



GeoLab

Geotechnisches  
Labor

**TONABGRABUNG EICHENALLEE ABBAUFELD 4**  
**LAGERSTÄTTE GARTOPER BUSCH**

**FORTSCHREIBUNG DER EIGNUNGSPRÜFUNG FÜR**  
**DEPONIETECHNISCHE ZWECKE NACH BUNDESEINHEITLICHEN**  
**QUALITÄTSSTANDARDS (BQS)**

- Bearb.-Nr. 2023-040 -

Dipl.-Ing. M. Hüdel  
+ T. Meyer GbR  
Annastraße 31  
45130 Essen  
Tel. + Fax 0201 / 2 48 64 87  
Geolab@t-online.de

Auftraggeber: Hermann Nottenkämper GmbH & Co. KG; Eichenallee 1, 46569 Hünxe

Sparkasse Essen  
IBAN: DE 50 3605 0105 0008 1244 89  
SWIFT-BIC: SPESDE3EXXX  
Steuer-Nr.: 112/5828/1841

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	4
2	Verwendete Unterlagen .....	5
3	Verwendete Normen.....	6
4	Anforderungen.....	7
5	Untersuchungen zur Eignungsprüfung.....	8
5.1	Orientierende Voruntersuchungen .....	9
5.2	Bodenmechanische Prüfungen Mischproben MP 1 bis MP 3.....	11
6	Tonmineralgehalte.....	19
7	Schadstoffrückhaltevermögen geologische Barriere .....	20
8	Chemische Analyse .....	21
9	Weitere Untersuchungen .....	22
10	Zusammenfassung.....	23

## Anlagenverzeichnis

Anlage 0	Ergebniszusammenstellung
Anlage 1	Lageplan
Anlage 2	Bodenmechanische Untersuchungen Ausgangsmaterial
Anlage 2.1	Ergebniszusammenstellung Ausgangsmaterial
Anlage 2.2	Wassergehalte
Anlage 2.3	Kornverteilungen
Anlage 3	Bodenmechanische Untersuchungen Mischproben MP 1 bis MP 3
Anlage 3.1	Ergebniszusammenstellung Mischproben MP 1 bis MP 3
Anlage 3.2	Wassergehalte
Anlage 3.3	Kornverteilungen
Anlage 3.4	Korndichten
Anlage 3.5	Proctorversuche
Anlage 3.6	Wasserdurchlässigkeiten
Anlage 3.7	Zustandsgrenzen/Konsistenzgrenzen
Anlage 3.8	Glühverlust/organische Bestandteile
Anlage 3.9	Kalkgehalt
Anlage 3.10	Wasseraufnahmevermögen
Anlage 3.11	Scherfestigkeiten
Anlage 4	Tonmineralgehalte
Anlage 5	chemische Analysen DepV Anhang 3, Tabelle 2, Spalten 4 und 5

## **Tonabgrabung Eichenallee Abbaufeld 4; Lagerstätte Gartroper Busch**

### **Fortschreibung der Eignungsprüfung für**

### **deponietechnische Zwecke nach BQS**

#### 1 Einleitung

Die Hermann Nottenkämper GmbH & Co. KG betreibt am Standort an der Eichenallee in 46596 Hünxe die „Tonabgrabung Eichenallee“. Die Tonabgrabung erstreckt sich über eine Gesamtfläche von ca. 335.000 m<sup>2</sup> (33,5 ha) und ist unterteilt in insgesamt vier Abbaufelder. Der Tonabbau begann 2013 im Abbaufeld 1 und endete im Dezember 2023 im Abbaufeld 3. Zur Fortführung der „Tonabgrabung Eichenallee“ wurde 2023 das Abbaufeld 4 erkundet. Das Abbaufeld 4 hat eine Fläche von ca. 9,6 ha. Die Abgrabung beginnt im Jahr 2024.

Im Rahmen der Eigenüberwachung beauftragte die Hermann Nottenkämper GmbH & Co. KG das Geotechnische Labor GeoLab Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR mit der Durchführung der Eignungsprüfung für deponietechnische Zwecke für das Abbaufeld 4. Die hierfür geforderten Untersuchungen folgen den gültigen Bundeseinheitlichen Qualitätsstandards (BQS).

Die in diesem Bericht zusammengestellten Untersuchungen zur Prüfung der Eignung des Abbaufeldes 4 der „Tonabgrabung Eichenallee“ ist eine Fortschreibung der Eignungsprüfungen für die Abbaufelder 1 bis 3 der CDM Smith Consult GmbH aus Bochum. Sie baut auf diesen auf und ist in Zusammenhang mit diesen zu betrachten.

## 2 Verwendete Unterlagen

- /1/ Eignungsprüfung für deponietechnische Zwecke, Lagerstätte Gartroper Busch Tonabgrabung Eichenallee Abbaubereich 1; CDM Smith Consult GmbH, Bochum (Projekt-Nr.: 92296) vom 06.08.2013;
- /2/ Eignungsprüfung nach BQS, Lagerstätte Gartroper Busch; Tonabgrabung Eichenallee Abbaufeld 2.; CDM Smith Consult GmbH, Bochum (Projekt-Nr.: 105252) vom 04.03.2016;
- /3/ Fortschreibung Eignungsprüfung nach BQS, Lagerstätte Gartroper Busch; Tonabgrabung Eichenallee Abbaufeld 3; CDM Smith Consult GmbH, Bochum (Projekt-Nr.: 118639) vom 27.02.2019;
- /4/ Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV), Deponieverordnung vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900); zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 09. Juli 2021 (BGBl. I S. 2598) geändert worden ist;
- /5/ Gemeinsames Merkblatt des Bayrischen Landesamtes für Umwelt (LfU) und des Landesamtes für Natur, Umwelt, und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV): Mineralische Deponieabdichtungen, LfU-Deponie-Info – Merkblatt 1, LANUV-Arbeitsblatt 6; Augsburg/Recklinghausen 2009;
- /6/ Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2015) Technische Anforderungen und Empfehlungen für Deponieabdichtungssysteme, Konkretisierungen und Empfehlungen zur Deponieverordnung, LANUV Arbeitsblatt 13; dritte aktualisierte Neuauflage Recklinghausen 2015;
- /7/ Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2010): Langzeitbeständigkeit mineralischer Deponieabdichtungen, LANUV-Fachbericht 25; Recklinghausen 2010;
- /8/ Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT): GDA-Empfehlungen, Geotechnik der Deponien und Altlasten, 3. Auflage, 29.04.1997;
- /9/ LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (12/2014): Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 1-0 „Technische Maßnahmen betreffend die geologische Barriere“; 04.12.2014/20.03.2015;

- /10/ LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (12/2014): Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 2-0 „Mineralische Basisabdichtungskomponenten – übergreifende Anforderungen; 04.12.20/20.03.2015;
- /11/ LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (11/2014): Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 2-1 „Mineralische Basisabdichtungskomponenten aus natürlichen mineralischen Baustoffen“; 02.12.2020/16.03/2021;
- /12/ LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (12/2014): Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-0 „Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten – Übergreifende Anforderungen; 04.12.2014/20.03.2015;
- /13/ LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (11/2017): Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-1 „Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten aus natürlichen mineralischen Baustoffen“; 02.12.2020/15.03.2021.

### 3 Verwendete Normen

- /1/ DIN EN ISO 14688 Benennen, Beschreibung und Klassifizierung von Boden;
- /2/ DIN EN ISO 17892-1 Bestimmung des Wassergehalts;
- /3/ DIN EN ISO 17892-4 Bestimmung der Korngrößenverteilung;
- /4/ DIN EN ISO 17892-11 Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit;
- /5/ DIN EN ISO 17892-12 Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen;
- /6/ DIN EN 17685-1 (DIN 18128) Bestimmung des Glühverlustes;
- /7/ DIN 18124 Bestimmung der Korndichte;
- /8/ DIN 18127 Proctorversuch;
- /9/ DIN 18129 Kalkgehaltsbestimmung;
- /10/ DIN 1832 Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens;
- /11/ DIN 18137 Bestimmung der Scherfestigkeit;
- /12/ DIN 18196 Erd- und Grundbau – Bodenklassifizierung für bautechnische Zwecke.

#### 4 Anforderungen

Die aktuellen Anforderungen an Abdichtungskomponenten für deponietechnische Zwecke werden in der Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) und den Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard (BQS) geregelt. Weitergehende Anforderungen sind dem Merkblatt 1 und dem Arbeitsblatt 12 des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) zu entnehmen.

Parameter	geolog. Barriere*	Basis	Oberfläche
Schadstoffrückhaltevermögen; Gesamttongehalt GT	DK 0: $GT \geq 65 \text{ kg/m}^2$ DK I / II: $GT \geq 260 \text{ kg/m}^2$ DK III: $GT \geq 1.300 \text{ kg/m}^2$		
Tongehalt < 0,002mm	DK 0: $\geq 5,0 \%$ DK I, II, III: $\geq 20,0 \%$	suffusionsbeständig $\geq 20,0 \%$	suffusionsbeständig
Karbonat	$V_{Ca}: \leq 15,0 \%$ bis max. $30,0 \%$ (bei Nachweis keiner Beeinträchtigung)		$V_{Ca}: \leq 30,0 \%$
organ. Bestandteile	$V_{GV}: \leq 1,0 \%$ bis max. $5,0 \%$ (natürliche Böden)		
TotalOrganicCarbon	bis $3,0 \%$ (bei Überschreitung durch natürliche Bestandteile)		
Einbauwassergehalt	$W_{ein} \approx W_{opt}$ $W_{ein} \geq W_{opt} \leq W_{95\%}$		
Luftporenanteil	$n_a \leq 5,0 \%$ , Ziel $n_a \leq 3,0\%$ bei $W_{ein} < W_{opt}$		
Verdichtung	$D_{Pr} \geq 95,0 \%$		

Parameter	geolog. Barriere*	Basis	Oberfläche
Wasserdurchlässigkeit	DK 0: $\leq 1,0 \times 10^{-7}$ m/s DK I, II, III: $\leq 1,0 \times 10^{-9}$ m/s	DK II und DK III: $\leq 5,0 \times 10^{-10}$ m/s	DK I: $\leq 5,0 \times 10^{-9}$ m/s DK II, III: $\leq 5,0 \times 10^{-10}$ m/s
Tonmineralgehalt	$\geq 10,0$ M.-%		-
mechanische Widerstandsfähigkeit	Verformung bis Krümmungsradius 200,0 m (ohne Erhöhung der Wasserdurchlässigkeit)		
Beständigkeit	beständig gegen aggressives Sickerwasser (pH 4 bis pH 13), gegen DOC (1.000 mg/l), gegen Temperaturen (100°C bis 40°C), gegen Änderungen des Wassergehaltes		
hydraulische Widerstandsfähigkeit	für natürliche Baustoffe als gegeben angesehen		

\*Für die geologische Barriere gelten gemäß den BQS 2-0 und BQS 2-1 die gleichen Anforderungen wie für Basisabdichtungen, wenn in BQS 1-1 bzw. der Deponieverordnung DepV keine anderen Anforderungen gestellt werden.

## 5 Untersuchungen zur Eignungsprüfung

Am 18.12.2023 fand durch die H. Nottenkämper GmbH & Co. KG die Probenahme im Abbaufeld 4 der „Tonabgrabung Eichenallee“ in Hünxe statt. Zu diesem Zweck wurden drei Schürfe erstellt und insgesamt 34 Tonproben entnommen. Die Probenahme erfolgt im Horizont zwischen 45,00 mNHN und 34,50 mNHN und in Abständen vom ca. 0,75 m (siehe Ergebniszusammenstellung Anlage 0). Die Proben wurden in 5 l-Kunststoffeimern luftdicht verpackt und zu weiteren Prüfungen in das bodenmechanische Labor der Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR Essen verbracht. Die Lage der Schürfe 1 bis 3 im Abbaufeld 4 sind dem Lageplan der Anlage 1 zu entnehmen.

### 5.1 Orientierende Voruntersuchungen

Für eine erste Orientierung wurden zunächst an allen 34 Proben die Wassergehalte und die Korngrößenverteilungen bestimmt.

Die Wassergehalte wurden zwischen 20,5 % und 28,8 % bei einem Mittelwert von 24,1 % ermittelt.

Die Untersuchung der Korngrößenverteilung ergab für die 34 Proben die Anteile an Ton, Schluff, Sand und Kies wie folgt:

Tabelle 1: Kornverteilung Ausgangsmaterialien

Einzelproben	Ton < 0,002mm	Schluff	Sand	Kies
Anzahl	34	34	34	34
minimaler Anteil [%]	22,5	20,5	16,8	0,0
maximaler Anteil [%]	43,0	49,5	56,1	0,0
Mittelwert [%]	32,2	40,0	27,8	0,0
Standardabweichung [-]	5,613	6,654	10,508	0,000
Variationskoeffizient [-]	0,0174	0,166	0,379	0,000
Mischprobe 1-34	34,7	40,6	24,7	0,0

Die Anteile an Ton, Schluff, Sand und Kies bewegen sich im Rahmen der natürlichen Schwankungsbreite. Der minimal geforderte Anteil an Ton < 0,002mm von 20,0 Gew.-% wird von allen Proben eingehalten. Eine aus allen 34 Proben erstellte Mischprobe liegt mit einem Tongehalt von 34,7 % deutlich über dem geforderten Wert.

Tabelle 2: Kornverteilungen Vergleich Abbaufelder 1 bis 4

Mittelwerte	Abbaufeld 4	Abbaufeld 3 (CDM)	Abbaufeld 2 (CDM) unter Schicht / obere Schicht		Abbaufeld 1 (CDM)
Anzahl	34	28	7	7	5
Ton [%]	32,2	36,9	31,0	34,9	32,6
Schluff [%]	40,0	37,2	43,6	42,5	42,2
Sand [%]	27,8	25,6	25,4	23,4	24,8
Kies [%]	0,0	0,5	0,0	0,0	0,8

Ein Vergleich der Abbaufelder 1, 2, 3 und 4 zeigt, dass für die Anteile an Ton, Schluff, Sand und Kies keine signifikanten Unterschiede festzustellen sind. Die einzelnen Anteile bewegen sich in engem Rahmen und im Bereich der natürlichen Schwankungsbreite. Dies zeugt von einer hohen Homogenität und gleichbleibender Qualität der Tone über das gesamte Abbaufeld der „Tonabgrabung Eichenallee“. Weiterhin erlaubt es, dass die Ergebnisse der Eignungsprüfungen für die Abbaufelder 1, 2 und 3 der CDM Smith Consult GmbH, Bochum auf das Abbaufeld 4 übertragbar sind und auch zukünftig Berücksichtigung finden können.

Eine Zusammenstellung aller Voruntersuchen ist in Anlage 2 beigefügt.

## 5.2 Bodenmechanische Prüfungen Mischproben MP 1 bis MP 3

Für die Untersuchungen im Rahmen der Eignungsprüfung wurde das zu untersuchende Tonmaterial in Abhängigkeit des Tongehaltes  $< 0,002$  mm zu drei Mischproben (MP 1, MP 2 und MP 3) zusammengeführt:

<b>MP 1:</b>	<b>Tongehalt <math>&lt; 0,002</math> mm</b>	<b><math>&lt; 30,0</math> Gew.-%,</b>
<b>MP 2:</b>	<b>Tongehalt <math>&lt; 0,002</math> mm</b>	<b><math>&gt; 30,0</math> Gew.-% und <math>&lt; 35,0</math> Gew.-%,</b>
<b>MP 3:</b>	<b>Tongehalt <math>&lt; 0,002</math> mm</b>	<b><math>&gt; 35,0</math> Gew.-%.</b>

Prozentual teilen sich die Mischproben bezogen auf die Gesamtmenge wie folgt auf:

MP 1:	Tongehalt $< 30,0$ Gew.-%	ca. 29,5 %,
MP 2:	Tongehalt $> 30,0$ und $< 35,0$ Gew.-%	ca. 44,0 %,
MP 3:	Tongehalt $> 35,0$ Gew.-%	ca. 26,5 %.

Die prozentuale Auswertung zeigt, dass mehr als zwei Drittel (ca. 70,5 %) der untersuchten Proben einen Tongehalt von mehr als 30,0 Gew.-% aufweisen.

### 5.2.1 Wassergehalte DIN EN ISO 17892-1

Sollwert:  $w_{\text{nat}} \approx w_{\text{opt.}}$ ,  $w_{\text{ein}} \geq w_{\text{opt}} \leq w_{95\%}$ ;

Die Wassergehalte wurden für die drei Mischproben an jeweils drei Einzelproben ermittelt.

MP 1:	$w_{\text{nat}}$ 21,7 % bis 23,6 %	$w_{\text{opt}} = 20,0$ %,
MP 2:	$w_{\text{nat}}$ 24,6 % bis 25,0 %	$w_{\text{opt}} = 22,4$ %,
MP 3:	$w_{\text{nat}}$ 24,4 % bis 24,6 %	$w_{\text{opt}} = 24,7$ %.

Die Wassergehalte bewegen sich alle auf dem „nassen Ast der Proctorkurve“ bzw. im Bereich des optimalen Wassergehaltes  $w_{\text{opt.}}$  (siehe auch Kapitel 5.2.5). Ein Einbau auf dem „nassen Ast der Proctorkurve“ ist anzustreben, um den Anteil an Luftporen zu minimieren.

Wassergehalte siehe Anlage 3.2.

## 5.2.2 Korngrößenverteilung DIN EN ISO 17892-4

Sollwert: Tonanteile  $\geq 20$  Gew.-%;

Die Korngrößenverteilungen durch eine kombinierte Sieb-Schlamm-Analyse ergaben für die drei Mischproben an je drei Proben die Anteile für Ton, Schluff, Sand und Kies wie folgt:

Tabelle 3: Kornverteilungen MP 1 bis 30,00 Gew.-% Tonanteil

MP 1	Ton < 0,002mm	Schluff	Sand	Kies
Anzahl	3	3	3	3
minimaler Anteil [%]	23,7	31,5	36,9	0,0
maximaler Anteil [%]	27,6	37,9	42,8	0,0
Mittelwert [%]	25,5	34,3	40,2	0,0
Standardabweichung [-]	1,979	3,287	3,012	0,000
Variationskoeffizient [-]	0,078	0,096	0,075	0,000

Tabelle 4: Kornverteilungen MP 2 30,00 Gew.-% bis Gew.-35,0 % Tonanteil

MP 2	Ton < 0,002mm	Schluff	Sand	Kies
Anzahl	3	3	3	3
minimaler Anteil [%]	31,7	41,3	22,2	0,0
maximaler Anteil [%]	34,2	44,8	24,5	0,0
Mittelwert [%]	33,0	43,6	23,4	0,0
Standardabweichung [-]	1,250	2,021	1,153	0,000
Variationskoeffizient [-]	0,038	0,046	0,049	0,000

Tabelle 5: Kornverteilungen MP 3 über Gew.-35,00 % Tonanteil

MP 3	Ton < 0,002mm	Schluff	Sand	Kies
Anzahl	3	3	3	3
minimaler Anteil [%]	37,9	39,7	16,2	0,0
maximaler Anteil [%]	43,0	44,1	19,1	0,0
Mittelwert [%]	40,7	41,5	17,8	0,0
Standardabweichung [-]	2,587	2,290	1,473	0,000
Variationskoeffizient [-]	0,064	0,055	0,083	0,000

Der geforderte Anteil an Ton (< 0,002mm) von > 20 Gew.-% wurde von allen Proben deutlich überschritten. Der Variationskoeffizient liegt unter 0,100 (< 10,0 %), so dass von einer nur geringen Streuung des Tonanteils ausgegangen werden kann.

Kornverteilungen siehe Anlage 3.3.

### 5.2.3 Bodenarten DIN EN ISO 14689

Bei dem untersuchten Material handelt es sich um eine (stark) bindiges Material. Anhand der Kornverteilungen werden die Bodenarten wie folgt angegeben:

MP 1: Schluff, stark sandig, tonig (U, fs\*, t),

MP 2: Ton, Schluff, sandig (T, U, s),

MP 3: Ton, stark schluffig, sandig (T, u\*, s).

#### 5.2.4 Korndichte DIN 18124

Die Bestimmung der Korndichten erfolgte im Kapillarpyknometer.

$$\text{MP 1: } \rho_s = 2,661 \text{ g/cm}^3,$$

$$\text{MP 2: } \rho_s = 2,667 \text{ g/cm}^3,$$

$$\text{MP 3: } \rho_s = 2,680 \text{ g/cm}^3.$$

Die ermittelten Korndichten sind für Tone charakteristisch und zur Ermittlung der Luftporenanteile heranzuziehen.

Korndichten siehe Anlage 3.4.

#### 5.2.5 Proctorversuch DIN 18127

Die Durchführung der Proctorversuche erfolgte im Versuchszylinder mit einem Durchmesser von 100 mm. Proctordichten und optimale Wassergehalte wurden wie folgt ermittelt:

$$\text{MP 1: } \rho_{Pr} = 1,660 \text{ g/cm}^3 \text{ und } w_{opt} = 20,0 \%,$$

$$\text{MP 2: } \rho_{Pr} = 1,612 \text{ g/cm}^3 \text{ und } w_{opt} = 22,4 \%,$$

$$\text{MP 3: } \rho_{Pr} = 1,552 \text{ g/cm}^3 \text{ und } w_{opt} = 24,7 \%.$$

Die Proctordichten dienen der Bestimmung der Verdichtungsgrade und sind abhängig vom Anteil an Ton < 0,002 mm. Je höher der Tonanteil, umso kleiner die Proctordichte und umgekehrt. Es empfiehlt sich daher die Proctordichten regelmäßig zu verifizieren.

Ein Einbau mit Einbauwassergehalten größer des optimalen Wassergehalts wird empfohlen, um den Anteil der Luftporen mit < 5,0 % sicher zu erzielen. Andernfalls ist die Verdichtungsenergie anzupassen.

Ein Vergleich der Proctordichten aus den Abbaufeldern 1 bis 3 mit denen des Abbaufeldes 4 zeigt, dass sich die Proctordichten weiterhin in bekannter Breite bewegen. Für die Abbaufelder 1 bis 3 wurden Proctordichten zwischen 1,527 g/cm<sup>3</sup> und 1,659 g/cm<sup>3</sup>, bei optimalen Wassergehalten zwischen 19,7 % und 24,7 %.

Proctorkurven siehe Anlage 3.5.

#### 5.2.6 Wasserdurchlässigkeiten DIN EN 17892-11

Sollwert:  $k_f \leq 5,0 \times 10^{-10}$  m/s;

Der Wasserdurchlässigkeitswert wurde insgesamt neun Proben ermittelt. Davon entfallen je drei Proben auf die jeweilige Mischprobe MP 1, MP 2 und MP 3. Die Versuchsdurchführung erfolgte an Probekörpern mit einem Durchmesser von 100 mm und 120 mm Höhe. Die Probekörper wurden im Prüfzylinder des Proctorversuchs mit entsprechender Verdichtung hergestellt. Die Durchströmung des Probekörpers mit Wasser erfolgt von unten nach oben bei einem konstanten hydraulischen Gefälle von  $i = 30$  und in einem Versuchszeitraum von mindestens 28 Tagen.

Tabelle 6: Wasserdurchlässigkeiten

Probe	Wassergehalt [%]	Trockendichte [g/cm <sup>3</sup> ]	Verdichtung [%]	Luftporen [%]	Durchlässigkeit [m/s]
MP 1.1	23,3	1,610	97,0	1,9	$2,76 \times 10^{-11}$
MP 1.2	25,0	1,580	95,2	1,1	$2,41 \times 10^{-12}$
MP 1.3*	17,9	1,647	99,2	8,6	$6,76 \times 10^{-11}$
MP 2.1	24,6	1,564	97,1	2,9	$2,09 \times 10^{-12}$
MP 2.2	26,5	1,542	95,6	1,3	$6,86 \times 10^{-12}$
MP 2.3*	20,5	1,531	98,6	7,7	$1,10 \times 10^{-10}$

MP 3.1	28,3	1,489	95,9	2,4	$2,12 \times 10^{-12}$
MP 3.2	26,9	1,511	97,4	2,9	$2,23 \times 10^{-12}$
MP 3.3*	23,5	1,538	99,1	6,5	$2,27 \times 10^{-12}$

\*Versuchsdurchführung auf der „trockenen Seite“ der Proctorkurve

Bei den untersuchten Probekörpern konnte im Prüfzeitraum keine bzw. eine nur geringe Durchströmung mit Wasser festgestellt werden. Die Wasserdurchlässigkeitswerten für alle untersuchten Proben, einschließlich der auf der „trockenen Seite“ liegenden Proben, liegen sämtlich unter dem Wasserdurchlässigkeitswert von  $k \leq 5,0 \times 10^{-10}$  m/s. Unabhängig vom Tongehalt werden die Anforderungen an den Wasserdurchlässigkeitswert für alle Dichtungssysteme der Deponieklassen 0 bis III bzw. für geologische Barrieren erfüllt.

Durchlässigkeitsbeiwerte siehe Anlage 3.6.

#### 5.2.7 Fließ-/Ausrollgrenzen DIN EN ISO 17892-12 und Bodengruppen DIN 18196

Über die Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen lassen sich für die Materialien die Plastizitätszahl  $I_P$  und die Konsistenzzahl  $I_C$  berechnen. Anhand des Plastizitätsdiagramms nach CASAGRANDE lassen sich danach die Bodengruppen zuordnen. Die Materialien liegen oberhalb der A-Linie. Es handelt sich demnach um anorganische Böden/Tone. Für die Mischprobe MP 1 wird die Bodengruppe TM - mittelplastische Tone - angegeben und für die Mischproben MP 2 und MP 3 die Bodengruppe TA - ausgeprägt plastische Tone.

Mit Konsistenzzahlen  $I_C$  zwischen 0,871 und 0,940 wiesen alle Proben eine steife Konsistenz auf.

Plastizitätsdiagramm nach CASAGRANDE siehe Anlage 3.7.

### 5.2.8 organische Bestandteile DIN EN 17685-1/TOC

Sollwert:  $V_{GV} \leq 1,0 \%$  bis max.  $5,0 \%$  (natürliche Böden);  
TOC bis  $3,0 \%$  (bei Überschreitung durch natürliche Bestandteile)

Die organischen Bestandteile wurden durch die Glühverlustmethode bestimmt. Mit Werten zwischen  $4,8 \text{ Gew.}\%$  und  $5,5 \text{ Gew.}\%$  werden die Anforderung an natürliche Böden knapp erreicht bzw. leicht überschritten. Die leichten Überschreitungen können akzeptiert werden. Die organischen Bestandteile sind biologischen Ursprungs. Ton ist kein organischer Boden, sondern eindeutig ein mineralischer Boden.

Der gesamte organische Kohlenstoff (TOC) wurde mit  $1,4 \%$  bestimmt. Eine Analyse des elementaren Kohlenstoffes ( $\text{TOC}_{400}$ ) ergab einen Wert von  $1,5 \%$ . Beide Werte sind nahezu identisch, so dass davon ausgegangen werden kann, dass der gebundene Kohlenstoff überwiegend durch elementaren Kohlenstoff verursacht wird. Eine Überschreitung des zulässigen TOC-Gehaltes für natürliche Baustoffe von maximal  $3,0 \%$  erfolgt nicht.

Gemäß dem Prüfbericht Dr. Gehlken 5001/24 (Anlage 4) wurde infrarotspektroskopisch der Gehalt an organischer Substanz mit  $1,0 \text{ Gew.}\%$  festgestellt.

Die Bestimmung der organischen Bestandteile und TOC-Gehalte siehe Anlage 3.8 bzw. 5.

### 5.2.9 Kalkgehalte DIN 18129

Sollwert:  $V_{Ca} \leq 15,0 \%$  bis max.  $30,0 \%$  (bei Nachweis keiner Beeinträchtigung)

Die Kalkgehalt wurden im  $\text{CO}_2$ -Gasometer zwischen  $2,2 \%$  und  $4,3 \%$  bestimmt. Die Anforderungen werden somit sämtlich erfüllt.

Bestimmung des Kalkgehaltes siehe Anlage 3.9.

#### 5.2.10 Wasseraufnahmevermögen DIN 18132

Der Ton des Abbaufeldes 4 besitzt mit Werten zwischen 89,1 % und 119,6 % ein hohes Wasseraufnahmevermögen. Die Bestimmung erfolgte im Wasseraufnahmegesetz.

Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens siehe Anlage 3.10.

#### 5.2.11 Aktivität nach SKEMPTON

Die Aktivität der Tone wurde nach SKEMPTON rechnerisch ermittelt. Hierbei wird die Plastizität des Bodens zum Tonanteil ins Verhältnis gesetzt. Bei Werten zwischen 0,75 und 1,25 sind Böden als normal aktiv zu bezeichnen. Die Werte der MP 1 bis MP 3 liegen zwischen 1,04 und 1,22. Die Tone sind somit normal aktiv.

#### 5.2.12 Scherfestigkeiten DIN 18137

Die Bestimmung der Scherparameter Reibungswinkel und Kohäsion erfolgte im Februar 2024 durch die LIMES GmbH aus Essen im direkten Scherversuch nach DIN 18137. Die Versuchsdurchführung erfolgte an Probekörpern mit Verdichtungsgraden zwischen  $D_{Pr} = 95,0 \%$  und  $97,0 \%$ . Folgende Reibungswinkel  $\varphi'$  und Kohäsionen  $c'$  wurden für den Bruchzustand ermittelt:

$$\text{MP 1:} \quad \varphi' = 27,2^\circ, c' = 4,8 \text{ kN/m}^2;$$

$$\text{MP 2:} \quad \varphi' = 22,5^\circ, c' = 8,3 \text{ kN/m}^2;$$

$$\text{MP 3:} \quad \varphi' = 23,2^\circ, c' = 8,1 \text{ kN/m}^2.$$

Die Gleit- und Standsicherheit ist in jedem Fall projektspezifisch zu überprüfen und nachzuweisen. Für die Berechnungen sind je nach Bemessungssituation (BS-P, BS-T, BS-A) die Teilsicherheitsbeiwerte für die im Laborversuch ermittelten wirksamen Scherparameter Reibungswinkel und Kohäsion zu berücksichtigen.

### 5.2.13 Kompression, Quellvermögen

Das Kompressionsverhalten wurde nicht gesondert untersucht. Verwiesen wird hier auf den Kompressionsversuch der CDM Smith Consult GmbH zum Abbaufeld 1.

Ergebnisse Abbaufeld 1 gemäß CDM Smith Consult GmbH:

Normalspannung: 400,0 kN/m<sup>2</sup>      Steifemodul: 5,52MN/m<sup>3</sup>      Setzung: 1,68 cm;

Normalspannung: 800,0 kN/m<sup>2</sup>      Steifemodul: 10,74 MN/m<sup>3</sup>      Setzung: 2,30 cm.

Das für Abbaufeld 1 untersuchte Tonmaterial hatte einen Tonanteil von 40,7 %. Da das Abbaufeld 4 überwiegend Tonanteile zwischen 30,0 % bis 40,0 % aufweist, reduziert sich die Zusammendrückbarkeit bzw. das Kompressionsvermögen. Zusammendrückbarkeit bzw. Kompressionsvermögen sinken mit fallenden Tongehalten.

Gleiches gilt für das Quellvermögen. Geringere Tonanteile reduzieren das Quellverhalten.

## 6 Tonmineralgehalte

Sollwert:      TM ≥ 10,0 Gew.-%;

Die Bestimmung der tonmineralischen Bestandteile erfolgte im Februar 2024 von Herrn Dr. Peer-L. Gehlken durch eine quantitative mineralogische Phasenanalyse an den Gesamtproben mittels einer Methodenkombination aus Röntgendiffraktometrie (XRD) und Infrarotspektroskopie (FTIR). Gemäß dem Prüfbericht 5001/241 vom 29.02.2024 wurden für die Proben MP 1 bis MP 3 folgende Tonmineral-/Phyllosilikatgehalte ermittelt:

MP 1:       $\Sigma$  TM/Phyllos. = 48,0 Gew.-%,

MP 2:       $\Sigma$  TM/Phyllos. = 48,0 Gew.-%,

MP 3:       $\Sigma$  TM/Phyllos. = 55,0 Gew.-%.

Alle weiteren Mineralphasen sind im Detail dem oben genannten Prüfbericht zu entnehmen.

Der geforderte Anteil an Tonmineralgehalten von TM ≥ 10,0 Gew.-% wird nachweislich sicher eingehalten.

Prüfbericht Dr. Gehlken 5001/241 siehe Anlage 4.

## 7 Schadstoffrückhaltevermögen geologische Barriere

Sollwert: DK 0:  $GT \geq 65 \text{ kg/m}^2$ ; DK I /II:  $GT \geq 260 \text{ kg/m}^2$ ; DK III:  $GT \geq 1.300 \text{ kg/m}^2$ ;

Das Schadstoffrückhaltevermögen der geologischen Barriere wird gemäß dem LANUV Arbeitsblatt 13 über den Gesamttongehalt definiert. Danach ergeben sich rechnerisch für die Mischproben MP 1 bis MP 3 für eine 1,0 m mächtige Dichtungsschicht bei einer Verdichtung von  $D_{Pr} = 95,0 \%$  und in Abhängigkeit vom Tongehalt ( $< 0,002\text{mm}$ ) folgende Gesamttongehalte:

Tabelle 7: Gesamttongehalte

Probe	Tongehalt [%]	Trockendichte $\rho_{Pr95,0\%} [\text{g/cm}^3]$	Gesamttongehalt GT [ $\text{kg/m}^2$ ]
MP 1	25,1	1,577	396
	27,6	1,577	435
	23,7	1,577	374
MP 2	34,2	1,532	524
	33,0	1,532	505
	31,7	1,532	487
MP 3	43,0	1,474	634
	41,2	1,474	607
	37,9	1,474	559

Für die Deponieklassen DK 0 bis DK II werden die geforderten Gesamttongehalte für eine 1,0 m mächtige geologische Barriere deutlich überschritten und eingehalten. Für Deponien der Klasse III muss der Gesamttongehalt für eine 5,0 m mächtige geologische Barriere mind.  $1.300 \text{ kg/m}^2$  betragen. Gemäß dem LANUV Arbeitsblatt 13 gilt: „Soweit die Mächtigkeit der technischen Maßnahmen die o.g. Mindestmächtigkeit überschreitet, können die Anforderungen an das Schadstoffrückhaltevermögen rechnerisch entsprechend verringert werden.“

Die Mächtigkeit einer geologischen Barriere kann demnach entsprechend dem Gesamttongehalt angepasst werden. So wäre z. B. bei einem Tongehalt von 23,7 % eine Gesamtmächtigkeit von mind. 3,4 m einzuhalten. Die Mächtigkeit ist jedoch projektspezifisch zu verifizieren.

Unter Berücksichtigung der Tonmineralgehalte wird die Bestimmung des Gesamttongehaltes als Nachweis des Schadstoffrückhaltevermögens für geologische Barrieren als ausreichend angesehen.

## 8 Chemische Analyse

Bei den Tonen handelt es sich um einen natürlichen Baustoff. Eine chemische Analyse nach der Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung) ist daher nicht gefordert.

Zur Orientierung wurde dennoch eine chemische Analyse nach DepV Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 4 (geologische Barriere) und Spalte 5 (mineralische Dichtung/DK 0) ausgeführt.

Wie bereits in Kapitel 5.2.8 beschrieben, wurde eine geringfügige Überschreitung der organischen Bestandteile und des TOC-Wertes festgestellt. Zudem ist der Wert für Sulfat im Eluat erhöht. Mögliche Ursachen hierfür könnten Oxydationsrückstände von Sulfidverbindungen oder die Zersetzung von im Ton enthaltenden Gips ( $\text{Ca} [\text{SO}_4] \times 2\text{H}_2\text{O}$ ) während des Verwitterungsprozesses sein. Da Sulfate relativ gut wasserlöslich sind, ist ein Nachweis im Eluat nicht außergewöhnlich. Ein anthropogener Eintrag ist ausgeschlossen.

Die chemische Analyse liegt in Anlage 5 bei.

## 9 Weitere Untersuchungen

Erosion und Suffosion sind bei einem stark bindigen Boden nicht zu erwarten. Gefügeänderungen durch Umlagerung oder Abtragung infolge der Durchströmung mit Wasser (hydraulische Beanspruchung) finden nicht statt. Mit Werten für die Wasserdurchlässigkeit von  $k \leq 5,0 \times 10^{-10}$  m/s findet keine nachteilige Durchströmung statt. Die Erosions- und Suffosionssicherheit wird bestätigt. Die hydraulische Widerstandsfähigkeit wird bei natürlichen stark bindigen Böden als gegeben betrachtet.

Das Quellverhalten wurde nicht untersucht. Es wird hier auf die Eignungsprüfungen zu den Abbaufeldern 1 und 3 der CDM Smith Consult GmbH verwiesen. Im Bericht zum Abbaufeld 3 wird festgestellt: *„Auf die Bestimmung des Quellverhaltens wurde verzichtet, da die in [U2] untersuchte Mischprobe (Labor-Nr. 25474, vgl. Abbildung 2) aus den Bohrungen einen höheren Ton- und Schluffanteil sowie einen niedrigeren Sandanteil als die hier untersuchten Mischproben besitzt. Das in [U2] bestimmte Quellverhalten, das in einem Quellhebungsversuch nach E 11, AK 19, Versuchstechnik Fels aus [U15] zu 0,36 % bestimmt wurde, kann auf der sicheren Seite übernommen werden.“*

Die Verformungseigenschaften wurden durch die CDM Smith Consult GmbH an einem Material des Abbaufeldes 2 mittels Biegeversuche überprüft und wie folgt zusammengefasst: *„Zur Bestimmung der Verformungseigenschaften der untersuchten Mischproben wurden in Summe drei Balkenbiegetests mit vorgegebener Durchbiegung ausgeführt (vgl. Anlage 4.1). Da aus den Tonbalken nach Versuchsende Probekörper zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit zu entnehmen waren, war darauf zu achten, dass keine Risse entstehen.“*

*Zusammenfassend ist festzustellen, dass bei Biegeradien in der Größenordnung von  $R = 10$  m keine Rissbildung festzustellen war.“*

Die für die Abbaufelder 1 bis 3 ermittelten Ergebnisse zur hydraulischen Beständigkeit, zum Quellverhalten und zu den Verformungseigenschaften sind aufgrund der nahezu identischen bodenmechanischen Eigenschaften und der daraus resultierenden gleichbleibenden hohen Qualität und Homogenität der Tonabgrabung „Eichenallee“ ohne Vorbehalte und ohne Einschränkungen auf das Material des Abbaufeldes 4 übertragbar.

Gleiches gilt für die Beständigkeit gegen Sickerwasser, Temperaturen und Wassergehaltsänderungen. Diese wurden durch die CDM Smith Consult GmbH für das Abbaufeld 2 umfassend untersucht und in der Eignungsprüfung zum Abbaufeld 2 dokumentiert.

## 10 Zusammenfassung

Die in diesem Bericht zusammengestellten Untersuchungen zur Prüfung der Eignung des Abbaufeldes 4 der „Tonabgrabung Eichenallee“ ist eine Fortschreibung der Eignungsprüfungen für die Abbaufelder 1 bis 3 der CDM Smith Consult GmbH aus Bochum. Sie baut auf diesen auf und ist in Zusammenhang mit diesen zu betrachten.

Das untersuchte Tonmaterial soll als mineralisches Dichtungsmaterial zur Herstellung von geologischen Barrieren, mineralischen Basis- und Oberflächenabdichtungssystemen Verwendung finden. Die an solche Dichtungssysteme für deponietechnische Zwecke gestellten Anforderungen sind in der Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) und den Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard (BQS) geregelt. Weitere Anforderungen sind in dem Merkblatt 1 und dem Arbeitsblatt 12 des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) gegeben.

Nach Durchführung und Auswertung aller im Rahmen der Eignungsprüfung durchgeführten Untersuchungen kann festgestellt werden, dass das Tonmaterial aus dem Abbaufeld 4 der „Tonabgrabung Eichenallee“ der Hermann Nottenkämper GmbH & Co. KG als mineralische Dichtungsmaterial für deponietechnische Zwecke geeignet ist. Dies gilt sowohl für die Herstellung von geologischen Barrieren, als auch für die Herstellung von mineralischen Basis-/Oberflächenabdichtungen für Deponien der Klassen I, II und III.

Die vorliegende Eignungsprüfung ersetzt nicht die Notwendigkeit der Erstellung eines projektspezifischen Versuchsfeldes.

Aus Sicht des Unterzeichners ist das Tonmaterial aus dem Abbaufeld 4 der „Tonabgrabung Eichenallee“ der Hermann Nottenkämper GmbH & Co. KG zur Herstellung von mineralischen Dichtungssystemen geeignet. Einer Verwendung stehen keine Gründe entgegen.

Essen, 12.04.2024



**GeoLab**

Dipl.-Ing. M. Hüdel +  
T. Meyer GbR

## **Anlagen**

## **Anlage 0**

### **Ergebniszusammenstellung**

<b>Projekt:</b> Tonabgrabung Eichenallee Abbaufeld 4 <b>Fortreibung Eignungsprüfung nach BQS</b>  <b>Projekt-Nr.:</b> 2023-040 <b>AG:</b> Hermann Nottenkämper GmbH & Co. KG	<b>GeoLab</b> Geotechnisches Labor Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR Annastraße 31; 45130 Essen Tel.+ FAX 0201 - 2486487
--	---

				Ausgangsmaterial				Misch-/Laborproben MP 1 bis MP 3 in Abhängigkeit vom Tongehalt																							
Datum	Probenr.	Entnahmetiefe von bis [NHN]	Wassergehalt [%]	Kornverteilung				Wassergehalt [%]	Kornverteilung				Proctor			Wasserdurchlässigkeit				Zustandszahl		Karbonatgehalt [M.-%]	organ. Bestandteile [M.-%]	Wasseraufnahme [%]	Aktivität (Skempton) [-]*	Reigungswinkel [°] / Kohäsion [kN/m²]	Tonmineralgehalt [M.-%]	DepV Spalten 4 + 5**	Bemerkungen		
				Tonanteile [M.-%]	Schluffanteile [M.-%]	Sandanteile [M.-%]	Kiesanteil [M.-%]		Tonanteile [M.-%]	Schluffanteile [M.-%]	Sandanteile [M.-%]	Kiesanteil [M.-%]	Proctordichte [g/cm³]	opt. Wassergehalt [%]	Korndichte [g/cm³]	Verdichtung [%]	Wassergehalt [%]	Luftporenanteil [%]	Durchlässigkeit [m/s]	Konsistenzzahl [-]	Plastizitätszahl [%]										
<b>Sollwerte</b>		<b>Basisabdichtung</b>	≥W <sub>95%</sub>	≥20,0	-	-	-	≥W <sub>95%</sub>	≥20,0	-	-	-	-	-	-	≥95,0	-	≤5,0	≤5,0x10 <sup>-10</sup>	0,75/1,0	-	≤15,0/ 30,0	≤1,0/5,0	-	-	-	-	≥10,0	-		
		<b>Oberflächenabdichtung</b>	≥W <sub>95%</sub>	≥20,0	-	-	-	≥W <sub>95%</sub>	≥20,0	-	-	-	-	-	-	≥95,0	-	≤5,0	≤5,0x10 <sup>-9/10</sup>	0,75/1,0	-	≤30,0	≤1,0/5,0	-	-	-	-	-	-		
		<b>geologische Barriere DK 0</b>	≥W <sub>95%</sub>	≥5,0	-	-	-	≥W <sub>95%</sub>	≥5,0	-	-	-	-	-	-	≥95,0	-	≤5,0	≤5,0x10 <sup>-7</sup>	0,75/1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		<b>geologische Barriere DK I-III</b>	≥W <sub>95%</sub>	≥20,0	-	-	-	≥W <sub>95%</sub>	≥20,0	-	-	-	-	-	-	≥95,0	-	≤5,0	≤5,0x10 <sup>-9</sup>	0,75/1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		OK	43,60																												
18.12.23	PN 1/1	43,60	42,85	21,9	22,7	24,1	53,2	0,0																							
18.12.23	PN 1/2	42,85	42,10	21,9	24,4	26,0	49,6	0,0																							
18.12.23	PN 1/3	42,10	41,35	21,4	26,2	26,0	47,9	0,0																							
18.12.23	PN 1/4	41,35	40,60	20,7	23,4	20,5	56,1	0,0																							
18.12.23	PN 1/5	40,60	39,85	23,3	28,7	38,5	32,8	0,0																							
18.12.23	PN 1/6	39,85	39,10	25,1	33,0	42,8	24,2	0,0																							
18.12.23	PN 1/7	39,10	38,35	26,1	31,7	41,6	26,7	0,0																							
18.12.23	PN 1/8	38,35	37,60	23,2	33,2	39,8	27,1	0,0																							
18.12.23	PN 1/9	37,60	36,85	25,2	38,8	40,2	21,0	0,0																							
18.12.23	PN 1/10	36,85	36,10	24,0	39,2	41,4	19,3	0,0																							
18.12.23	PN 1/11	36,10	35,35	25,9	42,5	40,6	16,8	0,0																							
18.12.23	PN 1/12	35,35	34,60	24,8	35,5	39,2	25,2	0,0																							
		OK	43,50																												
18.12.23	PN 2/1	43,50	42,75	20,5	22,5	33,1	44,3	0,0																							P 2/1.1
18.12.23	PN 2/2	42,75	42,00	22,5	27,8	39,3	32,9	0,0																							P 2/1.2
18.12.23	PN 2/3	42,00	41,25	25,7	31,5	45,5	23,0	0,0																							P 2/1.3
18.12.23	PN 2/4	41,25	40,50	24,7	24,0	40,3	35,7	0,0																							P 2/1.4
18.12.23	PN 2/5	40,50	39,75	25,6	32,7	46,1	21,2	0,0																							P 2/1.5
18.12.23	PN 2/6	39,75	39,00	26,0	35,8	46,0	18,2	0,0																							P 2/1.6
18.12.23	PN 2/7	39,00	38,25	22,9	39,7	41,0	19,3	0,0																							P 2/2.1
18.12.23	PN 2/8	38,25	37,50	22,8	34,4	44,0	21,6	0,0																							P 2/2.2
18.12.23	PN 2/9	37,50	36,75	24,3	33,1	42,4	24,5	0,0																							P 2/2.3

<b>Projekt:</b>	<b>Tonabgrabung Eichenallee Abbaufeld 4</b>	<b>GeoLab</b> Geotechnisches Labor
	<b>Fortschreibung Eignungsprüfung nach BQS</b>	Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR
<b>Projekt-Nr.:</b>	<b>2023-040</b>	Annastraße 31; 45130 Essen
<b>AG:</b>	<b>Hermann Nottenkämper GmbH &amp; Co. KG</b>	Tel.+ FAX 0201 - 2486487

				Ausgangsmaterial					Misch-/Laborproben MP 1 bis MP 3 in Abhängigkeit vom Tongehalt																			
Datum	Probenr.	Entnahmetiefe von bis [NHN]	Wassergehalt [%]	Kornverteilung				Wassergehalt [%]	Kornverteilung				Proctor			Wasserdurchlässigkeit			Zustandszahl		Karbonatgehalt [M.-%]	organ. Bestandteile [M.-%]	Wasseraufnahme [%]	Aktivität (Skempton) [-]*	Reigungswinkel [°] / Kohäsion [kN/m²]	Tonmineralgehalt [M.-%]	DepV Spalten 4 + 5**	Bemerkungen
				Tonanteile [M.-%]	Schluffanteile [M.-%]	Sandanteile [M.-%]	Kiesanteil [M.-%]		Tonanteile [M.-%]	Schluffanteile [M.-%]	Sandanteile [M.-%]	Kiesanteil [M.-%]	Proctordichte [g/cm³]	opt. Wassergehalt [%]	Korndichte [g/cm³]	Verdichtung [%]	Wassergehalt [%]	Luftporenanteil [%]	Durchlässigkeit [m/s]	Konsistenzzahl [-]								
18.12.23	PN 2/10	36,75 36,00	23,6	32,2	43,9	24,0	0,0																					P 2/2.4
18.12.23	PN 2/11	36,00 35,25	24,1	31,4	43,4	25,2	0,0																					P 2/2.5
18.12.23	PN 2/12	35,25 34,50	22,8	30,0	44,4	25,6	0,0																					P 2/2.6
		OK 45,00																										
18.12.23	PN 3/1	45,00 44,25	27,5	28,1	44,1	27,7	0,0																					
18.12.23	PN 3/2	44,25 43,50	28,8	32,0	47,6	20,4	0,0																					
18.12.23	PN 3/3	43,50 42,75	23,8	25,4	49,5	25,1	0,0																					
18.12.23	PN 3/4	42,75 42,00	23,6	35,0	43,5	21,5	0,0																					
18.12.23	PN 3/5	42,00 41,25	23,7	33,5	41,1	25,3	0,0																					
18.12.23	PN 3/6	41,25 40,50	25,3	43,0	39,8	17,2	0,0																					
18.12.23	PN 3/7	40,50 39,75	25,7	41,6	41,2	17,2	0,0																					
18.12.23	PN 3/8	39,75 39,00	24,2	32,7	41,9	25,4	0,0																					
18.12.23	PN 3/9	39,00 38,25	24,3	35,6	38,5	24,9	0,0																					
18.12.23	PN 3/10	38,25 37,50	24,4	32,7	43,8	23,5	0,0																					
<b>Mischung Schurf 1 bis 3</b>								24,4	34,7	40,6	24,7	0,0																
	Anzahl		34	34	34	34	34	1	1	1	1	1																
	minimaler Wert		20,5	22,5	20,5	16,8	0,0	-	-	-	-	-																
	maximaler Wert		28,8	43,0	49,5	56,1	0,0	-	-	-	-	-																
	Mittelwert		24,1	32,2	40,0	27,8	0,0	-	-	-	-	-																
	Standardabw.		1,806	5,613	6,654	10,508	0,000	-	-	-	-	-																
	Variationskoeff.		0,075	0,174	0,166	0,379	0,000	-	-	-	-	-																

<b>Projekt:</b>	<b>Tonabgrabung Eichenallee Abbaufeld 4</b>	<b>GeoLab</b> Geotechnisches Labor
<b>Projekt-Nr.:</b>	<b>2023-040</b>	Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR
<b>AG:</b>	<b>Hermann Nottenkämper GmbH &amp; Co. KG</b>	Annastraße 31; 45130 Essen
		Tel.+ FAX 0201 - 2486487

		Ausgangsmaterial				Misch-/Laborproben MP 1 bis MP 3 in Abhängigkeit vom Tongehalt																							
Datum	Probenr.	Entnahmetiefe von bis [NHN]	Wassergehalt [%]	Kornverteilung				Wassergehalt [%]	Kornverteilung				Proctor			Wasserdurchlässigkeit				Zustandszahl		Karbonatgehalt [M.-%]	organ. Bestandteile [M.-%]	Wasseraufnahme [%]	Aktivität (Skempton) [-]*	Reigungswinkel [°] / Kohäsion [kN/m²]	Tonmineralgehalt [M.-%]	DepV Spalten 4 + 5**	Bemerkungen
				Tonanteile [M.-%]	Schluffanteile [M.-%]	Sandanteile [M.-%]	Kiesanteil [M.-%]		Tonanteile [M.-%]	Schluffanteile [M.-%]	Sandanteile [M.-%]	Kiesanteil [M.-%]	Proctordichte [g/cm³]	opt. Wassergehalt [%]	Korndichte [g/cm³]	Verdichtung [%]	Wassergehalt [%]	Luftporenanteil [%]	Durchlässigkeit [m/s]	Konsistenzzahl [-]	Plastizitätszahl [%]								
<b>MP 1</b>		Tongehalt bis 30,0 %				23,6	25,1	37,9	36,9	0,0	1,660	20,0	2,661	97,0	23,3	1,9	2,76E-11	0,940	26,0	2,6	4,8	89,1	1,04	27,2 / 4,8	48,0	✓			
						22,4	27,6	31,5	40,9	0,0				95,2	25,0	1,1	2,41E-12						1,16				k-Wert "trockene Seite"		
						21,7	23,7	33,4	42,8	0,0				99,2	17,9	8,6	6,76E-11						1,20						
Anzahl						3	3	3	3	3	1	1	1	3	3	3	3	1	1	1	1	1	3	1	1	-			
minimaler Wert						21,7	23,7	31,5	36,9	0,0	-	-	-	95,2	17,9	1,1	2,41E-12	-	-	-	-	-	1,04	-	-	-			
maximaler Wert						23,6	27,6	37,9	42,8	0,0	-	-	-	99,2	25,0	8,6	6,76E-11	-	-	-	-	-	1,20	-	-	-			
Mittelwert						22,6	25,5	34,3	40,2	0,0	-	-	-	97,1	22,1	3,9	3,25E-11	-	-	-	-	-	1,13	-	-	-			
Standardabw.						0,961	1,976	3,287	3,012	0,000	-	-	-	2,003	3,707	4,119	3,29E-11	-	-	-	-	-	0,085	-	-	-			
Variationskoeff.						0,043	0,078	0,096	0,075	0,000	-	-	-	0,021	0,168	1,065	1,010	-	-	-	-	-	0,075	-	-	-			
<b>MP 2</b>		Tongehalt von 30,0 % bis 35,0 %				25,0	34,2	41,3	24,5	0,0	1,612	22,4	2,667	97,1	24,6	2,9	2,09E-12	0,871	35,5	4,3	4,9	101,3	1,04	22,5 / 8,3	48,0	✓			
						24,6	33,0	44,8	22,2	0,0				95,6	26,5	1,3	6,86E-12						1,08				k-Wert "trockene Seite"		
						25,0	31,7	44,8	23,5	0,0				98,6	20,5	7,7	1,10E-10						1,12						
Anzahl						3	3	3	3	3	1	1	1	3	3	3	3	1	1	1	1	1	3	1	1	-			
minimaler Wert						24,6	31,7	41,3	22,2	0,0	-	-	-	95,6	20,5	1,3	2,09E-12	-	-	-	-	-	1,04	-	-	-			
maximaler Wert						25,0	34,2	44,8	24,5	0,0	-	-	-	98,6	26,5	7,7	1,10E-10	-	-	-	-	-	1,12	-	-	-			
Mittelwert						24,9	33,0	43,6	23,4	0,0	-	-	-	97,1	23,9	4,0	3,97E-11	-	-	-	-	-	1,08	-	-	-			
Standardabw.						0,231	1,250	2,021	1,153	0,000	-	-	-	1,500	3,066	3,331	6,10E-11	-	-	-	-	-	0,041	-	-	-			
Variationskoeff.						0,009	0,038	0,046	0,049	0,000	-	-	-	0,015	0,128	0,840	1,538	-	-	-	-	-	0,038	-	-	-			
<b>MP 3</b>		Tongehalt größer 35,0 %				24,4	43,0	40,8	16,2	0,0	1,552	24,7	2,680	95,9	28,3	2,4	2,12E-12	0,883	46,4	2,2	5,5	119,6	1,08	23,2 / 8,1	55,0	✓			
						24,4	41,2	39,7	19,1	0,0				97,4	26,9	2,9	2,23E-12						1,13				k-Wert "trockene Seite"		
						24,6	37,9	44,1	18,1	0,0				99,1	23,5	6,5	2,27E-12						1,22						
Anzahl						3	3	3	3	0	1	1	1	3	3	3	3	1	1	1	1	1	3	1	1	-	*I <sub>A</sub> 0,75 - 1,25 normal aktive Böden		
minimaler Wert						24,4	37,9	39,7	16,2	0,0	-	-	-	95,9	23,5	2,4	2,12E-12	-	-	-	-	-	1,08	-	-	-	**Mischprobe MP 1 bis MP 3		
maximaler Wert						24,6	43,0	44,1	19,1	0,0	-	-	-	99,1	28,3	6,5	2,27E-12	-	-	-	-	-	1,22	-	-	-			
Mittelwert						24,5	40,7	41,5	17,8	0,0	-	-	-	97,5	26,2	3,9	2,21E-12	-	-	-	-	-	1,14	-	-	-			
Standardabw.						0,115	2,587	2,290	1,473	0,000	-	-	-	1,601	2,468	2,237	7,77E-14	-	-	-	-	-	0,074	-	-	-			
Variationskoeff.						0,005	0,064	0,055	0,083	0,000	-	-	-	0,016	0,094	0,569	0,035	-	-	-	-	-	0,065	-	-	-			

## **Anlage 1**

### **Lageplan**



**Ausschnitt aus  
Lageplan AP 1.1  
Ausführungsplanung**

## **Anlage 2**

### **Bodenmechanische Untersuchungen Ausgangsmaterial**

**Schurf 1 – 43,60 NHN bis 34,60 NHN**

**Schurf 2 – 43,50 NHN bis 34,50 NHN**

**Schurf 3 – 45,00 NHN bis 37,50 NHN**

## **Anlage 2.1**

### **Ergebniszusammenstellung Ausgangsmaterial**

<b>Projekt:</b>	<b>Tonabgrabung Eichenallee Abbaufeld 4</b>	<b>GeoLab</b> Geotechnisches Labor
	<b>Fortschreibung Eignungsprüfung nach BQS</b>	Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR
<b>Projekt-Nr.:</b>	<b>2023-040</b>	Annastraße 31; 45130 Essen
<b>AG:</b>	<b>Hermann Nottenkämper GmbH &amp; Co. KG</b>	Tel.+ FAX 0201 - 2486487

				Ausgangsmaterial					Misch-/Laborproben MP 1 bis MP 3 in Abhängigkeit vom Tongehalt																						
Datum	Probenr.	Entnahmetiefe von bis [NHN]	Wassergehalt [%]	Kornverteilung				Wassergehalt [%]	Kornverteilung				Proctor			Wasserdurchlässigkeit			Zustandszahl		Karbonatgehalt [M.-%]	organ. Bestandteile [M.-%]	Wasseraufnahme [%]	Aktivität (Skempton) [-]**	Reigungswinkel [°] / Kohäsion [kN/m²]	Tonmineralgehalt [M.-%]	DepV Spalten 4 + 5***	Bemerkungen			
				Tonanteile [M.-%]	Schluffanteile [M.-%]	Sandanteile [M.-%]	Kiesanteil [M.-%]		Tonanteile [M.-%]	Schluffanteile [M.-%]	Sandanteile [M.-%]	Kiesanteil [M.-%]	Proctordichte [g/cm³]	opt. Wassergehalt [%]	Korndichte [g/cm³]	Verdichtung [%]	Luftporenanteil [%]	Durchlässigkeit [m/s]	Wassersättigung [%]	Konsistenzzahl [-]									Plastizitätszahl [%]		
<b>Sollwerte</b>	<b>Basisabdichtung</b>		≥W <sub>95%</sub>	≥20,0	-	-	-	≥W <sub>95%</sub>	≥20,0	-	-	-	-	-	-	≥95,0	≤5,0	≤5,0x10 <sup>-10</sup>	≥95,0	0,75/1,0	-	≤15,0/ 30,0	≤1,0/5,0	-	-	-	-	≥10,0	-		
	<b>Oberflächenabdichtung</b>		≥W <sub>95%</sub>	≥20,0	-	-	-	≥W <sub>95%</sub>	≥20,0	-	-	-	-	-	-	≥95,0	≤5,0	≤5,0x10 <sup>-9/10</sup>	≥95,0	0,75/1,0	-	≤30,0	≤1,0/5,0	-	-	-	-	-	-		
	<b>geologische Barriere DK 0</b>		≥W <sub>95%</sub>	≥5,0	-	-	-	≥W <sub>95%</sub>	≥5,0	-	-	-	-	-	-	≥95,0	≤5,0	≤5,0x10 <sup>-7</sup>	≥95,0	0,75/1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	<b>geologische Barriere DK I-III</b>		≥W <sub>95%</sub>	≥20,0	-	-	-	≥W <sub>95%</sub>	≥20,0	-	-	-	-	-	-	≥95,0	≤5,0	≤5,0x10 <sup>-9</sup>	≥95,0	0,75/1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<b>Schurf 1</b>		OK	43,60																												
18.12.23	PN 1/1	43,60	42,85	21,9	22,7	24,1	53,2	0,0																							
18.12.23	PN 1/2	42,85	42,10	21,9	24,4	26,0	49,6	0,0																							
18.12.23	PN 1/3	42,10	41,35	21,4	26,2	26,0	47,9	0,0																							
18.12.23	PN 1/4	41,35	40,60	20,7	23,4	20,5	56,1	0,0																							
18.12.23	PN 1/5	40,60	39,85	23,3	28,7	38,5	32,8	0,0																							
18.12.23	PN 1/6	39,85	39,10	25,1	33,0	42,8	24,2	0,0																							
18.12.23	PN 1/7	39,10	38,35	26,1	31,7	41,6	26,7	0,0																							
18.12.23	PN 1/8	38,35	37,60	23,2	33,2	39,8	27,1	0,0																							
18.12.23	PN 1/9	37,60	36,85	25,2	38,8	40,2	21,0	0,0																							
18.12.23	PN 1/10	36,85	36,10	24,0	39,2	41,4	19,3	0,0																							
18.12.23	PN 1/11	36,10	35,35	25,9	42,5	40,6	16,8	0,0																							
18.12.23	PN 1/12	35,35	34,60	24,8	35,5	39,2	25,2	0,0																							
<b>Schurf 2</b>		OK	43,50																												
18.12.23	PN 2/1	43,50	42,75	20,5	22,5	33,1	44,3	0,0																							
18.12.23	PN 2/2	42,75	42,00	22,5	27,8	39,3	32,9	0,0																							
18.12.23	PN 2/3	42,00	41,25	25,7	31,5	45,5	23,0	0,0																							
18.12.23	PN 2/4	41,25	40,50	24,7	24,0	40,3	35,7	0,0																							
18.12.23	PN 2/5	40,50	39,75	25,6	32,7	46,1	21,2	0,0																							
18.12.23	PN 2/6	39,75	39,00	26,0	35,8	46,0	18,2	0,0																							
18.12.23	PN 2/7	39,00	38,25	22,9	39,7	41,0	19,3	0,0																							
18.12.23	PN 2/8	38,25	37,50	22,8	34,4	44,0	21,6	0,0																							
18.12.23	PN 2/9	37,50	36,75	24,3	33,1	42,4	24,5	0,0																							



## **Anlage 2.2**

### **Wassergehalte**

<b>Projekt:</b>	<b>Deponie Eichenallee</b> <b>Abbaufeld 4 - Eignung</b> <b>H. Nottenkämper GmbH &amp; Co. KG</b>	<b>GeoLab</b> Geotechnisches Labor Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR Annastraße 31 45130 Essen Tel.+ FAX 0201 - 2486487
Bearbeitungs-Nr.:	2023-040	
Datum:	22.12.2023	

**Wassergehalt**  
**DIN EN ISO 17892-1 (2015-03)**

Probe-Nr.:		PN 1/1	PN 1/2	PN 1/3	PN 1/4	PN 1/5	PN 1/6
Entnahmetiefe [m]:							
Entnahmedatum:		18.12.23	18.12.23	18.12.23	18.12.23	18.12.23	18.12.23
feuchte Probe + Schale	[g]	796,0	728,5	595,0	647,2	582,9	838,0
trockene Probe + Schale	[g]	699,6	636,6	523,4	572,3	508,0	735,9
Schale	[g]	260,4	217,7	189,5	210,9	186,6	329,1
Wasser	[g]	96,4	91,9	71,6	74,9	74,9	102,1
trockene Probe	[g]	439,2	418,9	333,9	361,4	321,4	406,8
<b>Wassergehalt</b>	<b>[%]</b>	<b>21,9</b>	<b>21,9</b>	<b>21,4</b>	<b>20,7</b>	<b>23,3</b>	<b>25,1</b>

**Bemerkungen:**

**Wassergehalt**  
**DIN EN ISO 17892-1 (2015-03)**

Probe-Nr.:		PN 1/7	PN 1/8	PN 1/9	PN 1/10	PN 1/11	PN 1/12
Entnahmetiefe [m]:							
Entnahmedatum:		18.12.23	18.12.23	18.12.23	18.12.23	18.12.23	18.12.23
feuchte Probe + Schale	[g]	707,9	717,5	735,2	743,8	749,4	752,1
trockene Probe + Schale	[g]	582,2	635,2	642,5	620,1	653,8	654,6
Schale	[g]	101,0	280,4	275,2	103,9	284,5	262,0
Wasser	[g]	125,7	82,3	92,7	123,7	95,6	97,5
trockene Probe	[g]	481,2	354,8	367,3	516,2	369,3	392,6
<b>Wassergehalt</b>	<b>[%]</b>	<b>26,1</b>	<b>23,2</b>	<b>25,2</b>	<b>24,0</b>	<b>25,9</b>	<b>24,8</b>

**Bemerkungen:**

<b>Projekt:</b>	<b>Deponie Eichenallee</b> <b>Abbaufeld 4 - Eignung</b> <b>H. Nottenkämper GmbH &amp; Co. KG</b>	<b>GeoLab</b> Geotechnisches Labor Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR Annastraße 31 45130 Essen Tel.+ FAX 0201 - 2486487
Bearbeitungs-Nr.:	2023-040	
Datum:	02.01.2024	

**Wassergehalt**  
**DIN EN ISO 17892-1 (2015-03)**

Probe-Nr.:		PN 2/1	PN 2/2	PN 2/3	PN 2/4	PN 2/5	PN 2/6
Entnahmetiefe [m]:							
Entnahmedatum:		18.12.23	18.12.23	18.12.23	18.12.23	18.12.23	18.12.23
feuchte Probe + Schale	[g]	830,9	661,5	875,0	763,6	676,1	902,6
trockene Probe + Schale	[g]	745,6	578,6	753,6	649,9	576,3	773,2
Schale	[g]	329,2	210,9	280,4	189,5	186,5	275,2
Wasser	[g]	85,3	82,9	121,4	113,7	99,8	129,4
trockene Probe	[g]	416,4	367,7	473,2	460,4	389,8	498,0
<b>Wassergehalt</b>	<b>[%]</b>	<b>20,5</b>	<b>22,5</b>	<b>25,7</b>	<b>24,7</b>	<b>25,6</b>	<b>26,0</b>

**Bemerkungen:**

**Wassergehalt**  
**DIN EN ISO 17892-1 (2015-03)**

Probe-Nr.:		PN 2/7	PN 2/8	PN 2/9	PN 2/10	PN 2/11	PN 2/12
		PN2/2.1	PN2/2.2	PN2/2.3	PN2/2.4	PN2/2.5	PN2/2.6
Entnahmetiefe [m]:							
Entnahmedatum:		18.12.23	18.12.23	18.12.23	18.12.23	18.12.23	18.12.23
feuchte Probe + Schale	[g]	848,1	806,2	935,6	859,8	654,8	878,6
trockene Probe + Schale	[g]	709,4	705,2	808,5	737,4	547,1	768,8
Schale	[g]	104,0	262,0	284,5	217,8	100,9	286,2
Wasser	[g]	138,7	101,0	127,1	122,4	107,7	109,8
trockene Probe	[g]	605,4	443,2	524,0	519,6	446,2	482,6
<b>Wassergehalt</b>	<b>[%]</b>	<b>22,9</b>	<b>22,8</b>	<b>24,3</b>	<b>23,6</b>	<b>24,1</b>	<b>22,8</b>

**Bemerkungen:**

<b>Projekt:</b>	<b>Deponie Eichenallee Abbaufeld 4 - Eignung H. Nottenkämper GmbH &amp; Co. KG</b>	<b>GeoLab</b> Geotechnisches Labor Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR Annastraße 31 45130 Essen Tel.+ FAX 0201 - 2486487
Bearbeitungs-Nr.:	2023-040	
Datum:	03.01.2024	

**Wassergehalt**  
**DIN EN ISO 17892-1 (2015-03)**

Probe-Nr.:		PN 3/1	PN 3/2	PN 3/3	PN 3/4	PN 3/5	PN 3/6
Entnahmetiefe [m]:							
Entnahmedatum:		18.12.23	18.12.23	18.12.23	18.12.23	18.12.23	18.12.23
feuchte Probe + Schale	[g]	737,8	897,4	912,2	845,3	746,0	719,4
trockene Probe + Schale	[g]	618,9	755,4	800,2	738,5	638,8	618,1
Schale	[g]	186,6	262,1	329,3	286,2	187,1	217,7
Wasser	[g]	118,9	142,0	112,0	106,8	107,2	101,3
trockene Probe	[g]	432,3	493,3	470,9	452,3	451,7	400,4
<b>Wassergehalt</b>	<b>[%]</b>	<b>27,5</b>	<b>28,8</b>	<b>23,8</b>	<b>23,6</b>	<b>23,7</b>	<b>25,3</b>

**Bemerkungen:**

**Wassergehalt**  
**DIN EN ISO 17892-1 (2015-03)**

Probe-Nr.:		PN 3/7	PN 3/8	PN 3/9	PN 3/10		
Entnahmetiefe [m]:							
Entnahmedatum:		18.12.23	18.12.23	18.12.23	18.12.23		
feuchte Probe + Schale	[g]	808,3	884,2	762,9	737,8		
trockene Probe + Schale	[g]	699,3	767,3	653,1	630,2		
Schale	[g]	275,3	284,5	200,9	189,5		
Wasser	[g]	109,0	116,9	109,8	107,6		
trockene Probe	[g]	424,0	482,8	452,2	440,7		
<b>Wassergehalt</b>	<b>[%]</b>	<b>25,7</b>	<b>24,2</b>	<b>24,3</b>	<b>24,4</b>		

**Bemerkungen:**

## **Anlage 2.3**

### **Kornverteilungen**

GeoLab  
 Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR  
 45130 Essen; Annastraße 31

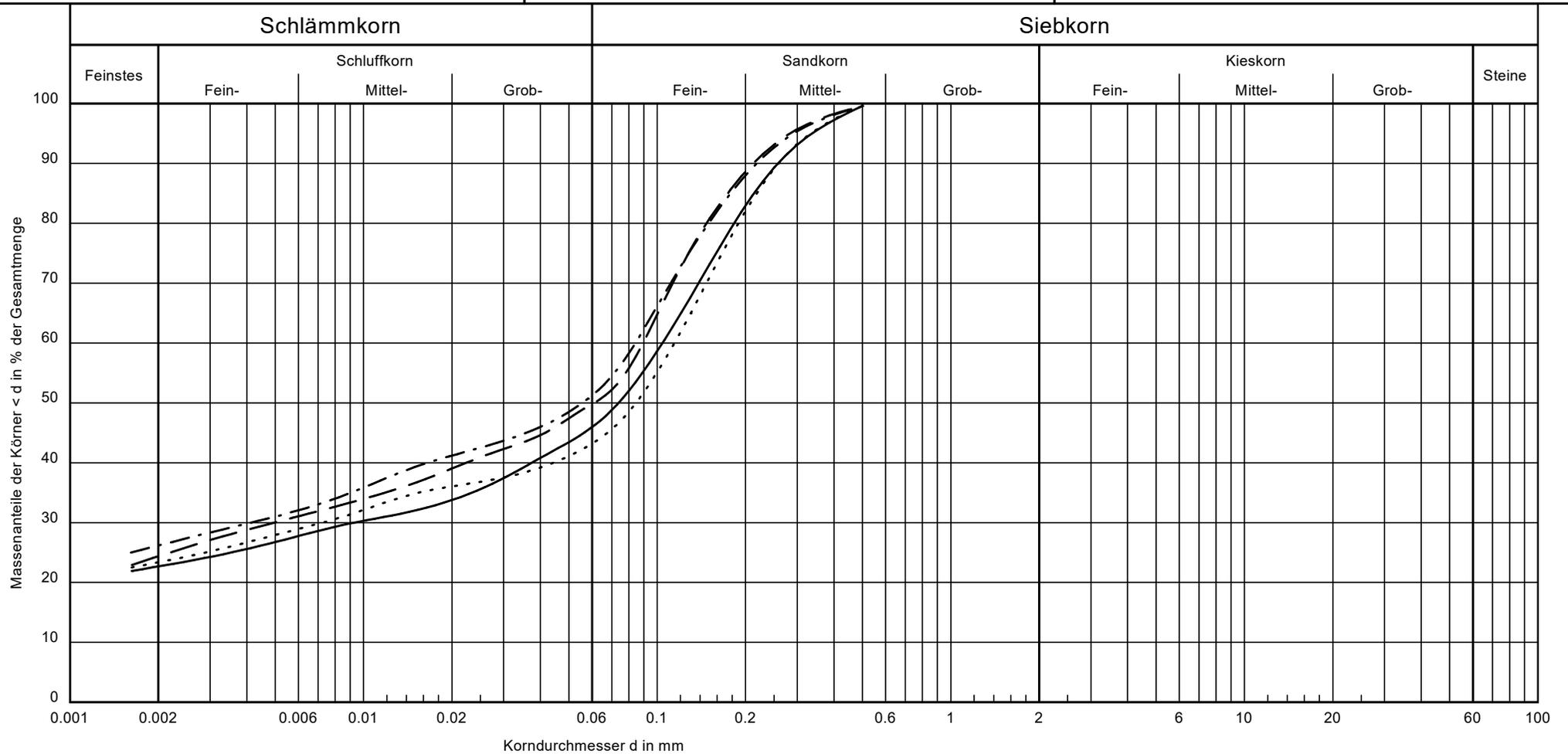
# Korngrößenverteilung

Prüfungsnummer: 2023-040  
 Probe entnommen am: 18.12.2023  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: DIN

Bearbeiter: GeoLab

Datum: Dez. 23/Jan. 24

DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	PN 1/1	PN 1/2	PN 1/3	PN 1/4	Bemerkungen: Tonabgrabung Eichenallee - Abbaufeld 4 Eignungsprüfung H. Nottenkämper GmbH & Co. KG	Anlage: Bericht:
Entnahmestelle:	Schurf 1	Schurf 1	Schurf 1	Schurf 1		
Bodenart:	U, $\bar{s}$ , t					
Anteile T/U/S/G [%]:	22.7/24.1/53.2/ -	24.4/26.0/49.6/ -	26.2/26.0/47.9/ -	23.4/20.5/56.1/ -		
Signatur:	—————	—————	—————	—————		

GeoLab  
 Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR  
 45130 Essen; Annastraße 31

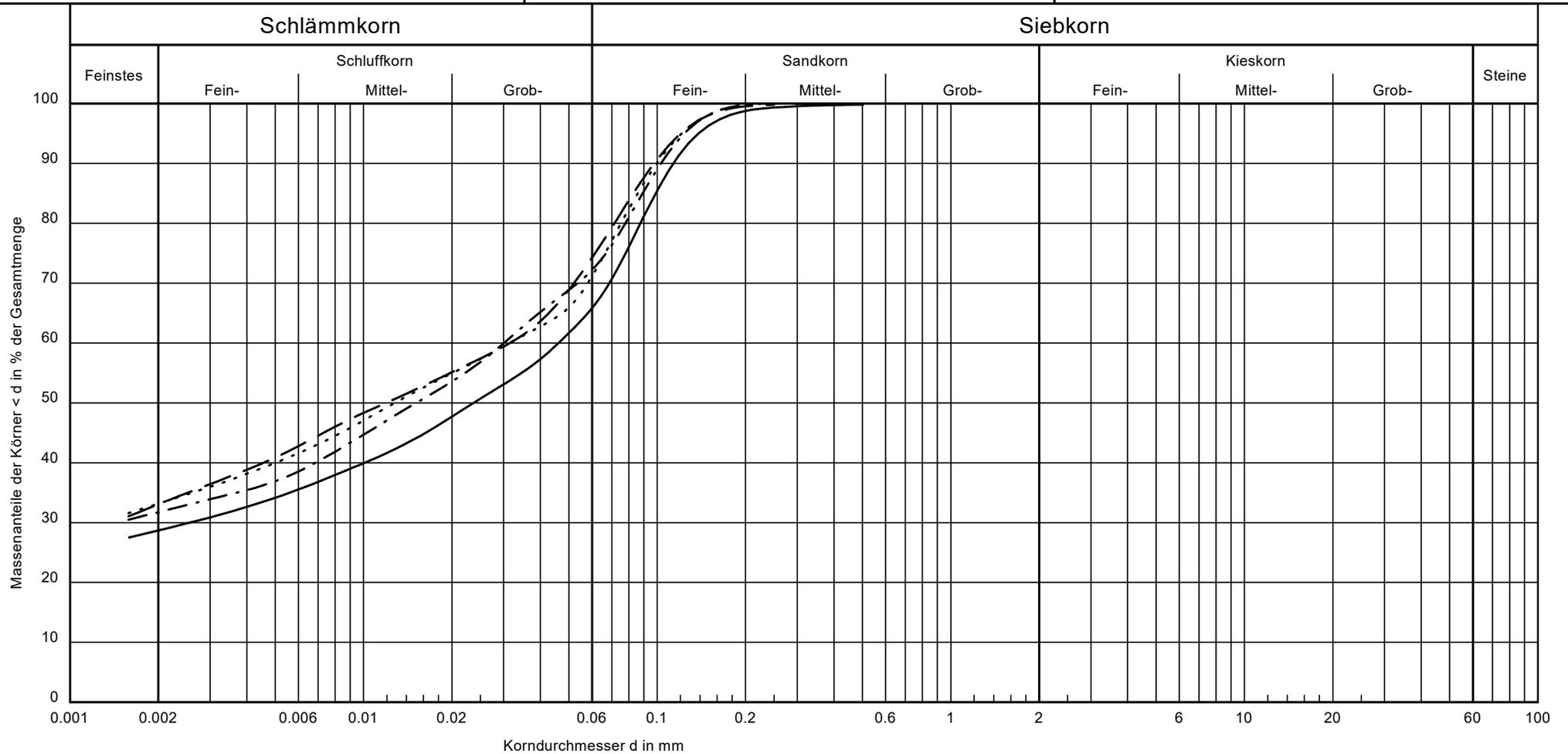
# Korngrößenverteilung

Prüfungsnummer: 2023-040  
 Probe entnommen am: 18.12.2023  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: DIN

Bearbeiter: GeoLab

Datum: Dez. 23/Jan. 24

DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	PN 1/5	PN 1/6	PN 1/7	PN 1/8	Bemerkungen: Tonabgrabung Eichenallee - Abbaufeld 4 Eignungsprüfung H. Nottenkämper GmbH & Co. KG	Anlage: Bericht:
Entnahmestelle:	Schurf 1	Schurf 1	Schurf 1	Schurf 1		
Bodenart:	U, $\bar{s}$ , t	U, $\bar{t}$ , s	U, $\bar{t}$ , s	U, $\bar{t}$ , s		
Anteile T/U/S/G [%]:	28.7/38.5/32.8/ -	33.0/42.8/24.2/ -	31.7/41.6/26.7/ -	33.2/39.8/27.1/ -		
Signatur:	—————	-----	- . - . - .	.....		

GeoLab  
 Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR  
 45130 Essen; Annastraße 31

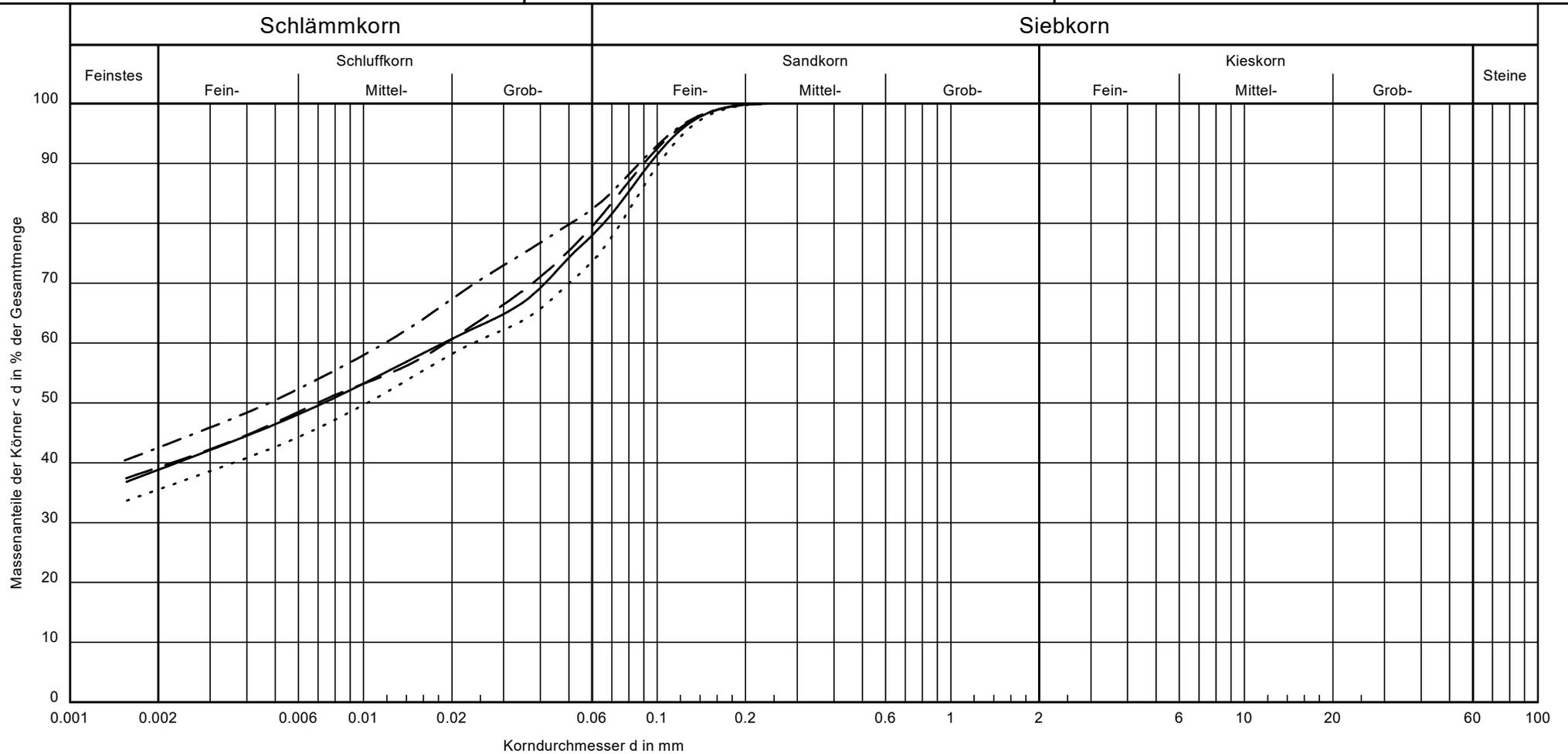
# Korngrößenverteilung

Prüfungsnummer: 2023-040  
 Probe entnommen am: 18.12.2023  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: DIN

Bearbeiter: GeoLab

Datum: Dez. 23/Jan. 24

DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	PN 1/9	PN 1/10	PN 1/11	PN 1/12	Bemerkungen: Tonabgrabung Eichenallee - Abbaufeld 4 Eignungsprüfung H. Nottenkämper GmbH & Co. KG	Anlage: Bericht:
Entnahmestelle:	Schurf 1	Schurf 1	Schurf 1	Schurf 1		
Bodenart:	U, $\bar{t}$ , s	U, $\bar{t}$ , s	T, U, s	U, $\bar{t}$ , s		
Anteile T/U/S/G [%]:	38.8/40.2/21.0/ -	39.2/41.4/19.3/ -	42.5/40.6/16.8/ -	35.5/39.2/25.2/ -		
Signatur:	—————	-----	- . - . - .	.....		

GeoLab  
 Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR  
 45130 Essen; Annastraße 31

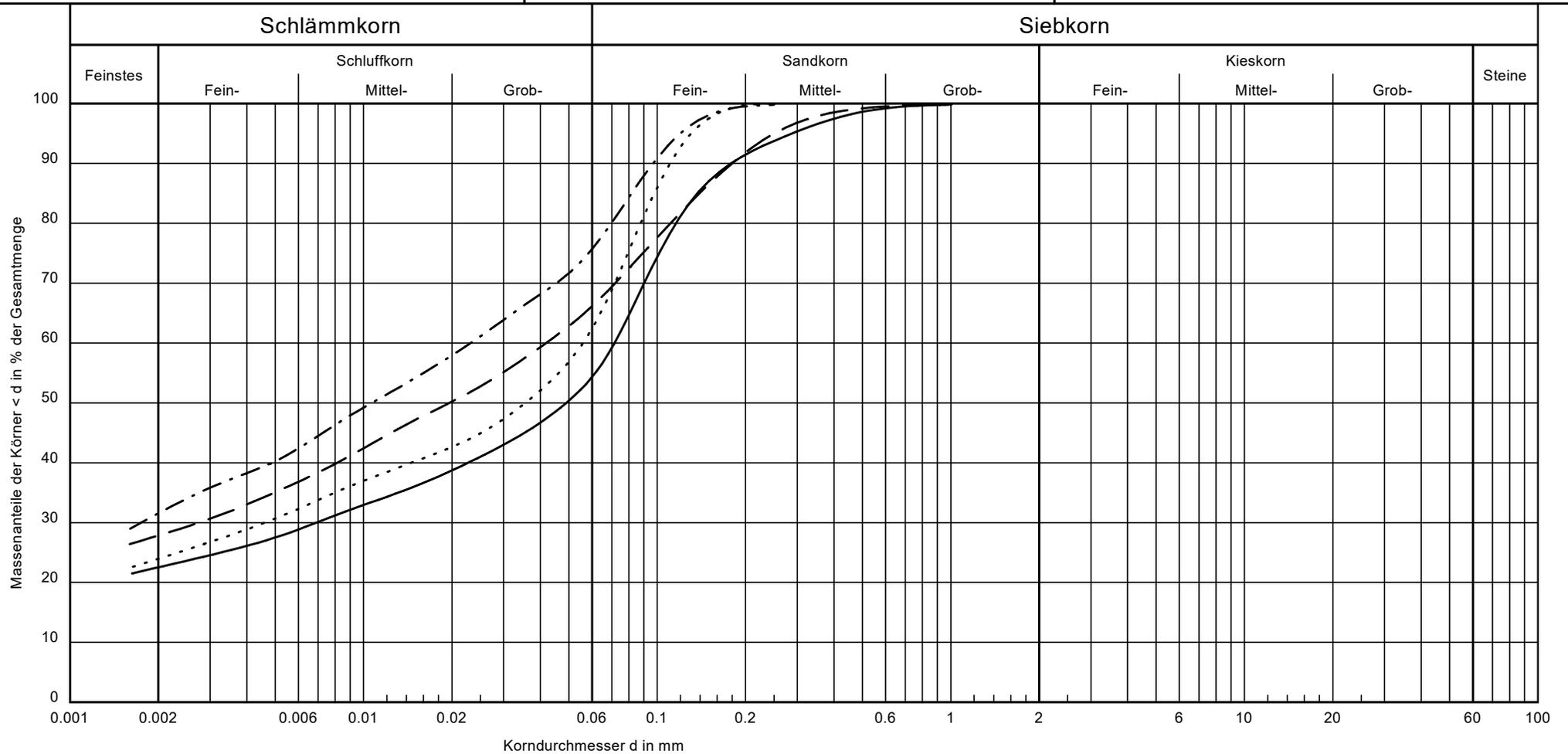
# Korngrößenverteilung

Prüfungsnummer: 2023-040  
 Probe entnommen am: 18.12.2023  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: DIN

Bearbeiter: GeoLab

Datum: Jan. 24

DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	PN 2/1	PN 2/2	PN 2/3	PN 2/4	Bemerkungen: Tonabgrabung Eichenallee - Abbaufeld 4 Eignungsprüfung H. Nottenkämper GmbH & Co. KG	Anlage: Bericht:
Entnahmestelle:	Schurf 2	Schurf 2	Schurf 2	Schurf 2		
Bodenart:	U, $\bar{s}$ , t	U, $\bar{s}$ , t	U, $\bar{t}$ , s	U, $\bar{s}$ , t		
Anteile T/U/S/G [%]:	22.5/33.1/44.3/ -	27.8/39.3/32.9/ -	31.5/45.5/23.0/ -	24.0/40.3/35.7/ -		
Signatur:	—————	-----	- . - . - .	.....		

GeoLab  
 Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR  
 45130 Essen; Annastraße 31

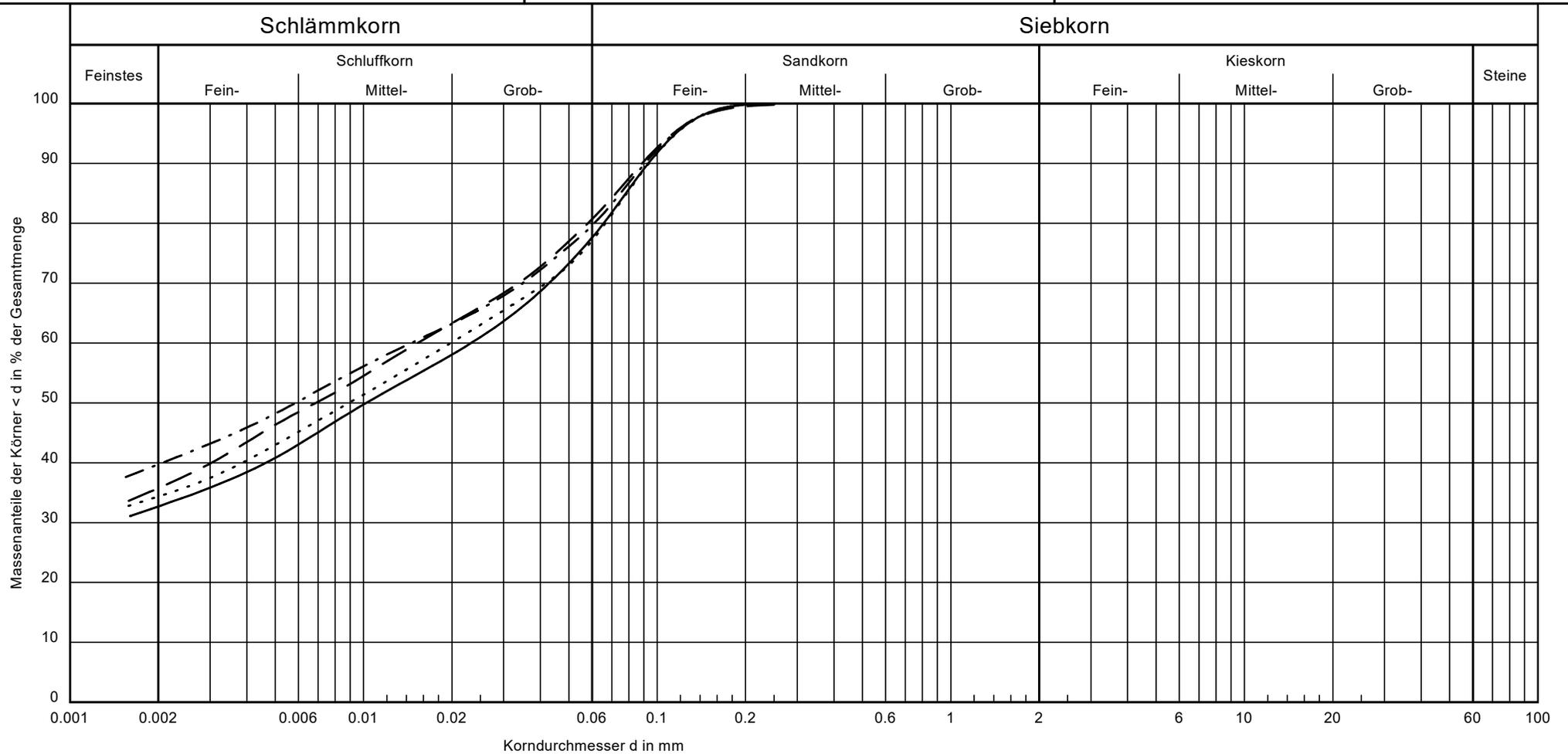
# Korngrößenverteilung

Prüfungsnummer: 2023-040  
 Probe entnommen am: 18.12.2023  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: DIN

Bearbeiter: GeoLab

Datum: Jan. 24

DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	PN 2/5	PN 2/6	PN 2/7	PN 2/8	Bemerkungen: Tonabgrabung Eichenallee - Abbaufeld 4 Eignungsprüfung H. Nottenkämper GmbH & Co. KG	Anlage: Bericht:
Entnahmestelle:	Schurf 2	Schurf 2	Schurf 2	Schurf 2		
Bodenart:	T, U, s	T, U, s	T, ū, s	T, U, s		
Anteile T/U/S/G [%]:	32.7/46.1/21.2/ -	35.8/46.0/18.2/ -	39.7/41.0/19.3/ -	34.4/44.0/21.6/ -		
Signatur:	—————	-----	- . - . - .	.....		

GeoLab  
 Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR  
 45130 Essen; Annastraße 31

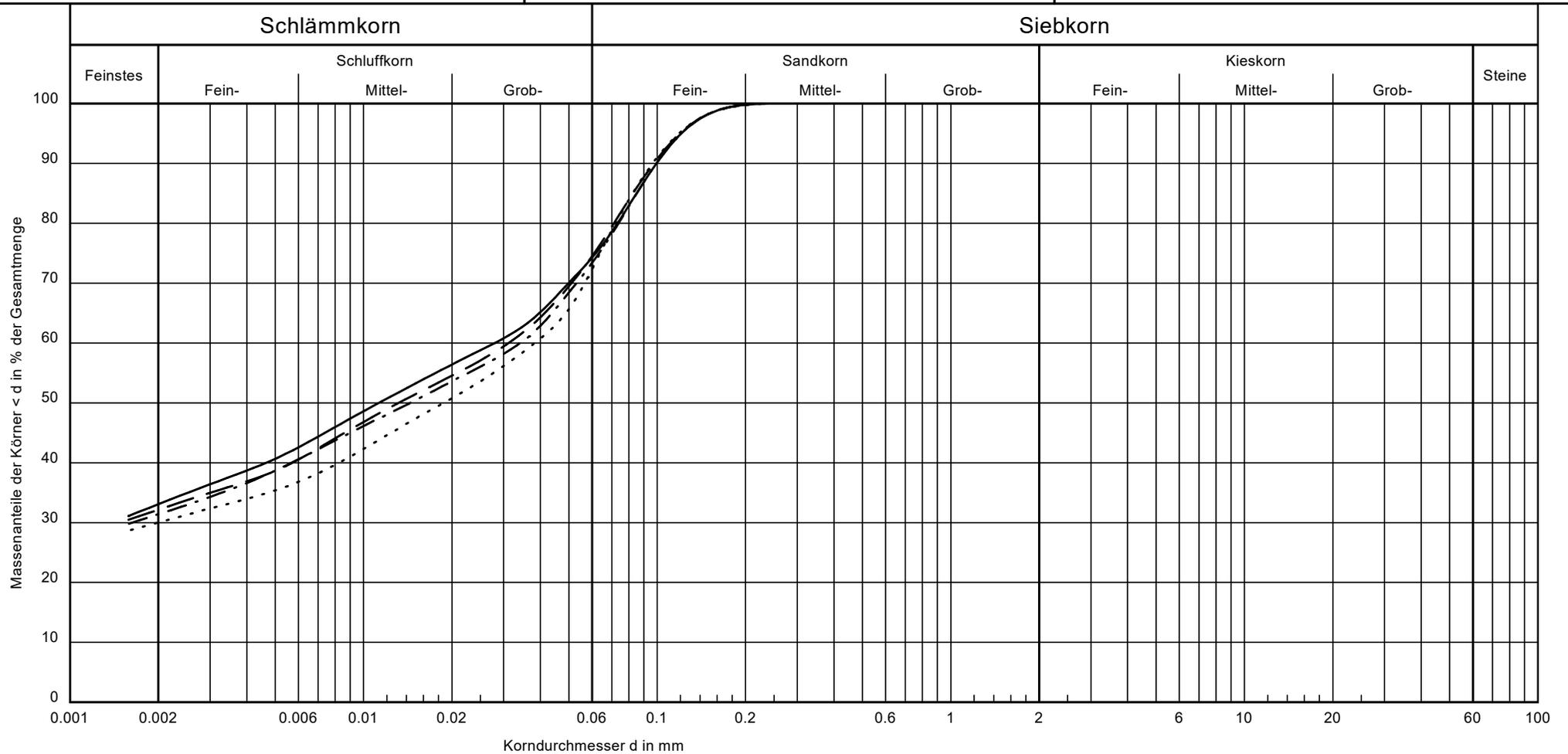
# Korngrößenverteilung

Prüfungsnummer: 2023-040  
 Probe entnommen am: 18.12.2023  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: DIN

Bearbeiter: GeoLab

Datum: Jan. 24

DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	PN 2/9	PN 2/10	PN 2/11	PN 2/12	Bemerkungen: Tonabgrabung Eichenallee - Abbaufeld 4 Eignungsprüfung H. Nottenkämper GmbH & Co. KG	Anlage: Bericht:
Entnahmestelle:	Schurf 2	Schurf 2	Schurf 2	Schurf 2		
Bodenart:	U, $\bar{t}$ , s					
Anteile T/U/S/G [%]:	33.1/42.4/24.5/ -	32.2/43.9/24.0/ -	31.4/43.4/25.2/ -	30.0/44.4/25.6/ -		
Signatur:	—————	-----	- . - . - .	.....		

GeoLab  
 Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR  
 45130 Essen; Annastraße 31

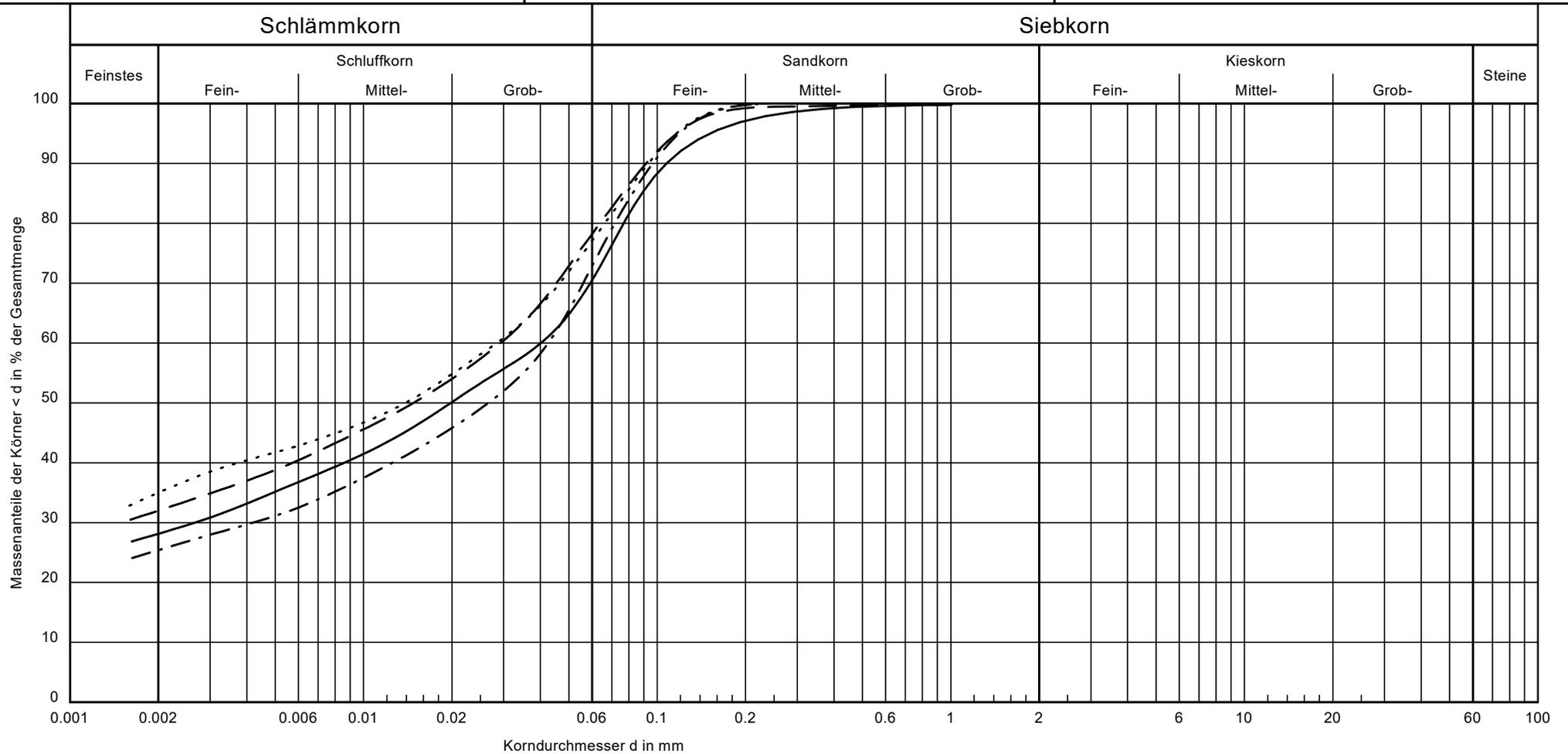
# Korngrößenverteilung

Prüfungsnummer: 2023-040  
 Probe entnommen am: 18.12.2023  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: DIN

Bearbeiter: GeoLab

Datum: Jan. 24

DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	PN 3/1	PN 3/2	PN 3/3	PN 3/4	Bemerkungen: Tonabgrabung Eichenallee - Abbaufeld 4 Eignungsprüfung H. Nottenkämper GmbH & Co. KG	Anlage: Bericht:
Entnahmestelle:	Schurf 3	Schurf 3	Schurf 3	Schurf 3		
Bodenart:	U, t, s	U, $\bar{t}$ , s	U, t, s	U, $\bar{t}$ , s		
Anteile T/U/S/G [%]:	28.1/44.1/27.7/ -	32.0/47.6/20.4/ -	25.4/49.5/25.1/ -	35.0/43.5/21.5/ -		
Signatur:	—————	-----	- . - . - .	.....		

GeoLab  
 Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR  
 45130 Essen; Annastraße 31

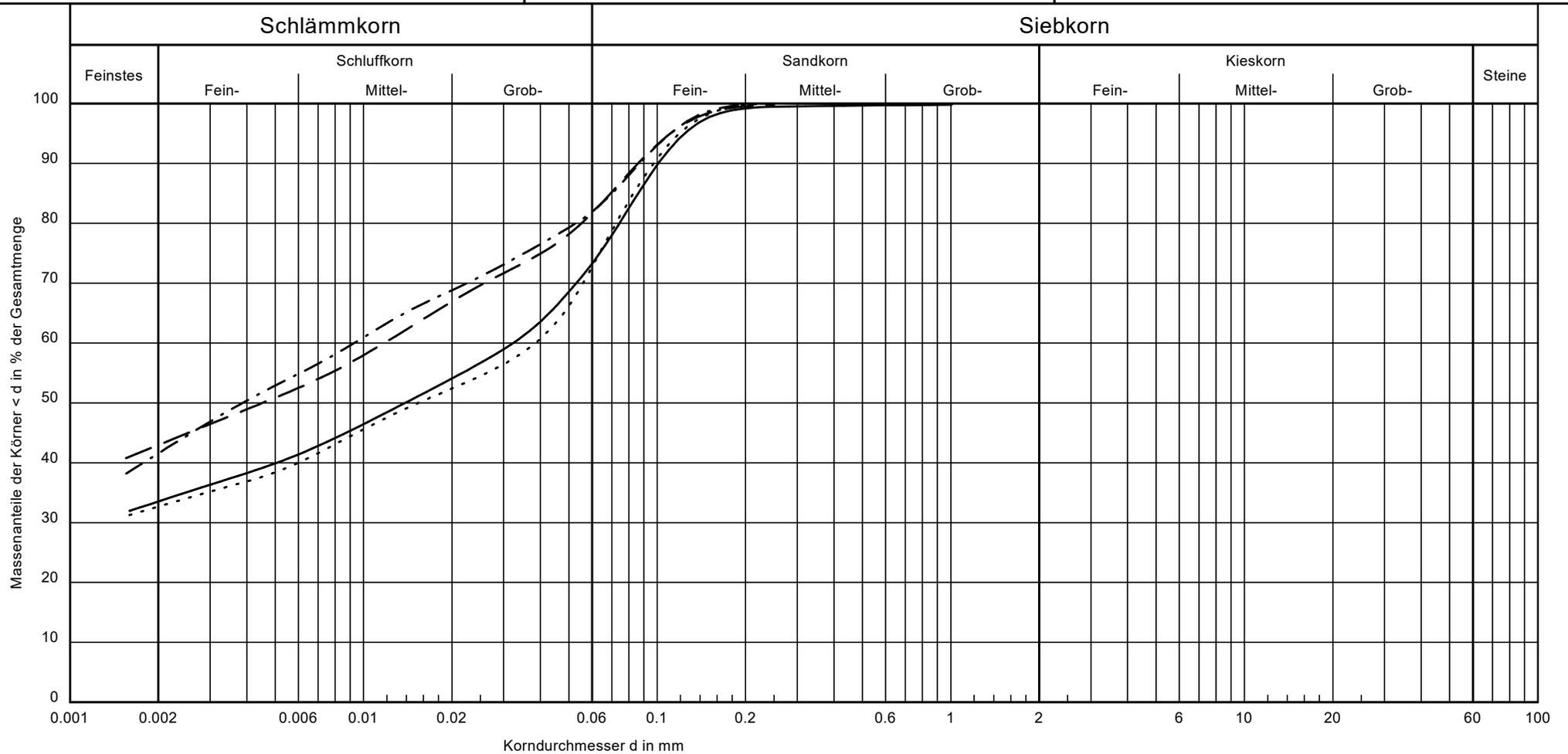
# Korngrößenverteilung

Prüfungsnummer: 2023-040  
 Probe entnommen am: 18.12.2023  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: DIN

Bearbeiter: GeoLab

Datum: Jan. 24

DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	PN 3/5	PN 3/6	PN 3/7	PN 3/8	Bemerkungen: Tonabgrabung Eichenallee - Abbaufeld 4 Eignungsprüfung H. Nottenkämper GmbH & Co. KG	Anlage: Bericht:
Entnahmestelle:	Schurf 3	Schurf 3	Schurf 3	Schurf 3		
Bodenart:	U, T, s	T, $\bar{u}$ , s	T, U, s	U, T, s		
Anteile T/U/S/G [%]:	33.5/41.1/25.3/ -	43.0/39.8/17.2/ -	41.6/41.2/17.2/ -	32.7/41.9/25.4/ -		
Signatur:	—————	-----	- . - . - .	.....		

GeoLab  
 Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR  
 45130 Essen; Annastraße 31

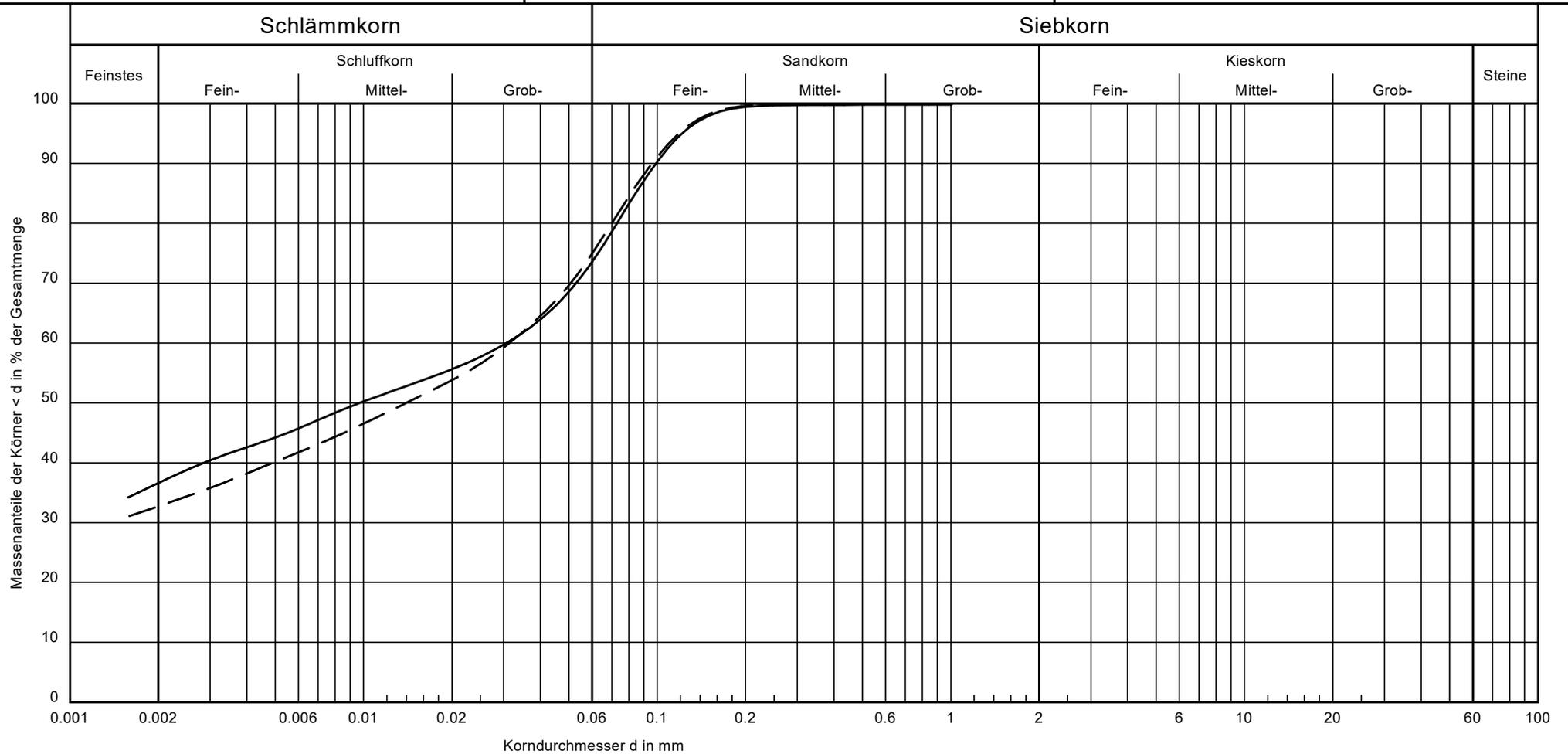
# Korngrößenverteilung

Prüfungsnummer: 2023-040  
 Probe entnommen am: 18.12.2023  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: DIN

Bearbeiter: GeoLab

Datum: Jan. 24

DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:  
 Entnahmestelle:  
 Bodenart:  
 Anteile T/U/S/G [%]:  
 Signatur:

PN 3/9  
 Schurf 3  
 U, T, s  
 36.6/38.5/24.9/ -

PN 3/10  
 Schurf 3  
 U,  $\bar{t}$ , s  
 32.7/43.8/23.5/ -

Bemerkungen:  
 Tonabgrabung Eichenallee - Abbaufeld 4  
 Eignungsprüfung  
 H. Nottenkämper GmbH & Co. KG

Anlage:  
 Bericht:

## **Anlage 3**

### **Bodenmechanische Untersuchungen Mischproben MP 1 bis MP 3**

**MP 1 – Tonanteil bis 30,0 Gew.-%**

**MP 2 – Tonanteil von 30,0 Gew.-% bis 35,0 Gew.-%**

**MP 3 – Tonanteil ab 35,0 Gew.-%**

## **Anlage 3.1**

### **Ergebniszusammenstellung Mischproben MP 1 bis MP 3**

<b>Projekt:</b>	<b>Tonabgrabung Eichenallee Abbaufeld 4</b>	<b>GeoLab</b> Geotechnisches Labor
<b>Projekt-Nr.:</b>	<b>2023-040</b>	Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR
<b>AG:</b>	<b>Hermann Nottenkämper GmbH &amp; Co. KG</b>	Annastraße 31; 45130 Essen
		Tel.+ FAX 0201 - 2486487

		Ausgangsmaterial				Misch-/Laborproben MP 1 bis MP 3 in Abhängigkeit vom Tongehalt																																	
Datum	Probenr.	Entnahmetiefe von bis [NHN]	Wassergehalt [%]	Kornverteilung				Wassergehalt [%]	Kornverteilung				Proctor			Wasserdurchlässigkeit				Zustandszahl		Karbonatgehalt [M.-%]	organ. Bestandteile [M.-%]	Wasseraufnahme [%]	Aktivität (Skempton) [-]*	Reigungswinkel [°] / Kohäsion [kN/m²]	Tonmineralgehalt [M.-%]	DepV Spalten 4 + 5**	Bemerkungen										
				Tonanteile [M.-%]	Schluffanteile [M.-%]	Sandanteile [M.-%]	Kiesanteil [M.-%]		Tonanteile [M.-%]	Schluffanteile [M.-%]	Sandanteile [M.-%]	Kiesanteil [M.-%]	Proctordichte [g/cm³]	opt. Wassergehalt [%]	Korndichte [g/cm³]	Verdichtung [%]	Wassergehalt [%]	Luftporenanteil [%]	Durchlässigkeit [m/s]	Konsistenzzahl [-]	Plastizitätszahl [%]																		
	<b>MP 1</b>		Tongehalt bis 30,0 %				23,6	25,1	37,9	36,9	0,0	1,660	20,0	2,661	97,0	23,3	1,9	2,76E-11	0,940	26,0	2,6	4,8	89,1	1,04	27,2 / 4,8	48,0	✓												
						22,4	27,6	31,5	40,9	0,0	95,2				25,0	1,1	2,41E-12	1,16																					
						21,7	23,7	33,4	42,8	0,0	99,2				17,9	8,6	6,76E-11	1,20																					k-Wert "trockene Seite"
	Anzahl					3	3	3	3	3	1	1	1	3	3	3	3	1	1	1	1	1	3	1	1	-													
	minimaler Wert					21,7	23,7	31,5	36,9	0,0	-	-	-	95,2	17,9	1,1	2,41E-12	-	-	-	-	-	1,04	-	-	-													
	maximaler Wert					23,6	27,6	37,9	42,8	0,0	-	-	-	99,2	25,0	8,6	6,76E-11	-	-	-	-	-	1,20	-	-	-													
	Mittelwert					22,6	25,5	34,3	40,2	0,0	-	-	-	97,1	22,1	3,9	3,25E-11	-	-	-	-	-	1,13	-	-	-													
	Standardabw.					0,961	1,976	3,287	3,012	0,000	-	-	-	2,003	3,707	4,119	3,29E-11	-	-	-	-	-	0,085	-	-	-													
	Variationskoeff.					0,043	0,078	0,096	0,075	0,000	-	-	-	0,021	0,168	1,065	1,010	-	-	-	-	-	0,075	-	-	-													
	<b>MP 2</b>		Tongehalt von 30,0 % bis 35,0 %				25,0	34,2	41,3	24,5	0,0	1,612	22,4	2,667	97,1	24,6	2,9	2,09E-12	0,871	35,5	4,3	4,9	101,3	1,04	22,5 / 8,3	48,0	✓												
						24,6	33,0	44,8	22,2	0,0	95,6				26,5	1,3	6,86E-12	1,08																					
						25,0	31,7	44,8	23,5	0,0	98,6				20,5	7,7	1,10E-10	1,12																				k-Wert "trockene Seite"	
	Anzahl					3	3	3	3	3	1	1	1	3	3	3	3	1	1	1	1	1	3	1	1	-													
	minimaler Wert					24,6	31,7	41,3	22,2	0,0	-	-	-	95,6	20,5	1,3	2,09E-12	-	-	-	-	-	1,04	-	-	-													
	maximaler Wert					25,0	34,2	44,8	24,5	0,0	-	-	-	98,6	26,5	7,7	1,10E-10	-	-	-	-	-	1,12	-	-	-													
	Mittelwert					24,9	33,0	43,6	23,4	0,0	-	-	-	97,1	23,9	4,0	3,97E-11	-	-	-	-	-	1,08	-	-	-													
	Standardabw.					0,231	1,250	2,021	1,153	0,000	-	-	-	1,500	3,066	3,331	6,10E-11	-	-	-	-	-	0,041	-	-	-													
	Variationskoeff.					0,009	0,038	0,046	0,049	0,000	-	-	-	0,015	0,128	0,840	1,538	-	-	-	-	-	0,038	-	-	-													
	<b>MP 3</b>		Tongehalt größer 35,0 %				24,4	43,0	40,8	16,2	0,0	1,552	24,7	2,680	95,9	28,3	2,4	2,12E-12	0,883	46,4	2,2	5,5	119,6	1,08	23,2 / 8,1	55,0	✓												
						24,4	41,2	39,7	19,1	0,0	97,4				26,9	2,9	2,23E-12	1,13																					
						24,6	37,9	44,1	18,1	0,0	99,1				23,5	6,5	2,27E-12	1,22																				k-Wert "trockene Seite"	
	Anzahl					3	3	3	3	0	1	1	1	3	3	3	3	1	1	1	1	1	3	1	1	-	*I <sub>A</sub> 0,75 - 1,25 normal aktive Böden												
	minimaler Wert					24,4	37,9	39,7	16,2	0,0	-	-	-	95,9	23,5	2,4	2,12E-12	-	-	-	-	-	1,08	-	-	-	**Mischprobe MP 1 bis MP 3												
	maximaler Wert					24,6	43,0	44,1	19,1	0,0	-	-	-	99,1	28,3	6,5	2,27E-12	-	-	-	-	-	1,22	-	-	-													
	Mittelwert					24,5	40,7	41,5	17,8	0,0	-	-	-	97,5	26,2	3,9	2,21E-12	-	-	-	-	-	1,14	-	-	-													
	Standardabw.					0,115	2,587	2,290	1,473	0,000	-	-	-	1,601	2,468	2,237	7,77E-14	-	-	-	-	-	0,074	-	-	-													
	Variationskoeff.					0,005	0,064	0,055	0,083	0,000	-	-	-	0,016	0,094	0,569	0,035	-	-	-	-	-	0,065	-	-	-													

## **Anlage 3.2**

### **Wassergehalte**

<b>Projekt:</b>	<b>Deponie Eichenallee</b> <b>Abbaufeld 4 - Eignung</b> <b>H. Nottenkämper GmbH &amp; Co. KG</b>	<b>GeoLab</b> Geotechnisches Labor Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR Annastraße 31 45130 Essen Tel.+ FAX 0201 - 2486487
Bearbeitungs-Nr.:	2023-040	
Datum:	Januar 2024	

**Wassergehalt**  
**DIN EN ISO 17892-1 (2015-03)**

Probe-Nr.:		MP 1	MP 1	MP 1	MP 2	MP 2	MP 2
Probe		1	2	3	1	2	3
Tongehalt:		bis 30,0%			30,0-35,0%		
feuchte Probe + Schale	[g]	867,3	856,0	947,1	950,1	921,6	813,9
trockene Probe + Schale	[g]	764,6	733,5	829,3	818,7	795,0	696,3
Schale	[g]	329,2	186,6	286,3	280,3	275,2	217,7
Wasser	[g]	102,7	122,5	117,8	131,4	126,6	117,6
trockene Probe	[g]	435,4	546,9	543,0	538,4	519,8	478,6
<b>Wassergehalt</b>	<b>[%]</b>	<b>23,6</b>	<b>22,4</b>	<b>21,7</b>	<b>24,4</b>	<b>24,4</b>	<b>24,6</b>

**Bemerkungen:**

**Wassergehalt**  
**DIN EN ISO 17892-1 (2015-03)**

Probe-Nr.:		MP 3	MP 3	MP 3			
Probe		1	2	3			
Tongehalt:		größer 35,0%					
feuchte Probe + Schale	[g]	841,4	788,6	817,6			
trockene Probe + Schale	[g]	725,1	670,3	691,4			
Schale	[g]	260,3	189,5	187,1			
Wasser	[g]	116,3	118,3	126,2			
trockene Probe	[g]	464,8	480,8	504,3			
<b>Wassergehalt</b>	<b>[%]</b>	<b>25,0</b>	<b>24,6</b>	<b>25,0</b>			

**Bemerkungen:**

## **Anlage 3.3**

### **Kornverteilungen**

GeoLab  
Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR  
45130 Essen; Annastraße 31

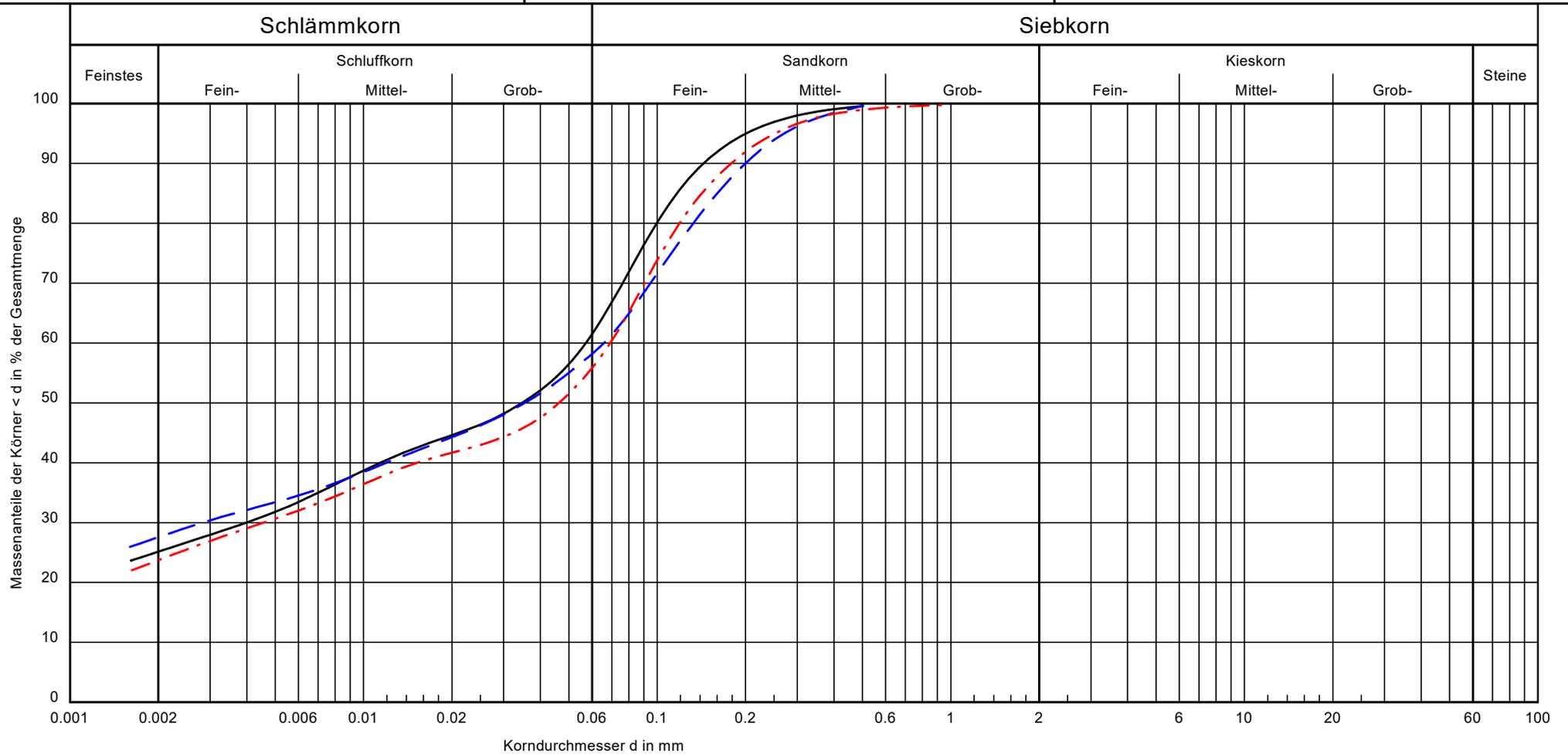
# Korngrößenverteilung

Prüfungsnummer: 2023-040  
Probe entnommen am: 18.12.2023  
Art der Entnahme: gestört  
Arbeitsweise: DIN

Bearbeiter: GeoLab

Datum: Jan. 24

DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	MP 1/1	MP 1/2	MP 1/3	Bemerkungen: Tonabgrabung Eichenallee - Abbaufeld 4 Eignungsprüfung H. Nottenkämper GmbH & Co. KG	Anlage: Bericht:
Entnahmestelle:	Schurf 1	Schurf 1	Schurf 1		
Bodenart:	U, $\bar{s}$ , t	U, $\bar{s}$ , t	U, $\bar{s}$ , t		
Anteile T/U/S/G [%]:	25.1/37.9/36.9/ -	27.6/31.5/40.9/ -	23.7/33.4/42.8/ -		
Signatur:	—————	-----	- - - - -		

GeoLab  
 Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR  
 45130 Essen; Annastraße 31

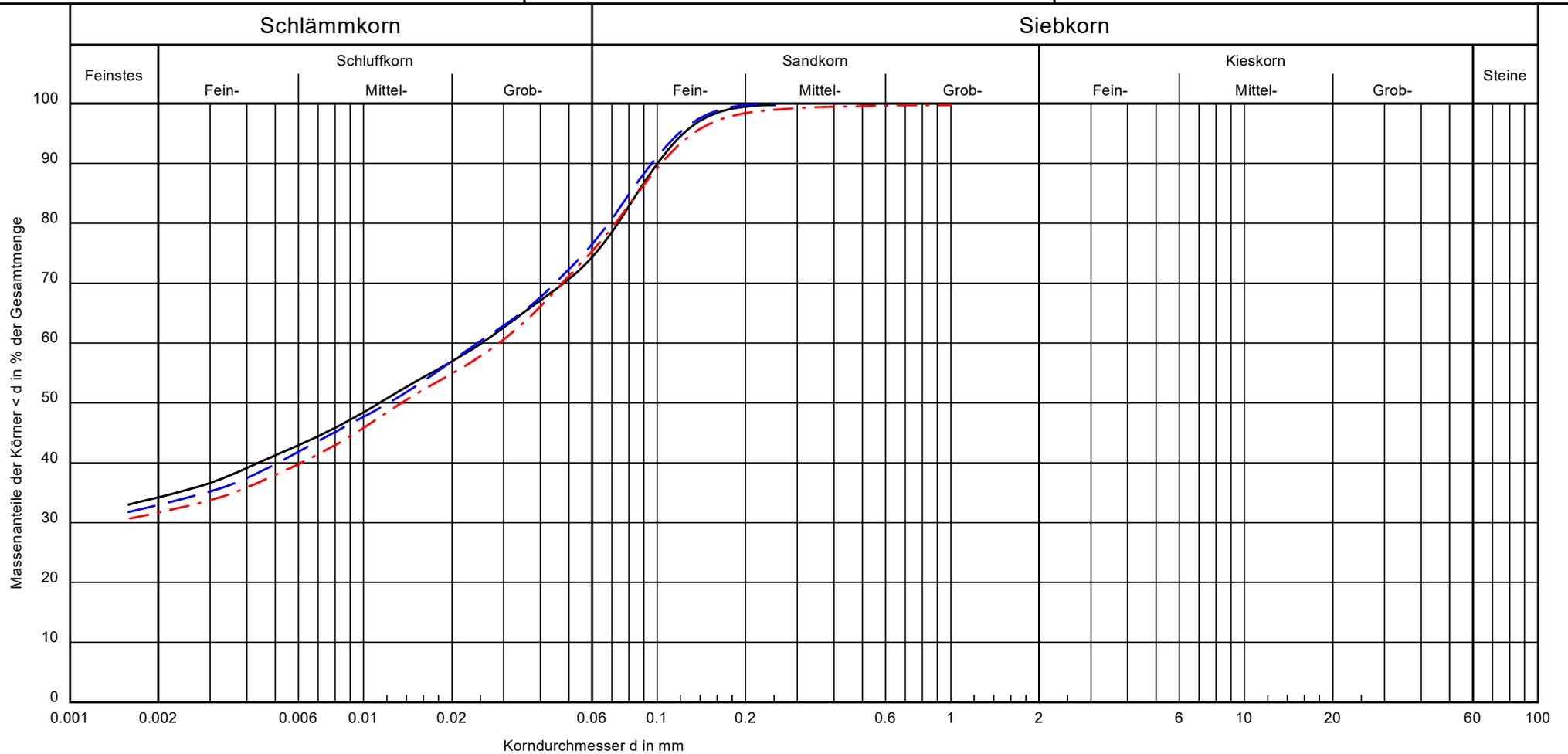
# Korngrößenverteilung

Prüfungsnummer: 2023-040  
 Probe entnommen am: 18.12.2023  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: DIN

Bearbeiter: GeoLab

Datum: Jan. 24

DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	MP 2/1	MP 2/2	MP 2/3	Bemerkungen: Tonabgrabung Eichenallee - Abbaufeld 4 Eignungsprüfung H. Nottenkämper GmbH & Co. KG	Anlage: Bericht:
Entnahmestelle:	Schurf 2	Schurf 2	Schurf 2		
Bodenart:	T, U, s	T, ū, s	T, U, s		
Anteile T/U/S/G [%]:	34.2/41.3/24.5/ -	33.0/44.8/22.2/ -	31.7/44.8/23.5/ -		
Signatur:	_____	-----	- . - . - .		

GeoLab  
 Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR  
 45130 Essen; Annastraße 31

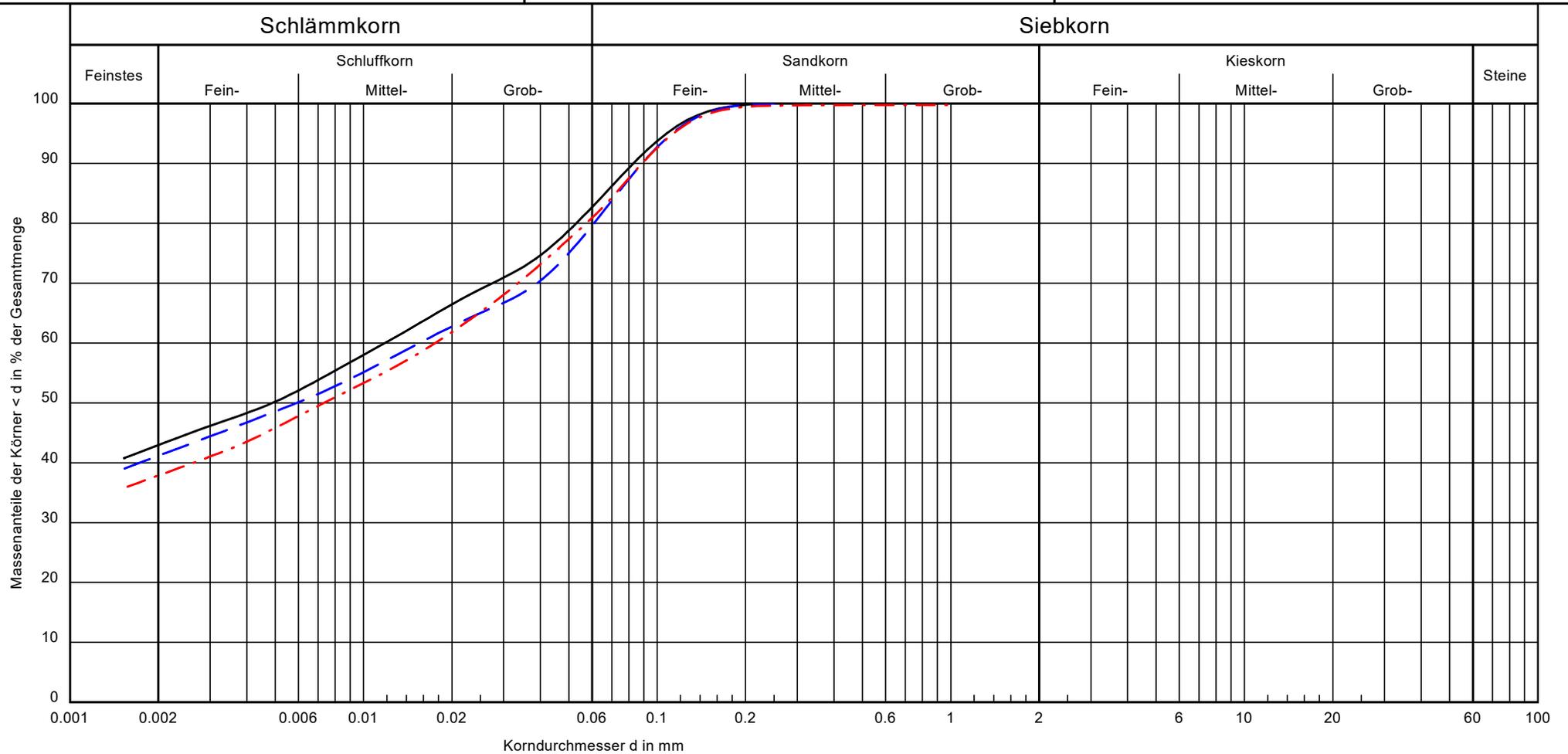
# Korngrößenverteilung

Prüfungsnummer: 2023-040  
 Probe entnommen am: 18.12.2023  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: DIN

Bearbeiter: GeoLab

Datum: Jan. 24

DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	MP 3/1	MP 3/2	MP 3/3	Bemerkungen: Tonabgrabung Eichenallee - Abbaufeld 4 Eignungsprüfung H. Nottenkämper GmbH & Co. KG	Anlage: Bericht:
Entnahmestelle:	Schurf 3	Schurf 3	Schurf 3		
Bodenart:	T, ū, s	T, ū, s	T, ū, s		
Anteile T/U/S/G [%]:	43.0/40.8/16.2/ -	41.2/39.7/19.1/ -	37.9/44.1/18.1/ -		
Signatur:	—————	—————	—————		

GeoLab  
 Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR  
 45130 Essen; Annastraße 31

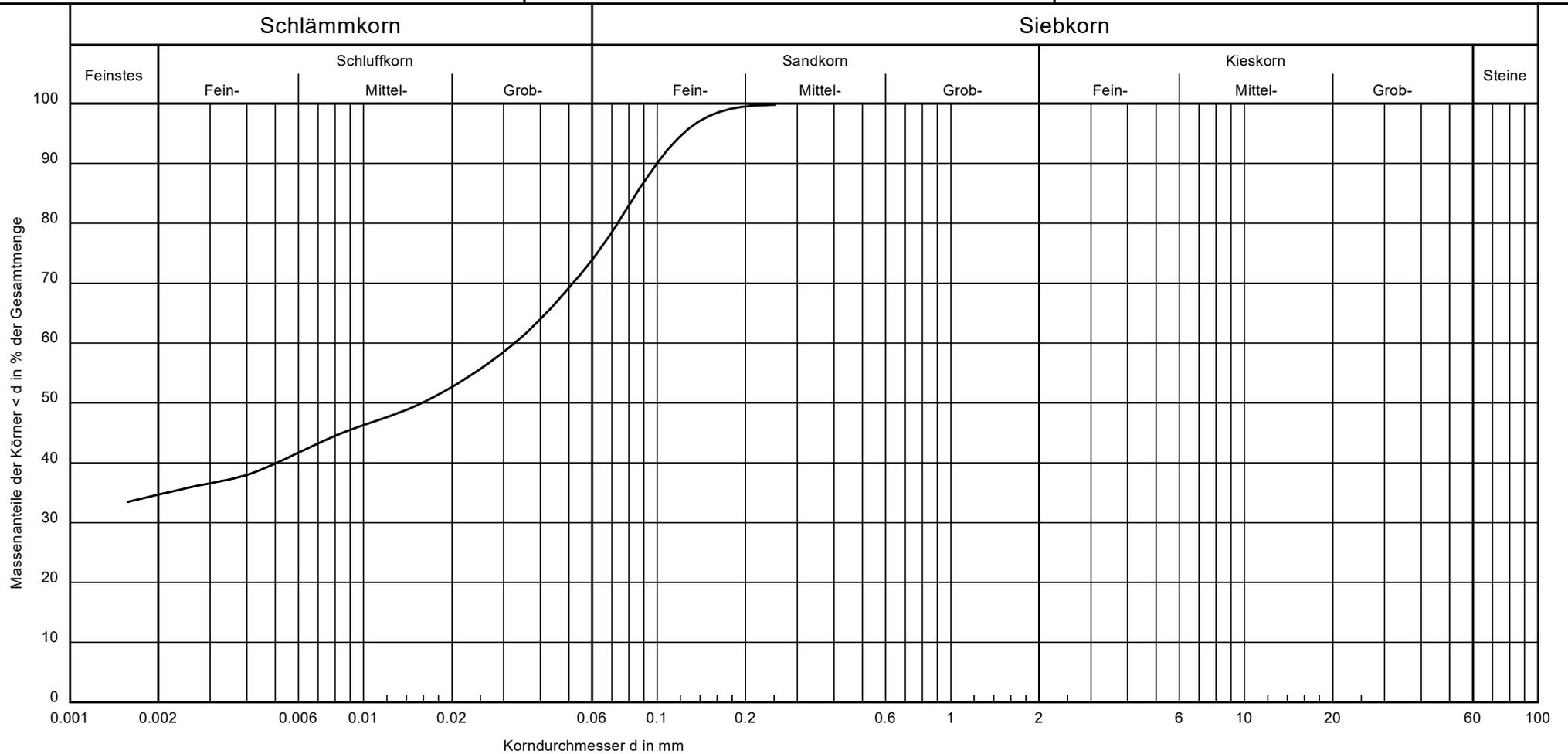
# Korngrößenverteilung

Prüfungsnummer: 2023-040  
 Probe entnommen am: 18.12.2023  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: DIN

Bearbeiter: GeoLab

Datum: Jan. 24

DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:

MP 1 + MP 2 + MP 3

Bemerkungen:

Entnahmestelle:

Schurf 1-3

Tonabgrabung Eichenallee - Abbaufeld 4

Bodenart:

T,  $\bar{u}$ , s

Eignungsprüfung

Anteile T/U/S/G [%]:

34.7/40.6/24.7/ -

H. Nottenkämper GmbH & Co. KG

Signatur:

Anlage:  
 Bericht:

## **Anlage 3.4**

### **Korndichten**

<b>Projekt:</b>	<b>Deponie Eichenallee</b> <b>Abbaufeld 4 - Eignung</b> <b>H. Nottenkämper GmbH &amp; Co. KG</b>	<b>GeoLab</b> Geotechnisches Labor Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR Annastraße 31 45130 Essen Tel.+ FAX 0201 - 2486487
Bearbeitungs-Nr.:	2023-040	
Datum:	18./19.01.2024	

**Bestimmung der Korndichte**  
**DIN 18 124, Kapillarpyknometer**

<b>Probe-Nr.:</b>		<b>MP 1</b>	<b>MP 2</b>	<b>MP 3</b>
Entnahmedatum:		18.12.23	18.12.23	18.12.23
Bodenart:		U, t, s*	T, U, s	T, u*, s'
Pyknometervolumen				
M. leeres Pyknometer	[g]	39,842	39,840	39,837
M. gefülltes Pyknometer	[g]	139,081	139,078	139,113
Masse des Wassers	[g]	99,239	99,238	99,276
Temp. des Wassers	[°C]	19,5	19,6	19,8
Dichte des Wassers	[g/cm <sup>3</sup> ]	0,99833	0,99831	0,99827
<b>Vol. des Pyknometer</b>	[cm <sup>3</sup> ]	99,405	99,406	99,448
Korndichte				
M. Pyknometer + Probe	[g]	51,075	51,837	49,393
M. gefülltes Pyk. + Probe	[g]	146,099	146,585	145,110
Masse des Wassers	[g]	95,024	94,748	95,717
Temp. des Wassers	[°C]	19,5	19,6	19,8
Dichte des Wassers	[g/cm <sup>3</sup> ]	0,99833	0,99831	0,99827
<b>Volumen des Wassers</b>	[cm <sup>3</sup> ]	95,183	94,908	95,883
Vol. des Pyknometer bei 19,5 °C	[cm <sup>3</sup> ]	99,405	99,406	99,448
Volumen der Körner	[cm <sup>3</sup> ]	4,222	4,498	3,565
Masse der Körner	[g]	11,233	11,997	9,556
<b>Korndichte</b>	[g/cm <sup>3</sup> ]	<b>2,661</b>	<b>2,667</b>	<b>2,680</b>

**Bemerkungen:**

## **Anlage 3.5**

### **Proctorversuche**

# Proctorkurve nach DIN 18 127

Tonabgrabung Eichenallee  
Eignung Abbaufeld 4

Bearbeiter: GeoLab

Datum: Januar 2024

Probenummer: MP 1

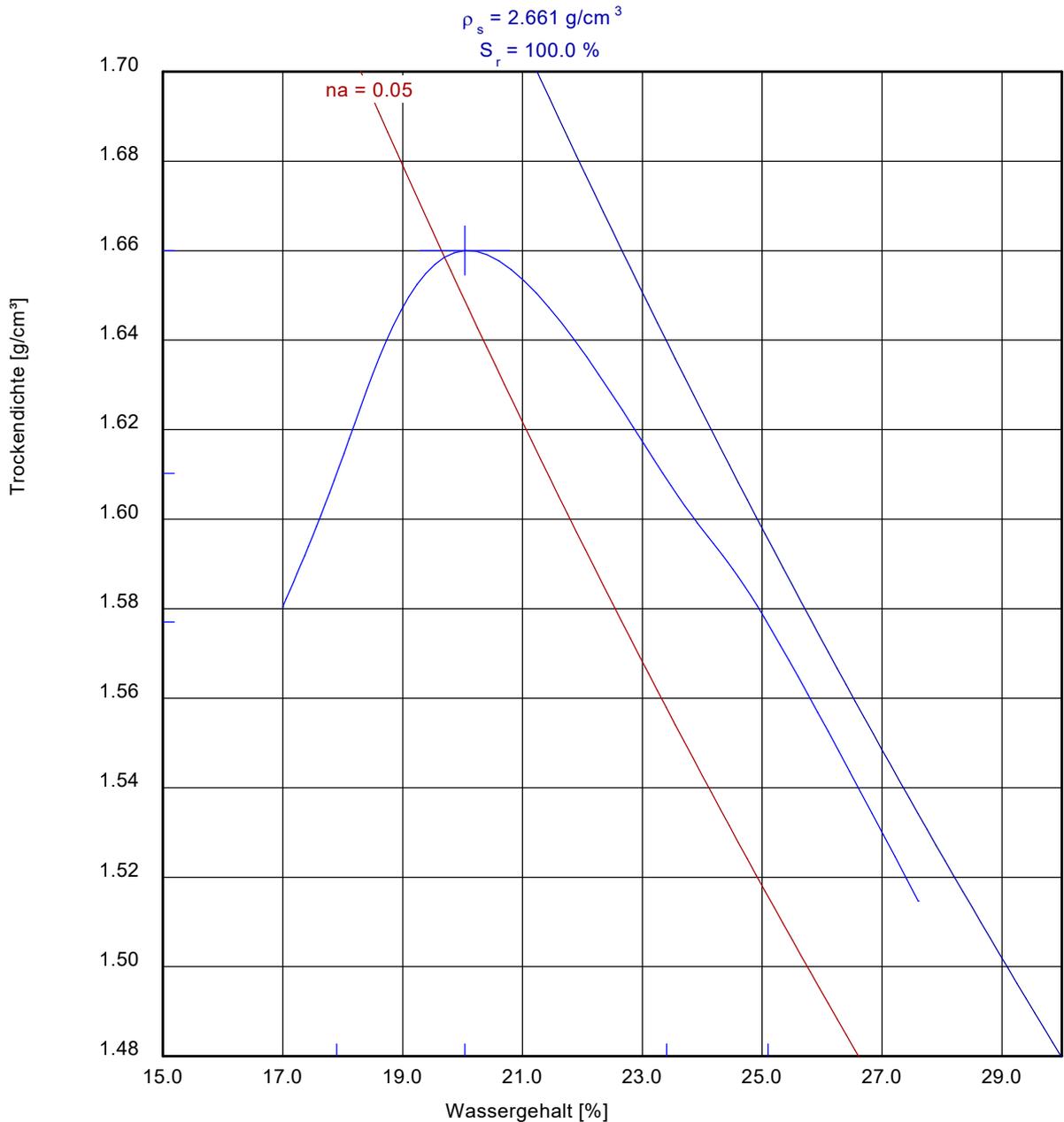
Bodenart: U,  $\bar{s}$ , t

Entnahmetiefe:

Entnahmeart: gestört

Entnahmestelle: Schurf 1

Entnahmedatum: 18.12.2023



100 % der Proctordichte  $\rho_{Pr} = 1.660 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt  $w_{Pr} = 20.0 \%$

97.0 % der Proctordichte  $\rho_d = 1.610 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt  $w = 17.9 / 23.4 \%$

95.0 % der Proctordichte  $\rho_d = 1.577 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt  $w = - / 25.1 \%$

Bearb.-Nr.: 2023-040

Anlage:

# Proctorkurve nach DIN 18 127

Tonabgrabung Eichenallee  
Eignung Abbaufeld 4

Bearbeiter: GeoLab

Datum: Januar 2024

Probenummer: MP 2

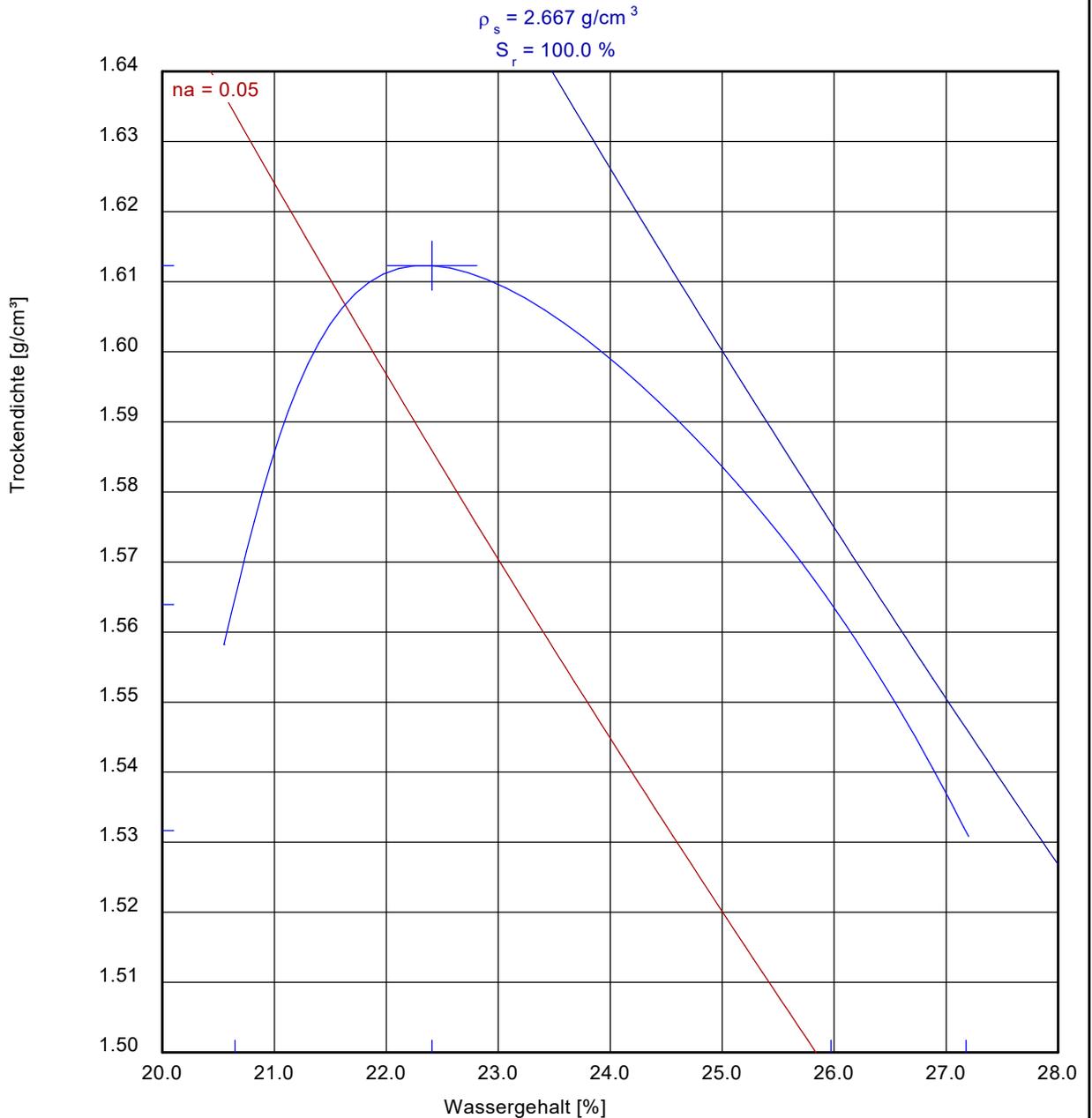
Bodenart: T, U, s

Entnahmetiefe:

Entnahmeart: gestört

Entnahmestelle: Schurf 2

Entnahmedatum: 18.12.2023



100 % der Proctordichte  $\rho_{Pr} = 1.612 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt  $w_{Pr} = 22.4 \%$

97.0 % der Proctordichte  $\rho_d = 1.564 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt  $w = 20.6 / 26.0 \%$

95.0 % der Proctordichte  $\rho_d = 1.532 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt  $w = - / 27.2 \%$

Bearb.-Nr.: 2023-040

Anlage:

# Proctorkurve nach DIN 18 127

Tonabgrabung Eichenallee  
Eignung Abbaufeld 4

Bearbeiter: GeoLab

Datum: Januar 2024

Probenummer: MP 3

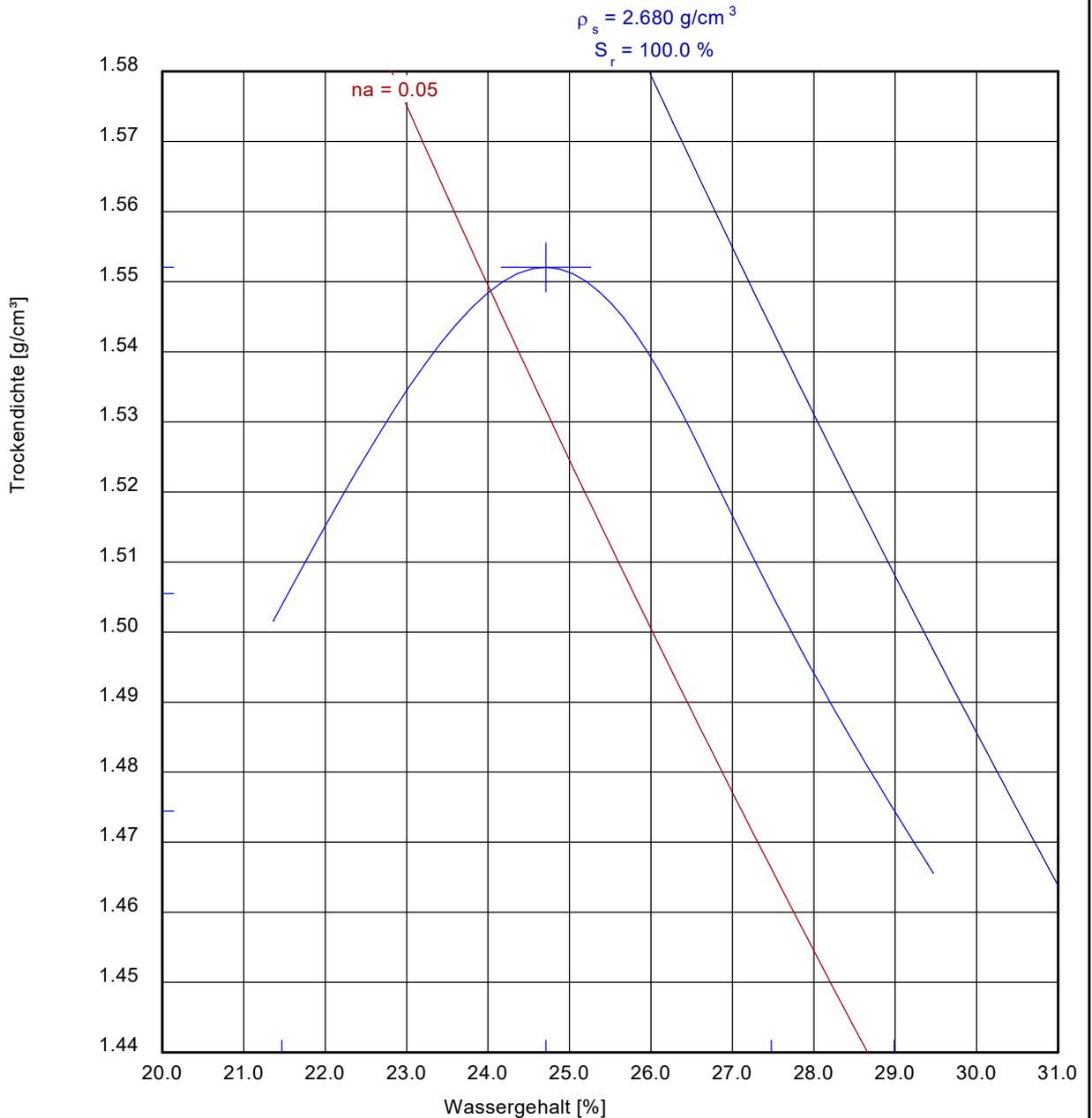
Bodenart: T,  $\bar{u}$ , s

Entnahmetiefe:

Entnahmeart: gestört

Entnahmestelle: Schurf

Entnahmedatum: 18.12.2023



100 % der Proctordichte  $\rho_{Pr} = 1.552 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt  $w_{Pr} = 24.7 \%$

97.0 % der Proctordichte  $\rho_d = 1.505 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt  $w = 21.5 / 27.5 \%$

95.0 % der Proctordichte  $\rho_d = 1.474 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt  $w = - / 29.0 \%$

## **Anlage 3.6**

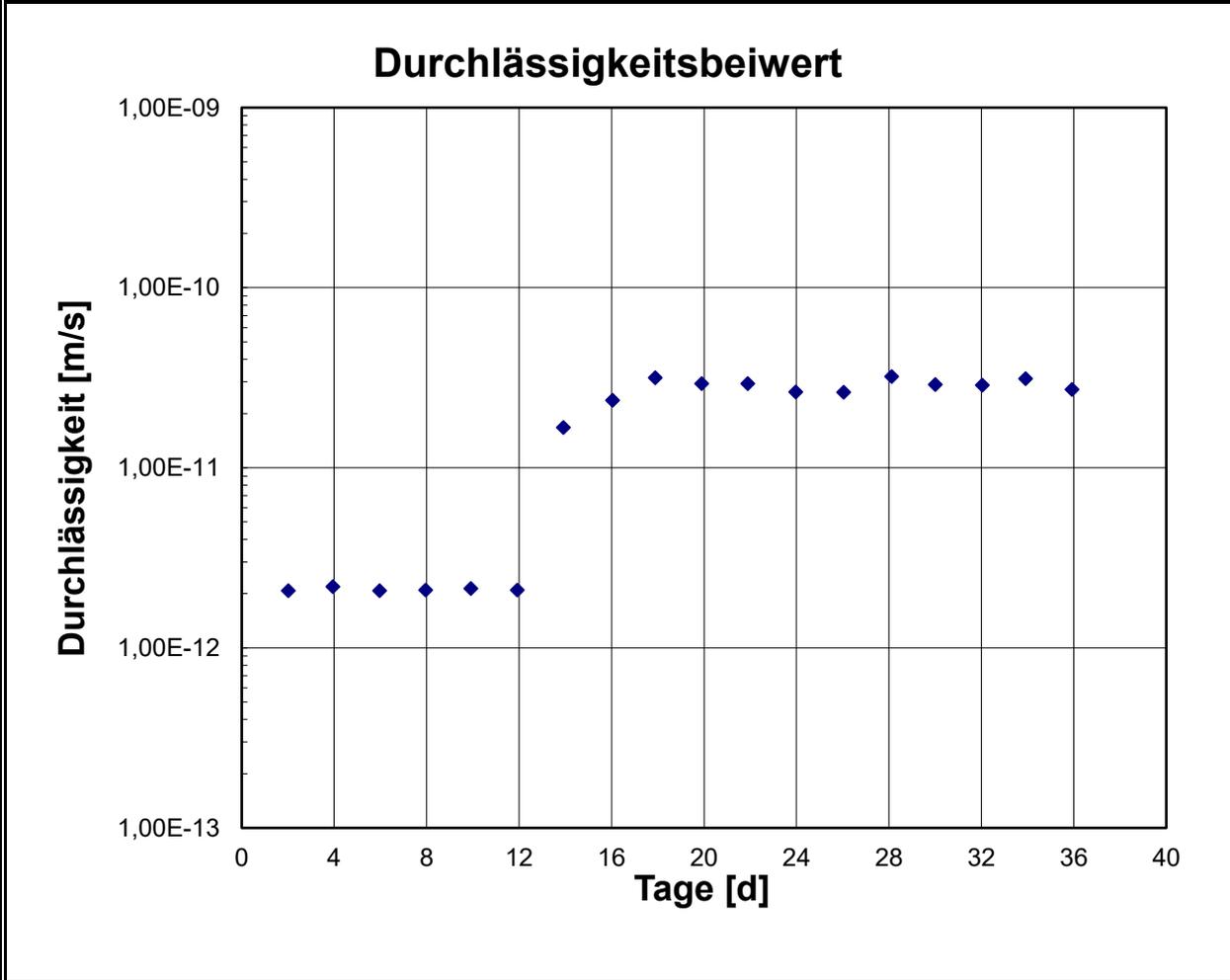
### **Wasserdurchlässigkeiten**

**Projekt:** Tonabgrabung Eichenallee  
**Abbaufeld 4 - EP**  
**H. Nottenkämper GmbH & Co. KG**  
 Bearbeitungs-Nr.: 2023-040  
 Datum: Februar 2024

**GeoLab** Geotechnisches Labor  
 Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR  
 Annastraße 31, 45130 Essen  
 Tel.+ FAX 0201 - 2486487

**Durchlässigkeitsversuch nach DIN EN ISO 17892-11**

hydraulisches Gefälle: $i = 30$	<b>Probe-Nr.:</b> <b>MP 1/1</b>
Prüftopfdurchmesser: 100 mm	Bodenart: U, s*, t'
Probenhöhe: 12,0 cm	Verdichtung: 97,0 %
Trockendichte: 1,610 g/cm <sup>3</sup>	Einbauwasser / n <sub>a</sub> : 23,3 %    1,9 %



**Durchlässigkeitsbeiwert      k =      2,76E-11 m/s**

**Bemerkungen:**

**Projekt:** Tonabgrabung Eichenallee  
**Abbaufeld 4 - EP**  
**H. Nottenkämper GmbH & Co. KG**

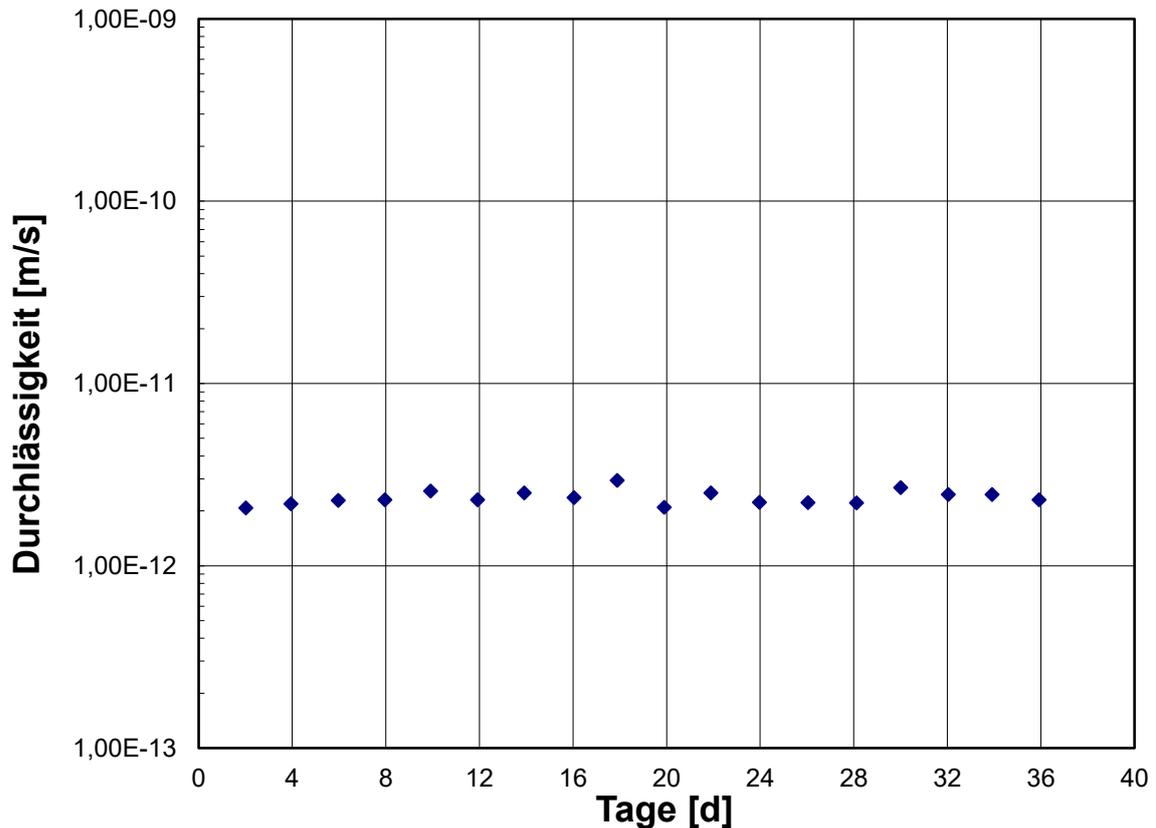
**GeoLab** Geotechnisches Labor  
 Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR  
 Annastraße 31, 45130 Essen  
 Tel.+ FAX 0201 - 2486487

Bearbeitungs-Nr.: 2023-040  
 Datum: Februar 2024

**Durchlässigkeitsversuch nach DIN EN ISO 17892-11**

hydraulisches Gefälle: $i = 30$	<b>Probe-Nr.:</b> <b>MP 1/2</b>
Prüftopfdurchmesser: 100 mm	Bodenart: U, s*, t'
Probenhöhe: 12,0 cm	Verdichtung: 95,2 %
Trockendichte: 1,580 g/cm <sup>3</sup>	Einbauwasser / n <sub>a</sub> : 25,0 %    1,1 %

**Durchlässigkeitsbeiwert**



**Durchlässigkeitsbeiwert    k =    2,41E-12 m/s**

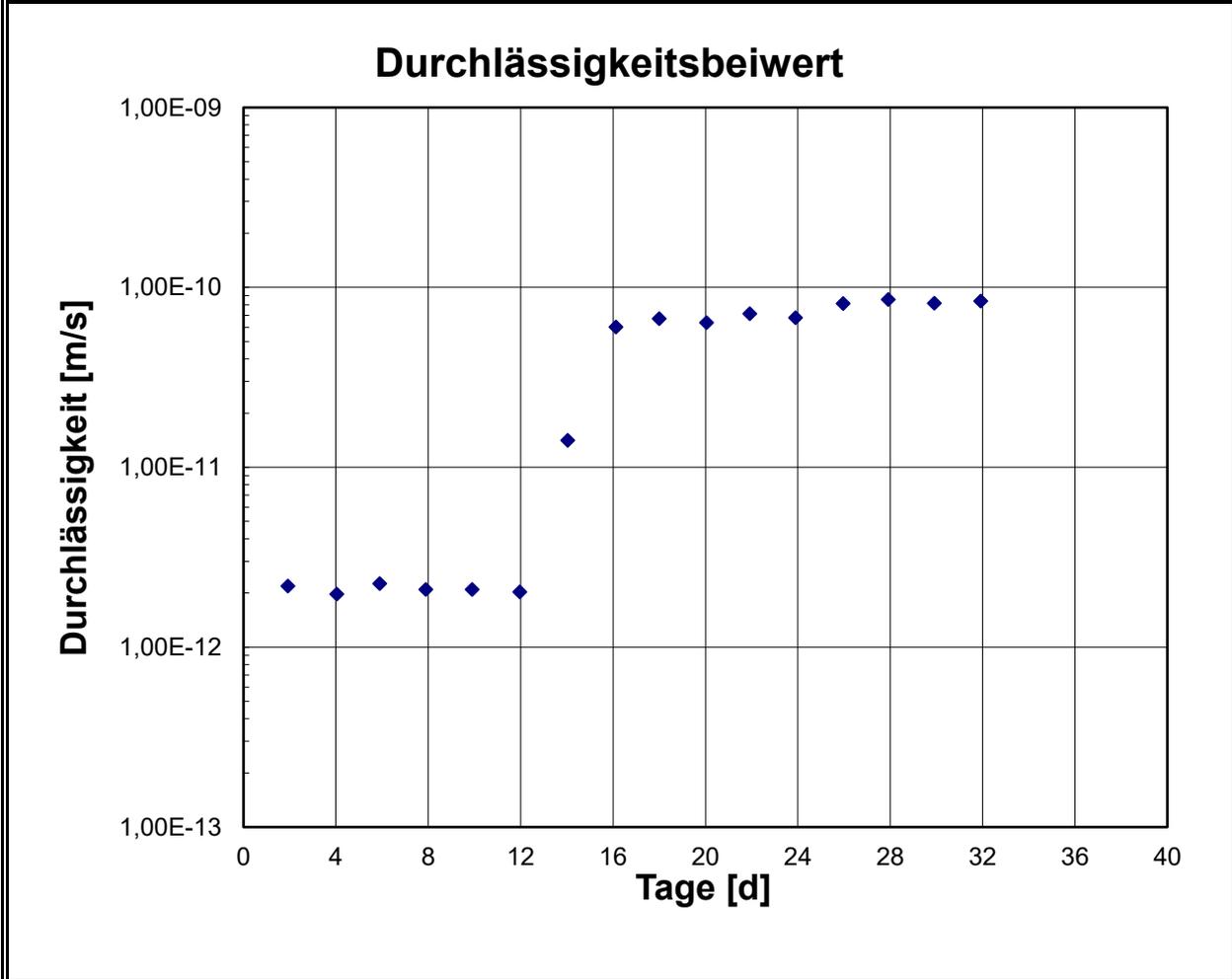
**Bemerkungen:**

**Projekt:** Tonabgrabung Eichenallee  
**Abbaufeld 4 - EP**  
**H. Nottenkämper GmbH & Co. KG**  
 Bearbeitungs-Nr.: 2023-040  
 Datum: Februar 2024

**GeoLab** Geotechnisches Labor  
 Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR  
 Annastraße 31, 45130 Essen  
 Tel.+ FAX 0201 - 2486487

**Durchlässigkeitsversuch nach DIN EN ISO 17892-11**

hydraulisches Gefälle: $i = 30$	<b>Probe-Nr.:</b> <b>MP 1/3</b>
Prüftopfdurchmesser: 100 mm	Bodenart: U, s*, t'
Probenhöhe: 12,0 cm	Verdichtung: 99,2 %
Trockendichte: 1,647 g/cm <sup>3</sup>	Einbauwasser / $n_a$ : 17,9 %    8,6 %



**Durchlässigkeitsbeiwert       $k =$       **6,76E-11 m/s****

**Bemerkungen:**

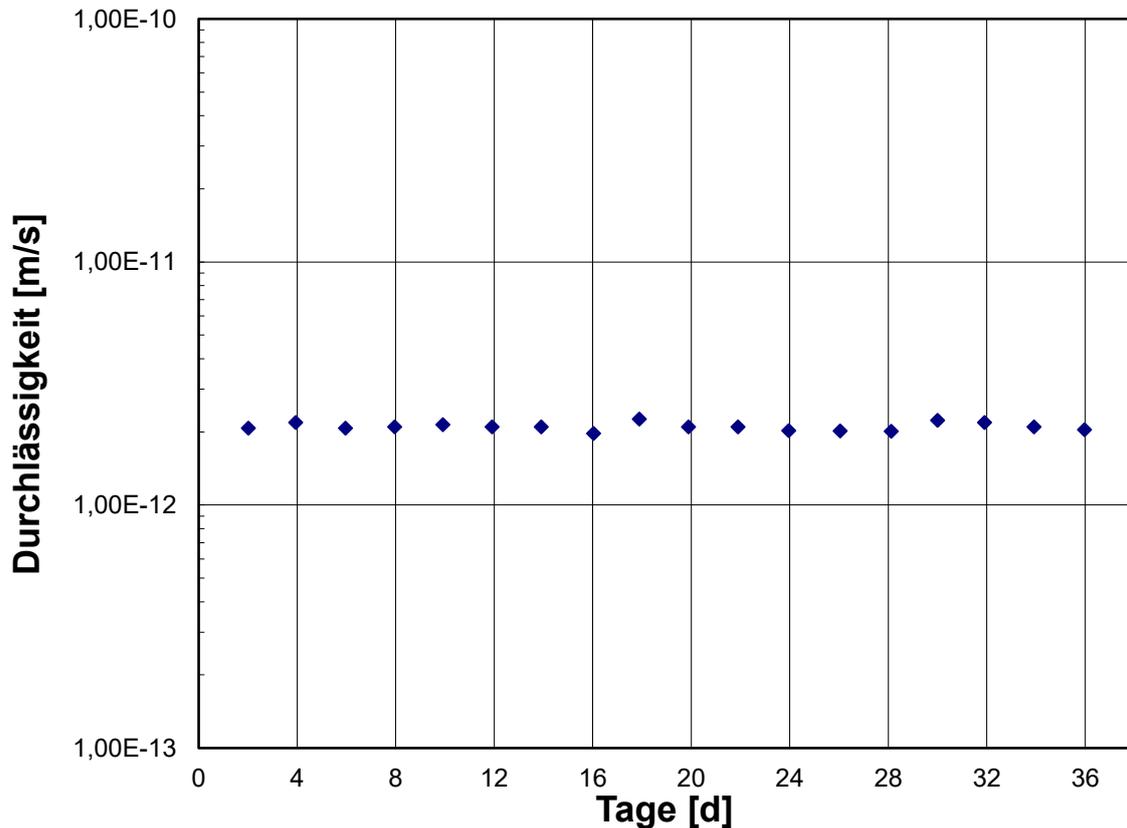
**Projekt:** Tonabgrabung Eichenallee  
**Abbaufeld 4 - EP**  
**H. Nottenkämper GmbH & Co. KG**  
 Bearbeitungs-Nr.: 2023-040  
 Datum: Februar 2024

**GeoLab** Geotechnisches Labor  
 Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR  
 Annastraße 31, 45130 Essen  
 Tel.+ FAX 0201 - 2486487

**Durchlässigkeitsversuch nach DIN EN ISO 17892-11**

hydraulisches Gefälle: $i = 30$	<b>Probe-Nr.:</b> <b>MP 2/1</b>
Prüftopfdurchmesser: 100 mm	Bodenart: U, T, s
Probenhöhe: 12,0 cm	Verdichtung: 97,1 %
Trockendichte: 1,564 g/cm <sup>3</sup>	Einbauwasser / $n_a$ : 24,6 %    2,9 %

**Durchlässigkeitsbeiwert**



**Durchlässigkeitsbeiwert       $k =$       **2,09E-12 m/s****

**Bemerkungen:**

**Projekt:** Tonabgrabung Eichenallee  
**Abbaufeld 4 - EP**  
**H. Nottenkämper GmbH & Co. KG**

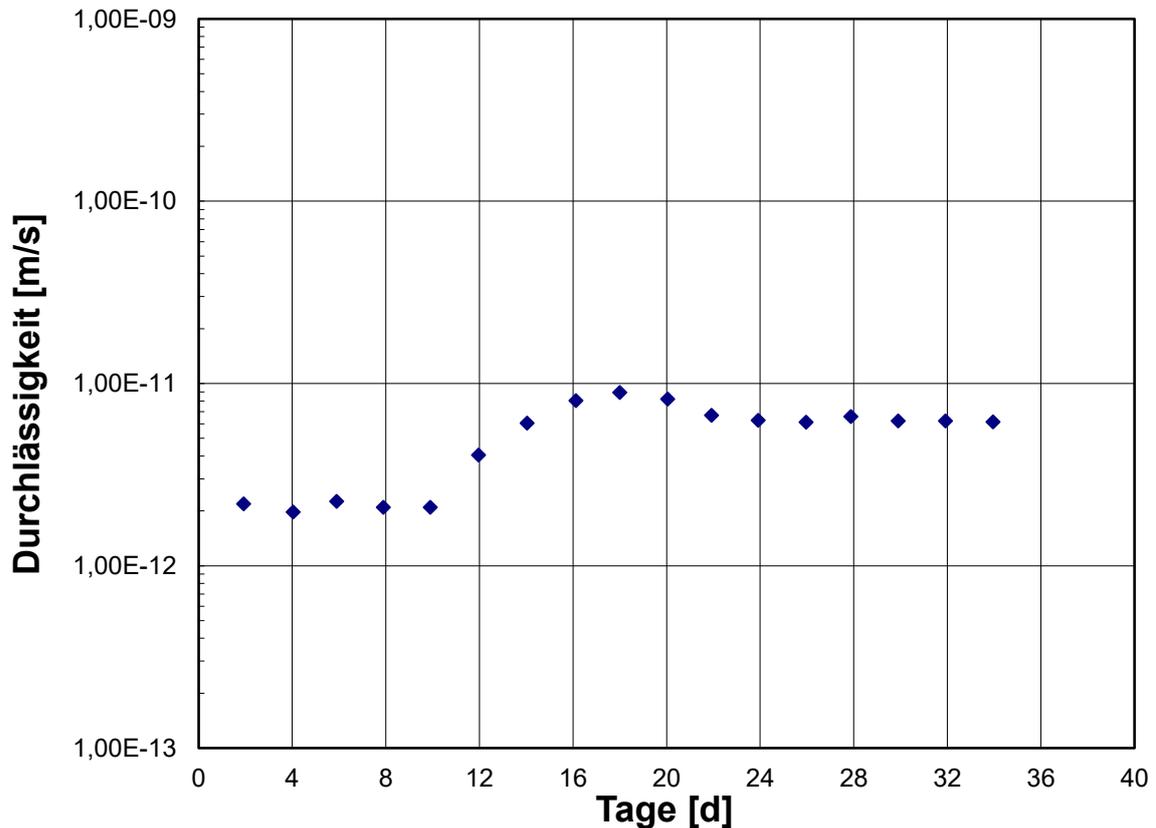
**GeoLab** Geotechnisches Labor  
 Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR  
 Annastraße 31, 45130 Essen  
 Tel.+ FAX 0201 - 2486487

Bearbeitungs-Nr.: 2023-040  
 Datum: Februar 2024

**Durchlässigkeitsversuch nach DIN EN ISO 17892-11**

hydraulisches Gefälle: $i = 30$	<b>Probe-Nr.:</b> <b>MP 2/2</b>
Prüftopfdurchmesser: 100 mm	Bodenart: U, T, ts
Probenhöhe: 12,0 cm	Verdichtung: 95,6 %
Trockendichte: 1,542 g/cm <sup>3</sup>	Einbauwasser / $n_a$ : 26,5 %    1,3 %

**Durchlässigkeitsbeiwert**



**Durchlässigkeitsbeiwert       $k =$       **6,86E-12 m/s****

**Bemerkungen:**

**Projekt:** Tonabgrabung Eichenallee  
**Abbaufeld 4 - EP**  
**H. Nottenkämper GmbH & Co. KG**

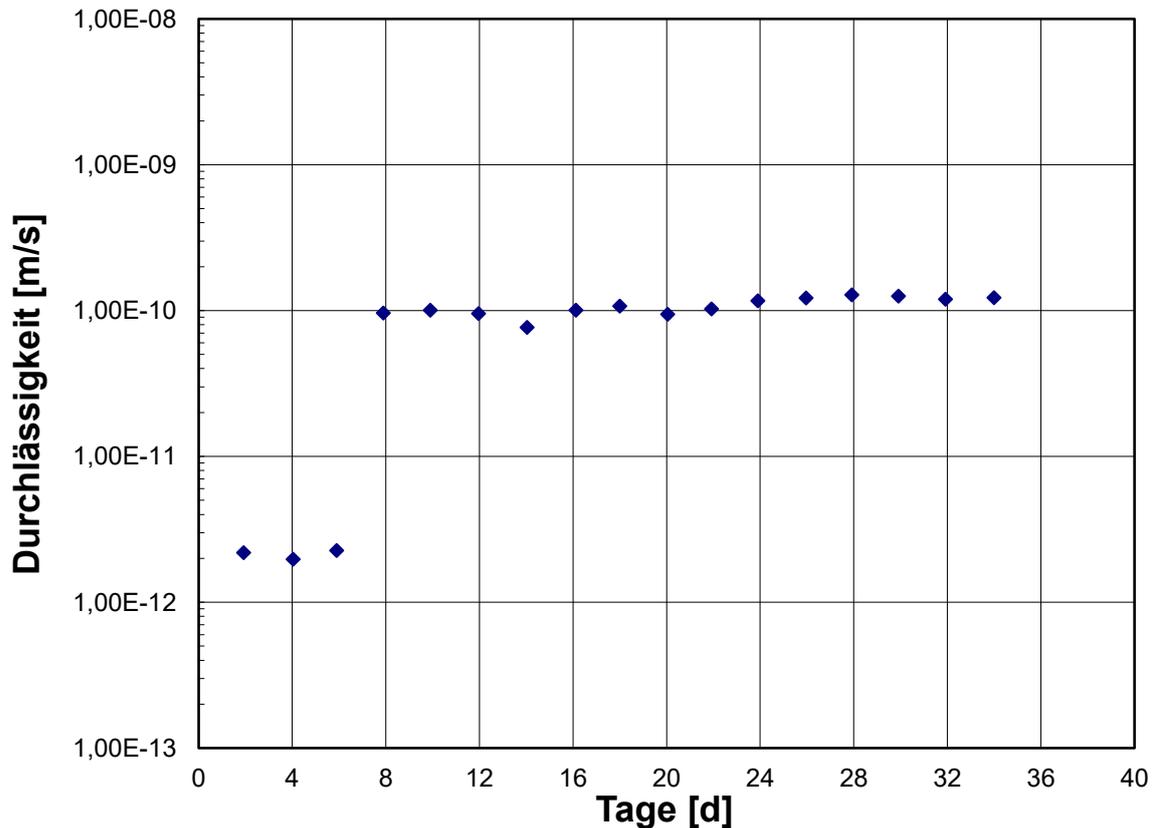
**GeoLab** Geotechnisches Labor  
 Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR  
 Annastraße 31, 45130 Essen  
 Tel.+ FAX 0201 - 2486487

Bearbeitungs-Nr.: 2023-040  
 Datum: Februar 2024

**Durchlässigkeitsversuch nach DIN EN ISO 17892-11**

hydraulisches Gefälle: $i = 30$	<b>Probe-Nr.:</b> <b>MP 2/3</b>
Prüftopfdurchmesser: 100 mm	Bodenart: U, T, ts
Probenhöhe: 12,0 cm	Verdichtung: 98,6 %
Trockendichte: 1,589 g/cm <sup>3</sup>	Einbauwasser / $n_a$ : 20,5 %    7,7 %

**Durchlässigkeitsbeiwert**



**Durchlässigkeitsbeiwert       $k =$       **1,10E-10 m/s****

**Bemerkungen:**

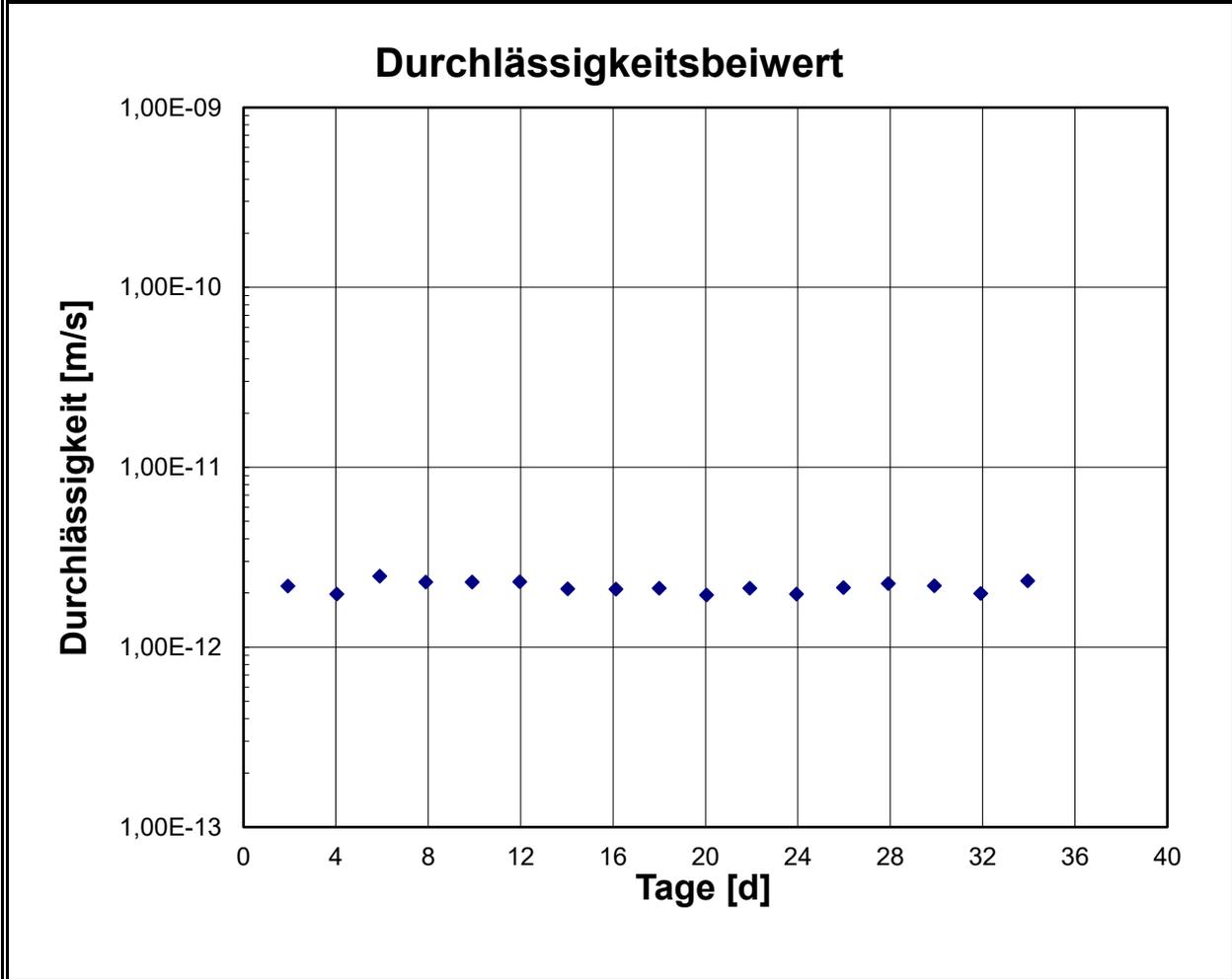
**Projekt:** Tonabgrabung Eichenallee  
**Abbaufeld 4 - EP**  
**H. Nottenkämper GmbH & Co. KG**

**GeoLab** Geotechnisches Labor  
 Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR  
 Annastraße 31, 45130 Essen  
 Tel.+ FAX 0201 - 2486487

Bearbeitungs-Nr.: 2023-040  
 Datum: Februar 2024

**Durchlässigkeitsversuch nach DIN EN ISO 17892-11**

hydraulisches Gefälle: $i = 30$	<b>Probe-Nr.:</b> <b>MP 3/1</b>
Prüftopfdurchmesser: 100 mm	Bodenart: T, u*, s'
Probenhöhe: 12,0 cm	Verdichtung: 95,9 %
Trockendichte: 1,489 g/cm <sup>3</sup>	Einbauwasser / n <sub>a</sub> : 28,3 %    2,4 %



**Durchlässigkeitsbeiwert      k =      2,12E-12 m/s**

**Bemerkungen:** keine Durchströmung mit Wasser feststellbar

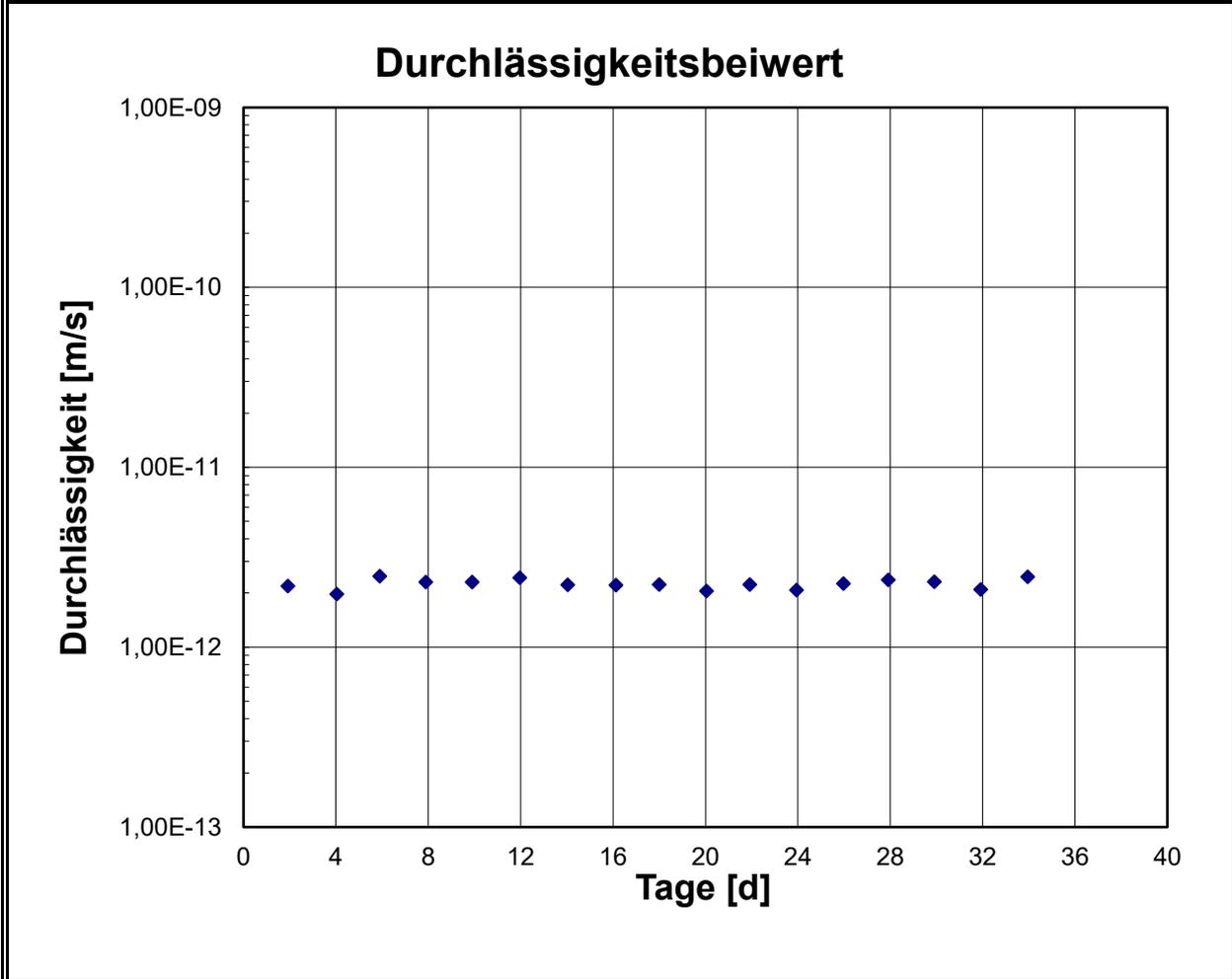
**Projekt:** Tonabgrabung Eichenallee  
**Abbaufeld 4 - EP**  
**H. Nottenkämper GmbH & Co. KG**

**GeoLab** Geotechnisches Labor  
 Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR  
 Annastraße 31, 45130 Essen  
 Tel.+ FAX 0201 - 2486487

Bearbeitungs-Nr.: 2023-040  
 Datum: Februar 2024

**Durchlässigkeitsversuch nach DIN EN ISO 17892-11**

hydraulisches Gefälle: $i = 30$	<b>Probe-Nr.:</b> <b>MP 3/2</b>
Prüftopfdurchmesser: 100 mm	Bodenart: T, u*, s'
Probenhöhe: 12,0 cm	Verdichtung: 97,4 %
Trockendichte: 1,511 g/cm <sup>3</sup>	Einbauwasser / n <sub>a</sub> : 26,9 %    2,9 %



**Durchlässigkeitsbeiwert    k =    2,23E-12 m/s**

**Bemerkungen:** keine Durchströmung mit Wasser feststellbar

**Projekt:** Tonabgrabung Eichenallee  
**Abbaufeld 4 - EP**  
**H. Nottenkämper GmbH & Co. KG**

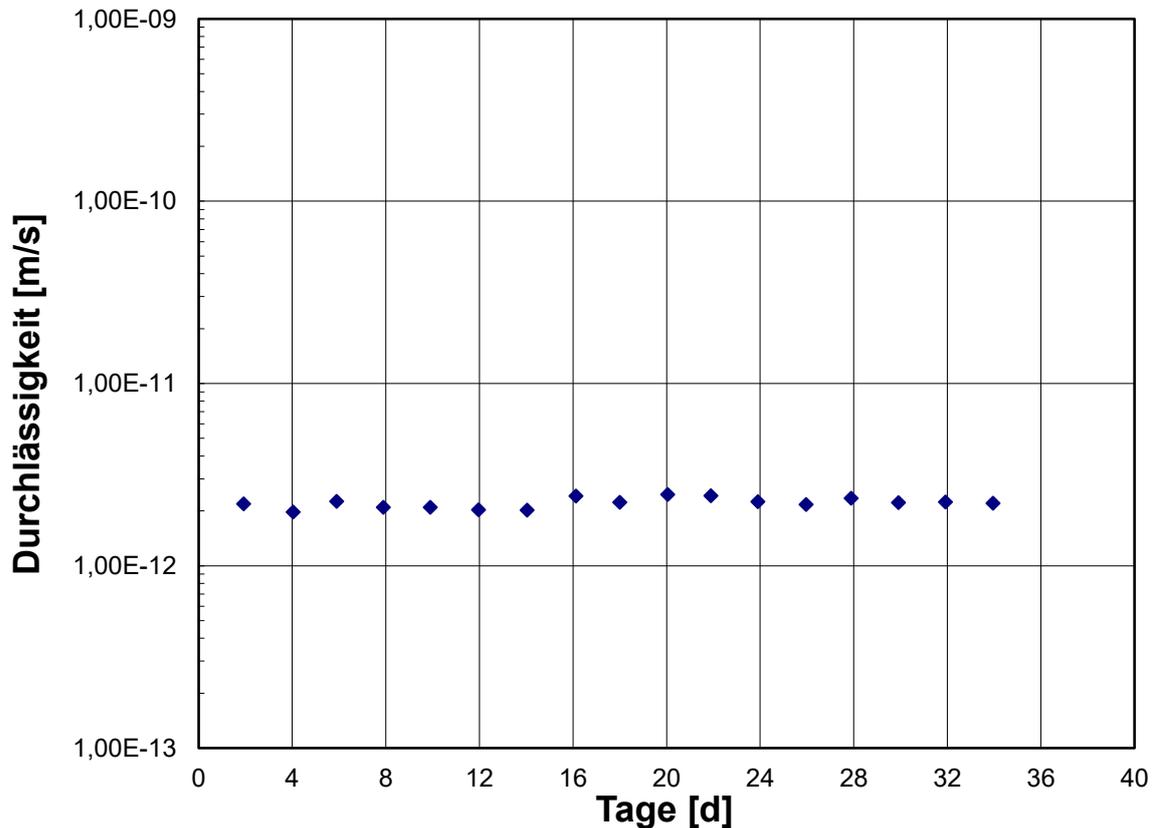
**GeoLab** Geotechnisches Labor  
 Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR  
 Annastraße 31, 45130 Essen  
 Tel.+ FAX 0201 - 2486487

Bearbeitungs-Nr.: 2023-040  
 Datum: Februar 2024

**Durchlässigkeitsversuch nach DIN EN ISO 17892-11**

hydraulisches Gefälle: $i = 30$	<b>Probe-Nr.:</b> <b>MP 3/3</b>
Prüftopfdurchmesser: 100 mm	Bodenart: T, u*, s'
Probenhöhe: 12,0 cm	Verdichtung: 99,1 %
Trockendichte: 1,538 g/cm <sup>3</sup>	Einbauwasser / n <sub>a</sub> : 23,5 %    6,5 %

**Durchlässigkeitsbeiwert**



**Durchlässigkeitsbeiwert    k =    2,27E-12 m/s**

**Bemerkungen:** keine Durchströmung mit Wasser feststellbar

## **Anlage 3.7**

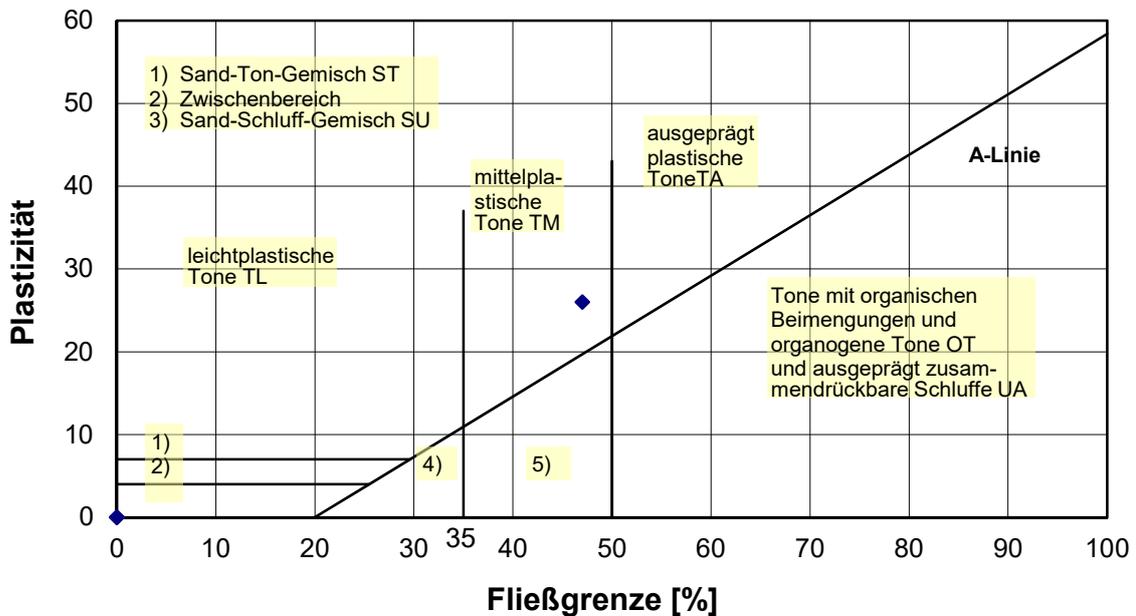
### **Zustandsgrenzen/Konsistenzgrenzen**

**Projekt:** Tonabgrabung Eichenallee  
Abbaufeld 4  
H. Nottenkämper GmbH & Co. KG

Bearbeitungs-Nr.: 2023-030  
Datum: Januar 2024

## Plastizitätsdiagramm nach DIN 18 196

<b>Probe-Nr.:</b>	<b>MP 1</b>	
<b>Bodenart:</b>	<b>U, t, s</b>	
nat. Wassergehalt $w_n$ : 22,6 %	Fließgrenze $w_L$ : 47,0 %	Plastizitätszahl $I_p$ : 26,0 %
Anteil Überkorn >0,4mm $\ddot{u}$ : 0,0 %	Ausrollgrenze $w_p$ : 21,0 %	Konsistenzzahl $I_c$ : 0,940
korrigierter Wassergehalt $w_{\ddot{u}}$ : 0,0 %	Schrumpfgrenze $w_s$ : 14,5 % (nach KRABBE)	



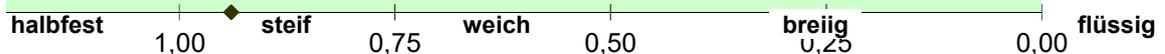
**4)** leicht plastische Schluffe UL

**5)** Schluffe mit organischen Beimengungen und organogene Schluffe OU und mittelpastische Schluffe UM

**Plastizitätsbereich**



**Zustandsform**



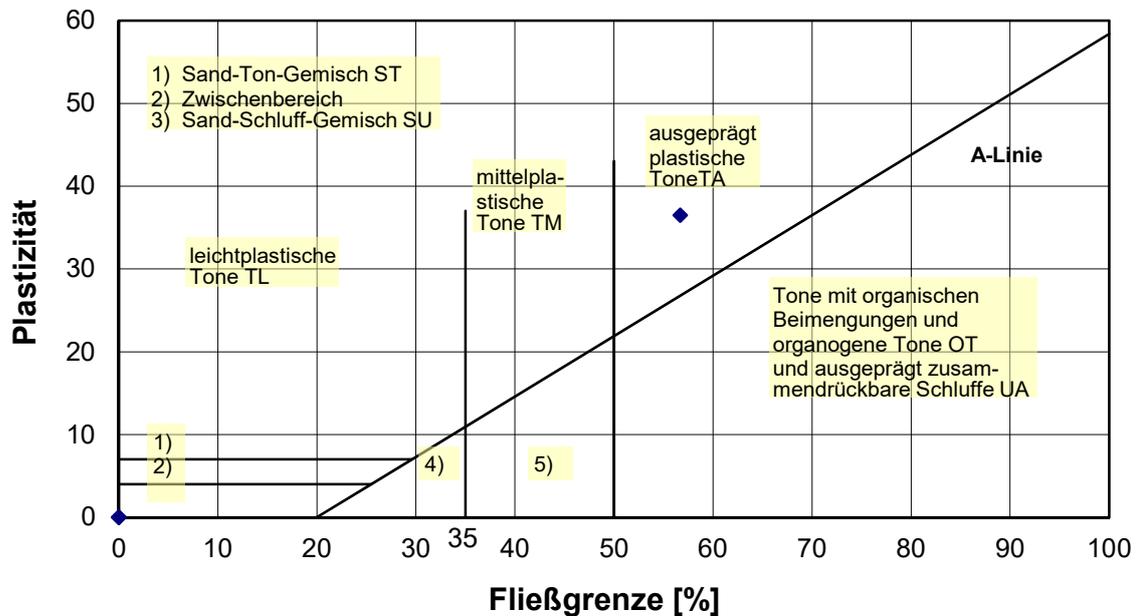
**Bemerkung:**

**Projekt:** Tonabgrabung Eichenallee  
Abbaufeld 4  
H. Nottenkämper GmbH & Co. KG

Bearbeitungs-Nr.: 2023-030  
Datum: Januar 2024

## Plastizitätsdiagramm nach DIN 18 196

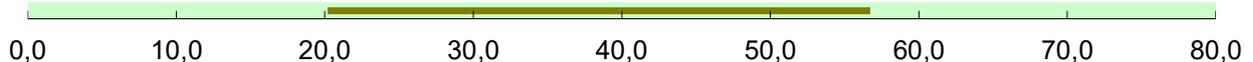
<b>Probe-Nr.:</b>	<b>MP 2</b>	
<b>Bodenart:</b>	<b>T, U, s</b>	
nat. Wassergehalt $w_n$ : 24,9 %	Fließgrenze $w_L$ : 56,7 %	Plastizitätszahl $I_p$ : 36,5 %
Anteil Überkorn >0,4mm $\ddot{u}$ : 0,0 %	Ausrollgrenze $w_p$ : 20,2 %	Konsistenzzahl $I_c$ : 0,871
korrigierter Wassergehalt $w_{\ddot{u}}$ : 0,0 %	Schumpfgrenze $w_s$ : 11,1 % (nach KRABBE)	



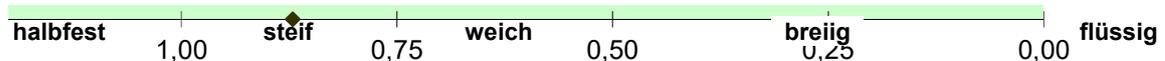
**4)** leicht plastische Schluffe UL

**5)** Schluffe mit organischen Beimengungen und organogene Schluffe OU und mittelpastische Schluffe UM

**Plastizitätsbereich**



**Zustandsform**



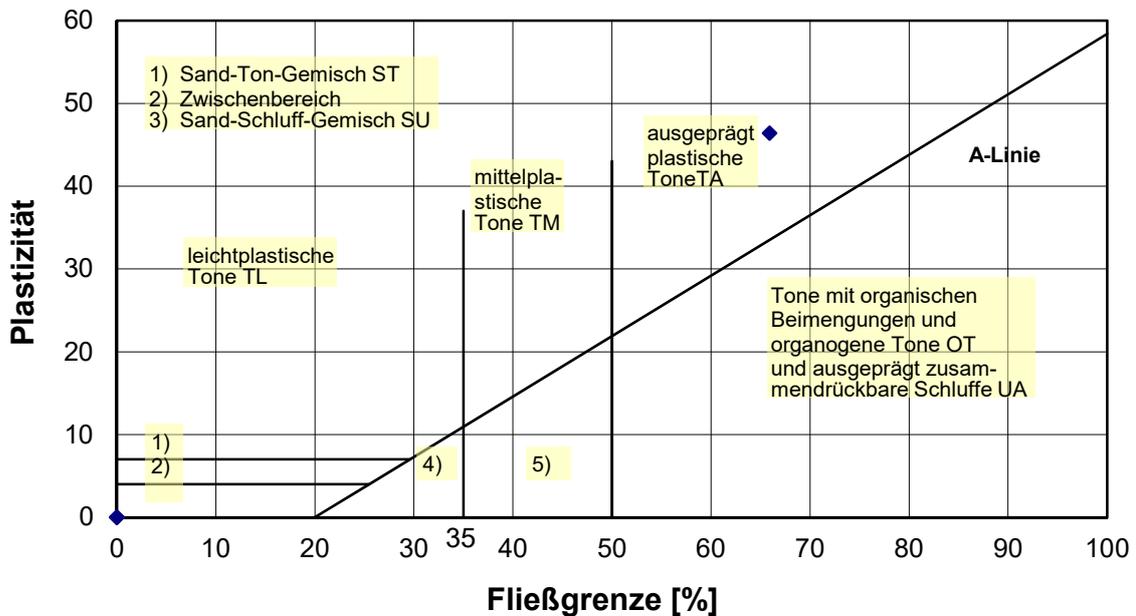
**Bemerkung:**

**Projekt:** Tonabgrabung Eichenallee  
Abbaufeld 4  
H. Nottenkämper GmbH & Co. KG

Bearbeitungs-Nr.: 2023-030  
Datum: Januar 2024

## Plastizitätsdiagramm nach DIN 18 196

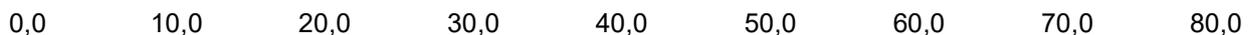
<b>Probe-Nr.:</b>	<b>MP 3</b>	
<b>Bodenart:</b>	<b>T, u*, s</b>	
nat. Wassergehalt $w_n$ : 24,5 %	Fließgrenze $w_L$ : 65,9 %	Plastizitätszahl $I_p$ : 46,4 %
Anteil Überkorn >0,4mm $\ddot{u}$ : 0,0 %	Ausrollgrenze $w_p$ : 19,5 %	Konsistenzzahl $I_c$ : 0,883
korrigierter Wassergehalt $w_{\ddot{u}}$ : 0,0 %	Schumpfgrenze $w_s$ : 7,9 % (nach KRABBE)	



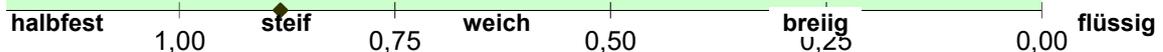
**4)** leicht plastische Schluffe UL

**5)** Schluffe mit organischen Beimengungen und organogene Schluffe OU und mittelpastische Schluffe UM

**Plastizitätsbereich**



**Zustandsform**



**Bemerkung:**

## **Anlage 3.8**

### **Glühverlust/organische Bestandteile**

<b>Projekt:</b>		<b>Deponie Eichenallee</b>		<b>GeoLab</b> Geotechnisches Labor			
		<b>Abbaufeld 4 - Eignung</b>		Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR			
		<b>H. Nottenkämper GmbH &amp; Co. KG</b>		45130 Essen, Annastraße 31			
Bearbeitungs-Nr.:		2023-040		Tel.+ FAX 0201 - 2486487			
Datum:		Januar 2024					
<b><u>Bestimmung des Glühverlustes</u></b>							
<b>DIN EN 17685-1 (DIN 18 128)</b>							
<b>Probe-Nr.:</b>		<b>MP 1</b>		<b>MP 2</b>		<b>MP 3</b>	
Entnahmedatum:		18.12.23		18.12.23		18.12.23	
Bodenart:							
Nr. der Schale:		A	15	6	8	5	11
trockene Probe + Schale	[g]	50,480	50,966	45,383	47,305	47,755	46,928
geglühte Probe + Schale	[g]	49,091	49,336	44,035	45,928	46,089	45,442
Schale	[g]	20,044	18,992	18,414	18,322	19,414	18,441
Δ geglühte Probe	[g]	1,389	1,630	1,348	1,377	1,666	1,486
trockene Probe	[g]	30,436	31,974	26,969	28,983	28,341	28,487
Glühverlust	[Gew.-%]	4,564	5,098	4,998	4,751	5,878	5,216
Mittelwert <b>Glühverlust</b>	[Gew.-%]	<b>4,8</b>		<b>4,9</b>		<b>5,5</b>	

## **Anlage 3.9**

### **Kalkgehalt**

<b>Projekt:</b>		<b>Deponie Eichenallee</b>		<b>GeoLab</b> Geotechnisches Labor				
		<b>Abbaufeld 4 - Eignung</b>		Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR				
		<b>H. Nottenkämper GmbH &amp; Co. KG</b>		Annastraße 31, 45130 Essen				
Bearbeitungs-Nr.:		2023-040		Tel. / FAX 0201 - 2486487				
Datum:		Januar 2024						
<b><u>Kalkgehaltsbestimmung</u></b>								
<b>DIN 18 129</b>								
<b>Probe-Nr.:</b>		<b>MP 1</b>		<b>MP 2</b>		<b>MP 3</b>		
Entnahmestelle:		Schurf 1		Schurf 2		Schurf 3		
Größtkorn Boden / untersuchte Probe [mm]		0,250	<1,0	0,250	<1,0	0,250	<1,0	
Bodenart / Bodengruppe:								
Ende Gasentwicklung [min]:		ca. 2,0min		ca. 2,0min		ca. 2,0min		
Barometerstand		$P_{abs}$	[kPa]	<b>104,6</b>				
Temperatur		T	[°C]	<b>19,2</b>				
Einwaage $m_d$	[g]	1,4334	1,2031	1,2700	1,1796	1,3660	1,4667	
Volumen $V'_G$ 30sec	[g]	5,2	4,2	8,800	9,200	4,400	4,000	
Volumen $V_G$	[g]	9,2	6,6	12,8	11,8	7,4	7,0	
$V_{Ca}=1,2072V_G*P_{abs}/(m_d*(273+T))$		2,8	2,4	4,4	4,3	2,3	2,1	
Mittelwert <b>Kalkgehalt</b>		[%]	<b>2,6</b>	<b>4,3</b>		<b>2,2</b>		
Anteil Calcit	Anteil Dolomit	[%]	1,5	1,0	3,2	1,2	1,3	0,9

## **Anlage 3.10**

### **Wasseraufnahmevermögen**

<b>Projekt:</b>	<b>Tonabgrabung Eichenallee Abbaufeld 4 H. Nottenkämper GmbH &amp; Co. KG</b>	<b>GeoLab</b> Geotechnisches Labor Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR Annastraße 31 45130 Essen Tel. / FAX 0201 - 2486487
Bearbeitungs-Nr.:	2023-040	
Datum:	Januar 2024	

**Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens**  
**DIN 18 132**

<b>Probe-Nr.:</b>	<b>MP 1</b>			
Entnahmedatum:	18.12.23			
Bodenart:	U, s*, t			
Masseanteil < 0,4 mm: [%]	100,0			
Temperatur: [°C]	18,8			
Einwaage m <sub>d</sub> : [g]	0,6040			
Zeitraum:	V <sub>w</sub> [cm <sup>3</sup> ]	V <sub>k</sub> [cm <sup>3</sup> ]	m <sub>w</sub> [g]	w [%]
15 "	0,310		0,310	51,32
30"	0,320		0,320	52,98
1'	0,320		0,320	52,98
2'	0,320		0,320	52,98
4'	0,325		0,325	53,81
8'	0,320		0,320	52,98
15'	0,320		0,320	52,98
30'	0,320		0,320	52,98
1 h	0,315	0,000	0,315	52,15
2 h	0,320	0,005	0,315	52,15
4 h	0,335	0,010	0,325	53,81
8 h	0,335	0,020	0,315	52,15
24 h	0,445	0,125	0,320	52,98
<b>w<sub>A</sub>=w<sub>max</sub>/m<sub>d</sub>*100</b> [%]	<b>89,1</b>			

Wasseraufnahme 85% > w<sub>A</sub> < 130%: gemäß DIN 18132 hohes Wasseraufnahmevermögen; Bodengruppe TA ausgeprägt plastische Tone; für mineralische Dichtungen geeignet

**Bemerkungen:**

<b>Projekt:</b>	<b>Tonabgrabung Eichenallee Abbaufeld 4 H. Nottenkämper GmbH &amp; Co. KG</b>	<b>GeoLab</b> Geotechnisches Labor Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR Annastraße 31 45130 Essen Tel. / FAX 0201 - 2486487
Bearbeitungs-Nr.:	2023-040	
Datum:	Januar 2024	

**Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens**  
**DIN 18 132**

<b>Probe-Nr.:</b>	<b>MP 2</b>			
Entnahmedatum:	18.12.23			
Bodenart:	T, U, s			
Masseanteil < 0,4 mm: [%]	100,0			
Temperatur: [°C]	18,5			
Einwaage $m_d$ : [g]	0,6322			
Zeitraum:	$V_w$ [cm <sup>3</sup> ]	$V_k$ [cm <sup>3</sup> ]	$m_w$ [g]	w [%]
15 "	0,320		0,320	50,62
30"	0,335		0,335	52,99
1'	0,350		0,350	55,36
2'	0,375		0,375	59,32
4'	0,400		0,400	63,27
8'	0,405		0,405	64,06
15'	0,405		0,405	64,06
30'	0,395		0,395	62,48
1 h	0,395	0,000	0,395	62,48
2 h	0,390	0,000	0,390	61,69
4 h	0,390	0,025	0,365	57,73
8 h	0,400	0,045	0,355	56,15
24 h	0,485	0,120	0,365	57,73
<b><math>w_A = w_{max} / m_d * 100</math></b> [%]	<b>101,3</b>			

Wasseraufnahme  $85\% > w_A < 130\%$ : gemäß DIN 18132 hohes Wasseraufnahmevermögen; Bodengruppe TA ausgeprägt plastische Tone; für mineralische Dichtungen geeignet

**Bemerkungen:**

<b>Projekt:</b>	<b>Tonabgrabung Eichenallee Abbaufeld 4 H. Nottenkämper GmbH &amp; Co. KG</b>	<b>GeoLab</b> Geotechnisches Labor Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR Annastraße 31 45130 Essen Tel. / FAX 0201 - 2486487
Bearbeitungs-Nr.:	2023-040	
Datum:	Januar 2024	

**Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens**  
**DIN 18 132**

<b>Probe-Nr.:</b>	<b>MP 3</b>			
Entnahmedatum:	18.12.23			
Bodenart:	T, u*, s			
Masseanteil < 0,4 mm: [%]	100,0			
Temperatur: [°C]	19,2			
Einwaage m <sub>d</sub> : [g]	0,5927			
Zeitraum:	V <sub>w</sub> [cm <sup>3</sup> ]	V <sub>k</sub> [cm <sup>3</sup> ]	m <sub>w</sub> [g]	w [%]
15 "	0,400		0,400	67,49
30"	0,410		0,410	69,17
1'	0,415		0,415	70,02
2'	0,415		0,415	70,02
4'	0,415		0,415	70,02
8'	0,420		0,420	70,86
15'	0,415		0,415	70,02
30'	0,410		0,410	69,17
1 h	0,410	0,000	0,410	69,17
2 h	0,415	0,005	0,410	69,17
4 h	0,415	0,005	0,410	69,17
8 h	0,415	0,025	0,390	65,80
24 h	0,530	0,145	0,385	64,96
<b>w<sub>A</sub>=w<sub>max</sub>/m<sub>d</sub>*100</b> [%]	<b>119,6</b>			

Wasseraufnahme 85% > w<sub>A</sub> < 130%: gemäß DIN 18132 hohes Wasseraufnahmevermögen; Bodengruppe TA ausgeprägt plastische Tone; für mineralische Dichtungen geeignet

**Bemerkungen:**

## **Anlage 3.11**

### **Scherfestigkeiten LIMES GmbH Essen**

**Prüfbericht**

<b>Auftraggeber:</b>	GeoLab GbR Annastraße 31 45130 Essen
<b>Auftrag vom:</b>	15.01.2024
<b>Projekt:</b>	Eichenallee Abbaufeld 4 Nottenkämper
<b>Probenehmer:</b>	Auftraggeber
<b>Probenahmedatum:</b>	18.12.2023
<b>Probenahmeplan</b>	k.A.
<b>Probeneingang:</b>	15.01.2024
<b>Externe Probennummer:</b>	k.A.
<b>Probe-Nr. LIMES:</b>	L-8489-18.12.2023-EXT-010
<b>Prüfört:</b>	Prüflabor der LIMES GmbH Carnaperhof 8 45329 Essen
<b>Spezielle Prüfbedingungen:</b>	k.A.
<b>Angewandtes Verfahren:</b>	Die angewandten Prüfverfahren können den beigefügten Prüfprotokollen entnommen werden.
<b>Verwendung von Ergebnissen externer Anbieter</b>	nein
<b>Prüfgegenstand:</b>	Mischprobe MP 1
<b>Prüfzeitraum:</b>	15.01.2024 bis 06.03.2024
<b>Prüfbericht Nr.:</b>	PB_L-8489-18.12.2023-EXT-010
<b>Umfang des Berichtes:</b>	3 Seiten
<b>Zusätzliche Angaben:</b>	k.A.
<b>Konformitätsaussage:</b>	k.A.
<b>Angabe der Messunsicherheit:</b>	k.A.
<b>Berichtsdatum:</b>	06.03.2024
<b>Verantwortliche Person zur Freigabe des Prüfberichtes</b>	Dipl.-Ing. Rolf Woltering

Dieser Prüfbericht umfasst 3 Seiten, 2 Anlagen und 0 Anhänge und darf ohne schriftliche Genehmigung der Limes GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.  
Alle Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände und sind nicht ohne weitere Prüfung auf andere Objekte übertragbar.

45329 Essen • Carnaperhof 8-10  
Tel.: 0201 999 864-00 Fax: -69  
info@limes-essen.de  
www.limes-essen.de

GF: Dipl.-Ing. Peter Schreiber  
Dipl.-Ing. Rolf Woltering

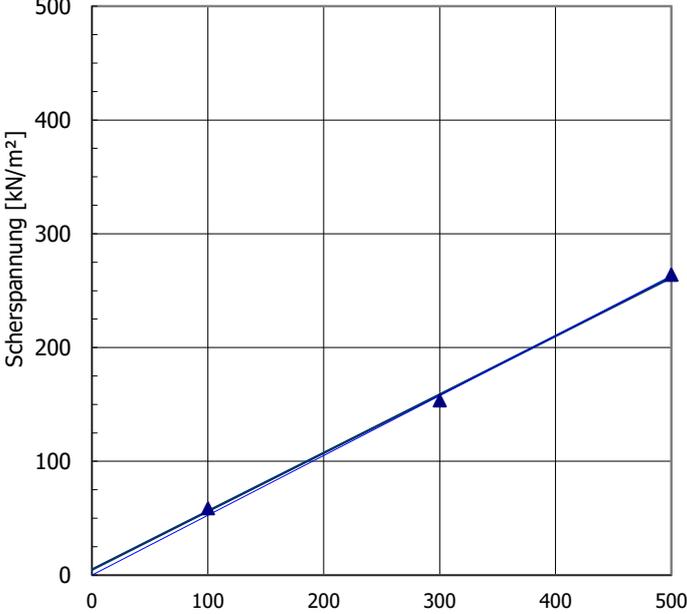
Verwaltungssitz:  
Eiland 3 45134 Essen  
HRB Dortmund 18037  
StNr. 112/5760/3170  
Ust-IdNr. DE 220984172

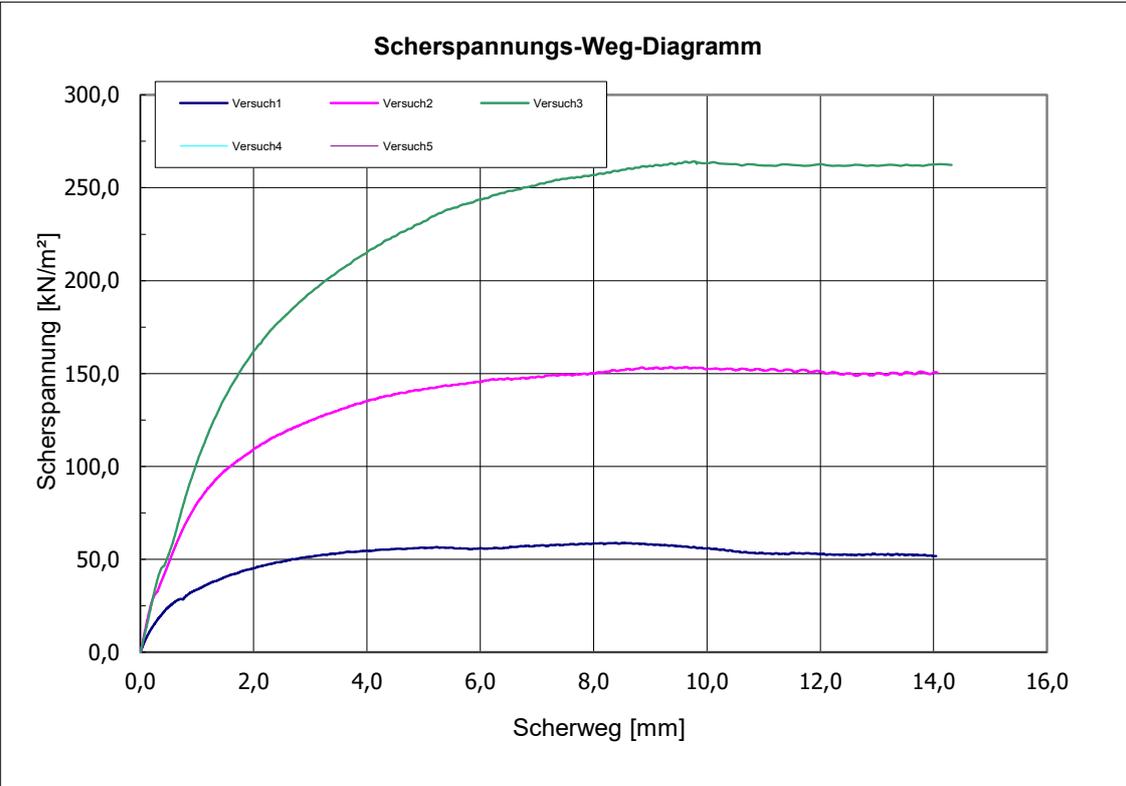
Sparkasse Essen BIC SPESDE33XXX  
IBAN DE7636050105000267021



Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflabor. Die Akkreditierungen gelten für die in den Urkunden aufgeführten Prüfverfahren.

Durch Erlass des Ministeriums für Verkehr NRW vom 02.12.2020 – 58.73.08.02-000014 – in Nordrhein-Westfalen und durch die Bundesanstalt für Straßenwesen für die Fachgebiete/Prüfungsarten A1, A3, D0, D3, I1, I2, I3, KO und K3 gem. RAP Stra 15 bundesweit anerkannt.

<b>Prüfprotokoll</b>		 <b>LIMES GMBH</b> INSPEKTION + MATERIALPRÜFUNG Carnaperhof 8 – 10, D-45329 Essen Tel.: +49 (0)201/99 98 64-00 Fax: -69	
Prüfnummer: L 8489 24. 01. 2024 Scher-15 MST			
Ort der Durchführung: Labor			
Auftraggeber: <b>GeoLab GbR</b> Annastraße 31 45130 Essen			
Projekt: <b>Eichenallee Abbaufeld 4 Nottenkämper</b>			
Probenbezeichnung: Mischprobe MP 1			
Probennummer: L - 8489 - 18.12.2023 - EXT - 010 <small>Projekt - Nr.                      Probenahme                      Probennehmer                      lfd.-Nr.</small>			
<b>Bestimmung der Scherfestigkeit nach DIN EN ISO 17892-10:2019-04</b>			
<b>im direkten Scherversuch</b>			
Bodenart: sa*Si+Cl		Art der Probe: aufbereitet	
Korndichte: 2,66 g/cm <sup>3</sup>		Güteklasse der Probe: 2	
Konsolidierung: unter Wasser		Schergeschwindigkeit: 0,017 mm/min	
Scherfuge: unter Wasser			
Teilprobe: 1                      2                      3			
Anfangs- zustand	Wassergehalt: 22,6 %                      22,6 %                      22,6 %		
	Trockendichte: 1,58 g/cm <sup>3</sup> 1,58 g/cm <sup>3</sup> 1,58 g/cm <sup>3</sup>		
	Porenzahl: 0,68                      0,68                      0,68		
End- zustand	Wassergehalt: 25,1 %                      24,6 %                      24,4 %		
	Porenzahl: 0,72                      0,71                      0,71		
<b>Schergerade</b>			
		Bruchzustand Reibungswinkel $\varphi'$ <b>27,2 °</b> Kohäsion $c'$ <b>4,8 kN/m<sup>2</sup></b> Standardabweichung $S_t$ 4,6456 Korrelationskoeffizient $r_{cor}$ 0,9990	
		Gleitzustand Reibungswinkel <b>27,7 °</b> Kohäsion <b>0,0 kN/m<sup>2</sup></b> Standardabweichung 5,2547 Korrelationskoeffizient 0,9994	
Bemerkung:			
 <b>DAkKS</b> Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-17066-01-00			
Dieses elektronisch erstellte Prüfprotokoll ist ohne Unterschrift gültig und wurde durch Dipl.-Ing. Rolf Woltering am 06.03.2024 geprüft und freigegeben.			
FB_AA37-1		Version R4 / 02.12.2021	

<b>Prüfprotokoll</b>		 <b>LIMES GMBH</b> INSPEKTION + MATERIALPRÜFUNG Carnaperhof 8 – 10, D-45329 Essen Tel.: +49 (0)201/99 98 64-00 Fax: -69	
Prüfnummer: L 8489 24. 01. 2024 Scher-15 MST Ort der Durchführung: Labor			
Auftraggeber: <b>GeoLab GbR</b> Annastraße 31 45130 Essen			
Projekt: <b>Eichenallee Abbaufeld 4 Nottenkämper</b>			
Probenbezeichnung: Mischprobe MP 1			
Probennummer: L - 8489 - 18.12.2023 - EXT - 010			
Projekt - Nr.	Probenahme	Probennehmer	Ifd.-Nr.
<b>Bestimmung der Scherfestigkeit nach DIN EN ISO 17892-10:2019-04 im direkten Scherversuch</b>			
Teilprobe:	1	2	3
Normalspannung:	100,0 kN/m <sup>2</sup>	300,0 kN/m <sup>2</sup>	500,0 kN/m <sup>2</sup>
Bruchspannung:	58,8 kN/m <sup>2</sup>	153,5 kN/m <sup>2</sup>	264,2 kN/m <sup>2</sup>
Bruchweg:	8,53 mm	9,37 mm	9,77 mm
Gleitspannung:	51,8 kN/m <sup>2</sup>	150,5 kN/m <sup>2</sup>	262,2 kN/m <sup>2</sup>
Gleitweg:	14,04 mm	14,07 mm	14,32 mm
<b>Scherspannungs-Weg-Diagramm</b>			
			
Bemerkung:			
 Deutsche Akkreditierungsstelle D-Pl.-17066-01-00			
Dieses elektronisch erstellte Prüfprotokoll ist ohne Unterschrift gültig und wurde durch Dipl.-Ing. Rolf Woltering am 06.03.2024 geprüft und freigegeben.			
FB_AA37-1	Version R4 / 02.12.2021		

**Prüfbericht**

<b>Auftraggeber:</b>	GeoLab GbR Annastraße 31 45130 Essen
<b>Auftrag vom:</b>	15.01.2024
<b>Projekt:</b>	Eichenallee Abbaufeld 4 Nottenkämper
<b>Probenehmer:</b>	Auftraggeber
<b>Probenahmedatum:</b>	18.12.2023
<b>Probenahmeplan</b>	k.A.
<b>Probeneingang:</b>	15.01.2024
<b>Externe Probennummer:</b>	k.A.
<b>Probe-Nr. LIMES:</b>	L-8489-18.12.2023-EXT-011
<b>Prüfört:</b>	Prüflabor der LIMES GmbH Carnaperhof 8 45329 Essen
<b>Spezielle Prüfbedingungen:</b>	k.A.
<b>Angewandtes Verfahren:</b>	Die angewandten Prüfverfahren können den beigefügten Prüfprotokollen entnommen werden.
<b>Verwendung von Ergebnissen externer Anbieter</b>	nein
<b>Prüfgegenstand:</b>	Mischprobe MP 2
<b>Prüfzeitraum:</b>	15.01.2024 bis 06.03.2024
<b>Prüfbericht Nr.:</b>	PB_L-8489-18.12.2023-EXT-011
<b>Umfang des Berichtes:</b>	3 Seiten
<b>Zusätzliche Angaben:</b>	k.A.
<b>Konformitätsaussage:</b>	k.A.
<b>Angabe der Messunsicherheit:</b>	k.A.
<b>Berichtsdatum:</b>	06.03.2024
<b>Verantwortliche Person zur Freigabe des Prüfberichtes</b>	Dipl.-Ing. Rolf Woltering

Dieser Prüfbericht umfasst 3 Seiten, 2 Anlagen und 0 Anhänge und darf ohne schriftliche Genehmigung der Limes GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.  
Alle Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände und sind nicht ohne weitere Prüfung auf andere Objekte übertragbar.

45329 Essen • Carnaperhof 8-10  
Tel.: 0201 999 864-00 Fax: -69  
info@limes-essen.de  
www.limes-essen.de

GF: Dipl.-Ing. Peter Schreiber  
Dipl.-Ing. Rolf Woltering

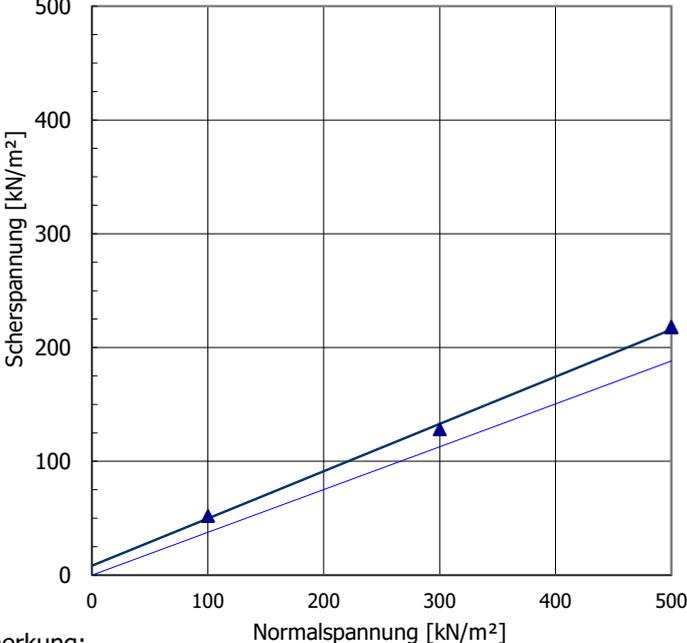
Verwaltungssitz:  
Eiland 3 45134 Essen  
HRB Dortmund 18037  
StNr. 112/5760/3170  
Ust-IdNr. DE 220984172

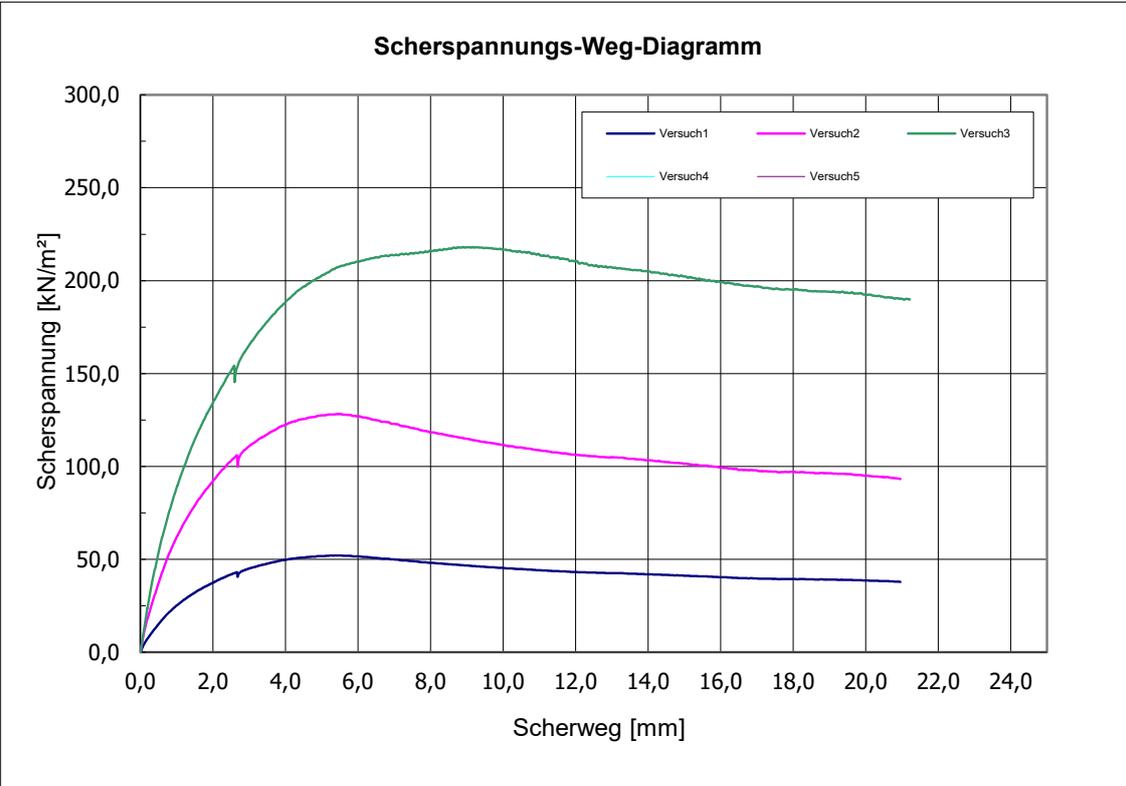
Sparkasse Essen BIC SPESDE33XXX  
IBAN DE7636050105000267021



Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflabor. Die Akkreditierungen gelten für die in den Urkunden aufgeführten Prüfverfahren.

Durch Erlass des Ministeriums für Verkehr NRW vom 02.12.2020 – 58.73.08.02-000014 – in Nordrhein-Westfalen und durch die Bundesanstalt für Straßenwesen für die Fachgebiete/Prüfungsarten A1, A3, D0, D3, I1, I2, I3, KO und K3 gem. RAP Stra 15 bundesweit anerkannt.

<b>Prüfprotokoll</b>		 <b>LIMES GMBH</b> <small>INSPEKTION + MATERIALPRÜFUNG            Camaperhof 8 – 10, D-45329 Essen            Tel.: +49 (0)201/99 98 64-00 Fax: -69</small>	
Prüfnummer: L 8489 21. 02. 2024 Scher-15 MST Ort der Durchführung: Labor			
<b>Auftraggeber: GeoLab GbR</b> Annastraße 31 45130 Essen			
<b>Projekt: Eichenallee Abbaufeld 4 Nottenkämper</b>			
Probenbezeichnung: Mischprobe MP 2 Probennummer: L - 8489 - 18.12.2023 - EXT - 011 <small>Projekt - Nr. Probenahme Probennehmer lfd.-Nr.</small>			
<b>Bestimmung der Scherfestigkeit nach DIN EN ISO 17892-10:2019-04</b> <b>im direkten Scherversuch</b>			
Bodenart: sasi*Cl		Art der Probe: aufbereitet	
Korndichte: 2,68 g/cm <sup>3</sup>		Güteklasse der Probe: 2	
Konsolidierung: unter Wasser		Schergeschwindigkeit: 0,017 mm/min	
Scherfuge: unter Wasser			
Teilprobe: 1 2 3			
Anfangs- zustand	Wassergehalt: 24,5 %	24,5 %	24,5 %
	Trockendichte: 1,53 g/cm <sup>3</sup>	1,53 g/cm <sup>3</sup>	1,53 g/cm <sup>3</sup>
	Porenzahl: 0,76	0,76	0,76
End- zustand	Wassergehalt: 27,3 %	27,1 %	26,9 %
	Porenzahl: 0,80	0,79	0,79
<b>Schergerade</b>			
		Bruchzustand Reibungswinkel $\varphi'$ <b>22,5 °</b> Kohäsion $c'$ <b>8,3 kN/m<sup>2</sup></b> Standardabweichung $S_t$ 3,9602 Korrelationskoeffizient $r_{cor}$ 0,9989	
		Gleitzustand Reibungswinkel <b>20,6 °</b> Kohäsion <b>0,0 kN/m<sup>2</sup></b> Standardabweichung 13,9196 Korrelationskoeffizient 0,9885	
Bemerkung:			
 <small>Deutsche            Akkreditierungsstelle            D-PL-17066-01-00</small>			
Dieses elektronisch erstellte Prüfprotokoll ist ohne Unterschrift gültig und wurde durch Dipl.-Ing. Rolf Woltering am 06.03.2024 geprüft und freigegeben.			
FB_AA37-1		Version R4 / 02.12.2021	

<b>Prüfprotokoll</b>		 <b>LIMES GMBH</b> INSPEKTION + MATERIALPRÜFUNG Carnaperhof 8 – 10, D-45329 Essen Tel.: +49 (0)201/99 98 64-00 Fax: -69	
Prüfnummer: L 8489 21. 02. 2024 Scher-15 MST Ort der Durchführung: Labor			
Auftraggeber: <b>GeoLab GbR</b> Annastraße 31 45130 Essen			
Projekt: <b>Eichenallee Abbaufeld 4 Nottenkämper</b>			
Probenbezeichnung: Mischprobe MP 2			
Probennummer: L - 8489 - 18.12.2023 - EXT - 011			
Projekt - Nr.	Probenahme	Probennehmer	Ifd.-Nr.
<b>Bestimmung der Scherfestigkeit nach DIN EN ISO 17892-10:2019-04 im direkten Scherversuch</b>			
Teilprobe:	1	2	3
Normalspannung:	100,0 kN/m <sup>2</sup>	300,0 kN/m <sup>2</sup>	500,0 kN/m <sup>2</sup>
Bruchspannung:	52,1 kN/m <sup>2</sup>	128,2 kN/m <sup>2</sup>	218,1 kN/m <sup>2</sup>
Bruchweg:	5,51 mm	5,51 mm	9,17 mm
Gleitspannung:	37,9 kN/m <sup>2</sup>	93,2 kN/m <sup>2</sup>	188,4 kN/m <sup>2</sup>
Gleitweg:	20,96 mm	20,96 mm	22,00 mm
<b>Scherspannungs-Weg-Diagramm</b>			
			
Bemerkung:			
 <b>DAkkS</b> Deutsche Akkreditierungsstelle D-Pl.-17066-01-00			
Dieses elektronisch erstellte Prüfprotokoll ist ohne Unterschrift gültig und wurde durch Dipl.-Ing. Rolf Woltering am 06.03.2024 geprüft und freigegeben.			
FB_AA37-1	Version R4 / 02.12.2021		

**Prüfbericht**

<b>Auftraggeber:</b>	GeoLab GbR Annastraße 31 45130 Essen
<b>Auftrag vom:</b>	15.01.2024
<b>Projekt:</b>	Eichenallee Abbaufeld 4 Nottenkämper
<b>Probenehmer:</b>	Auftraggeber
<b>Probenahmedatum:</b>	18.12.2023
<b>Probenahmeplan</b>	k.A.
<b>Probeneingang:</b>	15.01.2024
<b>Externe Probennummer:</b>	k.A.
<b>Probe-Nr. LIMES:</b>	L-8489-18.12.2023-EXT-012
<b>Prüfört:</b>	Prüflabor der LIMES GmbH Carnaperhof 8 45329 Essen
<b>Spezielle Prüfbedingungen:</b>	k.A.
<b>Angewandtes Verfahren:</b>	Die angewandten Prüfverfahren können den beigefügten Prüfprotokollen entnommen werden.
<b>Verwendung von Ergebnissen externer Anbieter</b>	nein
<b>Prüfgegenstand:</b>	Mischprobe MP 3
<b>Prüfzeitraum:</b>	15.01.2024 bis 06.03.2024
<b>Prüfbericht Nr.:</b>	PB_L-8489-18.12.2023-EXT-012
<b>Umfang des Berichtes:</b>	3 Seiten
<b>Zusätzliche Angaben:</b>	k.A.
<b>Konformitätsaussage:</b>	k.A.
<b>Angabe der Messunsicherheit:</b>	k.A.
<b>Berichtsdatum:</b>	06.03.2024
<b>Verantwortliche Person zur Freigabe des Prüfberichtes</b>	Dipl.-Ing. Rolf Woltering

Dieser Prüfbericht umfasst 3 Seiten, 2 Anlagen und 0 Anhänge und darf ohne schriftliche Genehmigung der Limes GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.  
Alle Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände und sind nicht ohne weitere Prüfung auf andere Objekte übertragbar.

45329 Essen • Carnaperhof 8-10  
Tel.: 0201 999 864-00 Fax: -69  
info@limes-essen.de  
www.limes-essen.de

GF: Dipl.-Ing. Peter Schreiber  
Dipl.-Ing. Rolf Woltering

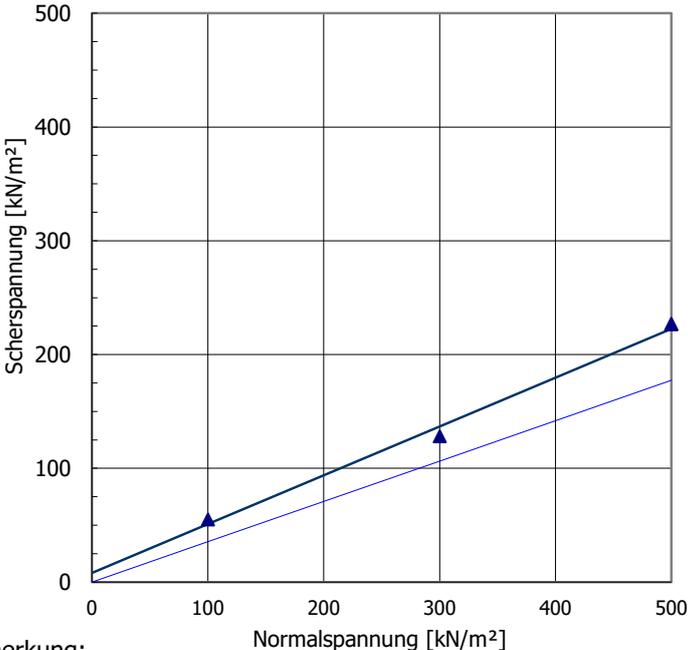
Verwaltungssitz:  
Eiland 3 45134 Essen  
HRB Dortmund 18037  
StNr. 112/5760/3170  
Ust-IdNr. DE 220984172

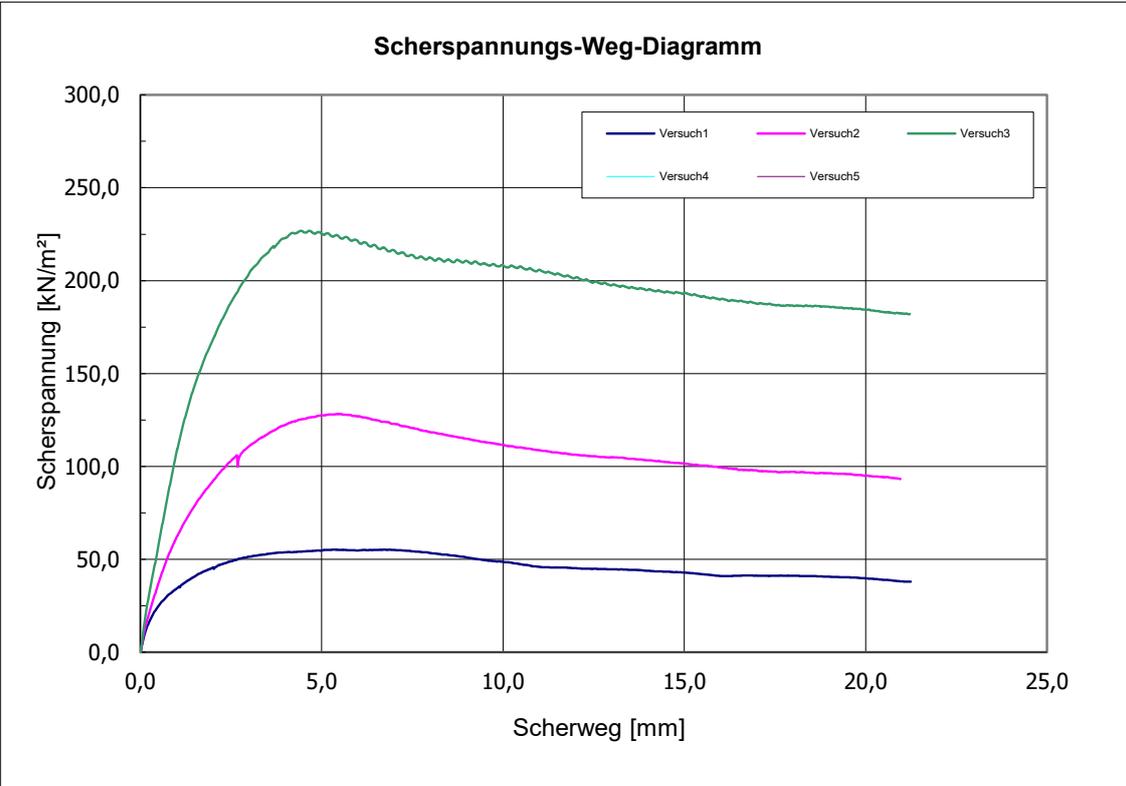
Sparkasse Essen BIC SPESDE33XXX  
IBAN DE7636050105000267021



Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflabor. Die Akkreditierungen gelten für die in den Urkunden aufgeführten Prüfverfahren.

Durch Erlass des Ministeriums für Verkehr NRW vom 02.12.2020 – 58.73.08.02-000014 – in Nordrhein-Westfalen und durch die Bundesanstalt für Straßenwesen für die Fachgebiete/Prüfungsarten A1, A3, D0, D3, I1, I2, I3, KO und K3 gem. RAP Stra 15 bundesweit anerkannt.

<b>Prüfprotokoll</b>		 <b>LIMES GMBH</b> INSPEKTION + MATERIALPRÜFUNG Camaperhof 8 – 10, D-45329 Essen Tel.: +49 (0)201/99 98 64-00 Fax: -69	
Prüfnummer: L 8489 05. 02. 2024 Scher-15 MST			
Ort der Durchführung: Labor			
Auftraggeber: <b>GeoLab GbR</b> Annastraße 31 45130 Essen			
Projekt: <b>Eichenallee Abbaufeld 4 Nottenkämper</b>			
Probenbezeichnung: Mischprobe MP 3			
Probennummer: L - 8489 - 18.12.2023 - EXT - 012 <small>Projekt - Nr.                      Probenahme                      Probennehmer                      lfd.-Nr.</small>			
<b>Bestimmung der Scherfestigkeit nach DIN EN ISO 17892-10:2019-04</b>			
<b>im direkten Scherversuch</b>			
Bodenart: saSi+Cl		Art der Probe: aufbereitet	
Korndichte: 2,67 g/cm <sup>3</sup>		Güteklasse der Probe: 2	
Konsolidierung: unter Wasser		Schergeschwindigkeit: 0,017 mm/min	
Scherfuge: unter Wasser			
Teilprobe: 1                      2                      3			
Anfangs- zustand	Wassergehalt: 24,5 %                      24,5 %                      24,5 %		
	Trockendichte: 1,53 g/cm <sup>3</sup> 1,65 g/cm <sup>3</sup> 1,65 g/cm <sup>3</sup>		
	Porenzahl: 0,74                      0,62                      0,62		
End- zustand	Wassergehalt: 27,2 %                      26,8 %                      26,6 %		
	Porenzahl: 0,78                      0,64                      0,64		
<b>Schergerade</b>			
		Bruchzustand	
		Reibungswinkel $\varphi'$ <b>23,2 °</b> Kohäsion $c'$ <b>8,1 kN/m<sup>2</sup></b> Standardabweichung $S_t$ 7,3920 Korrelationskoeffizient $r_{cor}$ 0,9963	
Bemerkung:		Gleitzustand	
		Reibungswinkel <b>19,5 °</b> Kohäsion <b>0,0 kN/m<sup>2</sup></b> Standardabweichung 9,7915 Korrelationskoeffizient 0,9915	
 <b>DAkKS</b> Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-17066-01-00			
Dieses elektronisch erstellte Prüfprotokoll ist ohne Unterschrift gültig und wurde durch Dipl.-Ing. Rolf Woltering am 06.03.2024 geprüft und freigegeben.			
FB_AA37-1		Version R4 / 02.12.2021	

<b>Prüfprotokoll</b>		 <b>LIMES GMBH</b> INSPEKTION + MATERIALPRÜFUNG Carnaperhof 8 – 10, D-45329 Essen Tel.: +49 (0)201/99 98 64-00 Fax: -69	
Prüfnummer: L 8489 05. 02. 2024 Scher-15 MST Ort der Durchführung: Labor			
Auftraggeber: <b>GeoLab GbR</b> Annastraße 31 45130 Essen			
Projekt: <b>Eichenallee Abbaufeld 4 Nottenkämper</b>			
Probenbezeichnung: Mischprobe MP 3			
Probennummer: L - 8489 - 18.12.2023 - EXT - 012			
Projekt - Nr.	Probenahme	Probennehmer	Ifd.-Nr.
<b>Bestimmung der Scherfestigkeit nach DIN EN ISO 17892-10:2019-04 im direkten Scherversuch</b>			
Teilprobe:	1	2	3
Normalspannung:	100,0 kN/m <sup>2</sup>	300,0 kN/m <sup>2</sup>	500,0 kN/m <sup>2</sup>
Bruchspannung:	55,2 kN/m <sup>2</sup>	128,2 kN/m <sup>2</sup>	226,8 kN/m <sup>2</sup>
Bruchweg:	5,32 mm	5,51 mm	4,44 mm
Gleitspannung:	38,4 kN/m <sup>2</sup>	93,2 kN/m <sup>2</sup>	180,3 kN/m <sup>2</sup>
Gleitweg:	22,00 mm	20,96 mm	22,00 mm
<b>Scherspannungs-Weg-Diagramm</b>			
			
Bemerkung:			
 Deutsche Akkreditierungsstelle D-Pl.-17066-01-00			
Dieses elektronisch erstellte Prüfprotokoll ist ohne Unterschrift gültig und wurde durch Dipl.-Ing. Rolf Woltering am 06.03.2024 geprüft und freigegeben.			
FB_AA37-1	Version R4 / 02.12.2021		

## **Anlage 4**

### **Tonmineralgehalte** **Dr. P.-L. Gehlken**

---

DR. PEER-L. GEHLKEN

DIPLOM-MINERALOGE

---

Von der Industrie- und Handelskammer Erfurt  
öffentlich bestellter und vereidigter  
Sachverständiger für Geochemie und Mineralogie  
anorganischer Rohstoffe und deren Produkte

# **Prüfbericht**

**5001/24I**

über

**Bestimmung des quantitativen Mineralbestandes**

**Projekt 2023-040 – Tonabgrabung Eichenallee**

für

**GeoLab**

**Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR**

**Annastraße 31**

**45130 Essen**

29. Februar 2024

Umfang 6 Seiten

## **1. Vorgang**

Zur Bestimmung der quantitativen mineralogischen Zusammensetzung erhielt ich von der GeoLab Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR, Essen, von dem Projekt 2023-040 – Tonabgrabung Eichenallee drei Materialproben mit den Bezeichnungen:

MP 1

MP 2

MP 3.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden

- 3 quantitative mineralogische Phasenanalysen an den Gesamtproben mittels einer Methodenkombination aus Röntgendiffraktometrie (XRD) und Infrarotspektroskopie (FTIR)

durchgeführt.

Das Probenmaterial wurde am 15.01.2023 auf dem Postweg zugestellt.

## **2. Methodik**

Die Bestimmung des quantitativen Mineralbestandes erfolgt an den Gesamtproben mit Hilfe einer Methodenkombination, bestehend aus röntgendiffraktometrischen (XRD) und infrarotspektroskopischen (FTIR) Arbeitsverfahren.

Vor Versuchsbeginn wird das Probenmaterial repräsentativ geteilt und schonend bei 40 °C getrocknet.

Im Zuge der Probenpräparation werden für die Röntgendiffraktometeraufnahmen (XRD) und für die Infrarotspektren (FTIR) folgende Spezialpräparate angefertigt:

1. Pulverpräparate
2. glyceringesättigte Pulverpräparate
3. Kaliumbromid-Tabletten gemäß der KBr-Preßmethode.

Die anschließenden XRD- und FTIR-Messungen werden dabei am Material der Gesamtprobe (nicht fraktioniertes Probenmaterial) vorgenommen.

Die röntgendiffraktometrischen Analysen werden an einem BRUKER D2 PHASER Röntgendiffraktometer (Cu-Strahlung) und die Infrarot-Messungen an einem THERMO NICOLET NEXUS 470 FTIR-Spektrometer im Wellenzahlenbereich von 4000 - 400  $\text{cm}^{-1}$  ausgeführt. Bei den FTIR-Messungen werden 32 Scans unter Benutzung eines DTGS Detektors bei einer Auflösung von 4  $\text{cm}^{-1}$  gewählt.

Die Auswertung der Röntgendiffraktometer- und Infrarot-Diagramme erfolgt manuell nach mineralogischen Standardverfahren.

Aufgrund der Methodenkombination aus Röntgendiffraktometrie (XRD) und Infrarotspektroskopie (FTIR) lässt sich bei den Bestimmungen der einzelnen Mineralphasen ein relativer Fehler von kleiner 10 % einhalten.

### 3. Untersuchungsergebnisse

#### 3.1 Mineralbestand

In Tabelle 1 ist die mittels einer Methodenkombination aus röntgendiffraktometrischen (XRD) und infrarotspektroskopischen (FTIR) Arbeitsverfahren ermittelte quantitative mineralogische Zusammensetzung der Proben dargestellt.

Wie die in Tabelle 1 zusammengestellten Untersuchungsergebnisse zeigen, wird in den hier analysierten Proben einheitlich die Tonmineral/Phyllosilikat-Paragenese

Illit/dioctaedrischer Glimmer + Illit-Smektit + Smektit + Kaolinit-D + Chlorit + Chlorit-Smektit

nachgewiesen, wobei sowohl die Illit-Smektit-Phasen als auch die Chlorit-Smektit-Phasen als unregelmäßige Wechsellagerungen vorliegen.

**Tabelle 1: Nachgewiesene Mineralphasen und organische Substanz (Gew. %)**

Probe	Σ TM/ Phyllos.	Il./Gl. (diokt.)	Illit- Smektit- WL	Smek- tit (diokt.)	Kaol.- D	Chlo- rit	Chlorit- Smektit- WL	Quarz	Na- Plag.	Kali- fsp.	Calcit	Dolo- mit	Gips	Pyrit	org. Subst.
<b>MP 1</b>	48	20	5	5	7	6	5	40	1	3	2	1	3	1	1
<b>MP 2</b>	48	22	4	4	8	6	4	38	1	3	2	1	5	1	1
<b>MP 3</b>	55	23	6	6	9	6	5	34	1	2	2	1	3	1	1

(Σ TM/Phyllos. Summe Tonminerale/Phyllosilikate; Il./Gl. (diokt.) Illit/dioctaedrischer Glimmer (Muskovit – Phengit); Illit-Smektit-WL unregelmäßige Illit-Smektit-Wechsellagerungen; Smektit (diokt.) dioctaedrischer Smektit; Kaol.-D Kaolinit-D; Chlorit-Smektit-WL unregelmäßige Chlorit-Smektit-Wechsellagerungen; Na-Plag. natriumreicher Plagioklas; Kalifsp. Kalifeldspat; org. Subst. organische Substanz)

Hinsichtlich der mengenmäßigen Verteilung der Tonminerale/Phyllosilicate dominieren in den Proben die Illite/dioctaedrischen Glimmer (20 – 23 Gew. %) deutlich gegenüber den anderen Tonmineralen/Phyllosilicaten.

Bei Illiten/Glimmern handelt es sich um nicht quellfähige Dreischichtminerale.

Der Begriff „Illit“ steht hier als Sammelbezeichnung für alle Illite und dioctaedrischen Glimmer, die in der Tonfraktion konventionell als „Illit“ bezeichnet werden.

Die tonmineralogischen Eigenschaften der untersuchten Proben werden daher in erster Linie von den Illite/dioctaedrischen Glimmern geprägt.

Durch Solvartionstests mit Glycerin wurde festgestellt, dass in den Proben neben den Illiten/dioctaedrischen Glimmern unregelmäßige Illit-Smektit-Wechselagerungen (4 – 6 Gew. %), dioctaedrische Smektite (4 – 6 Gew. %) und unregelmäßige Chlorit-Smektit-Wechselagerungen (4 – 5 Gew. %) vorhanden sind.

Die Illit-Smektit-Phasen sind unregelmäßige Wechselagerungen aus dem innerkristallin nicht quellfähigen Dreischichtmineral Illit und dem innerkristallin quellfähigen Dreischichtmineral Smektit. Und die Chlorit-Smektit-Phasen stellen unregelmäßige Wechselagerungen aus dem innerkristallin nicht quellfähigen Dreischichtmineral Chlorit und dem innerkristallin quellfähigen Dreischichtmineral Smektit dar.

Außerdem wurden in den Proben Anteile an fehlgeordneten Kaoliniten (Kaolinit-D) (7 – 9 Gew. %) diagnostiziert.

Fehlgeordnete Kaolinite (Kaolinit-D) werden als innerkristallin nicht quellfähige Zweischichtminerale klassifiziert.

In den Proben können darüber hinaus Chlorite (6 Gew. %), bei denen es sich um nicht quellfähige Dreischichtminerale handelt, diagnostiziert werden.

Dr. rer. nat. Peer-L. Gehlken

Sachverständiger für Geochemie und Mineralogie anorganischer Rohstoffe und deren Produkte

Der Tonmineral-/Phyllosilikatgehalt der Gesamtproben beträgt in den Proben:

$$\Sigma \text{ TM/Phyllos.} = 48 - 55 \text{ Gew. \%}$$

Neben den Tonmineralen/Phyllosilikaten liegen in den Proben das Oxid/Tektosilikat Quarz (34 – 40 Gew. %) und die Tektosilikate natriumreicher Plagioklas (1 Gew. %) und Kalifeldspat (2 – 3 Gew. %) vor.

Darüber hinaus können in den Proben Karbonatminerale in Form von Calcit (2 Gew. %) und Dolomit (1 Gew. %) nachgewiesen werden.

Bemerkenswert ist in den Proben das Auftreten des wasserhaltigen Calciumsulfatminerals Gips (3 – 5 Gew. %) und das Vorkommen des Eisensulfids Pyrit (1 Gew. %).

Infrarotspektroskopisch kann in den Proben ein Gehalt an organischer Substanz (1 Gew. %) diagnostiziert werden.

Ebergötzen, den 29. Februar 2024

(Dr. Peer-L. Gehlken)

## **Anlage 5**

### **chemische Analysen DepV, Anhang 3, Tabelle 2, Spalten 4 und 5 Geotaix-Umwelttechnologie GmbH**

GeoLab  
Dipl.-Ing. Marcus Hüdel+ Torsten Meyer GbR  
Herr Hüdel



Annastraße 31

45130 Essen

### Prüfbericht-Nr.: 2024PW1274 / 1

<b>Auftraggeber</b>	GeoLab Dipl.-Ing. Marcus Hüdel+ Torsten Meyer GbR
<b>Eingangsdatum</b>	15.01.2024
<b>Projekt</b>	2023-040 - Tonabgrabung, Eichenallee Abbaufeld 4 - H. Nottenkämper GmbH & Co. KG
<b>Material</b>	Boden
<b>Auftrag</b>	Analytik gem. Vorgabe des Auftraggebers
<b>Verpackung</b>	PE-Eimer
<b>Probenmenge</b>	je Probe 5 L
<b>unsere Auftragsnummer</b>	24W00197
<b>Probenahme</b>	durch den Auftraggeber
<b>Probentransport</b>	Kurier (GO)
<b>Labor</b>	GEOTAIX Umwelttechnologie GmbH
<b>Prüfbeginn / -ende</b>	15.01.2024 - 25.01.2024
<b>Methoden</b>	siehe letzte Seite
<b>Unteraufträge</b>	
<b>Probenaufbewahrung</b>	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.
<b>Bemerkung</b>	keine

Würselen, 25.01.2024

*Dieser Prüfbericht wurde automatisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.*

i.A. L. Falkenberg

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch ein Probenehmer eines der zur GBA Group gehörigen Unternehmen oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht oder auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGBs auf der Homepage ([www.oba-aroup.com](http://www.oba-aroup.com)) einzusehen.

Dok.-Nr.: ML 510-02 # 18

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2024PW1274

Prüfbericht-Nr.: 2024PW1274 / 1

2023-040 - Tonabgrabung, Eichenallee Abbaufeld 4 - H. Nottenkämper GmbH & Co

Deponieverordnung DK0-III, 27.04.2009

unsere Auftragsnummer		24W00197	Zuordnungswerte			
Probe-Nr.		001	DK 0	DK I	DK II	DK III
Material		Boden				
Probenbezeichnung		Mischprobe MP 1 bis MP 3				
Probenahme		18.12.2023				
Probemenge		5 L				
Probeneingang		15.01.2024				
Analysenergebnisse	Einheit					
Probenvorbereitung		+				
Glühverlust	Masse-% TM	5,3	3	3	5	10
TOC	Masse-% TM	1,4	1	1	3	6
extrahierbare lipophile Stoffe	Masse-% TM	<0,010	0,1	0,4	0,8	4
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100	500			
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<100	500			
Summe BTEX nach DepV	mg/kg TM	n.n.	6			
Summe PCB (7)	mg/kg TM	0,0033	1			
Summe PAK (16)	mg/kg TM	n.n.	30			
Eluat						
pH-Wert (Labor 20°C)		7,8	5,5-13	5,5-13	5,5-13	4-13
DOC	mg/L	<10	50	50	80	100
Phenolindex	mg/L	<0,010	0,1	0,2	50	100
Cyanid I. freis. (CFA)	mg/L	<0,010	0,01	0,1	0,5	1
Fluorid	mg/L	<0,75	1	5	15	50
Chlorid	mg/L	<10	80	1500	1500	2500
Sulfat	mg/L	160	100	2000	2000	5000
Filtrattrockenrückstand	mg/L	300	400	3000	6000	10000
Arsen	mg/L	<0,0027	0,05	0,2	0,2	2,5
Blei	mg/L	<0,0070	0,05	0,2	1	5
Cadmium	mg/L	<0,00050	0,004	0,05	0,1	0,5
Chrom ges.	mg/L	<0,0070	0,05	0,3	1	7
Kupfer	mg/L	<0,010	0,2	1	5	10
Nickel	mg/L	<0,010	0,04	0,2	1	4
Quecksilber	mg/L	<0,00010	0,001	0,005	0,02	0,2
Zink	mg/L	<0,033	0,4	2	5	20
Barium	mg/L	0,065	2	5	10	30
Molybdän	mg/L	0,069	0,05	0,3	1	3
Antimon	mg/L	<0,0050	0,006	0,03	0,07	0,5
Selen	mg/L	<0,0070	0,01	0,03	0,05	0,7
TOC 400	Masse-% TM	1,5				

Prüfbericht-Nr.: 2024PW1274 / 1

2023-040 - Tonabgrabung, Eichenallee Abbaufeld 4 - H. Nottenkämper GmbH & Co

### Angewandte Verfahren

Parameter	BG	Einheit	Methode
Probenvorbereitung			DIN 19747: 2009-07 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Glühverlust		Masse-% TM	DIN EN 15169: 2007-05 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
TOC	0,25	Masse-% TM	DIN EN 15936: 2012-11 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
extrahierbare lipophile Stoffe	0,010	Masse-% TM	LAGA KW/04: 2019-09 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Kohlenwasserstoffe	100	mg/kg TM	DIN EN 14039: 2005-01 i.V.m. LAGA KW/04: 2019-09 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
mobiler Anteil bis C22	100	mg/kg TM	DIN EN 14039: 2005-01 i.V.m. LAGA KW/04: 2019-09 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Summe BTEX nach DepV		mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07, Überschichtung mit Methanol im Labor <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Summe PCB (7)		mg/kg TM	DIN EN 15308: 2016-12 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Summe PAK (16)		mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Eluat			DIN EN 12457-4: 2003-01 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
pH-Wert (Labor 20°C)			DIN EN ISO 10523: 2012-04 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
DOC	10	mg/L	DIN EN 1484: 2019-04 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Phenolindex	10	µg/L	DIN EN ISO 14402: 1999-12 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Cyanid l. freis. (CFA)	0,010	mg/L	DIN EN ISO 14403-2 (D3): 2012-10 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Fluorid	0,75	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Chlorid	10	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Sulfat	20	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Filtrattrockenrückstand	10	mg/L	DIN 38409-1: 1987-01 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Arsen	2,7	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Blei	7,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Cadmium	0,50	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Chrom ges.	7,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Kupfer	10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Nickel	10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Quecksilber	0,10	µg/L	DIN EN ISO 12846: 2012-08 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Zink	33	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Barium	10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Molybdän	10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Antimon	5,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
Selen	7,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>
TOC 400	0,10	Masse-% TM	DIN 19539: 2016-12 <sup>a</sup> <sub>g1</sub>

Die mit <sup>a</sup> gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: <sub>g1</sub>GeotaiX

## Probenbegleitprotokoll DIN 19747 :2009-7

Management-Formblatt  
Code: HI-MF-M-U 09-15  
Version: 1  
Seite: 1 von 1

### Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)



Auftraggeber: **GeoLab - Dipl.-Ing. Marcus Hüdel+ Torsten Meyer Gb**

Probenbez.: **Mischprobe MP 1 bis MP 3**

GBA-Nummer: **24W00197 001**

Tag und Uhrzeit der Anlieferung: **15.01.2024 um 09:00**

Probenahmeprotokoll: **Nein**

Ordnungsgemäße Probenanlieferung: **Ja**

Datum: **15.01.2024**

Kürzel: **N. Wassermann**

Sortierung: **Nein**

separierte Stoffgruppen:

Zerkleinerung: **Ja**

Teilvolumen(/)/Teilmassen(kg):

Trocknung: **Nein**

Art:

Siebung: **Nein**

Siebschnitt:

(mm)

10mm:

Siebdurchgang:

(g)

Siebrückstand:

(g)

Analyse Siebrückstand:

Analyse Durchgang:

Analyse gesamt: **Ja**

Teilung: **Fraktionierendes Teilen**

Homogenisierung: **manuell**

Anzahl der Prüfproben:

Datum: **16.01.2024**

Kürzel: **i.A. P. Lettgen**

Rückstellprobe: **Ja**

Probenmenge: **(g)**

Datum: **16.01.2024**

Kürzel: **i.A. P. Lettgen**

### Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe)

Siehe einschlägige Vorschriften (z.B. DIN, EN und Standardarbeitsanweisungen) zur Bestimmung der jeweiligen Untersuchungsparameter

L  
A  
B  
O  
R