

ERWEITERUNG DER ZENTRALDEPONIE ALTENBERGE UM DIE DEPONIEABSCHNITTE ZDA II.3 UND ZDA III

Bericht zur geologischen und hydrogeologischen Erkundung des Untergrundes vor dem Hintergrund der Bewertung der Eignung des Deponiestandortes und des Grundwassermonitorings (BE-01)

- Projekt-Nr. 22.0900 -

Auftraggeber: EGST
Entsorgungsgesellschaft Steinfurt mbH
Im Bioenergiepark 3
48369 Saerbeck

Auftragnehmer: INGENUM GmbH
Industriestraße 17
46240 Bottrop

Stand: 26.01.2023

Version: 1.4

Index: 22.0900-BE-01_230126_V1.4

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO+ENERGIE+UMWELT

Hauptsitz Bottrop

INGENUM GmbH
Industriestraße 17
46240 Bottrop

Tel.: +49 (0) 20 41 / 7 71 88-0
Fax: +49 (0) 20 41 / 7 71 88-19
E-Mail: mail@ingenum.de

www.ingenum.de

Zweigniederlassung
Mülheim an der Ruhr

INGENUM GmbH
Otto-Pankok-Straße 45
45481 Mülheim a. d. R.

Tel.: +49 (0) 208 / 38 55 40 63
Fax: +49 (0) 208 / 38 55 58 59
E-Mail: muelheim-a-d-R@ingenum.de

GESCHÄFTSFÜHRUNG

Dipl.-Ing. Thorsten Rath

Sitz der Gesellschaft: Bottrop
USt-ID-Nr.: DE 296012431
Handelsregister HRB 12632
Amtsgericht Gelsenkirchen

BANKVERBINDUNG

Hypovereinsbank Rostock

IBAN: DE74 2003 0000 0015 9506 34
BIC: HYVEDEMM300

PROJEKTANGABEN

Projekt-Nr.
22.0900

Projekt-Kurztitel:
Erweiterung Zentraldeponie Altenberge

Datei-Index:
22.0900-BE-01_230126_V1.4

Stand / Version
26.01.2023 / V 1.4

**Bericht zur geologischen und hydrogeologischen
Erkundung des Untergrundes vor dem Hintergrund der
Bewertung der Eignung des Deponiestandortes
und des Grundwassermonitorings
(BE-01)**

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Inhaltsverzeichnis.....	2
Anlagenverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis.....	4
Abbildungsverzeichnis.....	4
1 Veranlassung und Aufgabenstellung.....	5
2 Geologische und hydrogeologische Standortverhältnisse	6
2.1 Geologie	6
2.2 Hydrogeologie.....	7
2.3 Erdbebensicherheit.....	8
3 Baggerschurfkampagne.....	9
3.1 Art und Umfang der Schurfkampagne.....	9
3.2 Untersuchungs- und Dokumentationsumfang	9
3.3 Erkundete geologische Untergrundverhältnisse	11
3.4 Ergebnisse der Schurfkampagne und der geotechnischen Prüfungen	13
4 Drucksondierungen (CPT)	15
5 Grundwassermessstellen.....	17
5.1 Lage der Grundwassermessstellen.....	17
5.2 Untersuchungs- und Dokumentationsumfang der Grundwasser-messstellen.....	18
5.3 Zusammenfassung der Grundwassermesstände	19
5.3.1 Erweiterungsfläche ZDA III	19
5.3.2 Erweiterungsfläche ZDA II.3	20
5.3.3 Bewertung	22
6 Einordnung der Baggerschurfresultate zu den Grundwasserspiegeln	24
7 Fazit und abschließende Empfehlung	26
Quellenverzeichnis	28

**Bericht zur geologischen und hydrogeologischen
Erkundung des Untergrundes vor dem Hintergrund der
Bewertung der Eignung des Deponiestandortes
und des Grundwassermonitorings
(BE-01)**

Anlagenverzeichnis

Anlage

- 1 Lageplan zur Erkundung der geologischen und hydrogeologischen Untergrundverhältnisse - Zentraldeponie Altenberge - ohne Maßstab
 - 1.1 Gesamtlageplan der ZD Altenberge mit Erkundungspunkten
 - 1.2 Detailausschnitt ZDA II.3 mit Erkundungspunkten
 - 1.3 Detailausschnitt ZDA III mit Erkundungspunkten
- 2 Ergebnisse der Baggerschurfkampagne
 - 2.1 Schichtenverzeichnisse
 - 2.2 Fotodokumentation
 - 2.3 Laborprüfprotokolle des geotechnischen Labors der INGENUM GmbH
- 3 Ergebnisse der Drucksondierungen (CPT)

**Bericht zur geologischen und hydrogeologischen
Erkundung des Untergrundes vor dem Hintergrund der
Bewertung der Eignung des Deponiestandortes
und des Grundwassermonitorings
(BE-01)**

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1: Ansatzhöhe, Koordinaten und Endteufe der vier Baggerschürfe	12
Tabelle 2: Prüfergebnisse der geotechnischen Untersuchungen	14
Tabelle 3: Ansatzhöhe, Koordinaten und Endteufe der Drucksondierungen	15
Tabelle 4: Koordinaten der errichteten Grundwassermessstellen	18
Tabelle 5: Zusammenfassung der Grundwasserhöchststände (seit 1998 und seit 2011)	22

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1: Geologische Einheiten im Untersuchungsgebiet der Zentraldeponie Altenberge /3/ mit den geologischen Einheiten qh: Quartär, Holozän; qg: Quartär, Grundmoräne; krcau2: oberes Untercampan (Oberkreide).....	6
Abbildung 2: Karte der Erdbebenzonen /4/	8
Abbildung 3: Die Abbildung zeigt die Lage und Bezeichnung der vorhandenen Grundwassermessstellen.....	17
Abbildung 4: Grundwasserstände in GMS 10	19
Abbildung 5: Grundwasserstände in GMS 11	20
Abbildung 6: Grundwasserstände in GMS 4	20
Abbildung 7: Grundwasserstände in GMS 5	21
Abbildung 8: Grundwasserstände in GMS 22	21

Bericht zur geologischen und hydrogeologischen Erkundung des Untergrundes vor dem Hintergrund der Bewertung der Eignung des Deponiestandortes und des Grundwassermonitorings (BE-01)

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Entsorgungsgesellschaft Steinfurt mbH (EGST) betreibt, zur Entsorgung der im Kreisgebiet Steinfurt anfallenden und nach DepV deponierbaren Abfälle, die Zentraldeponie in Altenberge. Da die genehmigte Deponiekapazität in einigen Jahren erreicht sein wird, soll die bestehende Zentraldeponie Altenberge (ZDA) zur Gewährleistung der zukünftigen Entsorgungssicherheit unter Einhaltung der Vorgaben der DepV /1/ um zwei weitere Deponieabschnitte (ZDA II.3 und ZDA III) erweitert werden.

Im Rahmen der Erweiterungsmaßnahmen soll der Deponieabschnitt ZDA II.3, mit einer Flächengröße von rund 3,5 ha, der direkt südwestlich an den aktuellen in Betrieb befindlichen Deponieabschnitt ZDA II.2 angrenzt, errichtet und betrieben werden. Der neue Deponieabschnitt lehnt sich hierbei auf den Deponieabschnitt ZDA II.2 auf und überschüttet die aktuelle südliche Betriebsböschung. Der weitere Betrieb erfolgt analog zu den zeitlich vorhergehenden Deponieabschnitten als DK II - Deponie mit einem Ablagerungsfortschritt von Osten in Richtung Westen. Auf einer Teilfläche befindet sich derzeit das genehmigte und aktuell betriebene Bodenlager.

Westlich des bereits rekultivierten Deponieabschnitts ZDA I befindet sich die Erweiterungsfläche ZDA III mit einer Flächengröße von rund 2,4 ha. Die Erweiterungsfläche wird derzeit landwirtschaftlich genutzt, die westliche Begrenzung stellt die asphaltierte Betriebsstraße dar. Dieser Deponieabschnitt soll als Monobereich ausschließlich zur Ablagerung von asbesthaltigen Abfällen betrieben werden. Der neu herzustellende Deponieabschnitt lehnt sich an den bestehenden Deponieabschnitt ZDA I an.

Die INGENUM GmbH wurde basierend auf dem in Jahr 2020 / 2021 durchgeführten Scoping-Verfahren und den daraus resultierenden behördlichen Festlegungen von der EGST beauftragt, ein Konzept zur Baugrunderkundung und -untersuchung aufzustellen.

Das Konzept der INGENUM GmbH bildet die Grundlage für die durchgeführte geologische und hydrogeologische Erkundung des Untergrundes vor dem Hintergrund der Standsicherheit und des Grundwassermonitorings /2/.

Der vorliegende Bericht beschreibt den Erkundungsumfang, stellt die Lage der Aufschlusspunkte (Baggerschürfe sowie Drucksondierungen) dar und dokumentiert die Untersuchungsergebnisse zur Untergrundbeschaffenheit hinsichtlich seiner Eignung als Deponiestandort, der Standsicherheit sowie des Grundwassermonitorings.

2 Geologische und hydrogeologische Standortverhältnisse

2.1 Geologie

Das Untersuchungsgebiet liegt am westlichen Rand des Altenberger Höhenzugs auf einer in Nordwest / Südost-Richtung streichenden Geländerippe. Hierbei handelt es sich um eine schmale, reliefumgekehrte Mulde mit flachen Einfallswinkeln der Muldenflanken. Die Muldenachse hebt sich mit ebenso flachen Winkeln nach Nordwesten hin heraus.

Im Untersuchungsgebiet stehen bis in eine Tiefe von rund 15 m schwach glaukonitische, schwach sandige Tonmergelsteine und untergeordnet Kalkmergelsteine des oberen Unteracampan (obere Osterwicker Schichten) an. Diese geologische Einheit ist petrografisch wenig differenziert und kann überschlägig als homogen angenommen werden. Das anstehende Gestein ist überwiegend als Tonmergelstein ausgebildet und verwittert oberflächennah zu einem ausgeprägt plastischen Mergel. Der Mergel wird nördlich der Deponie von Ablagerungen einer pleistozänen Grundmoräne der Saalekaltzeit überdeckt. Südlich der Deponie werden die Mergel von einer Zunge holozäner Fließerden (Lehm, Steine) der Weichselkaltzeit überdeckt. Die nachfolgende Abbildung 1 zeigt den entsprechenden Kartenausschnitt der geologischen Karte GK 25m /3/.

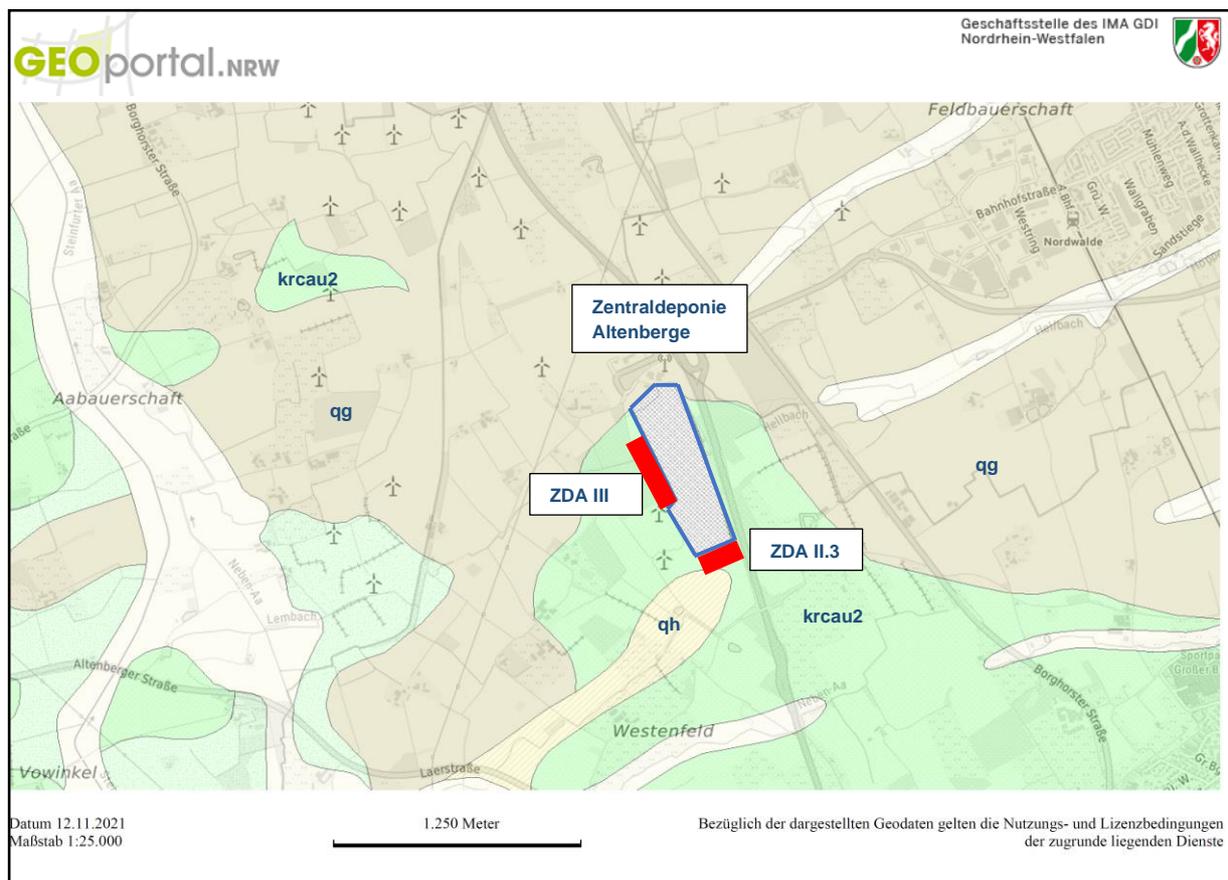


Abbildung 1: Geologische Einheiten im Untersuchungsgebiet der Zentraldeponie Altenberge /3/ mit den geologischen Einheiten qh: Quartär, Holozän; qg: Quartär, Grundmoräne; krcau2: oberes Unteracampan (Oberkreide)

Im Bereich der westlichen Erweiterungsfläche ZDA III sowie der südlichen Erweiterungsfläche ZDA II.3 stehen die Tonmergel der Oberkreide (krcau2) an. Die in der geologischen Karte dargestellte Überdeckung der Tonmergel mit holozänen Sedimenten (qh) im südwestlichen Teilbereich der Erweiterungsfläche ZDA II.3 konnte im Zuge der Erkundung nicht bestätigt werden.

2.2 Hydrogeologie

Die Zentraldeponie Altenberge liegt im Verbreitungsbereich der Ton- / Kalkmergelsteine, die in ihrem höheren Teil einen Kluffgrundwasserhorizont geringer Ergiebigkeit ausgebildet haben. Ein sehr gering durchlässiger Verwitterungshorizont aus Mergeln deckt den Kluffgrundwasserhorizont ab, so dass gespannte Grundwasserverhältnisse vorliegen /3/.

Bachtäler oder künstliche Einschnitte (Gräben) durchstoßen den Verwitterungshorizont und entwässern den Aquifer. Im natürlichen Zustand ist am Standort daher nicht mit einem weiträumigen Fließen des Grundwassers, sondern eher mit einem Aufquellen aus dem Auflockerungs- bzw. Kluffhorizont zu rechnen. Zutage tretendes Wasser wird durch vorhandene, künstlich angelegte Gräben im Umfeld der Deponie abgeleitet.

Eine Überwachung der Grundwasserstände findet an 22 um den Deponiekörper verteilten Grundwassermessstellen statt. Zur Überwachung des Deponiekörpers bzw. des Nachweises der nicht-Beeinflussung des Grundwassers durch Deponiesickerwässer werden hiervon sechs Pegel als Überwachungsmessstellen (Grundwassermessstellen mit festgelegten Auslöseschwellenwerten) geführt:

- GMS 10 und GMS 11 liegen nahe dem Schüttkörper im westlichen Bereich,
- GMS 2 und GMS 5 liegen in geringer Entfernung westlich und südlich der Deponie,
- GMS 3a ist in der Nachbarschaft des Regenrückhaltebeckens im Südwesten gelegen und
- GMS 16 befindet sich in unmittelbarer Deponienähe östlich.

Grundwassermessstellen sind somit im gesamten Standortbereich bereits vorhanden und können entsprechend des Monitoringprogramms zur Überwachung der Deponie in der Betriebs- und Nachsorgephase mit integriert werden.

Im Rahmen des Grundwassermonitorings wurden sowohl ein Standardprogramm als auch ein Übersichtsprogramm auf Grundlage der LAGA M28, Parameterumfänge A und BÜ, festgelegt. Eine Ermittlung von Auslöseschwellenwerten erfolgte erstmalig im Jahr 2006. Im Ergebnis der Auswertungen der zurückliegenden Jahre wurden mit den festgelegten Auslöseschwellen keine Deponieemissionen erkannt. Zusammenfassend wurden in den Auswertungen Deponieemissionen weder mit der Betrachtung der Auslöseschwellenwerte noch durch die Untersuchung der Gesamtmineralisation festgestellt.

Mit den vorhandenen Messstellen, bzw. den daraus entnommenen und analysierten Wasserproben, ist eine Emissionsüberwachung der Zentraldeponie Altenberge auf dem Grundwasserpfad möglich. Eine Ergänzung oder Veränderung des Grundwasserüberwachungsnetzes ist aufgrund der Neuerrichtung und des Betriebes von ZDA II.3 und ZDA III nach derzeitigem Kenntnisstand nicht erforderlich.

2.3 Erdbebensicherheit

Die Zentraldeponie Altenberge befindet sich im Landkreis Steinfurt, Nordrhein-Westfalen. Laut der Erdbebenzonenabfrage beim GFZ Potsdam liegt die Deponie in Gebieten außerhalb von Erdbebenzonen. Die Gefahr von Erdbeben kann somit ausgeschlossen werden.

Die Abbildung 2 zeigt die Lage der Deponie in der Erdbebenzonenkarte /4/.

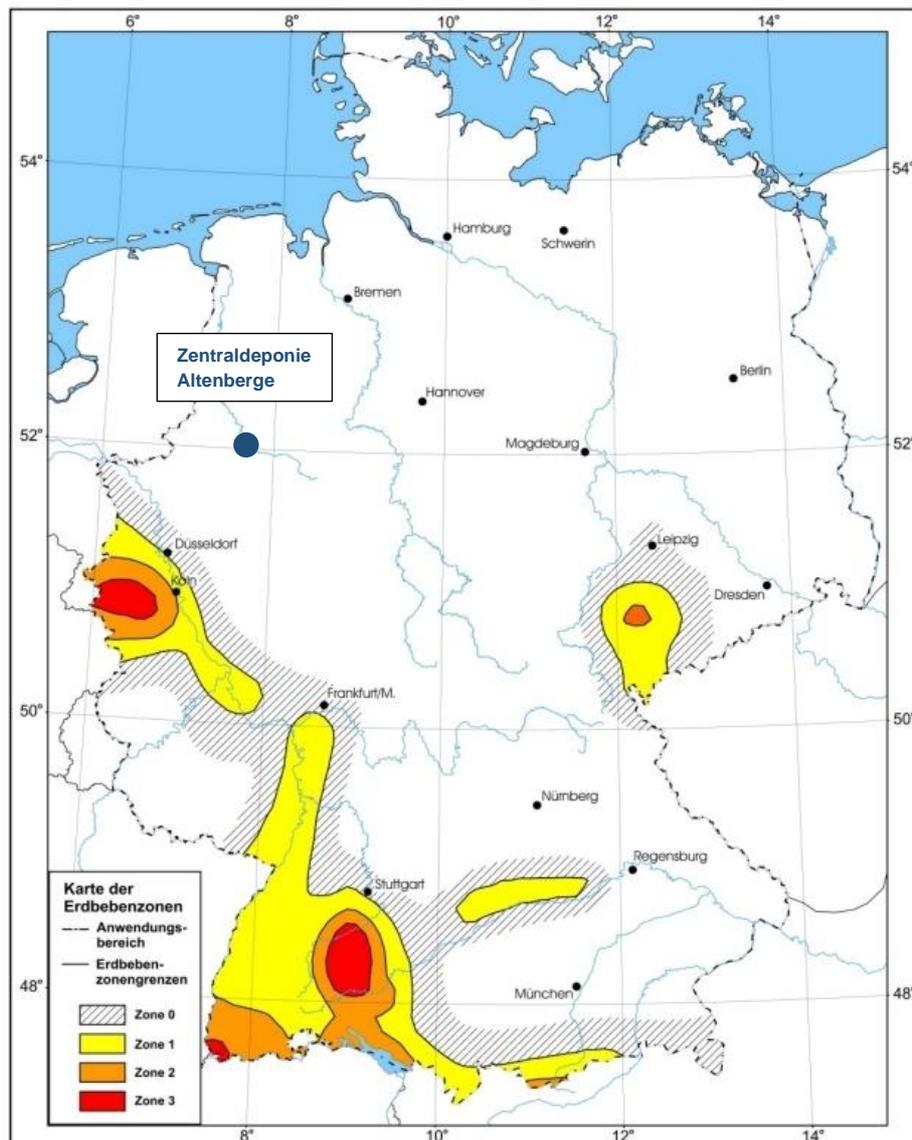


Abbildung 2: Karte der Erdbebenzonen /4/

3 Baggerschurfkampagne

3.1 Art und Umfang der Schurfkampagne

Im Sinne eines hinreichenden Erkenntnisgewinns der vorhandenen Untergrundverhältnisse wurden, basierend auf dem durch die INGENUM GmbH im Vorfeld zur Erkundungskampagne vorgelegten Konzepts /2/, im Bereich der geplanten Erweiterungsflächen der Zentraldeponie Altenberge am 04.11.2021 insgesamt vier Baggerschürfe angelegt.

Davon wurden

- zwei Schürfe im Bereich der Erweiterungsfläche ZDA III (Schurf 1 und Schurf 2) und
- zwei Schürfe im Bereich der Erweiterungsfläche ZDA II.3 (Schurf 3 und Schurf 4)

angelegt.

Die Endteufen der Baggerschürfe lag bei 4,00 m u. GOK, wobei in Schurf 2 aufgrund von Wassereintritt nur eine Endteufe von 3,60 m erreicht wurde. Die vorgesehene Aufschlusstiefe von 4,00 m u. GOK bzw. eine Endteufe im anstehenden Gestein wurde somit in allen Schürfen erreicht.

Um eine Vermischung verschiedener Schichten zu verhindern und eine schichtweise Beprobung zu ermöglichen, wurde das Aushubmaterial löffelweise leicht versetzt aufgemietet.

Die Lage der Aufschlusspunkte geht aus dem als Anlage 1 beiliegenden Lageplan hervor.

3.2 Untersuchungs- und Dokumentationsumfang

Die am 04.11.2021 durchgeführte Untersuchungskampagne zielte auf die folgenden Aspekte und Erkenntnisse:

- Darstellung der Schichtung, Schichtmächtigkeit und Beschaffenheit des anstehenden Untergrundes
- Erfassung von Lage und Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels
- Gewinnung von Erkenntnissen zur geologischen und hydrogeologischen Untergrundbeschaffenheit vor dem Hintergrund der Standsicherheit und des Grundwassermonitorings
- Eignung der bindigen Böden am Deponiestandort als geologische Barriere bzw. zur Herstellung der mineralischen Dichtung (die Dokumentation erfolgt in einem separaten Bericht).

An dem Aushubmaterial wurden insgesamt 14 Mischproben (MP 01/21 bis MP 14/21) entnommen. Ergänzend wurden in Schurf 1 insgesamt drei Ausstechzylinder (P 01/21 bis P 03/21) in unterschiedlichen Horizonten des natürlich, anstehenden Bodens eingeschlagen, anhand derer die Lagerungsdichte bestimmt wurde.

Die entnommenen Proben wurden anschließend im geotechnischen Labor der INGENUM GmbH auf die folgenden Parameter untersucht:

- Wassergehalt nach DIN 18 121
- Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18 122
- Korngrößenverteilung nach DIN 18 123
- Verdichtungsgrad nach DIN 18 125
- Proctorversuch nach DIN 18 127
- Glühverlust nach DIN 18 128
- Kalkgehalt nach DIN 18 129
- Scherversuch nach DIN 18 137,
- Einaxialer Druckversuch nach DIN EN ISO 17892-7
- Korndichte nach DIN EN ISO 17892-3 bzw. DIN 18 124
- Wasserdurchlässigkeit nach DIN EN ISO 17892-11
- Röntgendiffraktometrische (RDA) Messungen zur semiquantitativen Bestimmung des Mineralbestandes der Gesamtfraktion
- Kationenaustauschkapazität zur Bestimmung des Schadstoffrückhaltevermögens
- Schadstoffgehalt nach DepV, Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 4 (geologische Barriere)

Die Zusammenfassung der Laborergebnisse und die Bewertung des Materials zur Eignung als geologische Barriere bzw. zur Herstellung der mineralischen Dichtung erfolgt im Abgleich mit den Vorgaben des BQS 3-1, BQS 3-2 und BQS 4-1 in einem separaten Gutachten.

3.3 Erkundete geologische Untergrundverhältnisse

Die detaillierten Schichtenverzeichnisse liegen als Anlage 2.1 bei. Die angetroffenen Untergrundverhältnisse sind zudem in der als Anlage 2.2 beigefügten Fotodokumentation der Schurfkampagne dargestellt.

Im Folgenden werden die Untergrundverhältnisse des untersuchten Bereiches zusammengefasst dargestellt:

Schürfe S 01/21 und S 02/21 (ZDA III):

- Oberboden mit Grasnarbe,
bis ca. 0,05 m u. GOK,
- Auffüllung aus Boden (Schluff) mit Bauschuttbeimengungen (insbesondere Ziegelbruch) und Kies-Sand-Gemischen,
bis ca. 0,70 m u. GOK,
- alter Oberboden mit Wurzel- / Pflanzenresten (Schluff, sandig, schwach kiesig),
bis ca. 1,00 m u. GOK
- Mergel (Ton-Schluff), Verwitterungszone der oberen Osterwicker Schichten (oberes Untercampan),
bis ca. 3,40 m bzw. 3,60 m u. GOK
- anstehende Ton-/ Kalkmergelsteine der oberen Osterwicker Schichten (oberes Untercampan), aufgeschlossen bis 4,00 m u. GOK)

Schürfe S 03/21 und S 04/21 (ZDA II.3):

- Oberboden bzw. Ackerboden
bis ca. 0,30 m bzw. 0,50 m u. GOK,
- Mergel (Ton-Schluff), Verwitterungszone der oberen Osterwicker Schichten (oberes Untercampan),
bis ca. 2,60 m u. GOK
- anstehende Ton-/ Kalkmergelsteine der oberen Osterwicker Schichten (oberes Untercampan), aufgeschlossen bis 4,00 m u. GOK)

Die Schürfe wurden in ihrer Lage mittels GPS eingemessen. Die Koordinaten sind in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Ansatzhöhe, Koordinaten und Endteufe der vier Baggerschürfe

Schurf	GOK [mNN]	Koordinaten		Endteufe (Tiefe) [m u. GOK] / [m ü. NN]
		Nord	Ost	
Erweiterungsfläche ZDA III				
Schurf S 01/21	76,36	5769451.02	392469.09	4,0 / 72,36
Schurf S 02/21	76,85	5769336.43	392505.81	3,6 / 73,25
Erweiterungsfläche ZDA II.3				
Schurf S 03/21	76,68	5768713.33	392829.75	4,0 / 72,68
Schurf S 04/21	78,49	5768730.00	392946.19	4,0 / 74,49

Die Erkenntnisse zum Schichtenaufbau aus der Baggerschurfkampagne bestätigen die beschriebene geologische Situation des Gutachtens

[U1] Geotechnischer Bericht zur Erweiterung der Zentraldeponie für Siedlungsabfälle Altenberge, Geotechnisches Laboratorium und Ingenieurbüro Dipl.-Ing. H. J. Hinz, Münster, Stand: 01.03.1991.

Demnach stehen im gesamten Bereich der Zentraldeponie Altenberge die oberen Osterwicker Schichten des oberen UnterCampan (Oberkreide) an. Diese sind vorrangig als graue Ton- / Kalkmergelsteine ausgebildet und verwittern oberflächennah in ausgeprägt plastische, hellgraue bis graue Mergel. Zum Teil weisen die Mergel eine gelbliche bis ockerfarbene Marmorierung auf, die auf natürliche Verwitterungsprozesse sowie Oxidationsprozesse im Boden zurückgehen.

Oberhalb des kreidezeitlichen Verwitterungshorizontes steht im Erweiterungsbereich ZDA II.3 ein dunkelbrauner, lehmiger Oberboden an, der landwirtschaftlich genutzt wird. Laut geologischer Karte /3/ steht im südwestlichen Bereich der Erweiterungsfläche ZDA II.3 quartärer Lehm (Fließerde) an. Dieser Lehm-Horizont wurde im Zuge der Baggerschurfkampagne nicht angetroffen.

Im Erweiterungsbereich ZDA III wurde der ursprünglich anstehende lehmige Oberboden mit einem Boden-Ziegelbruchgemisch überdeckt. Aufgrund der im Boden verbliebenen Pflanzenreste und damit einhergehender Fäulnisprozesse ist der ursprüngliche Oberbodenhorizont heute durch eine dunkelbraune bis schwarze Farbe mit hohem Anteil an Pflanzenresten charakterisiert.

Die überlagernde Auffüllung ist als brauner, stark schluffiger Sand zu beschreiben, der mit Kiesen unterschiedlicher Herkunft sowie mit Ziegelbruch, Holz- und Wurzelresten vermischt ist.

Oberhalb der Auffüllung wurde ein neuer Oberboden aus braunem, lehmig-sandigem Schluff sowie neuer Grasbewuchs aufgebracht.

Ein freier Grundwasserspiegel wurde im Rahmen der Durchführung der Baggerschurfkampagne nicht angetroffen. Schichtenwasser wurde lediglich in Schurf 3 (ZDA II.3) in Klüften der anstehenden kreidezeitlichen Ton- bzw. Kalkmergelsteinen der oberen Osterwicker Schichten unterhalb von 3 m u GOK angetroffen.

Die anstehenden, natürlichen Böden wurden bei der Untersuchungskampagne am 04.11.2021 in einem bodenfeuchten Zustand angetroffen.

3.4 Ergebnisse der Schurfkampagne und der geotechnischen Prüfungen

Die Baggerschürfe 1 und 2 im geplanten westlichen Erweiterungsbereich ZDA III zeigen eine nicht weiter untergliederte Schichtenfolge grauer Ton- / Kalkmergelsteine der oberen Osterwicker Schichten. Im Hangenden stehen ausgeprägt plastische Mergel als Verwitterungsprodukt der kreidezeitlichen Ton- / Kalkmergelsteine mit mehr als 2 m Mächtigkeit an.

Die kreidezeitlichen Sedimente bzw. Sedimentgesteine werden von einem alten Oberbodenhorizont inklusive Pflanzenresten bedeckt, der mit einer Auffüllung von bis zu 0,70 m Mächtigkeit überdeckt ist. In Baggerschurf 1 war keine klare Trennung zwischen ursprünglichen Oberboden und Auffüllung möglich.

Im geplanten südlichen Erweiterungsbereich ZDA II.3 zeigte sich in beiden Schürfen eine ebenfalls nicht weiter untergliederte Schichtenfolge grauer Ton- / Mergelsteine der oberen Osterwicker Schichten, die im Hangenden mit mehr als 2 m Mächtigkeit, zu Mergel verwittert, aufgeschlossen sind.

Im Hangenden schließt sich in diesem Teilbereich ausschließlich ein etwa 0,30 m mächtiger Oberboden- bzw. Ackerbodenhorizont an.

Die Prüfergebnisse der geotechnischen Untersuchungen der 14 Bodenmischproben und der drei Ausstechzylinder sind in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengefasst.

Die zugehörigen geotechnischen Laborprotokolle sind in der Anlage 2.3 beigefügt.

Tabelle 2: Prüfergebnisse der geotechnischen Untersuchungen

Parameter	Verfahren	Prüfergebnisse	
		Mergel	Ton- / Kalkmergelstein
Wassergehalt	DIN 18 121	20,06 % - 32,15 %	17,04 % - 24,24 %
Zustandsgrenzen	DIN 18 122	Zustandsform: steif - halbfest W _L : 62,34 % - 83,75 % W _P : 22,83 % - 26,91 % I _P : 35,43 % - 60,92 % I _c : 0,92 % - 1,08 %	Zustandsform: steif - fest W _L : 54,53 % - 55,75 % W _P : 22,88 % - 25,59 % I _P : 28,94 % - 32,86 % I _c : 0,96 % - 1,30 %
Korngrößenverteilung	DIN 18 123	Bodengruppe: TA Bodenart: T, U T: 50,5 % - 56,7 % U: 41,1 % - 46,5 % S: 1,7 % - 4,5 % G: -	Bodengruppe: TA Bodenart: T, U T: 41,5 % - 52,4 % U: 45,6 % - 54,3 % S: 2,1 % - 3,9 % G: 0 % - 0,3 %
Verdichtungsgrad	DIN 18 125	95,6 % - 103,6 %	104,7 %
Proctorversuch	DIN 18 127	D _{Pr} : 1,582 g/cm ³ - 1,603 g/cm ³ W _{opt} : 22,1 % - 24,3 %	D _{Pr} : 1,595 g/cm ³ - 1,611 g/cm ³ W _{opt} : 21,8 % - 23,4 %
Glühverlust	DIN 18 128	1,15 % - 6,16 %	4,51 % - 5,94 %
Kalkgehalt	DIN 18 129	13,18 % - 46,77 %	17,54 % - 49,89 %

Die Ton- / Mergelkalksteine der oberen Osterwicker Schichten weisen im Vergleich zu ihrem Verwitterungsprodukt (Mergel) im Hangenden lediglich geringfügige geotechnische Unterschiede bei den hier untersuchten Parametern auf. Es handelt sich in beiden Fällen um einen Ton-Schluff mit variierenden Kalkgehalten. Das anstehende kreidezeitliche Sedimentgestein ist demnach je nach Kalkgehalt als Tonmergelstein, Mergelstein oder Kalkmergelstein zu benennen. Das kreidezeitliche Sediment aus der Verwitterungszone kann vereinfacht als Mergel bezeichnet werden.

Die Ergebnisse der hier durchgeführten geotechnischen Laborprüfungen an den kreidezeitlichen Sedimenten bzw. Sedimentgesteinen bestätigen die geotechnischen Prüfergebnisse des Gutachtens

- [U1] Geotechnischer Bericht zur Erweiterung der Zentraldeponie für Siedlungsabfälle Altenberge, Geotechnisches Laboratorium und Ingenieurbüro Dipl.-Ing. H. J. Hinz, Münster, Stand: 01.03.1991.

Die unter Abschnitt 4.1 beschriebenen Felduntersuchungen und die zugehörigen geotechnischen Ergebnisse bestätigen die Erkenntnisse aus der Schurfkampagne aus 2021.

4 Drucksondierungen (CPT)

Entsprechend des Erkundungskonzeptes /2/ wurden am 08.11.2021 durch die Firma Geotechnik Heiligenstadt GmbH in Begleitung durch die INGENUM GmbH insgesamt 10 Drucksondierungen (Cone Penetration Test, CPT) nach DIN EN ISO 22476-1 bis in eine maximale Tiefe von ca. 10,00 m u. GOK, abgeteuft.

Auf der Erweiterungsfläche ZDA III wurden die fünf Drucksondierungen (CPT) A, B, C, D, E abgeteuft.

Auf der Erweiterungsfläche ZDA II.3 wurden die fünf Drucksondierungen (CPT) F, G, H, I, J abgeteuft.

Die Lage der Sondierungspunkte wurde nach Lage und Höhe (m ü. NN) vermessen und sind im Lageplan in Anlage 1 dargestellt. Die zugehörigen Prüfprotokolle der Geotechnik Heiligenstadt GmbH sind als Anlage 3 beigelegt.

Die relevanten Eckdaten der insgesamt zehn Drucksondierungen sind in der nachfolgenden Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3: Ansatzhöhe, Koordinaten und Endteufe der Drucksondierungen

Sondierung	GOK [m ü. NN]	Koordinaten		Sondierungsdaten
		Nord	Ost	Endteufe [m u. GOK]
Erweiterungsfläche ZDA III				
A	76,30	5769497.65	392446.67	10,00
B	76,43	5769452.92	3922423.02	6,01
C	76,39	5769445.91	392485.34	7,44
D	76,75	5769360.57	392454.48	3,71
E	76,87	5769309.70	392513.50	10,00
Erweiterungsfläche ZDA II.3				
F	77,34	5768689.59	392676.60	10,00
G	76,82	5768756.38	392846.41	7,20
H	76,97	5768776.11	392919.47	4,89
I	77,87	5768739.67	392930.47	6,33
J	77,54	5768654.61	392850.39	9,16

Aufgrund der anstehenden Untergrundverhältnisse (Auffüllungen bzw. anstehendes Sedimentgestein) wurden die geplanten Tiefen von 10 m u. GOK lediglich in drei der zehn Drucksondierungen erreicht.

In Verbindung mit den Erkenntnissen aus den Baggerschürfen kann aus den Spitzenwiderständen und den Mantelreibungen der Drucksondierungen und des daraus ermittelten Reibungsverhältnisses die anstehende Bodenart für Böden abgeleitet werden. Für den Tiefenbereich der anstehenden kreidezeitlichen Mergel (Verwitterungszone) wurden in allen Drucksondierungspunkten geringe Spitzenwiderstände bei relativ hohen Reibungsverhältnissen ermittelt. Gemäß Grundbau-Taschenbuch /5/ lässt sich daraus die Bodenart „Ton bis Schluff“ ableiten, die durch Erkenntnisse der Baggerschurfkampagne sowie der laborativ bestimmten Bodenart bestätigt wird. Für den Bereich der Ton- / Mergelsteine lassen sich aufgrund des Festgesteincharakters hierdurch keine Bodenarten ableiten.

Eine weitere Verwendung der Drucksondierungsergebnisse bei bindigen Böden ist die überschlägliche Bestimmung der undränierten Scherfestigkeit (c_u), die Beschreibung der Konsistenz sowie der Festigkeit /5/. Die Auswertung der Drucksondierungsergebnisse aus allen Sondierungspunkten in Verbindung mit den Ergebnissen aus dem Feld und dem Labor bestätigen für den kreidezeitlichen Mergel eine steife bis halbfeste Konsistenz und damit eine mittelhohe bis hohe Festigkeit des Bodens gemäß DIN EN ISO 14 688-2. Für den kreidezeitlichen Ton- / Mergelstein im Liegenden sind bei steifer bis fester Konsistenz hohe bis sehr hohe Festigkeiten bis in die maximale Endteufe von rund 10 m zu erwarten. Die durchgeführten Verdichtungsprüfungen am Mergel und Ton- / Mergelstein im Baggerschurf ergaben hohe bis sehr hohe Verdichtungsgrade bzw. Lagerungsdichten der jeweiligen Schichten von 95,6 % bis zu 103,6 % und bestätigen die Interpretation der Drucksondierungsergebnisse hinsichtlich der Festigkeit.

Die rasche Zunahme im Spitzenwiderstand sowie in der Mantelreibung der Drucksondierungen in einer Tiefe von rund 3,40 m bis 3,60 m (ZDA III) sowie in einer Tiefe von rund 2,60 m (ZDA II.3) deuten auf eine klar definierbare Schichtgrenze hin. Diese Schichtgrenze konnte in allen vier Baggerschürfen zwischen dem kreidezeitlichen Mergel der Verwitterungszone zum Ton- / Mergelstein festgestellt werden und bestätigt damit die Interpretation der Ergebnisse aus den Drucksondierungen. Der Spitzenwiderstand sowie die Mantelreibung nehmen bei einzelnen Sondierungspunkten mit zunehmender Tiefe weiter zu, wodurch einige Drucksondierungen abgebrochen werden mussten und die geplante Endteufe nicht erreicht werden konnte. Die daraus ableitbare Festigkeit bzw. Härte des Sedimentgesteins kann mit einem erhöhtem Diagenesegrad (z.B. Zementation durch Kalk und Überlagerungsdruck) erklärt werden.

5 Grundwassermessstellen

5.1 Lage der Grundwassermessstellen

Zur Beurteilung der hydrogeologischen Untergrundverhältnisse wurden die bereits auf dem Gelände der Zentraldeponie Altenberge vorhandenen Grundwassermessstellen (GMS) genutzt.

Unmittelbar am westlichen Baufeldrand der Erweiterungsfläche ZDA III befinden sich die GMS 10 sowie die GMS 11. Entlang des Südrandes der Erweiterungsfläche ZDA II.3 befinden sich die GMS 4, GMS 5 und GMS 22. Die Lage und Benennung der vorhandenen Grundwassermessstellen sind in der nachfolgenden Abbildung 3 dargestellt.



Abbildung 3: Die Abbildung zeigt die Lage und Bezeichnung der vorhandenen Grundwassermessstellen.

5.2 Untersuchungs- und Dokumentationsumfang der Grundwasser- messstellen

Im Rahmen der Eigenüberwachung erfolgt seitens der EGST ein umfassendes Grundwassermonitoring an den vorhandenen Messstellen.

Hierbei werden die Lage und die Schwankungsbreite der Grundwasserspiegel in den einzelnen Messstellen erfasst und dokumentiert.

Die nachfolgende Tabelle 4 fasst die zur Beurteilung der hydrologischen Untergrundverhältnisse verwendeten Grundwassermessstellen sowie ihre Koordinaten zusammen.

Tabelle 4: Koordinaten der errichteten Grundwassermessstellen

Bezeichnung der Messstelle		Höhe [m ü. NN]	Koordinaten	
EGST- Name	Behörden- Name		Nord	Ost
GMS 10	WG0002	76,62	5770942,867	2598235,666
GMS 11	WG0003	75,96	5771201,812	2598070,800
GMS 4	WG0018	77,98	5770253,609	2598555,866
GMS 5	WG0019	79,57	5770403,795	2598748,922
GMS 22	WG0015	80,03	5770353,910	2598672,023

5.3 Zusammenfassung der Grundwassermesstände

Hinsichtlich der Grundwassermessung wurden durch die EGST die Messdaten von Januar 1998 bis Januar 2021 zur Verfügung gestellt. Diese wurden für die relevanten Grundwassermesstellen des Abschnittes ZDA III

- GMS 10 und
- GMS 11

sowie für den Abschnitt ZDA II.3

- GMS 4,
- GMS 5 und
- GMS 22

aufgetragen und sind in Abbildung 4 bis Abbildung 8 dargestellt.

5.3.1 Erweiterungsfläche ZDA III

Die in GMS 10 gemessenen Grundwasserstände sind in der nachfolgenden Abbildung 4 grafisch dargestellt. Aus den Jahren 2003, 2004 und 2019 sind über größere Zeiträume keine Meßwerte überliefert.

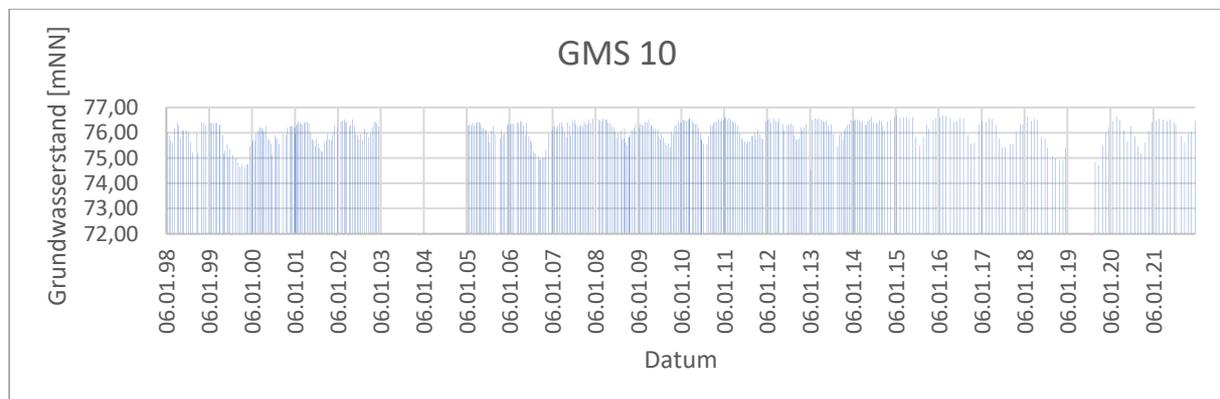


Abbildung 4: Grundwasserstände von 1998 bis 2021 in GMS 10

Die in **GMS 11** gemessenen Grundwasserstände sind in der nachfolgenden Abbildung 5 grafisch dargestellt.

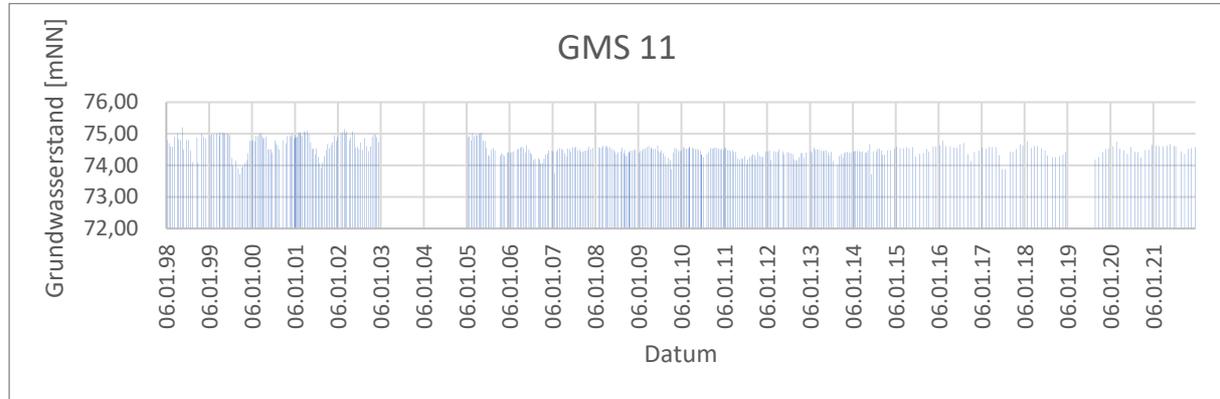


Abbildung 5: Grundwasserstände von 1998 bis 2021 in GMS 11

Bei **GMS 11** fällt im Sommer 2005 ein Sprung auf, bei dem die GW-Höhenlinie um ca. 0,5 m herabgesetzt wird. Hier kann nur vermutet werden, dass evtl. der Bau des in unmittelbarer Nähe liegenden Regenrückhaltbeckens, welches nach 2005 errichtet wurde, diesen Versatz hervorgerufen hat. Nach Rücksprache mit Herrn Dr. Frieg (Consulting Büro Frieg, Bochum), kann in diesem Bereich auch nicht ausgeschlossen werden, dass eventuell in der Nähe verlaufende Gräben den Pegel stark beeinflussen.

Insgesamt belegen die Messstellen **GMS 10** und **GMS 11** für den Bereich der Fläche ZDA III einen regelmäßigen, den Jahreszeiten folgenden Verlauf der Pegelstände. Der Verlauf ist insgesamt als gleichbleibend zu betrachten; es ist kein fallender oder steigender Trend zu erkennen.

5.3.2 Erweiterungsfläche ZDA II.3

Die in **GMS 4** gemessenen Grundwasserstände sind in der nachfolgenden Abbildung 6 grafisch dargestellt.

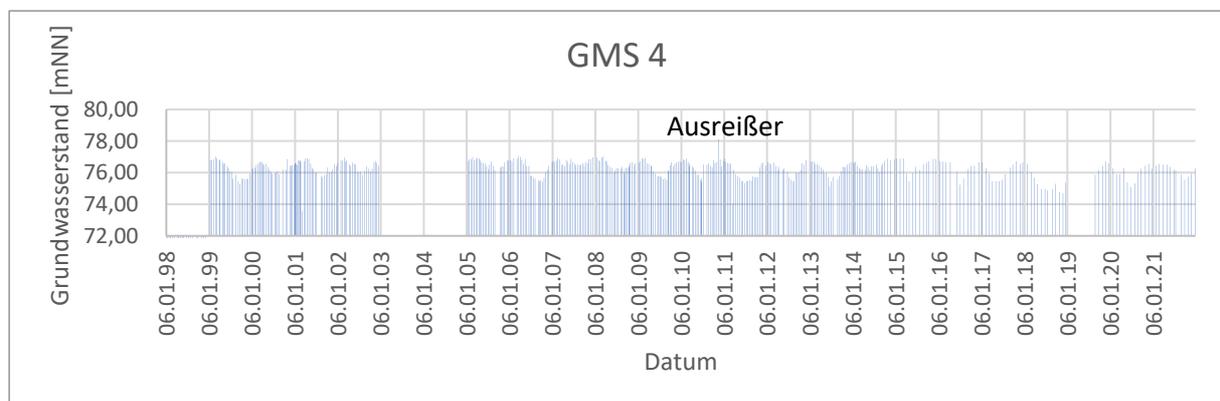


Abbildung 6: Grundwasserstände von 1998 bis 2021 in GMS 4

Die in **GMS 5** gemessenen Grundwasserstände sind in der nachfolgenden Abbildung 7 grafisch dargestellt.

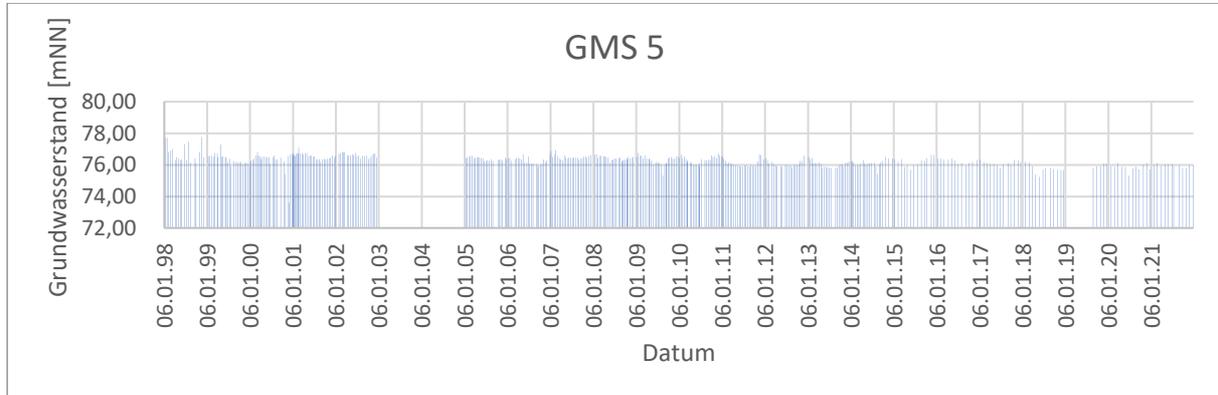


Abbildung 7: Grundwasserstände in von 1998 bis 2021 **GMS 5**

Die in **GMS 22** gemessenen Grundwasserstände sind in der nachfolgenden Abbildung 8 grafisch dargestellt.

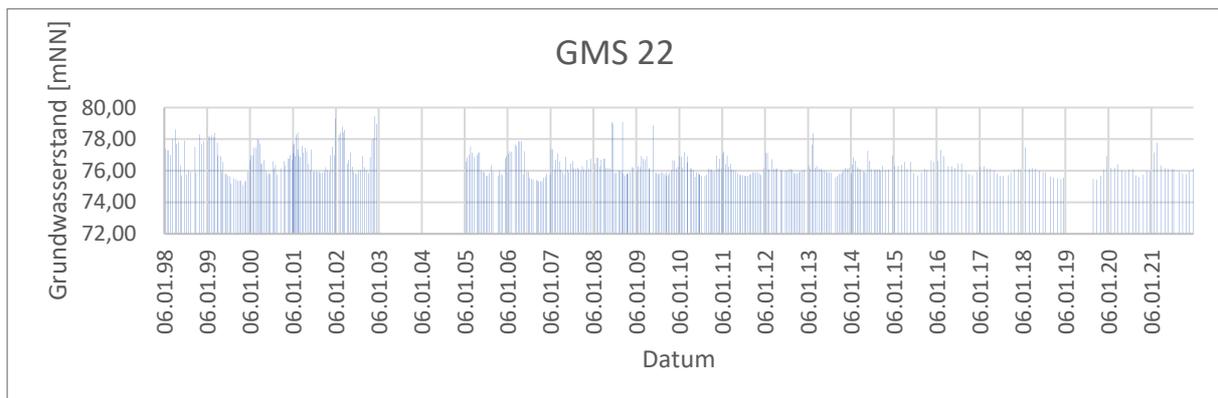


Abbildung 8: Grundwasserstände in **GMS 22**

Grundsätzlich belegen die Pegelmessungen in den Messstellen **GMS 4**, **GMS 5** und **GMS 22** für den Bereich **ZDA II.3** einen gleichmäßigen, den Jahreszeiten folgenden Verlauf der Grundwasserstände.

Am 17.11.2010 fällt in **GMS 4** ein deutlich nach oben abweichender Messwert auf (vgl. Abbildung 7). Hierbei handelt es vermutlich um einen Schreibfehler bei der Messung, da der Messwert oberhalb der GOK liegt. Der Wert wird daher als Ausreißer betrachtet und nicht in die weitere Bewertung einbezogen.

Bei **GMS 5** sind im Anfangszeitraum von Januar 1998 bis Februar 2001 starke Schwankungen nach oben (bis 77,75 mNN) bzw. nach unten (73,60 mNN) zu erkennen. Erst ab diesem Zeitraum erfolgt eine Vergleichmäßigung der jahreszeitlichen Schwankungen, deren Maxima dann, wenn auch teilweise noch mit leichten Unregelmäßigkeiten, in einem Bereich von ca. 76,5 mNN bis 76,75 mNN liegen.

Die GMS 22 weist über den gesamten erfassten Zeitraum immer wieder starke Sprünge der Messwerte auf. Bei genauerer Betrachtung kann festgestellt werden, dass diese Werte in der Regel nur auf dem ansteigenden Ast bzw. im Bereich des Maximums der Ganglinien zu beobachten sind. Während ein eng gesteckter Schwankungsbereich der Ganglinien zwischen ca. 75,4 mNN und 76,4 mNN pendelt, streuen einige Einzelwerte stark nach oben in Bereiche von 77,5 mNN bis 79,5 mNN. Dies deutet darauf hin, dass die GMS 22 in den Wintermonaten konzentriert Fremdwasser zugeführt bekommt, wodurch die Messwerte verfälscht werden. Ursache hierfür können z. B. zusätzliches Schichtenwasser, Oberflächenwasser, in der Nähe liegende Gräben bzw. Dränagen sein, welche erst ab bestimmten steigenden Grundwasserspiegeln wasserführend sind und dann der GMS 22 zuleiten.

5.3.3 Bewertung der Grundwassermessstellen

Die Grundwassermessstellen sind in der Regel bis in eine Tiefe von 2,5 m bzw. 4,0 m unter GOK mit einem Vollrohr und einer Tonabdichtung ausgebaut. Sie können somit i. W. nur das Grundwasser aufnehmen, welches unterhalb der als stark undurchlässig zu bezeichnenden Mergelschicht in dem Auflockerungshorizont gespannt ansteht. Aufgrund der vorhandenen Erkundungsdaten ([U1], /2/, /3/) ist davon auszugehen, dass die Schicht aus verwittertem Mergel in den Erweiterungsflächen vollflächig ansteht. Der in den Grundwassermessstellen erfasste Wasserspiegel entspricht somit der Druckhöhe des gespannten Grundwasserstandes, wie er an der Unterkante des verwitterten Mergels bzw. Oberkante der wasserführenden Auflockerungszone ansteht.

In allen fünf näher betrachteten Messstellen sind, in unterschiedlich starker Ausprägung, die jahreszeitlichen Schwankungen dergespannten Grundwasserspiegel erkennbar.

Da sich aus den Auftragungen der Pegelstände der einzelnen GMS keine eindeutigen Trends ablesen lassen, wurden in der nachfolgenden Tabelle 5 die maximal gemessenen Pegelstände seit 1998 (Gesamtzeitraum) bzw. seit 2011 (10-Jahres-Wert) zusammengefasst.

Tabelle 5: Zusammenfassung der Grundwasserhöchststände (seit 1998 und seit 2011)

Messstelle	GMS 10	GMS 11	GMS 4	GMS 5	GMS 22
	ZDA III		ZDA II.3		
Maximaler Gespannter Grundwasserspiegel ab 1998 [mNN]	76,7	75,20	<u>77,05</u> <u>(78,11)</u>	<u>76,94</u> <u>(77,75)</u>	<u>76,9</u> <u>(79,46)</u>
Maximaler Gespannter Grundwasserspiegel ab 2011 [mNN]	76,7	74,79	76,89	76,65	76,95

Die Daten zeigen deutlich, dass in vier der fünf betrachteten Messstellen die höchsten Wasserstände im Zeitraum vor 2011 gemessen wurden. Es ist somit tendenziell eher von

einem schwachen Absinken der gespannten Grundwasserstände auszugehen. Lediglich in GMS 10 wurde der Höchst-Grundwasserstand innerhalb der letzten 10 Jahre gemessen. Abbildung 4 zeigt jedoch, dass kein Trend bezüglich eines steigenden Grundwasserspiegels erkennbar ist. Es kann bei allen GMS davon ausgegangen werden, dass der Grundwasserhöchststand innerhalb der normalen Streubreite während der Wintermonate liegt.

Aufgrund der starken Abweichung der Werte der GMS 11 (s. a. Kap. 5.3.1) von dem nächstliegenden GMS 10 bzw. auch von den Pegeln der anderen Messstellen, wird GMS 11 nicht für die Ermittlung des höchsten Grundwasserstandes herangezogen.

Für die GMS 4, 5 und 22 sind unter Berücksichtigung der gemachten Anmerkungen in Kapitel 5.3.2 die als nicht realistische Maxima zu bezeichnenden Werte in Rot in Klammern und die als abgewogene realistische Werte in schwarz dargestellt.

Zusammenfassend muss somit zwischen der in den Grundwassermessstellen gemessenen Druckhöhe des gespannten Grundwasserleiters und der Höhe der Oberkante der Auflockerungszone als wesentlicher Grundwasserleiter unterschieden werden. Die in diesem Kapitel bestimmten Grundwasserspiegel entsprechen klar der Druckhöhe des gespannten Grundwasserleiters und werden im nächsten Kapitel in Bezug zu den Erkenntnissen aus Sondierungen und Schürfen sowie dem vorhandenen Schichtenaufbau für den Standort beurteilt.

Für die Erweiterungsfläche ZDA II.3 liegt der höchste gemessene gespannte Grundwasserstand bzw. vorgenannte Druckhöhe bei $HGW_{II.3} = 77,05$ mNN.

Der höchste gespannte Grundwasserstand kann für den Bereich der Erweiterungsfläche ZDA III auf $HGW_{III} = 76,7$ mNN festgelegt werden.

Unter Berücksichtigung der jeweiligen mittleren Höhen der GOK (Ansatzhöhen der Drucksondierungen) lässt sich ein mittlerer Abstand der GOK zum jeweiligen höchsten gespannten Grundwasserstand von rund -0,15 m im Bereich der Erweiterungsfläche ZDA III bzw. rund 0,25 m im Bereich der Erweiterungsfläche ZDA II.3 ermitteln.

6 Einordnung der Baggerschurfresultate zu den Grundwasserspiegeln

Am 04.11.2021 wurden im Bereich ZDA II.3 die Schürfe 3 und 4 ausgehoben. In Schurf 3 wurde 3,0 m unter GOK in einer Höhe von ca. 73,7 m ü. NN Wassereintritt aus Kluftwasser beobachtet, welches im weiteren Verlauf zu einem Teileinsturz der Ostwand geführt hat. In Schurf 4 ist auf der Sohle (74,5 m ü. NN) Wasser zu erkennen, es wird jedoch keine Beobachtung von Wasser-Eintritten in den Baggerschurfwänden angegeben.

Die GMS 4, 5 und 22 weisen für den gleichen Zeitraum untereinander vergleichbare Werte auf. Am 27.10.21 lagen die jeweiligen GW-Spiegel bei ca. 75,74 m ü. NN bis 75,78 m ü. NN und stiegen bis zum 25.11.21 auf ca. 75,95 m ü. NN bis 75,97 m ü. NN. Am 04.11.2021 dürfte der GW-Spiegel interpoliert bei ca. 75,83 m ü. NN gelegen haben. Somit liegen die GW-Höhen am Baufeldrand oberhalb der in den Schürfen beobachteten Wasserstände, wobei es sich dort, wie o.g., um Schichtenwasser bzw. Wasser an der Sohle gehandelt hat.

Baggerschurf 3 liegt mit dem Schichtwasserhorizont bei 73,7 m ü. NN somit ca. 2,2 m unterhalb des am Baufeldrand anstehenden Grundwasserspiegels. Schurf 4 liegt mit der Sohle als Wassereintrittspunkt bei 74,5 mNN ca. 1,5 m unterhalb des GWS.

Aus den Ergebnissen der Baggerschürfe 1 und 2 in Bezug auf den GW-Spiegel im Bereich der ZDA III lassen sich die folgenden Erkenntnisse zusammenfassen. Die Schürfe, die am 04.11.2021 ausgehoben wurden, weisen jeweils Wassereintritte auf.

Bei Schurf 1 wurde bei ca. 1,5 m Tiefe auf 74,86 mNN Kluftwasser festgestellt. In Schurf 2 wurde in 2 m Tiefe auf 74,85 mNN eine Drainageleitung angetroffen, welche wasserführend war. Dies sind fast identische Werte. Im gleichen Zeitraum weist die GMS 10 eine GW-Höhe von ca. 76,0 mNN und die GMS 11 von ca. 74,53 mNN auf. GMS 10 liegt zu diesem Zeitraum somit ca. 1,15 m über und GMS 11 ca. 0,3 m unter dem Niveau der Baggerschürfe 1 und 2.

GMS 10 ist auch in dieser Betrachtung als auffällig zu bezeichnen und wird deshalb auf der sicheren Seite liegend nicht für die Ermittlung des höchsten gemessenen Grundwasserspiegels herangezogen.

Insgesamt bestätigen die Beobachtungen, dass im Baufeld gespannte Grundwasser-Verhältnisse vorherrschen. Der mögliche Potentialunterschied, der anhand der Beobachtungen in den Schürfen angegeben werden kann, liegt im Bereich ZDA II.3 zwischen ca. 1,5 m bis 2,2 m; im Bereich der ZDA III bei ca. 1,15 m.

Auf Grundlage der vorhandenen Sondierungen und ausgeführten Schürfe sowie den Angaben in [U1] kann die Höhe der Auflockerungszone als Grundwasserleiter für beide Erweiterungsflächen eingegrenzt werden.

Im Bereich der ZDA II.3 fällt der Horizont der Oberkante der Auflockerungszone leicht von Süden nach Norden und weist eine mittlere Höhe von ca. 74,5 mNN auf. Der minimale Abstand zwischen Geländeoberkante und wasserführender Auflockerungszone liegt bei ca. 2,9 m.

Im Bereich der ZDA III ist ein mittleres Niveau der OK der Auflockerungszone als wasserführende Schicht bei ca. 73,0 mNN festzustellen. Der minimale Abstand zwischen Geländeoberkante und wasserführender Auflockerungszone liegt hier bei ca. 3,3 m.

Aufgrund der sehr gering durchlässigen verwitterten und vollflächig anstehenden Mergelschicht kann die Oberkante der Auflockerungszone als für die Planung relevanter Grundwasserstand betrachtet werden.

7 Fazit und abschließende Empfehlung

Die Ergebnisse aus der Baggerschurfkampagne sowie der vorliegenden Unterlagen ergeben ein einheitliches Bild der geologischen und hydrogeologischen Untergrundverhältnisse am Deponiestandort.

Die anstehenden Ton- /Kalkmergelsteine sowie die überlagernden Mergel der oberen Osterwicker Schichten (oberes Untercampan, Oberkreide) am Deponiestandort eignen sich grundsätzlich sowohl zur Herstellung der geotechnischen Barriere als auch zur Errichtung der mineralischen Dichtung der Erweiterungsflächen ZDA II.3 und ZDA III.

Beim natürlichen Untergrund der Osterwicker Schichten kann, basierend auf den Ergebnissen der durchgeführten Drucksondierungen, von einer ausreichenden Standsicherheit für die geplanten Basisabdichtungssysteme der Erweiterungsflächen der Deponie Altenberge ausgegangen werden.

Die oberen Osterwicker Schichten sind generell als Grundwasseringeleiter zu beschreiben, die ein hohes Filtervermögen und damit gute Schutzfunktionseigenschaften für tieferliegende Grundwasservorkommen besitzen. Im Zuge der Baggerschurfkampagne wurde lediglich das Vorkommen von Schichtwasser festgestellt. Die umliegenden zu beobachtenden Grundwasserstände liegen oberhalb der festgestellten Schichtenwasserniveaus in den Schürfen. Dies bestätigt das Vorhandensein eines gespannten Grundwasserspiegels.

Die höchsten gemessenen gespannten Grundwasserstände liegen im Bereich der Erweiterungsfläche

ZDA III bei $HGW_{III} = 76,7$ mNN und im Bereich der Erweiterungsfläche ZDA II.3 bei $HGW_{II.3} = 77,05$ mNN. **Diese Werte sind bei der Ermittlung einer möglichen Aushubtiefe zur Gewinnung des Mergels als Abdichtungsmaterial des späteren Basisabdichtungssystems bzw. der geotechnischen Barriere als potentielle Auftriebshöhe zu berücksichtigen, um die Auftriebs-sicherheit des späteren Baufeldes zu gewährleisten und möglichen Grundwassereintritt während der Bauphase vermeiden zu können.**

Die Oberkante der geotechnischen Barriere sollte so geplant werden, dass sie mindestens 1 m über der wasserführenden Kluftzone liegt.

Unter Berücksichtigung der geplanten Profilierung der Basisabdichtungen werden die Anforderungen an die Eignung eines Deponiestandortes im Sinne der Deponieverordnung (DepV) und den dort in Anhang 1, Ziffer 1, definierten Vorgaben, uneingeschränkt und dauerhaft erfüllt.

Auf Basis der vorliegenden Unterlage i. V. m. den in der Vergangenheit erstellten Gutachten zur Untergrundbeschaffenheit sind die für die Deponieplanung erforderlichen weitergehenden Setzungsprognosen und Standsicherheitsberechnungen vorzunehmen.

Bottrop, 26.01.2023

Projektleiter:

Projektingenieure:

Dipl.-Ing. T. Rath

Dipl.-Ing. O. Syllwasschy

M. Sc. Geow. P. Brockmann

Dr. Sc. Geow. S. Pauly

Dipl.-Ing. Thorsten Rath
(Geschäftsführer / Projektleiter)
INGENUM GmbH

Dipl.-Ing. Ole Syllwasschy
(Projektingenieur)
INGENUM GmbH

**Bericht zur geologischen und hydrogeologischen
Erkundung des Untergrundes vor dem Hintergrund der
Bewertung der Eignung des Deponiestandortes
und des Grundwassermonitorings
(BE-01)**

Quellenverzeichnis

- /1/ Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), Letzte Änderung vom 30. Juni 2020 (BGBl. I S. 1533)
- /2/ Ingenieurleistungen zur Baugrunderkundung im Rahmen der Erweiterung der Zentraldeponie Altenberge zum Weiterbetrieb als DK II-Deponie in den Deponieabschnitten ZDA II.3 und ZDA III - Konzept zur geologischen und hydrogeologischen Erkundung des Untergrundes vor dem Hintergrund der Standsicherheit und des Grundwassermonitorings, INGENUM GmbH, Stand: 05.08.2021
- /3/ <https://www.geoportal.nrw>
- /4/ https://www.gfz-potsdam.de/DIN4149_Erdbebenzonenabfrage
- /5/ Grundbau-Taschenbuch - Teil 1: Geotechnische Grundlagen, 7. Auflage, Ernst & Sohn, 2008

Projekt-Nr.
22.0900

Projekt-Kurztitel:
Erweiterung Zentraldeponie Altenberge

Stand / Version
26.01.2023 / V 1.4

ANLAGEN

Anlage 1

Lageplan zur Erkundung der geologischen und hydrogeologischen Untergrundverhältnisse Zentraldeponie Altenberge ohne Maßstab

Legende:

- Baggerschürfe
- Drucksondierungen



Ansatzhöhe, Koordinaten und Endteufe der vier Baggerschürfe

Schurf	GOK [mNN]	Koordinaten		Endteufe (Tiefe) [mNN]
		Nord	Ost	
Erweiterungsfläche ZDA III				
Schurf S 01/21	76,36	5769451.02	392469.09	4,0 / 72,36
Schurf S 02/21	76,85	5769336.43	392505.81	3,6 / 73,25
Erweiterungsfläche ZDA II.3				
Schurf S 03/21	76,68	5768713.33	392829.75	4,0 / 72,68
Schurf S 04/21	78,49	5768730.00	392946.19	4,0 / 74,49

Ansatzhöhe, Koordinaten und Endteufe der Drucksondierungen

Sondierung-Nr.	GOK [mNN]	Koordinaten		Sondierungsdaten Endteufe [mNN]
		Nord	Ost	
Erweiterungsfläche ZDA III				
A	76,3	5769497.65	392446.67	10
B	76,43	5769452.92	392423.02	6,01
C	76,39	5769445.91	392485.34	7,44
D	76,75	5769360.57	392454.48	3,71
E	76,87	5769309.70	392513.50	10
Erweiterungsfläche ZDA II.3				
F	77,34	5768689.59	392676.60	10
G	76,82	5768756.38	392846.41	7,2
H	76,97	5768776.11	392919.47	4,89
I	77,87	5768739.67	392930.47	6,33
J	77,54	5768654.61	392850.39	9,16

b			
a			
Datum	gez.	gepr.	Änderung

Auftraggeber
Projekt **Zentraldeponie Altenberge
Erweiterung ZDA II.3 & ZDA III**

Zeichnungsinhalt
**Baugrunderkundung
Lageplan der Baggerschürfe und Drucksondierungen**

Datum	Name	Planungsstand / Maßstab
gez. 04.03.2022	Haßlinger	Grundlagenermittlung
gepr. 04.03.2022	Rath	1:2.500
Projekt-Nr.	88.21-0005	Zeichnung-Nr. LP-BodErk
Datei-Nr.	0931-20-015 LP101 dwg	

INGENUM GREY GmbH

INGENUM GREY GmbH
Wilhelm-Maybach-Straße 9
55129 Mainz
Deutschland
T +49 (0)6131 49372 0
F +49 (0)6131 49372 00
M info@ingenum-grey.de





Anlage 2

Ergebnisse der Baggerschurfkampagne

Anlage 2.1

Schichtenverzeichnisse

Name des Unternehmens: INGENUM GmbH Industriestr. 17 46240 Bottrop	Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1 für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von Proben					Seite: 1 von 2	
Name des Auftraggebers:	Entsorgungsgesellschaft Steinfurt mbH			Aufschluss: Schurf S 01/21 (ZDA III)			
Bohrverfahren / Durchmesser / Neigung: Höhe: GOK	Baggerschurf			Projekt-Nr.: 22.0900			
Projektbezeichnung:	Erweiterung Zentraldeponie Altenberge			Name/Unterschrift des Technikers: Patrick Brockmann, M. Sc.			
1	2		3	4	5	6	7
Bis Tiefem unter Ansatz- punkt	Benennung der Boden bzw. Felsart und Beimengungen Ergänzende Bemerkungen / Bodenluft Geologische Benennung (Stratigraphie)		Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe -Konsistenz, Plastizität Härte, einachsige Festigkeit -Kornform -Verwitterung	Beschaffenheit nach Bohrvorgang -Bohrbarkeit -Meißeinsatz -Beobachtung	Proben Versuche - Typ -Nr. -Tiefe	Bemerkungen: Wasserführung Bohrwerkzeug Kernverlust Humusgehalt Sonstiges
0,05	Oberboden U, fs', t'		dbn	steif			erdfeucht bis nass (Pfüten)
0,70	Auffüllung U, s*, g', t' Holz- / Wurzelreste, Ziegelschutt		dbn schwb dgr geb	mitteldicht		MP 03/21	erdfeucht
1,00	Alter Oberboden U, s - s', t', g' Wurzel- / Pflanzenreste		schwbn dbn dgr	steif - mitteldicht		MP 04/21	erdfeucht
3,40	Mergel T, u* Verwitterungszone der oberen Osterwicker Schichten, oberes Untercampan		hgr gegr marmoriert gr, hgr	bis 1,50 m weich bis 2,40 m steif / steif - weich ab 2,40 m steif - fest		MP 05/21, P 01/21 (1,30 m), P 02/21 (2,70 m)	Wassereintritt bei 1,50 m Tiefe

Name des Unternehmens: INGENUM GmbH Industriestr. 17 46240 Bottrop		Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1 für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von Proben					Seite: 2 von 2
Name des Auftraggebers:		Entsorgungsgesellschaft Steinfurt mbH			Aufschluss: Schurf S 01/21 (ZDA III)		
Bohrverfahren / Durchmesser / Neigung: Höhe: GOK		Baggerschurf			Projekt-Nr.: 22.0900		
Projektbezeichnung:		Erweiterung Zentraldeponie Altenberge			Name/Unterschrift des Technikers: Patrick Brockmann, M. Sc.		
1	2		3	4	5	6	7
Bis Tiefem unter Ansatz- punkt	Benennung der Boden bzw. Felsart und Beimengungen Ergänzende Bemerkungen / Bodenluft Geologische Benennung (Stratigraphie)		Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe -Konsistenz, Plastizität Härte, einachsige Festigkeit -Kornform -Verwitterung	Beschaffenheit nach Bohrvorgang -Bohrbarkeit -Meißeinsatz -Beobachtung	Proben Versuche - Typ -Nr. -Tiefe	Bemerkungen: Wasserführung Bohrwerkzeug Kernverlust Humusgehalt Sonstiges
4,00	Ton- / Kalkmergelstein, angewittert z.T. felsähnlich / massiv obere Osterwicker Schichten, oberes Untercampan Basis nicht gesehen		gr	fest		MP 06/21, P 03/21 (3,30 m)	Erdfeucht, Wand wird feuchter (Kluftwasser)

Name des Unternehmens: INGENUM GmbH Industriestr. 17 46240 Bottrop		Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1 für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von Proben					Seite: 1 von 1
Name des Auftraggebers:		Entsorgungsgesellschaft Steinfurt mbH			Aufschluss: Schurf S 02/21 (ZDA III)		
Bohrverfahren / Durchmesser / Neigung: Höhe: GOK		Baggerschurf			Projekt-Nr.: 22.0900		
Projektbezeichnung:		Erweiterung Zentraldeponie Altenberge			Name/Unterschrift des Technikers: Patrick Brockmann, M. Sc.		
1	2		3	4	5	6	7
Bis Tiefem unter Ansatz- punkt	Benennung der Boden bzw. Felsart und Beimengungen Ergänzende Bemerkungen / Bodenluft Geologische Benennung (Stratigraphie)		Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe -Konsistenz, Plastizität Härte, einachsige Festigkeit -Kornform -Verwitterung	Beschaffenheit nach Bohrvorgang -Bohrbarkeit -Meißeinsatz -Beobachtung	Proben Versuche - Typ -Nr. -Tiefe	Bemerkungen: Wasserführung Bohrwerkzeug Kernverlust Humusgehalt Sonstiges
0,05	Oberboden, Grasnarbe U, s		bn	weich			
0,70	Auffüllung S, u*, g - g' (in Kiesfraktion sind Ziegelbruch und Kiesel)		gebn bn schw	fest		MP 01/21	
3,60	Mergel U, t* / T, u* Verwitterungszone der oberen Osterwicker Schichten, oberes Untercampan		gr ocr hgr	bis ca. 2,0 m weich, ab ca. 2,0 m steif		MP 02/21	bei ca. 2,0 m Tiefe alte Drainageleitung, durch Beschädigung Wassereintritt
ab 3,60 m	OK angewitterter Ton- / Kalkmergelstein obere Osterwicker Schichten, oberes Untercampan aufgrund von raschem Wassereintritt keine weitere Dokumentation sowie Beprobung möglich		gr	fest			(s. o.)

Name des Unternehmens: INGENUM GmbH Industriestr. 17 46240 Bottrop		Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1 für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von Proben					Seite: 1 von 1	
Name des Auftraggebers:		Entsorgungsgesellschaft Steinfurt mbH			Aufschluss: Schurf S 03/21 (ZDA II.3)			
Bohrverfahren / Durchmesser / Neigung: Höhe: GOK		Baggerschurf			Projekt-Nr.: 22.0900			
Projektbezeichnung:		Erweiterung Zentraldeponie Altenberge			Name/Unterschrift des Technikers: Patrick Brockmann, M. Sc.			
1	2			3	4	5	6	7
Bis Tiefem unter Ansatz- punkt	Benennung der Boden bzw. Felsart und Beimengungen Ergänzende Bemerkungen / Bodenluft Geologische Benennung (Stratigraphie)			Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe -Konsistenz, Plastizität Härte, einachsige Festigkeit -Kornform -Verwitterung	Beschaffenheit nach Bohrvorgang -Bohrbarkeit -Meißeinsatz -Beobachtung	Proben Versuche - Typ -Nr. -Tiefe	Bemerkungen: Wasserführung Bohrwerkzeug Kernverlust Humusgehalt Sonstiges
0,30	Oberboden U, t, s' Wurzeln, Pflanzenreste quartärer Lehm durch landwirtschaftliche Nutzung aufgearbeitet?			bn	stf		MP 12/21	
2,60	Mergel U, t* / T, u* Verwitterungszone der oberen Osterwicker Schichten, oberes Untercampan			hgr gegr ocgr wgr	weich / steif bis fest		MP 13/21	
4,00	Ton- / Kalkmergelstein, angewittert z.T. felsähnlich / massiv obere Osterwicker Schichten, oberes Untercampan Basis nicht gesehen			gr	fest		MP 14/21	Nach ca. 3 Minuten sichtbarer Wassereintritt (Kluftwasser) unterhalb von 3 m → Einsturz der östlichen Baggerschurfwand

Name des Unternehmens: INGENUM GmbH Industriestr. 17 46240 Bottrop		Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1 für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von Proben					Seite: 1 von 1
Name des Auftraggebers:		Entsorgungsgesellschaft Steinfurt mbH			Aufschluss: Schurf S 04/21 (ZDA II.3)		
Bohrverfahren / Durchmesser / Neigung: Höhe: GOK		Baggerschurf			Projekt-Nr.: 22.0900		
Projektbezeichnung:		Erweiterung Zentraldeponie Altenberge			Name/Unterschrift des Technikers: Patrick Brockmann, M. Sc.		
1	2		3	4	5	6	7
Bis Tiefem unter Ansatz- punkt	Benennung der Boden bzw. Felsart und Beimengungen Ergänzende Bemerkungen / Bodenluft Geologische Benennung (Stratigraphie)		Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe -Konsistenz, Plastizität Härte, einachsige Festigkeit -Kornform -Verwitterung	Beschaffenheit nach Bohrvorgang -Bohrbarkeit -Meißeinsatz -Beobachtung	Proben Versuche - Typ -Nr. -Tiefe	Bemerkungen: Wasserführung Bohrwerkzeug Kernverlust Humusgehalt Sonstiges
0,50	Oberboden U, t, fs', vereinzelt g Wurzeln, Pflanzenreste quartärer Lehm durch landwirtschaftliche Nutzung aufgearbeitet?		bn dbn	stf		MP 08/21	
2,60	Mergel U, t* / T, u* Verwitterungszone der oberen Osterwicker Schichten, oberes Untercampan		hgr dgr gegr wgr	we - stf (0,50 m - 0,70 m), stf - fe (ab 0,70 m)		MP 09/21 (0,50 m - 1,50 m); MP 10/21 (1,50 m - 2,60 m)	
4,00	Ton- / Kalkmergelstein, angewittert z.T. felsähnlich / massiv obere Osterwicker Schichten, oberes Untercampan Basis nicht gesehen		gr	fest, dicht massiv		MP 11/21 (2,60 m - 4,00 m)	

Name des Unternehmens: INGENUM GmbH Industriestr. 17 46240 Bottrop		Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1 für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von Proben					Seite: 1 von 1
Name des Auftraggebers:		Entsorgungsgesellschaft Steinfurt mbH			Aufschluss: Schurf S 04/21 (ZDA II.3)		
Bohrverfahren / Durchmesser / Neigung: Höhe: GOK		Baggerschurf			Projekt-Nr.: 22.0900		
Projektbezeichnung:		Erweiterung Zentraldeponie Altenberge			Name/Unterschrift des Technikers: Patrick Brockmann, M. Sc.		
1	2		3	4	5	6	7
Bis Tiefem unter Ansatz- punkt	Benennung der Boden bzw. Felsart und Beimengungen Ergänzende Bemerkungen / Bodenluft Geologische Benennung (Stratigraphie)		Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe -Konsistenz, Plastizität Härte, einachsige Festigkeit -Kornform -Verwitterung	Beschaffenheit nach Bohrvorgang -Bohrbarkeit -Meißeinsatz -Beobachtung	Proben Versuche - Typ -Nr. -Tiefe	Bemerkungen: Wasserführung Bohrwerkzeug Kernverlust Humusgehalt Sonstiges
0,50	Oberboden U, t, fs', vereinzelt g Wurzeln, Pflanzenreste quartärer Lehm durch landwirtschaftliche Nutzung aufgearbeitet?		bn dbn	stf		MP 08/21	
2,60	Mergel U, t* / T, u* Verwitterungszone der oberen Osterwicker Schichten, oberes Untercampan		hgr dgr gegr wgr	we - stf (0,50 m - 0,70 m), stf - fe (ab 0,70 m)		MP 09/21 (0,50 m - 1,50 m); MP 10/21 (1,50 m - 2,60 m)	
4,00	Ton- / Kalkmergelstein, angewittert z.T. felsähnlich / massiv obere Osterwicker Schichten, oberes Untercampan Basis nicht gesehen		gr	fest, dicht massiv		MP 11/21 (2,60 m - 4,00 m)	

Anlage 2.2

Fotodokumentation



Bild 1: Baggerschurf S1 / ZDA III - Profilschnitt



Bild 2: Baggerschurf S1 / ZDA III - Mergel (Verwitterungszone obere Osterwicker Schichten, oberes Untercampan)



Bild 3: Baggerschurf S1 / ZDA III - Ton- / Kalkmergelstein (obere Osterwicker Schichten, oberes Unter-campan)



Bild 4: Baggerschurf S2 / ZDA III - Profilschnitt



Bild 5: Baggerschurf S1 / ZDA III - Mergel (Verwitterungszone obere Osterwicker Schichten, oberes Untercampan)



Bild 6: Baggerschurf S3 / ZDA II.3 - Profilschnitt



Bild 7: Baggerschurf S3 / ZDA II.3 - Profilschnitt, oberer Bereich



Bild 8: Baggerschurf S3 / ZDA II.3 - Profilschnitt, unterer Bereich



Bild 9: Baggerschurf S3 / ZDA II.3 - Mergel (Verwitterungszone obere Osterwicker Schichten, oberes Untercampan)



Bild 10: Baggerschurf S3 / ZDA II.3 - Ton- / Kalkmergelstein (obere Osterwicker Schichten, oberes Untercampan)



Bild 11: Baggerschurf S4 / ZDA II.3 - Profilschnitt



Bild 12: Baggerschurf S4 / ZDA II.3 - Profilschnitt, oberer Bereich



Bild 13: Baggerschurf S4 / ZDA II.3 - Profilschnitt, unterer Bereich



**Bild 14: Baggerschurf S4 / ZDA II.3 - Ton- / Kalkmergelstein (obere Osterwicker Schichten, oberes Unter-
campan)**

Anlage 2.3

Laborprüfprotokolle des geotechnischen Labors der INGENUM GmbH

INGENUM GmbH

Industriestraße 17, D-46240 Bottrop
 www.ingenum.de / mail(at)ingenum.de
 Tel.:02041-7718810; Fax: 02041-7718819

Bearbeiter: Koop

Datum: 15.11.2021

Körnungslinie

Zentraldeponie Altenberge

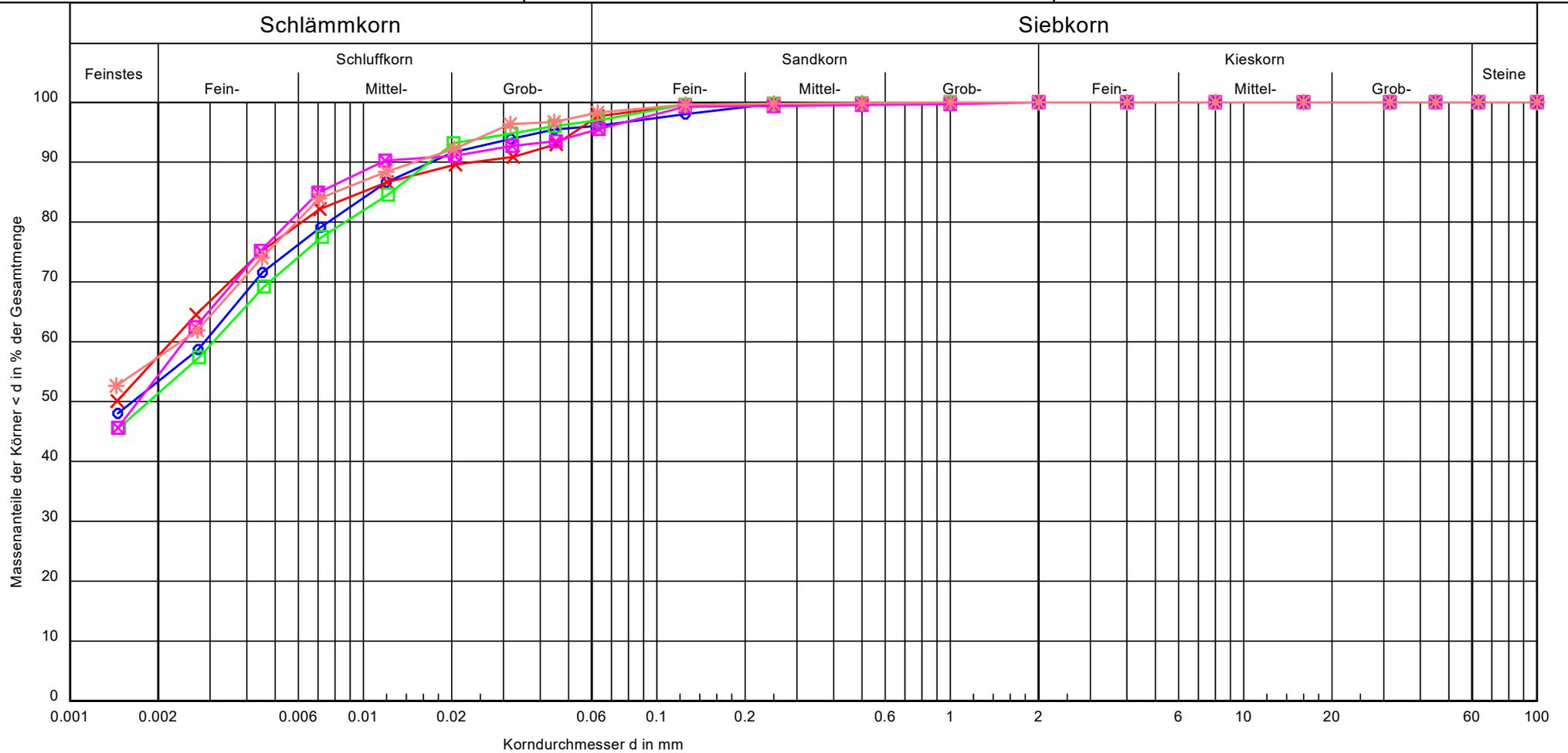
22.0900

Probe Nr.: MP 02, 05, 09, 10, 13/21

Probe entnommen am: 04.11.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: DIN 18 123



Bezeichnung:	MP 02/21	MP 05/21	MP 09/21	MP 10/21	MP 13/21	Bemerkungen: Mergel
Entnahmestelle:	Schurf 2	Schurf 1	Schurf 4	Schurf 4	Schurf 3	
Bodenart:	T, U					
T/U/S/G (%):	52.6/43.5/3.9/ -	56.5/41.1/2.4/ -	50.5/46.5/3.0/ -	53.1/42.4/4.5/ -	56.7/41.6/1.7/ -	

INGENUM GmbH

Industriestraße 17, D-46240 Bottrop
 www.ingenum.de / mail(at)ingenum.de
 Tel.:02041-7718810; Fax: 02041-7718819

Bearbeiter: Koop

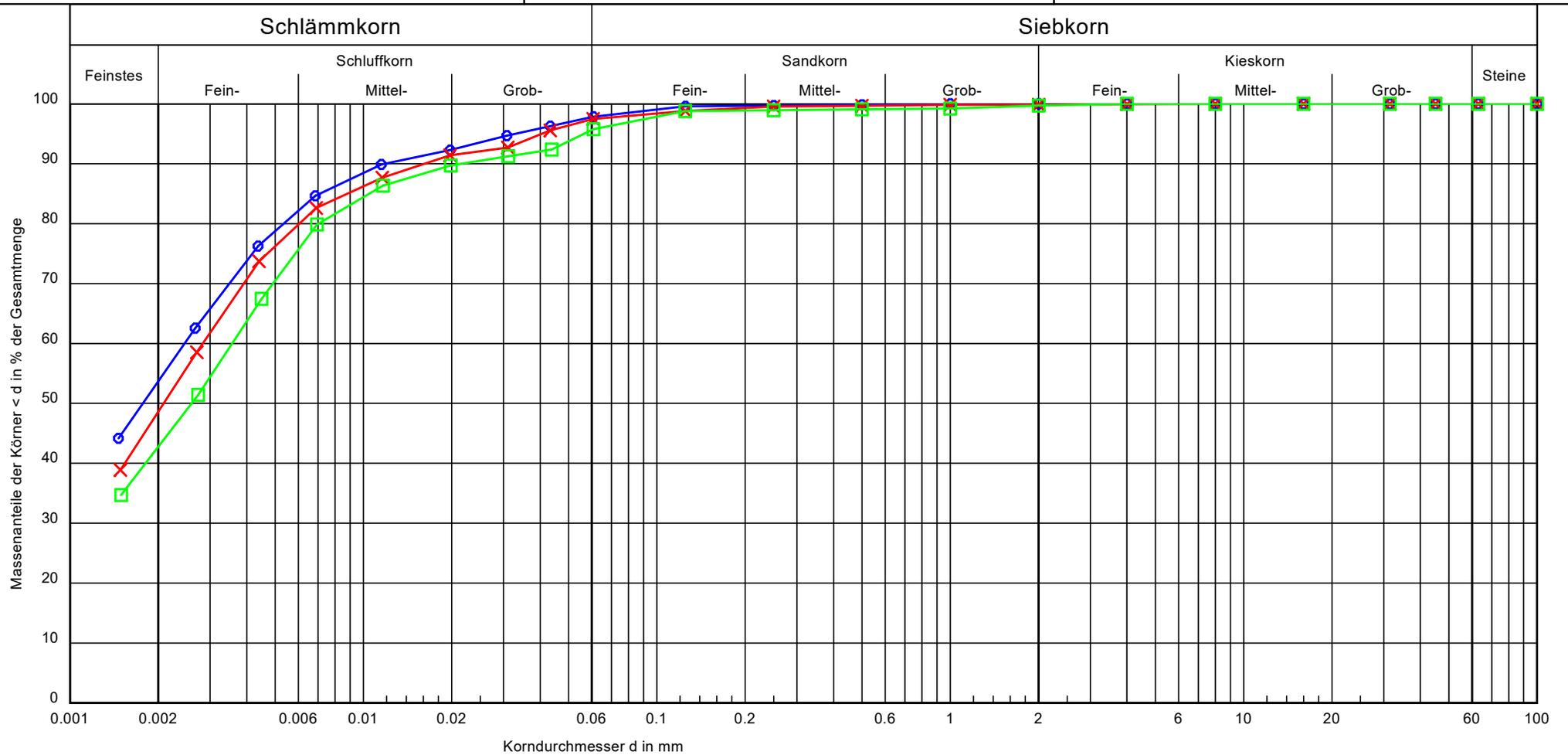
Datum: 15.11.2021

Körnungslinie

Zentraldeponie Altenberge

22.0900

Probe Nr.: MP 06, 11, 14/21
 Probe entnommen am: 04.11.2021
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	MP 06/21	MP 11/21	MP 14/21	Bemerkungen: Ton- / Kalkmergelstein
Entnahmestelle:	Schurf 1	Schurf 4	Schurf 3	
Bodenart:	T, U	T, U	T, U	
T/U/S/G (%):	52.4/45.6/2.1/ -	47.2/50.4/2.3/0.2	41.5/54.3/3.9/0.3	



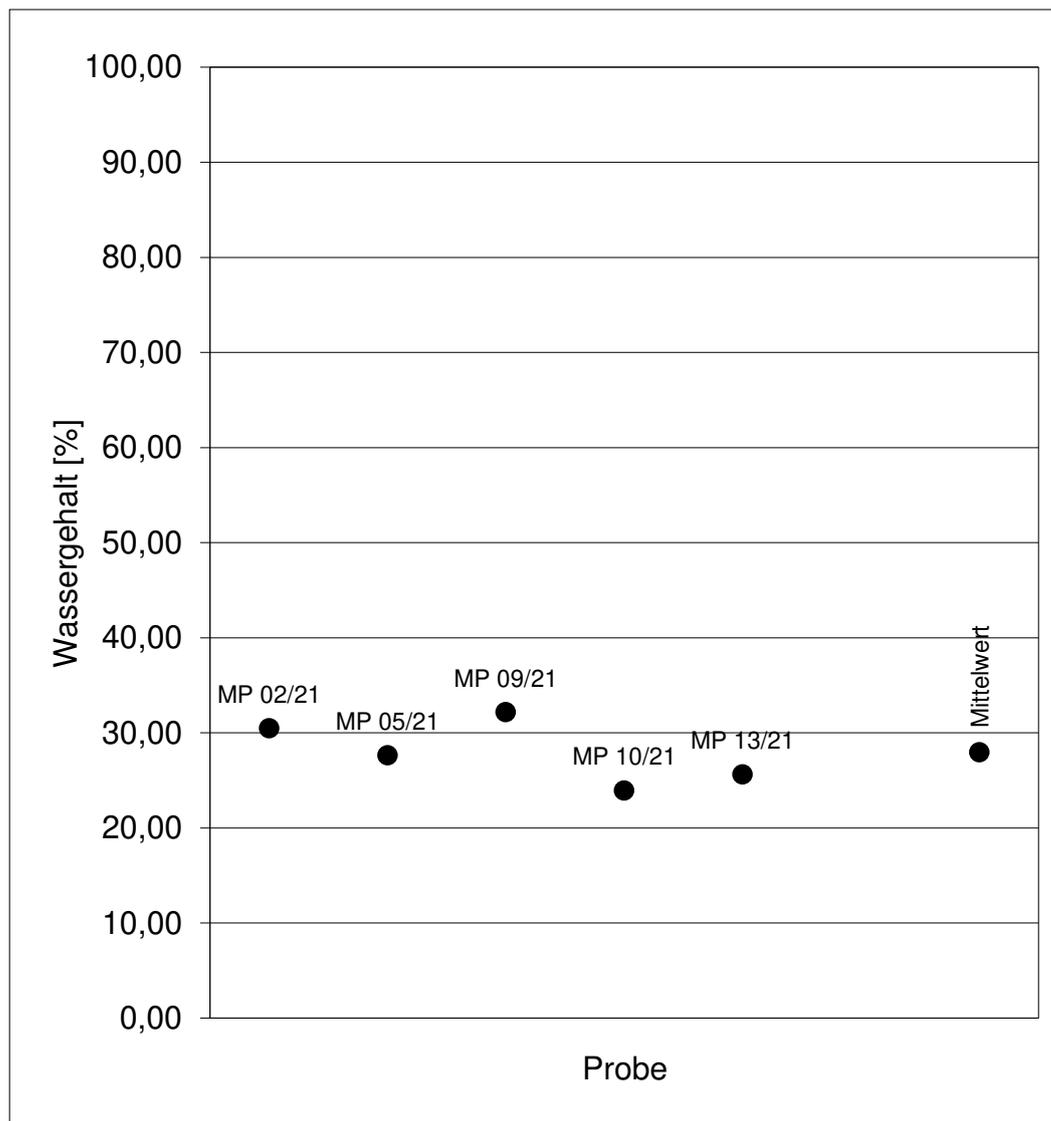
INGENUM GmbH
 Geo+Energie+Umwelt
 Industriestraße 17
 46240 Bottrop

Projekt	Erweiterung ZDA
Projekt-Nr.	22.0900
Probe-Nr.	MP 02, 05, 09, 10, 13/21
Entnahmedatum	04.11.2021

Wassergehalt nach DIN 18 121, Teil 1

Entnahmestelle	Schurf 1, 2, 3, 4
Bodenart	T, U (Mergel)

Probe - Nr.	Masse Wasser [g]	Masse Boden [g]	Wassergehalt [%]
MP 02/21	36,89	121,14	30,45
MP 05/21	36,10	130,72	27,62
MP 09/21	37,05	115,24	32,15
MP 10/21	24,96	104,30	23,93
MP 13/21	29,32	114,42	25,62
Wassergehalt Mittelwert			27,95





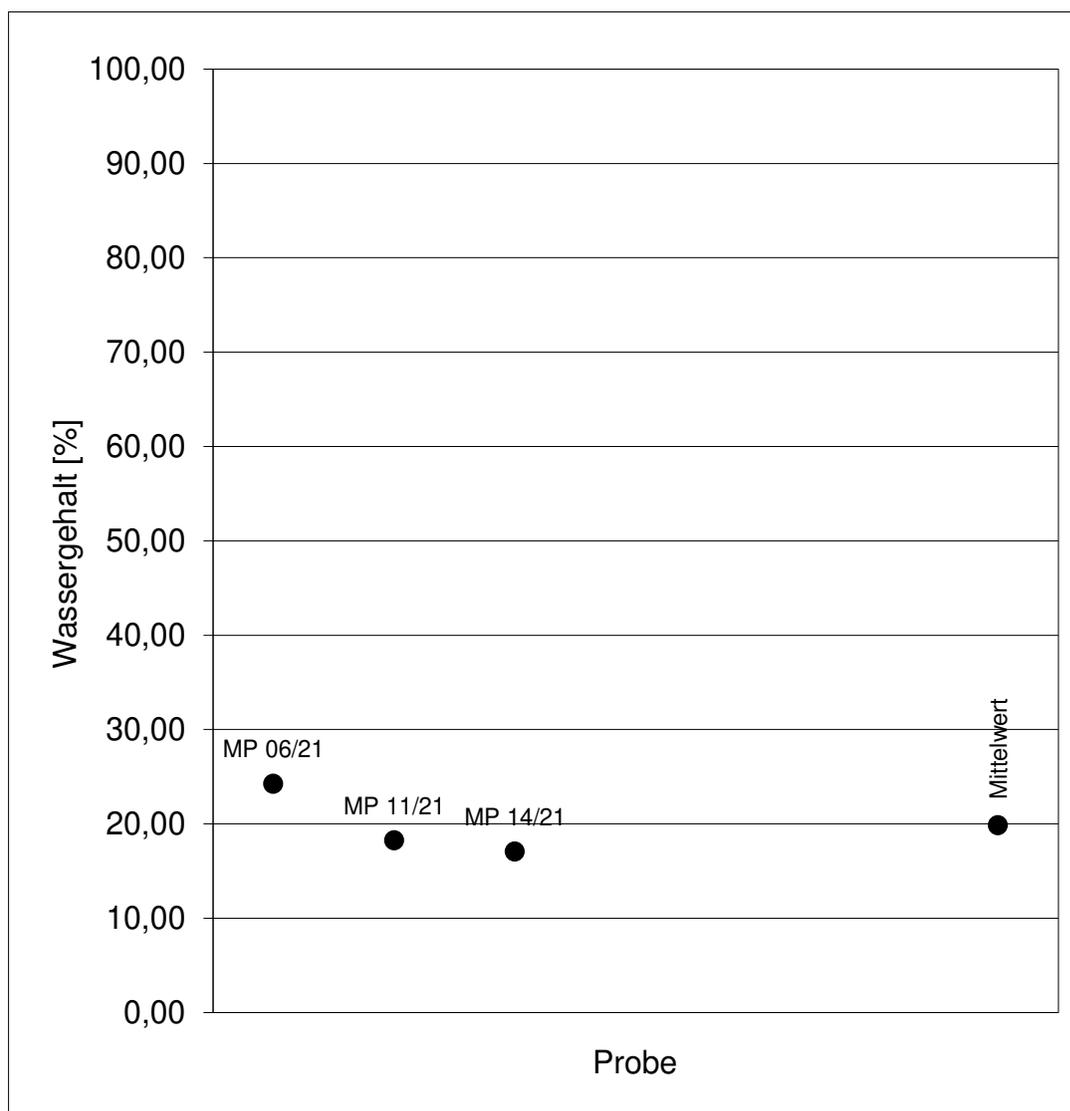
INGENUM GmbH
Geo+Energie+Umwelt
Industriestraße 17
46240 Bottrop

Projekt	Erweiterung ZDA
Projekt-Nr.	22.0900
Probe-Nr.	MP 06, 11, 14/21
Entnahmedatum	04.11.2021

Wassergehalt nach DIN 18 121, Teil 1

Entnahmestelle	Schurf 2, 3, 4
Bodenart	T, U (Ton- / Kalkmergelst.)

Probe - Nr.	Masse Wasser [g]	Masse Boden [g]	Wassergehalt [%]
MP 06/21	40,34	166,44	24,24
MP 11/21	29,09	159,45	18,24
MP 14/21	15,63	91,75	17,04
Wassergehalt Mittelwert			19,84



Proctorkurve nach DIN 18 127

Erweiterung ZDA
 22.0900

Bearbeiter: Koop

Datum: 15.11.2021

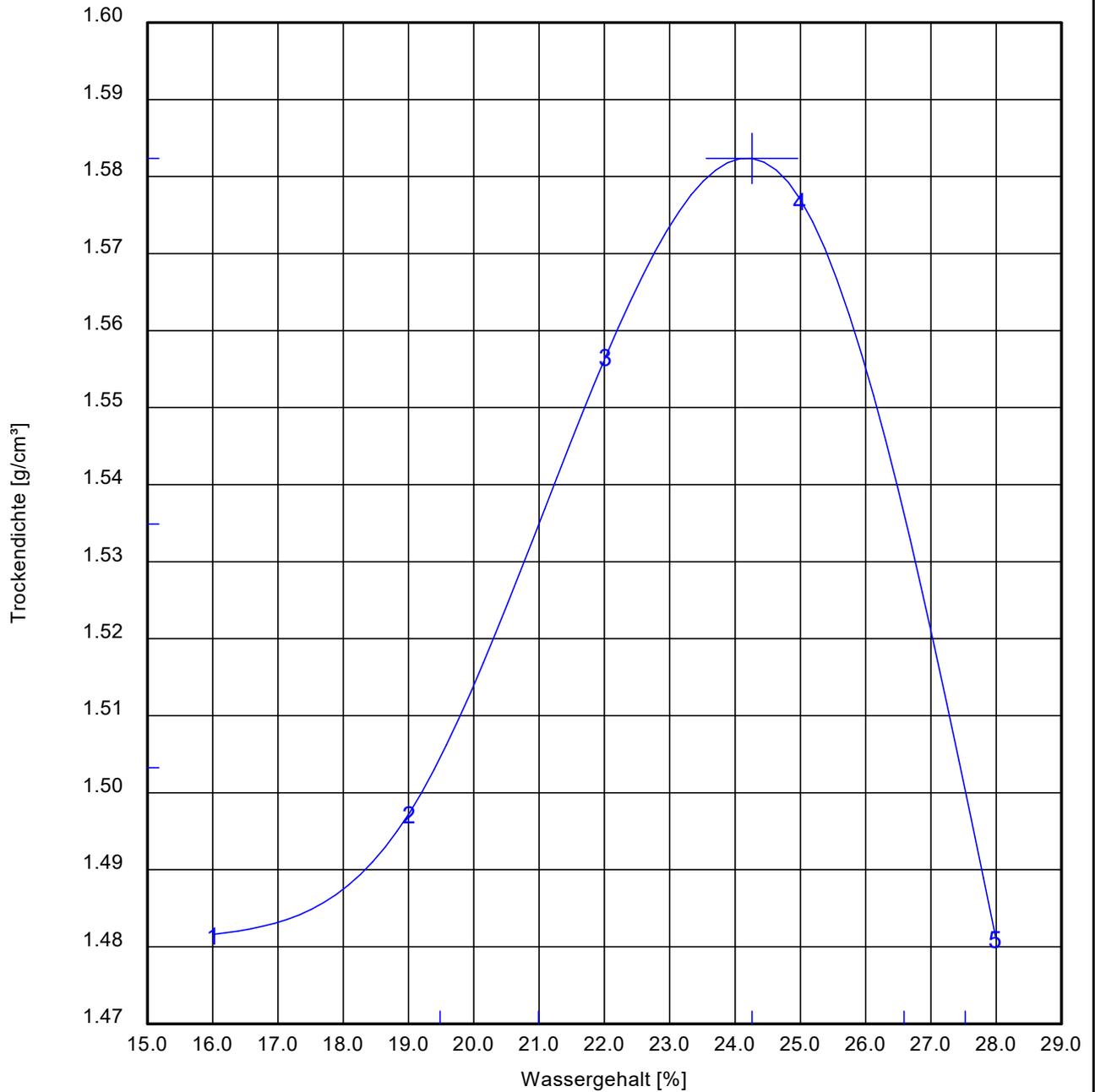
Probe Nr.: MP 05/21

Entnahmestelle: Schurf 1/ ZDA III

Bodenart: T, U (Mergel)

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 04.11.2021



Dichteprüfungen

100 % der Proctordichte $\rho_{Pr} = 1.582 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt $w_{Pr} = 24.3 \%$

97.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.535 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 21.0 / 26.6 \%$

95.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.503 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 19.5 / 27.5 \%$

Proctorkurve nach DIN 18 127

Erweiterung ZDA
 22.0900

Bearbeiter: Koop

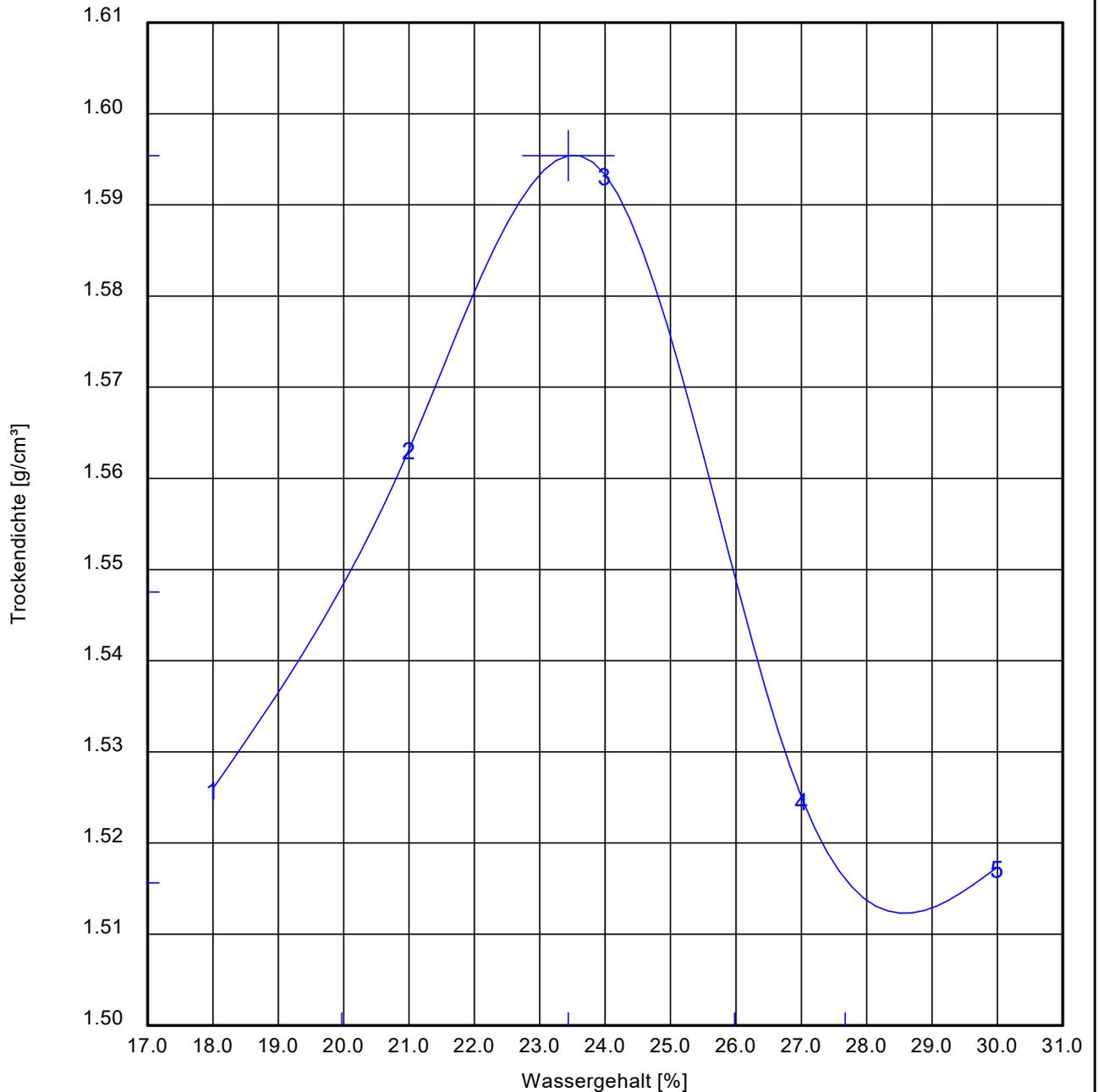
Datum: 15.11.2021

Probe Nr.: MP 06/21

Entnahmestelle: Schurf 1/ ZDA III
 Bodenart: T, U (Ton- / Kalkmergelstein)

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 04.11.2021



Dichteprüfungen

100 % der Proctordichte $\rho_{Pr} = 1.595 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt $w_{Pr} = 23.4 \%$

97.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.548 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 20.0 / 26.0 \%$

95.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.516 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = - / 27.7 \%$

Proctorkurve nach DIN 18 127

Erweiterung ZDA
 22.0900

Bearbeiter: Koop

Datum: 15.11.2022

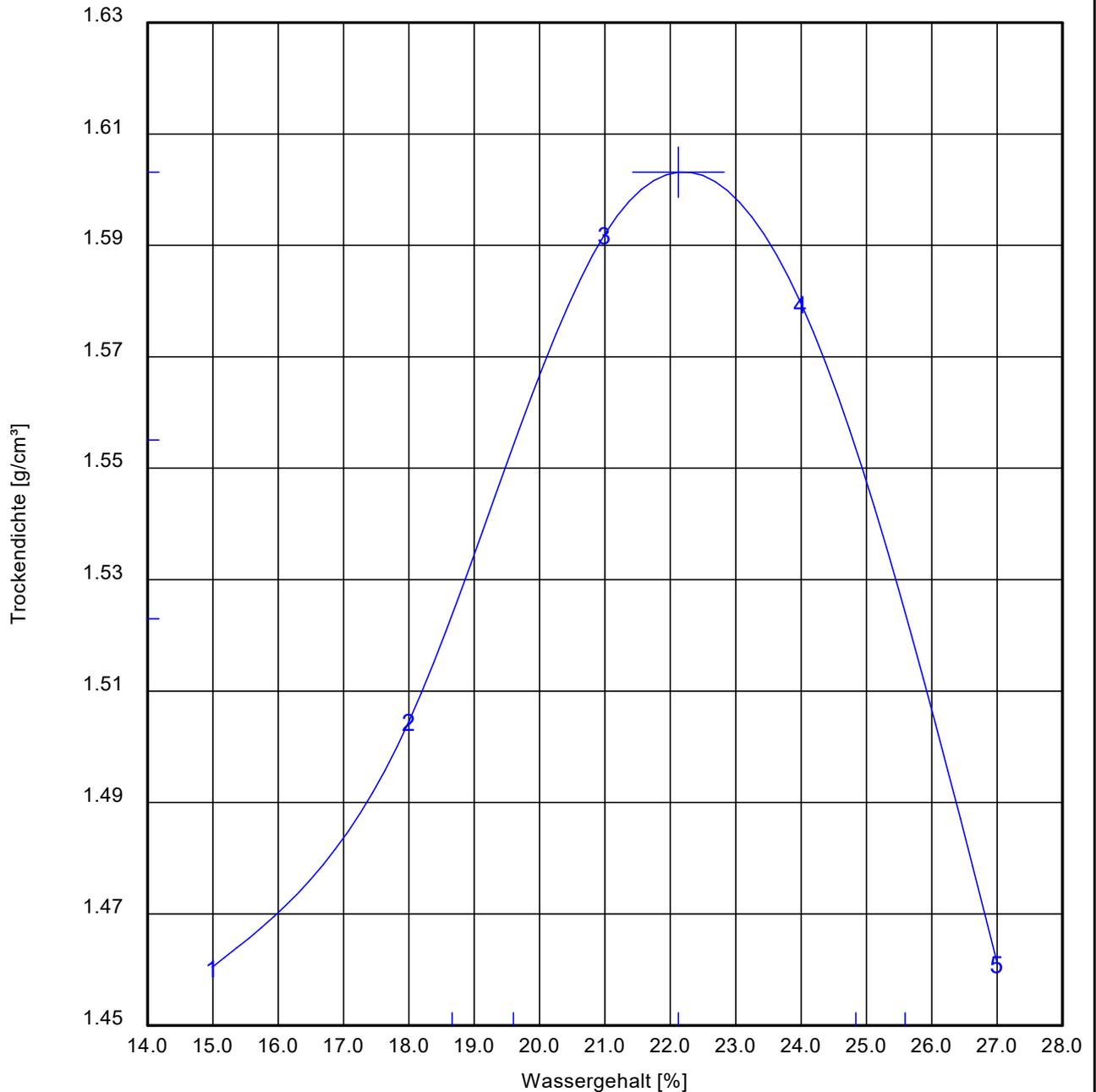
Probe Nr.: MP 10/21

Entnahmestelle: Schurf 4 / ZDA II.3

Bodenart: T, U (Mergel)

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 04.11.2021



100 % der Proctordichte $\rho_{Pr} = 1.603 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt $w_{Pr} = 22.1 \%$

97.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.555 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 19.6 / 24.8 \%$

95.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.523 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 18.7 / 25.6 \%$

Proctorkurve nach DIN 18 127

Erweiterung ZDA
 22.0900

Bearbeiter: Koop

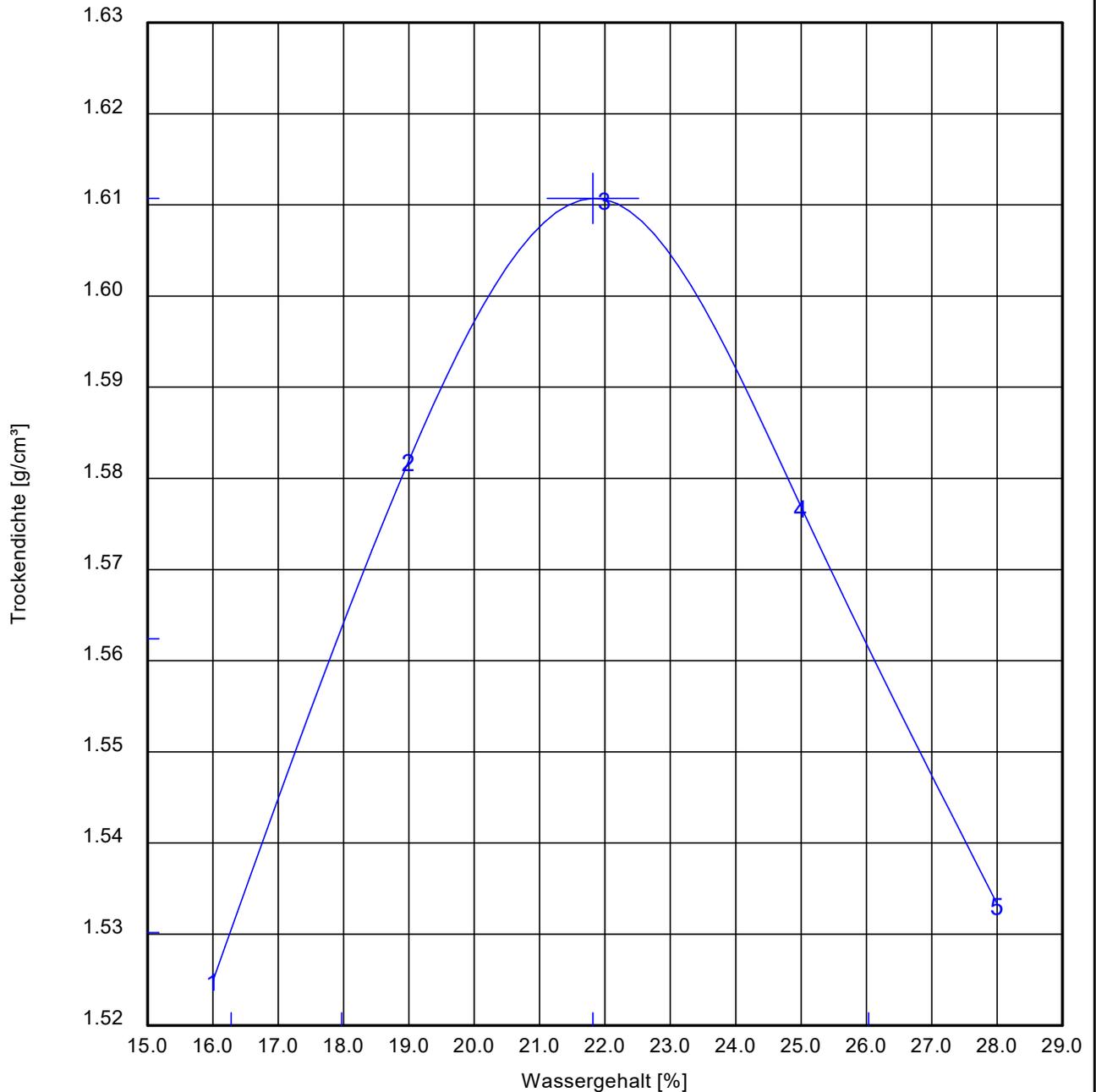
Datum: 15.11.2022

Probe Nr.: MP 14/21

Entnahmestelle: Schurf 4 / ZDA II.3
 Bodenart: T, U (Ton- / Kalkmergelstein)

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 04.11.2021



100 % der Proctordichte $\rho_{Pr} = 1.611 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt $w_{Pr} = 21.8 \%$

97.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.562 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 18.0 / 26.0 \%$

95.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.530 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 16.3 / - \%$

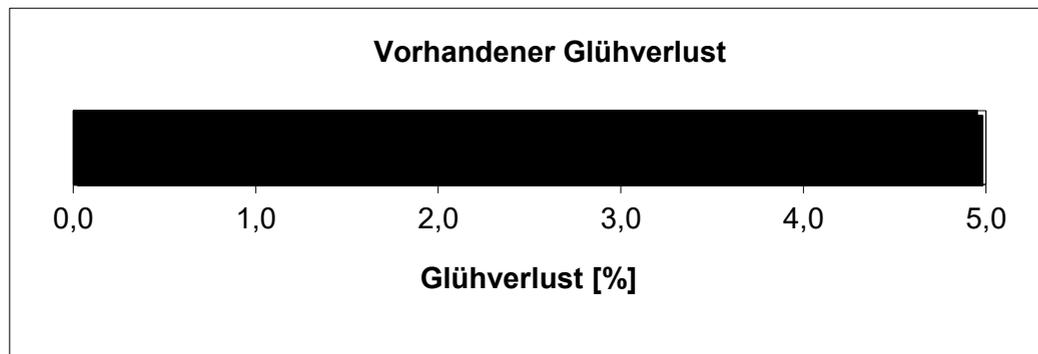


INGENUM GmbH
Geo+Energie+Umwelt
Industriestraße 17
46240 Bottrop

Projekt	Erweiterung ZDA
Projekt-Nr.	22.0900
Probe-Nr.	MP 02, 05/21
Entnahmedatum	04.11.2021
Entnahmestelle	Schurf 1, 2 / ZDA III
Bodenart	T, U (Mergel)

Glühverlust nach DIN 18 128

Probe - Nr.	Masse Probe [g]	Masse Probe, gegläht [g]	Glühverlust [%]
MP 02/21	37,11	35,72	3,74
MP 05/21	38,02	35,68	6,16
Glühverlust Mittelwert [%]			4,95



Bemerkungen

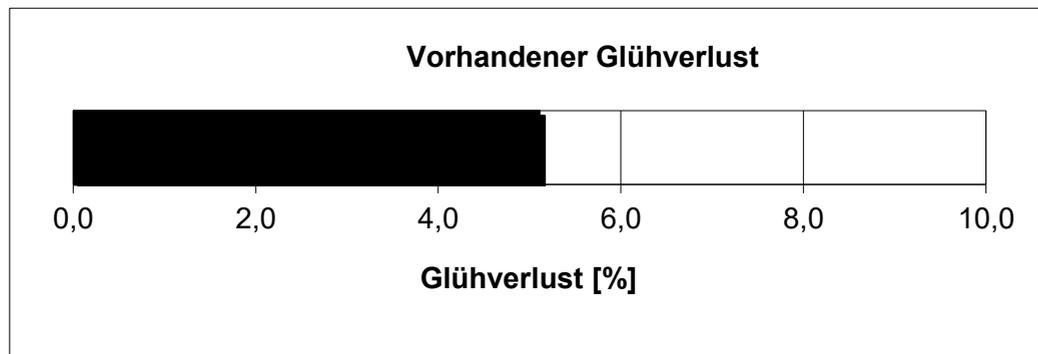


INGENUM GmbH
Geo+Energie+Umwelt
Industriestraße 17
46240 Bottrop

Projekt	Erweiterung ZDA
Projekt-Nr.	22.0900
Probe-Nr.	MP 05, 11, 14/21
Entnahmedatum	04.11.2021
Entnahmestelle	Schurf 1, 3, 4
Bodenart	T, U (Ton- / Kalkmergelstein)

Glühverlust nach DIN 18 128

Probe - Nr.	Masse Probe [g]	Masse Probe, gegläht [g]	Glühverlust [%]
MP 06/21	40,40	38,43	4,87
MP 11/21	25,74	24,58	4,51
MP 14/21	15,52	14,59	5,94
Glühverlust Mittelwert [%]			5,11



Bemerkungen

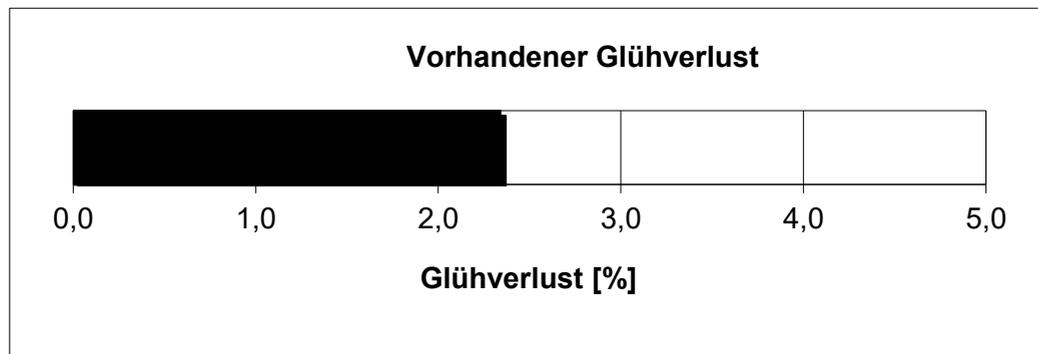


INGENUM GmbH
Geo+Energie+Umwelt
Industriestraße 17
46240 Bottrop

Projekt	Erweiterung ZDA
Projekt-Nr.	22.0900
Probe-Nr.	MP 09, 10, 13/21
Entnahmedatum	04.11.2021
Entnahmestelle	Schurf 3, 4 / ZDA II.3
Bodenart	T, U (Mergel)

Glühverlust nach DIN 18 128

Probe - Nr.	Masse Probe [g]	Masse Probe, geglüht [g]	Glühverlust [%]
MP 09/21	39,70	38,14	3,92
MP 10/21	14,99	14,82	1,15
MP 14/21	39,84	39,07	1,95
Glühverlust Mittelwert [%]			2,34



Bemerkungen



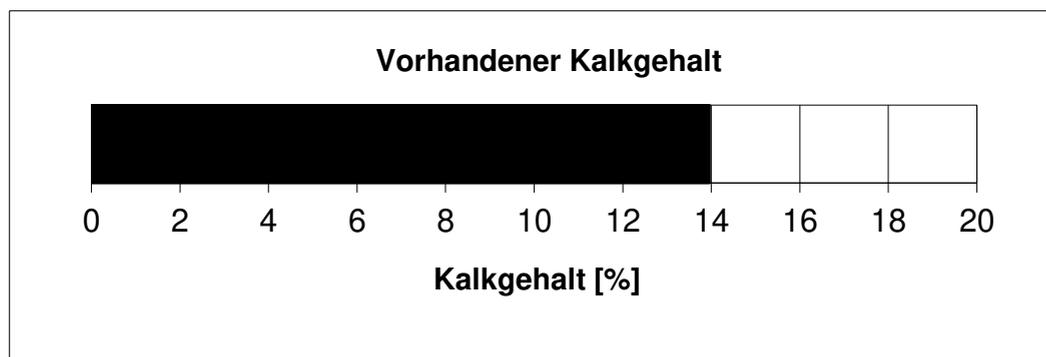
INGENUM GmbH
Geo+Energie+Umwelt
Industriestraße 17
46240 Bottrop

Projekt	Erweiterung ZDA
Projekt-Nr.	22.0900
Probe-Nr.	MP 02, 05/21
Datum	04.11.2021
Entnahmestelle	Schurf 1, 2 / ZDA III
Bodenart	T, U (Mergel)

Kalkgehalt nach DIN 18 129

Probe - Nr.	Barometerstand [hPa]	Temperatur [° C]	Einwaage [g]
MP 02/21	1014	21	0,503
MP 05/21	1014	21	0,518

Probe - Nr.	Ablesung CO ₂ [ml]	Kalkgehalt [%]
MP 02/21	17,80	14,74
MP 05/21	16,40	13,18
Mittelwert Kalkgehalt		13,96



Bemerkungen:



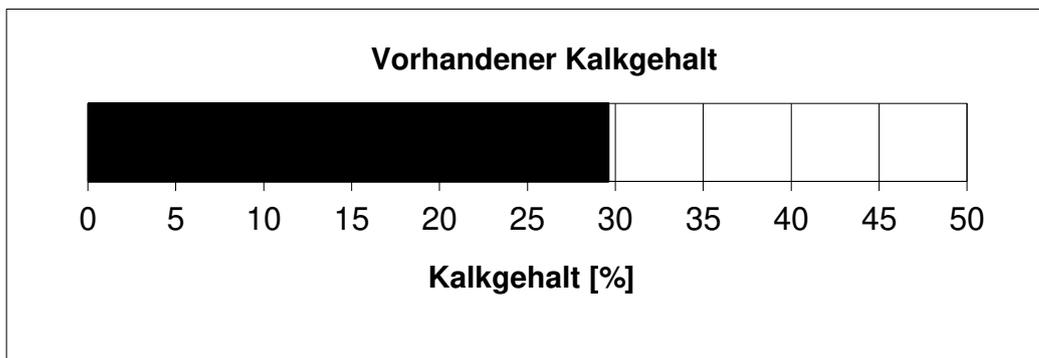
INGENUM GmbH
Geo+Energie+Umwelt
Industriestraße 17
46240 Bottrop

Projekt	Erweiterung ZDA
Projekt-Nr.	22.0900
Probe-Nr.	MP 06, 11, 14/21
Datum	04.11.2021
Entnahmestelle	Schurf 1, 3, 4
Bodenart	T, U (Ton- / Kalkmergelst.)

Kalkgehalt nach DIN 18 129

Probe - Nr.	Barometerstand [hPa]	Temperatur [° C]	Einwaage [g]
MP 06/21	1014	21	0,551
MP 11/21	1014	21	0,432
MP 14/21	1014	21	0,328

Probe - Nr.	Ablesung CO ₂ [ml]	Kalkgehalt [%]
MP 06/21	28,20	21,31
MP 11/21	18,20	17,54
MP 14/21	39,30	49,89
Mittelwert Kalkgehalt		29,58



Bemerkungen:



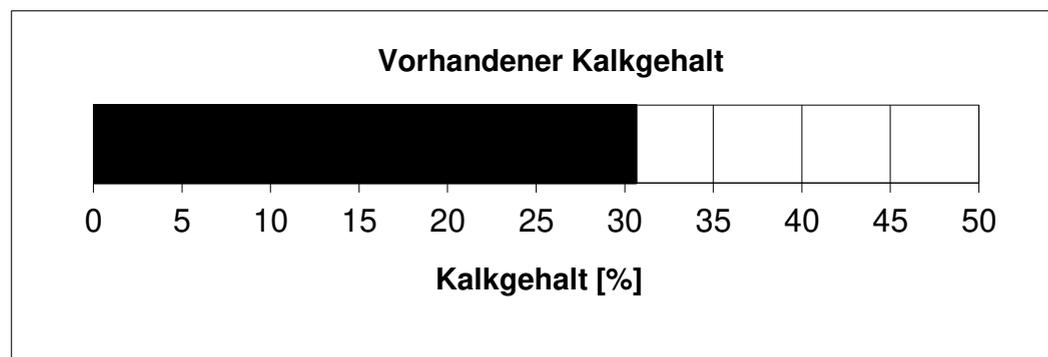
INGENUM GmbH
Geo+Energie+Umwelt
Industriestraße 17
46240 Bottrop

Projekt	Zentraldeponie Altenberge
Projekt-Nr.	22.0900
Probe-Nr.	MP 09, 10, 13/21
Datum	04.11.2021
Entnahmestelle	Schurf 3, 4 / ZDA II.3
Bodenart	T, U (Mergel)

Kalkgehalt nach DIN 18 129

Probe - Nr.	Barometerstand [hPa]	Temperatur [° C]	Einwaage [g]
MP 09/21	1014	21	0,294
MP 10/21	1014	21	0,317
MP 13/21	1014	21	0,307

Probe - Nr.	Ablesung CO ₂ [ml]	Kalkgehalt [%]
MP 09/21	18,20	25,78
MP 10/21	35,60	46,77
MP 13/21	14,30	19,40
Mittelwert Kalkgehalt		30,65



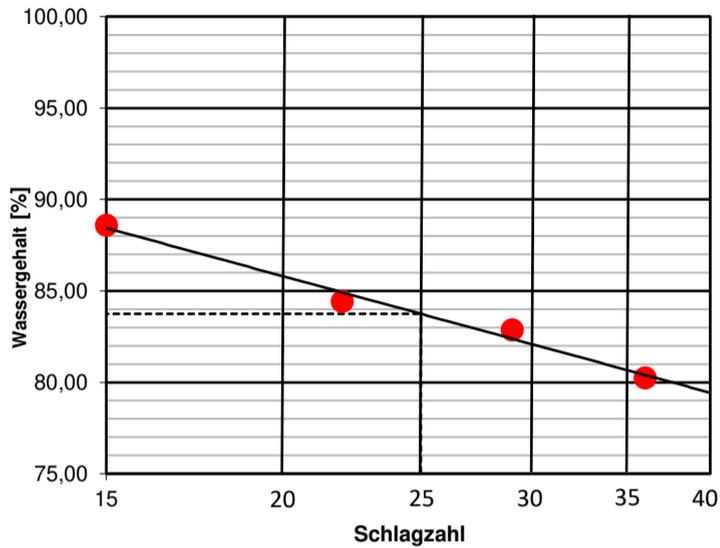
Bemerkungen:



INGENUM GmbH
 Geo+Energie+Umwelt
 Industriestraße 17
 46240 Bottrop

Projekt	Erweiterung ZDA
Projekt-Nr.	22.0900
Probe-Nr.	MP 05/21
Datum	04.11.2021
Entnahmestelle	Schurf 1/ ZDA III
Bodenart	T, U

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122-1

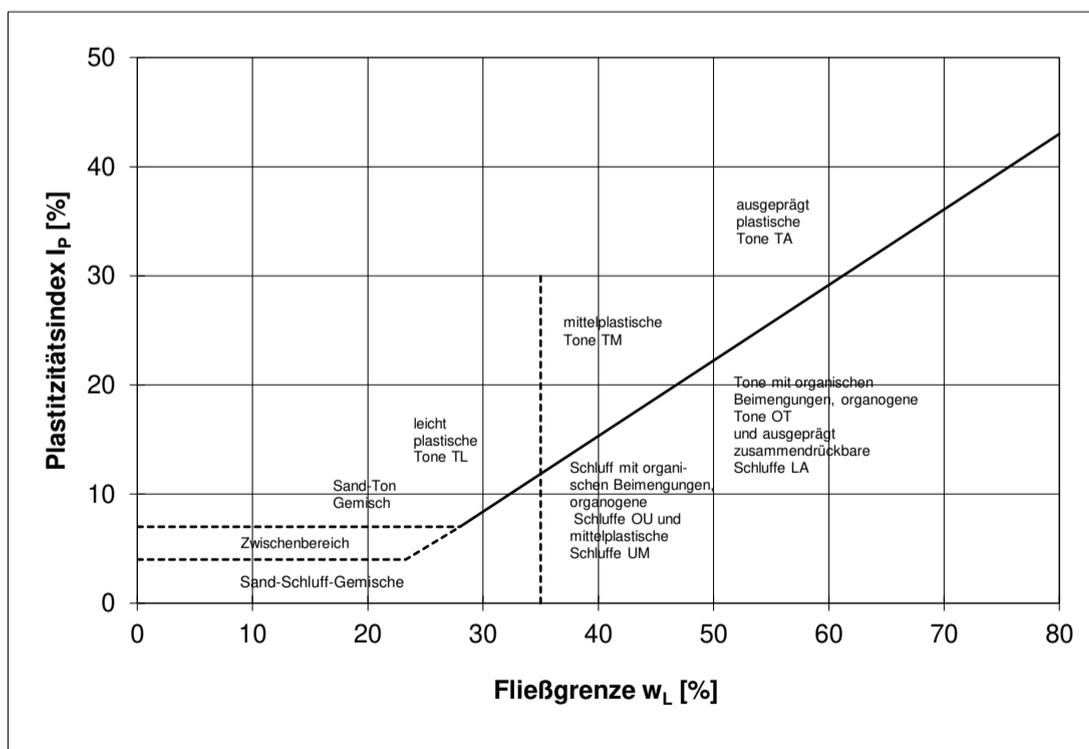


Wassergehalt W [%] 27,62
 Fließgrenze w_L [%] 83,75
 Ausrollgrenze w_P [%] 22,83
 Plastizitätsindex I_P [%] 60,92
 Konsistenzzahl I_C 0,92
 Zustandsform steif

Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]

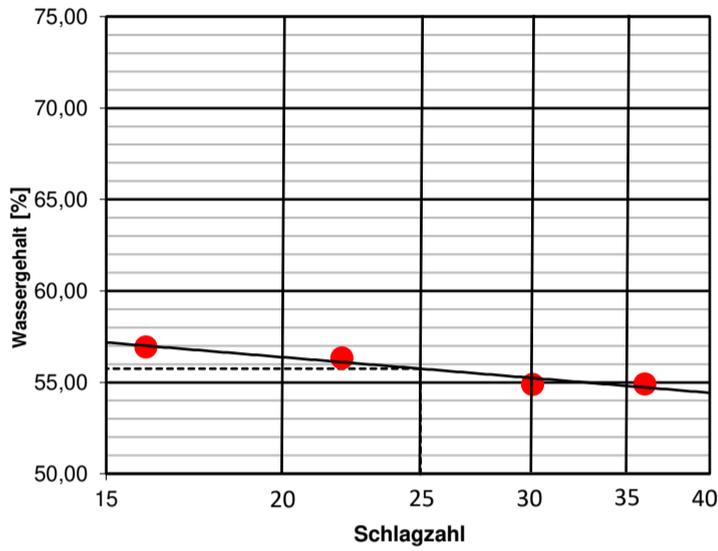




INGENUM GmbH
 Geo+Energie+Umwelt
 Industriestraße 17
 46240 Bottrop

Projekt	Erweiterung ZDA
Projekt-Nr.	22.0900
Probe-Nr.	MP 06/21
Datum	04.11.2021
Entnahmestelle	Schurf 1 / ZDA III
Bodenart	T, U

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122-1

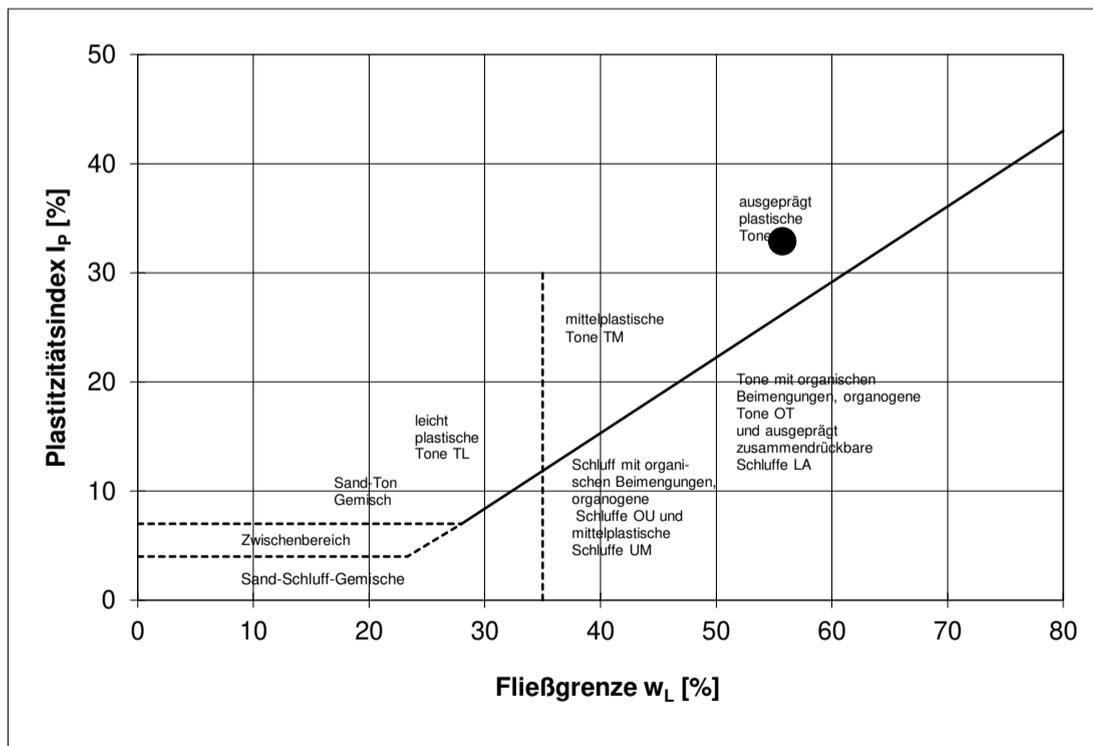
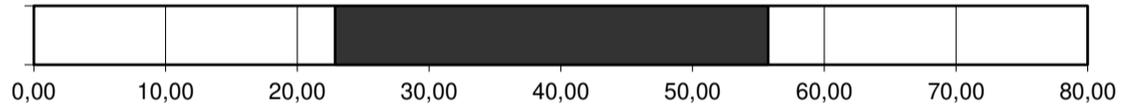


Wassergehalt W [%] 24,24
 Fließgrenze w_L [%] 55,75
 Ausrollgrenze w_P [%] 22,88
 Plastizitätsindex I_P [%] 32,86
 Konsistenzzahl I_C 0,96
 Zustandsform steif

Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]

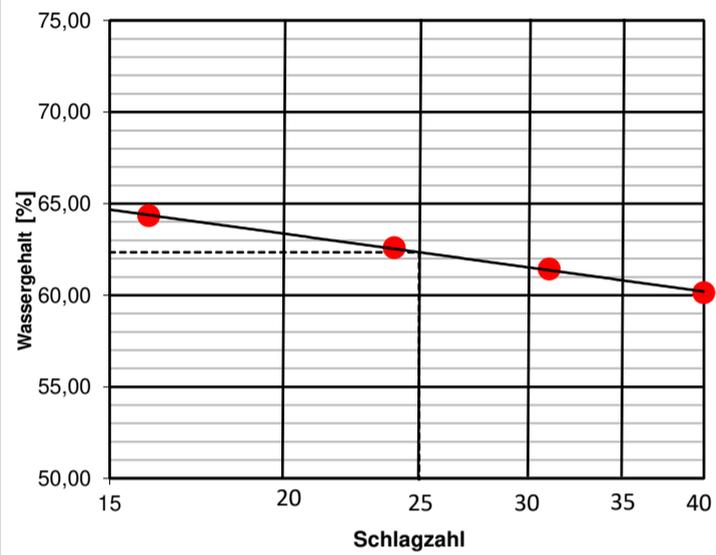




INGENUM GmbH
 Geo+Energie+Umwelt
 Industriestraße 17
 46240 Bottrop

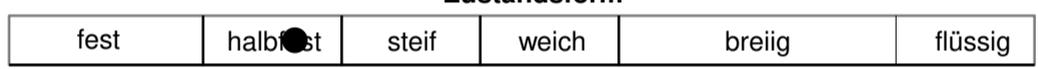
Projekt	Erweiterung ZDA
Projekt-Nr.	22.0900
Probe-Nr.	MP 10/21
Datum	04.11.2021
Entnahmestelle	Schurf 4 / ZDA II.3
Bodenart	T, U

Zustandsgrenzen nach
 DIN EN ISO 17892-12

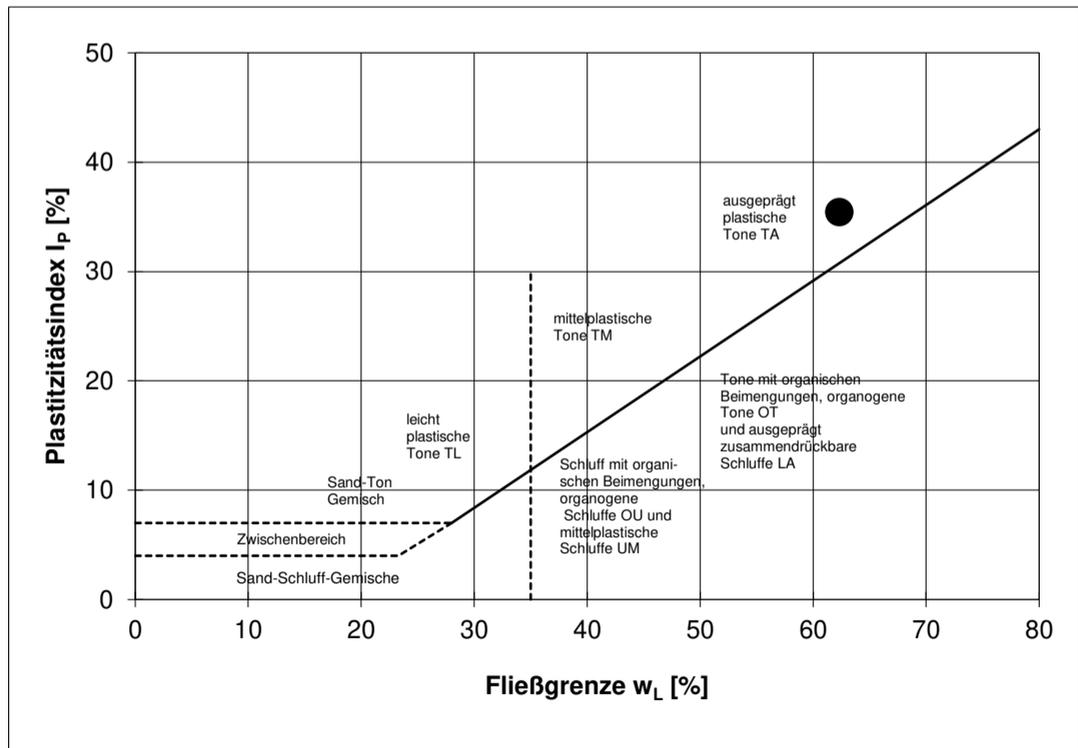
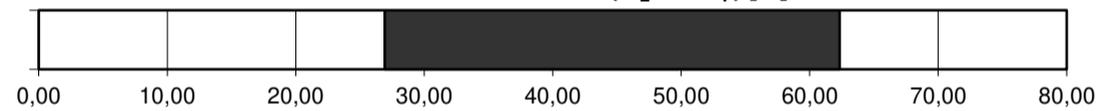


Wassergehalt W [%] 23,93
 Fließgrenze w_L [%] 62,34
 Ausrollgrenze w_P [%] 26,91
 Plastizitätsindex I_P [%] 35,43
 Konsistenzzahl I_C 1,08
 Zustandsform halbfest

Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]

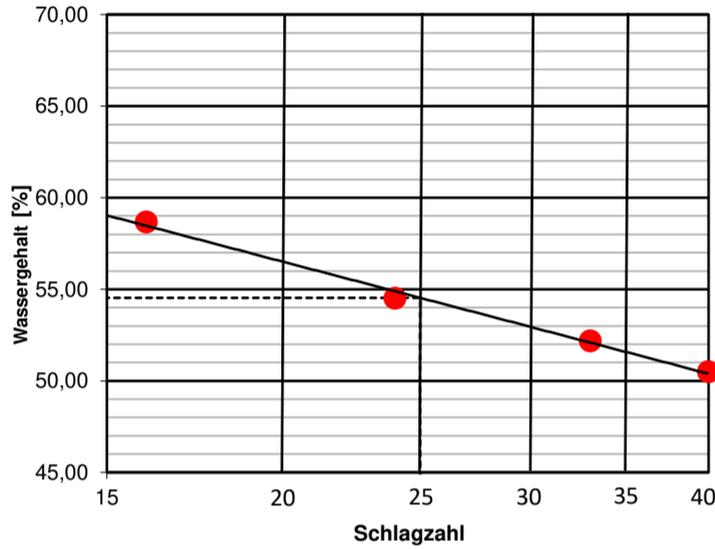




INGENUM GmbH
 Geo+Energie+Umwelt
 Industriestraße 17
 46240 Bottrop

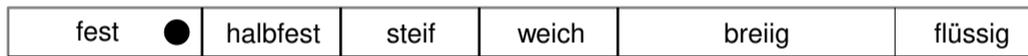
Projekt	Erweiterung ZDA
Projekt-Nr.	22.0900
Probe-Nr.	MP 14/21
Datum	04.11.2021
Entnahmestelle	Schurf 4 / ZDA II.3
Bodenart	T, U

Zustandsgrenzen nach
 DIN EN ISO 17892-12

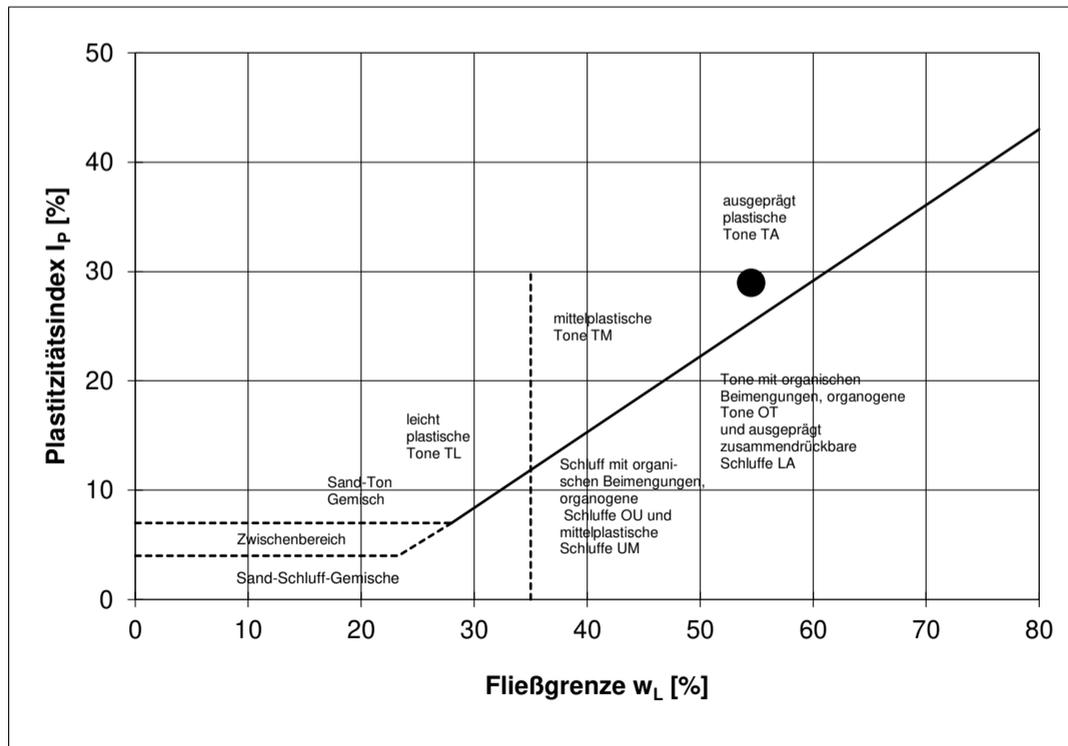
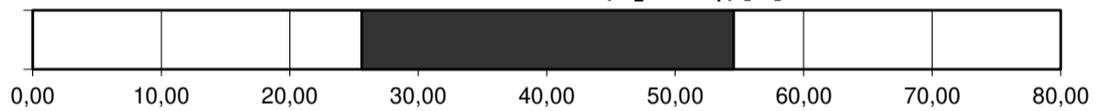


Wassergehalt W [%] 17,04
 Fließgrenze w_L [%] 54,53
 Ausrollgrenze w_P [%] 25,59
 Plastizitätsindex I_P [%] 28,94
 Konsistenzzahl I_C 1,30
 Zustandsform fest

Zustandsform

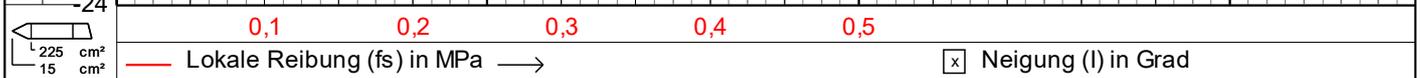
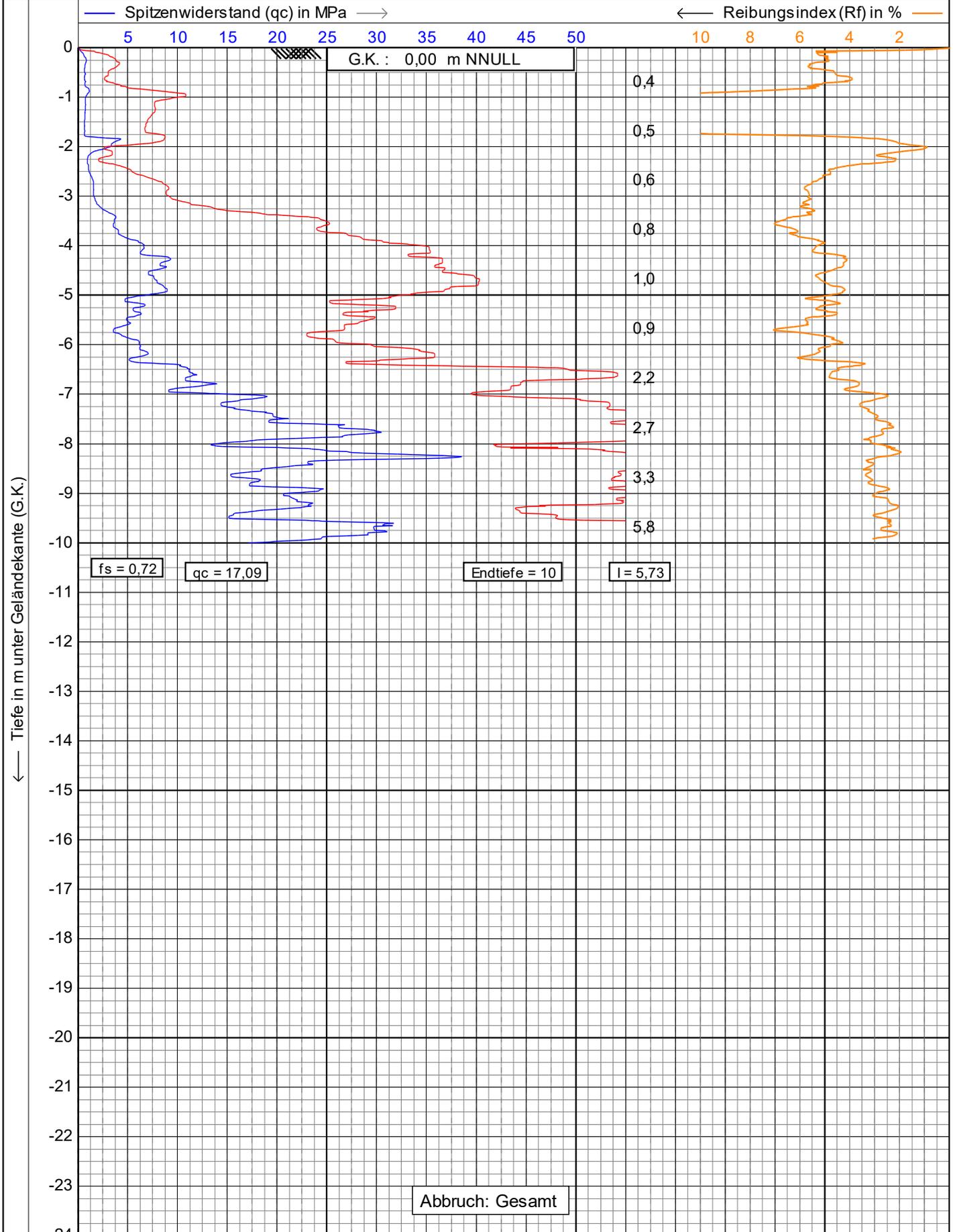


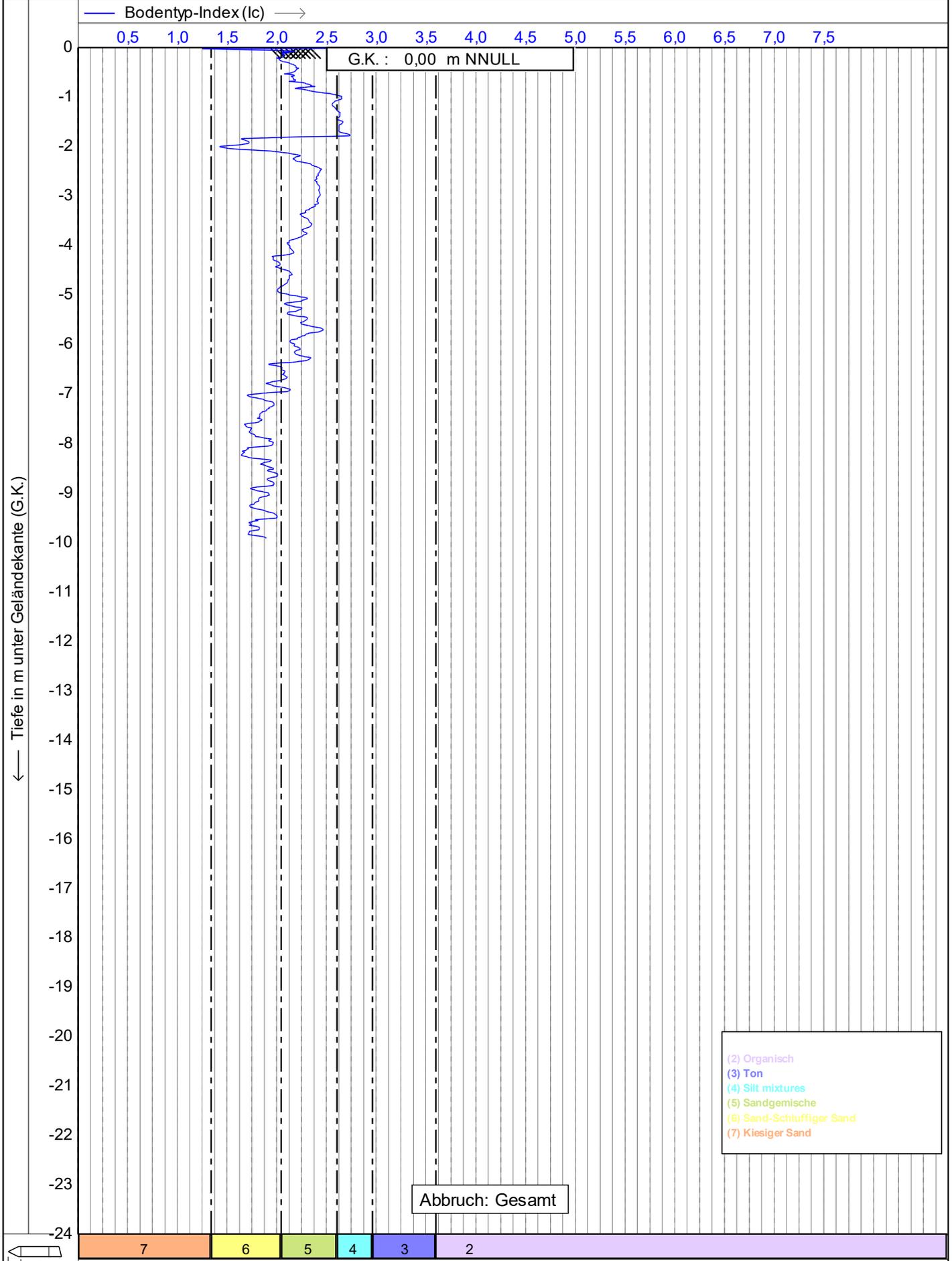
Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Anlage 3

Ergebnisse der Drucksondierungen (CPT)





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

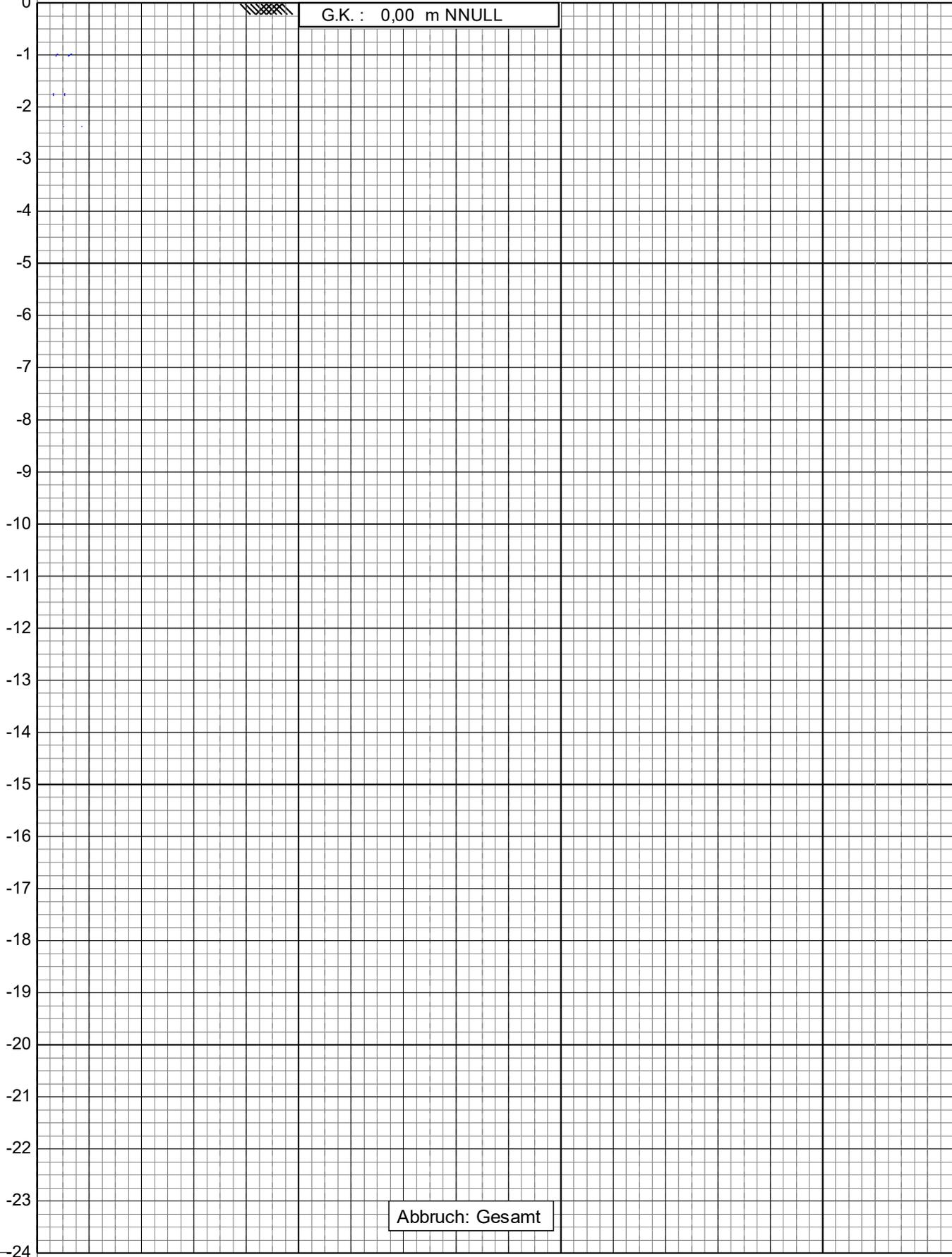
$\begin{matrix} \triangle \\ \square \end{matrix} \begin{matrix} 225 \\ 15 \end{matrix} \begin{matrix} \text{cm}^2 \\ \text{cm}^2 \end{matrix}$

— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

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

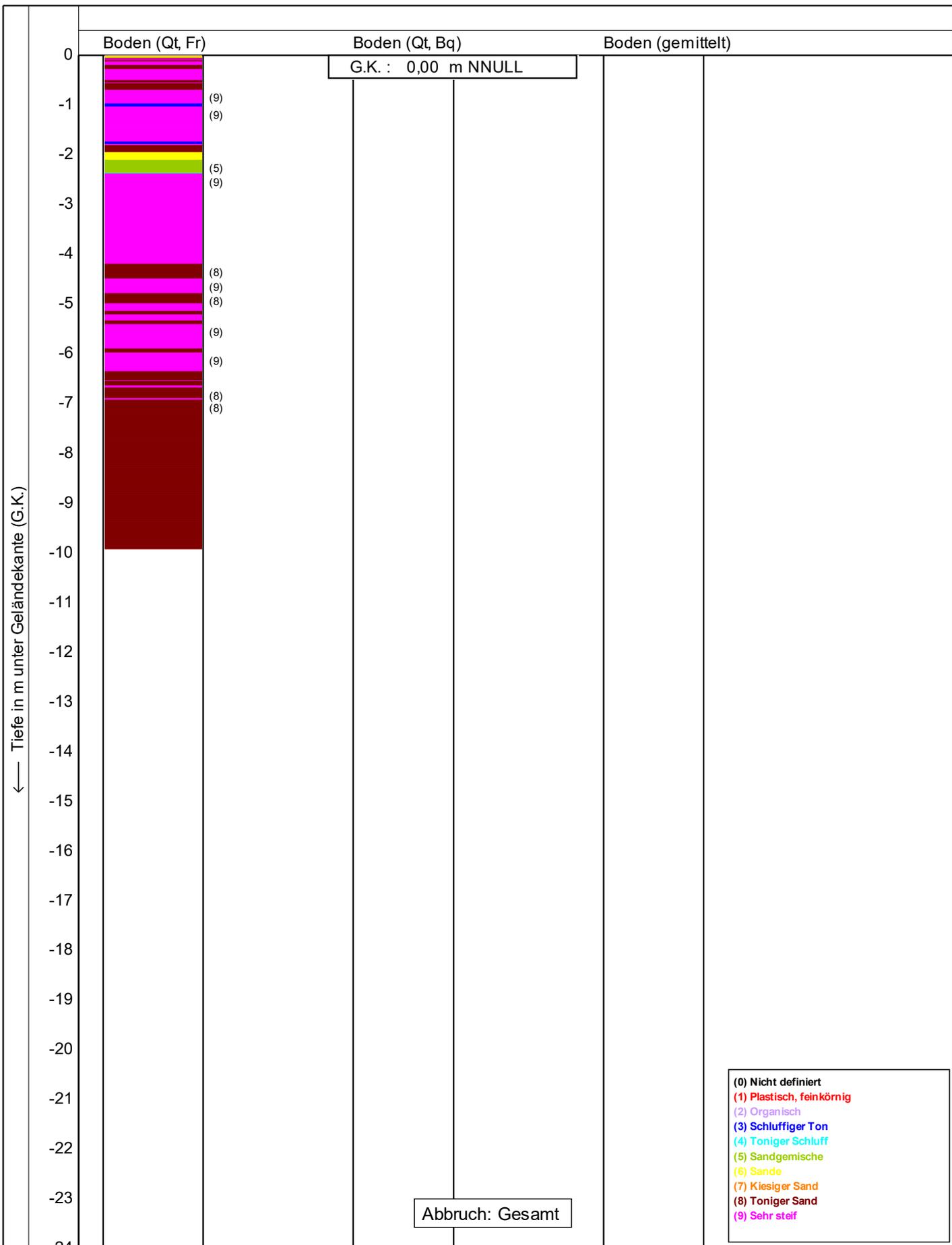
G.K. : 0,00 m NNULL

Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)



Abbruch: Gesamt

225 cm²
15 cm²



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

Bodenklassifikation nach Robertson 1990



Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)

Projekt : **Altenberge**

Ort : **Altenberge**

Datum : **08.11.2021**

Konus Nr. : **S15CFIL.S20297**

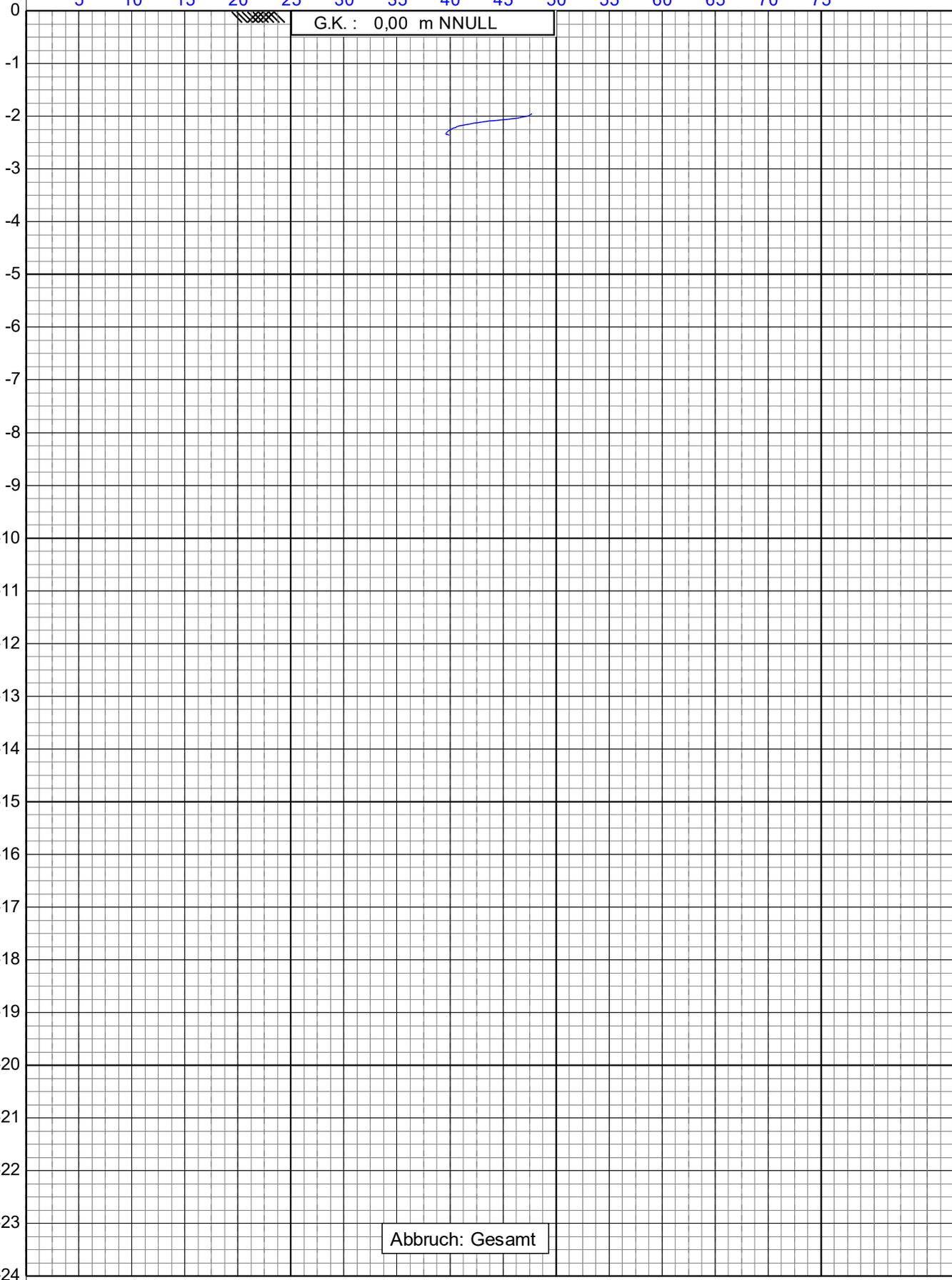
Projekt Nr. : **20211027-10008**

CPT Nr. : **CPT A** | **4/5**

— Winkel der inneren Reibung in Grad —>

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

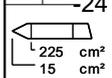
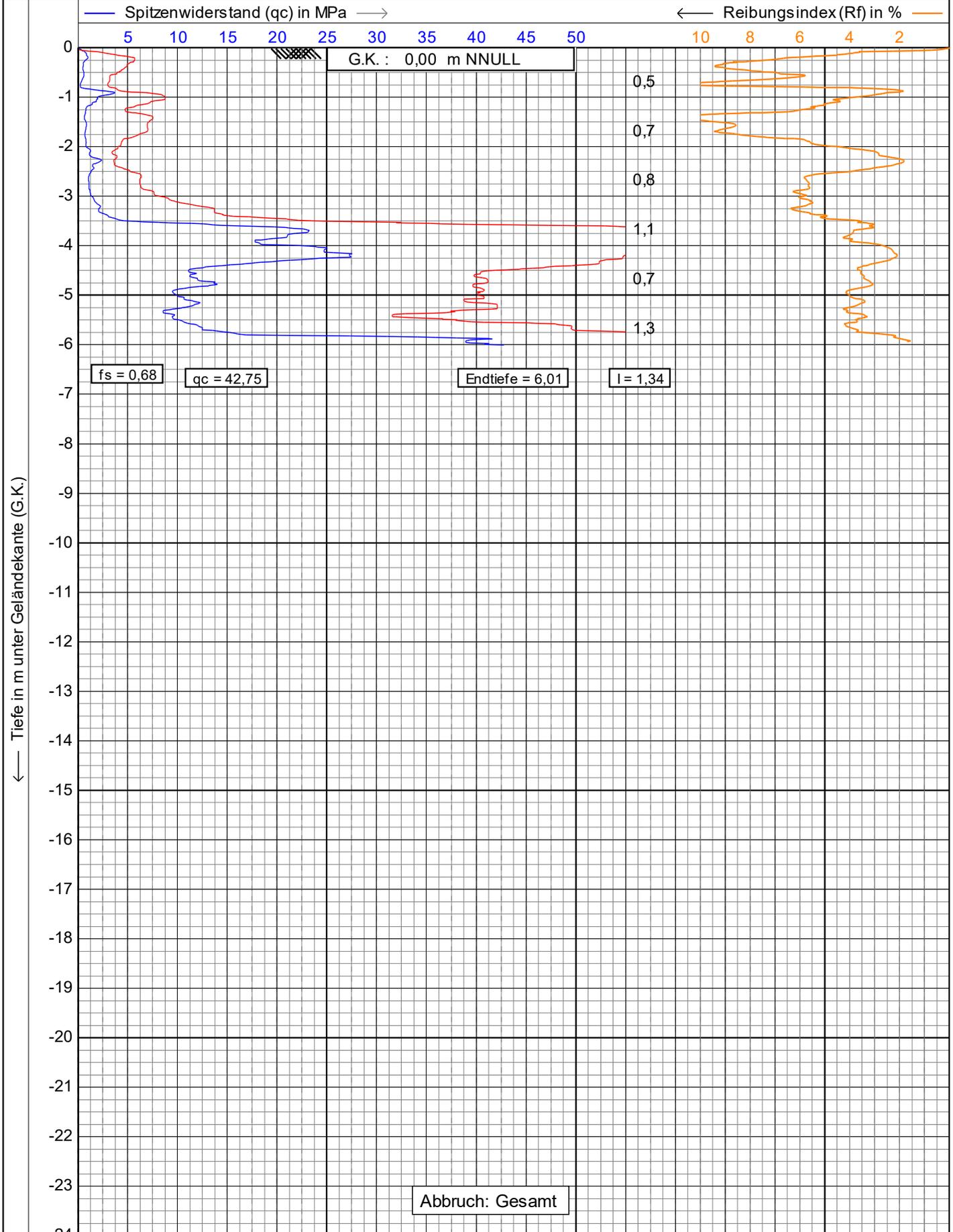
G.K. : 0,00 m NNULL

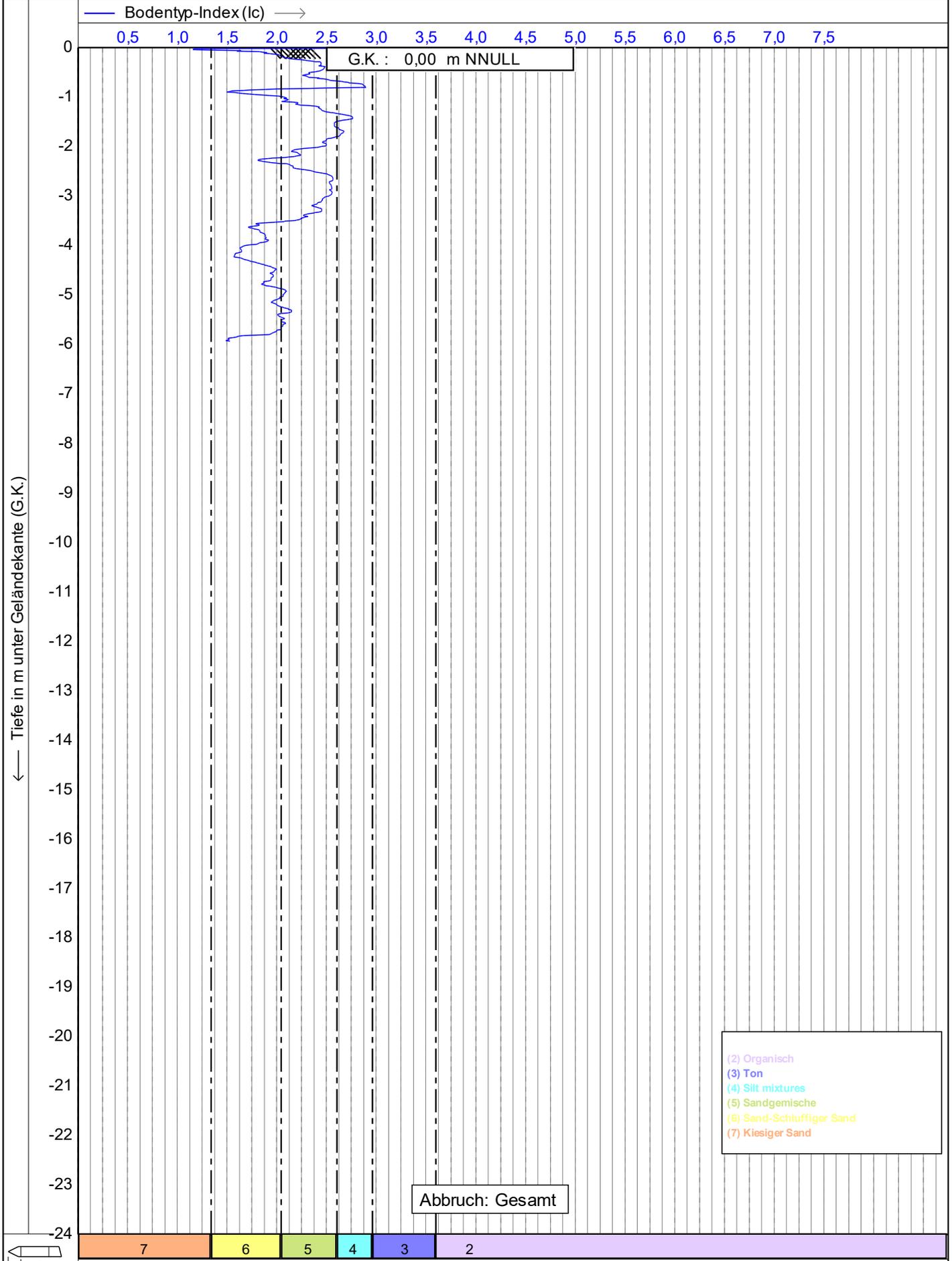


Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

Abbruch: Gesamt

225 cm²
15 cm²





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 NNULL

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

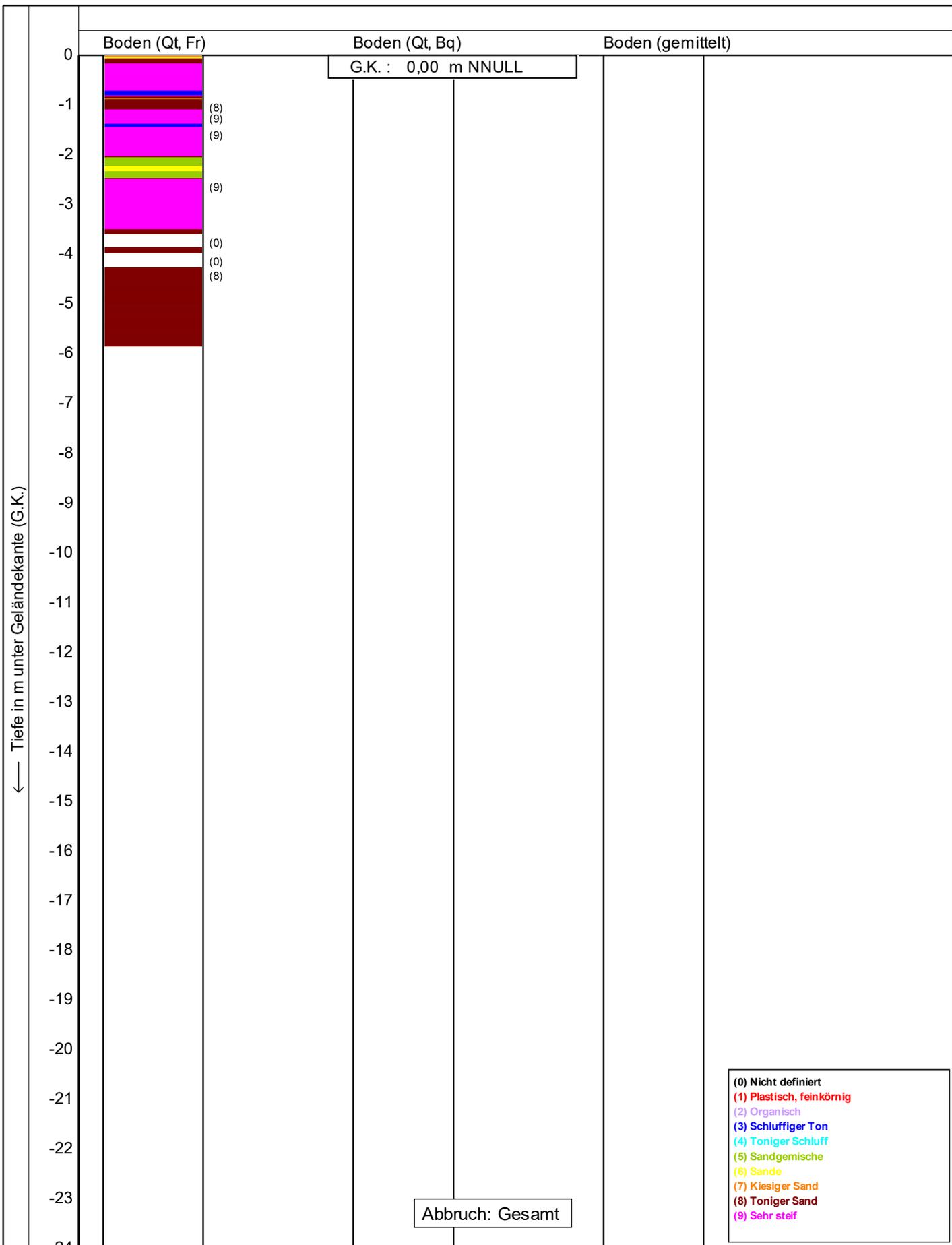
Abbruch: Gesamt

225 cm²
15 cm²



Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)
 Projekt : **Altenberge**
 Ort : **Altenberge**

Datum : **08.11.2021**
 Konus Nr. : **S15CFIL.S20297**
 Projekt Nr. : **20211027-10008**
 CPT Nr. : **CPT B** | 3/5



Bodenklassifikation nach Robertson 1990

	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)	Datum : 08.11.2021
	Projekt : Altenberge	Konus Nr. : S15CFIL.S20297
	Ort : Altenberge	Projekt Nr. : 20211027-10008
		CPT Nr. : CPT B 4/5

Winkel der inneren Reibung in Grad →

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

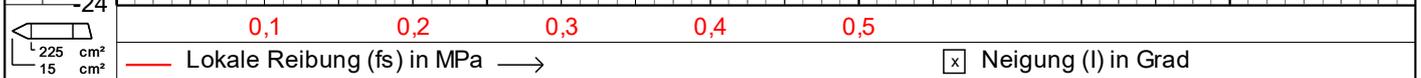
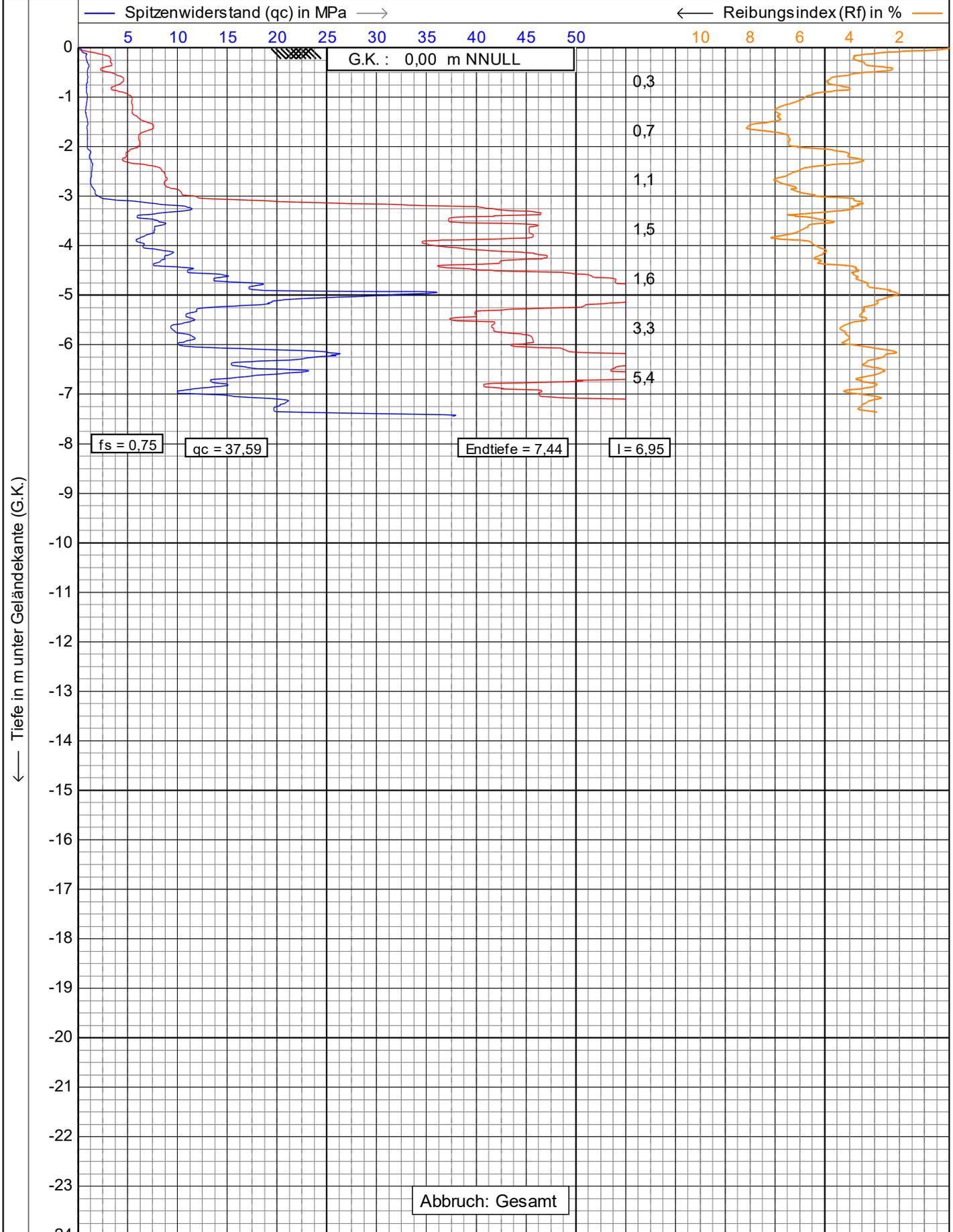
G.K. : 0,00 m NN

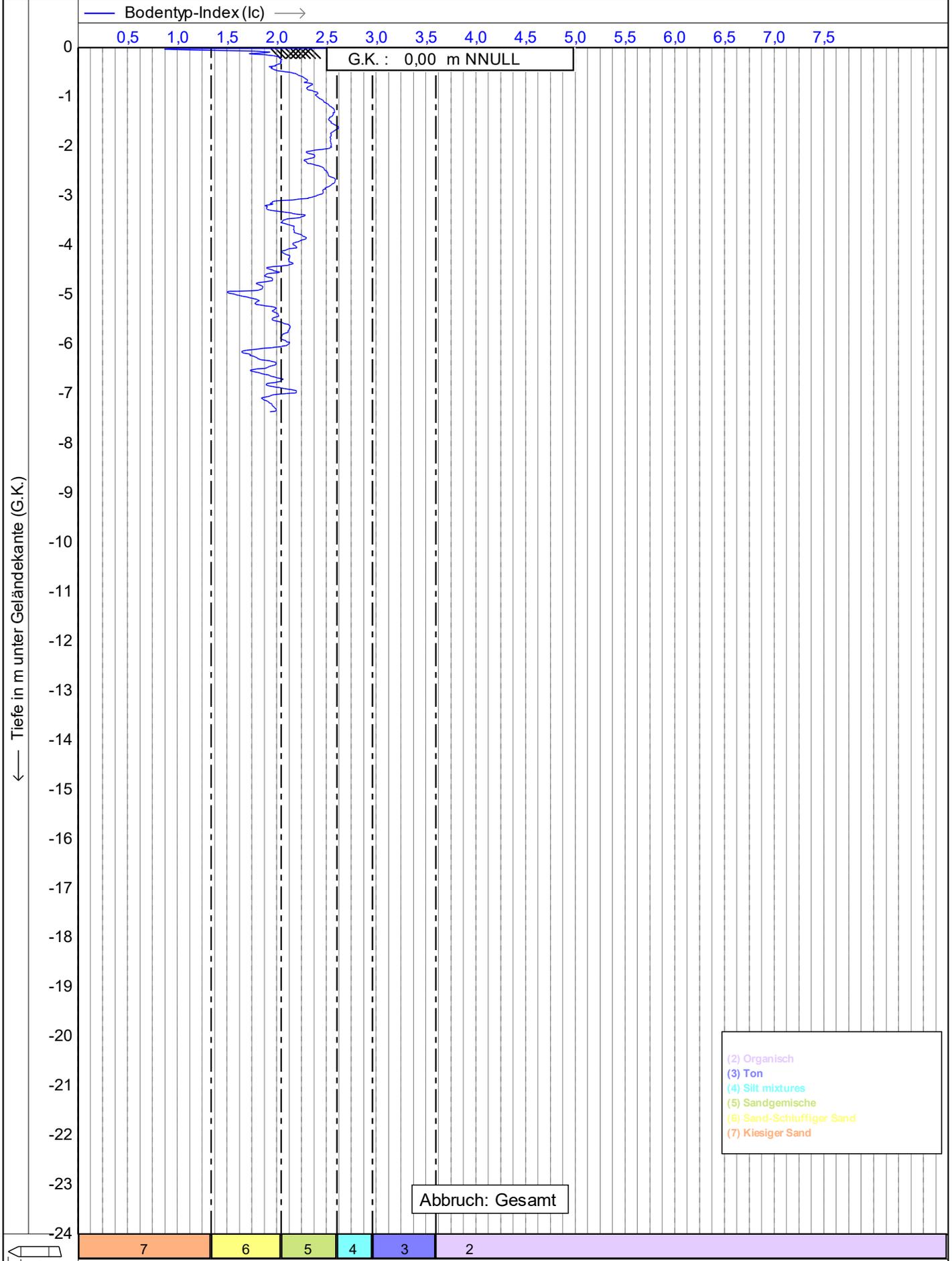
W

Abbruch: Gesamt

Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)


 225 cm²
 15 cm²



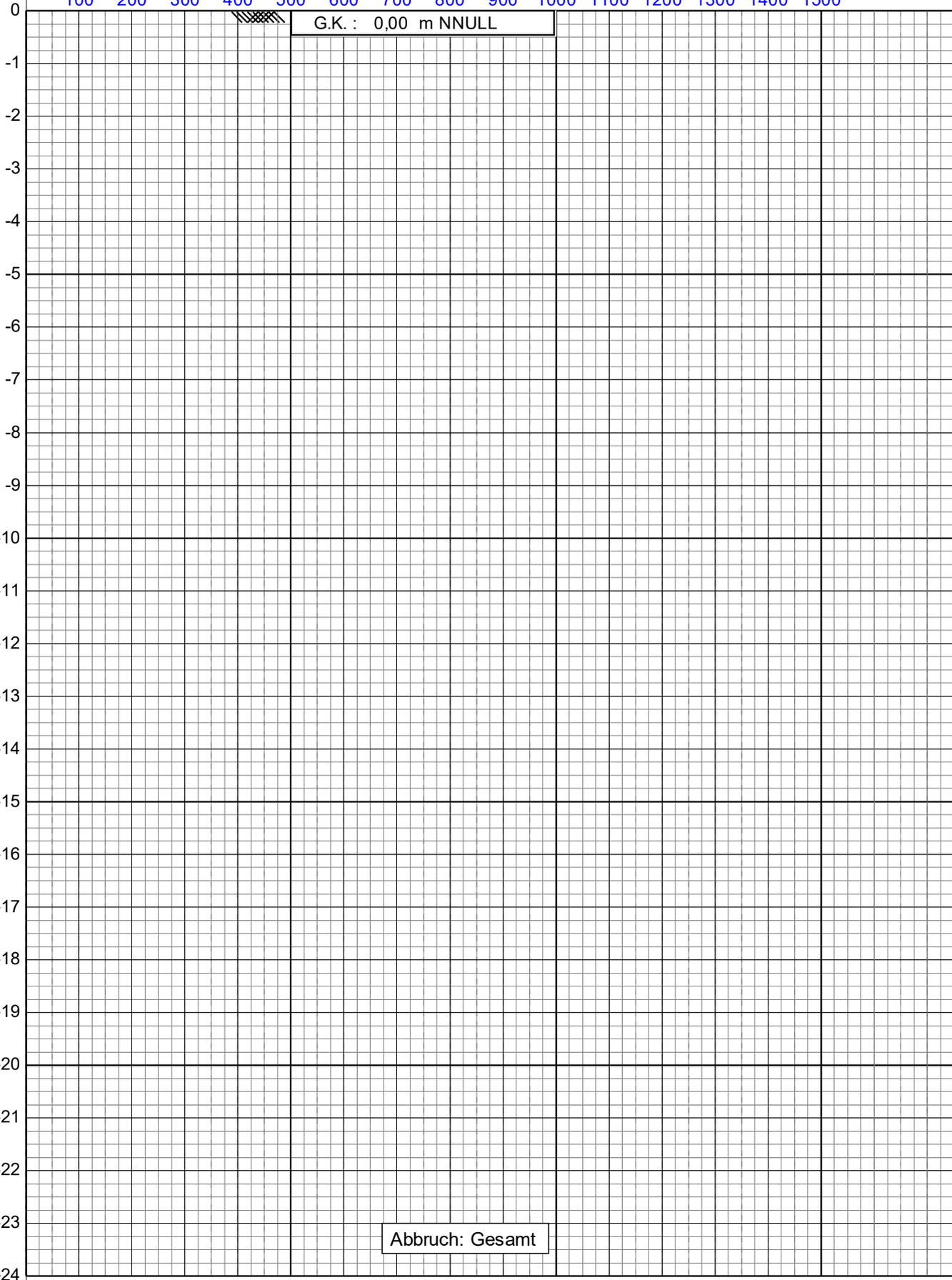


225 cm²

 15 cm²

— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

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



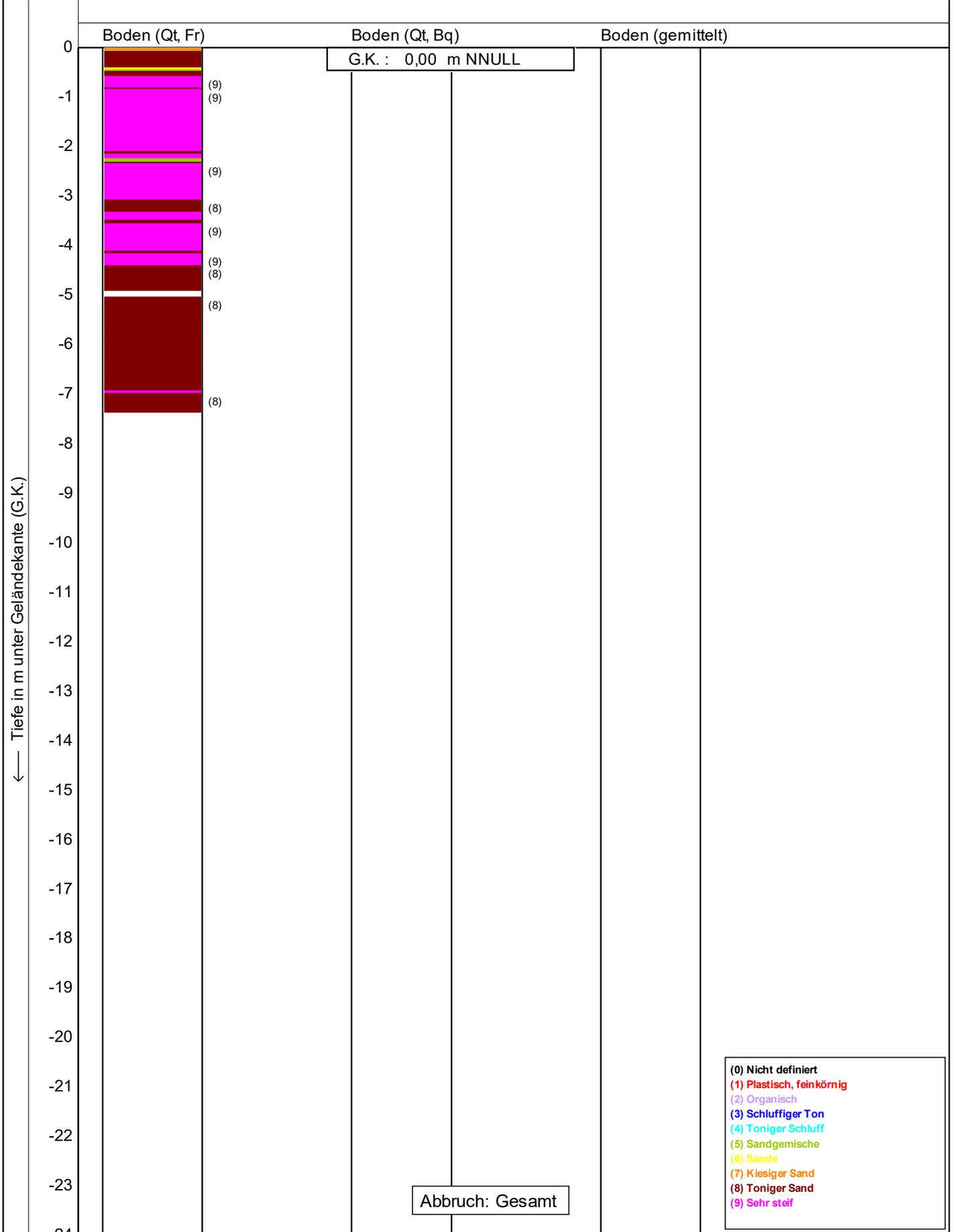
Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

225 cm²
15 cm²



Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)
 Projekt : **Altenberge**
 Ort : **Altenberge**

Datum : **08.11.2021**
 Konus Nr. : **S15CFIL.S20297**
 Projekt Nr. : **20211027-10008**
 CPT Nr. : **CPT C** | 3/5



Bodenklassifikation nach Robertson 1990

	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)	Datum : 08.11.2021
	Projekt : Altenberge	Konus Nr. : S15CFIL.S20297
	Ort : Altenberge	Projekt Nr. : 20211027-10008
		CPT Nr. : CPT C 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 NNULL

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

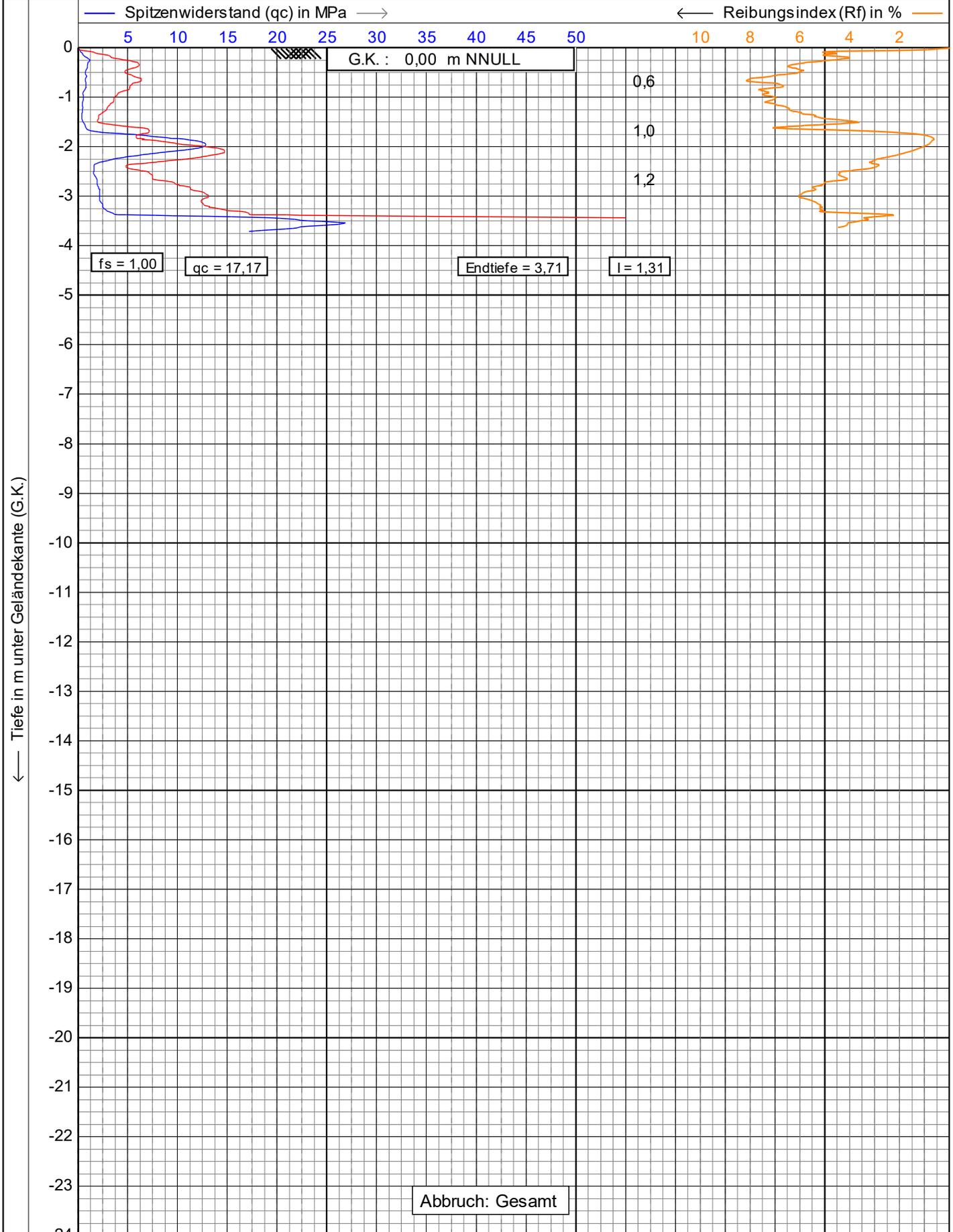
Abbruch: Gesamt

225 cm²
15 cm²

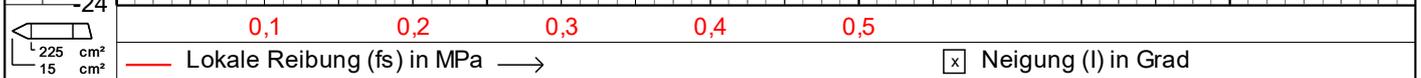


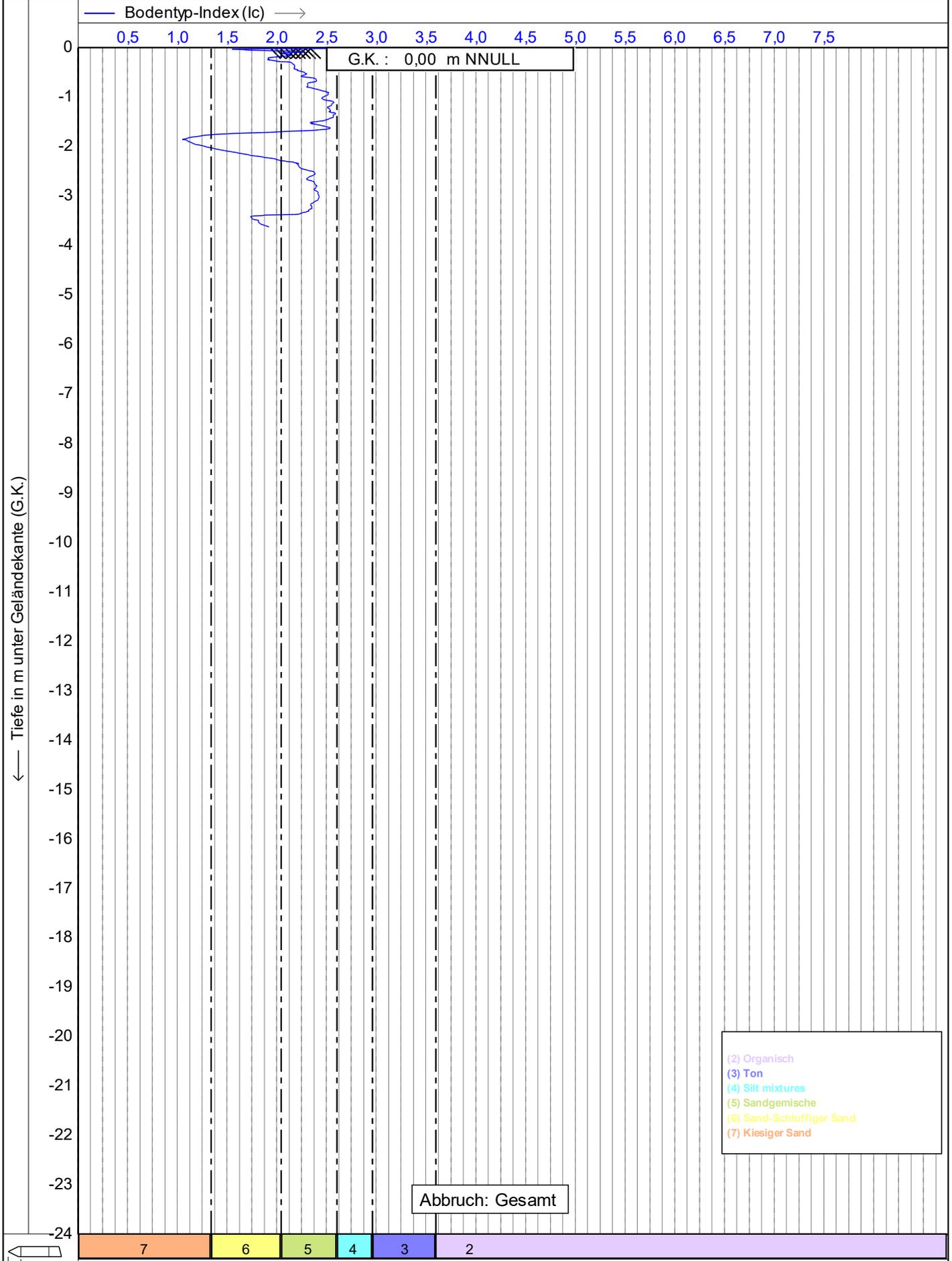
Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)
 Projekt : **Altenberge**
 Ort : **Altenberge**

Datum : **08.11.2021**
 Konus Nr. : **S15CFIL.S20297**
 Projekt Nr. : **20211027-10008**
 CPT Nr. : **CPT C** 5/5



Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)



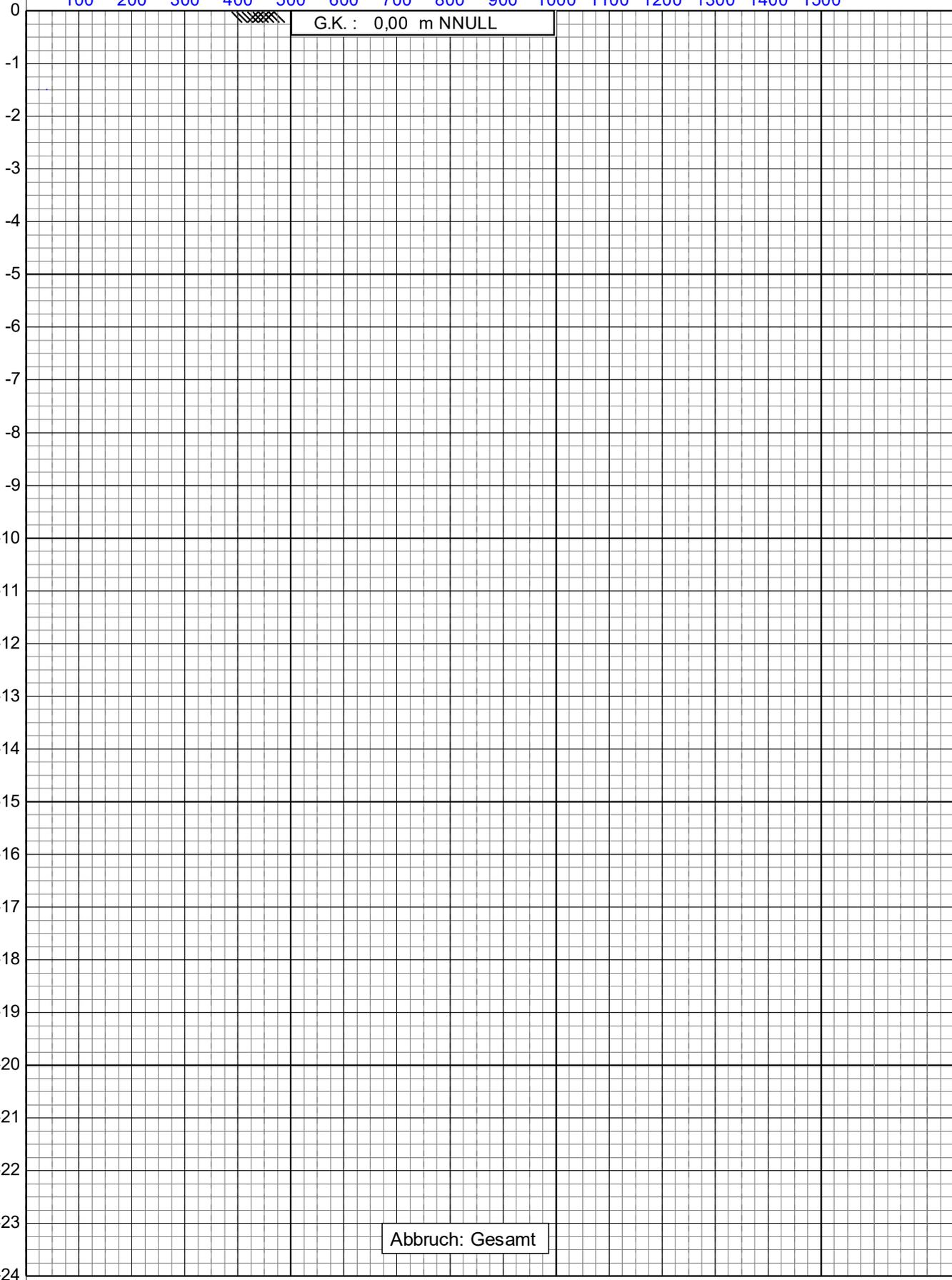


225 cm²

 15 cm²

— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

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



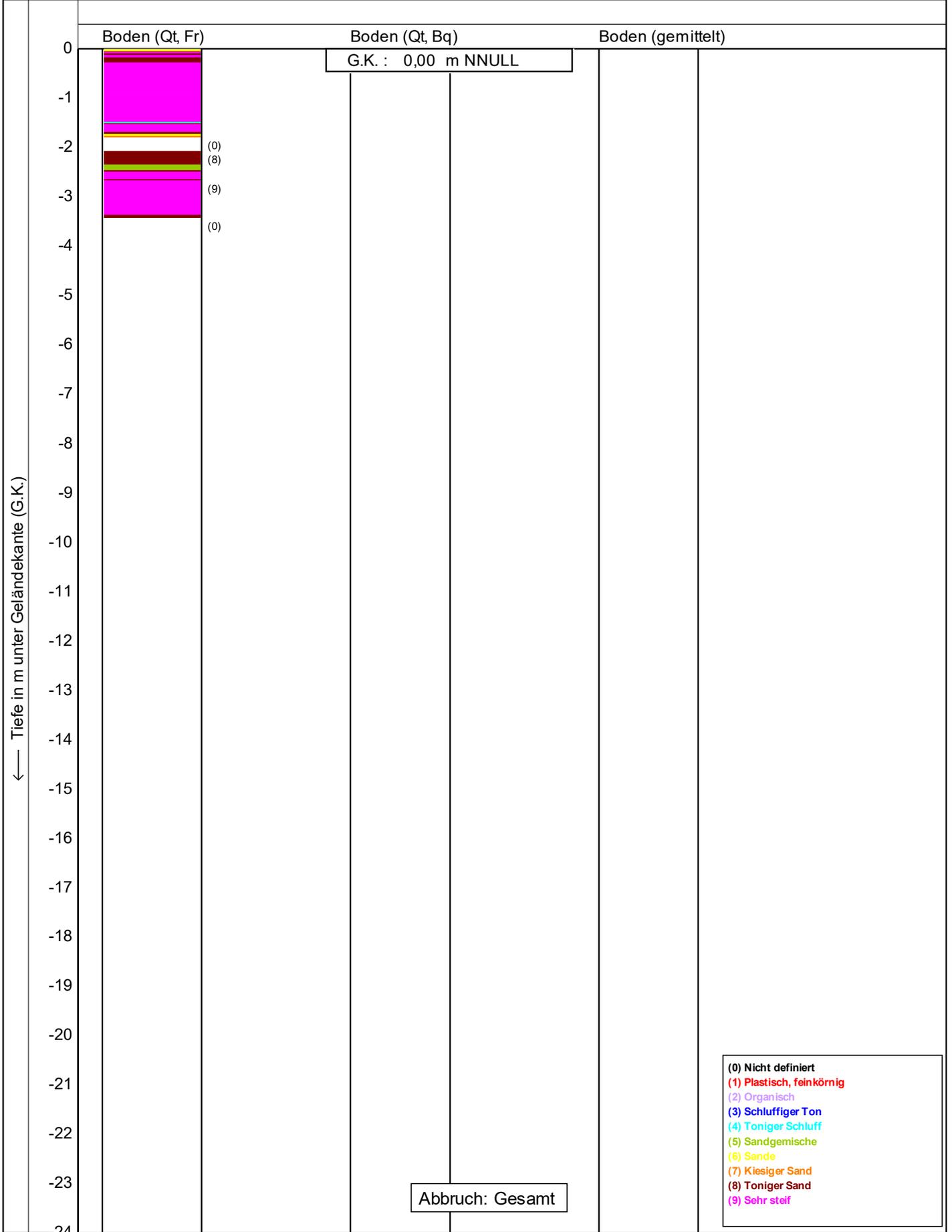
Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

225 cm²
15 cm²



Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)
 Projekt : **Altenberge**
 Ort : **Altenberge**

Datum : **08.11.2021**
 Konus Nr. : **S15CFIL.S20297**
 Projekt Nr. : **20211027-10008**
 CPT Nr. : **CPT D** | **3/5**



Bodenklassifikation nach Robertson 1990

	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)	Datum : 08.11.2021
	Projekt : Altenberge	Konus Nr. : S15CFIL.S20297
	Ort : Altenberge	Projekt Nr. : 20211027-10008
		CPT Nr. : CPT D 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 NN

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

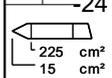
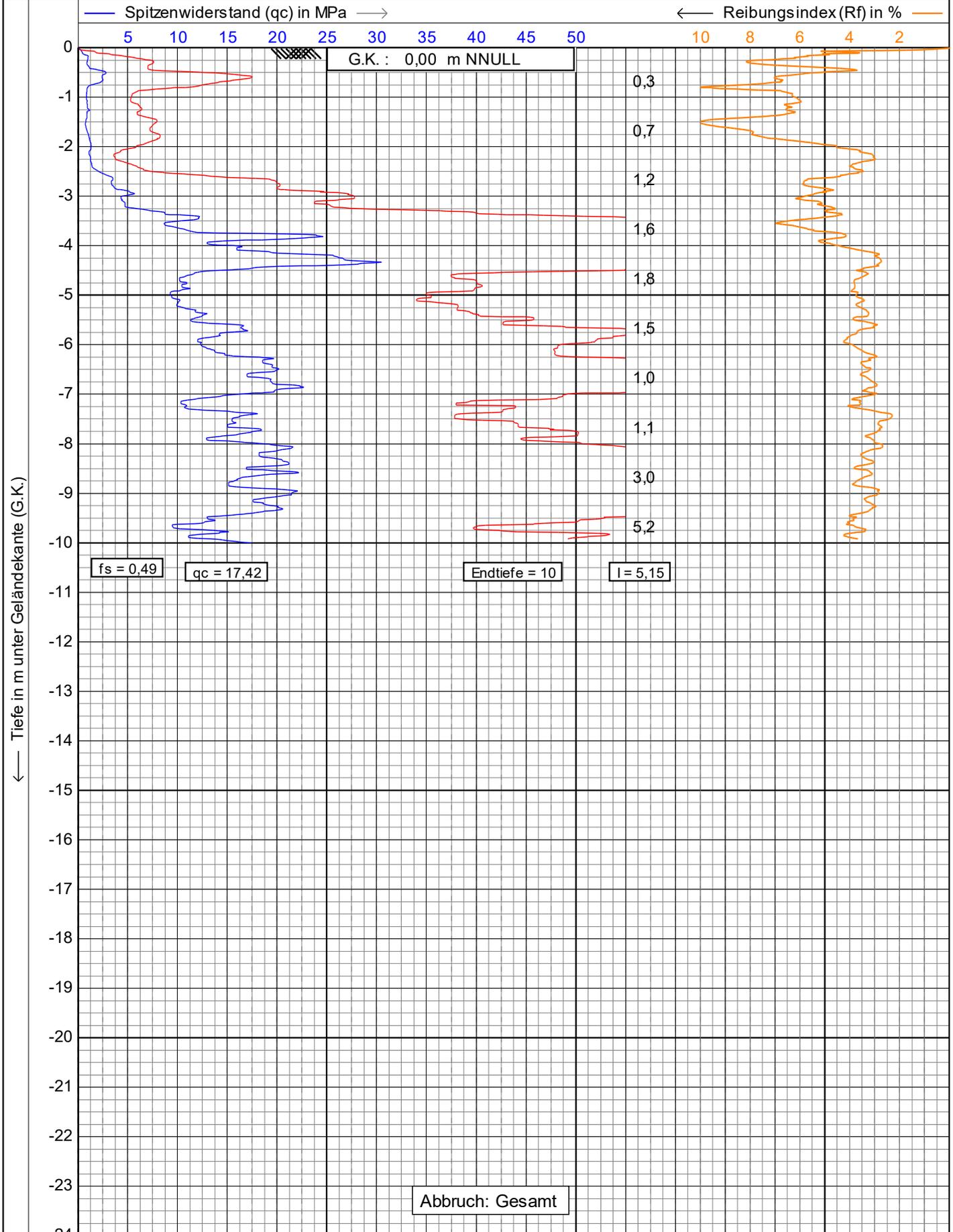
Abbruch: Gesamt

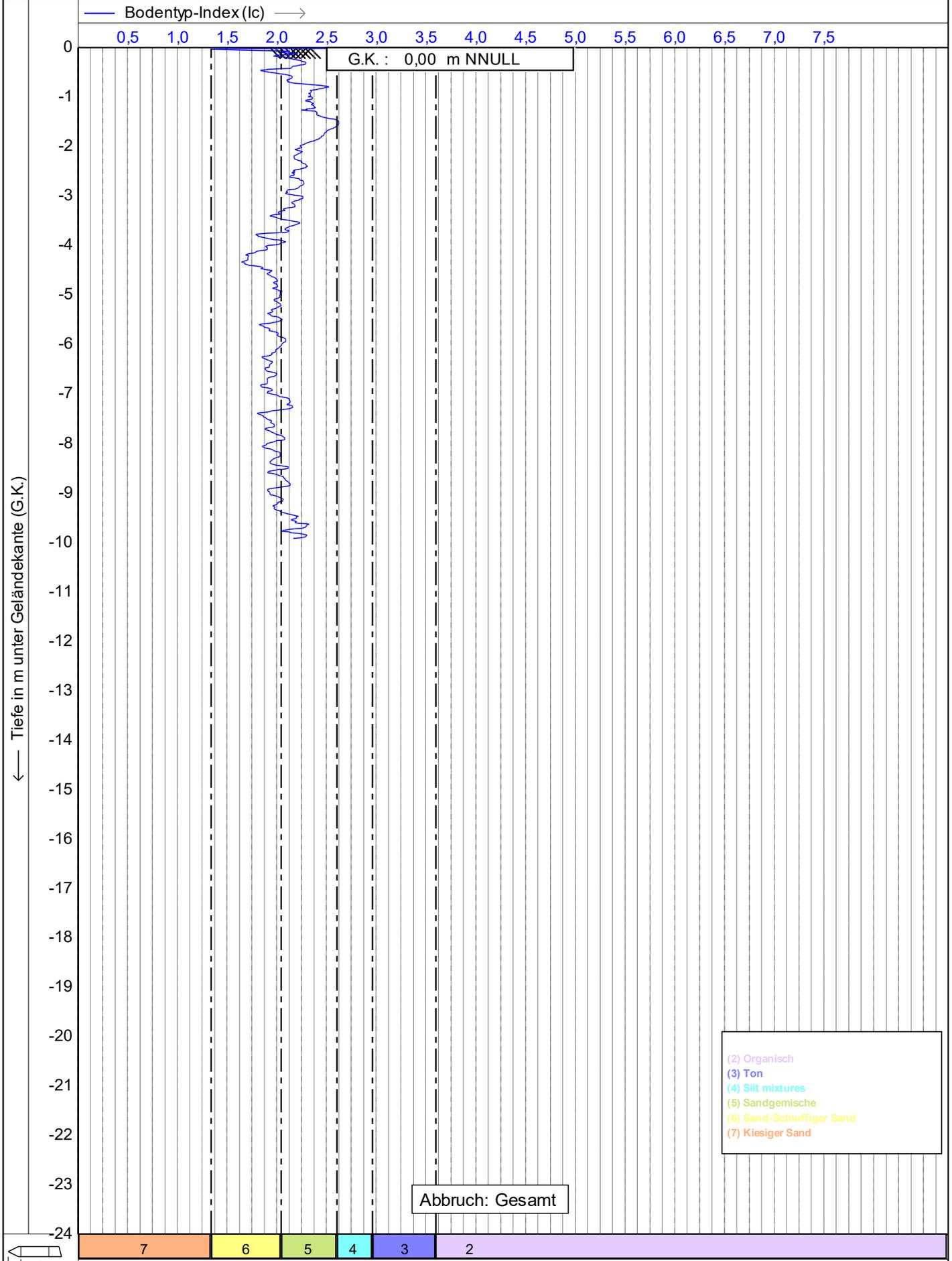
225 cm²
15 cm²



Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)
 Projekt : **Altenberge**
 Ort : **Altenberge**

Datum : **08.11.2021**
 Konus Nr. : **S15CFIL.S20297**
 Projekt Nr. : **20211027-10008**
 CPT Nr. : **CPT D** 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

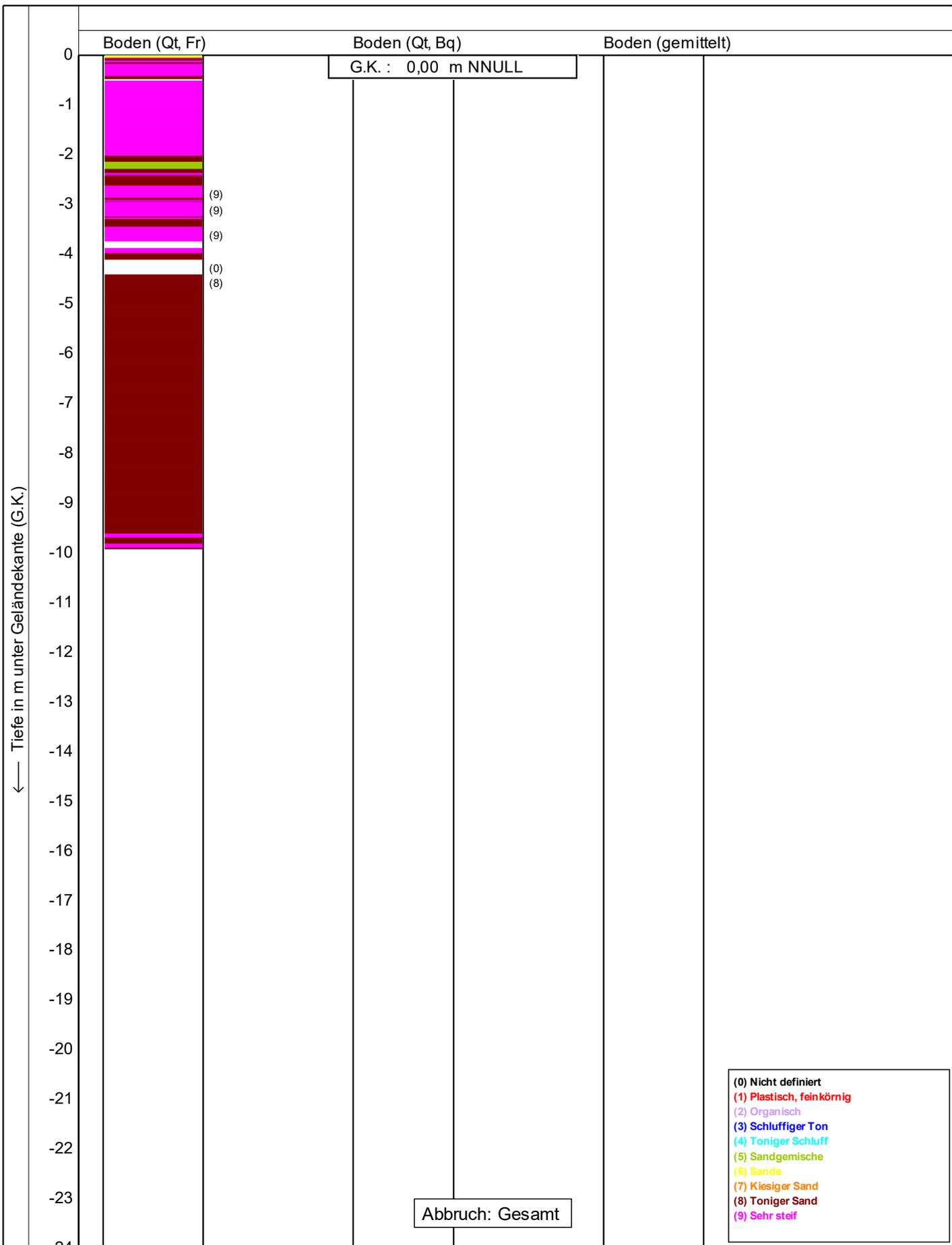
G.K. : 0,00 m NNULL

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

225 cm²
15 cm²



Bodenklassifikation nach Robertson 1990

	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)	Datum : 08.11.2021
	Projekt : Altenberge	Konus Nr. : S15CFIL.S20297
	Ort : Altenberge	Projekt Nr. : 20211027-10008
		CPT Nr. : CPT E 4/5

Winkel der inneren Reibung in Grad →

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

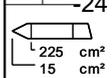
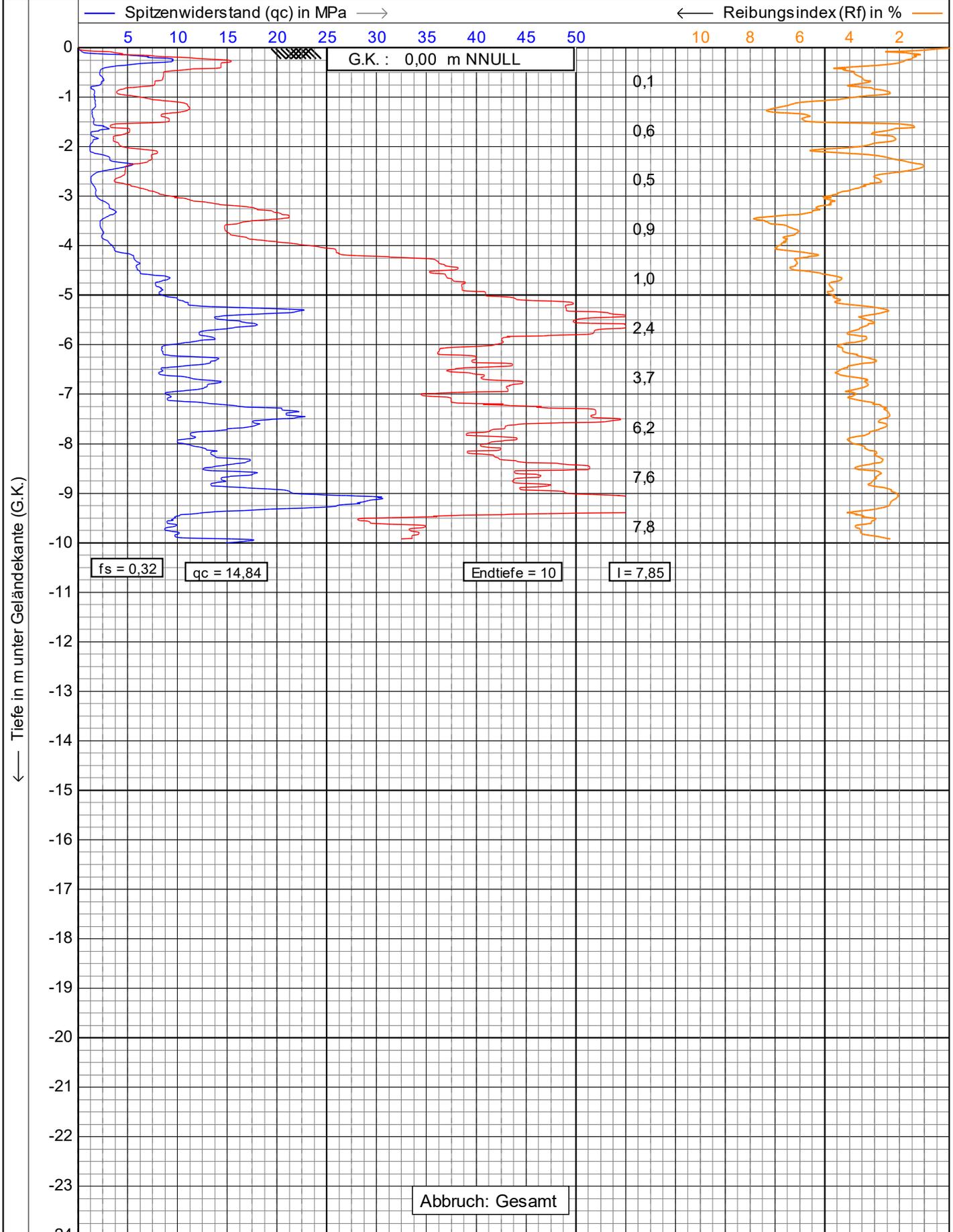
G.K. : 0,00 m NNULL

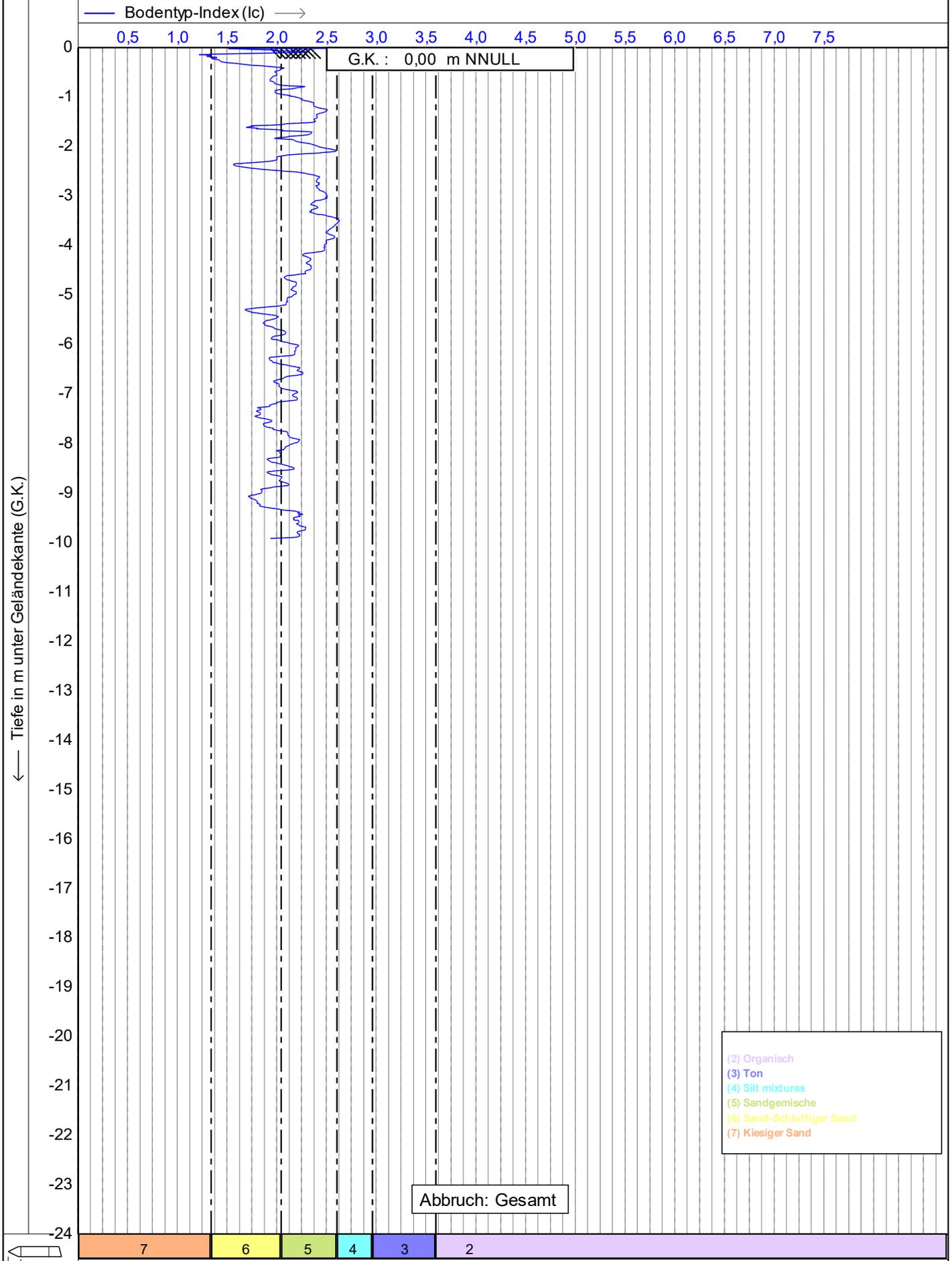
Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

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

225 cm²
15 cm²





225 cm²
 15 cm²

— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

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

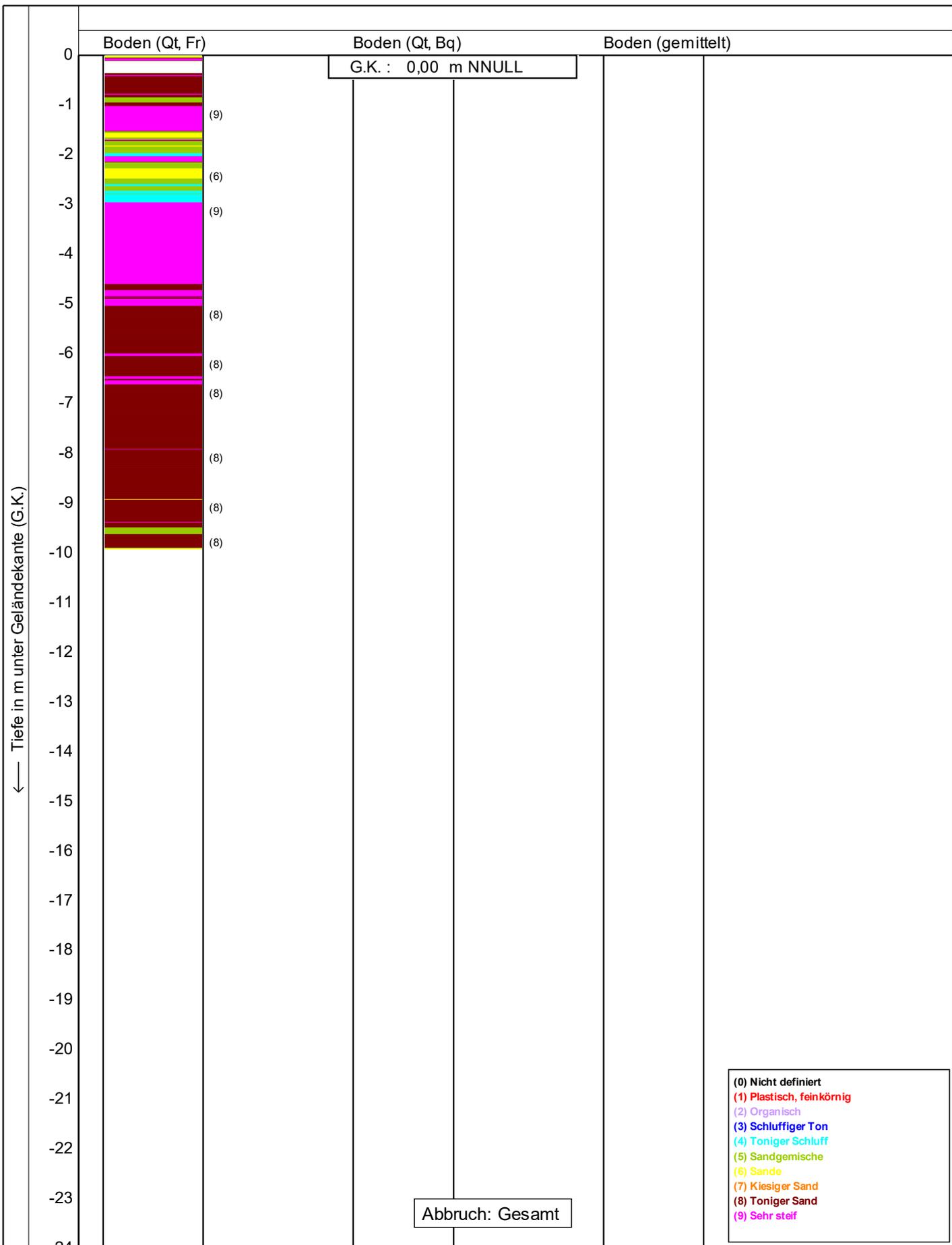
G.K. : 0,00 m NNULL

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

225 cm²
15 cm²



Bodenklassifikation nach Robertson 1990

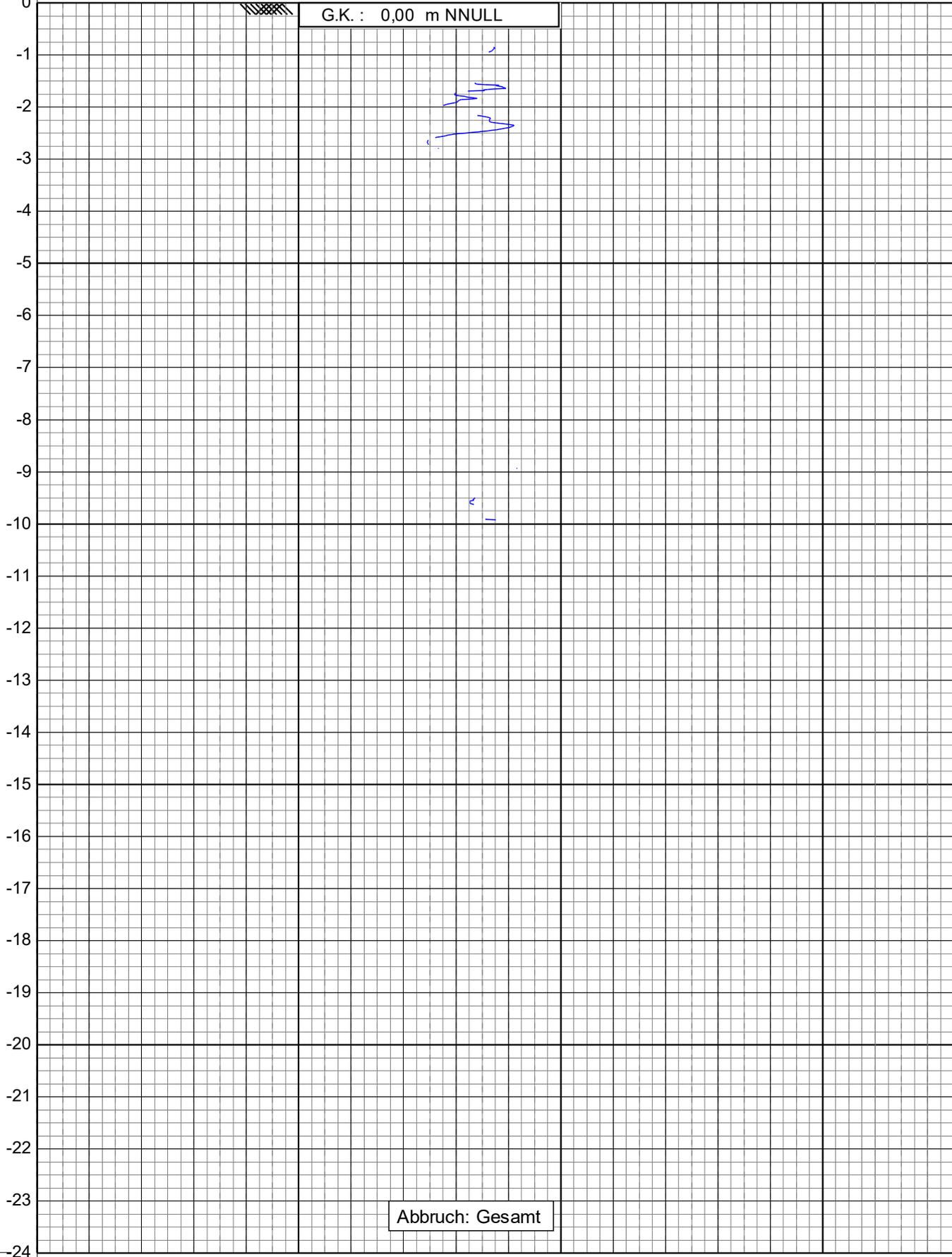
	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)		Datum : 08.11.2021	
	Projekt : Altenberge		Konus Nr. : S15CFIL.S20297	
	Ort : Altenberge		Projekt Nr. : 20211027-10008	
			CPT Nr. : CPT F	4/5

— Winkel der inneren Reibung in Grad —>

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

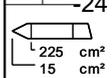
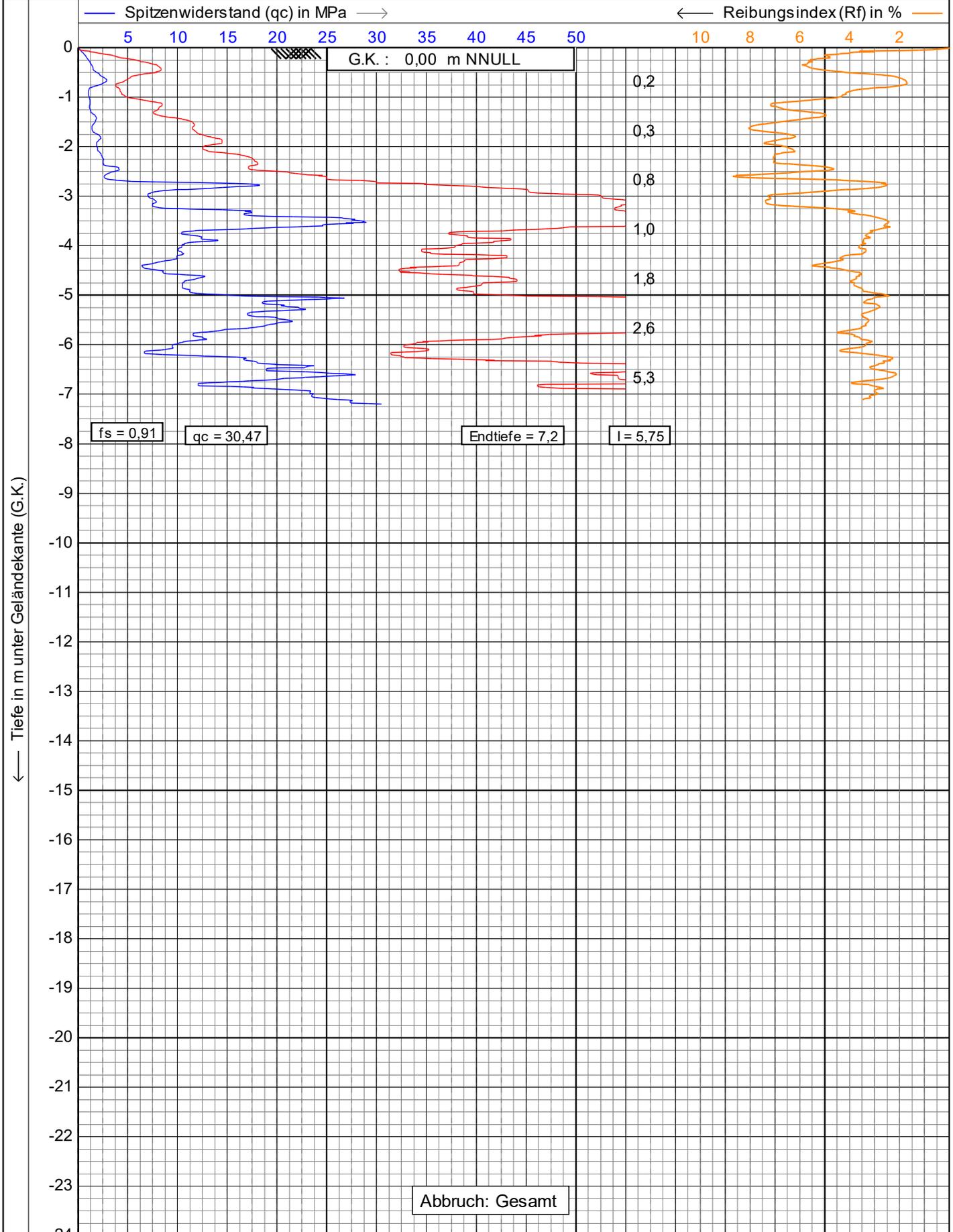
G.K. : 0,00 m NNULL

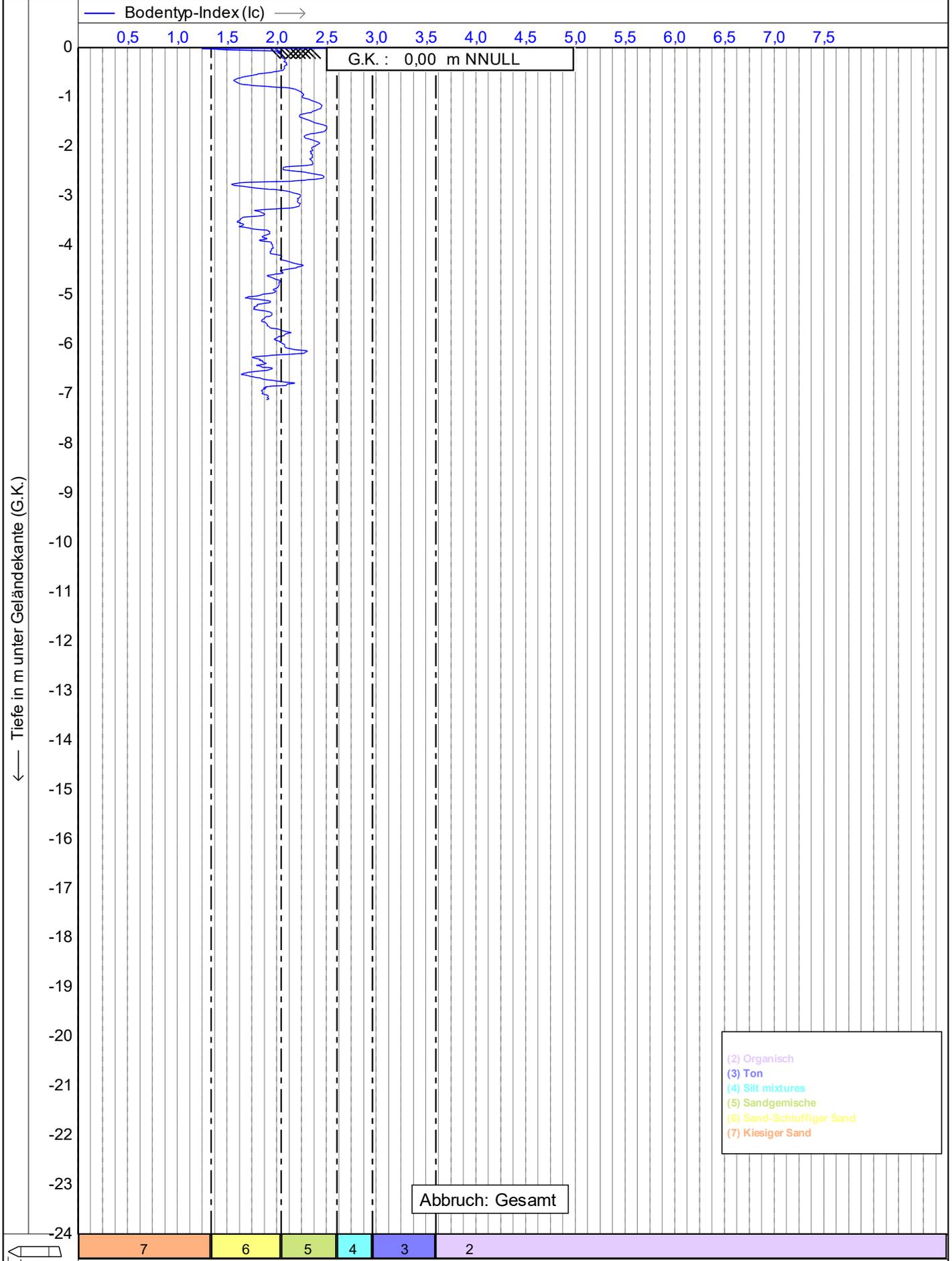
Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)



Abbruch: Gesamt

225 cm²
15 cm²





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

— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

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

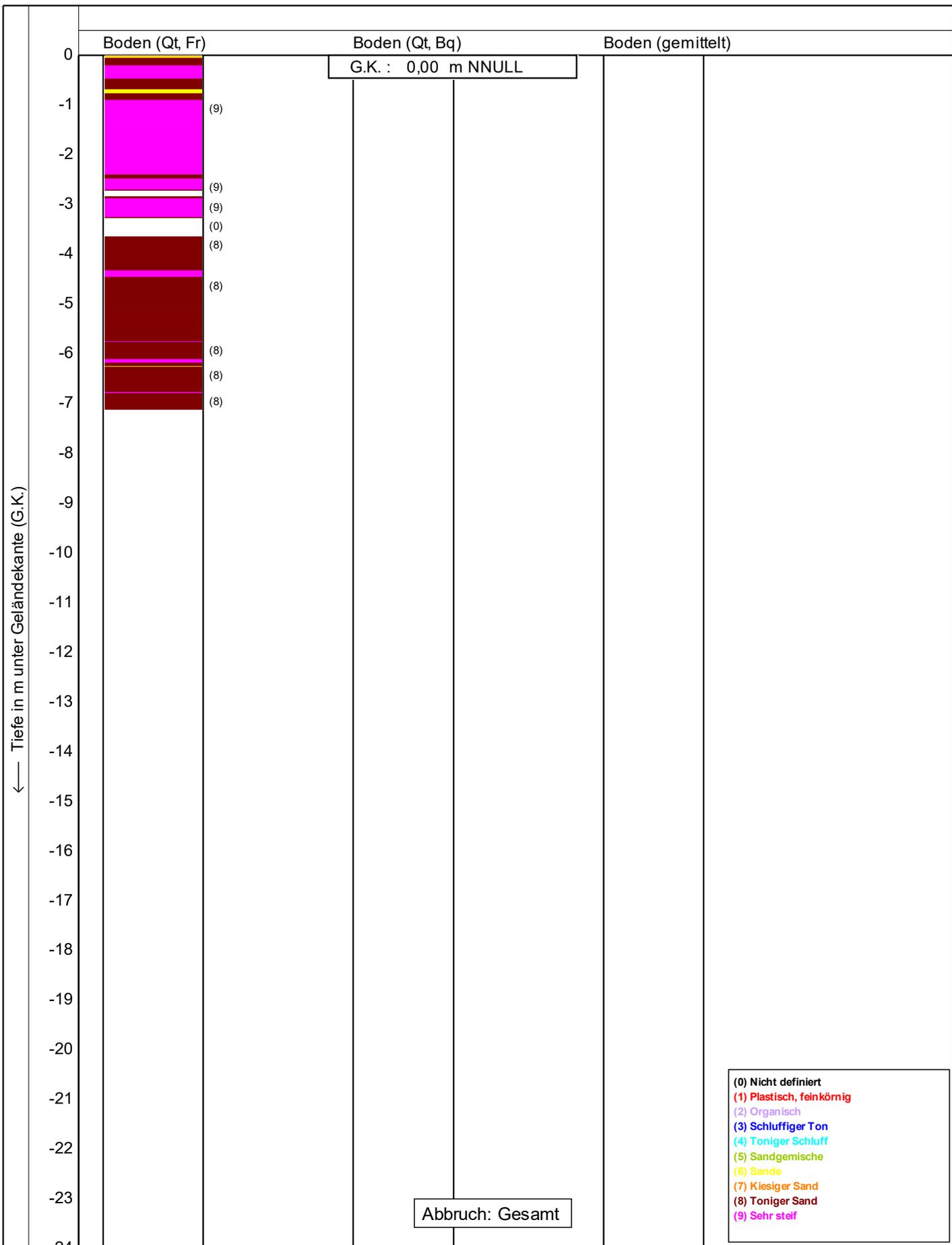
G.K. : 0,00 m NNULL

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

225 cm²
15 cm²



Bodenklassifikation nach Robertson 1990

	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)	Datum : 08.11.2021
	Projekt : Altenberge	Konus Nr. : S15CFIL.S20297
	Ort : Altenberge	Projekt Nr. : 20211027-10008
		CPT Nr. : CPT G 4/5

Winkel der inneren Reibung in Grad →

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

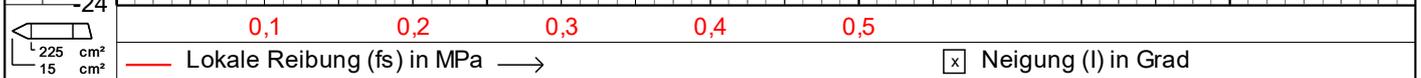
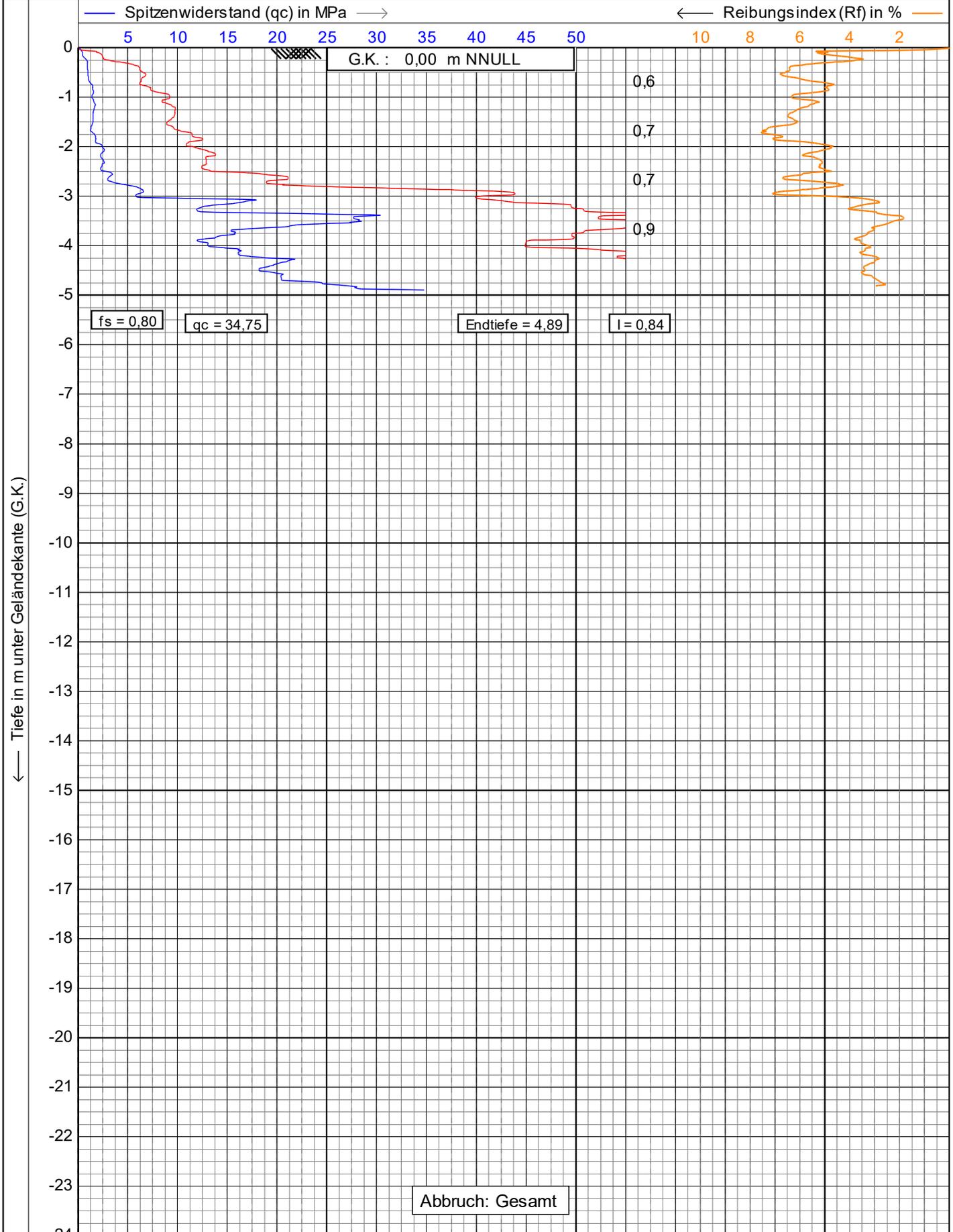
G.K. : 0,00 m NNULL

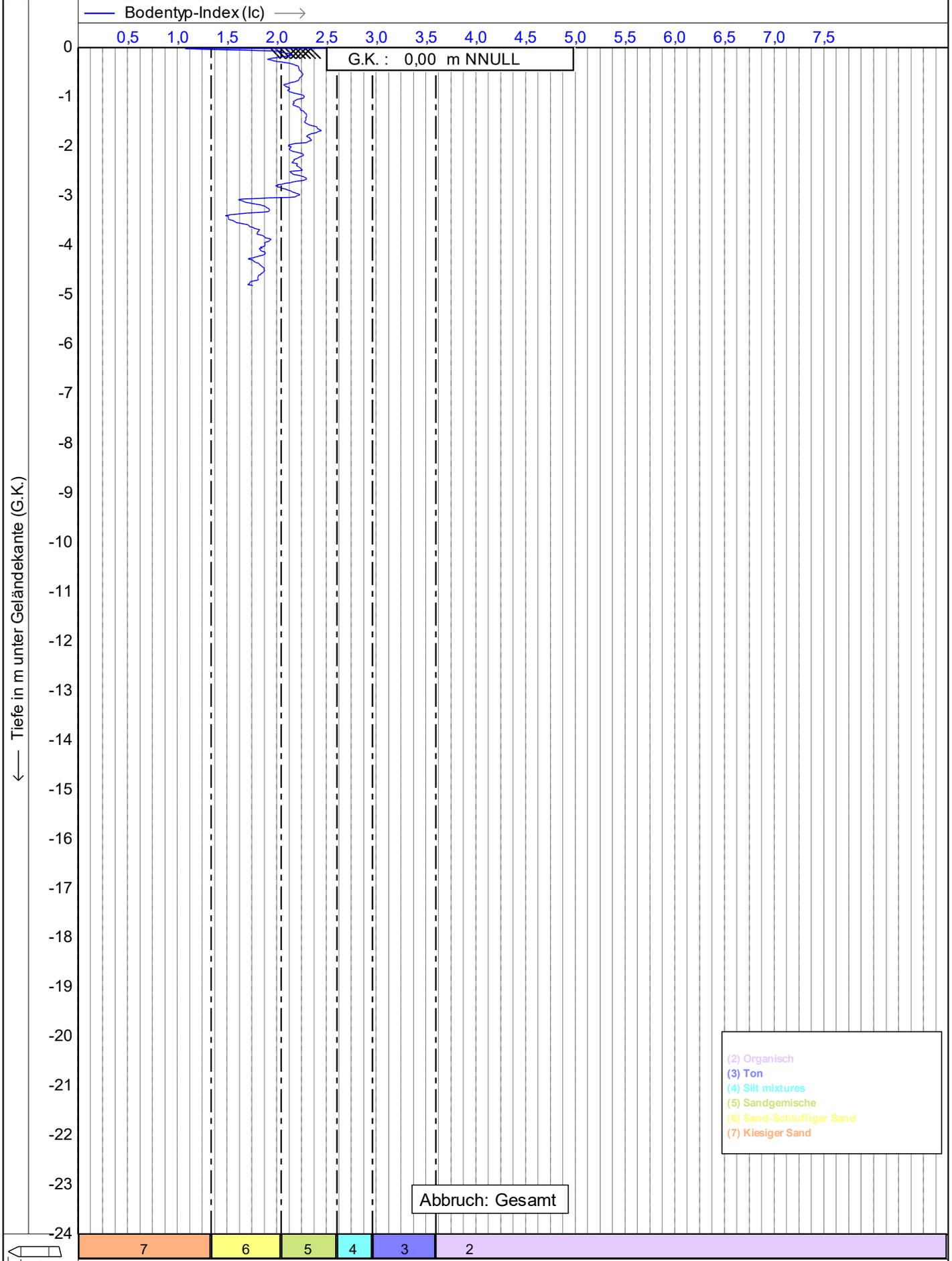
Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

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

225 cm²
15 cm²

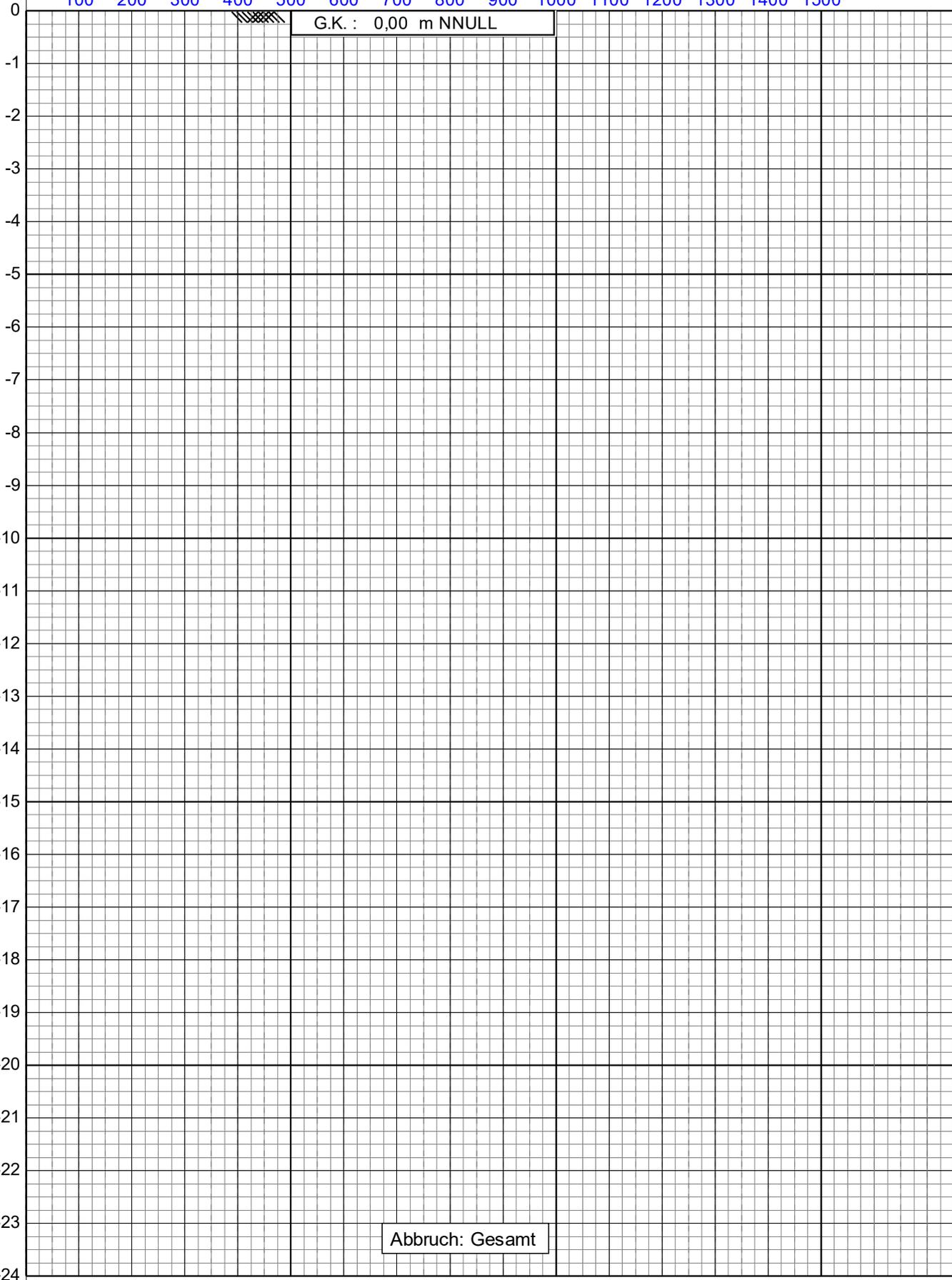




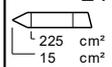
225 cm²
 15 cm²

— 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

geo
technik
heiligenstadt gmbh
Beratende Ingenieure VBI

Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)
 Projekt : **Altenberge**
 Ort : **Altenberge**

Datum : **08.11.2021**
 Konus Nr. : **S15CFIL.S20297**
 Projekt Nr. : **20211027-10008**
 CPT Nr. : **CPT H** | **3/5**

Winkel der inneren Reibung in Grad →

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

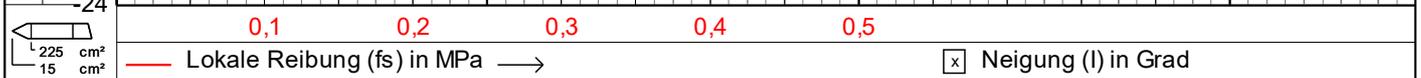
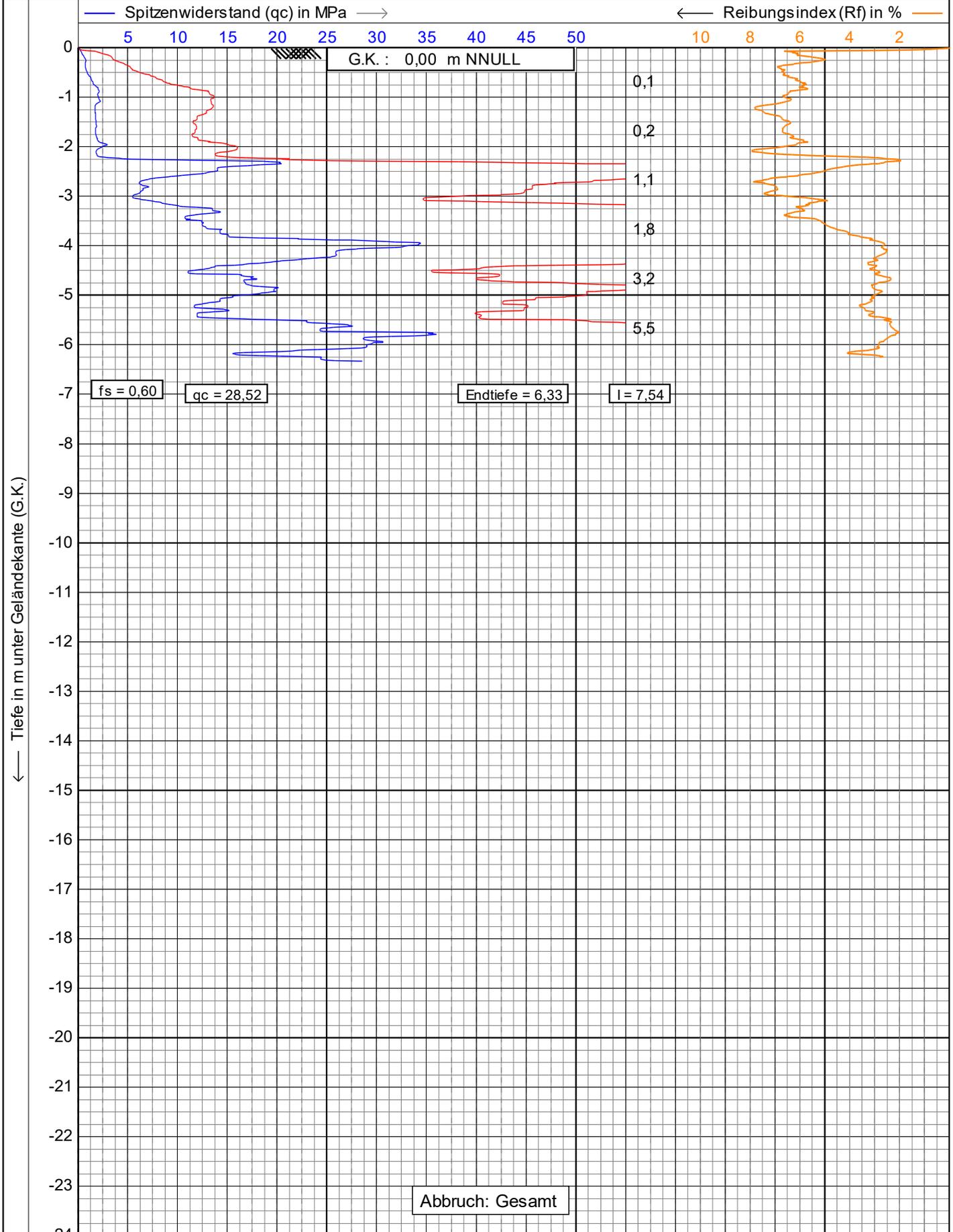
G.K. : 0,00 m NNULL

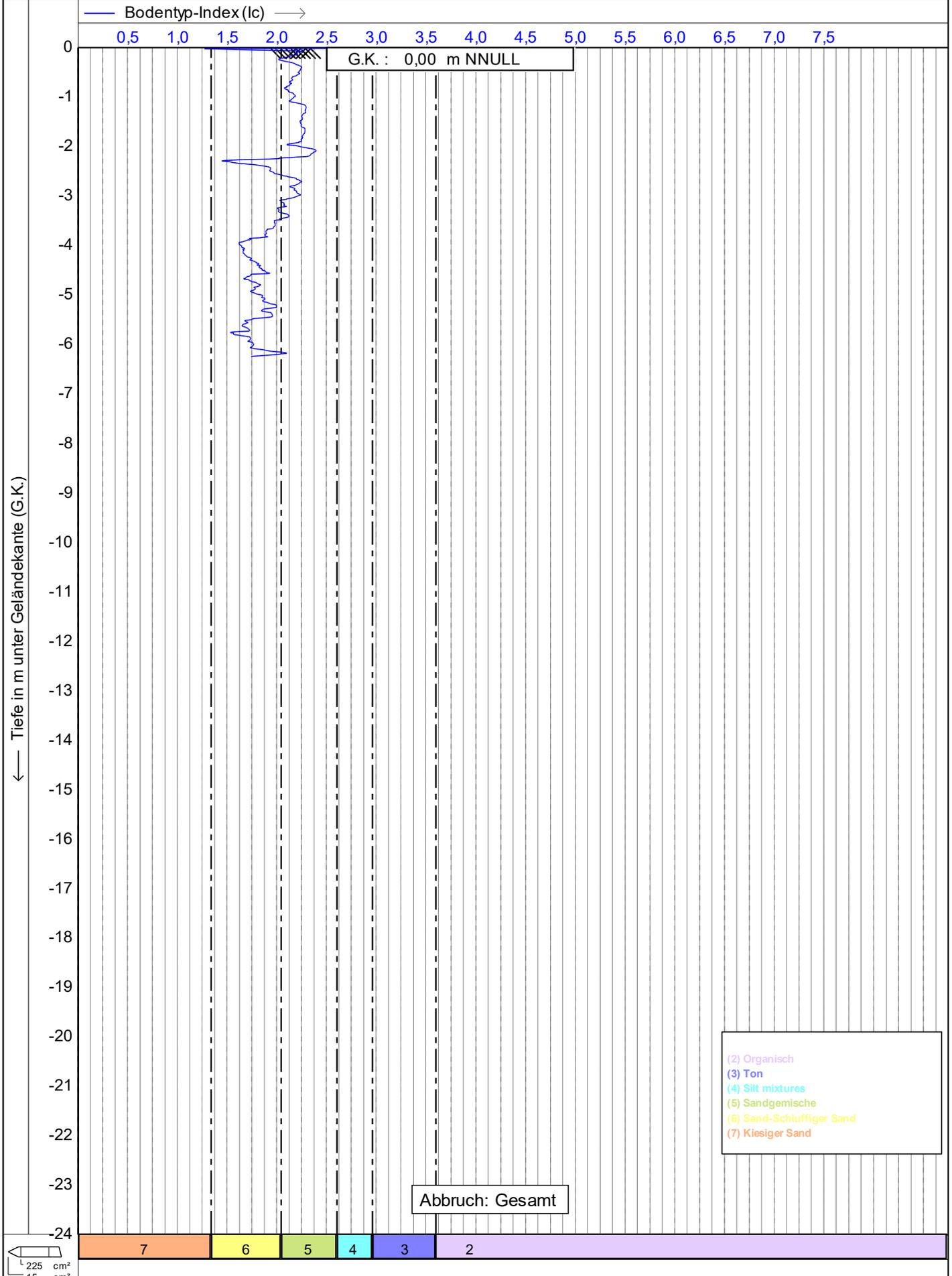
Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

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

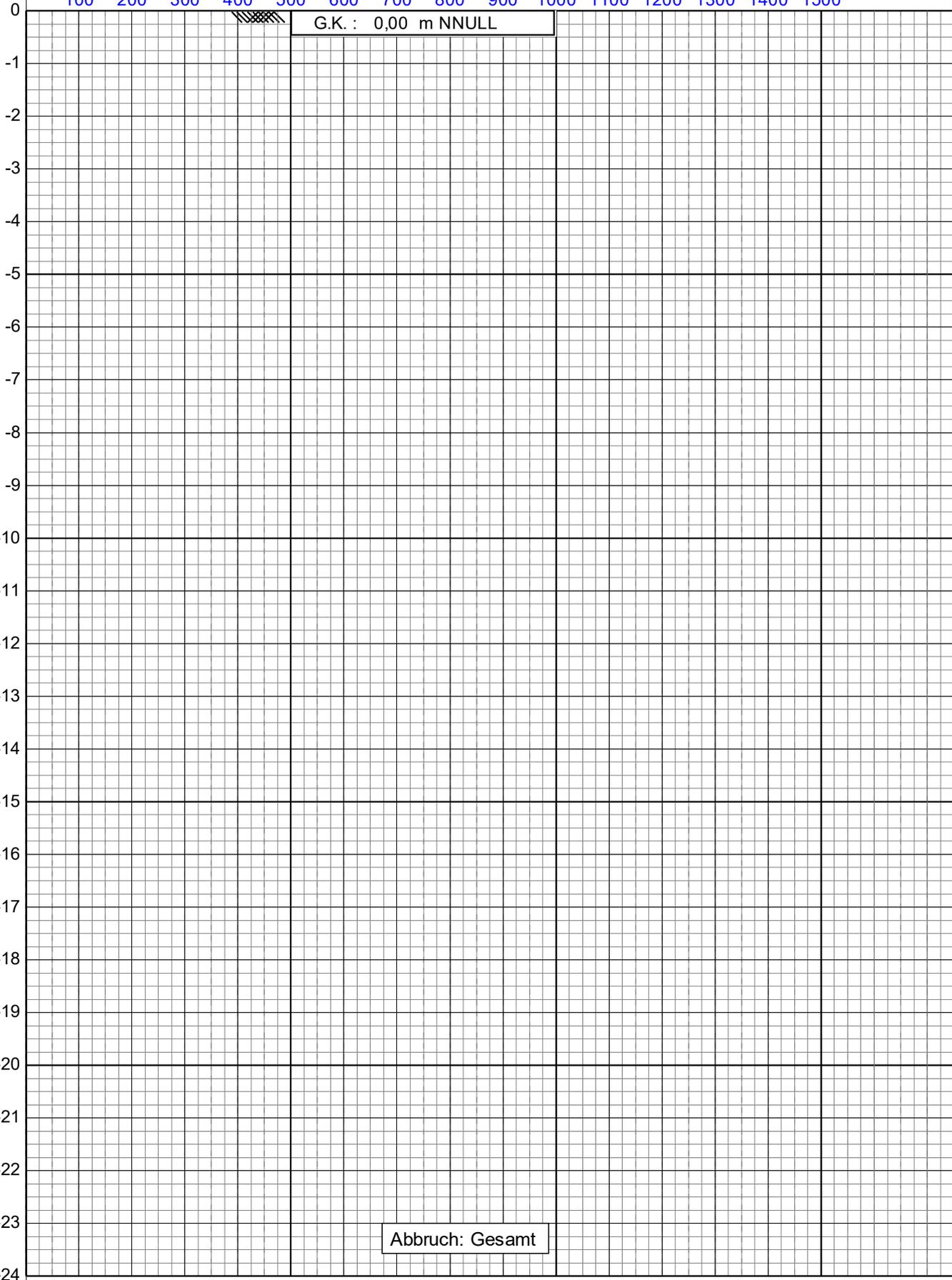
225 cm²
15 cm²





— 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

Winkel der inneren Reibung in Grad →

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

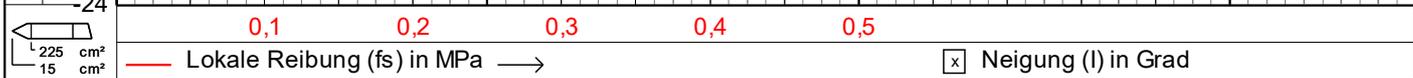
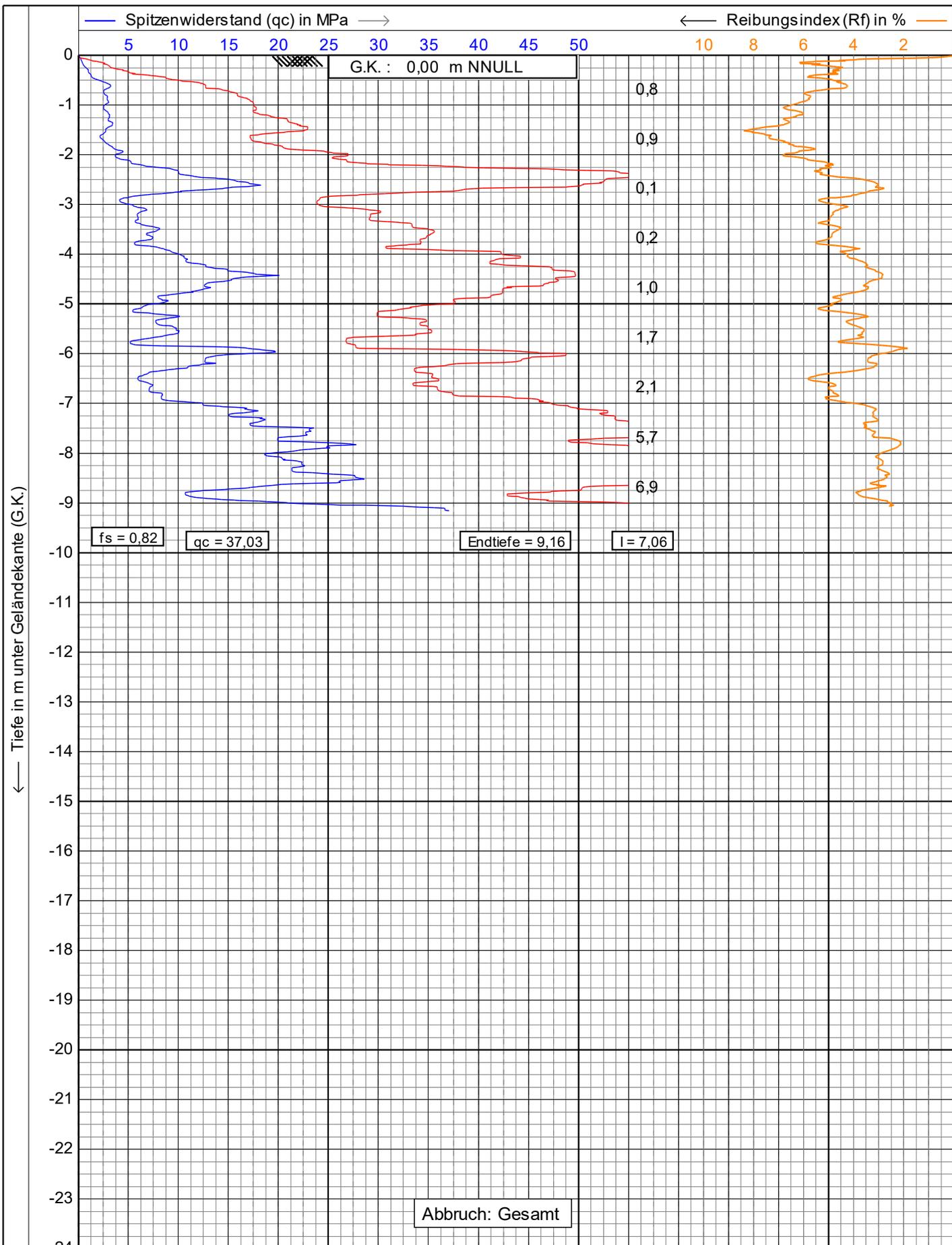
G.K. : 0,00 m NN

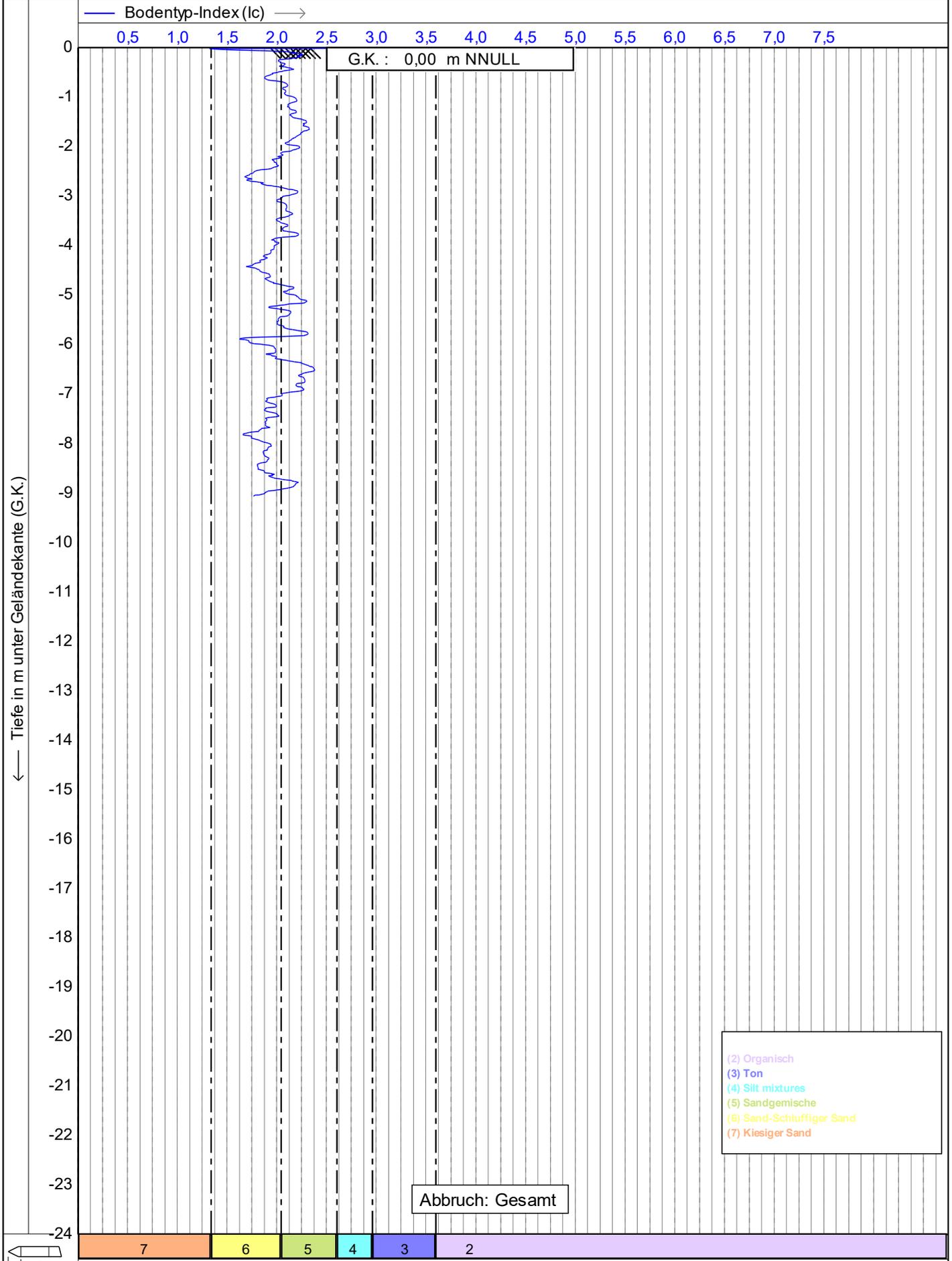
Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

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

225 cm²
15 cm²

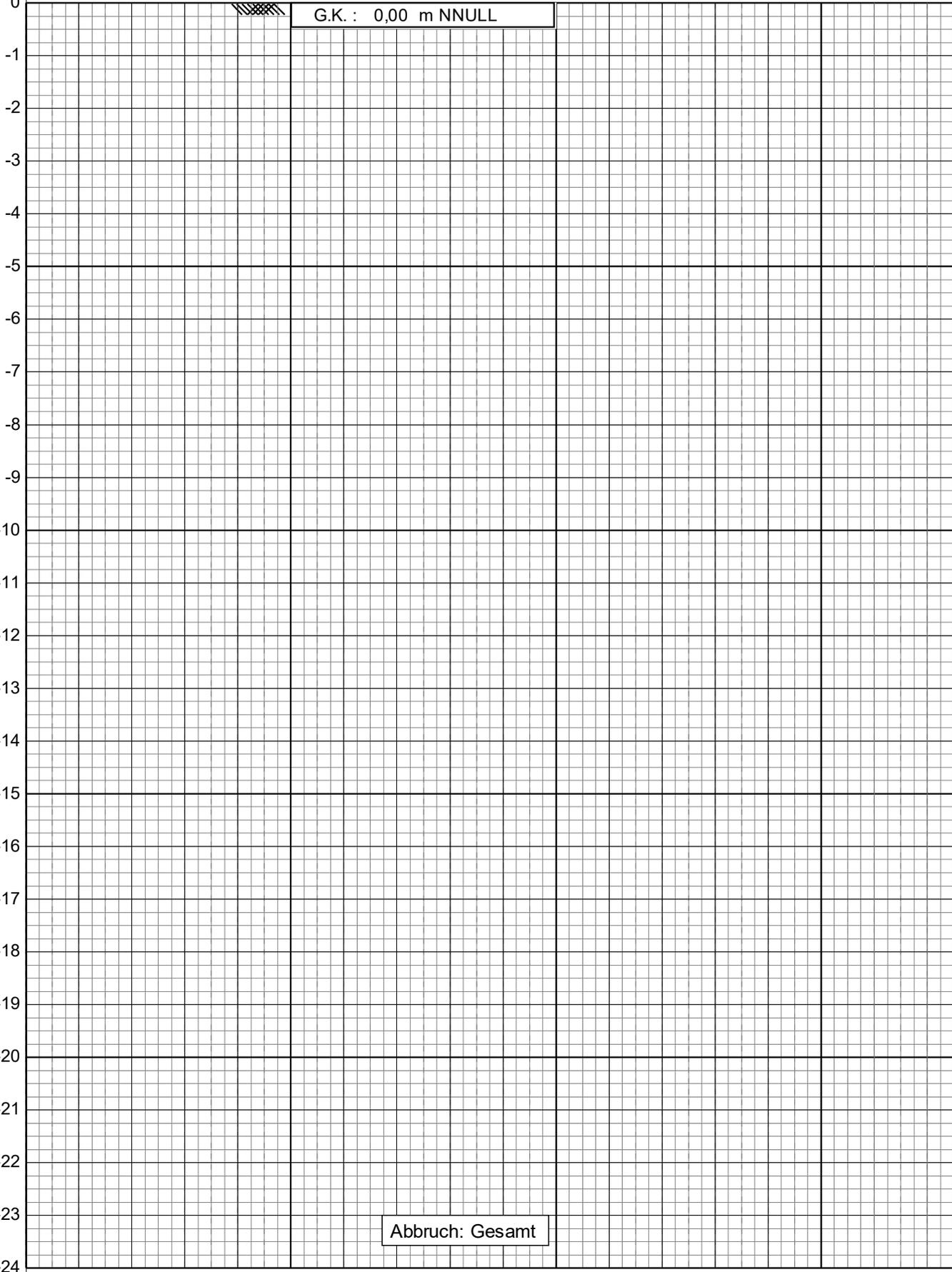




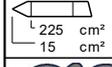
225 cm²
 15 cm²

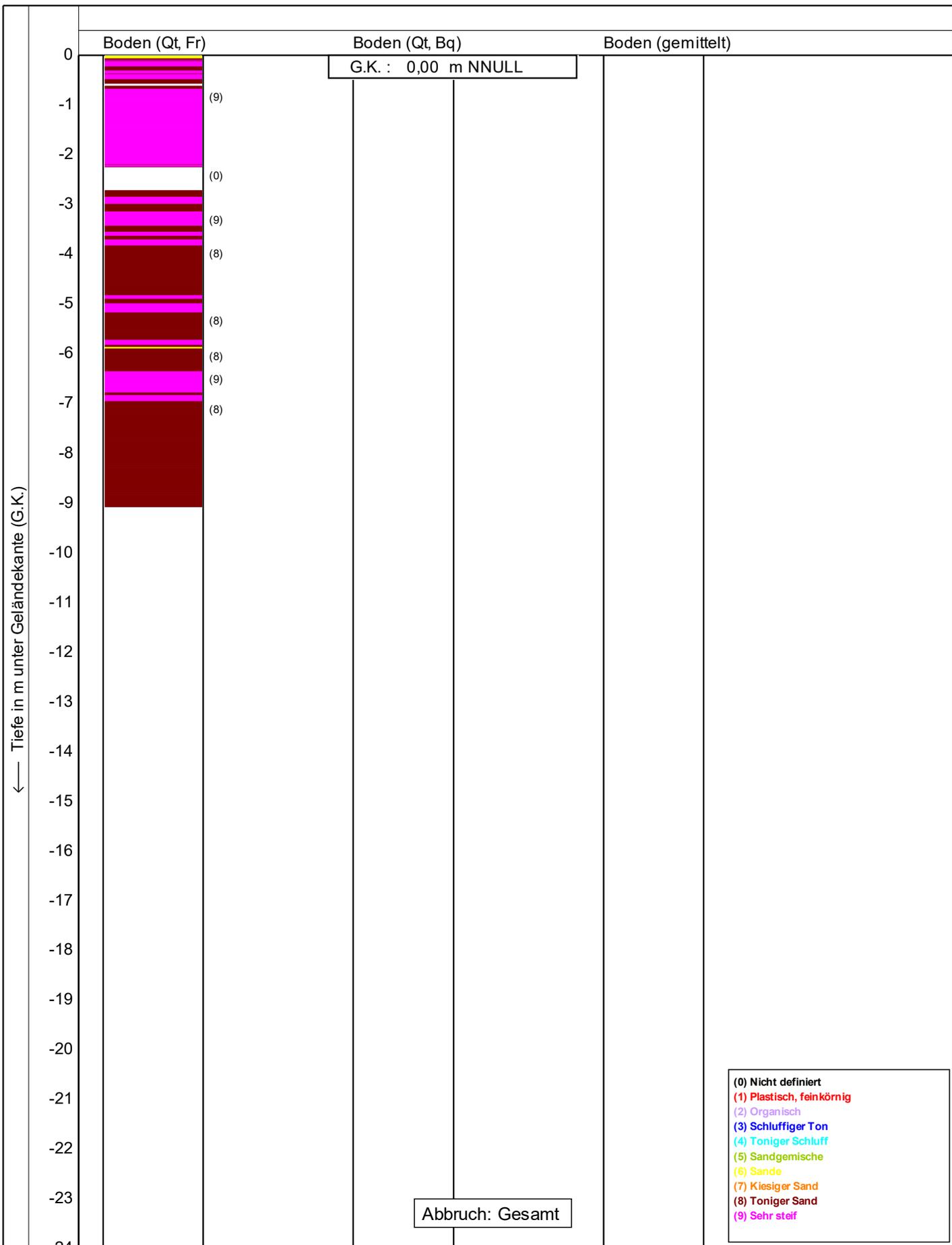
— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

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



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

Bodenklassifikation nach Robertson 1990

	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)	Datum : 08.11.2021
	Projekt : Altenberge	Konus Nr. : S15CFIL.S20297
	Ort : Altenberge	Projekt Nr. : 20211027-10008
		CPT Nr. : CPT J 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 NNULL

Abbruch: Gesamt

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

225 cm²
15 cm²



Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)
Projekt : **Altenberge**
Ort : **Altenberge**

Datum : **08.11.2021**
Konus Nr. : **S15CFIL.S20297**
Projekt Nr. : **20211027-10008**
CPT Nr. : **CPT J** 5/5