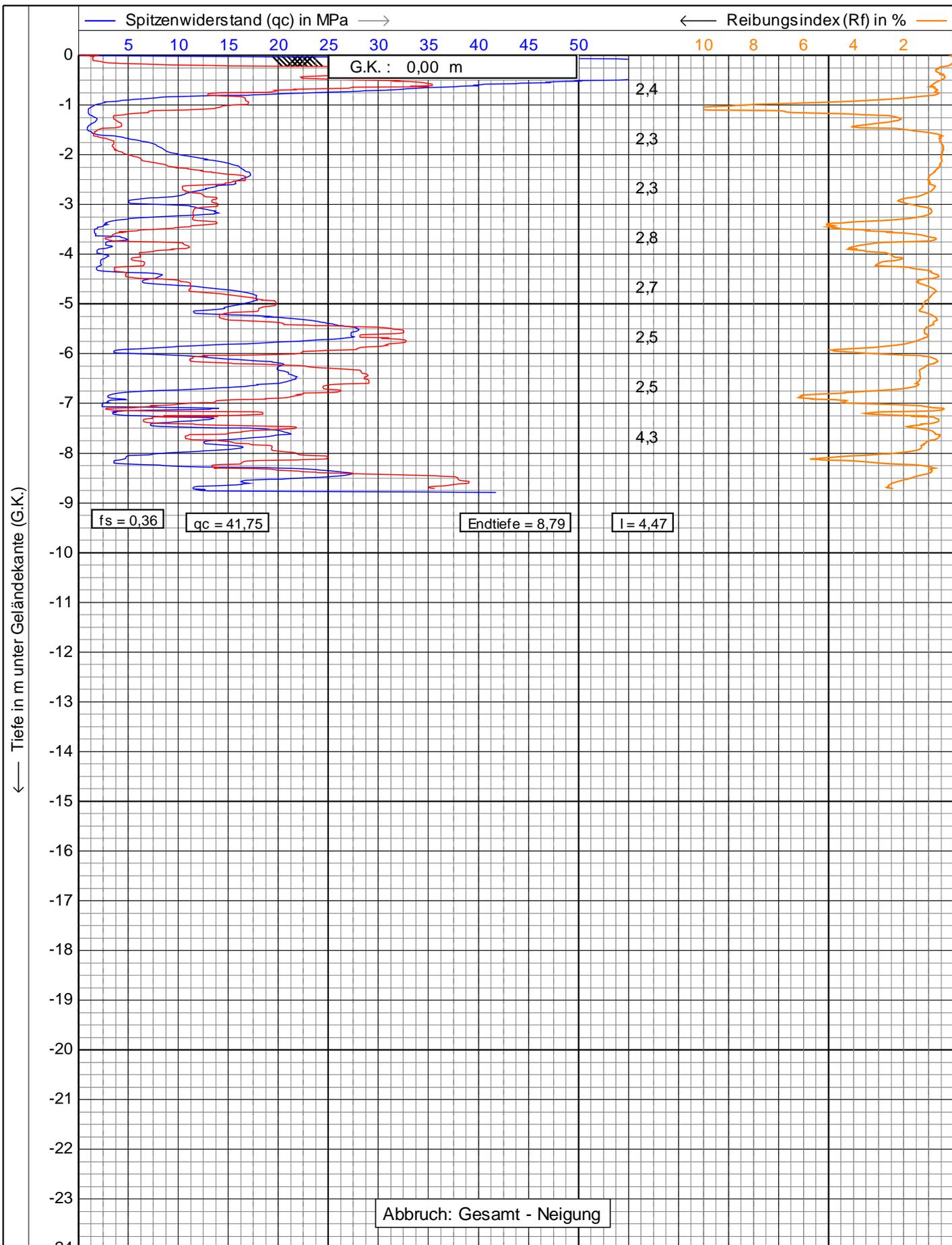
5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75



Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

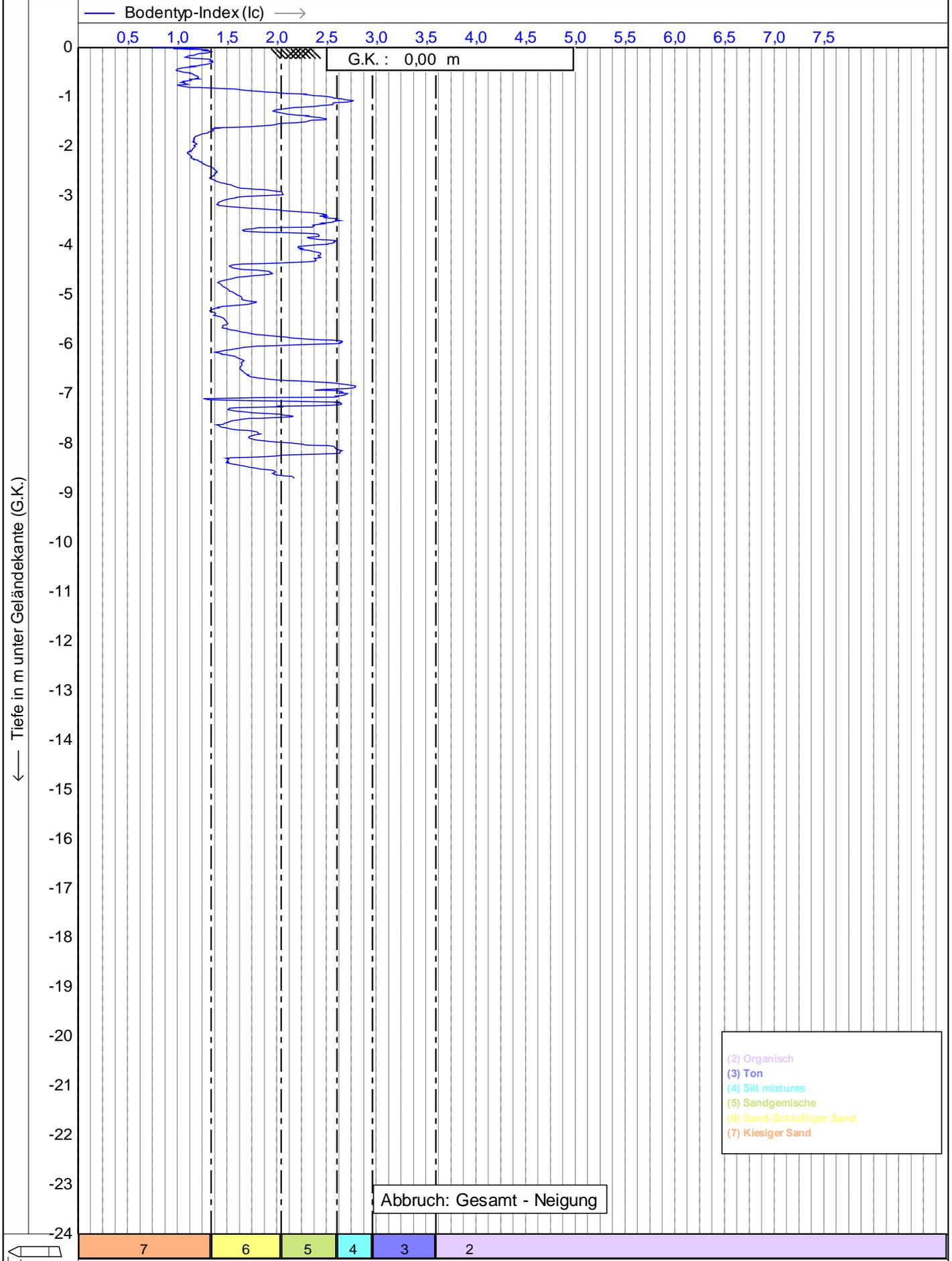
L 225 cm²

 15 cm²



← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

← Lokale Reibung (fs) in MPa → Neigung (l) in Grad



L 225 cm²

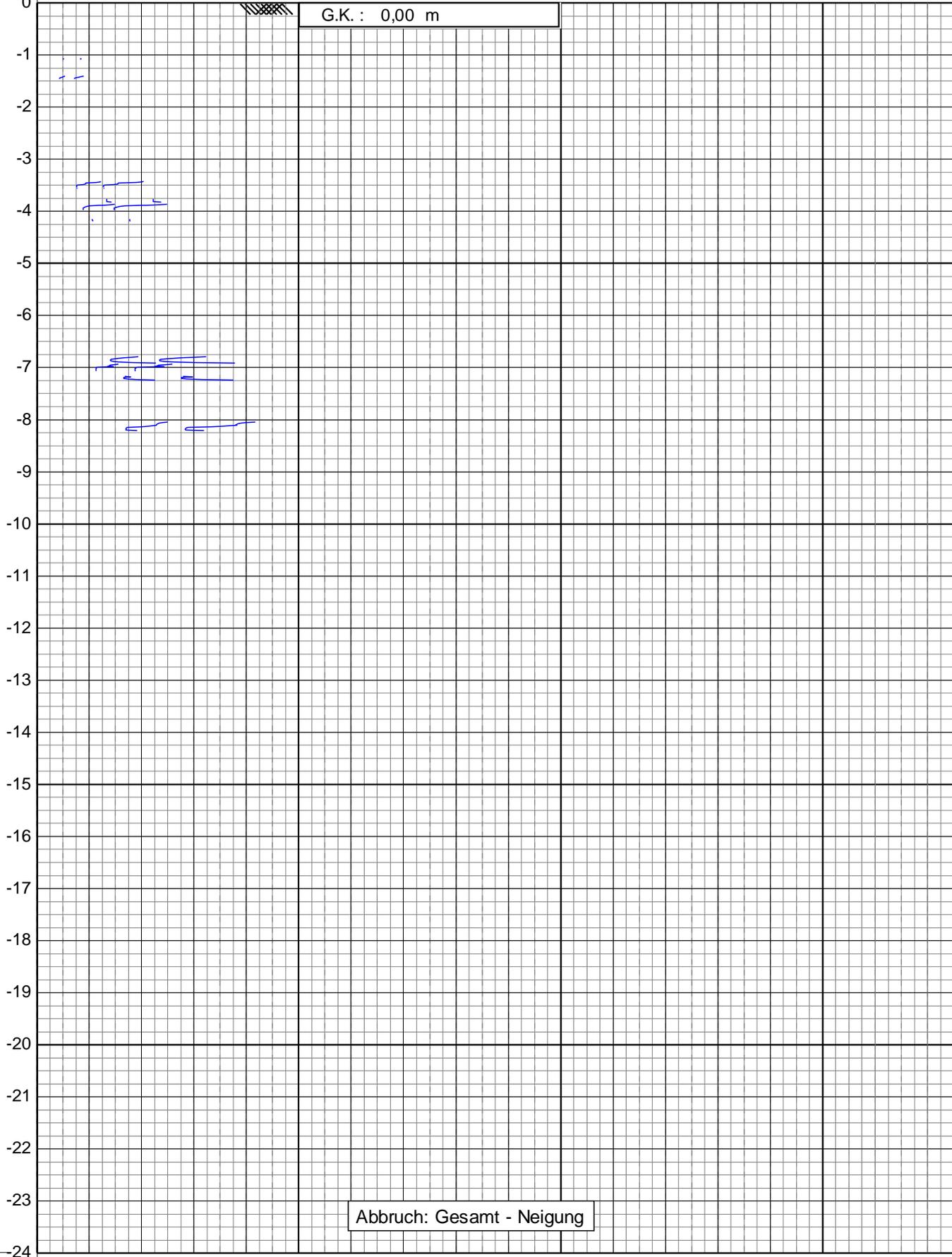
 15 cm²

— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

G.K. : 0,00 m

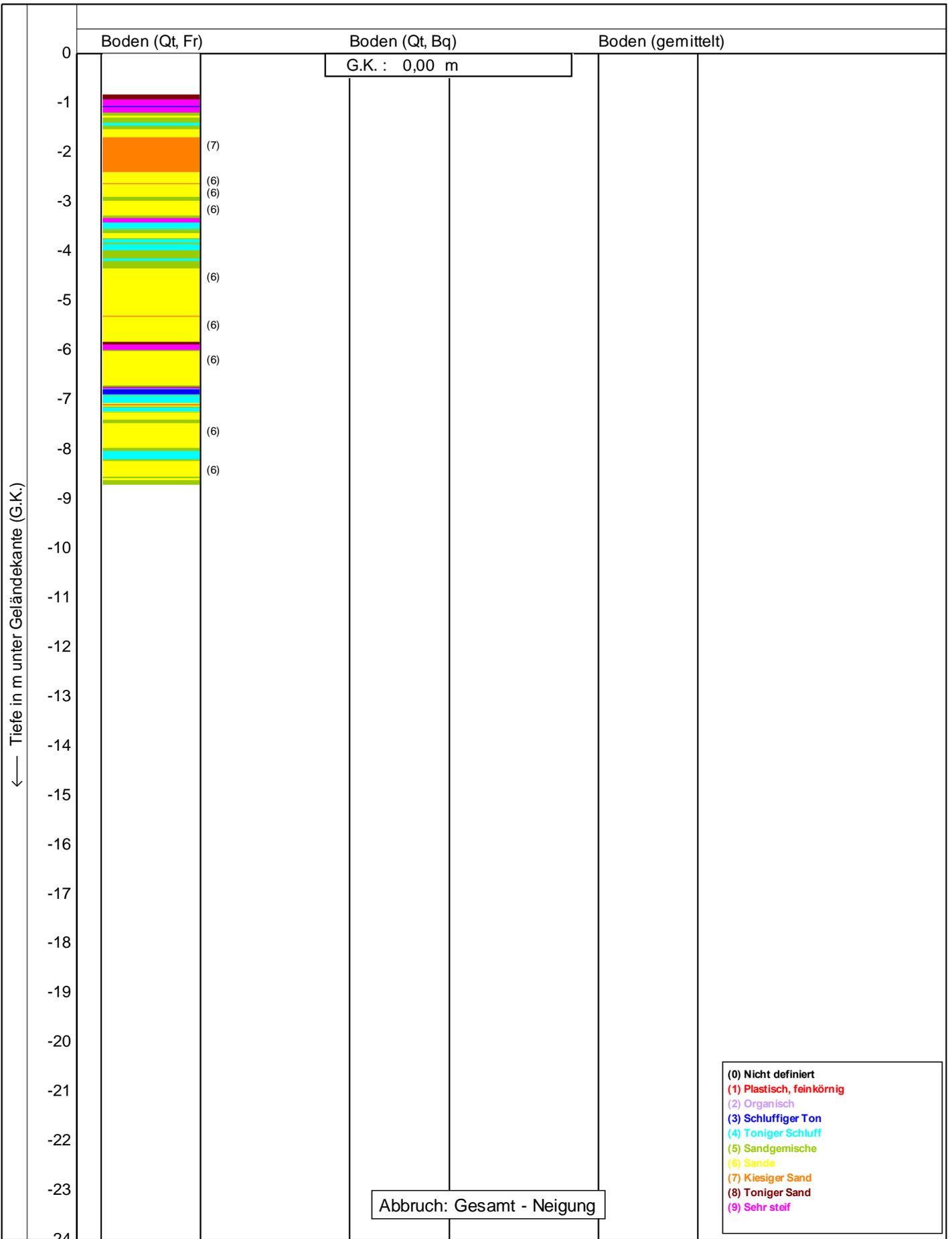
Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)



Abbruch: Gesamt - Neigung

225 cm²

 15 cm²



Bodenklassifikation nach Robertson 1990

↙ 225 cm²
 ↘ 15 cm²

 heiligenstadt gmbh Beratende Ingenieure VBI	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)	Datum : 28.06.2023
	Projekt : Tett nang	Konus Nr. : S15CFIL.S23736
	Ort : Tett nang	Projekt Nr. : 20230623-10003
		CPT Nr. : CPT 5

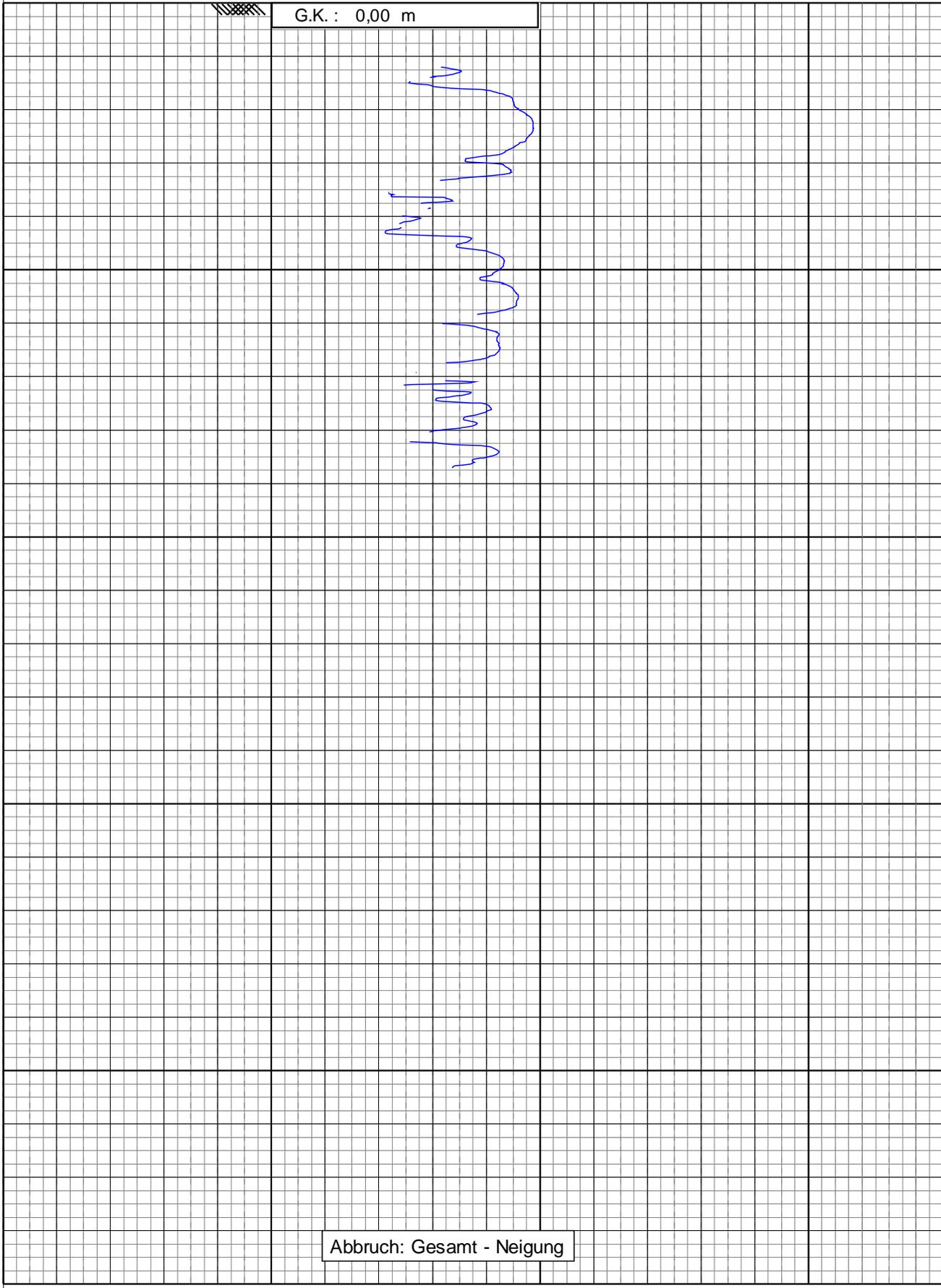
— Winkel der inneren Reibung in Grad —>

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

G.K. : 0,00 m

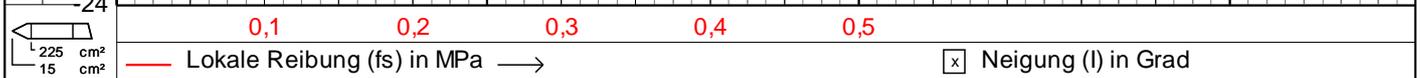
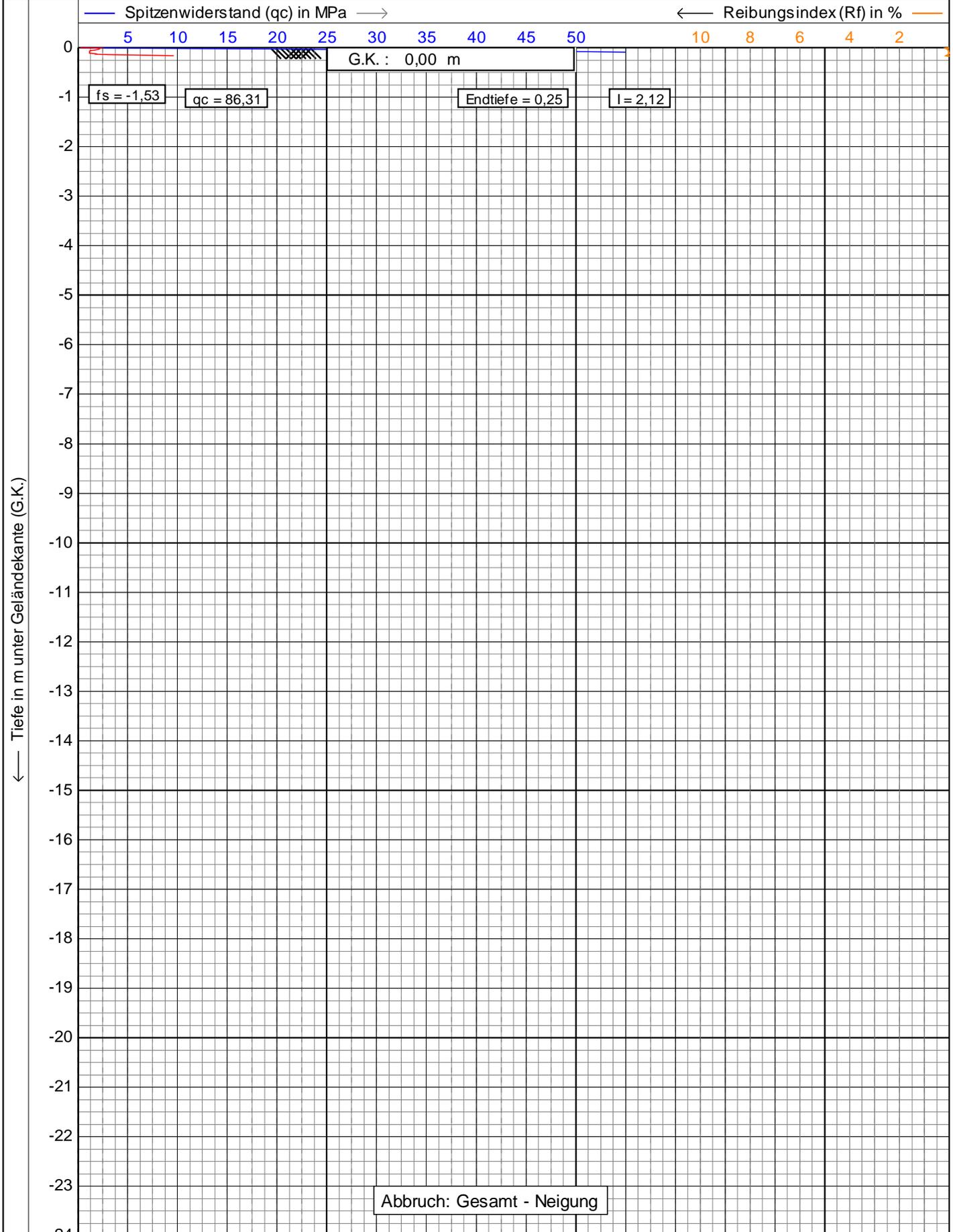
Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

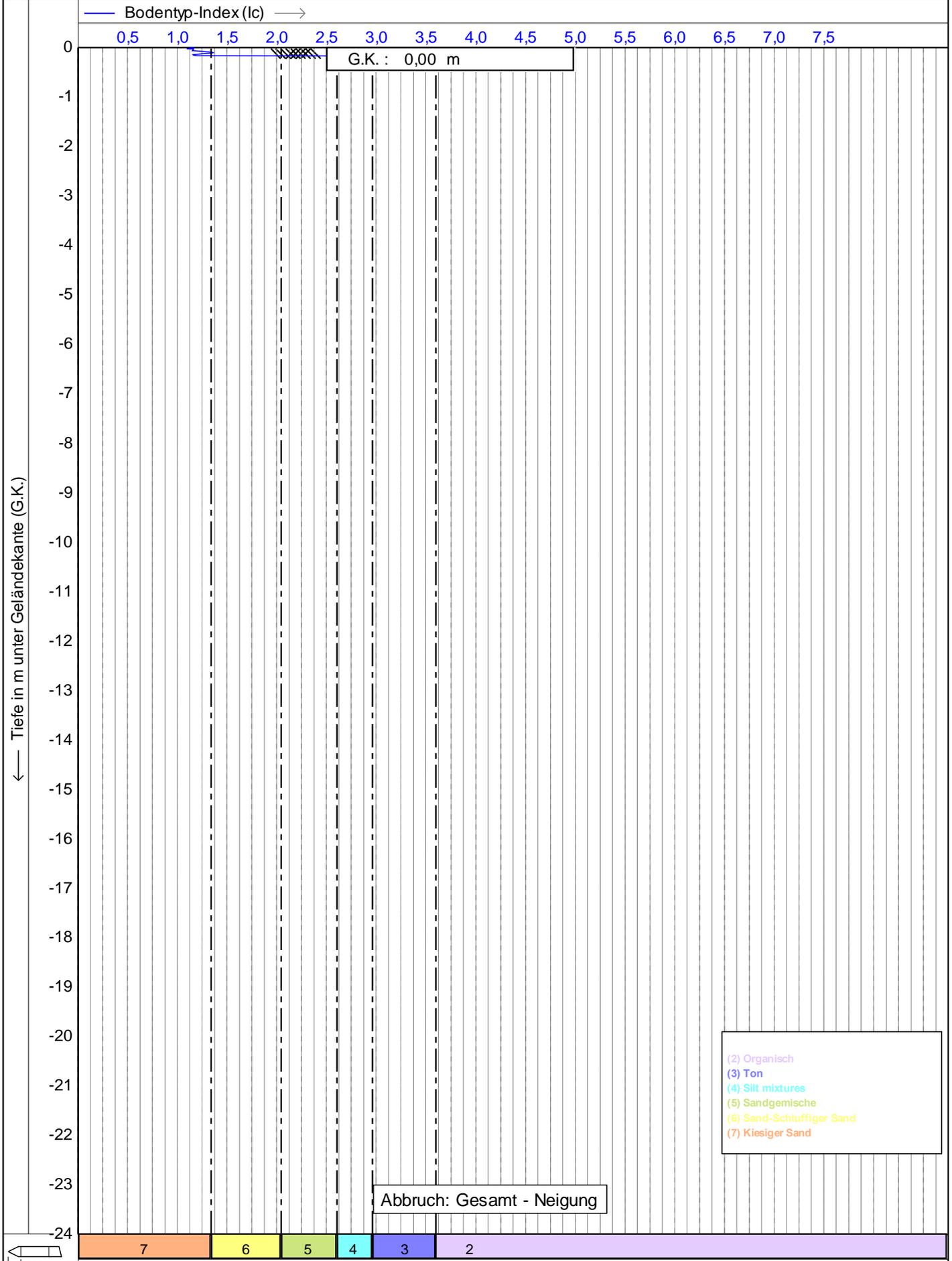
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24



Abbruch: Gesamt - Neigung

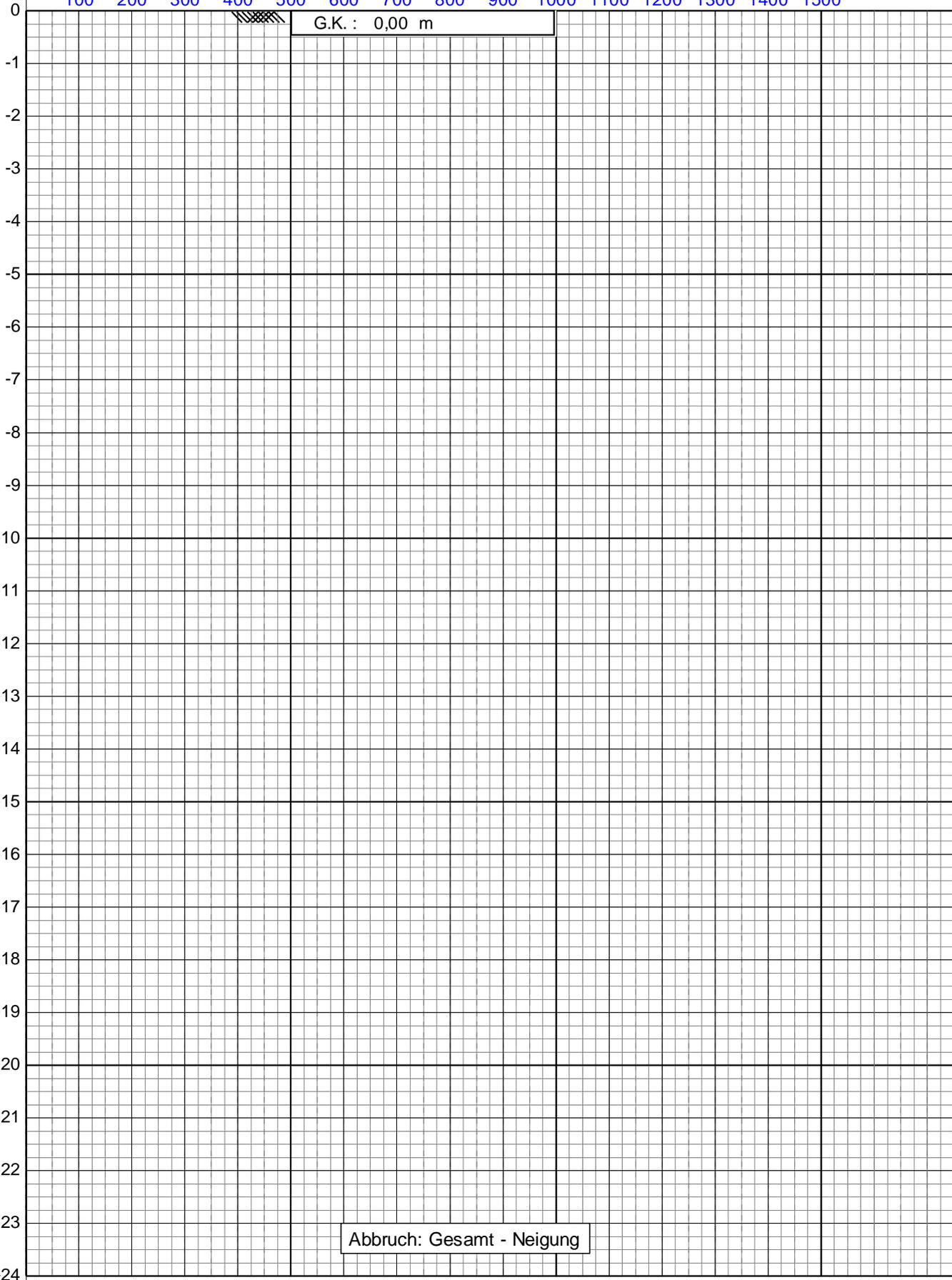
225 cm²
15 cm²





— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500



Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

225 cm²

 15 cm²



Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)

Projekt : **Tettang**

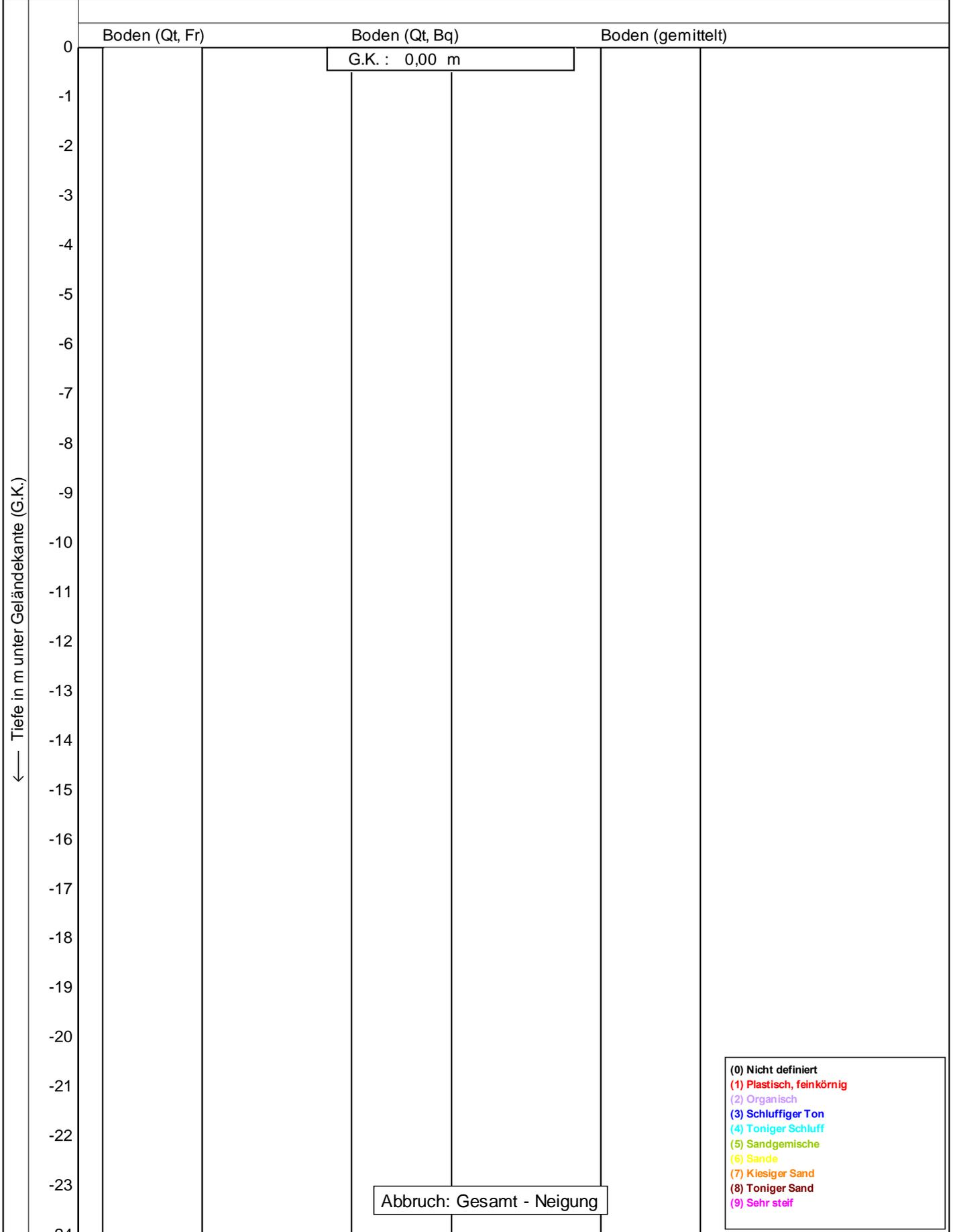
Ort : **Tettang**

Datum : **28.06.2023**

Konus Nr. : **S15CFIL.S23736**

Projekt Nr. : **20230623-10003**

CPT Nr. : **CPT 6** **3/5**



Bodenklassifikation nach Robertson 1990

<p>heiligenstadt gmbh Beratende Ingenieure VBI</p>	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)	Datum : 28.06.2023	
	Projekt : Tett nang	Konus Nr. : S15CFIL.S23736	
	Ort : Tett nang	Projekt Nr. : 20230623-10003	
		CPT Nr. : CPT 6	4/5

Winkel der inneren Reibung in Grad →

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

G.K. : 0,00 m

Abbruch: Gesamt - Neigung

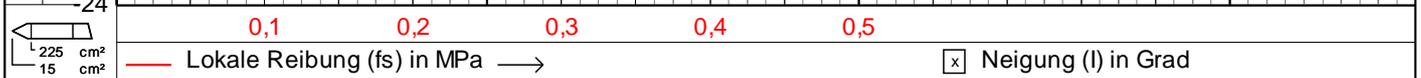
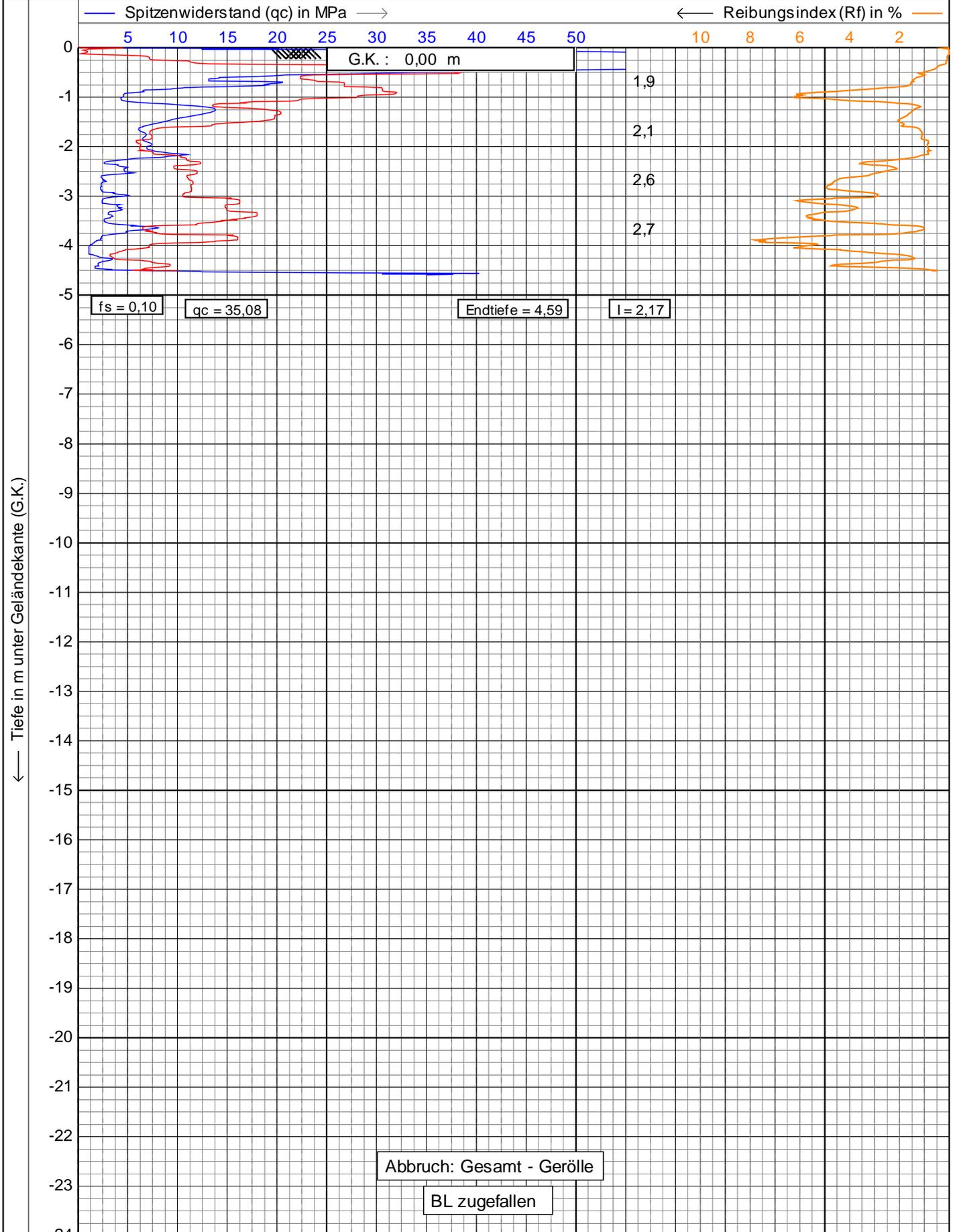
← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

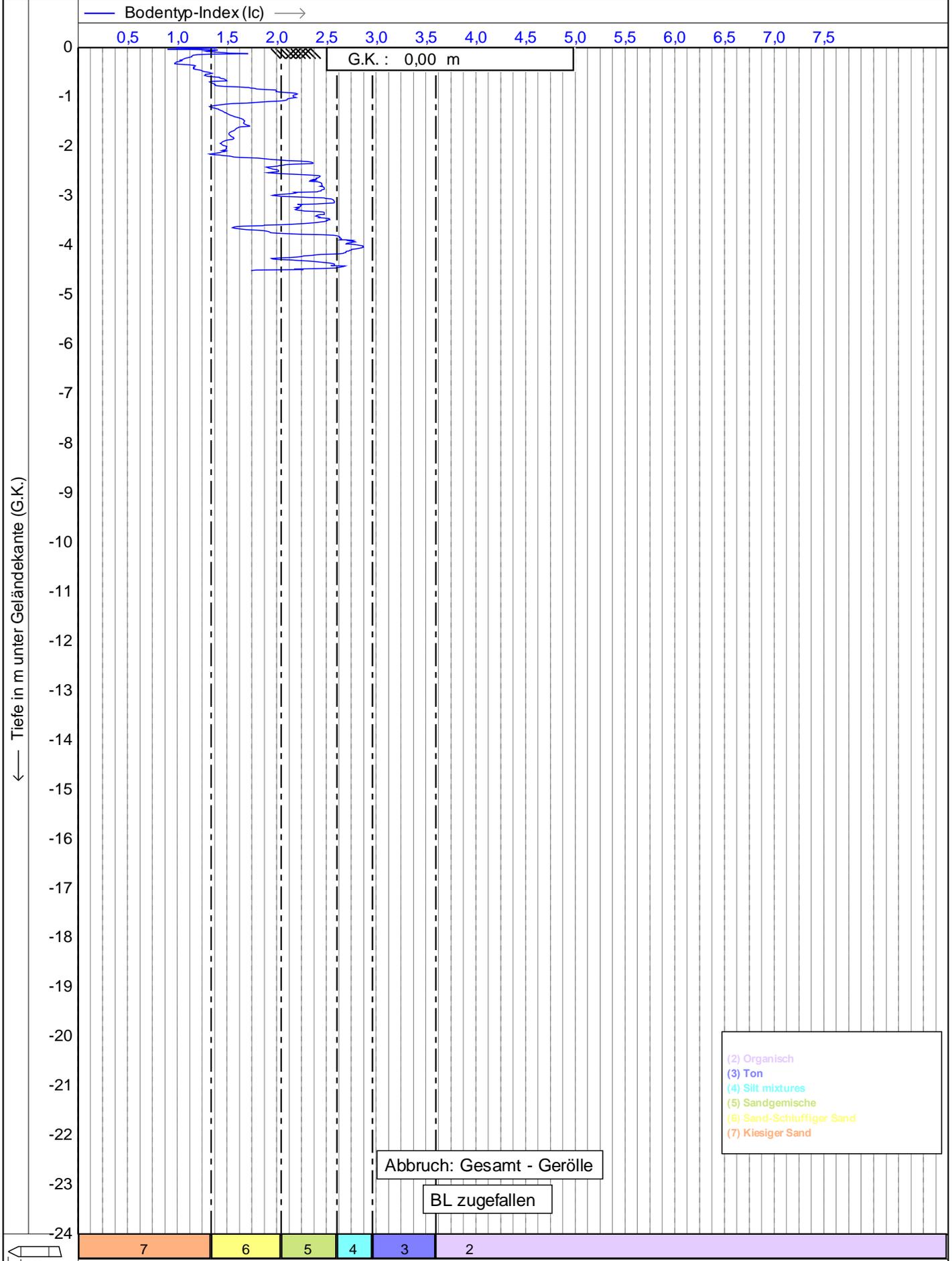
225 cm²
15 cm²



Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)
Projekt : **Tettang**
Ort : **Tettang**

Datum : **28.06.2023**
Konus Nr. : **S15CFIL.S23736**
Projekt Nr. : **20230623-10003**
CPT Nr. : **CPT 6** 5/5

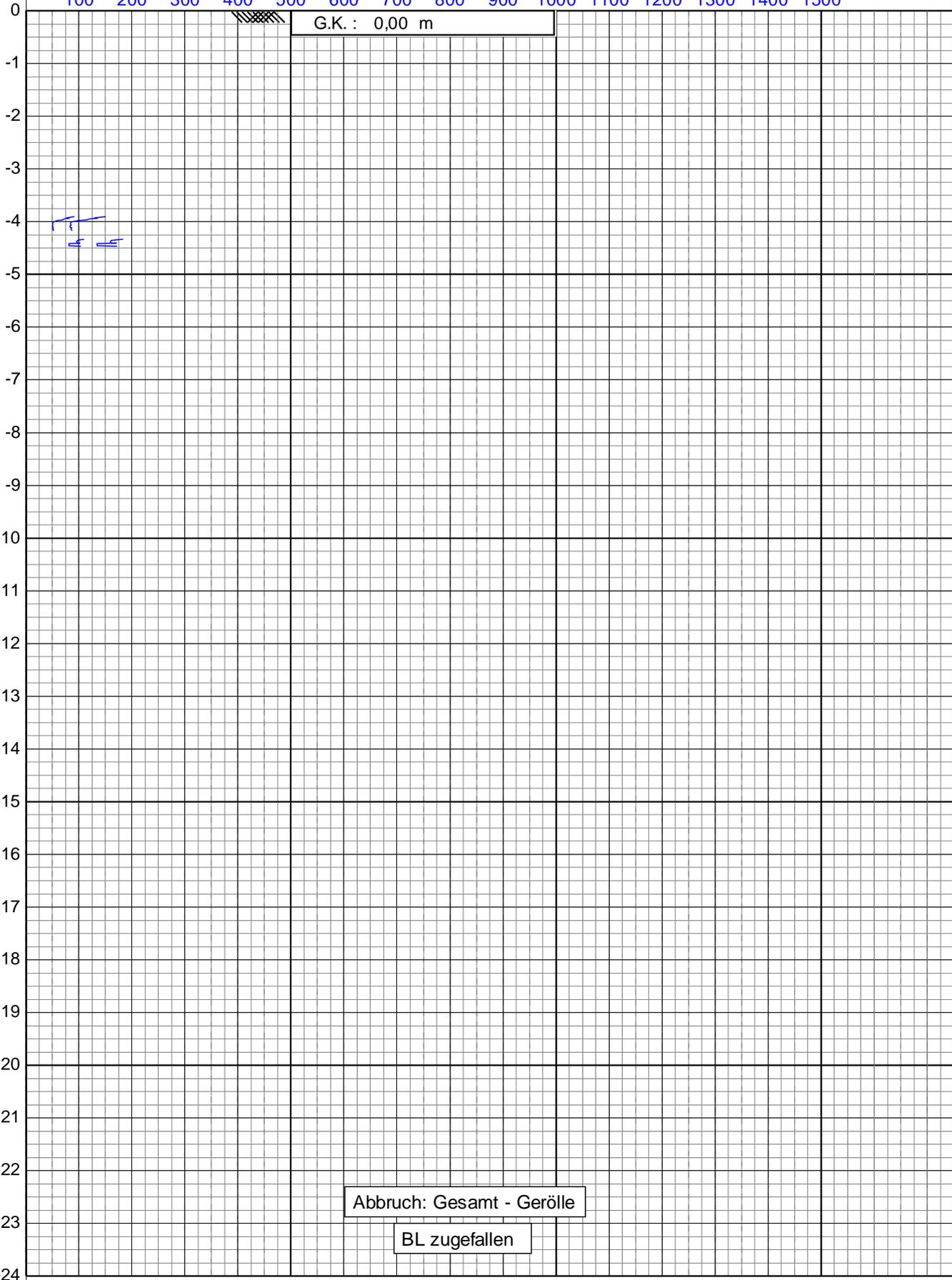




225 cm²
 15 cm²

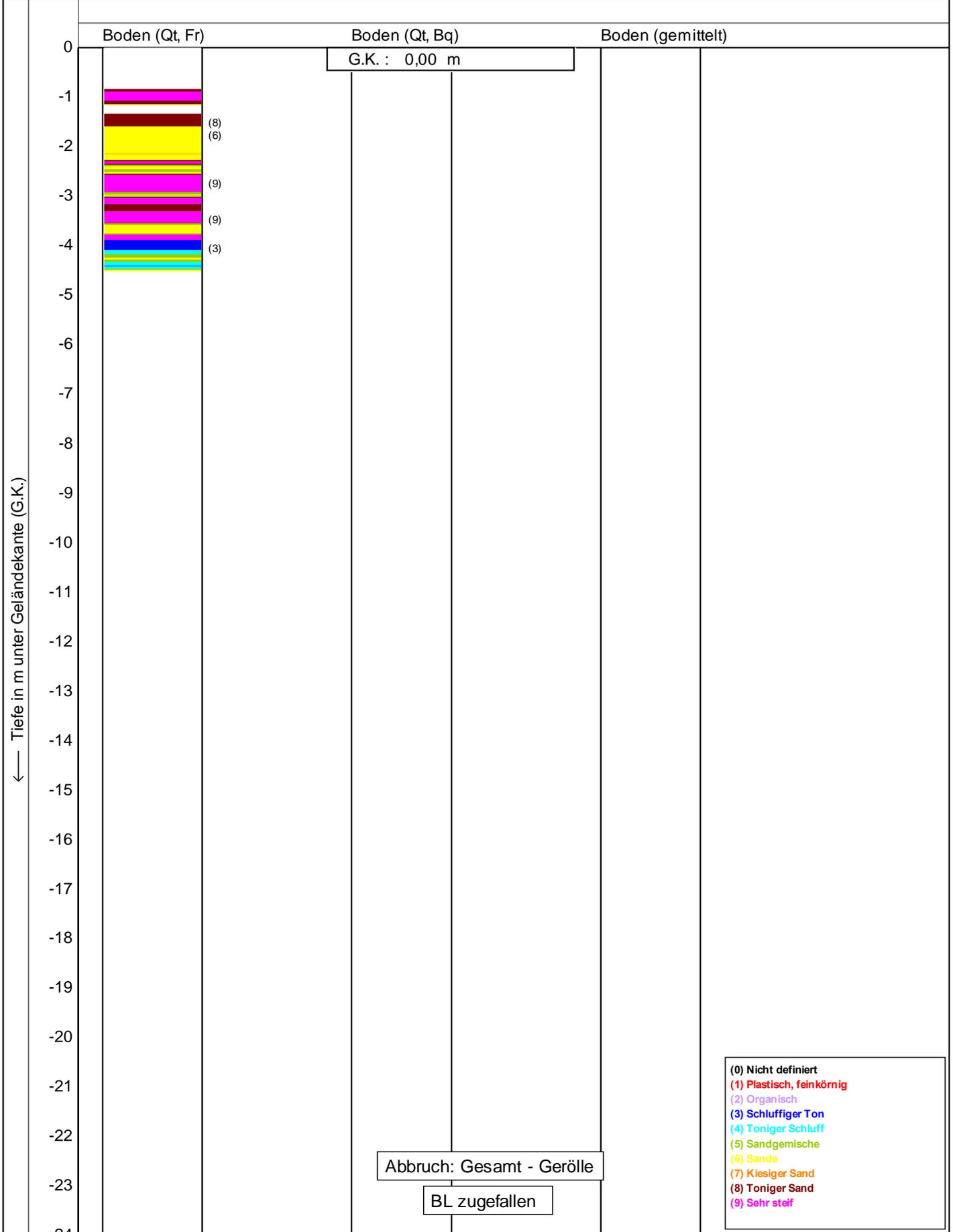
— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500



← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

225 cm²
15 cm²



Bodenklassifikation nach Robertson 1990

	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)	Datum : 28.06.2023
	Projekt : Tett nang	Konus Nr. : S15CFIL.S23736
	Ort : Tett nang	Projekt Nr. : 20230623-10003
		CPT Nr. : CPT 6a 4/5

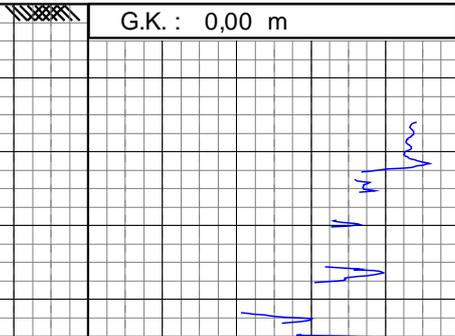
— Winkel der inneren Reibung in Grad —>

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

G.K. : 0,00 m

Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24



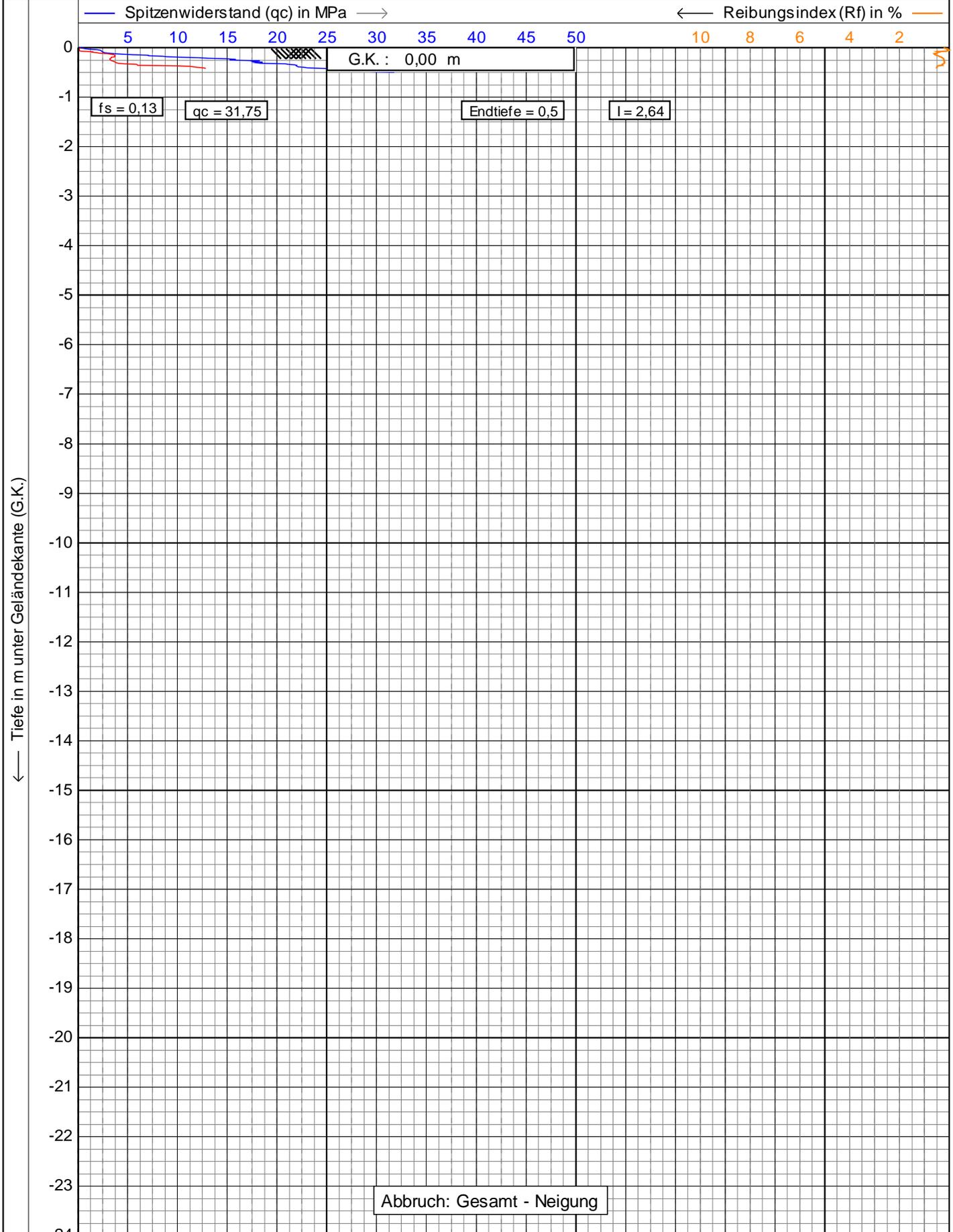
Abbruch: Gesamt - Gerölle
BL zugefallen

225 cm²
15 cm²



Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)
Projekt : **Tett nang**
Ort : **Tett nang**

Datum : **28.06.2023**
Konus Nr. : **S15CFIL.S23736**
Projekt Nr. : **20230623-10003**
CPT Nr. : **CPT 6a** 5/5



Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

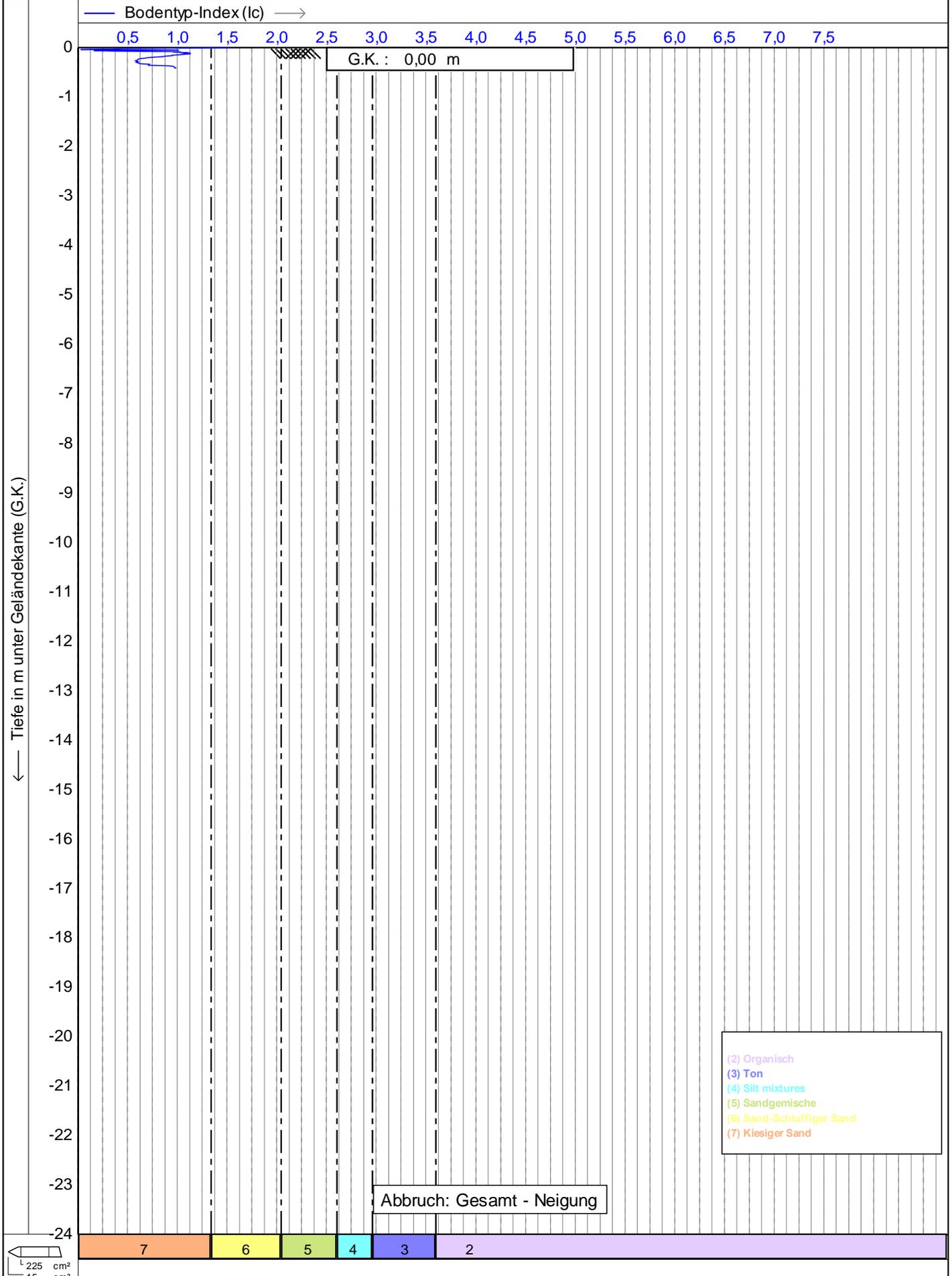
L 225 cm²
 15 cm²

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

geo
technik
 heiligenstadt gmbh
 Beratende Ingenieure VBI

Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)
 Projekt : **Tettang**
 Ort : **Tettang**

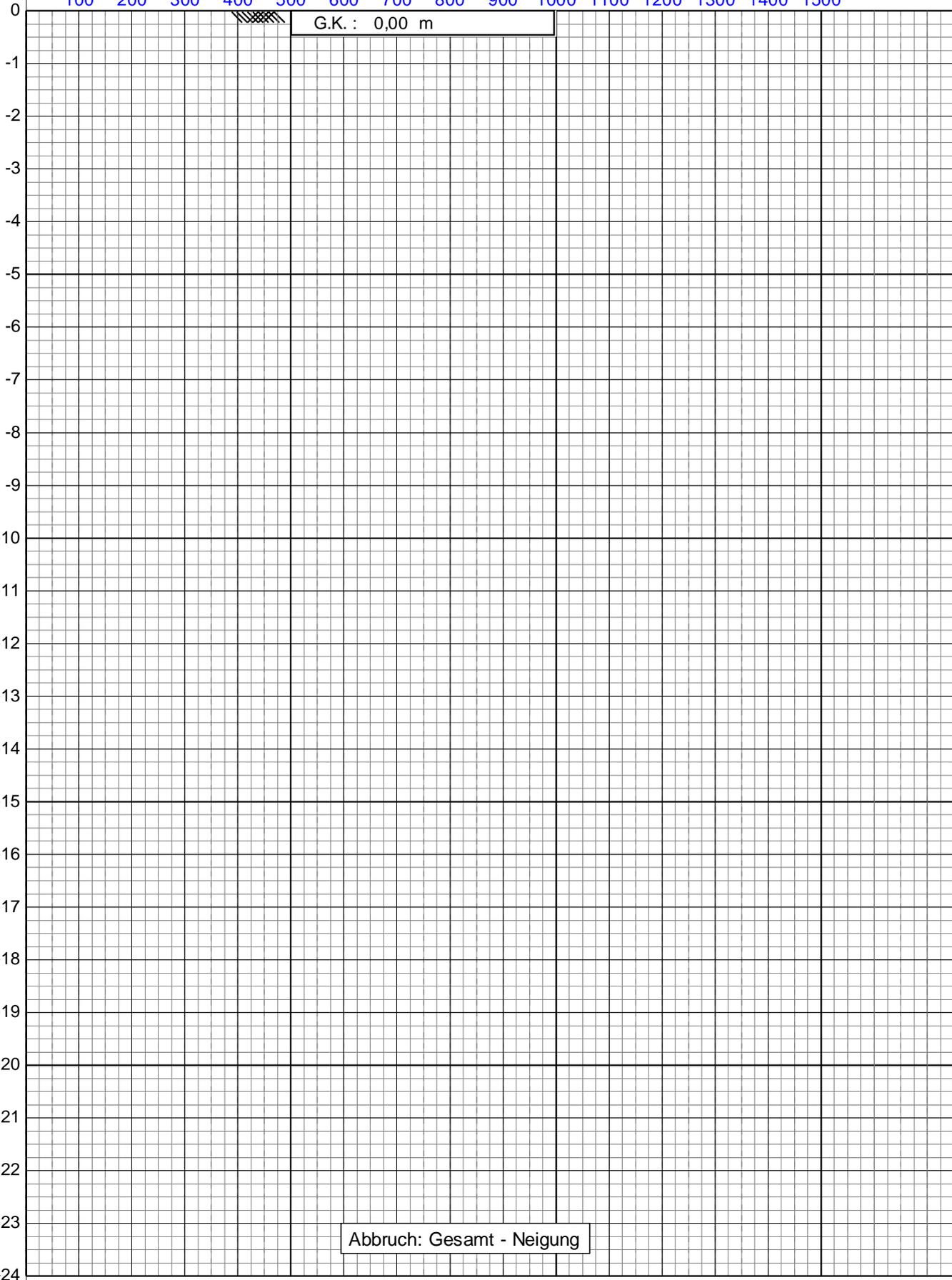
Datum : **28.06.2023**
 Konus Nr. : **S15CFIL.S23736**
 Projekt Nr. : **20230623-10003**
 CPT Nr. : **CPT 6b** | 1/5



 heiligenstadt gmbh Beratende Ingenieure VBI	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)		Datum : 28.06.2023	
	Projekt : Tettang		Konus Nr. : S15CFIL.S23736	
			Projekt Nr. : 20230623-10003	
	Ort : Tettang		CPT Nr. : CPT 6b	2/5

— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500



Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

L 225 cm²

 15 cm²



Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)

Projekt : **Tettang**

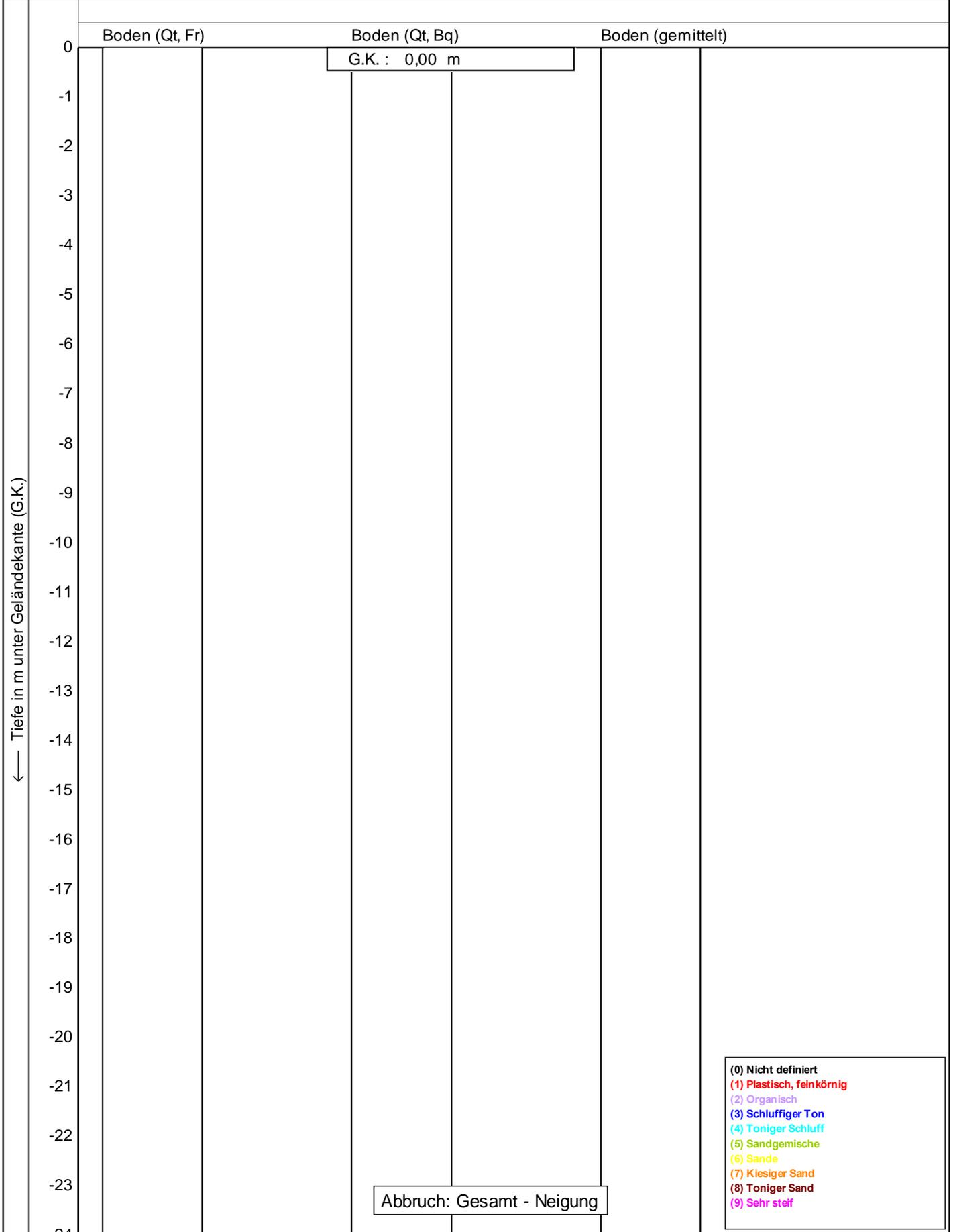
Ort : **Tettang**

Datum : **28.06.2023**

Konus Nr. : **S15CFIL.S23736**

Projekt Nr. : **20230623-10003**

CPT Nr. : **CPT 6b** | 3/5



Bodenklassifikation nach Robertson 1990

	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)	Datum : 28.06.2023
	Projekt : Tett nang	Konus Nr. : S15CFIL.S23736
	Ort : Tett nang	Projekt Nr. : 20230623-10003
		CPT Nr. : CPT 6b 4/5

— Winkel der inneren Reibung in Grad —>

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

G.K. : 0,00 m

Abbruch: Gesamt - Neigung

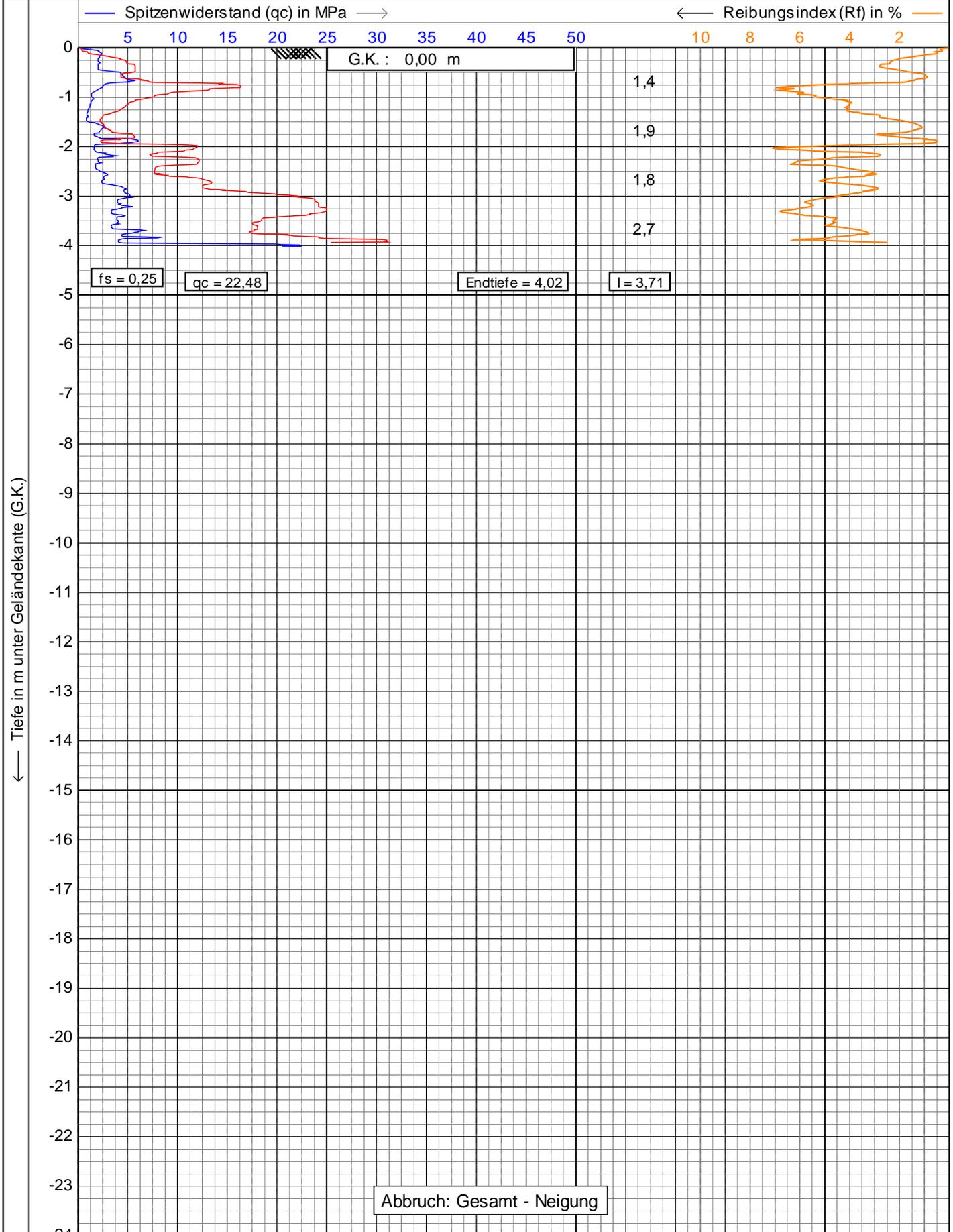
← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

225 cm²
15 cm²



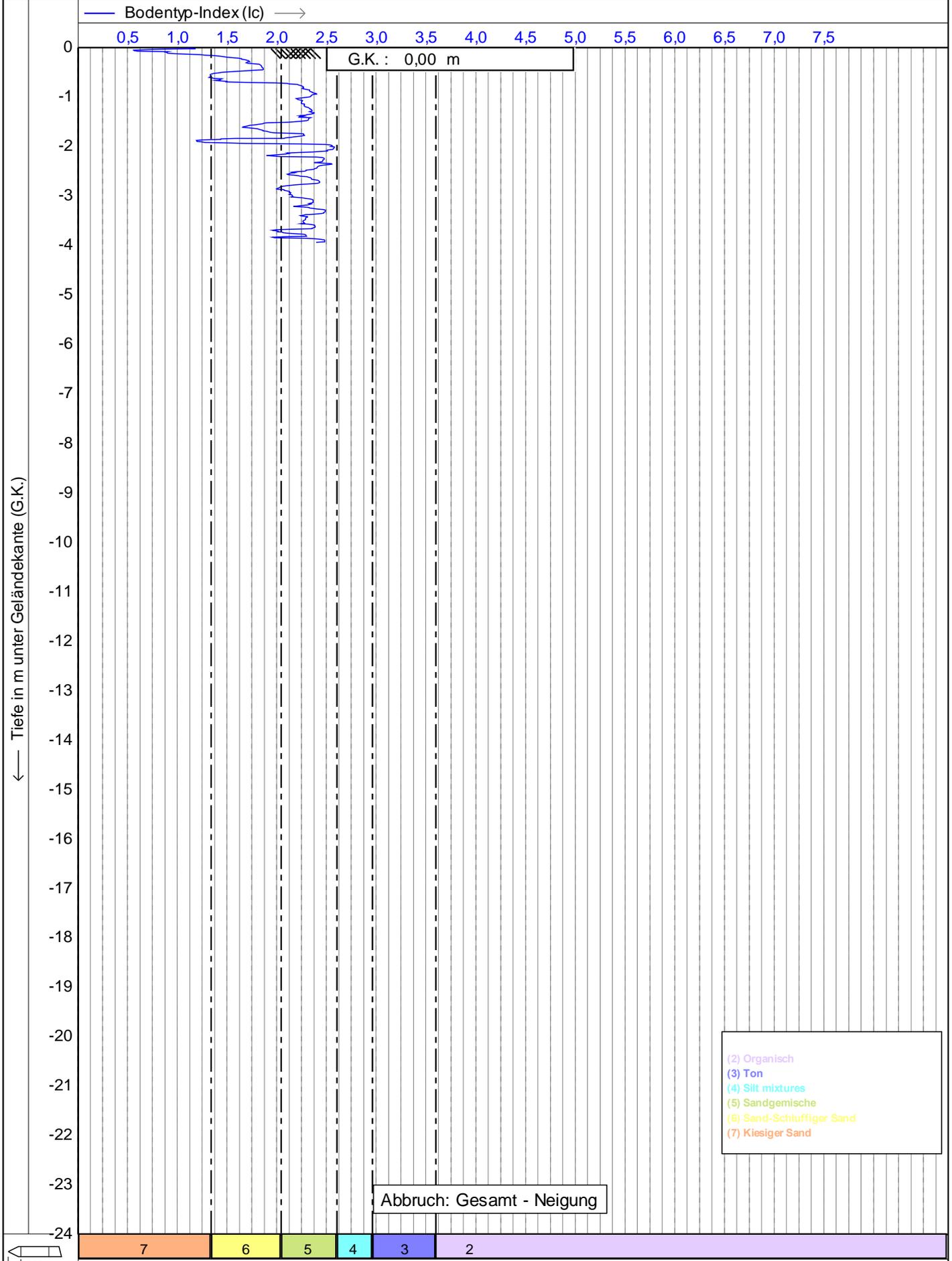
Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)
Projekt : **Tettang**
Ort : **Tettang**

Datum : **28.06.2023**
Konus Nr. : **S15CFIL.S23736**
Projekt Nr. : **20230623-10003**
CPT Nr. : **CPT 6b** 5/5



$L = 225 \text{ cm}^2$

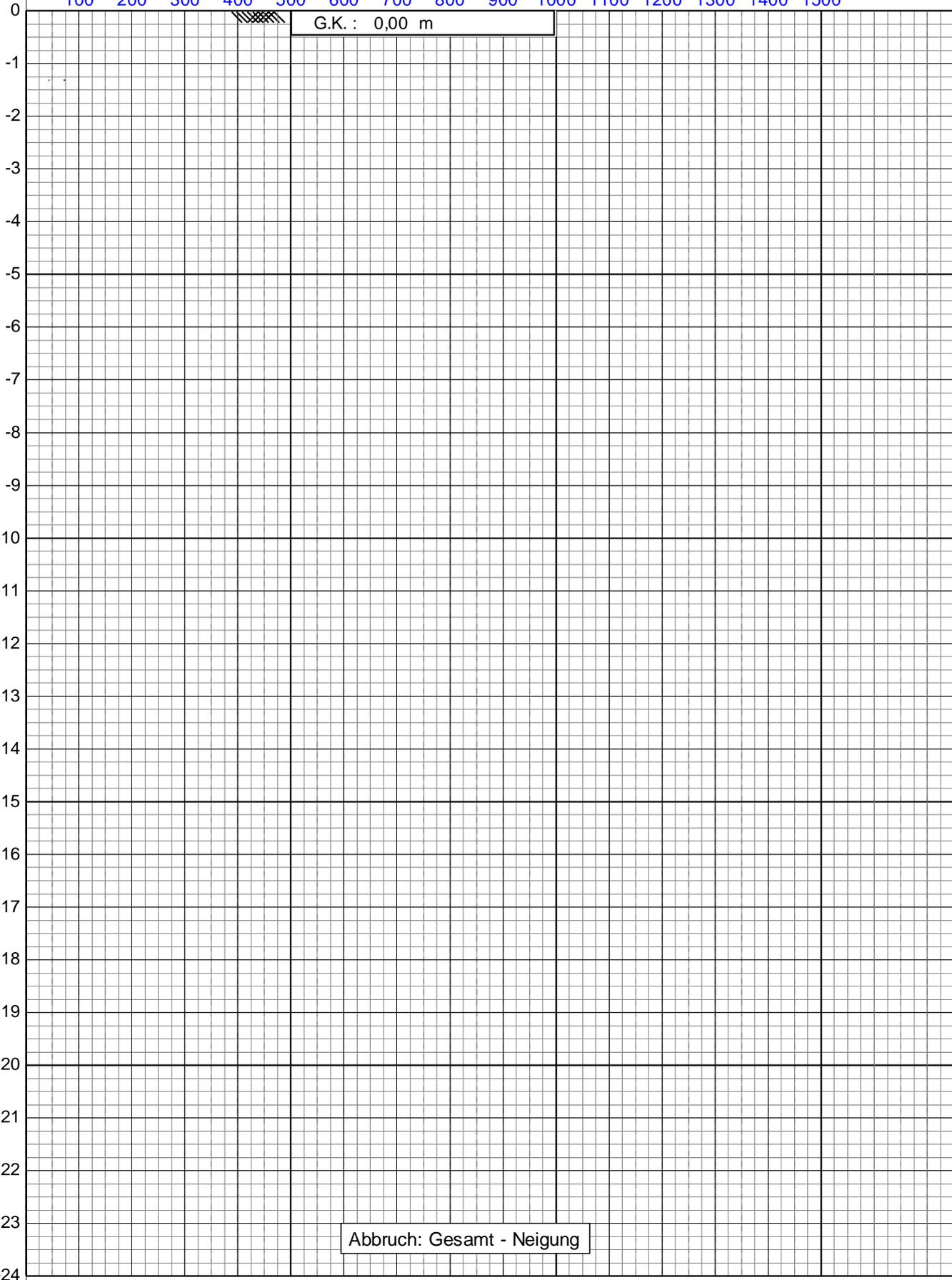
 15 cm^2



	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)		Datum : 28.06.2023	
	Projekt : Tettang		Konus Nr. : S15CFIL.S23736	
	Ort : Tettang		Projekt Nr. : 20230623-10003	
			CPT Nr. : CPT 6c	2/5

— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500



Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

225 cm²

 15 cm²



Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)

Projekt : **Tettang**

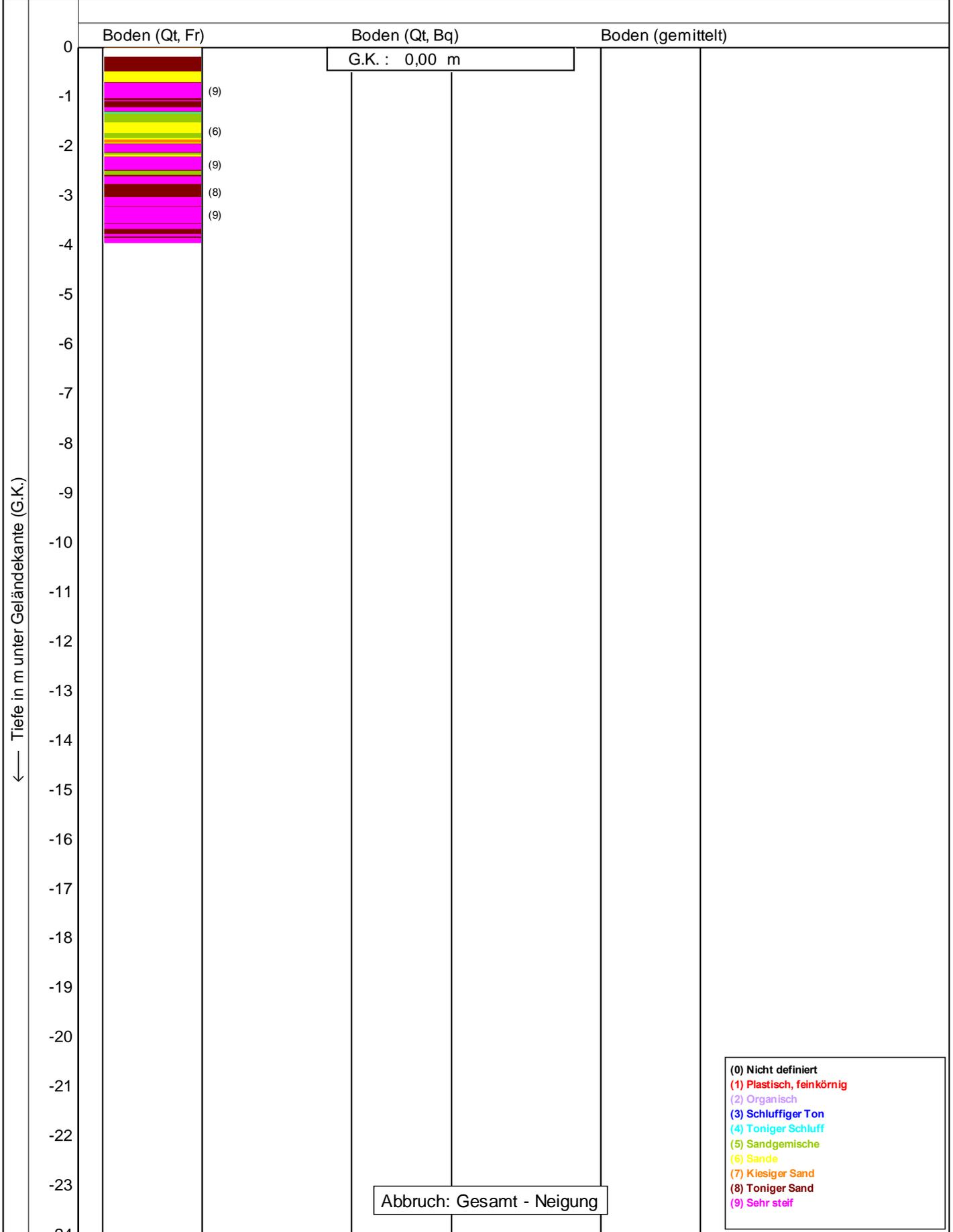
Ort : **Tettang**

Datum : **28.06.2023**

Konus Nr. : **S15CFIL.S23736**

Projekt Nr. : **20230623-10003**

CPT Nr. : **CPT 6c** | 3/5



Bodenklassifikation nach Robertson 1990

	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)	Datum : 28.06.2023	
	Projekt : Tettang	Konus Nr. : S15CFIL.S23736	
	Ort : Tettang	Projekt Nr. : 20230623-10003	
		CPT Nr. : CPT 6c	4/5

— Winkel der inneren Reibung in Grad —>

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

G.K. : 0,00 m

Abbruch: Gesamt - Neigung

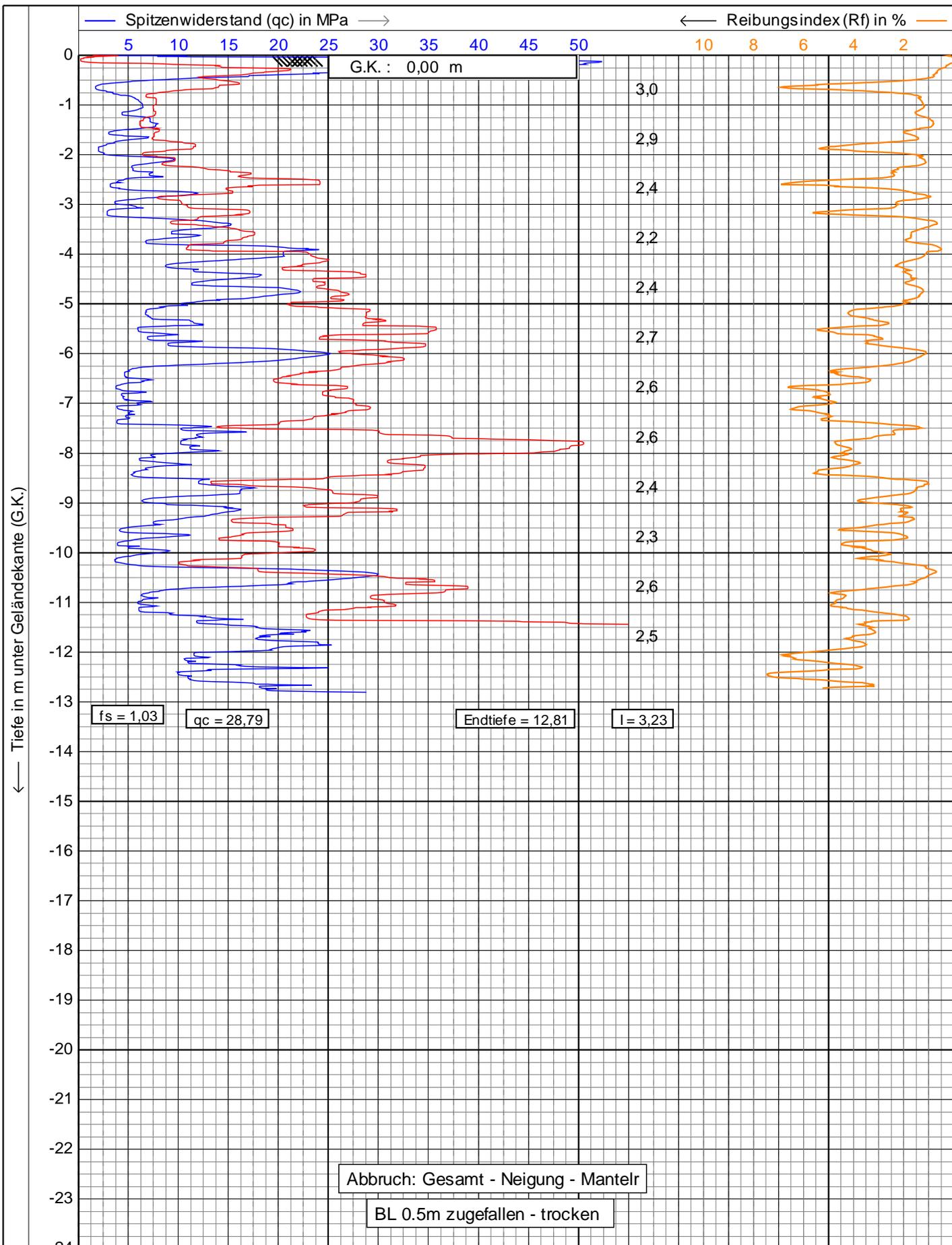
← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

225 cm²
15 cm²



Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)
 Projekt : **Tettang**
 Ort : **Tettang**

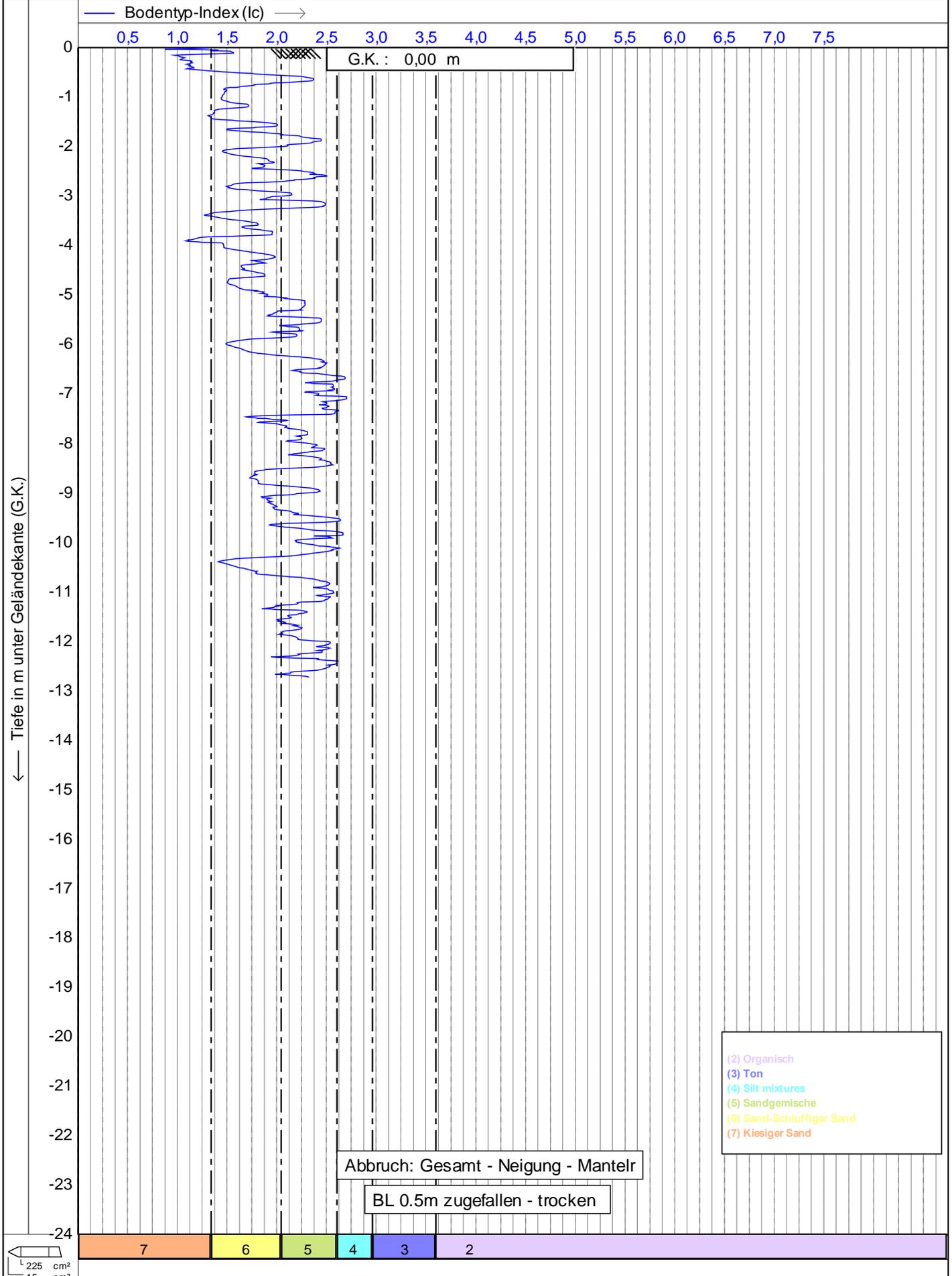
Datum : **28.06.2023**
 Konus Nr. : **S15CFIL.S23736**
 Projekt Nr. : **20230623-10003**
 CPT Nr. : **CPT 6c** 5/5



$\frac{L}{15}$ $\frac{225}{15}$ $\frac{cm^2}{cm^2}$

— Lokale Reibung (fs) in MPa →

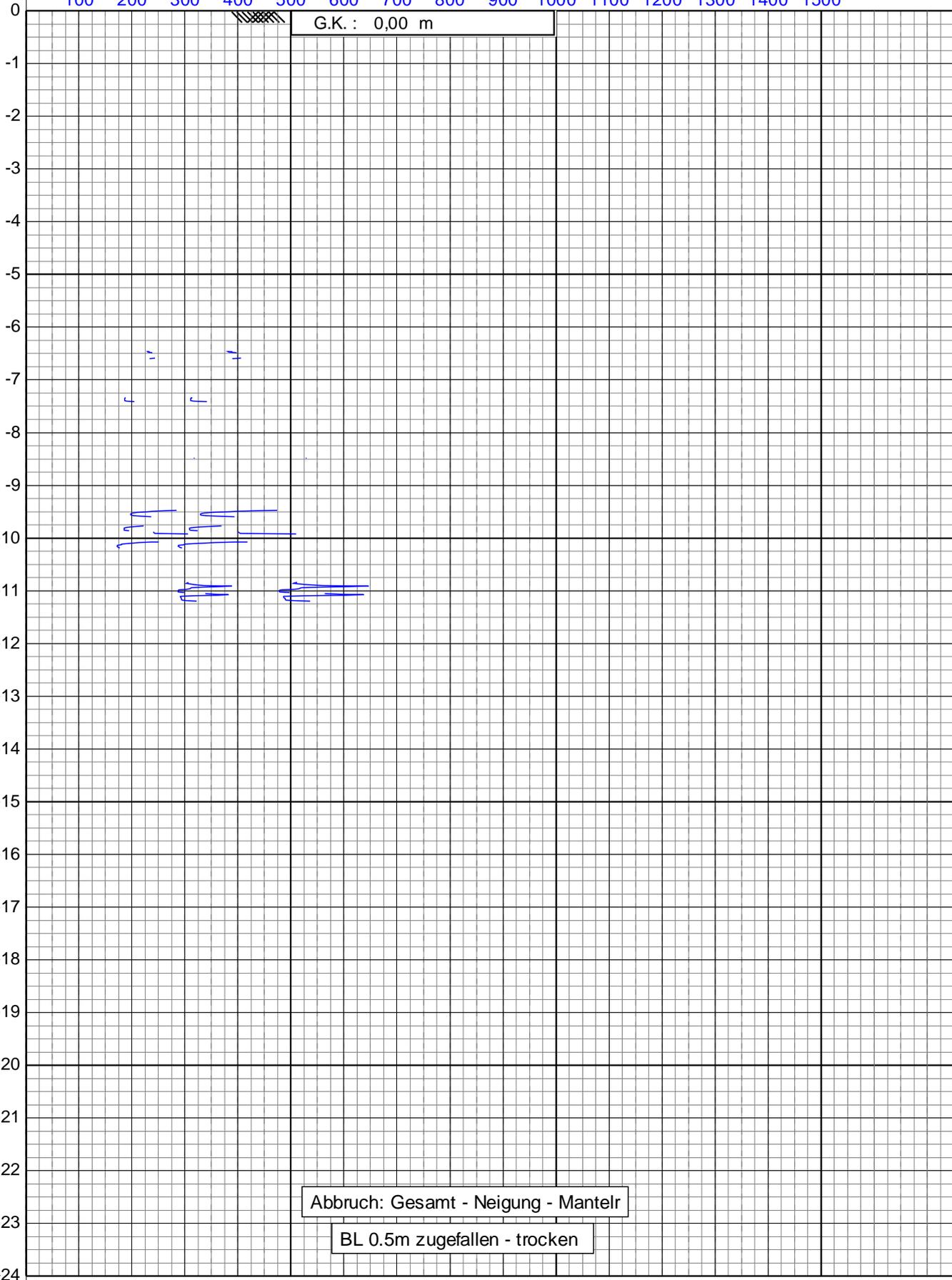
 Neigung (I) in Grad



L 225 cm²
 15 cm²

— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

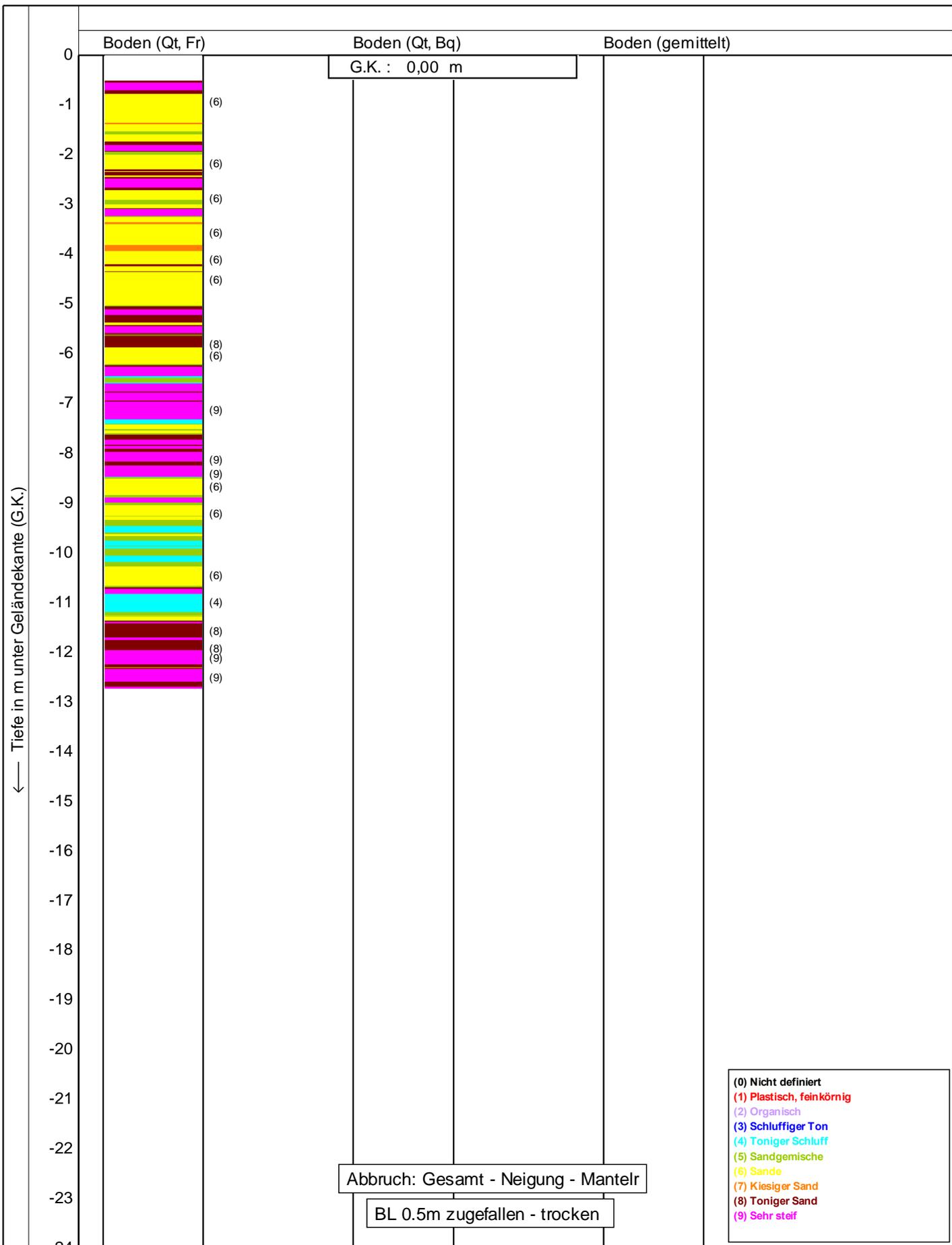
100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500



Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

225 cm²

 15 cm²

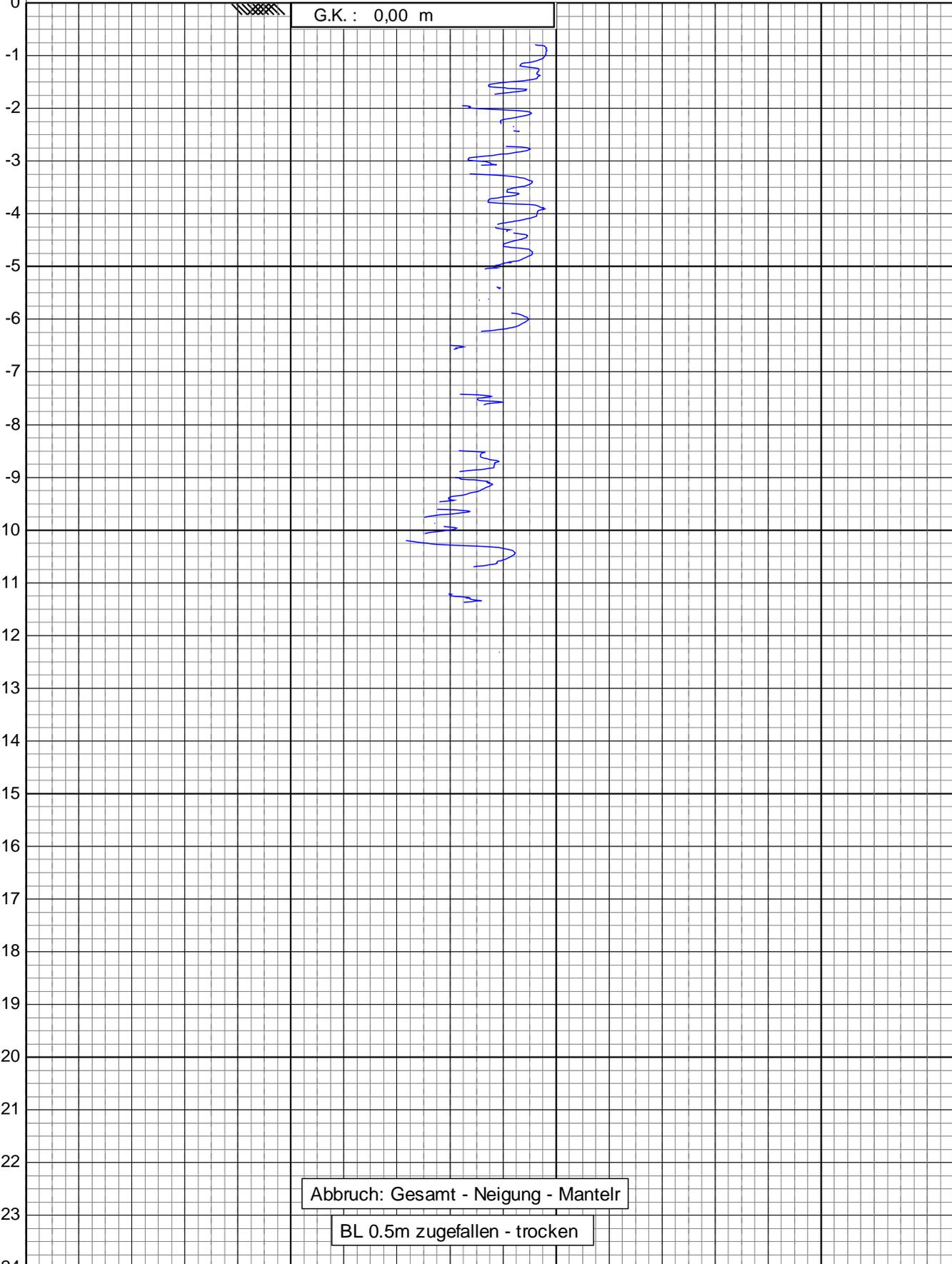


Bodenklassifikation nach Robertson 1990

	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)		Datum : 28.06.2023	
	Projekt : Tett nang		Konus Nr. : S15CFIL.S23736	
	Ort : Tett nang		Projekt Nr. : 20230623-10003	
			CPT Nr. : CPT 7	4/5

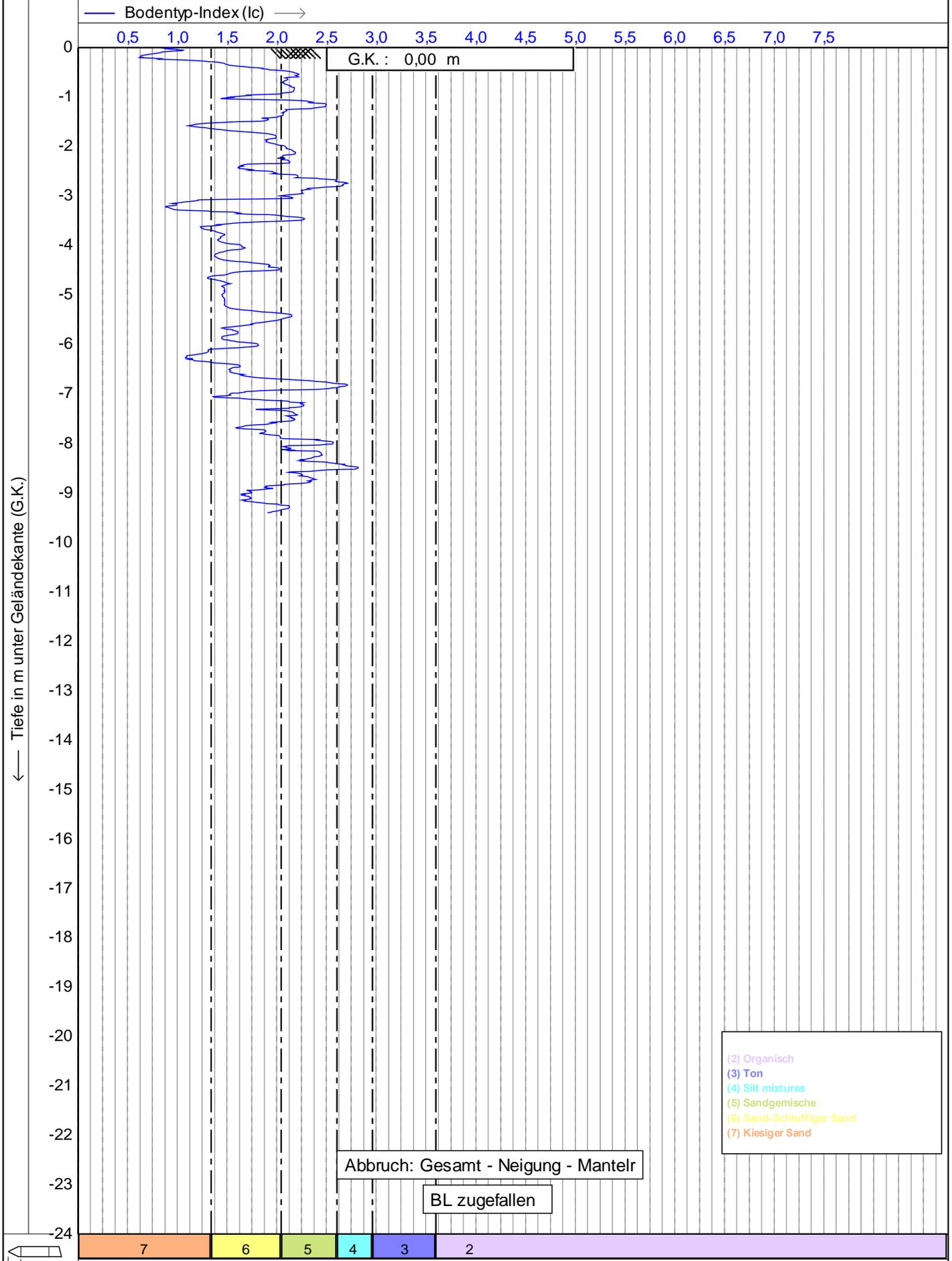
— Winkel der inneren Reibung in Grad —>

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75



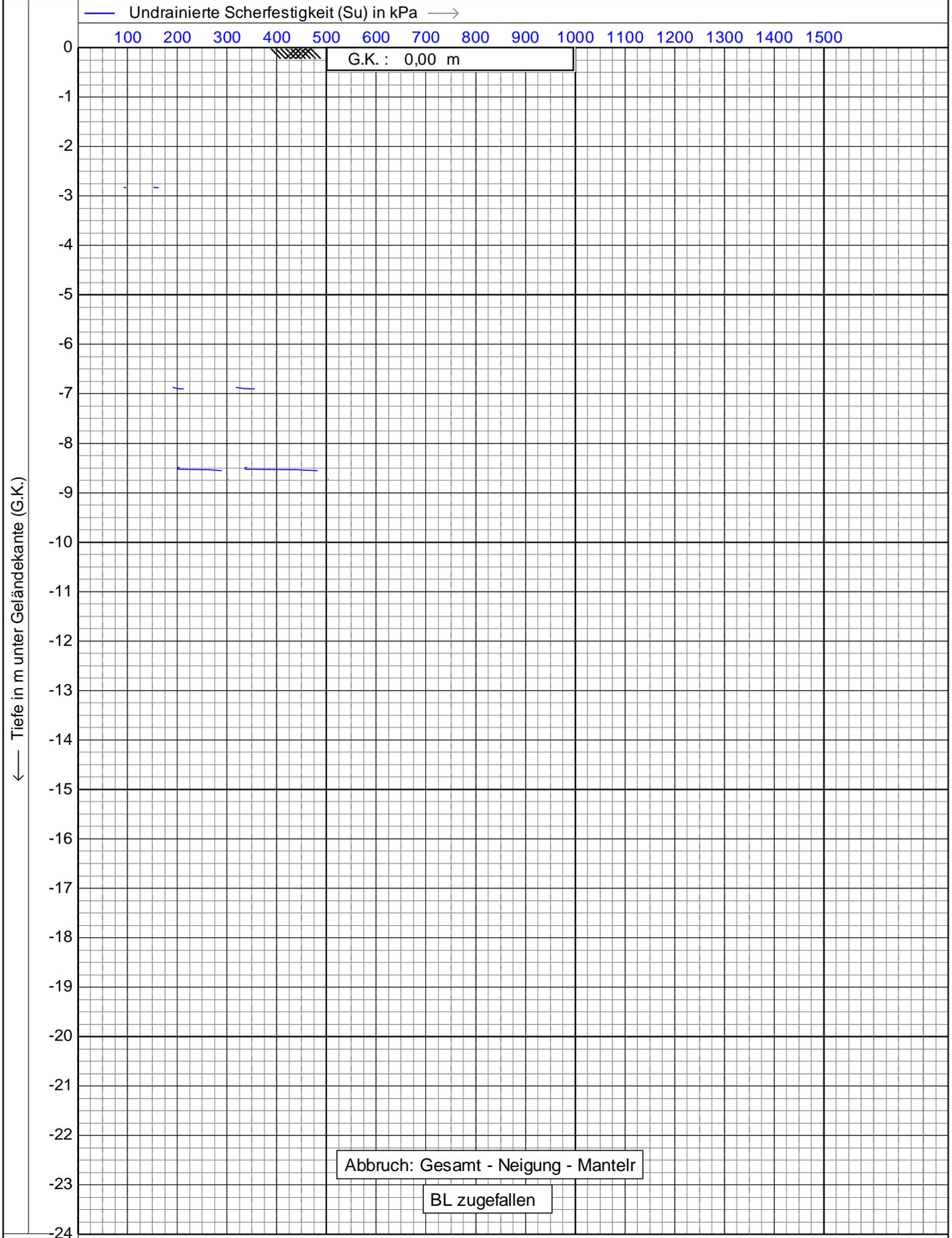
Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

225 cm²
15 cm²



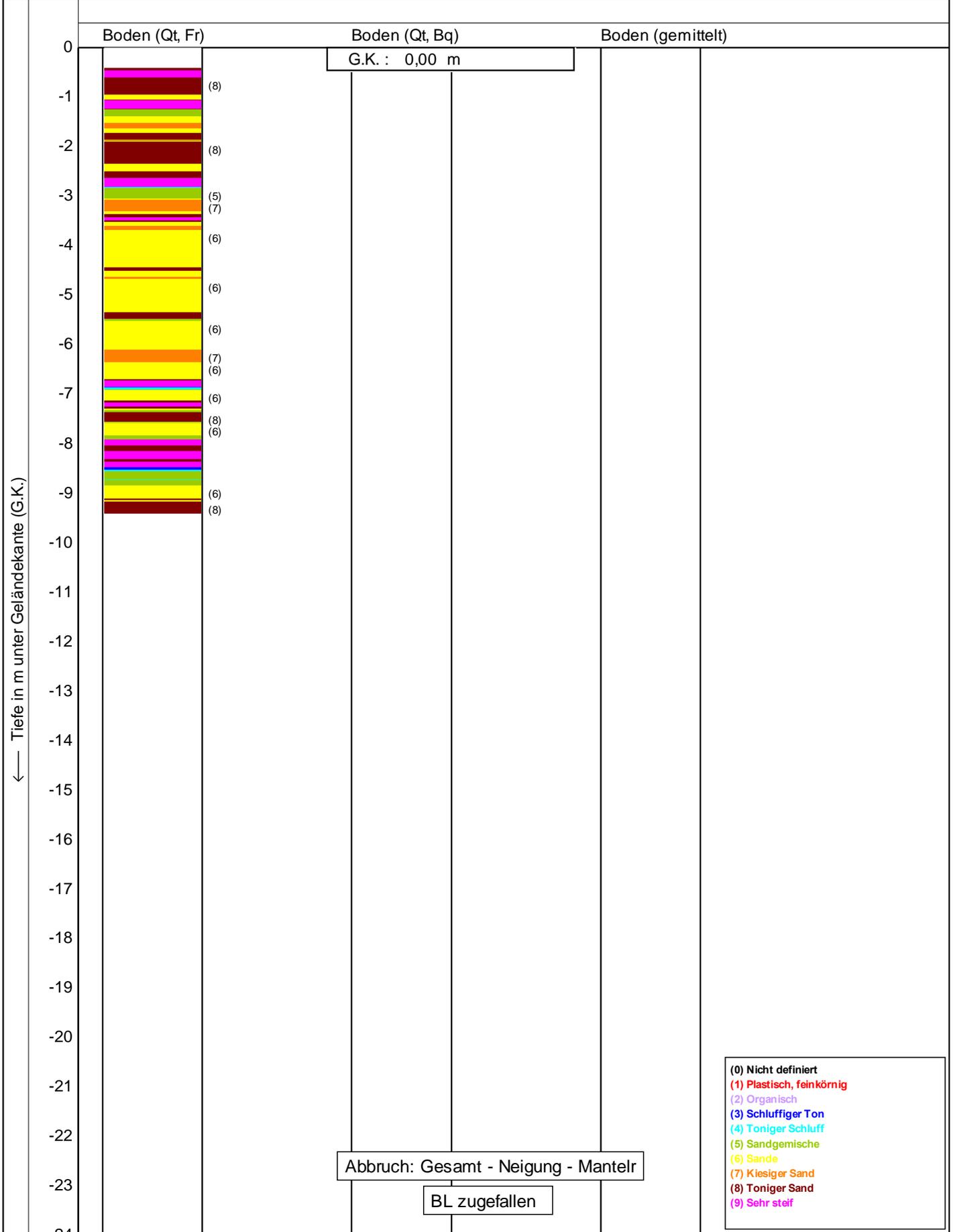
L 225 cm²

 15 cm²



225 cm²

 15 cm²



- (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

<p>1.49</p>	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)	Datum : 28.06.2023	
	Projekt : Tett nang	Konus Nr. : S15CFIL.S23736	
	Ort : Tett nang	Projekt Nr. : 20230623-10003	
		CPT Nr. : CPT 8	4/5

— Winkel der inneren Reibung in Grad —>

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

G.K. : 0,00 m

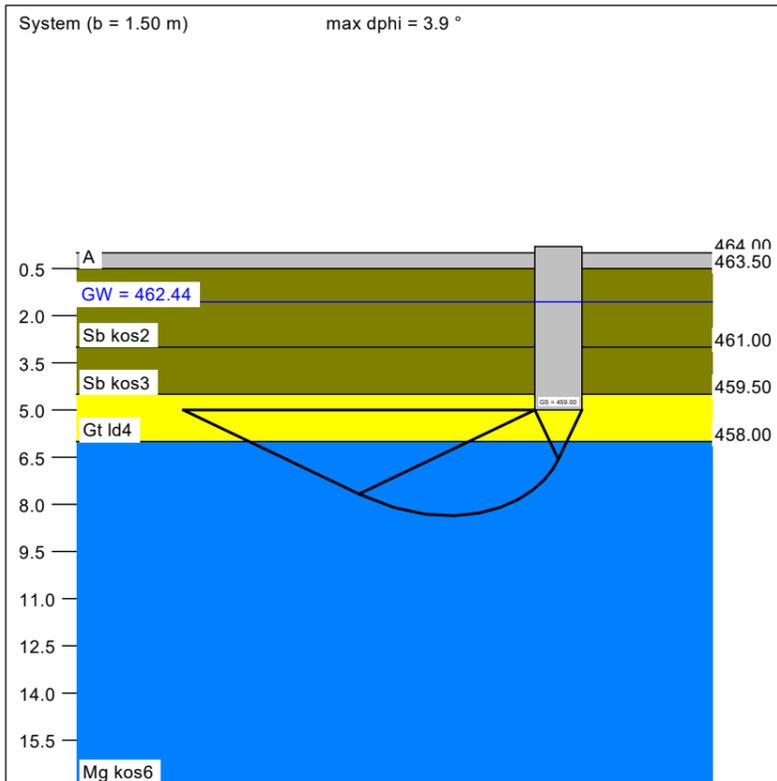
Abbruch: Gesamt - Neigung - Mantelr

BL zugefallen

225 cm²
15 cm²

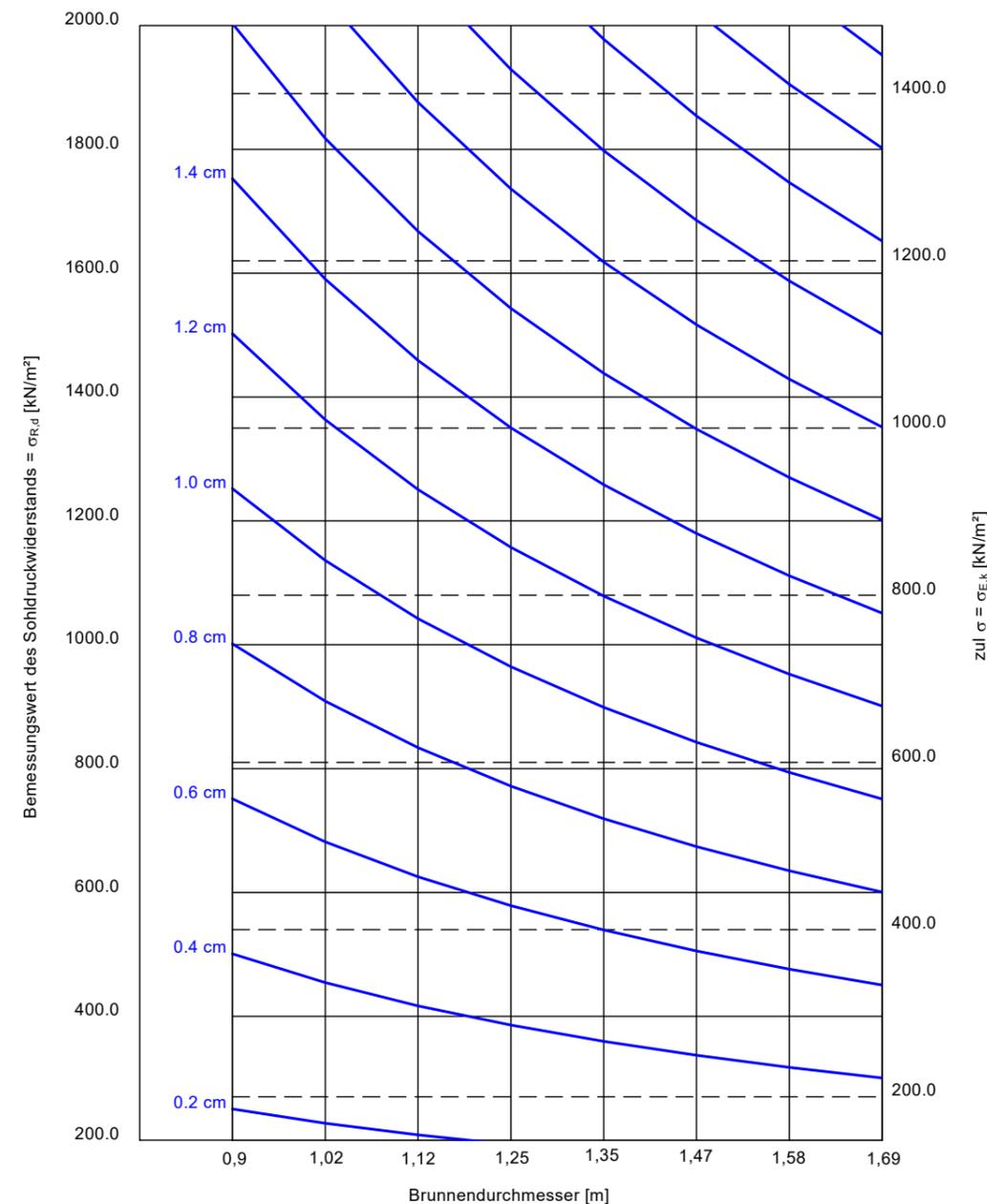
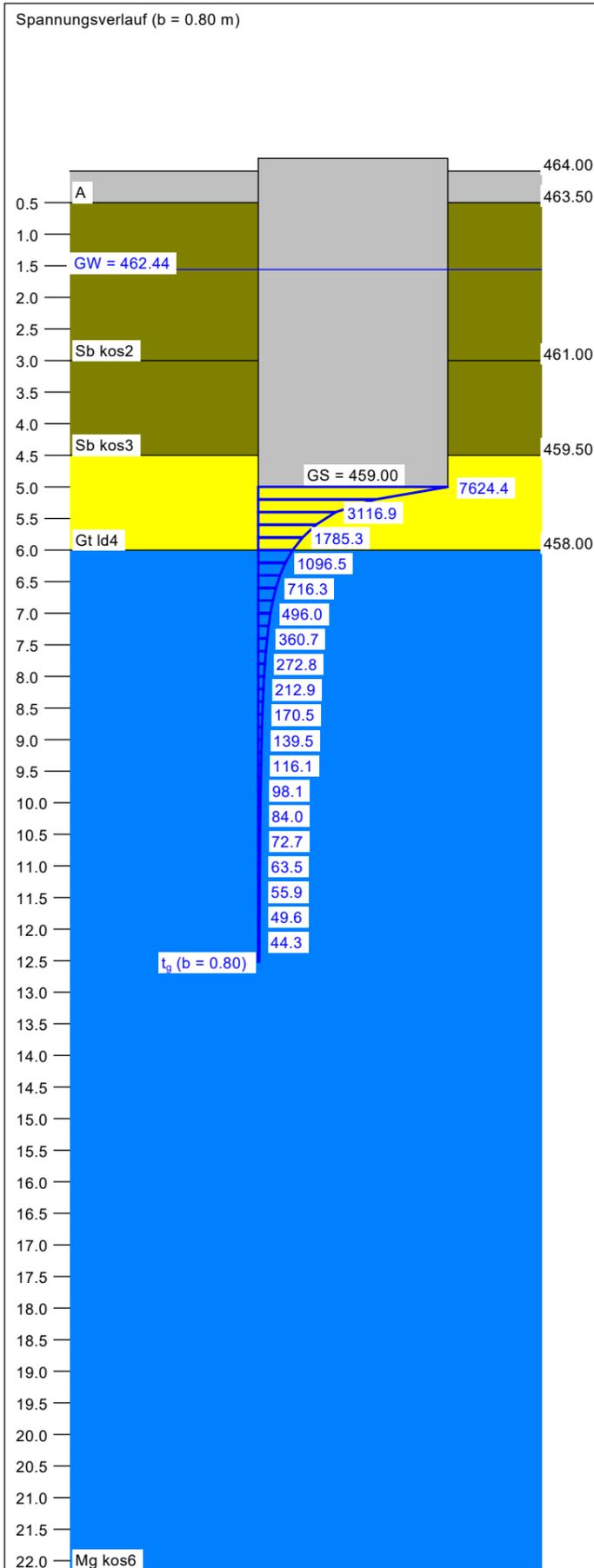
Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	463.50	21.0	11.0	35.0	0.0	100.0	A
	461.00	18.0	8.0	27.5	2.0	2.0	Sb kos2
	459.50	19.0	9.0	30.0	5.0	5.0	Sb kos3
	458.00	21.0	12.0	35.0	0.0	50.0	Gt Id4
	<458.00	21.0	12.0	40.0	10.0	100.0	Mg kos6

OK Gelände = 464.00 m



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN]	zul $\sigma/\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	LLS [m]	ALS [m]	k_s [MN/m ²]
0.80	0.80	7624.4	4879.6	5647.7	6.09	37.8	5.49	12.00	60.60	12.52	6.71	7.53	6.86	92.7
0.90	0.90	8025.6	6500.8	5944.9	7.06	38.1	6.05	12.00	60.60	13.39	6.95	8.61	8.93	84.1
1.00	1.00	8353.7	8353.7	6187.9	8.02	38.3	6.48	12.00	60.60	14.23	7.18	9.68	11.27	77.2
1.10	1.10	8627.8	10439.6	6390.9	8.94	38.5	6.83	12.00	60.60	15.03	7.42	10.75	13.88	71.4
1.20	1.20	8863.2	12763.0	6565.3	9.86	38.6	7.11	12.00	60.60	15.82	7.65	11.82	16.76	66.6
1.30	1.30	9068.5	15325.8	6717.4	10.76	38.7	7.35	12.00	60.60	16.58	7.89	12.89	19.90	62.4
1.40	1.40	9250.0	18129.9	6851.8	11.65	38.8	7.55	12.00	60.60	17.32	8.13	13.96	23.32	58.8
1.50	1.50	9412.1	21177.2	6971.9	12.53	38.9	7.72	12.00	60.60	18.04	8.36	15.02	27.01	55.6

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{R,d} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{G,Q}) = \sigma_{R,d} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{R,d} / 1.89$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00



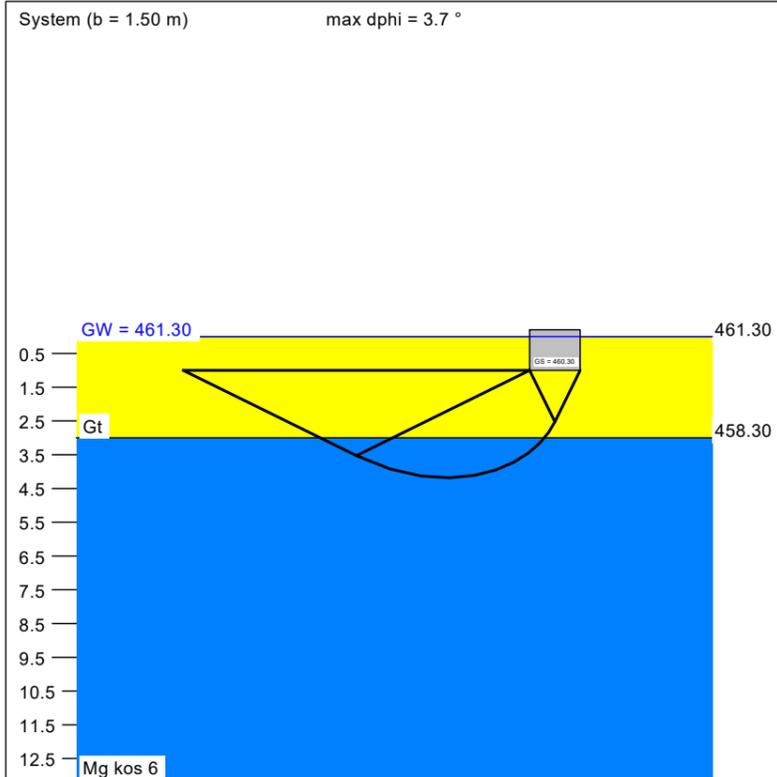
Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$
 OK Gelände = 464.00 m
 Gründungssohle = 459.00 m
 Grundwasser = 462.44 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grundbruch mit Tiefenbeiwert
 Datei: Setzung Brunnen variab_Durchm.gdg
 ———— Sohldruck
 ———— Setzungen

Projekt	BV ifm Gebäude Nr. 19 Tettwang-Bechlingen	Anhang	2
Darstellung	Setzung in Abhängigkeit der Vertikallast für Brunnengründung		
Bearbeiter	S. Wahl		
Projekt-Nr.	23/020		
Datei	s. oben		
Datum	05.07.2023		

Kugel Schlegel Wunderer
 KSW-Beratende Geologen und Ingenieure
 Neuhaldenstr. 15 Tel.: 0751-76 30 17
 88214 Ravensburg Fax.: 0751-76 30 18

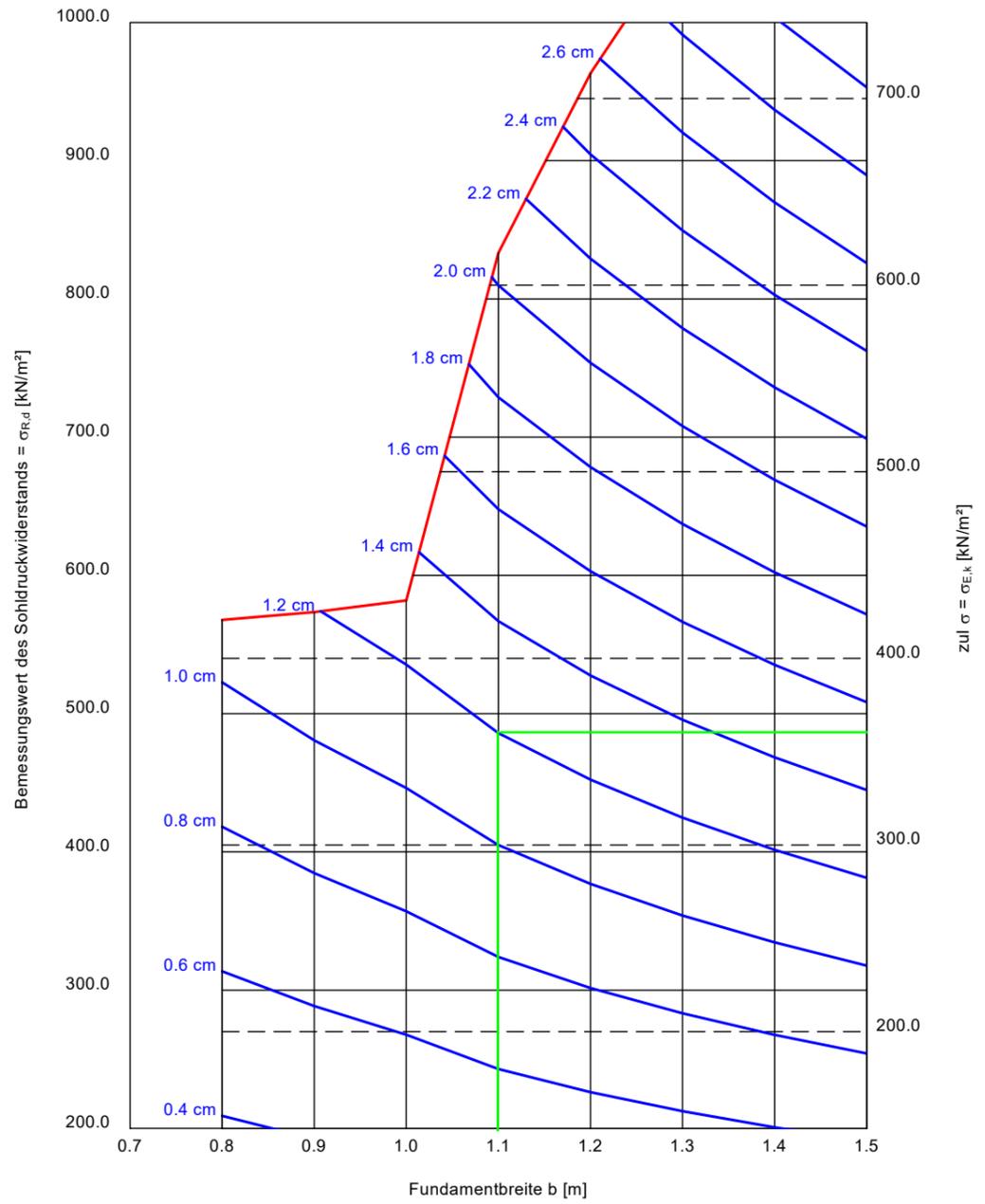
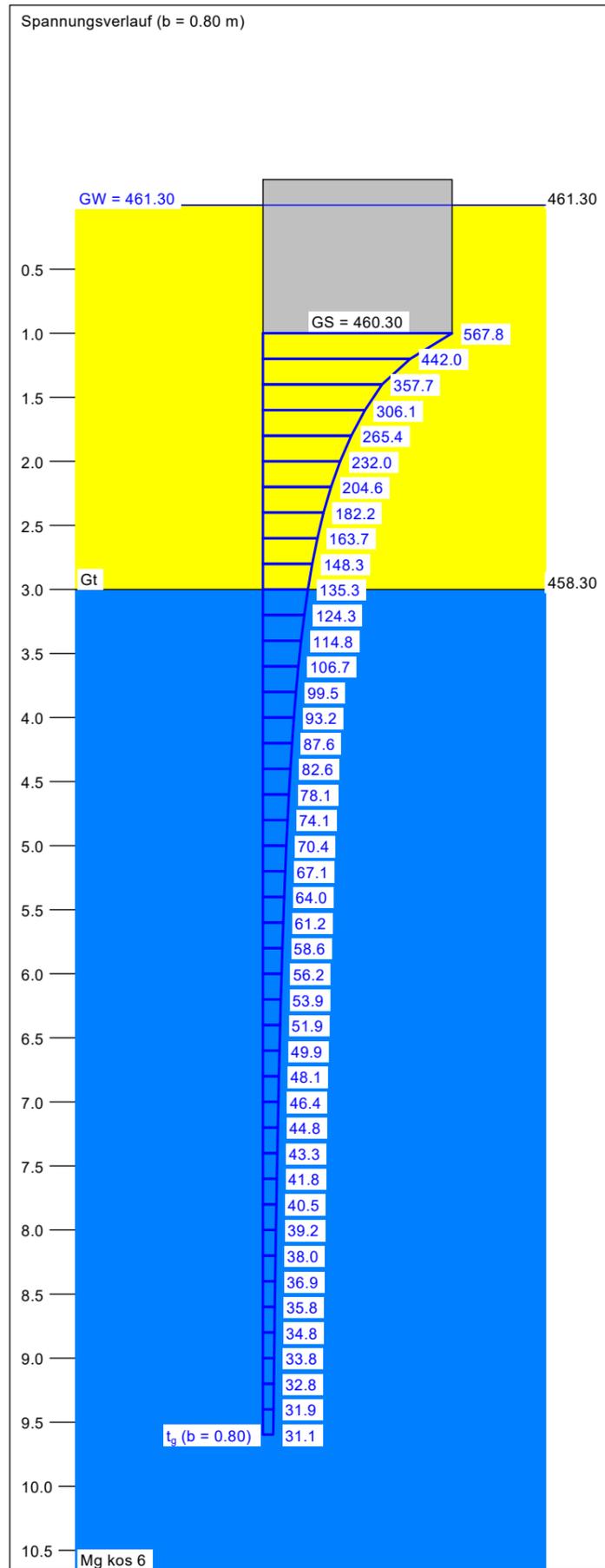
Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
■	458.30	21.0	12.0	35.0	0.0	50.0	Gt
■	<458.30	21.0	12.0	40.0	10.0	100.0	Mg kos 6

OK Gelände = 461.30 m



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	Zul $\sigma/\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	LLS [m]	ALS [m]	k_s [MN/m ²]
60.00	0.80	567.8	454.3	420.6	1.09	35.0	0.00	12.00	12.00	9.60	2.53	6.51	5.24	38.7
60.00	0.90	573.5	516.1	424.8	1.19	35.0	0.00	12.00	12.00	10.14	2.72	7.32	6.63	35.6
60.00	1.00	581.8	581.8	431.0	1.30	35.0	0.00	12.00	12.00	10.68	2.91	8.13	8.19	33.1
60.00	1.10	833.4	916.7	617.3	2.06	36.3	2.47	12.00	12.00	12.99	3.21	9.55	11.18	30.0
60.00	1.20	963.3	1155.9	713.5	2.56	36.8	3.51	12.00	12.00	14.34	3.46	10.70	13.96	27.9
60.00	1.30	1063.1	1382.0	787.5	3.00	37.2	4.20	12.00	12.00	15.48	3.70	11.82	16.97	26.2
60.00	1.40	1148.1	1607.3	850.4	3.43	37.4	4.72	12.00	12.00	16.50	3.94	12.91	20.21	24.8
60.00	1.50	1224.1	1836.1	906.7	3.85	37.7	5.13	12.00	12.00	17.46	4.18	13.99	23.70	23.5

Zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{R,d} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{G,Q}) = \sigma_{R,d} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{R,d} / 1.89$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

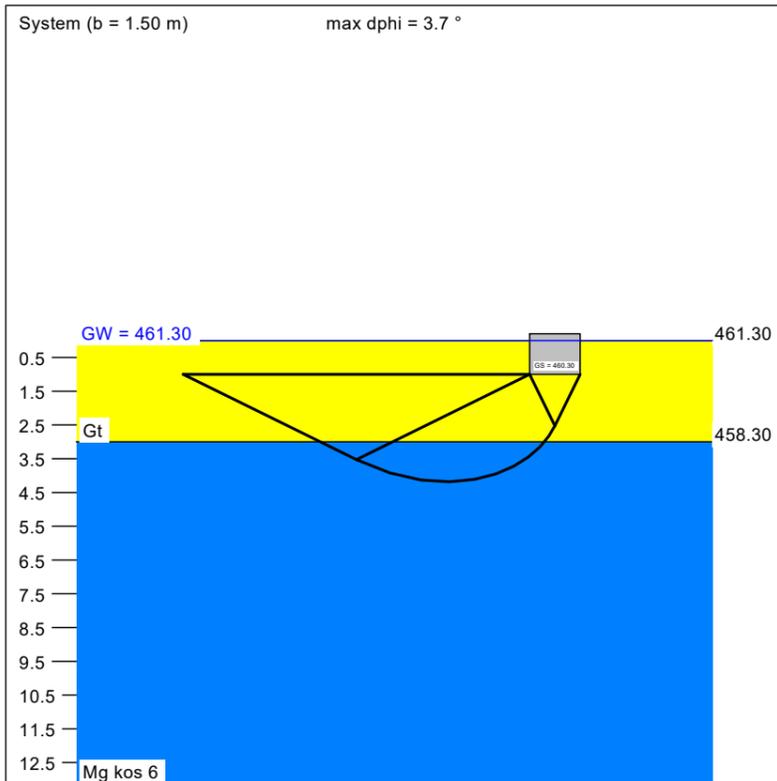


Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 60.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$
 OK Gelände = 461.30 m
 Gründungssohle = 460.30 m
 Grundwasser = 461.30 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grundbruch mit Tiefenbeiwert
 Datei: Setzung SF_varia_Breiten.gdg
 — Sohldruck
 — Setzungen

Projekt: BV ifm Gebäude Nr. 19 Tettwang-Bechlingen	Anhang: 3
Darstellung: Setzung in Abhängigkeit der Vertikallast für Streifenfundamente mit versch. Breiten	
Bearbeiter: S. Wahl	
Projekt-Nr.: 23/020	
Datei: s. oben	
Datum: 05.07.2023	

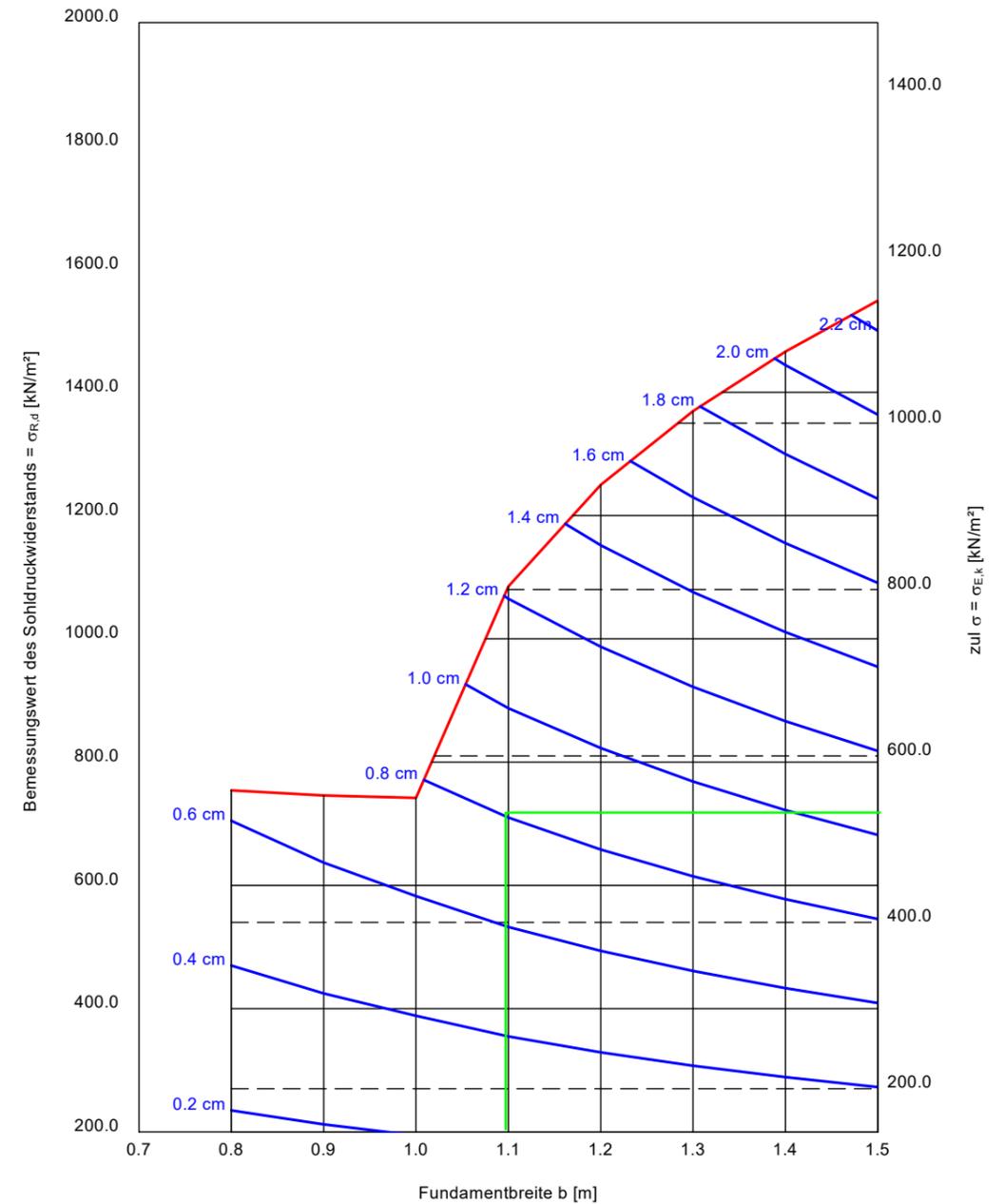
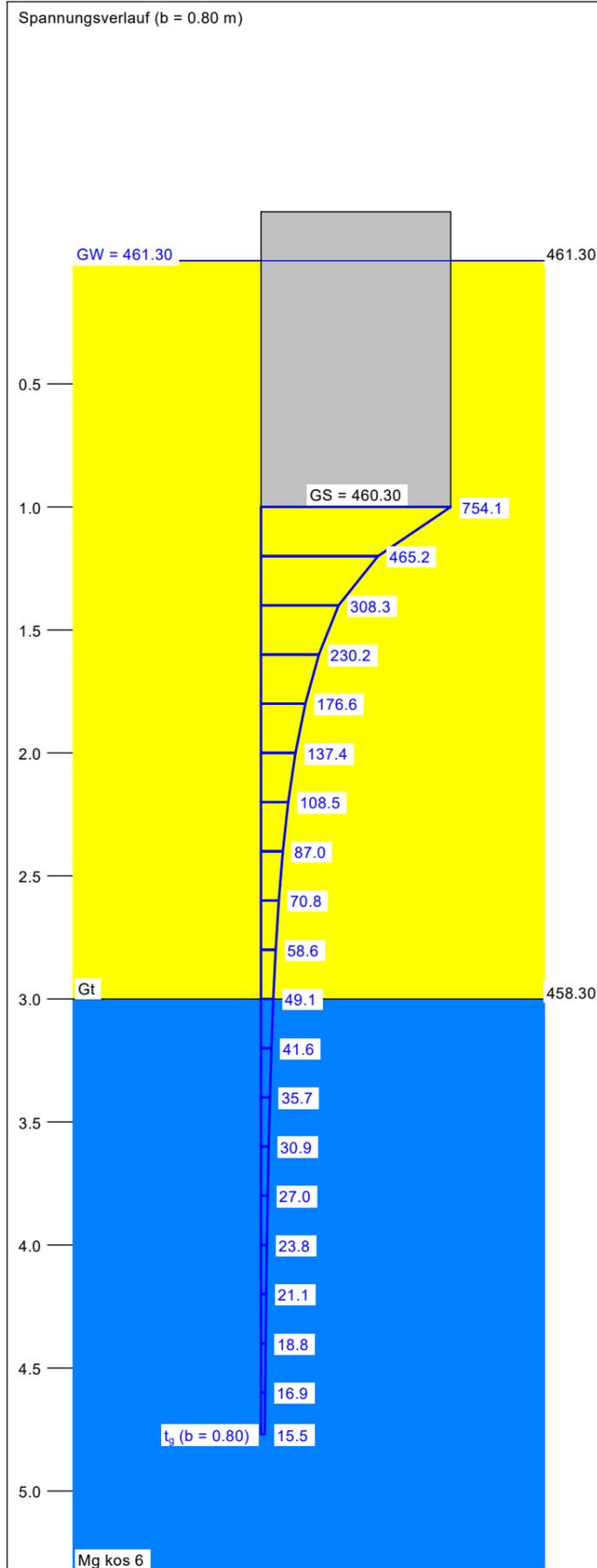
Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
■	458.30	21.0	12.0	35.0	0.0	50.0	Gt
■	<458.30	21.0	12.0	40.0	10.0	100.0	Mg kos 6

OK Gelände = 461.30 m



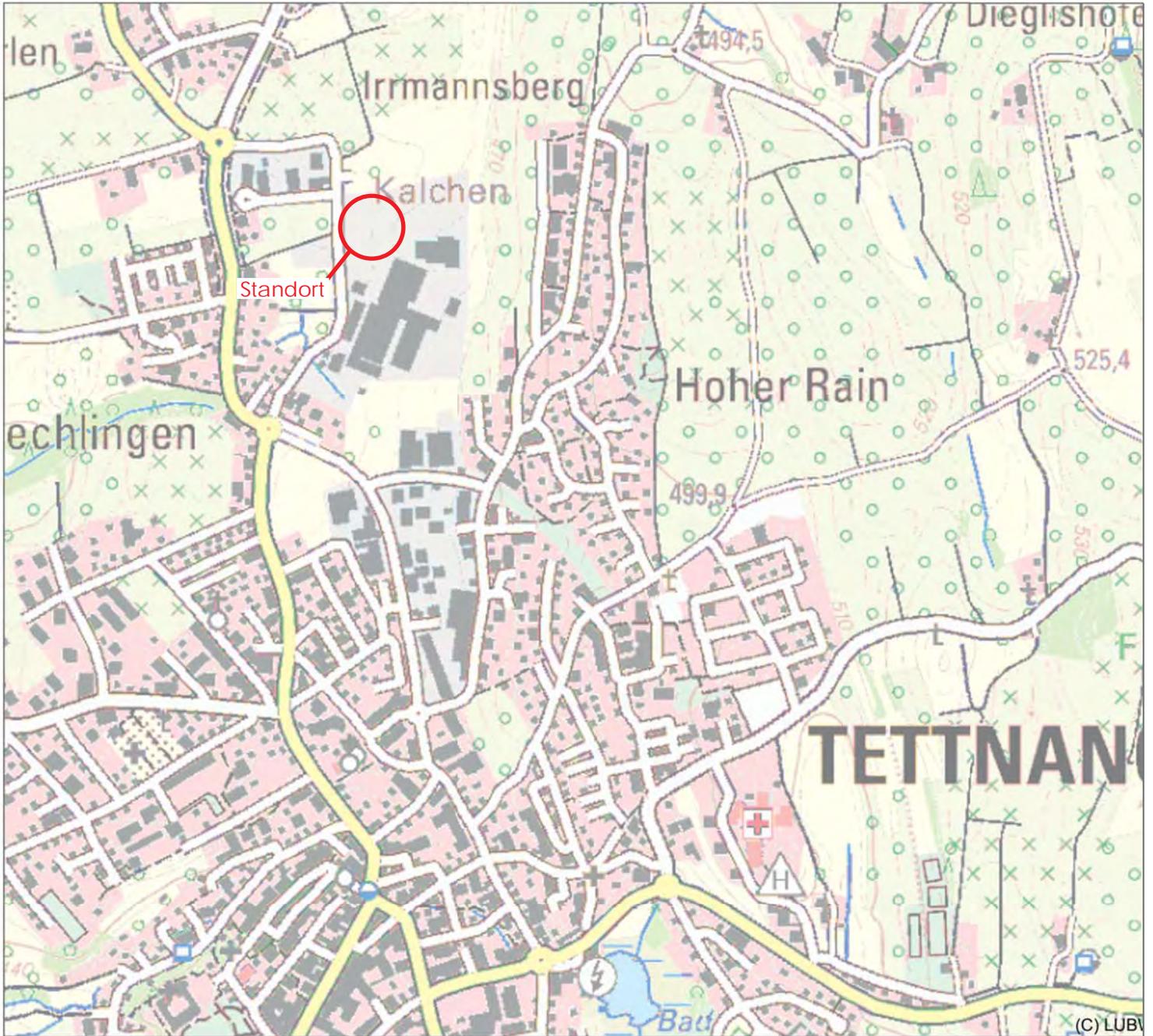
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{R,d}$ [kN]	zul $\sigma/\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	LLS [m]	ALS [m]	k_s [MN/m ²]
0.80	0.80	754.1	482.6	558.6	0.64	35.0	0.00	12.00	12.00	4.77	2.53	6.51	5.24	87.0
0.90	0.90	745.9	604.1	552.5	0.70	35.0	0.00	12.00	12.00	5.08	2.72	7.32	6.63	78.6
1.00	1.00	742.0	742.0	549.6	0.76	35.0	0.00	12.00	12.00	5.38	2.91	8.13	8.19	71.9
1.10	1.10	1085.0	1312.9	803.7	1.22	36.3	2.47	12.00	12.00	6.38	3.21	9.55	11.18	65.7
1.20	1.20	1250.0	1800.0	925.9	1.52	36.8	3.51	12.00	12.00	7.02	3.46	10.70	13.96	60.9
1.30	1.30	1369.5	2314.4	1014.4	1.78	37.2	4.20	12.00	12.00	7.57	3.70	11.82	16.97	56.9
1.40	1.40	1466.2	2873.7	1086.1	2.03	37.4	4.72	12.00	12.00	8.09	3.94	12.91	20.21	53.5
1.50	1.50	1548.8	3484.8	1147.3	2.27	37.7	5.13	12.00	12.00	8.58	4.18	13.99	23.70	50.5

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{R,d} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{G,Q}) = \sigma_{R,d} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{R,d} / 1.89$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

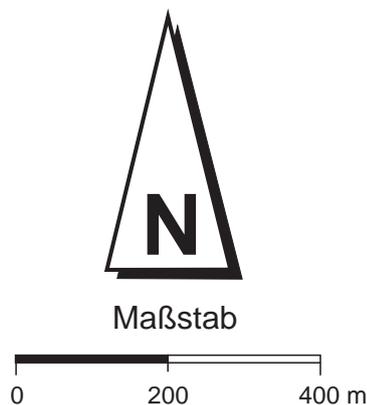


Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$
 OK Gelände = 461.30 m
 Gründungssohle = 460.30 m
 Grundwasser = 461.30 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grundbruch mit Tiefenbeiwert
 Datei: Setzung_EF_varia_Breiten.gdg
 — Sohlldruck
 — Setzungen

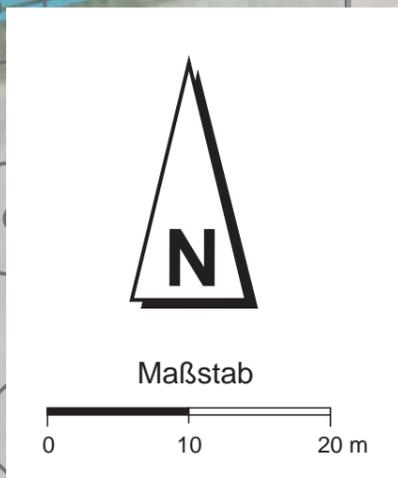
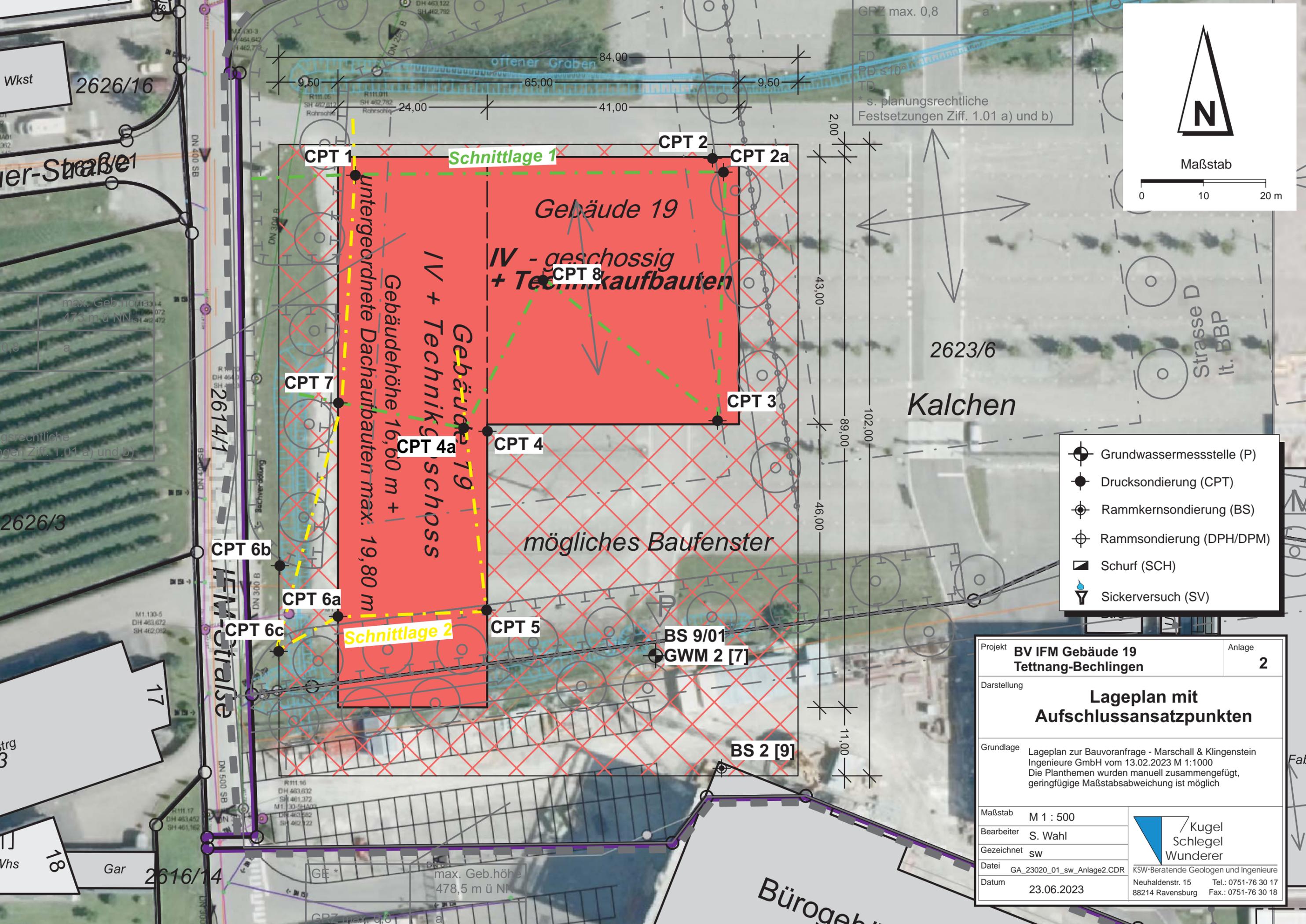
Projekt: BV ifm Gebäude Nr. 19 Tettwang-Bechlingen	Anhang: 4
Darstellung: Setzung in Abhängigkeit der Vertikallast für Einzelfundamente mit versch. Breiten	
Bearbeiter: S. Wahl	
Projekt-Nr.: 23/020	
Datei: s. oben	
Datum: 05.07.2023	



23.06.2023



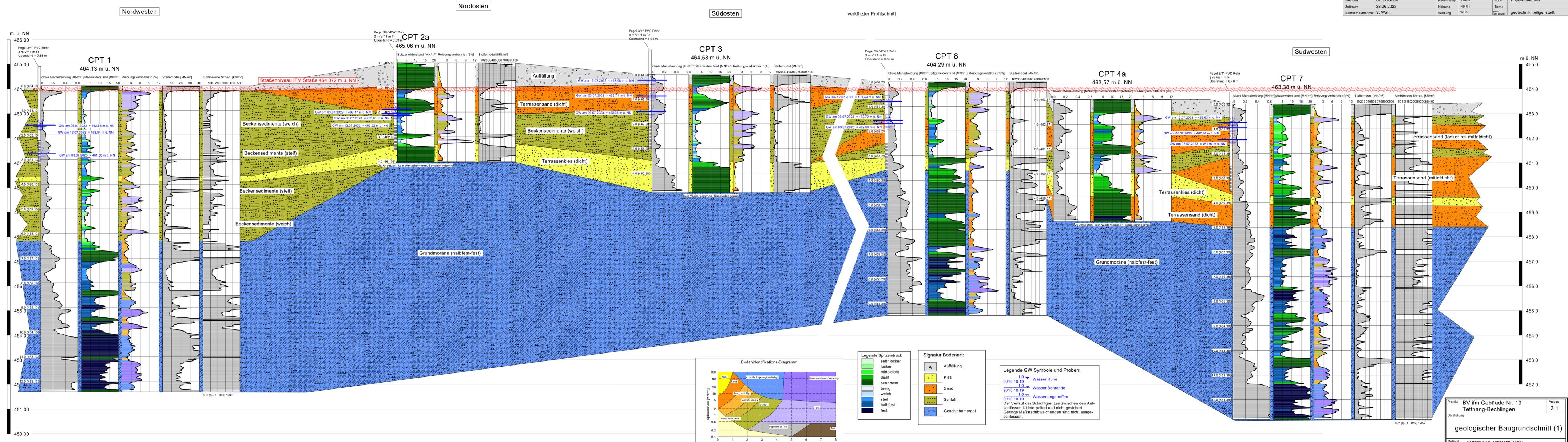
Projekt	BV IFM Gebäude 19, Tettanang-Bechlingen	Anlage	1
Darstellung	Übersichtslageplan: Auszug aus der digitalen topographischen Karte der LUBW		
Maßstab	M 1 : 10 000	 Kugel Schlegel Wunderer	
Bearbeiter	S. Wahl		
Gezeichnet	sw		
Datei	GA_23020_01_Anlage1.cdr		
Datum	23.06.2023	KSW-Beratende Geologen und Ingenieure Neuhaldenstr. 15 Tel.: 0751-76 30 17 88214 Ravensburg Fax.: 0751-76 30 18	



- Grundwassermessstelle (P)
- Drucksondierung (CPT)
- Rammkernsondierung (BS)
- Rammsondierung (DPH/DPM)
- Schurf (SCH)
- Sickerversuch (SV)

Projekt	BV IFM Gebäude 19 Tettang-Bechlingen	Anlage	2
Darstellung	Lageplan mit Aufschlussansatzpunkten		
Grundlage	Lageplan zur Bauvoranfrage - Marschall & Klingenstein Ingenieure GmbH vom 13.02.2023 M 1:1000 Die Planthemen wurden manuell zusammengefügt, geringfügige Maßstabsabweichung ist möglich		
Maßstab	M 1 : 500	 Kugel Schlegel Wunderer <small>KSW-Beratende Geologen und Ingenieure Neuhaldenstr. 15 Tel.: 0751-76 30 17 88214 Ravensburg Fax.: 0751-76 30 18</small>	
Bearbeiter	S. Wahl		
Gezeichnet	sw		
Datei	GA_23020_01_sw_Anlage2.CDR		
Datum	23.06.2023		

Aufschlussart	Drucksonde	Nutzung	Parkplatz	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	37,5 mm	Bedeckung	Schotter, Asphalt	rechts	s. Gutachtentext
Methode	Drucksonde	Reliefart	Ebene	hoch	s. Gutachtentext
Zeitraum	28.06.2023	Neigung	NO-N1	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	S. Wahl	Wolbung	WS0	Ausführer:	geotechnik heiligenstadt



Projekt: BV iM Gebäude Nr. 19 Tettang-Bechlingen Anlage 3.1

Darstellung: geologischer Baugrundschnitt (1)

Maßstab: vertikal: 1:50, horizontal: 1:200

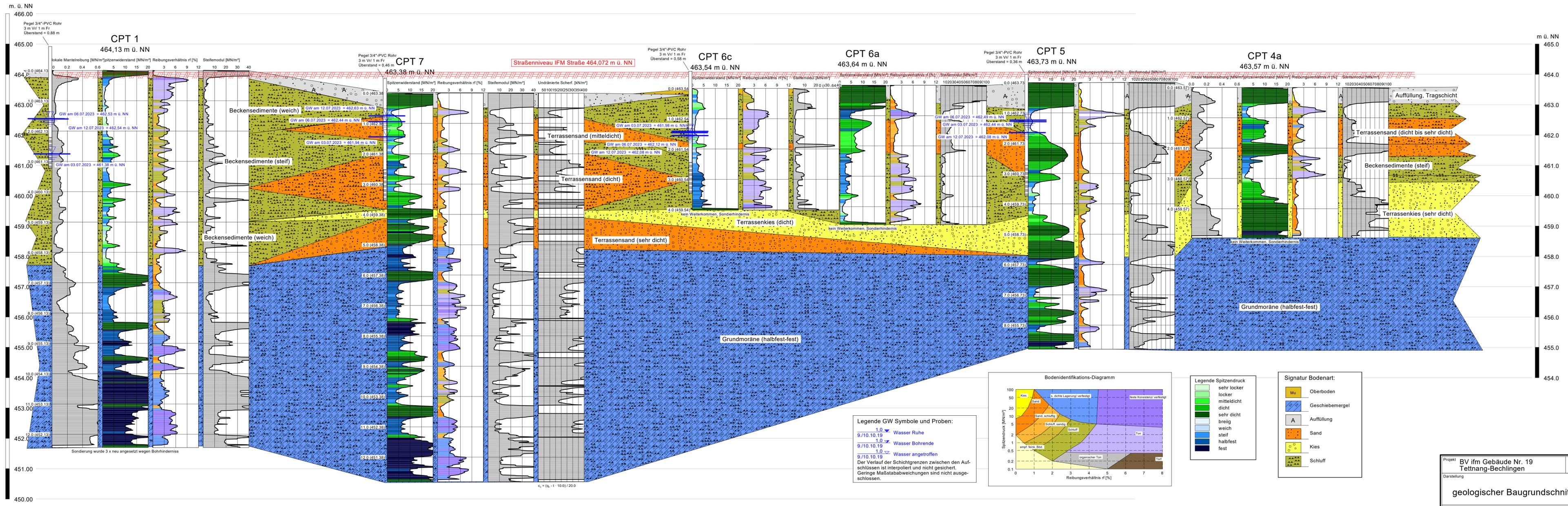
Bearbeiter: S. Wahl / Kugel Schlegel
Gezeichnet: sw / RSW: Bestände Geologen und Ingenieure
Proj.-Nr.: 23/020 / Neubaustraße 19, Telefon: 07 9176 36 17
Datum: 12.07.2023 / 88214 Ravensburg / Email: info@v-kaw.de

Aufschlussart	Drucksondierung nach DIN EN ISO 22476-1	Nutzung	Parkplatz	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	37,5 mm	Bedeckung	Schotter, Asphalt	rechts	s. Gutachten
Methode	Drucksonde	Reliefformtyp	Ebene	hoch	s. Gutachten
Zeltraum	28.06.2023	Neigung	N0-N1	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	S. Wahl	Wölbung	WS0	Ass. führender:	geotechnik heiligenstadt

Nordwesten

Südwesten

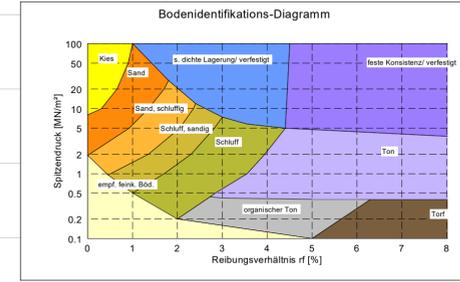
Südosten



Legende GW Symbole und Proben:

- 1.0 ∇ Wasser Ruhe
- 1.0 ∇ Wasser Bohrende
- 1.0 ∇ Wasser angetroffen

Der Verlauf der Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen ist interpoliert und nicht gesichert. Geringe Maßstababweichungen sind nicht ausgeschlossen.



- Legende Spitzendruck**
- sehr locker
 - locker
 - mitteldicht
 - dicht
 - sehr dicht
 - breiig
 - weich
 - steif
 - halbfest
 - fest
- Signatur Bodenart:**
- Mu Oberboden
 - Geschiebemergel
 - A Auffüllung
 - Sand
 - Kies
 - Schluff

Projekt	BV ifm Gebäude Nr. 19 Tettng-Bechlingen	Anlage	3.2
Darstellung			
geologischer Baugrundschnitt (2)			
Maßstab	vertikal: 1:50, horizontal: 1:200		
Bearbeiter	S. Wahl		
Gezeichnet	sw		
Proj.-Nr.	23/020		
Datum:	12.07.2023		
		 KSW - Beratende Geologen und Ingenieure Neuhäuserstraße 15 Telefon: 07 5176 30 17 88214 Ravensburg Email: info@ksw.de	