



Geokom

Altlasten • Wasserwirtschaft
Dipl.-Geol. Arnd Eickhoff

Kirchstraße 79 A
46539 Dinslaken

Tel.: 0 20 64 / 81 0 81

Fax: 0 20 64 / 81 0 82

E-Mail: info@geokom.de

**BV 2. Werkserweiterung der Trox GmbH in
Isselburg-Anholt
- Ergebnisse einer geotechnischen
Bodenuntersuchung -**

Auftraggeber: **TROX[®] TECHNIK**
The art of handling air

Projekt-Nr.: a 1290-3/18

erstellt am: 30. Oktober 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Vorgang und Veranlassung.....	1
2	Vorhandene Unterlagen.....	1
3	Untersuchungsprogramm.....	2
4	Durchgeführte Tätigkeiten.....	3
4.1	Handschrufe und Feststoffprobennahmen.....	3
4.2	Kleinrammbohrungen und Leichte Rammsondierungen	3
4.3	Zusammenfassender Überblick der technischen Geländeerkundung.....	4
4.4	Laboruntersuchungen.....	4
5	Ergebnisse	5
5.1	Regionale Geologie und Hydrogeologie	5
5.2	Örtlicher Bodenaufbau	5
5.3	Organoleptische Wahrnehmungen	6
5.4	Grund- bzw. Schichtwasser, Hochwasser	6
5.5	Ergebnisse der Rammsondierungen.....	6
5.6	Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen	7
5.7	Bodenklassen und -kennwerte.....	8
6	Homogenbereiche für Erdarbeiten nach DIN 18300	10
7	Angaben zum Bodenab- und –auftrag	11
7.1	Neuer Wall	13
7.1.1	Erdplanum.....	13
7.1.2	Empfehlungen zum Bau der neuen Verwaltung.....	14
7.2	Wiederverwendung arsenbelasteter Böden unterhalb des Bauvorhabens.....	15
7.3	Bereitstellung arsenbelasteter Böden	16
7.4	Feldschlaggraben.....	16
8	Schlussbemerkung.....	17

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Überblick der durchgeführten Geländearbeiten.....	4
Tabelle 2: Mittlere Lagerungsdichten der örtlichen Bodenarten	7
Tabelle 3: Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmungen	7
Tabelle 4: Ergebnisse der Glühverluste nach DIN 18128.....	8
Tabelle 5: Ergebnisse der Bestimmung der Kornverteilung nach DIN 18123	8
Tabelle 6: Ergebnisse der Proctorversuche nach DIN 18127	12

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1** Lageskizze der Aufschlusspunkte (ohne Maßstab)
- Anlage 2** Schurfprofile im Maßstab der Höhe von 1 : 15
- Anlage 3** Bohrprofile mit Schlagzahlendiagrammen im Maßstab der Höhe von 1 : 25
- Anlage 4** Datenblätter bodenmechanische Laborversuche

Legende der Lockergesteine

1 Vorgang und Veranlassung

Im Zusammenhang mit dem Bauvorhaben der 2. Werkserweiterung der Trox GmbH in Isselburg-Anholt (Planungsvariante B.3) wurden ergänzend zu den umwelttechnischen Untersuchungen geotechnische Erkundungen erforderlich.

Die bestehende Verwallung der Issel soll zurückverlegt werden. Hierbei handelt sich nicht um einen Flussschwall im Sinne der DIN 19712. Zugleich ist im Hinblick auf den geplanten Neubau der Halle der bestehende Feldschlaggraben umzulegen. Er soll parallel zur neuen Verwallung geführt werden. Die Länge der zurückzubauenden Verwallung beträgt ca. 550 m. Sie soll westlich und südwestlich der neuen Halle neu errichtet werden. Die Böschungsneigungen des neuen Walls betragen etwa 1 : 2,5 bei einer maximalen Höhe von etwa 1,5 m. Die Längen des bestehenden und neuen Feldschlaggrabens betragen überschlägig 275 bzw. 375 m. Die Sohltiefe soll 1 m betragen.

Für die Neubaumaßnahmen Verwallung und Feldschlaggraben sind Untersuchungen notwendig, die auf die bodenmechanischen Eigenschaften des auszuhebenden (alte Verwallung, Feldschlaggraben) und neu aufzubauenden (Wall) Untergrunds abzielen. Für den vorhandenen Feldschlaggraben waren keine gesonderten Untersuchungen vorgesehen, sofern dieser mit bindigem Bodenmaterial verfüllt und anschließend durch die Geländeanschüttung überschüttet wird.

Basierend auf einem Angebot vom 24.04.2018 erhielt das Büro **Geokom** von der Trox GmbH den Auftrag zur Durchführung der Arbeiten und zur Erstellung eines Untersuchungsberichtes. Die Projektbearbeitung erfolgte in Kooperation mit der GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH, Mülheim an der Ruhr, die die baugrundtechnische Beurteilung vornahm. Das Büro **Geokom** führte die technische Geländeerkundung durch.

2 Vorhandene Unterlagen

Der Auftraggeber bzw. die mit den Planungen beauftragte Gewecke und Partner Beratende Ingenieure GmbH, Lohmar, stellten folgende Unterlagen in digitaler Form zur Verfügung:

- [1] GEWECKE UND PARTNER GMBH: Lageplan mit Stand 22.03.2018 im Originalmaßstab von 1 : 1.000; Zeichnungs-Nr. 457/001-137-18-0
- [2] PROF. DR. TIM MANSFELDT (Arbeitsgruppe Bodengeographie / Bodenkunde des Geographischen Instituts der Universität zu Köln): Bewertung des Mobilisierungspotenzials von Böden mit naturbedingt erhöhten Arsengehalten während und nach der Baumaßnahme (geplante 2. Werkserweiterung); Juli 2018, 27 Seiten

Für die Beurteilung der pedologischen und (hydro-) geologischen Verhältnisse wurde auf folgendes Kartenmaterial zurückgegriffen:

- [3] GEOLOGISCHES LANDESAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (GLA, 1983): Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen im Maßstab 1 : 50.000, Blatt L 4104 Bocholt
- [4] LANDESAMT FÜR WASSER UND ABFALL NRW (LWA, 1978): Hydrologische Karte von Nordrhein-Westfalen im Maßstab 1 : 25.000, Grundrisskarte, Blatt 4104 Anholt (mit Grundwassergleichenplan, Stand Herbst 1964)
- [5] LANDESAMT FÜR WASSER UND ABFALL NRW (LWA, 1978): Hydrologische Karte von Nordrhein-Westfalen im Maßstab 1 : 25.000, Profilkarte, Blatt 4104 Anholt
- [6] LANDESAMT FÜR WASSER UND ABFALL (LWA, 1978): Grundwassergleichen in Nordrhein-Westfalen im Maßstab 1 : 50.000, Blatt L 4104 Bocholt (Stand: Oktober 1973)
- [7] LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (LUA, 1995): Grundwassergleichen in Nordrhein-Westfalen im Maßstab 1 : 50.000, Blatt L 4104 Bocholt (Stand: April 1988).

3 **Untersuchungsprogramm**

Der geplante Erkundungsumfang umfasste schwerpunktmäßig folgende Tätigkeiten:

- **Vorhandene Verwallung**
 - 4 Handschürfe zur Gewinnung von Probenmaterial.
 - 4 Proctorversuche nach DIN 18127.
 - 4 Sieb-/Schlammanalysen nach DIN 18123 (ggf. auch Siebanalysen).
 - 4 Bestimmungen des Glühverlustes.
- **Neue Verwallung**
 - 4 Kleinrammbohrungen mit Endteufen von 2 m zur Bodenansprache und zur Entnahme von Probenmaterial.
 - 7 Leichte Rammsondierungen.
- **Neuer Feldschlaggraben**
 - 3 Handschürfe zur Bodenansprache und zur Entnahme von Probenmaterial.
 - 2 Sieb-/Schlammanalysen nach DIN 18123.
 - 2 Bestimmungen des Glühverlustes.

4 Durchgeführte Tätigkeiten

4.1 Handschürfe und Feststoffprobennahmen

Die Geländearbeiten fanden am 14. und 18.05.2018 durch Personal des Büros **Geokom** statt. In der Lageskizze der Anlage 1 sind die Aufschlusspunkte gekennzeichnet.

In der vorhandenen Verwallung wurden 4 Handschürfe (A – D) angelegt, um Feststoffproben aus dem Wallkörper unterhalb der Oberbodenabdeckung für geotechnische Laboruntersuchungen zu gewinnen. Die Schürfe erreichten eine Tiefe von 1 m unter Ansatzpunkt bei einer Gesamthöhe des Walls von im Mittel etwa 1 m.

Des Weiteren wurden 3 Handschürfe (E – G) im Bereich des neuen Feldschlaggrabens hergestellt, um Feststoffproben aus dem Material unterhalb des Oberbodens für geotechnische Laboruntersuchungen zu gewinnen. Die Schürfe erreichten eine Tiefe von 0,7 bis 0,8 m unter Ansatzpunkt. Auf einen geplanten 4. Aufschlusspunkt wurde aufgrund der schwierigen Schurfherstellung (harter, trockener Boden) verzichtet. Auf die geplante Durchführung von Rammkernsondierungen wurde verzichtet, um mehr Probenmaterial für die labortechnischen Untersuchungen zu gewinnen.

Die Substrate sind als Doppel- bzw. Dreifachproben luftdicht in 10 Liter-Eimer gefüllt worden. Die 6 Mischproben (MP A – MP D, MP E/F und MP G) stehen bis 3 Monate nach Erstellung des Untersuchungsberichtes für etwaige weitere geotechnische Untersuchungen zur Verfügung.

Die Ergebnisse zum Bodenaufbau sind in Form von Schurfprofilen der Anlage 2 zu entnehmen.

4.2 Kleinrammbohrungen und Leichte Rammsondierungen

Im Bereich der neu zu errichtenden Verwallung wurden an 4 Stellen Rammkernsondierungen (RKS I, RKS III, RKS V und RKS VII) als Kleinbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1 mit einer Endteufe von 2,0 m (\varnothing 42 mm) zur Bodenansprache abgeteuft (siehe Anlage 1). Auf die Herstellung 2 weiterer Aufschlüsse wurde verzichtet, da die vorliegende Anzahl für eine Charakterisierung der Bodenverhältnisse als ausreichend erachtet wurde.

Unmittelbar neben den o.g. Untersuchungspunkten sowie an 3 weiteren Stellen (DPL II, DPL IV und DPL V) erfolgten leichte Rammsondierungen (DPL-10) nach DIN EN ISO 22476-2 bis in eine Tiefe von 2,0 m. Anhand des Eindringwiderstands können in Korrelation zum Bohrprofil Angaben über die Lagerungsdichte des Untergrundes abgeleitet werden. Dabei wird

die Schlagzahl n_{10} ermittelt, die jeweils notwendig ist, um die Rammsonde 10 cm tief in den Boden zu treiben

Die Ergebnisse zum Bodenaufbau sowie zum aktuellen Bodenfeuchtezustand sind in Form von Bohr- und Rammprofilen der Anlage 3 zu entnehmen.

4.3 Zusammenfassender Überblick der technischen Geländeerkundung

In der nachfolgenden Tabelle wird eine Übersicht der durchgeführten Geländearbeiten gegeben.

Ifd. Nr.	Aufschlusspunkt	Handschurf [Stck]	Montage / Demontage [Stck]	Kleinrammbohrung Bohrmeter [m]	Leichte Rammsondierung Bohrmeter [m]	BPE		Einmessen n. Lage [Stck]	An- u. Abtransport	
						[Stck]	Bezeichnung			
Vorhandene Verwallung										
1	A	1				1	MP A	1	14.05.2018 18.05.2018	
2	B	1				1	MP B	1		
3	C	1				1	MP C	1		
4	D	1				1	MP D	1		
Neue Verwallung										
5	I		1	2,0	2,0			1		
6	II		1	2,0	2,0			1		
7	III		1	2,0	2,0			1		
8	IV		1	2,0	2,0			1		
9	V		1	2,0	2,0			1		
10	VI		1	2,0	2,0			1		
11	VII		1	2,0	2,0			1		
Neuer Feldschlaggraben										
12	E	1				1	MP E/F	1		
13	F	1						1		
14	G	1				1	MP G	1		
Summe		7	7	8,0	14,0	6		14		

Erläuterungen:

Tabelle 1: Überblick der durchgeführten Geländearbeiten

4.4 Laboruntersuchungen

Aus den Handschürfen im alten Isselwall wurden insgesamt 4 und im neuen Feldschlaggraben insgesamt 2 Bodenmischproben entnommen, wovon die Mischproben MP E und MP F zur MP E/F zusammengefasst wurden (s.a. Anlage 1 und Tabelle 1). Im bodenmechanischen Labor der GUG sind an ausgewählten Bodenproben die natürlichen Wassergehalte nach DIN 18121 T1, die Kornverteilung nach DIN 18123 und der Glühverlust nach DIN 18128 bestimmt worden. Des Weiteren wurde an den für den Wiedereinbau relevanten Bodenproben die Proctor-dichte nach DIN 18127 bestimmt (vgl. Anlage 4). Die Proben werden über max. 6 Monate eingelagert und stehen für evtl. chemische oder weitere bodenmechanische Untersuchungen zur Verfügung.

5 Ergebnisse

5.1 Regionale Geologie und Hydrogeologie

Der Bodenkarte [3] zufolge befindet sich der Untersuchungsbereich in einem Gebiet, in dem großflächig Gley verbreitet ist. Stellenweise steht auch ein Anmoorgley an, der auf extrem humose Bestandteile hinweist. Lithologisch handelt es sich um tonig-lehmige Bachablagerungen der Issel.

Im Liegenden folgen Sande und Kiese (quartäre Terrassenschotter [3], [4], [5]), die den großräumigen Porenquifer darstellen. Ihre Basis ist bei etwa 19 m unter Geländeoberkante zu veranschlagen.

Den amtlichen Grundwassergleichenkarten zufolge befand sich die Grundwasseroberfläche im Oktober 1973, einer Phase vergleichsweise niedriger Grundwasserstände, bei etwa 13,5 - 14,0 m über Normal Null [6]. Die Fließrichtung verlief nach Westen. Im Frühjahr 1988 war eine Phase, in der landesweit mit 14,0 - 14,5 m über Normal Null relative Hochstände zu verzeichnen waren. Dabei bewegte sich das Grundwasser in westnordwestliche Richtung [7].

5.2 Örtlicher Bodenaufbau

Im Bereich des neuen Issel-Walls wurde zuoberst brauner und dunkelbrauner **Oberboden (Schicht 1)** in 30 – 50 cm Stärke angetroffen.

Darunter folgen bis in eine Tiefe von minimal 0,9 m (RKS I, V) und maximal 1,5 m (RKS VII) grauschwarze, rostbraune und graue, tonige, feinsandige und organische Schluffe in weicher bis halbfester Konsistenz, die als **Auenlehm (Schicht 2)** zu klassifizieren sind. Der Auenlehm im Bereich der neuen Verwaltung erreicht eine Mächtigkeit von 0,5 – 1,0 m und im neuen Feldschlaggraben von 0,3 m bis mindestens 0,5 m.

Im Liegenden der Schicht 2 wurden bis mindestens zur Endteufe von 2 m hellgraue **Bachsande (Schicht 3)** erbohrt, die als feinsandige und schwach grobsandige Mittelsande anzusprechen sind.

Der bestehende Issel-Wall besteht aus Oberboden in 40 – 60 cm Stärke, der bis mindestens zur Endteufe von Auenlehm aus feinsandigem, tonigem und organischen Schluff unterlagert wird

5.3 Organoleptische Wahrnehmungen

Das aufgeschlossene Bodenmaterial wurde organoleptisch hinsichtlich Farbe, Geruch, makroskopisch erkennbarer Fremdstoffe oder Konsistenzänderungen überprüft. In den vorkommenden Böden waren keine sensorischen Auffälligkeiten festzustellen.

5.4 Grund- bzw. Schichtwasser, Hochwasser

In den Kleinrammbohrungen wurde zum Zeitpunkt der Untersuchung Grundwasser bei minimal 0,9 m (RKS I, V) und maximal 1,5 m unter Flur (RKS VII) angetroffen. Die übrigen aufgeschlossenen Böden waren erdfeucht bis feucht, teilweise aufgeweicht und vernässt. Unmittelbar an der Südgrenze fließt die Issel von Südosten aus kommend in nordwestlicher Richtung.

Bei den Messungen ist zu berücksichtigen, dass es sich nur um eine kurzfristige Beobachtung handelt und dass die Untersuchungen bei trockener Witterung stattfanden. Wegen der teilweisen geringen Durchlässigkeit von Teilen der anstehenden Böden muss bei fehlender Entwässerung mit Staunässe gerechnet werden. Angesichts der Nähe der Issel dürfte der Grundwasserspiegel mit dem Wasserspiegel der Issel korrespondieren.

Gemäß der im Internet des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrheinwestfalen veröffentlichten Gefahrenkarte liegt das Untersuchungsgebiet im festgesetzten Überschwemmungsbiet der Issel. Seitens der Gewecke und Partner GmbH wird für den Bereich des Untersuchungsgeländes ein Mittelwasserstand von 14,25 m über NN und ein HQ_{100} -Wert von 15,24 m über NN angegeben.

Nach den ebenfalls im Internet veröffentlichten Karten des o.a. Landesamtes liegt das Untersuchungsgelände in keinem Trinkwasser- oder Heilquellenschutzgebiet.

5.5 Ergebnisse der Rammsondierungen

In der Aufstandsfläche des neuen Issel-Walls steht **Auenlehm (Schicht 2)** an, der geringe Schlagzahlen von $n_{10} \approx 1 - 9$ aufweist und damit einen gering konsolidierten Bodenzustand mit weitestgehend weicher bis steifer Konsistenz aus der Bodenansprache bestätigt.

Mit gemessen Schlagzahlen von $n_{10} \approx 6 - 18$, entsprechend einer lockeren bis überwiegend mitteldichten Lagerung für wassergesättigte Sande, wurde unterhalb der Schicht 2 der **Bachsand (Schicht 3)** durchrammt.

Die Rammsondierungen enden in maximal 2 m Tiefe im Bachsand.

In der Tabelle 2 sind die Ergebnisse der Rammsondierungen zusammengefasst.

Örtliche Bodeneinteilung	Bodenart nach DIN 4022	Mittlere Schlagzahlen (DPH)	Lagerungsdichte, Konsistenz
Schicht 2 Auenlehm	U, t, h, fs ^c	n ₁₀ ≈ 1 bis 9	gering konsolidiert
Schicht 3 Bachsand	mS, fs, gs ^c	n ₁₀ ≈ 6 bis 18	locker – mitteldicht

Tabelle 2: Mittlere Lagerungsdichten der örtlichen Bodenarten

5.6 Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Zur Erfassung der Bodenkennwerte wurden im bodenmechanischen Labor an 6 Bodenproben die natürlichen Wassergehalte nach DIN 18121 Teil 1 bestimmt (vgl. Anlage 4.1 bzw. Tabelle 3).

Schicht	Lage	Probe	Tiefe [m]	Wassergehalt [%]
2: Auenlehm	Vorhandene Verwaltung	SCH A	0,5 – 1,0	20,0
		SCH B	0,6 – 1,0	14,9
		SCH C	0,4 – 1,0	10,4
		SCH D	0,5 – 1,0	16,1
	Neuer Feldschlaggraben	SCH E/F	0,3 – 0,8	45,3
		SCH G	0,3 – 0,7	40,9

Tabelle 3: Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmungen

Die natürlichen Wassergehalte im Auenlehm der Verwaltung schwanken zwischen ca. 10 – 20 % und weisen einen relativ trockenen Standort aus. Hingegen ist der Auenlehm im eingebauten Zustand mit rd. 41 – 45 % recht feucht, was auf organische / humose Bestandteile zurückzuführen ist. Die bereichsweise relativ hohen Wassergehalte sind typisch für grundwassergeprägte Gleyböden, die gemäß der Bodenkarte [3] großflächig im Untersuchungsgebiet vorkommen.

Zur Bestimmung der organischen Bestandteile aus der vorhandenen Verwaltung wurde an 6 Proben aus dem Auenlehm auch der Glühverlust nach DIN 18128 bestimmt (vgl. Anlagen

4.12 – 4.14 und Tabelle 4). Ermittelt wurden Glühverluste von $V_{Gl} = 3,3 - 32,8 \%$. Demnach sind die Bodenproben als humos bis stark humos nach DIN 4022 zu klassifizieren.

Schicht	Lage	Probe	Tiefe [m]	Glühverlust [%]	Einstufung nach DIN 4022
2: Auenlehm	Vorhandene Verwallung	SCH A	0,5 – 1,0	3,3	humos
		SCH B	0,6 – 1,0	32,8	stark humos
		SCH C	0,4 – 1,0	5,8	
		SCH D	0,5 – 1,0	4,7	humos
	Neuer Feldschlaggraben	SCH E/F	0,3 – 0,8	11,5	stark humos
		SCH G	0,3 – 0,7	11,8	

Tabelle 4: Ergebnisse der Glühverluste nach DIN 18128

Weiter erfolgte die Bestimmung der Kornzusammensetzung nach DIN 18123 durch Siebanalysen an den v.g. Proben (vgl. Anlagen 4.2 – 4.7 und Tabelle 5).

Schichteinheit	Lage	Probe	Tiefe [m]	T + U / S / G [%]	Bodengruppe DIN 18196
2: Auenlehm	Vorhandene Verwallung	SCH A	0,5 – 1,0	14 / 74 / 12	SU
		SCH B	0,6 – 1,0	21 / 76 / 3	SU*
		SCH C	0,4 – 1,0	9 / 89 / 2	SU
		SCH D	0,5 – 1,0	9 / 84 / 7	
	Neuer Feldschlaggraben	SCH E/F	0,3 – 0,8	32 / 67 / 1	SU*
		SCH G	0,3 – 0,7	32 / 47 / 21	

Tabelle 5: Ergebnisse der Bestimmung der Kornverteilung nach DIN 18123

5.7 Bodenklassen und -kennwerte

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse können den örtlichen Bodenarten die folgenden bodenmechanischen Kennwerte und Bodenklassen zugeordnet werden.

Für alle Schichten gilt, dass die Zuordnung der angetroffenen Böden zu den aufgeführten Bodengruppen und -klassen nach überschlägigen Bestimmungen zur Zusammensetzung und Eigenschaft der Böden so vorgenommen wurde, wie sie die DIN 4022 Teil 1 im Gelände vorsieht. Bei den angegebenen Kennwerten handelt es sich um charakteristische Werte gemäß der

DIN 1054: 2010-12. Sie entsprechen den Empfehlungen der DIN 1055-2: 2010-11 sowie eigenen Erfahrungen. Sie können ggf. durch Laborversuche verifiziert werden. Der Oberboden wird bei der Auflistung nicht berücksichtigt. Grundwasser wurde in Tiefen von 0,9 – 1,5 m angetroffen.

Zusätzlich zur aktuellen DIN 18300 werden noch die alten Bodenklassen dargestellt. Die Einteilung in Homogenbereiche nach aktueller Norm ist in Kapitel 6 enthalten.

Auenlehm (Schicht 2)

Der alte Wall besteht aus dem anstehenden Auenlehm. Beide Böden werden zur Bodeneinheit Schicht 2 zusammengefasst. Sie bestehen aus tonigen, feinsandigen und organischen Schluffen in weicher bis halbfester Konsistenz mit organischen Beimengungen. Je nach Sandanteil kann auch Sand als Hauptbodenart vorkommen.

Bodengruppe nach DIN 18196		SU, SU*, UL, UM, OU
Bodenklasse nach DIN 18300-alt		(2), 3, 4
Frostempfindlichkeit nach ZTV E		F1, F3
Wichte erdfeucht	γ	15 – 19,5 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	γ'	5 – 9,5 kN/m ³
Innerer Reibungswinkel	φ'	22,5 – 30°
Kohäsion	c'	0 kN/m ²
Steifemodul (abgeschätzt)	E_s	2 – 50 MN/m ²

Bachsand (Schicht 3)

Der Bachsand besteht aus feinsandigen und schwach grobsandigen Mittelsanden und ist grundwassererfüllt.

Bodengruppe nach DIN 18196		SE, SW, SI
Bodenklasse nach DIN 18300-alt		3
Frostempfindlichkeit nach ZTV E		F1
Wichte erdfeucht	γ	19 - 20 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	γ'	5 – 9,5 kN/m ³
Innerer Reibungswinkel	φ'	30°
Kohäsion	c'	0 kN/m ²
Steifemodul (abgeschätzt)	E_s	10 – 50 MN/m ²

6 Homogenbereiche für Erdarbeiten nach DIN 18300

Entsprechend den vorliegenden Plänen und den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung ist das Bauvorhaben gemäß DIN EN 1997-1 Eurocode 7 der geotechnischen Kategorie GK 1 zuzuordnen.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse können die örtlichen Böden in die folgenden Homogenbereiche nach DIN 18300 eingeteilt werden. Bei der Festsetzung wurde ein Mobil- bzw. Hydraulikbagger 8 – 40 t als einsetzbares Standarderdbaugerät angenommen.

Die Angaben umfassen den für die GK 1 erforderlichen Umfang und basieren auf den in Kapitel 3 angegebenen Bodenschichten sowie den zugehörigen Bodenkennwerten und deren Bandbreite. Sofern eine exakte Bestimmung erforderlich ist, sind weitere bodenmechanische Laborversuche durchzuführen. Hinsichtlich der Angabe zu den Steinen und Blöcken nach DIN EN ISO 14688-1 ist anzumerken, dass hierzu sehr große Proben erforderlich wären. Es ist nicht möglich repräsentative Proben aus Bohrungen bzw. Handschürfen zu gewinnen, um diese Klassifizierung anzuwenden. Ersatzweise erfolgte eine qualitativ statistische Bewertung. Die angegebenen Bandbreiten für Konsistenz und Plastizität gelten für die bindigen und gemischtkörnigen Böden, die Angaben zur Lagerungsdichte für die gemischt- und grobkörnigen Böden.

Die Unterteilung der Homogenbereiche kann in Abstimmung mit der Planung noch variiert werden.

Homogenbereich 0: Oberboden

Der Oberboden kommt in einer Dicke von ca. 30 - 50 cm vor.

Bodengruppe nach DIN 18196

OH

Homogenbereich I: Auenlehm und alter Wall

Der Homogenbereich HB I folgt unterhalb des Oberbodens und reicht bis in eine Tiefe von maximal etwa 1,5 m.

Bodengruppe nach DIN 18196	SU, SU*, UL, UM, OU
Steine / Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	Anteil an Steinen und Blöcken unwahrscheinlich
Konsistenz	weich - halbfest
	I _c 0,5 – > 1,0
Plastizität	I _p 5 – 20 %
Umweltrelevante Einstufung	Z 0 bis > Z 2 nach LAGA TR Boden

Homogenbereich II: Bachsand

Der Homogenbereich HB II folgt unterhalb des HB I und reicht bis in eine Tiefe von maximal mindestens 2 m.

Bodengruppe nach DIN 18196	SE, SW, SI
Steine / Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	Anteil an Steinen möglich Blöcke unwahrscheinlich
Lagerungsdichte	locker – mitteldicht
	D 0,15 – 0,65
Umweltrelevante Einstufung	nicht untersucht

7 Angaben zum Bodenab- und –auftrag

Zum Zeitpunkt der Beauftragung war vorgesehen, den alten Wall abzutragen und für den Aufbau des neuen Walls bzw. im Bereich der Werkserweiterung zu verwenden. Daher sind Verdichtungsprüfungen in Form von Proctorversuchen nach DIN 18127 P 100 Y an 4 Proben aus dem alten Wall durchgeführt worden. In Tabelle 6 sind die ermittelten Proctordichten mit dem jeweiligen Wassergehalt aufgelistet und in den Anlagen 4.8 – 4.11 beigefügt.

Probe	opt. D_{Pr} [g/cm ³]	w opt. [%]	D_{Pr} 95 % [g/cm ³]	w 95 % [%]
SCH A	1,495	28,3	1,420	26,5 / 32,1
SCH B	1,680	15,5	1,596	11,7 / 21,9
SCH C	1,583	19,0	1,504	12,7 / 27,5
SCH D	1,661	18,2	1,578	14,3 / 24,4

Tabelle 6: Ergebnisse der Proctorversuche nach DIN 18127

Für den Einbau gelten die im Leistungsverzeichnis genannten Anforderungen an den Verdichtungsgrad (D_{Pr}) und Luftporenanteil (n_a). Im Hinblick auf die Ausführung und den Ablauf der Bauarbeiten sind folgende Empfehlungen bzw. Anmerkungen zu geben.

Unter Berücksichtigung des uns seit September 2018 vorliegenden Gutachtens von Prof. Mansfeldt [2] sind sämtliche Arsen-belasteten Böden im Zuge der Zwischenlagerung generell nicht zu verdichten. Bei Einbau und Verdichtung sind geringe Bodenwassergehalte zu erhalten. Ein Einbau im neuen Wall schließt sich – vorbehaltlich der geotechnischen Eigenschaften – nach entsprechender Trocknung / Zwischenlagerung nicht aus.

Baugrubenböschungen

Sofern Baugrubenböschungen angelegt werden, haben diese der DIN 4124 zu entsprechen. Sie können bis 1,25 m senkrecht und darunter in den Lockerböden mit einem Winkel von maximal $\beta \leq 45^\circ$ angelegt werden. Bei aufgeweichten Bodenverhältnissen kann eine weitere Abflachung der Böschungen erforderlich werden. Für Baugruben, deren Sohle unter dem Grundwasserspiegel liegt, ist dem Abtrag vorausgehend, wie nachfolgend beschrieben, eine entsprechende Absenkung des Grundwasserspiegels einzurichten.

Bauzeitliche Wasserhaltung

Da die angetroffenen Böden teilweise nur gering wasserdurchlässig sind, muss bei feuchter Witterung mit Schichtwasser und dem Einstau von Oberflächenwasser gerechnet werden. Für den Bauzustand sollte die Möglichkeit bestehen, eine offene Wasserhaltung einzurichten.

Nach derzeitigem Planungsstand erwarten wir keine Eingriffe in das Grundwasser, allenfalls beim Anlegen des Feldschlaggrabens kann abschnittsweise und jahreszeitlich bedingt, die Grundwasseroberfläche freigelegt werden. Bauwerke, die ins Grundwasser eingreifen sind nicht vorgesehen.

Wegen der geringen Wasserdurchlässigkeit des durchgängig vorhandenen Auenlehms ist das zumindest zeitweise Auftreten von gespannten Grundwasserständen in Baugruben möglich. Auch ist bei hohen Grundwasserständen, wie z.B. nach Hochwasser in der Issel, infolge drückenden Grundwassers mit hohen Bodenwassergehalten und Grundwasseraustritten an der Geländeoberfläche zu rechnen.

Allgemein wird empfohlen, die Erdarbeiten bei Niedrigwasserständen der angrenzenden Issel durchzuführen.

7.1 Neuer Wall

Bei der neu herzustellenden Verwallung handelt es sich nicht um einen Flussdeich im Sinne der DIN 19712. Ein Standsicherheitsnachweis ist aufgrund der geringen Höhe nicht erforderlich.

7.1.1 Erdplanum

Das Erdplanum für die neue Verwallung besteht aus frostempfindlichem (F3) Boden, der nach ZTV E-StB 17 ausreichend zu schützen ist. Es ist nicht mit schweren Radfahrzeugen zu befahren und darf nicht ungeschützt dem Frost oder feuchter Witterung ausgesetzt werden. Daher ist auf ein abschnittsweises Vorgehen zu achten. Ein Wassereinstau auf dem Planum während der Bauzeit oder im Endzustand ist zu vermeiden. Ggf. sind entsprechende Entwässerungsmaßnahmen (Quergefälle, Dränleitungen usw.) vorzusehen. Vor der Herstellung der Verwallung ist eine Nachverdichtung des Erdplanums in 3 - 4 Übergängen vorzusehen. Die ausreichende Tragfähigkeit ist anschließend durch Plattendruckversuche nach DIN 18134 zu prüfen. Dabei ist nach ZTV E-StB 17 auf dem Erdplanum ein Zweitverformungsmodul von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ zu erzielen.

Nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung ist mit einem nicht ausreichend tragfähigem Erdplanum zu rechnen. Sofern die erforderliche Tragfähigkeit des Planums durch Nachverdichtung nicht zu erreichen ist, ist eine **Unterbauverbesserung** (Sohlstabilisierung) erforderlich. Da (kalkhaltige) hydraulische Bindemittel wegen der Arsen-Belastung nicht verwendet werden sollen, wird die Bodenverbesserung in Abhängigkeit vom Bodenwassergehalt erforderlich. Dies kann bei weichen bis breiigen Boden durch das Einwalzen von Grobschlag ins Erdplanum erfolgen oder durch das Herstellen einer Basisschüttung aus Grobschotter z.B. der Körnung 50/150 in einer Dicke von ca. 0,2 - 0,4 m. Der genaue Umfang ist z.B. durch die örtliche, geotechnische Bauleitung nach den örtlichen Gegebenheiten, in Abhängigkeit von den vom Erdbauer durchgeführten Nachverdichtungsleistungen, festzulegen. Die erste Lage Grobschotter (Krotzenlage) ist ausschließlich statisch zu verdichten (keine Vibration). Evtl. verbleibende

Hohlräume sind anschließend mit Kiessand bzw. Schotter-Brechsand z.B. der Körnung 0/16 o.ä. zu verfüllen. Beim Einsatz einer Grobsteinlage ist darauf zu achten, dass der Auenlehm nicht durchstoßen wird und die Wasserdurchlässigkeit nicht zu groß wird, um eine Unterströmung im Hochwasserfall zu vermeiden.

7.1.2 Empfehlungen zum Bau der neuen Verwallung

Die Verwallung soll am südlichen Rand des geplanten Erweiterungsbaus errichtet werden und ca. 1,5 m hoch werden bei einer Neigung der Flanken von ca. 1 : 2,5. Für eine sichere Aufstandsfläche ist der Oberboden abzutragen und das Erdplanum einheitlich mit 4 % Querneigung anzulegen. Bei aufgeweichten Bodenverhältnissen in der geplanten Aufstandsfläche ist wie zuvor beschrieben eine Sohlstabilisierung durchzuführen.

Nach einer ersten überschlägigen Mengenabschätzung sind im alten Wall rund 1.600 m³ Oberboden und ca. 1.700 m³ bindiger Boden enthalten, wovon nach der Planung rd. 1.035 m³ Oberboden und ca. 1.783 m³ bindiger Boden in den neuen Wall umgelagert werden müssten.

Für einen qualifizierten Wiedereinbau muss der Boden aus der alten Verwallung (Schürfe B und E – G) aus geotechnischen Gesichtspunkten wegen des hohen Organikanteils und der damit verbundenen Setzungsempfindlichkeit ausgeschlossen werden. Die Angabe der genauen Kubatur bleibt weiteren Planungsschritten vorbehalten. Die verbleibenden Mengen sind aus geotechnischer Sicht mit Fremdboden zu verschneiden oder durch eine Sandwichbauweise mit verdichtungsfähigem und standfesten Fremdmaterial lagenweise verdichtend einzubauen.

Als Fremdmaterial wird für die neue Verwallung gut verdichtungsfähiges, kornabgestuftes, nicht bindiges Fremdmaterial empfohlen, das weniger als 15 % Feinkorn ($\varnothing < 0,063$ mm) sowie keine Blöcke und Steine über 150 mm enthält. Der Einbau der Fremdböden im Wall hat in Anlehnung an die DIN 19712 (Flussdeiche) mit mind. 95 % Proctordichte zu erfolgen.

7.2 Wiederverwendung arsenbelasteter Böden unterhalb des Bauvorhabens

Mit den Fachbehörden wurde am 10.10.2018 vereinbart, dass abzutragender Arsen-belasteter Boden im Baufeld verbleiben kann. Idealerweise sollte dieser Boden außerhalb der Wasserbeaufschlagung und möglichst versiegelt abgelagert werden. Hierfür kommt die Einlagerung oberhalb des Niveaus des höchsten Grundwasserstands (HGW) unter der noch zu errichtenden Bodenplatte der geplanten Trox-Halle in Betracht.

Voraussetzung dazu ist, dass die Gründung der neuen Halle von der Standfestigkeit der Geländeaufschüttung entkoppelt wird. Dies ist z.B. durch eine Bohrpfahlgründung oder Stahlbetonfertigungspfähle gegeben. Hierbei ist von einer ausreichenden Knicksteifigkeit auszugehen und die Bodenplatte ist freitragend zu bemessen.

Sollte in Konsequenz des Gutachtens von Prof. Mansfeldt [2] theoretisch der gesamte Bodenaushub unter Verzicht auf einen Einbau im neuen Wall trocken eingebaut werden, besteht die Möglichkeit, diesen ca. 23.500 m³ (s. Bodenmanagementkonzept **Geokom**) umfassenden Anteil oberhalb des Niveaus der HGW von 14,8 m über NN im Liegenden der Bodenplatte (OK FFB = 17,27 m über NN) der neuen Trox-Halle einzubauen. Setzt man eine Bodenplatte von 35 cm Dicke und eine kapillARBrechende Schicht von 15 cm an, ergibt sich als Einbau-Obergrenze eine Kote von 16,77 m über NN, so dass bis zum HGW ein Abstand von rd. 2,0 m zur Verfügung stünde. Die Halle umfasst eine versiegelte Fläche von rd. 21.100 m².

Wir weisen darauf hin, dass für die spätere Arbeitsebene zum Bau der Halle je nach eingesetzter Technik eine Schottertragschicht von 0,3 – 0,5 m herzustellen ist.

7.3 Bereitstellung Arsen-belasteter Böden

Die örtlich vorkommenden arsenbelasteten Böden sind gemäß dem Gutachten von Prof. Mansfeldt [2] nicht zu verdichten, sondern locker geschüttet zu lagern, damit sich keine reduzierenden Verhältnisse einstellen, die die Löslichkeit von Arsen begünstigen. Die Dauer der Mindestlagerungszeit wird nicht angegeben. Wir weisen darauf hin, dass diese Arbeit der Bereitstellung von den anerkannten technischen Regeln im Erd- und Landschaftsbau abweicht und im Zuge der Ausschreibung gesondert betrachtet werden muss.

7.4 Feldschlaggraben

Für das Herstellen des neuen Entwässerungsgrabens ist der Oberboden abzuziehen und einer Verwendung z.B. auf dem neuen Wall oder dem geplanten Landschaftsbauwerk zuzuführen.

Die Tiefe des neuen Grabens wurde uns mit 1 m und einer Böschungsneigung von 1 : 2 angegeben. Bei der Herstellung ist darauf zu achten, dass ggf. vorhandene Felldränagen wieder ordnungsgemäß angeschlossen werden.

Aus unseren Erkundungen ist bekannt, dass der anstehende Auenlehm nicht überall die ausreichende Mächtigkeit von 1 m aufweist. Um einen hydraulischen Kurzschluss insbesondere bei einer Hochwassersituation zu vermeiden, wird daher vorgeschlagen eine Minstdicke der anstehenden Lehmschicht von 0,3 m unter der Sohle des neuen Grabens einzubauen oder alternativ die Sohle mit einer Tonschürze zu versehen. Das abschließende Vorgehen ist im Zuge der Ausführungsplanung zu bewerten und zu beschreiben.

Sofern der Grundwasserspiegel auf der Sohle des neuen Feldschlaggrabens bereits freigelegt wird, ist ein Kolkschutz z.B. in Form eines Auflastfilters vorzusehen. Diese Stellen sind zu kartieren und bei Hochwasser zu beobachten.

8 Schlussbemerkung

Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung beruhen auf punktuellen Aufschlüssen. Wechselhaftigkeiten im Bodenzustand und der Bodenzusammensetzung zwischen den Aufschlusspunkten sind möglich. Eine endgültige Zuordnung für die Homogenbereiche kann nur ein großräumiger Aufschluss bieten.

Falls im Zuge der Erdarbeiten ein von den Ausführungen des Berichts abweichender Bodenaufbau angetroffen wird, ist der Gutachter zu verständigen. Sollten sich bei den weiteren Planungen oder der Bauausführung Fragen in bodenmechanischer oder gründungstechnischer Art ergeben, bitten wir um Benachrichtigung. Planungsänderungen sind mit dem Gutachter abzustimmen.

Zur besseren Abschätzung der Art, Dimensionierung und Ausführung der Hallengründung empfehlen wir frühzeitig eine Baugrunduntersuchung durchzuführen und erste Kontakte zu Spezialtiefbaufirmen aufzunehmen. In diesem Zusammenhang sollten auch die Spezifikationen an das Verfüllmaterial aus Fremdboden näher definiert werden.

Vor Ausführung der Erdarbeiten ist ein Qualitätssicherungsplan (QS-Plan) zu erstellen, der Bestandteil der Ausschreibung werden sollte und die Ergebnisse der Ausführungsplanung und Ausschreibung berücksichtigt.

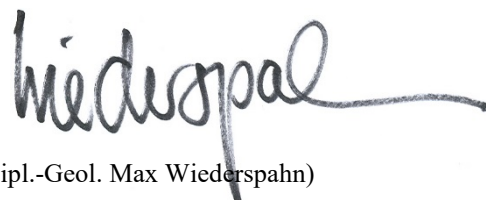
Des Weiteren empfehlen wir im Zuge der Ausführung der Bohr und Erdarbeiten eine kontinuierliche geo- und umwelttechnische Bauüberwachung neben der örtlichen Bauleitung zu implementieren.

Dinslaken, den 30. Oktober 2018



(Dipl.-Geol. Arnd Eickhoff)

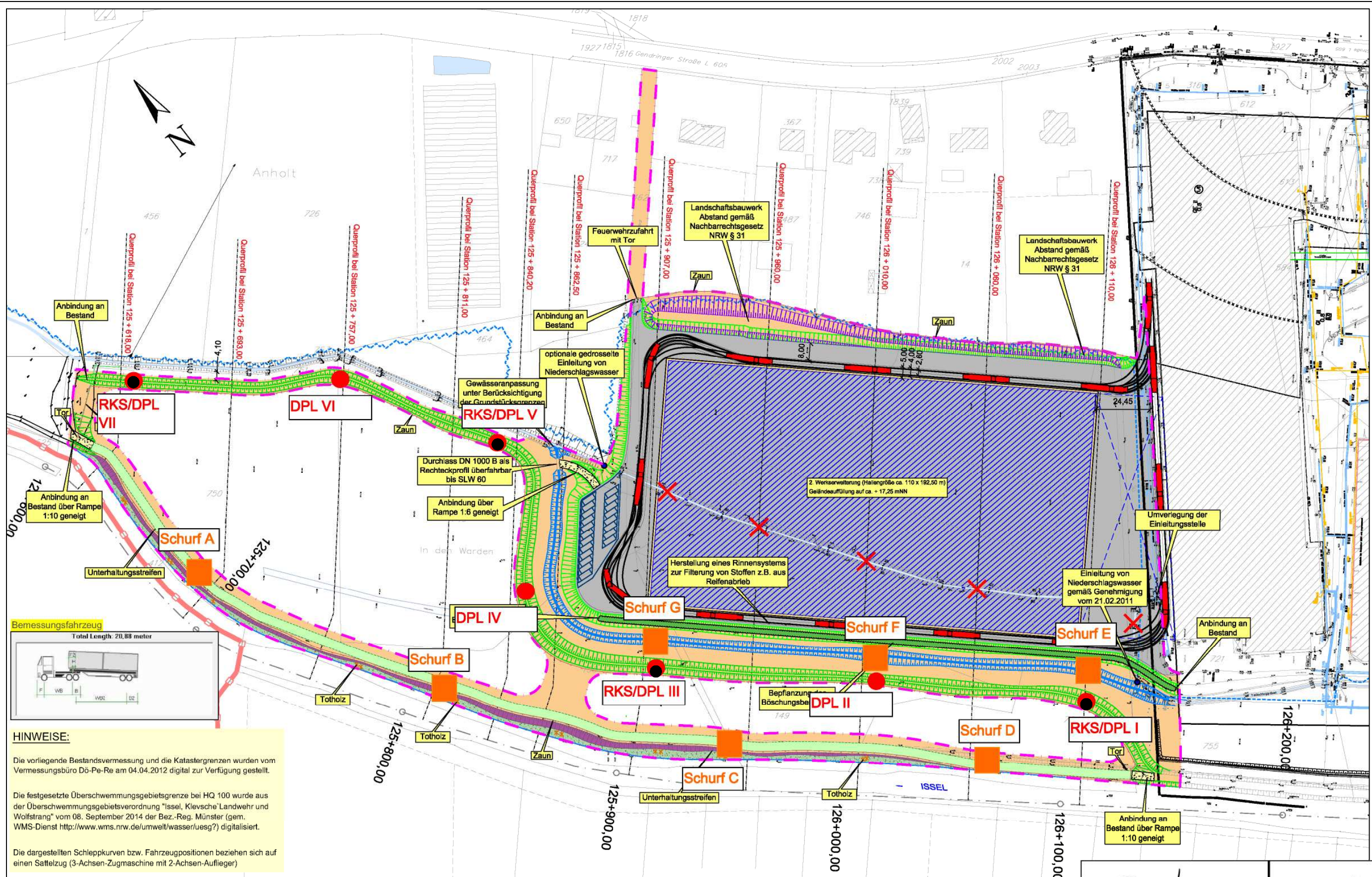
Mülheim / Ruhr, den 30. Oktober 2018



(Dipl.-Geol. Max Wiederspahn)

Geokom

Anlagen



HINWEISE:

Die vorliegende Bestandsvermessung und die Katastergrenzen wurden vom Vermessungsbüro Dö-Pe-Re am 04.04.2012 digital zur Verfügung gestellt.

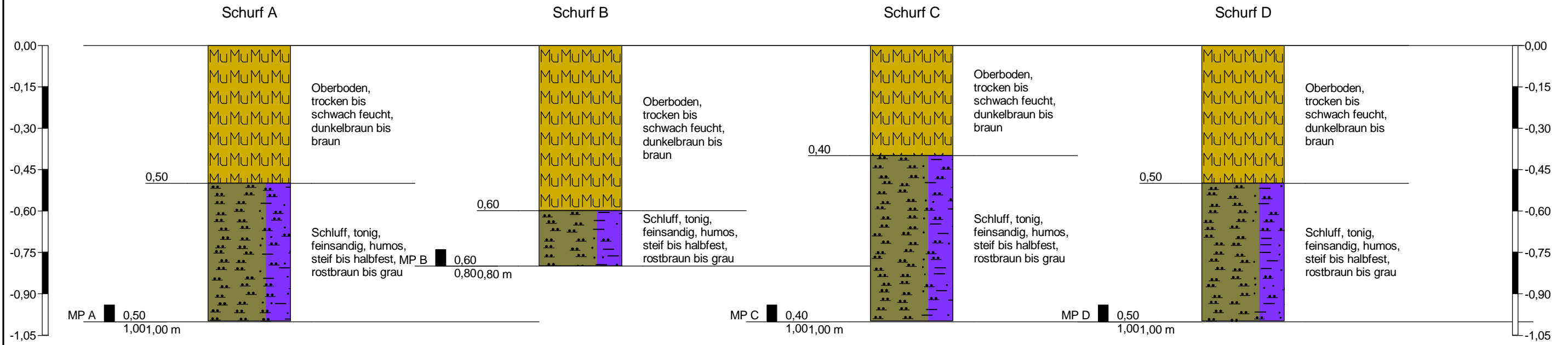
Die festgesetzte Überschwemmungsgrenze bei HQ 100 wurde aus der Überschwemmungsgrenzeverordnung "Issel, Klevische Landwehr und Wolfstrang" vom 08. September 2014 der Bez.-Reg. Münster (gem. WMS-Dienst <http://www.wms.nrw.de/umwelt/wasser/uesg/>) digitalisiert.

Die dargestellten Schlepplagen bzw. Fahrzeugpositionen beziehen sich auf einen Sattelzug (3-Achsen-Zugmaschine mit 2-Achsen-Auflieger)

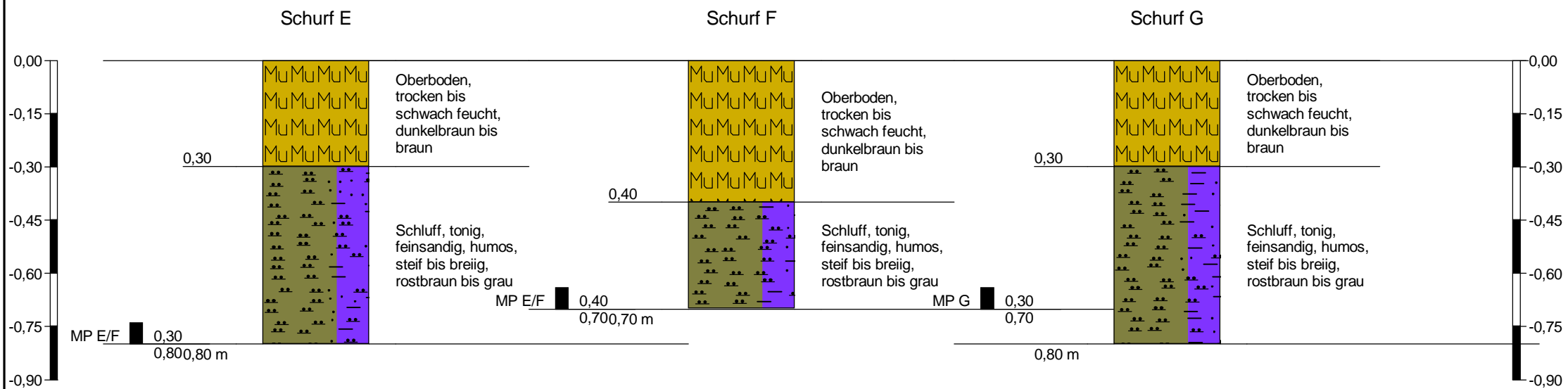
Legende	
	Schurf A Handschurf
	RKS/DPL I Rammkernsondierung mit leichter Rammsondierung
	DPL II Leichte Rammsondierung

Geokom		Anlage 1	
Lageskizze der Aufschlusspunkte			
Maßnahme:	BV 2. Werksverweiterung der Trox GmbH in Isselburg-Anholt		
Auftraggeber:	Trox GmbH		
Datum:	13.06.2018		
Ohne Maßstab		Proj.-Nr.: a 1290-3/18	

alte Verwallung

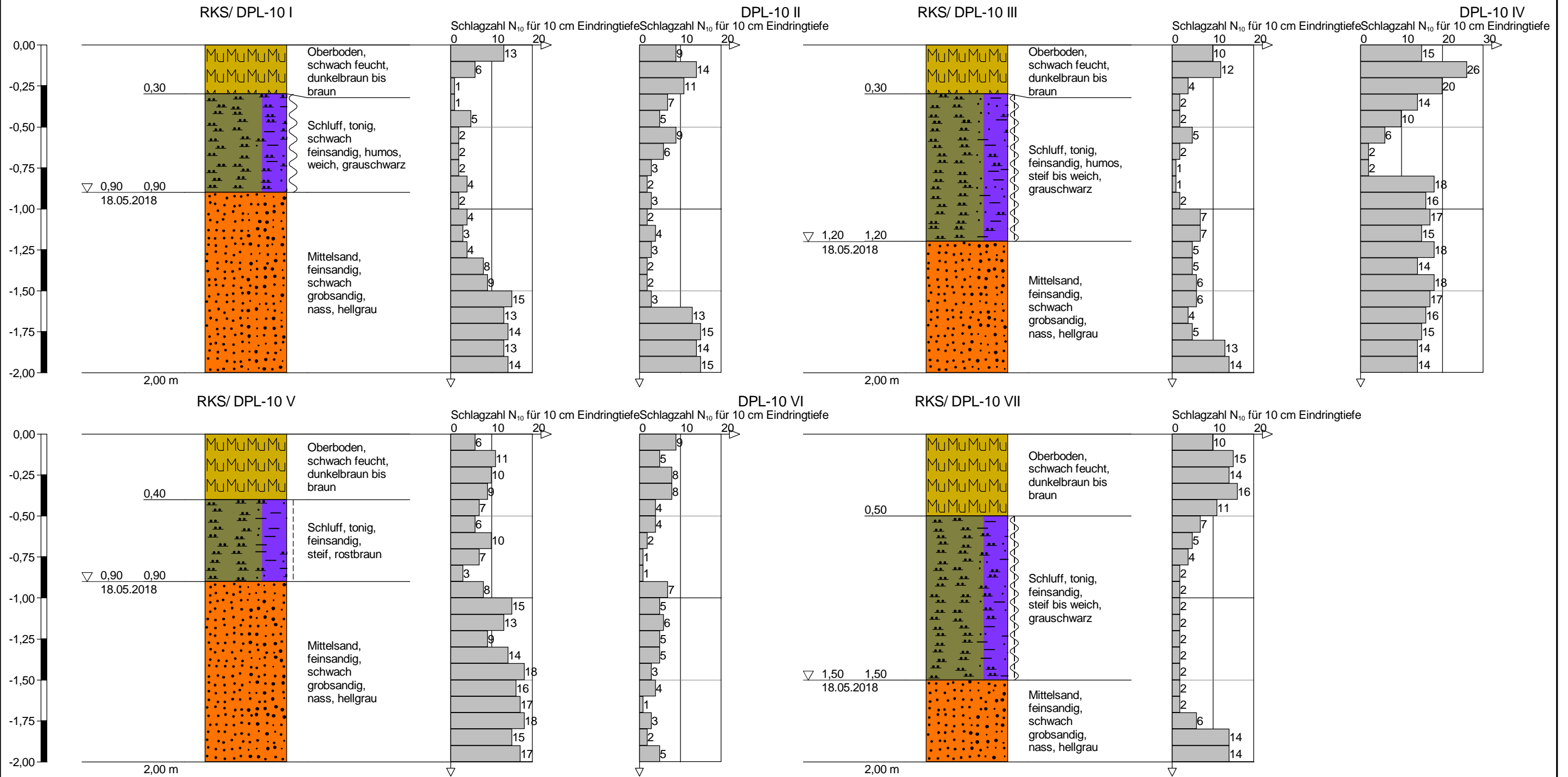


neuer Feldschlaggraben



Geokom	Anlage 2
Schurfprofile	
Maßnahme:	BV 2. Werkserweiterung der Trox GmbH in Isselburg-Anholt
Auftraggeber:	Trox GmbH
Datum:	13.06.2018
Höhenmaßstab: 1 : 15	bei DIN A3
Proj.-Nr.: a 1290-3/18	

neue Verwaltung



Geokom	Anlage 3
Bohr- und Rammprofile	
Maßnahme:	BV 2. Werkserweiterung der Trox GmbH in Isselburg-Anholt
Auftraggeber:	Trox GmbH
Datum:	13.06.2018
Höhenmaßstab: 1 : 25	bei DIN A3
Proj.-Nr.: a 1290-3/18	

GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH

Karl-Wagner-Straße 9 • 55469 Simmern
Tel:(06761) 9152-0 • Fax: 9152-20

Anlage 4.1

Wassergehalte

durch **Ofentrocknung** nach DIN 18121, Teil 1

Bauvorhaben: **Trox-Wall, Flutgraben**

GeoKom, Isselburg

Ausgef. durch: We. Datum: 24.05.2018

Projekt-Nr.: 18036-1

Entnahmestelle: s.u.

Tiefe: s.u.

Art der Entnahme: gestört

Ent.am:18.05.2018 durch: Geokom

Probenbez.:	MP A	MP B	MP C	MP D	MP E/F
Tiefe : [m]	0,5 - 1,0	0,6 - 1,0	0,4 - 1,0	0,5 - 1,0	0,3 - 0,8
Behälter - Nr.:	24	7	ne	100	4
Behälter: [g]	27,3	28,5	31,7	28,0	28,3
Probe+Behälter, feucht: [g]	922,7	883,0	728,1	707,0	256,6
Probe+Behälter, trocken: [g]	773,3	772,4	662,3	612,8	185,4
m _w : [g]	149,40	110,60	65,80	94,20	71,20
m _d : [g]	746,00	743,90	630,60	584,80	157,10
Wassergehalt: [%]	20,03	14,87	10,43	16,11	45,32

Probenbez.:	MP G				
Tiefe : [m]	0,3 - 0,7				
Behälter - Nr.:	24				
Behälter: [g]	27,1				
Probe+Behälter, feucht: [g]	590,6				
Probe+Behälter, trocken: [g]	427,0				
m _w : [g]	163,60				
m _d : [g]	399,90				
Wassergehalt: [%]	40,91				

Bemerkungen:

GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH
 Karl-Wagner-Straße 9
 55469 Simmern
 Tel.: 06761-9152-0 Fax: 06761-9152-20

Bearbeiter: Wedel

Datum: 28.05.2018

Körnungslinie

Trox-Wall, Flutgraben

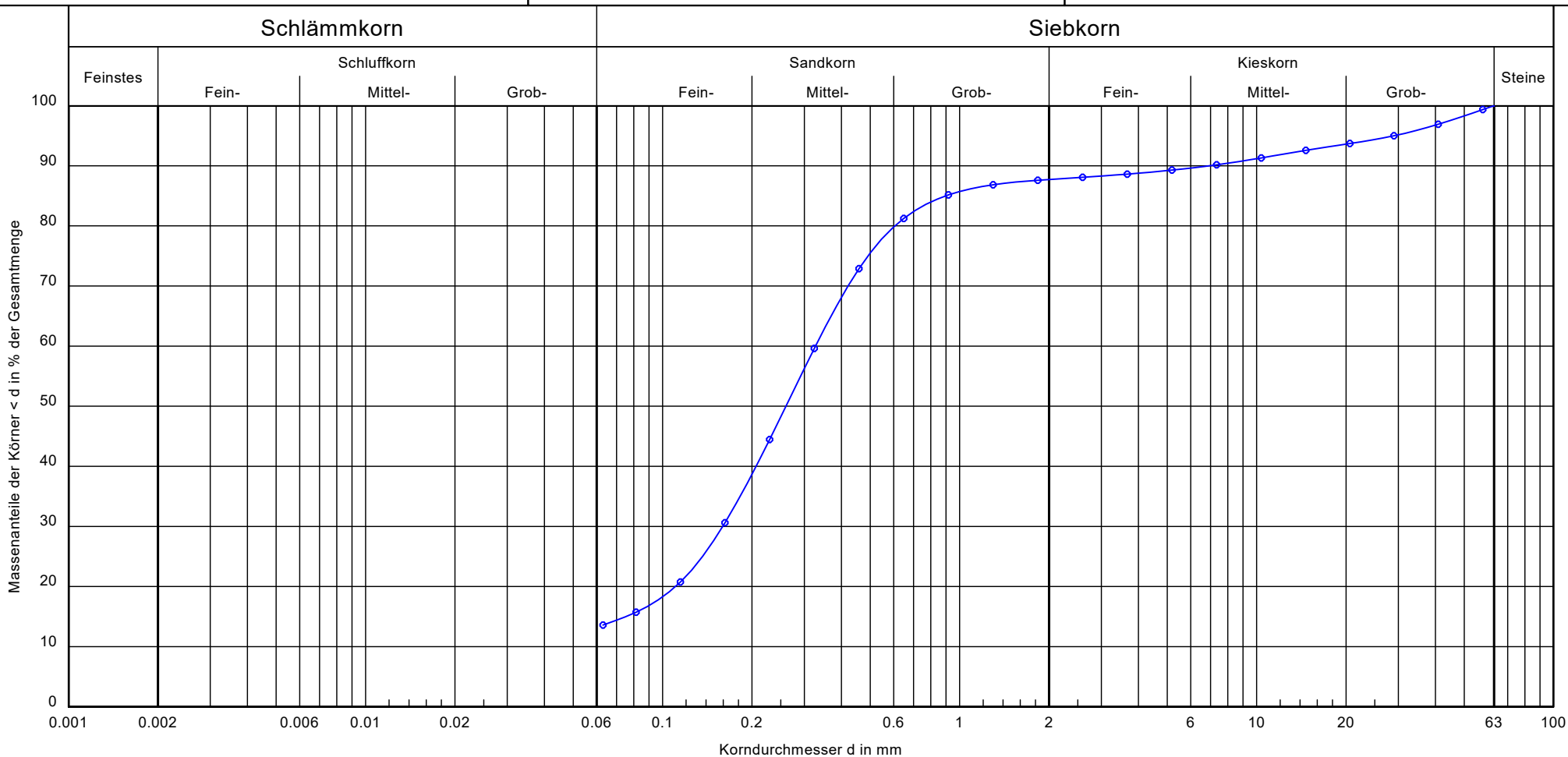
GeoKom, Isselburg

Projekt-Nr.: 18036-1

Probe entnommen am: 18.05.2018

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Korngrößenverteilung nach DIN 18 123



Bezeichnung:

MP A

Bodenart:

S, u', g'

Bodengruppe

SU

Tiefe

0,5 - 1,0 m

Entnahmestelle

Schurf A

d10/d60 mm

- / 0.3272

U/Cc

- / -

T/U/S/G [%]:

- / 13.6/74.1/12.3

Bemerkungen:

Siebanalyse nach

Nassabtrennung des Feinkorns

Wassergehalt: 20,0 %

Anlage 4.2

GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH
 Karl-Wagner-Straße 9
 55469 Simmern
 Tel.: 06761-9152-0 Fax: 06761-9152-20

Körnungslinie

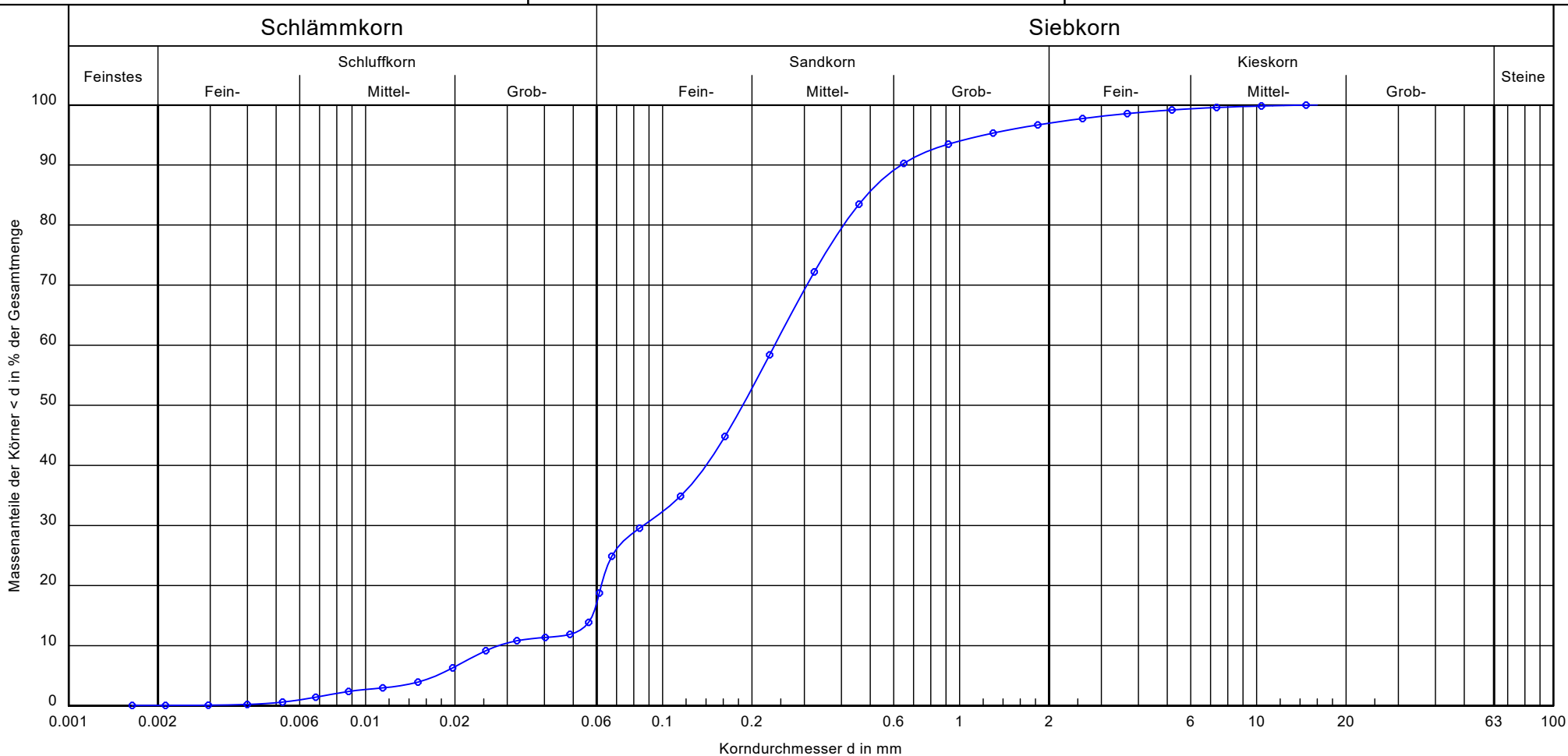
Trox-Wall, Flutgraben

GeoKom, Isselburg

Projekt-Nr.: 18036-1
 Probe entnommen am: 18.05.2018
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Bearbeiter: Wedel

Datum: 28.05.2018



Bezeichnung:

MP B

Bodenart:

S, u

Bodengruppe

SU*

Tiefe

0,6 - 1,0 m

Entnahmestelle

Schurf B

d10/d60 mm

0.0280 / 0.2384

U/Cc

8.5/1.1

T/U/S/G [%]:

0.1/21.0/75.9/3.1

Bemerkungen:

kombinierte
 Siebschlamm-analyse
 Wassergehalt: 14,9 %

Anlage 4.3

GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH
 Karl-Wagner-Straße 9
 55469 Simmern
 Tel.: 06761-9152-0 Fax: 06761-9152-20

Bearbeiter: Wedel

Datum: 28.05.2018

Körnungslinie

Trox-Wall, Flutgraben

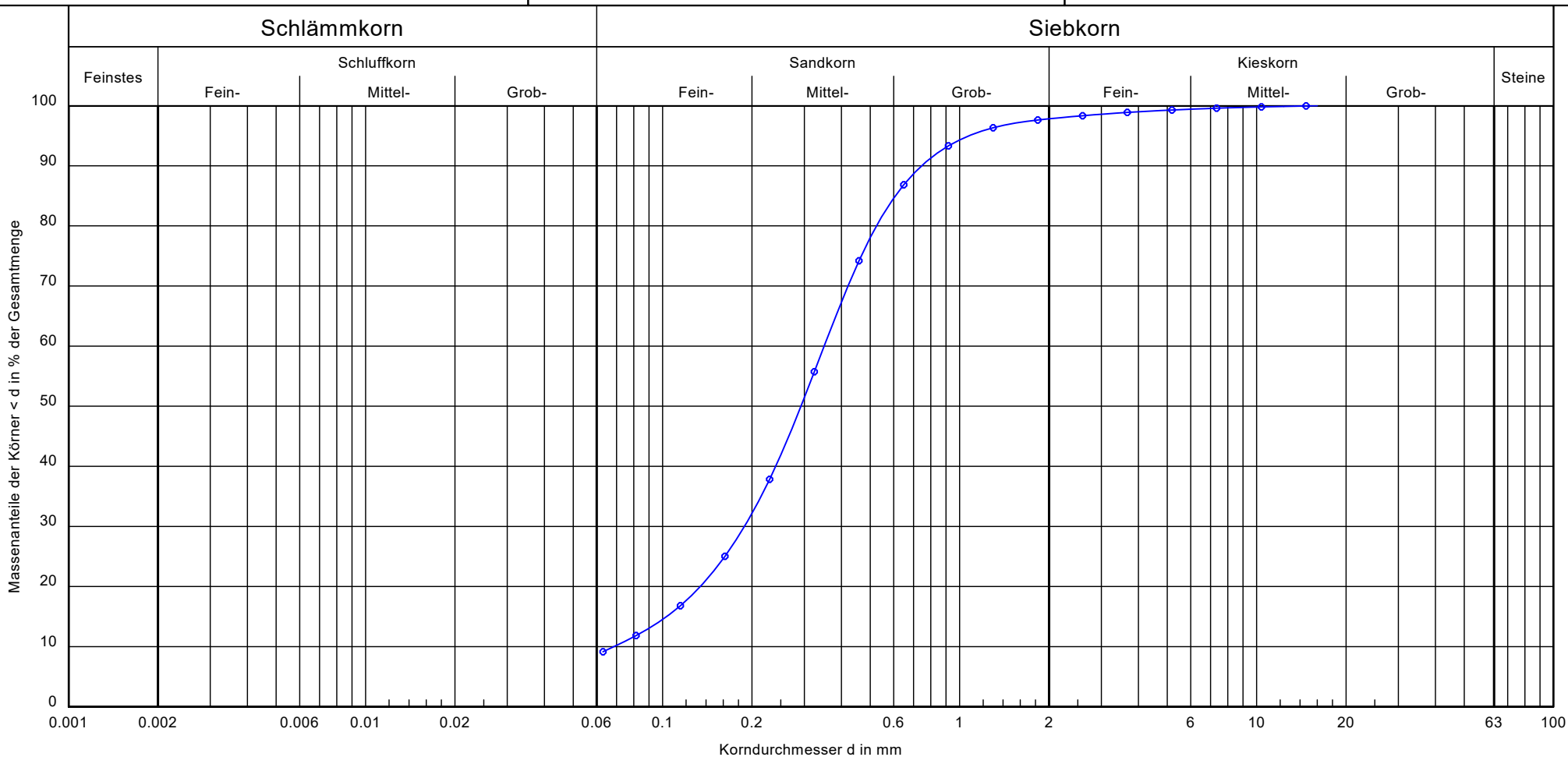
GeoKom, Isselburg

Projekt-Nr.: 18036-1

Probe entnommen am: 18.05.2018

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Korngrößenverteilung nach DIN 18 123



Bezeichnung:

MP C

Bodenart:

S, u'

Bodengruppe

SU

Tiefe

0,4 - 1,0 m

Entnahmestelle

Schurf C

d10/d60 mm

0.0686 / 0.3500

U/Cc

5.1/1.5

T/U/S/G [%]:

- /9.2/88.7/2.2

Bemerkungen:

Siebanalyse nach

Nassabtrennung des Feinkorns

Wassergehalt: 10,4 %

Anlage 4.4

GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH
 Karl-Wagner-Straße 9
 55469 Simmern
 Tel.: 06761-9152-0 Fax: 06761-9152-20

Bearbeiter: Wedel

Datum: 28.05.2018

Körnungslinie

Trox-Wall, Flutgraben

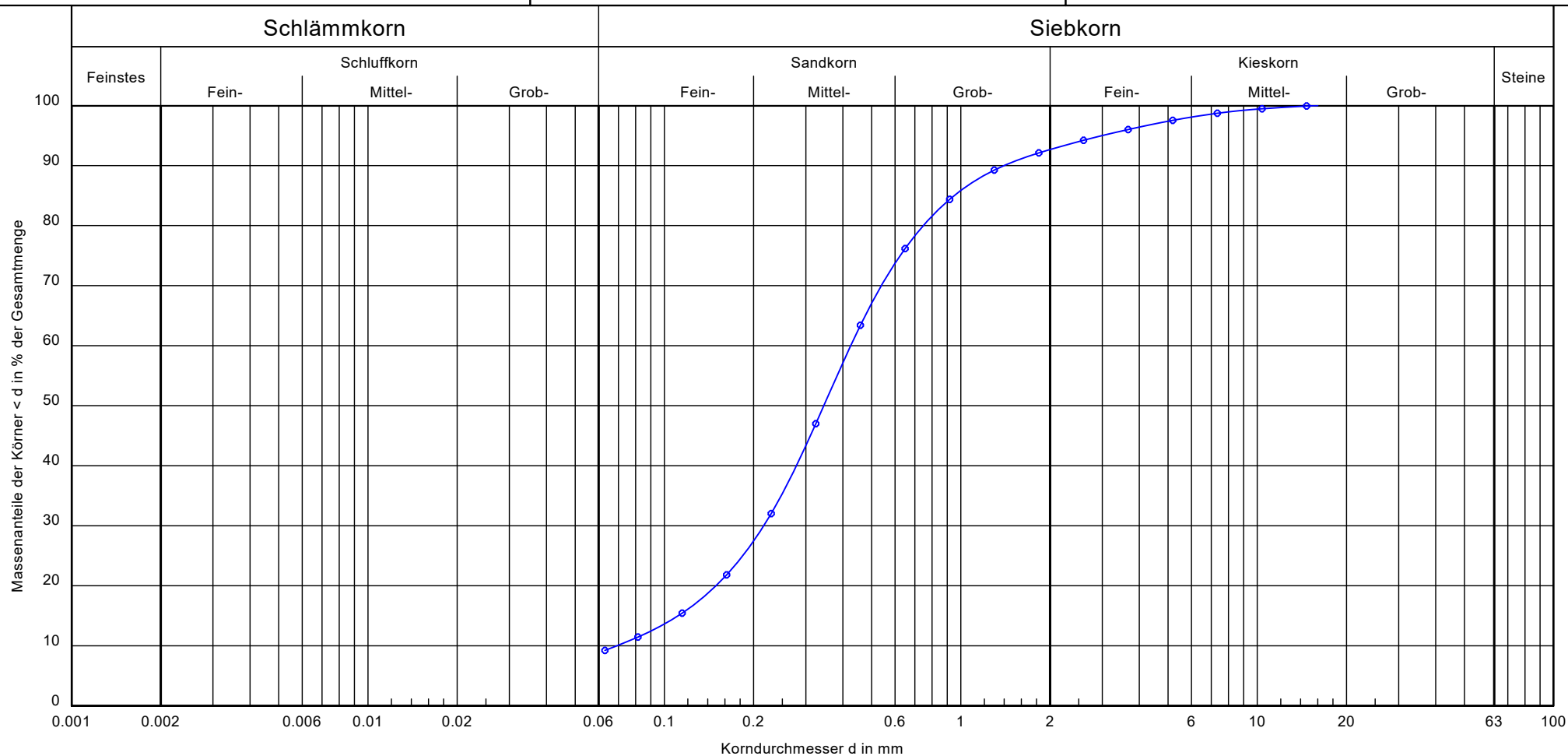
GeoKom, Isselburg

Projekt-Nr.: 18036-1

Probe entnommen am: 18.05.2018

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Korngrößenverteilung nach DIN 18 123



Bezeichnung:	MP D	Bemerkungen: Siebanalyse nach Nassabtrennung des Feinkorns Wassergehalt: 16,1 %	Anlage 4.5
Bodenart:	S, u', g'		
Bodengruppe	SU		
Tiefe	0,5 - 1,0m		
Entnahmestelle	Schurf D		
d10/d60 mm	0.0691 / 0.4255		
U/Cc	6.2/1.6		
T/U/S/G [%]:	- /9.2/83.4/7.3		

GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH
 Karl-Wagner-Straße 9
 55469 Simmern
 Tel.: 06761-9152-0 Fax: 06761-9152-20

Körnungslinie

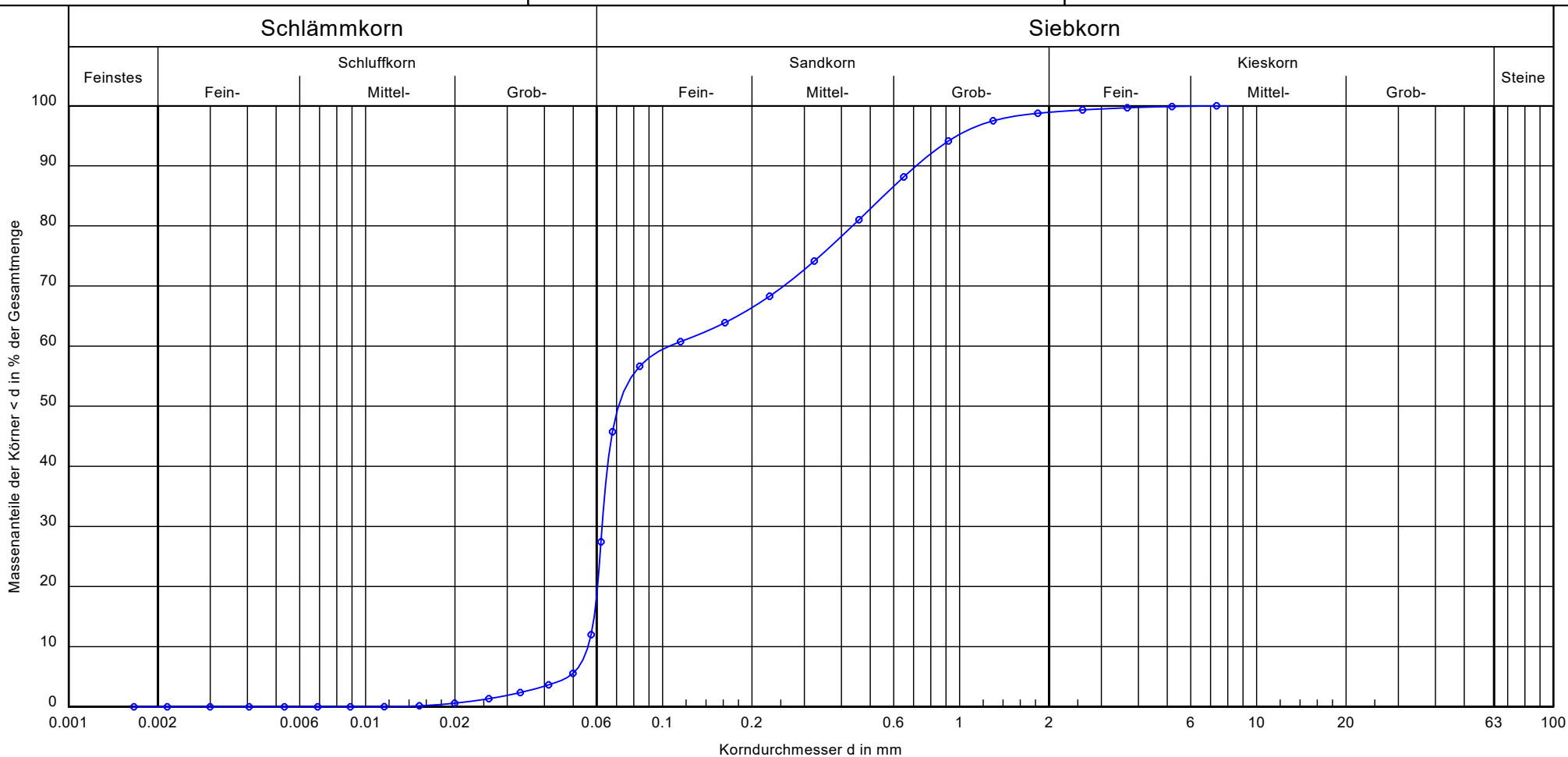
Trox-Wall, Flutgraben

GeoKom, Isselburg

Projekt-Nr.: 18036-1
 Probe entnommen am: 18.05.2018
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Bearbeiter: Wedel

Datum: 28.05.2018



Bezeichnung:

MP E/F

Bodenart:

S_u

Bodengruppe

SU*

Tiefe

0,3 - 0,8 m

Entnahmestelle

Schurf E/F

d10/d60 mm

0.0560 / 0.1055

U/Cc

1.9/0.7

T/U/S/G [%]:

- /32.1/66.8/1.1

Bemerkungen:

kombinierte
 Siebschlamm-analyse
 Wassergehalt: 45,2 %

Anlage 4.6

GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH
 Karl-Wagner-Straße 9
 55469 Simmern
 Tel.: 06761-9152-0 Fax: 06761-9152-20

Bearbeiter: Wedel

Datum: 28.05.2018

Körnungslinie

Trox-Wall, Flutgraben

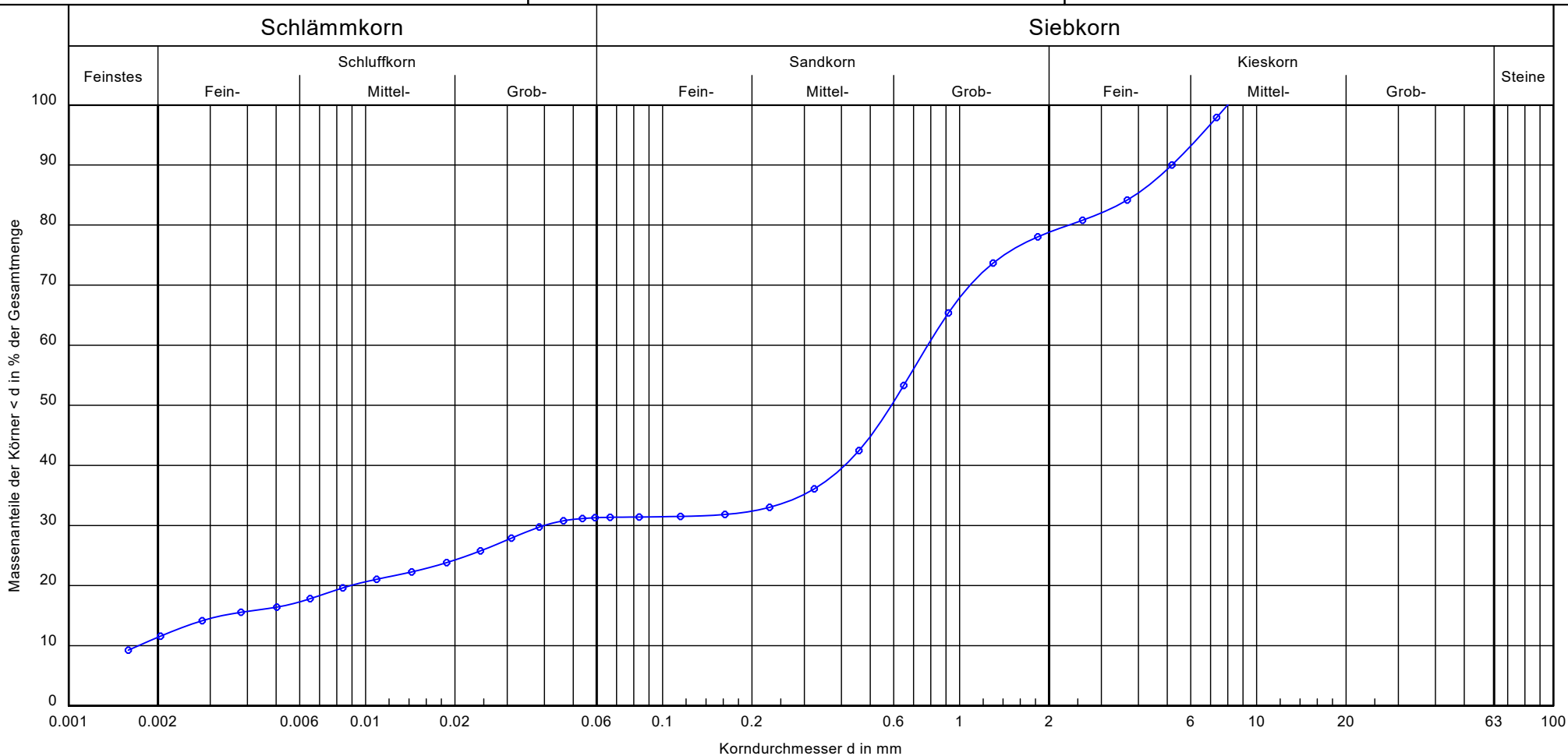
GeoKom, Isselburg

Projekt-Nr.: 18036-1

Probe entnommen am: 18.05.2018

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Korngrößenverteilung nach DIN 18 123



Bezeichnung:	MP G
Bodenart:	S, g, u, t'
Bodengruppe	SU*
Tiefe	0,3 - 0,7 m
Entnahmestelle	Schurf G
d10/d60 mm	0.0017 / 0.7815
U/Cc	454.7/1.2
T/U/S/G [%]:	11.4/19.9/47.4/21.2

Bemerkungen:
 kombinierte
 Siebschlammanalyse
 Wassergehalt: 42,1 %

Anlage 4.7

Proctorkurve nach DIN 18127 P 100 Y

Trox-Wall, Flutgraben
 GeoKom, Isselburg

Bearbeiter: Hennchen

Datum: 25.05.2018

Projektnummer: 18036-1

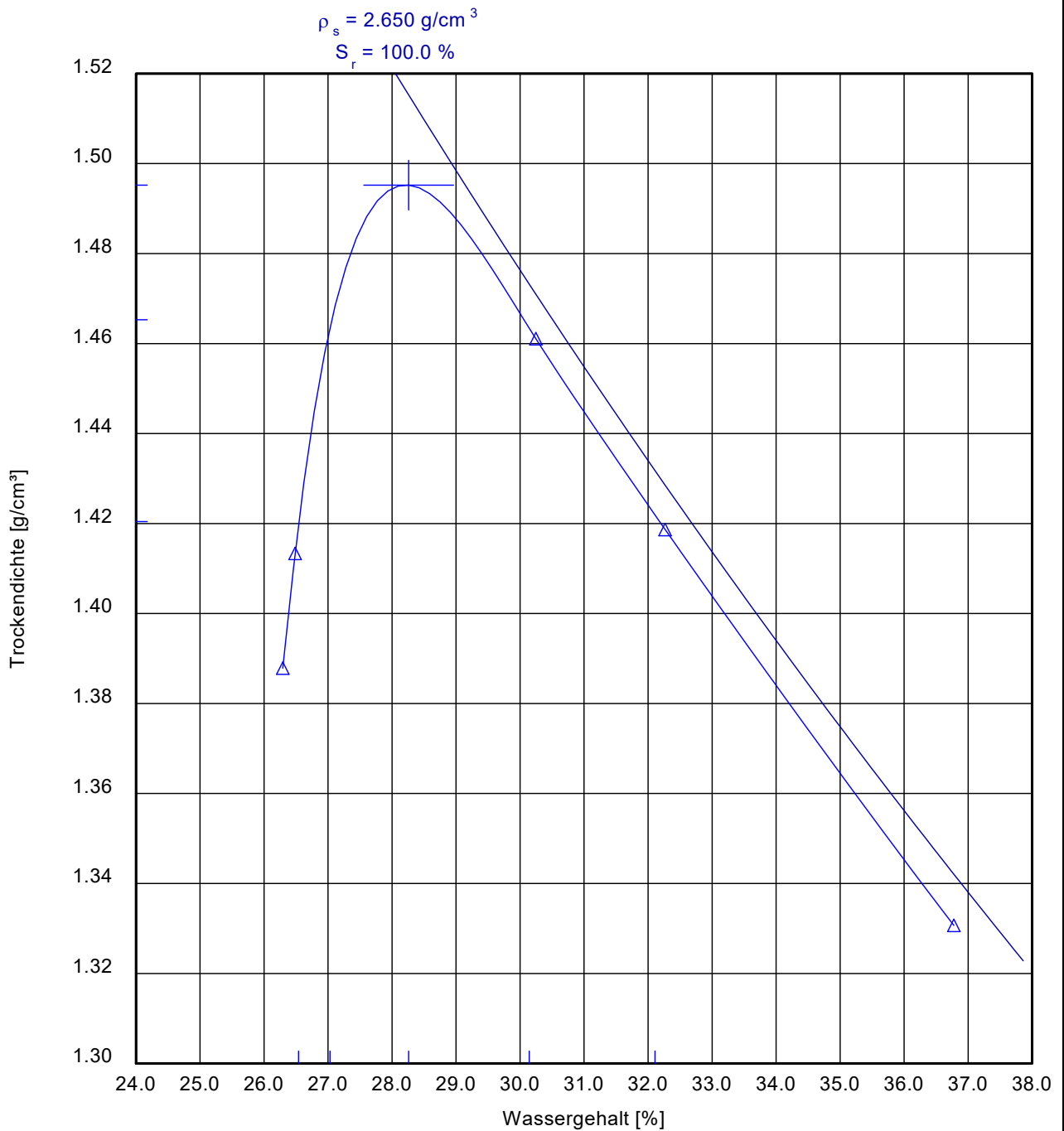
Entnahmestelle: Schurf A

Tiefe: 0,5 - 1,0 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: S, u, h'

Probe entnommen am: 18.05.2018



100 % der Proctordichte $\rho_{Pr} = 1.495 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt $w_{Pr} = 28.3 \%$

98.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.465 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 27.0 / 30.1 \%$

95.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.420 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 26.5 / 32.1 \%$

Proctorkurve nach DIN 18127 P 100 Y

Trox-Wall, Flutgraben
 GeoKom, Isselburg

Bearbeiter: Wedel

Datum: 05.06.2018

Projektnummer: 15036-1

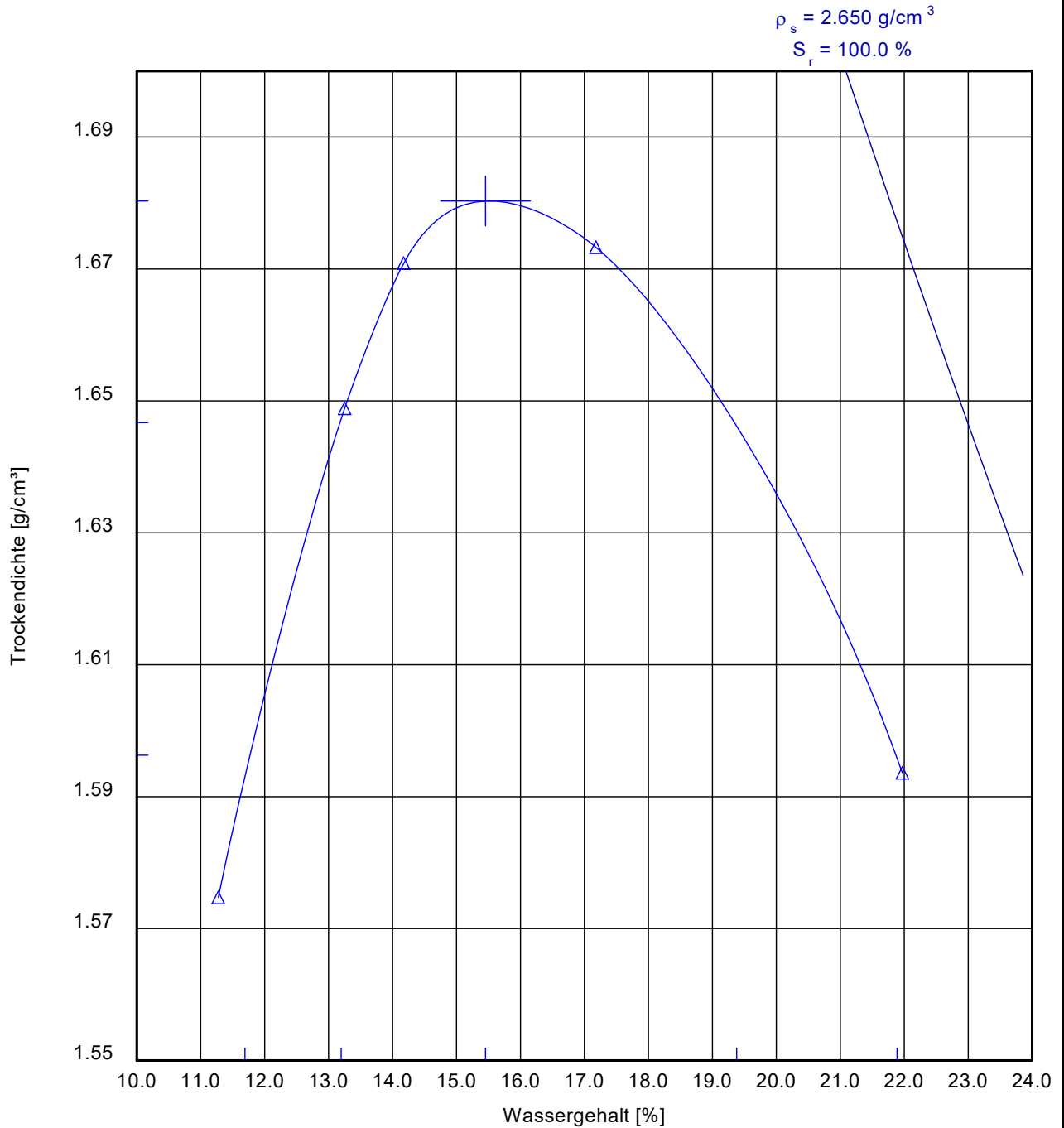
Entnahmestelle: Schurf B

Tiefe: 0,6 - 1,0 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: S, u, h'

Probe entnommen am: 18.05.2018



100 % der Proctordichte $\rho_{Pr} = 1.680 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt $w_{Pr} = 15.5 \%$

98.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.647 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 13.2 / 19.4 \%$

95.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.596 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 11.7 / 21.9 \%$

Proctorkurve nach DIN 18127 P 100 Y

Trox-Wall, Flutgraben
 GeoKom, Isselburg

Bearbeiter: Wedel

Datum: 05.06.2018

Projektnummer: 18036-1

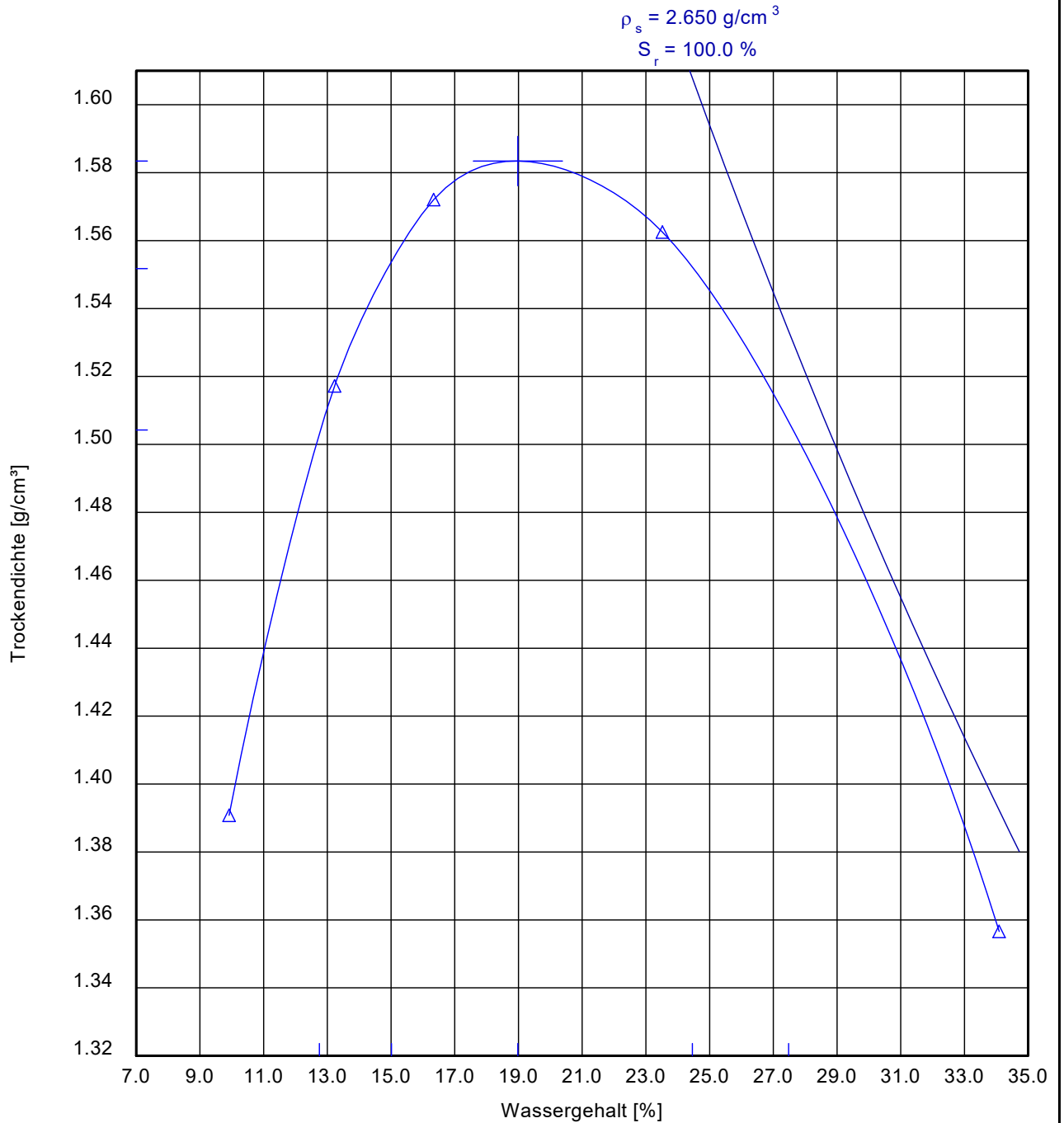
Entnahmestelle: Schurf C

Tiefe: 0,4 - 1,0 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: S, u, h'

Probe entnommen am: 18.05.2018



100 % der Proctordichte $\rho_{Pr} = 1.583 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt $w_{Pr} = 19.0 \%$

98.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.552 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 15.0 / 24.5 \%$

95.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.504 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 12.7 / 27.5 \%$

Proctorkurve nach DIN 18127 P 100 Y

Trox-Wall, Flutgraben
 GeoKom, Isselburg

Bearbeiter: Wedel

Datum: 05.06.2018

Projektnummer: 18036-1

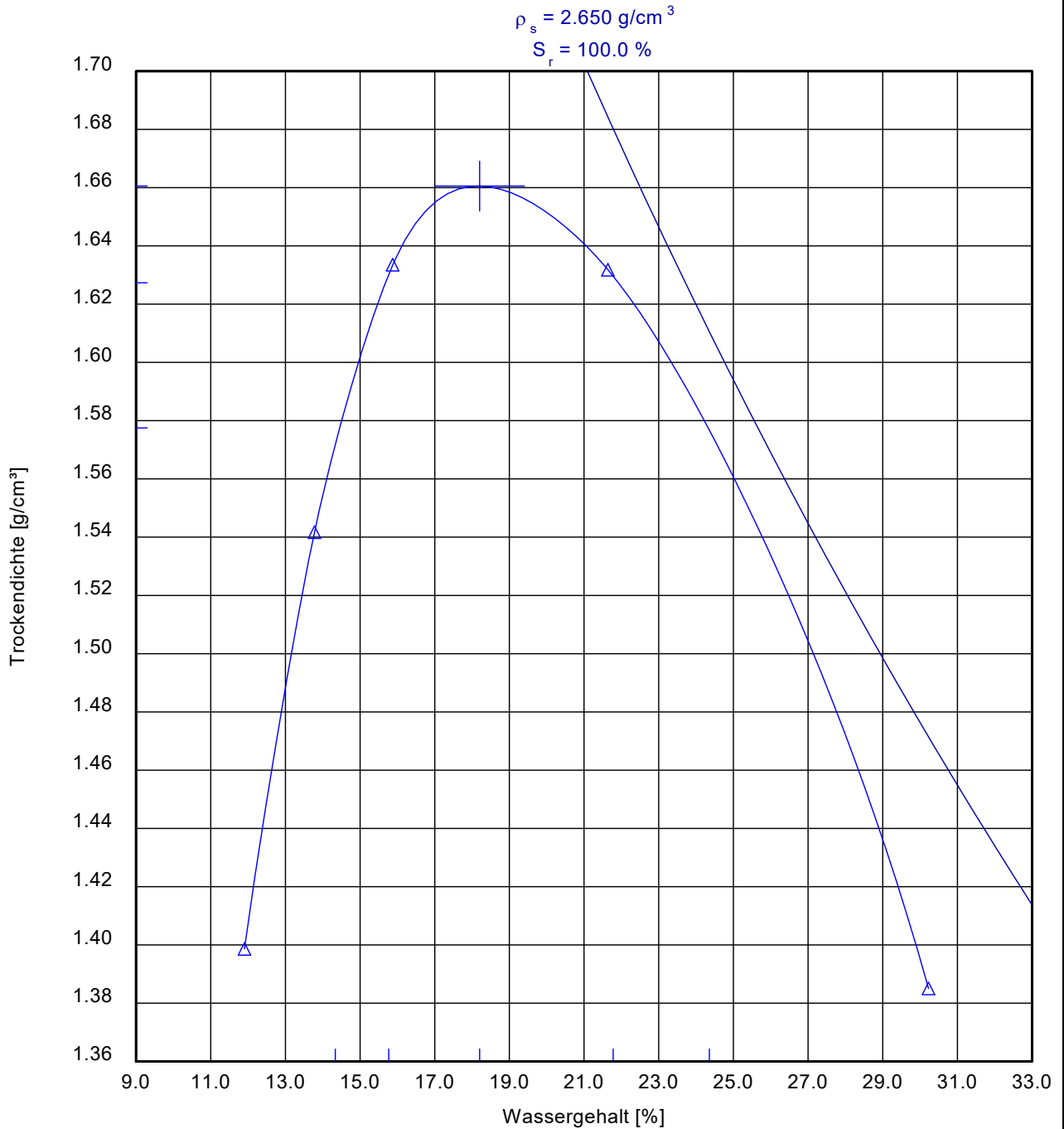
Entnahmestelle: Schurf D

Tiefe: 0,5 - 1,0 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: S, u, h'

Probe entnommen am: 18.05.2018



100 % der Proctordichte $\rho_{Pr} = 1.661 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt $w_{Pr} = 18.2 \%$

98.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.627 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 15.8 / 21.8 \%$

95.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.578 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 14.3 / 24.4 \%$

GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH

Karl-Wagner-Straße 9 • 55469 Simmern
Tel: 06761 – 9152-0 • Fax: 06761 – 9152-20

Anlage 4.12

Glühverlust

nach DIN 18128

Bauvorhaben: **Trox-Wall, Flutgraben**

GeoKom, Isselburg

Ausgef. durch: Wedel Datum: 01.10.09

Projekt-Nr.: **18036-1**

Entnahmestelle: **s.u.**

Bodenart: **s.u.**

Art der Ent.: gestörte Probe

Ent.am:18.05.2018 durch : GeoKom

Probenbez.:

Schurf D (MP D)

Tiefe : [m] 0,5 - 1,0

Behälter - Nr.:

Behälter: [g] 24,851 23,715 24,421

ungegl. Probe+Behälter: [g] 45,461 45,315 42,335

gegl. Probe+Behälter: [g] 44,488 44,279 41,494

m_{gl}: [g] 0,97 1,04 0,84

m_d: [g] 20,61 21,60 17,91

Glühverlust V_{gl}: 1 0,047 0,048 0,047

Glühverlust V_{gl} Mittelwert: [%] 4,74

Probenbez.:

Schurf G (MP G)

Tiefe : [m] 0,3 - 0,7

Behälter - Nr.:

Behälter: [g] 21,807 24,631 15,549

ungegl. Probe+Behälter: [g] 36,702 38,973 24,454

gegl. Probe+Behälter: [g] 34,96 37,277 23,397

m_{gl}: [g] 1,74 1,70 1,06

m_d: [g] 14,90 14,34 8,91

Glühverlust V_{gl}: 1 0,117 0,118 0,119

Glühverlust V_{gl} Mittelwert: [%] 11,80

Bemerkungen: Wassergehalt Schurf D 16,1 % und Schurf G 40,91 %.
Probe aus Schurf D ist braun, Probe aus Schurf G grauschwarz.
Glühzeit: ca. 3 h.

GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH

Karl-Wagner-Straße 9 • 55469 Simmern
Tel: 06761 – 9152-0 • Fax: 06761 – 9152-20

Anlage 4.13

Glühverlust

nach DIN 18128

Bauvorhaben: **Trox-Wall, Flutgraben**

GeoKom, Isselburg

Ausgef. durch: Wedel Datum: 29.05.18

Projekt-Nr.: **18036-1**

Entnahmestelle: **s.u.**

Bodenart: **s.u.**

Art der Ent.: gestörte Probe

Ent.am:18.05.2018 durch : GeoKom

Probenbez.:

Schurf C (MP C)

Tiefe : [m] 0,4 - 1,0

Behälter - Nr.:

Behälter: [g] 24,85 21,807 15,553

ungegl. Probe+Behälter: [g] 42,2 38,628 26,196

gegl. Probe+Behälter: [g] 41,189 37,669 25,588

m_{gi}: [g] 1,01 0,96 0,61

m_d: [g] 17,35 16,82 10,64

Glühverlust V_{gl}: 1 0,058 0,057 0,057

Glühverlust V_{gl} Mittelwert: [%] 5,75

Probenbez.:

Schurf D (MP D)

Tiefe : [m] 0,5 - 0,7

Behälter - Nr.:

Behälter: [g] 24,851 23,715 24,421

ungegl. Probe+Behälter: [g] 45,461 45,315 42,335

gegl. Probe+Behälter: [g] 44,488 44,279 41,494

m_{gi}: [g] 0,97 1,04 0,84

m_d: [g] 20,61 21,60 17,91

Glühverlust V_{gl}: 1 0,047 0,048 0,047

Glühverlust V_{gl} Mittelwert: [%] 4,74

Bemerkungen: Wassergehalt Schurf C 10,4 % und Schurf D 16,1 %.
Glühzeit: ca. 3 h.

GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbHKarl-Wagner-Straße 9 • 55469 Simmern
Tel: 06761 – 9152-0 • Fax: 06761 – 9152-20**Anlage 4.14****Glühverlust**

nach DIN 18128

Bauvorhaben: **Trox-Wall, Flutgraben****GeoKom, Isselburg**

Ausgef. durch: Wedel Datum: 29.05.18

Projekt-Nr.: **18036-1**Entnahmestelle: **s.u.**Bodenart: **s.u.**

Art der Ent.: gestörte Probe

Ent.am:18.05.2018 durch : GeoKom

Probenbez.:**Schurf E/F (MP E/F)****Tiefe :** [m] 0,3 - 0,8

Behälter - Nr.:

Behälter: [g] 23,719 24,427 24,636

ungegl. Probe+Behälter: [g] 36,035 36,615 31,177

gegl. Probe+Behälter: [g] 34,63 35,208 30,418

 m_{gi} : [g] 1,40 1,41 0,76 m_d : [g] 12,32 12,19 6,54Glühverlust V_{gl} : 1 0,114 0,115 0,116Glühverlust V_{gl} Mittelwert: [%] 11,52**Probenbez.:****SCH G (MP G)****Tiefe :** [m] 0,3 - 0,7

Behälter - Nr.:

Behälter: [g] 21,807 24,631 15,549

ungegl. Probe+Behälter: [g] 36,702 38,973 24,454

gegl. Probe+Behälter: [g] 34,96 37,277 23,397

 m_{gi} : [g] 1,74 1,70 1,06 m_d : [g] 14,90 14,34 8,91Glühverlust V_{gl} : 1 0,117 0,118 0,119Glühverlust V_{gl} Mittelwert: [%] 11,80

Bemerkungen: Wassergehalt Schurf E/F 45,3 % und Schurf G 40,9 %. Glühzeit: ca. 3 h.

Boden- und Felsarten



Oberboden, Mu



Mittelsand, mS, mittelsandig, ms



Schluff, U, schluffig, u



Grobsand, gS, grobsandig, gs



Feinsand, fS, feinsandig, fs

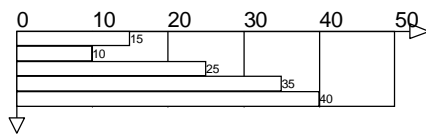


Ton, T, tonig, t

Korngrößenbereich
 f - fein
 m - mittel
 g - grob

Nebenanteile
 ' - schwach (<15%)
 - - stark (30-40%)

Rammdiagramm



Konsistenz



breiig



weich



steif



halbfest



fest

Proben

- A1 1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie A aus 1,00 m Tiefe
- C1 1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie C aus 1,00 m Tiefe

- B1 1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie B aus 1,00 m Tiefe
- W1 1,00 Wasserprobe Nr 1 aus 1,00 m Tiefe

Grundwasser

1,00
 18.05.2018 Grundwasser am 18.05.2018 in 1,00 m unter Gelände angebohrt

1,00
 18.05.2018 Grundwasser in 1,80 m unter Gelände angebohrt, Anstieg des Wassers auf 1,00 m unter Gelände am 18.05.2018

1,00
 18.05.2018 Grundwasser nach Beendigung der Bohrarbeiten am 18.05.2018

1,00
 18.05.2018 Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch

1,00
 18.05.2018 Wasser versickert in 1,00 m unter Gelände