



GeoLab
Geotechnisches
Labor

TONABGRABUNG EICHENALLEE ABBAUFELD 4
LAGERSTÄTTE GARTOPER BUSCH

FORTSCHREIBUNG DER GRUNDPRÜFUNG FÜR
NATURTONDICHTUNG NACH ZTV-W (LB 20) UND RPW

- Bearb.-Nr. 2023-040.1 -

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: SPESDE33XXX
Steuer-Nr.: 112/5828/1841

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	4
2	Verwendete Unterlagen	5
3	Verwendete Normen.....	6
4	Anforderungen.....	7
5	Untersuchungen zur Prüfung	7
5.1	Orientierende Voruntersuchungen	8
5.2	Bodenmechanische Prüfungen Mischproben MP 1 bis MP 3.....	10
6	Tonmineralgehalte.....	17
7	Chemische Analyse	17
8	Weitere Untersuchungen	18
9	Zusammenfassung	19

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 Grundprüfung für****Naturtondichtung nach ZTV-W (LB 20) und RPW****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 m² (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.

Das gewonnene Tonmaterial soll unter anderem als Dichtungsmaterial (Naturtondichtung) im Wasserbau Verwendung finden. Die Eignung ist gemäß den Vorgaben der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen im Wasserbau, Leistungsbereich 210 (ZTV-W für Böschungs- und Sohlsicherungen) und der Richtlinien für die Prüfung mineralischer Weichdichtungen (RPW) zu prüfen.

Die Hermann Nottenkämper GmbH & Co. KG beauftragte das Geotechnische Labor GeoLab Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR mit der Durchführung der Fortschreibung der Grundprüfung für wasserbautechnische Zwecke für das Abbaufeld 4. Sie baut auf der Grundprüfung für das Abbaufeld 3 der CDM Smith Consult GmbH aus Bochum aus dem Jahr 2019 auf und ist nur in Zusammenhang mit dieser zu betrachten.

2 Verwendete Unterlagen

- /1/ CDM Smith Consult GmbH; Lagerstätte Gartroper Busch, Eignungsprüfung für wasserbautechnische Zwecke, Abgrabung Eichenallee Abbaubereich 1. Bauabschnitt, Projekt-Nr.: 92296, Bericht-Nr.:01; Bochum, 10.05.2013;
- /2/ CDM Smith Consult GmbH; Lagerstätte Gartroper Busch, Grundprüfung Naturtondichtung nach ZTV-W (LB 20) u RPW, Tonabgrabung Eichenallee Abbaubereich 3, Projekt-Nr.: 118639, Bericht-Nr.:02; Bochum, 27.02.2019;
- /3/ Eignungsprüfung für deponietechnische Zwecke, Lagerstätte Gartroper Busch Tonabgrabung Eichenallee Abbaubereich 1; CDM Smith Consult GmbH, Bochum (Projekt-Nr.: 92296) vom 06.08.2013;
- /4/ Eignungsprüfung nach BQS, Lagerstätte Gartroper Busch; Tonabgrabung Eichenallee Abbaufeld 2.; CDM Smith Consult GmbH, Bochum (Projekt-Nr.: 105252) vom 04.03.2016;
- /5/ Fortschreibung Eignungsprüfung nach BQS, Lagerstätte Gartroper Busch; Tonabgrabung Eichenallee Abbaufeld 3; CDM Smith Consult GmbH, Bochum (Projekt-Nr.: 118639) vom 27.02.2019;
- /6/ Fortschreibung Eignungsprüfung für deponietechnische Zwecke nach BQS, Lagerstätte Gartroper Busch; Tonabgrabung Eichenallee Abbaufeld 4; GeoLab Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR, Essen (Bearb.-Nr.: 2023-040) vom 12.04.2024;
- /7/ BMVI (2015): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen – Wasserbau (ZTV-W) für Böschungs- und Sohlensicherungen (Leistungsbereich 210), Ausgabe 2015, EU Notifizierung Nr. 2015/28/D; Berlin, 2015;
- /8/ Bundesanstalt für Wasserbau (01/2015): BAW Richtlinie „Prüfung von mineralischen Weichdichtungen im Verkehrswasserbau (RPW)“, Ausgabe 2015, EU-Notifizierung 2015/31/D; Karlsruhe, Januar 2015.

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 Anforderungen an Materialien zur Verwendung im Bereich des Wasserbaus sind den Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen – Wasserbau (ZTV-W) für Böschungs- und Sohlensicherungen (Leistungsbereich 210), Ausgabe 2015 und der BAW Richtlinie „Prüfung von mineralischen Weichdichtungen im Verkehrswasserbau (RPW)“, Ausgabe 2015 zu entnehmen.

5 Untersuchungen zur Prüfung

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 30,0 Gew.-% wird im Mittel eingehalten. Bei einer aus allen 34 Proben erstellten Mischprobe liegt der Tongehalt bei 34,7 %.

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 wasserbautechnische Zwecke der Abbaufelder 1 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 für wasserbautechnische Zwecke wurde das zu untersuchende Tonmaterial in Abhängigkeit des Tongehaltes $< 0,002 \text{ mm}$ zu drei Mischproben (MP 1, MP 2 und MP 3) zusammengeführt:

MP 1:	Tongehalt $< 0,002 \text{ mm}$	$< 30,0 \text{ Gew.-%}$,
MP 2:	Tongehalt $< 0,002 \text{ mm}$	$> 30,0 \text{ Gew.-%}$ und $< 35,0 \text{ Gew.-%}$,
MP 3:	Tongehalt $< 0,002 \text{ mm}$	$> 35,0 \text{ Gew.-%}$.

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

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

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

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

Die Wassergehalte bewegen sich alle auf dem „nassen Ast der Proctorkurve“ bzw. im Bereich des optimalen Wassergehaltes w_{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

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 30,0 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 30,0 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 > 30 Gew.-% wurde von allen Proben der Mischproben 2 und 3 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.

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

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

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:

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

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

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

Die Proctordichten dienen der Bestimmung der Verdichtungsgrade und sind abhängig vom Anteil an Ton $< 0,002 \text{ mm}$. 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 $1,527 \text{ g/cm}^3$ und $1,659 \text{ g/cm}^3$, bei optimalen Wassergehalten zwischen $19,7 \%$ und $24,7 \%$.

Proctorkurven siehe Anlage 3.5.

5.2.6 Wasserdurchlässigkeiten DIN EN 17892-11

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 Prüfszylinder 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	Wasser- gehalt [%]	Trockendich- te [g/cm ³]	Verdichtung [%]	Luftporen [%]	Durchlässig- keit [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 liegen sämtlich unter einem Wasserdurchlässigkeitswert von $k \leq 5,0 \times 10^{-10}$ m/s. Das Material kann als wasserundurchlässig bezeichnet werden.

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

Die organischen Bestandteile wurden durch die Glühverlustmethode mit Werten zwischen 4,8 Gew.-% und 5,5 Gew.-% bestimmt. Die organischen Bestandteile sind biologischen Ursprungs. Ton ist ein mineralischer Boden.

Der gesamte organische Kohlenstoff (TOC) wurde mit 1,4 % bestimmt. Eine Analyse des elementaren Kohlenstoffes (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.

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

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

5.2.9 Kalkgehalte DIN 18129

Die Kalkgehalte wurden im 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 Wasseraufnahmegerät.

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 φ' und Kohäsionen c' wurden für den Bruchzustand ermittelt:

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

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

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

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.

6 Tonmineralgehalte

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: Σ TM/Phyllos. = 48,0 Gew.-%,

MP 2: Σ TM/Phyllos. = 48,0 Gew.-%,

MP 3: Σ TM/Phyllos. = 55,0 Gew.-%.

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

Prüfbericht Dr. Gehlken 5001/241 siehe Anlage 4.

7 Chemische Analyse

Bei den Tonen handelt es sich um einen natürlichen Baustoff.

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

Der Wert für Sulfat im Eluat zeigt sich als 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.

8 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.

Auf die Durchführung des Zerfallstests nach Endell, der undrainierten Scherfestigkeit, des Pinholetests (Erosionsbeständigkeit), des Flexibilitätstests und des Durchschlagstests wurde verzichtet. Es wird hier auf die Prüfung der CDM Smith Consult GmbH; Lagerstätte Gartroper Busch, Grundprüfung Naturtondichtung nach ZTV-W (LB 20) u RPW, Tonabgrabung Eichenallee Abbaubereich 3, Projekt-Nr.: 118639, Bericht-Nr.:02; Bochum, 27.02.2019 verwiesen.

„Der Zerfallstest nach Endell wurde an der Mischprobe MP44 mit Wassergehalten zwischen 30,1 % und 54,7 % geführt. Die Zerfallsziffer $Z(8)$ liegt nach 8 Stunden Versuchsdauer bei maximal 0,025, und liegt somit deutlich unter dem in [U6] genannten Orientierungswert von $Z(8) = 0,05$, ab dem die Erosionsanfälligkeit zunimmt. Im Bereich der Fließgrenze w_L ist aufgrund der hohen Wassersättigung nahezu kein Zerfall feststellbar.“

„Anhand der Untersuchungsergebnisse (s. Anlage 5.1) sind für den Einbau unter Wasser in Abhängigkeit von der undrainierten Scherfestigkeit ($15 \text{ KN/m}^2 < c_u < 25 \text{ KN/m}^2$, [U5], [U6]) Wassergehalte zwischen ca. 37,5 % und 39 % einzuhalten. Der Einbau im Trockenem ist bis zu einem Wassergehalt von ca. 33 % ($c_u < 50 \text{ KN/m}^2$, [U5], [U6]) möglich.“

„Nach Durchführung des Pinehole-Tests waren in beiden Versuchen Aufweitungen des Strömungskanals von 8 mm auf 12 mm festzustellen. Damit wurden die Anforderungen gemäß [U6] erfüllt, wonach die Aufweitung des Durchmessers nicht mehr als 100 % betragen darf.“

„Nach Durchführung des Balkenbiegetests wurden keine unzulässigen Rissbildungen festgestellt. Damit werden die Anforderungen gemäß [U6] erfüllt.“

„Der Durchschlagtest ist gemäß Ausführung in [U6] für Naturton mit einer undrainierten Scherfestigkeit von $c_u = 15$ bis 25 KN/m^2 und einer Einbaudicke von mind. 20 cm nicht erforderlich. Auf die Durchführung des Versuches wurde daher verzichtet.“

Die durch die CDM Smith Consult GmbH für das Abbaufeld 3 getroffenen Feststellungen 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.

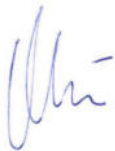
9 Zusammenfassung

Die in diesem Bericht zusammengestellten Untersuchungen zur Prüfung der Eignung des Tons des Abbaufeldes 4 der „Tonabgrabung Eichenallee“ als Naturtondichtung im Wasserbau ist eine Fortschreibung der Prüfungen der CDM Smith Consult GmbH „Lagerstätte Gartroper Busch, Grundprüfung Naturtondichtung nach ZTV-W (LB 20) u RPW, Tonabgrabung Eichenallee Abbaubereich 3, Projekt-Nr.: 118639, Bericht-Nr.:02; Bochum, 27.02.2019“. Sie baut auf dieser auf und ist in Zusammenhang mit dieser zu betrachten.

Nach Durchführung und Auswertung der durchgeführten Untersuchungen kann festgestellt werden, dass das Tonmaterial aus dem Abbaufeld 4 der „Tonabgrabung Eichenallee“ der Hermann Nottenkämper GmbH & Co. KG zur Verwendung als Dichtungserdstoff im Wasserbau geeignet ist.

Die Eignung des Tonmaterials des Abbaufeldes 4 der Tonabgrabung „Eichenallee“ zur Verwendung als Dichtungserdstoff im Wasserbau ist durch die Zuständige Behörde bestätigen zu lassen.

Essen, 19.02.2026



GeoLab

Dipl.-Ing. M. Hüdel +
T. Meyer GbR

Anlagen

Anlage 0

Ergebniszusammenstellung

Projekt: Tonabgrabung Eichenallee Abbaufeld 4										GeoLab Geotechnisches Labor																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Fortschreibung Eignungsprüfung nach BQS										Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Projekt-Nr.: 2023-040										Annastraße 31; 45130 Essen																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
AG: Hermann Nottenkämper GmbH & Co. KG										Tel.+ FAX 0201 - 2486487																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
					Ausgangsmaterial				Misch-/Laborproben MP 1 bis MP 3 in Abhängigkeit vom Tongehalt																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
					Kornverteilung					Kornverteilung				Proctor			Wasserdurchlässigkeit				Zustandszahl																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								

Projekt: Tonabgrabung Eichenallee Abbaufeld 4										GeoLab Geotechnisches Labor																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Fortschreibung Eignungsprüfung nach BQS										Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Projekt-Nr.: 2023-040										Annastraße 31; 45130 Essen																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
AG: Hermann Nottenkämper GmbH & Co. KG										Tel.+ FAX 0201 - 2486487																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
				Ausgangsmaterial				Misch-/Laborproben MP 1 bis MP 3 in Abhängigkeit vom Tongehalt																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
					Kornverteilung					Kornverteilung				Proctor			Wasserdurchlässigkeit				Zustandszahl																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													</

Projekt: Tonabgrabung Eichenallee Abbaufeld 4													GeoLab Geotechnisches Labor																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Fortschreibung Eignungsprüfung nach BQS													Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Projekt-Nr.: 2023-040													Annastraße 31; 45130 Essen																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
AG: Hermann Nottenkämper GmbH & Co. KG													Tel.+ FAX 0201 - 2486487																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
			Ausgangsmaterial					Misch-/Laborproben MP 1 bis MP 3 in Abhängigkeit vom Tongehalt																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
				Kornverteilung					Kornverteilung				Proctor			Wasserdurchlässigkeit				Zustandszahl																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													

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

Projekt: Tonabgrabung Eichenallee Abbaufeld 4										GeoLab Geotechnisches Labor																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Fortschreibung Eignungsprüfung nach BQS										Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Projekt-Nr.: 2023-040										Annastraße 31; 45130 Essen																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
AG: Hermann Nottenkämper GmbH & Co. KG										Tel.+ FAX 0201 - 2486487																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
				Ausgangsmaterial				Misch-/Laborproben MP 1 bis MP 3 in Abhängigkeit vom Tongehalt																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
					Kornverteilung					Kornverteilung				Proctor			Wasserdurchlässigkeit				Zustandszahl																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

Anlage 2.2

Wassergehalte

Projekt: Deponie Eichenallee Abbaufeld 4 - Eignung 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: 22.12.2023							
<u>Wassergehalt</u> 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
Wassergehalt	[%]	21,9	21,9	21,4	20,7	23,3	25,1
Bemerkungen:							

<u>Wassergehalt</u> 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
Wassergehalt	[%]	26,1	23,2	25,2	24,0	25,9	24,8
Bemerkungen:							

Projekt: Deponie Eichenallee Abbaufeld 4 - Eignung 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: 02.01.2024							
<u>Wassergehalt</u> 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
Wassergehalt	[%]	20,5	22,5	25,7	24,7	25,6	26,0
Bemerkungen:							

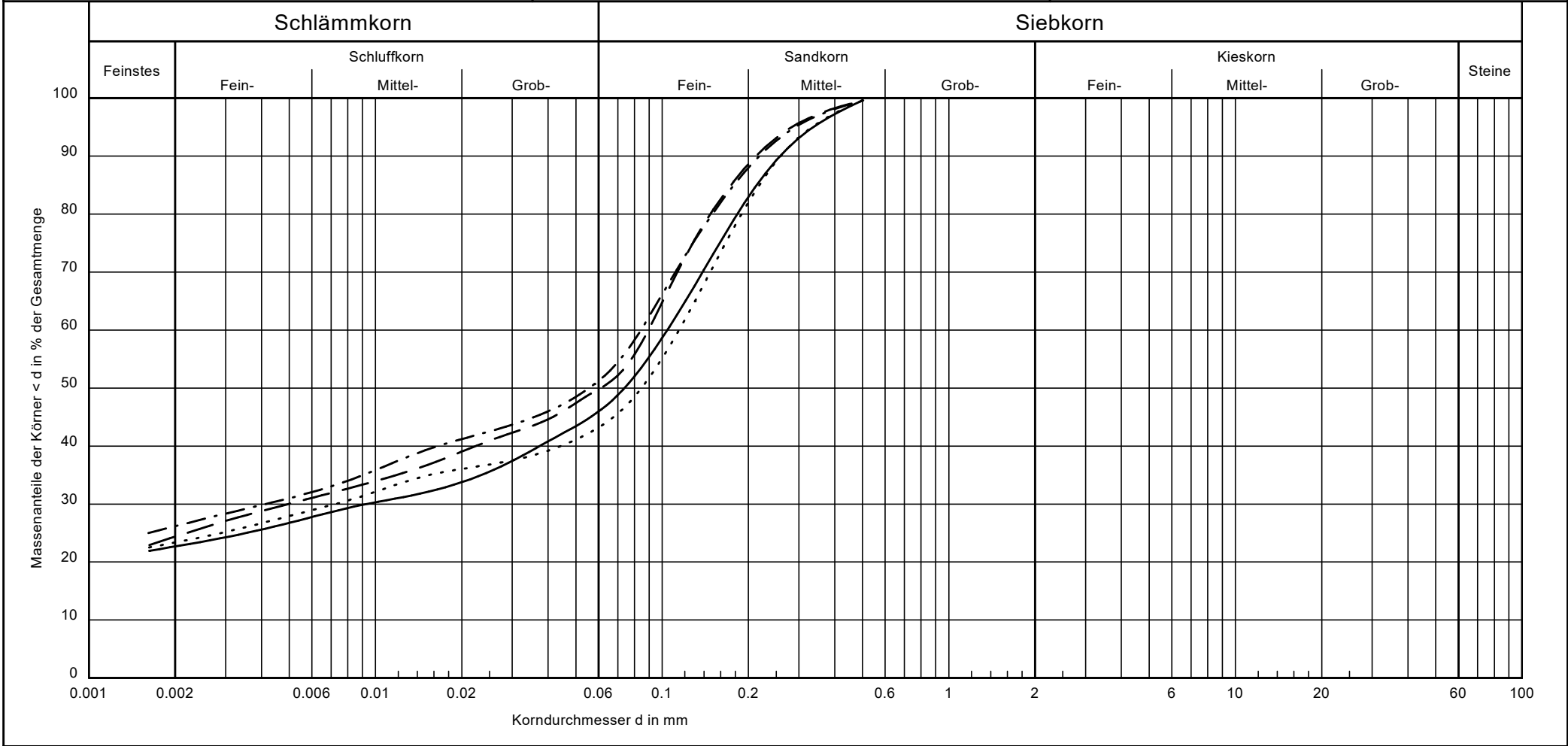
<u>Wassergehalt</u> DIN EN ISO 17892-1 (2015-03)							
Probe-Nr.:		PN 2/7	PN 2/8	PN 2/9	PN 2/10	PN 2/11	PN 2/12
		PN2/2.1	PN2/2.2	PN2/2.3	PN2/2.4	PN2/2.5	PN2/2.6
Entnahmetiefe [m]:							
Entnahmedatum:		18.12.23	18.12.23	18.12.23	18.12.23	18.12.23	18.12.23
feuchte Probe + Schale	[g]	848,1	806,2	935,6	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
Wassergehalt	[%]	22,9	22,8	24,3	23,6	24,1	22,8
Bemerkungen:							

Projekt: Deponie Eichenallee Abbaufeld 4 - Eignung 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: 03.01.2024							
<u>Wassergehalt</u> 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
Wassergehalt	[%]	27,5	28,8	23,8	23,6	23,7	25,3
Bemerkungen:							

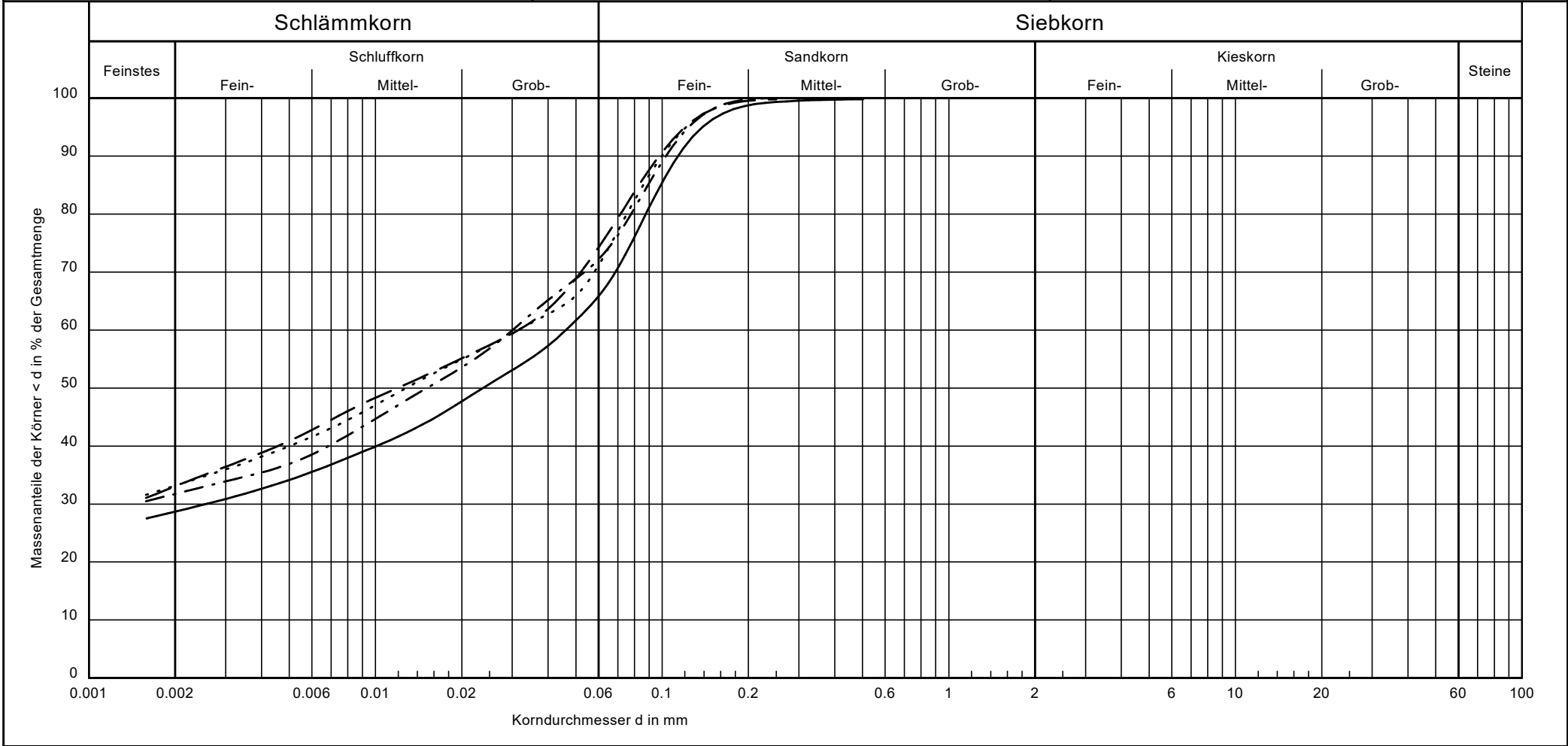
<u>Wassergehalt</u> DIN EN ISO 17892-1 (2015-03)							
Probe-Nr.:		PN 3/7	PN 3/8	PN 3/9	PN 3/10		
Entnahmetiefe [m]:							
Entnahmedatum:		18.12.23	18.12.23	18.12.23	18.12.23		
feuchte Probe + Schale	[g]	808,3	884,2	762,9	737,8		
trockene Probe + Schale	[g]	699,3	767,3	653,1	630,2		
Schale	[g]	275,3	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		
Wassergehalt	[%]	25,7	24,2	24,3	24,4		
Bemerkungen:							

Anlage 2.3

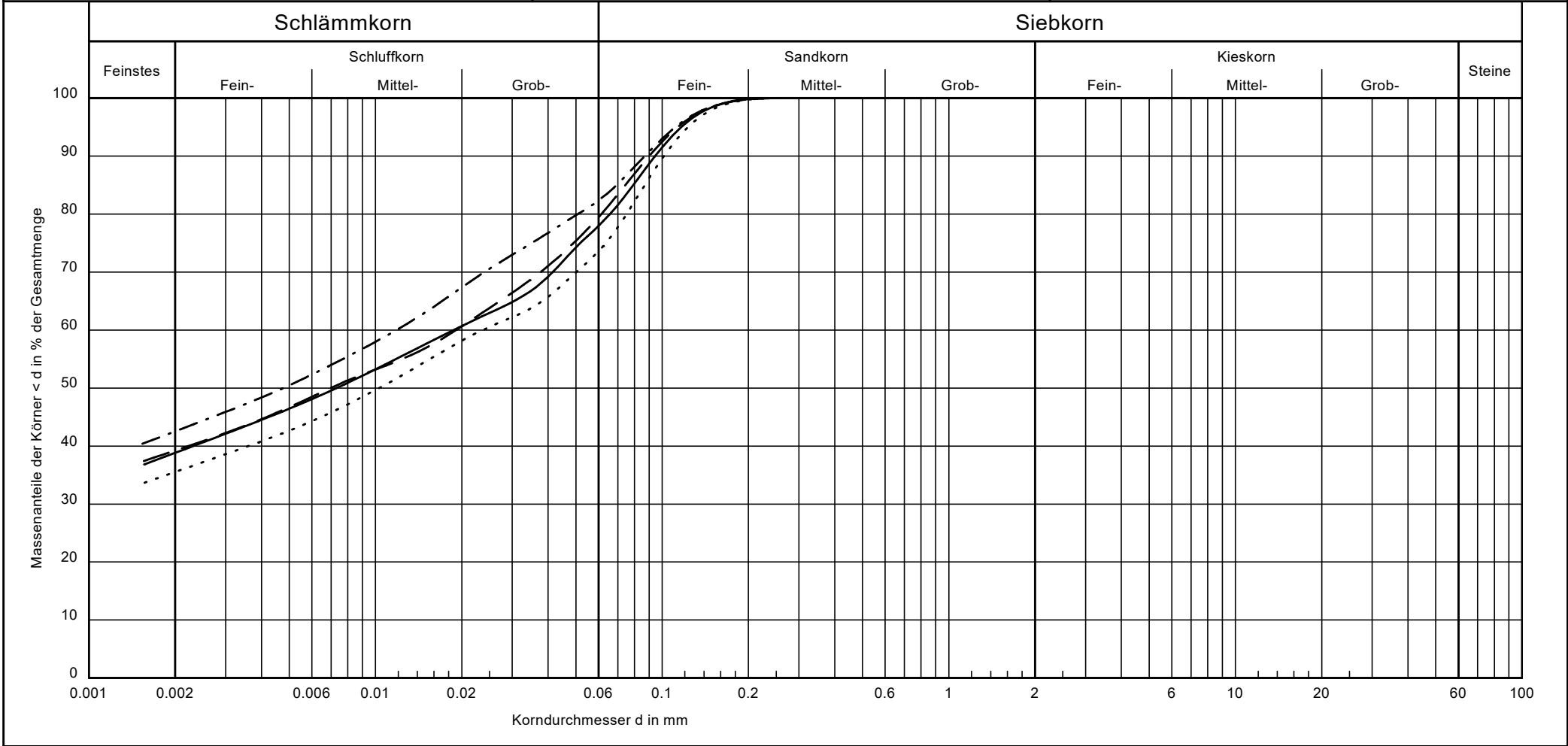
Kornverteilungen



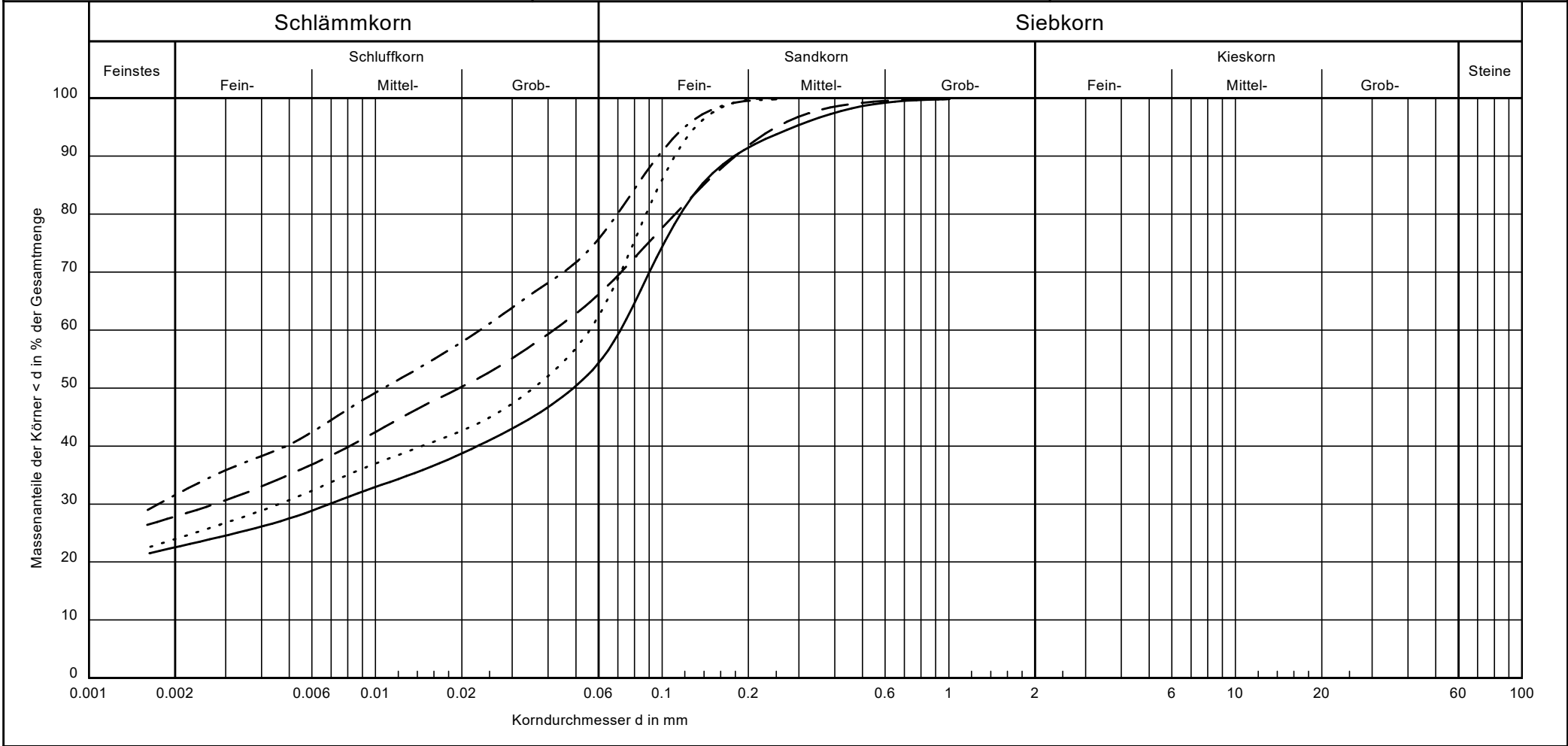
Bezeichnung:	PN 1/1	PN 1/2	PN 1/3	PN 1/4	Bemerkungen: Tonabgrabung Eichenallee - Abbaufeld 4 Eignungsprüfung H. Nottenkämper GmbH & Co. KG	Anlage: Bericht:
Entnahmestelle:	Schurf 1	Schurf 1	Schurf 1	Schurf 1		
Bodenart:	U, $\bar{s}$, t	U, $\bar{s}$, t	U, $\bar{s}$, t	U, $\bar{s}$, t		
Anteile T/U/S/G [%]:	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:	_____	-----	- . - . -			



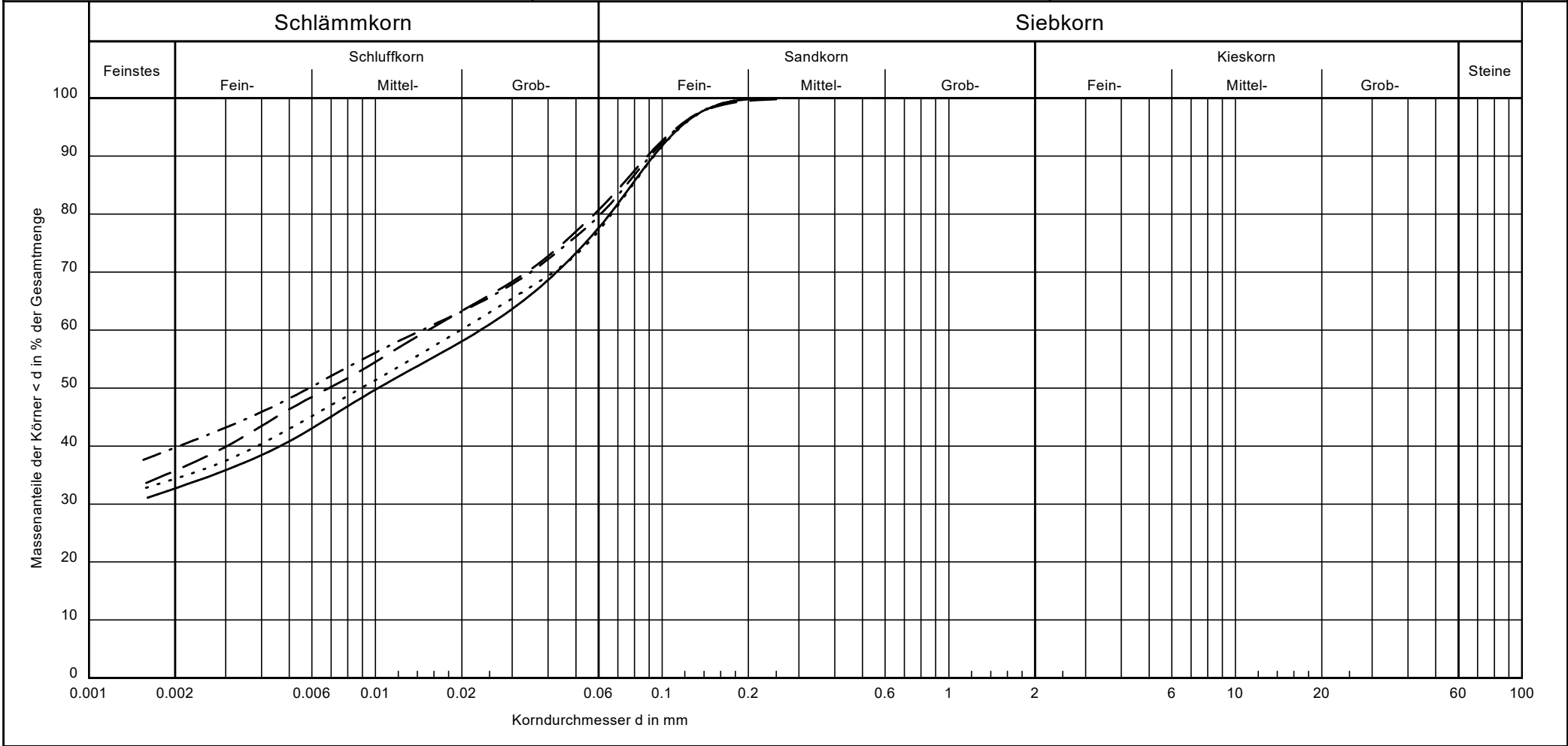
Bezeichnung:	PN 1/5	PN 1/6	PN 1/7	PN 1/8	Bemerkungen: Tonabgrabung Eichenallee - Abbaufeld 4 Eignungsprüfung H. Nottenkämper GmbH & Co. KG	Anlage: Bericht:
Entnahmestelle:	Schurf 1	Schurf 1	Schurf 1	Schurf 1		
Bodenart:	U, s̄, t	U, t̄, s	U, t̄, s	U, t̄, s		
Anteile T/U/S/G [%]:	28.7/38.5/32.8/ -	33.0/42.8/24.2/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



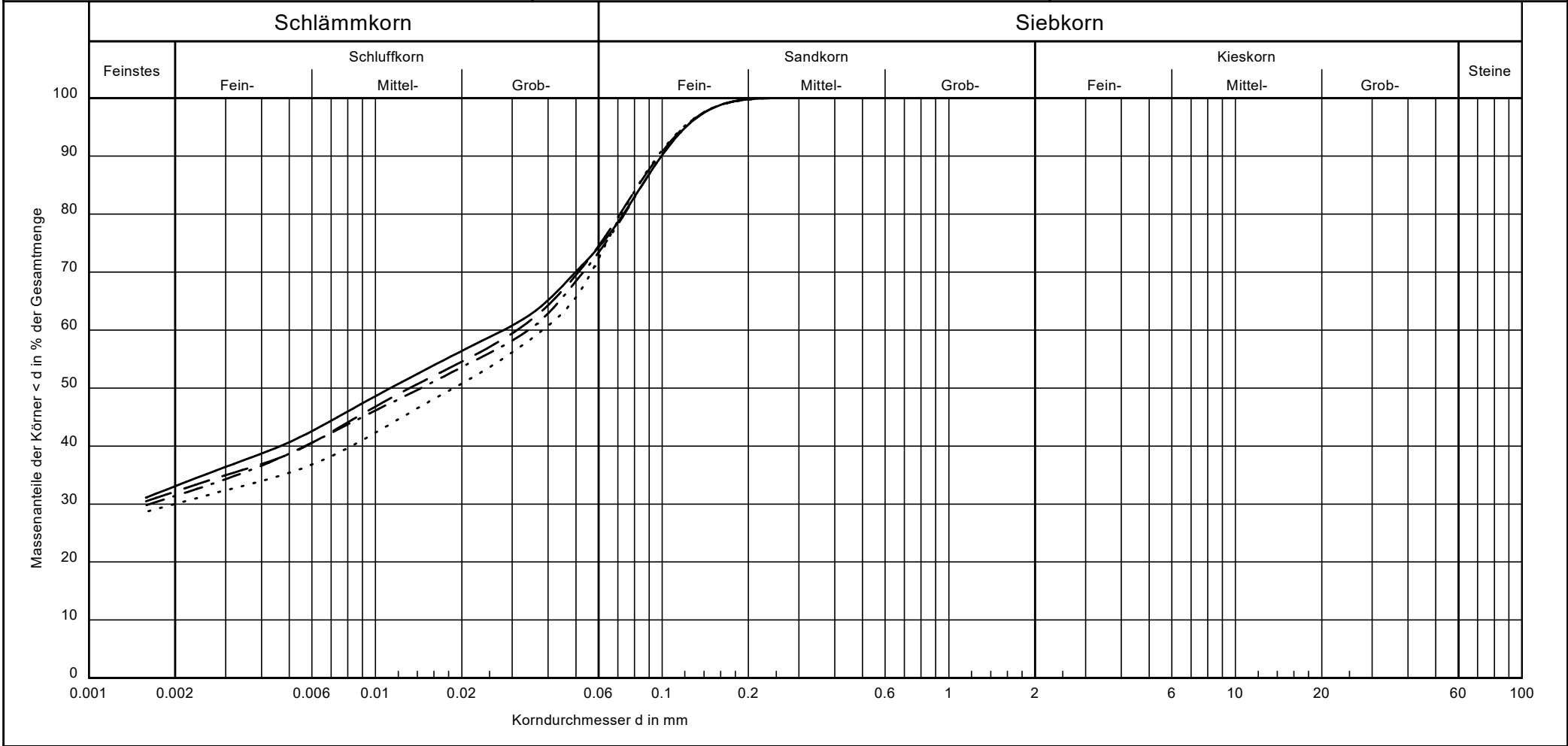
Bezeichnung:	PN 1/9	PN 1/10	PN 1/11	PN 1/12	Bemerkungen: Tonabgrabung Eichenallee - Abbaufeld 4 Eignungsprüfung H. Nottenkämper GmbH & Co. KG	Anlage: Bericht:
Entnahmestelle:	Schurf 1	Schurf 1	Schurf 1	Schurf 1		
Bodenart:	U, $\bar{t}$, s	U, $\bar{t}$, s	T, U, s	U, $\bar{t}$, s		
Anteile T/U/S/G [%]:	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:	_____	_____	_____	_____		



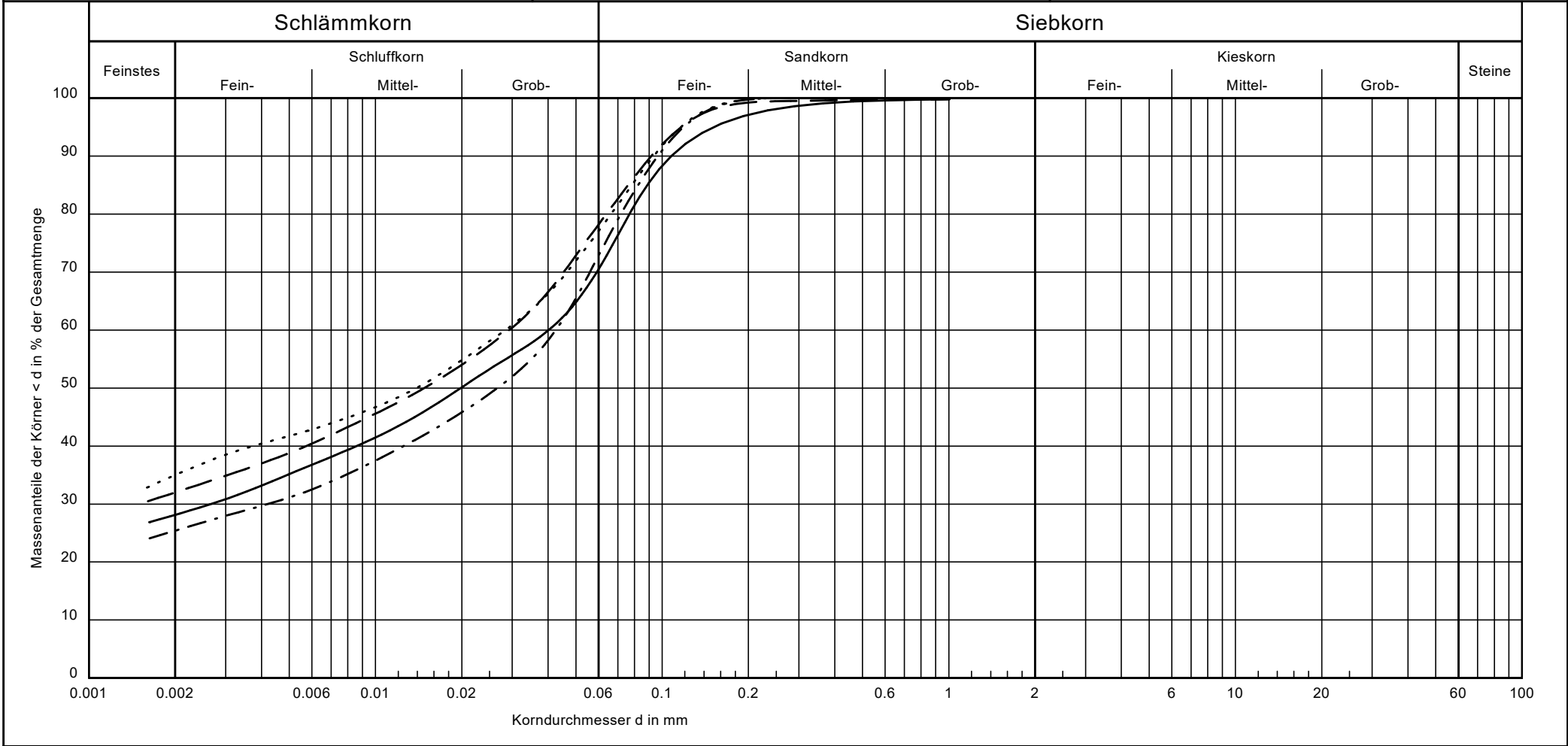
Bezeichnung:	PN 2/1	PN 2/2	PN 2/3	PN 2/4	Bemerkungen: Tonabgrabung Eichenallee - Abbaufeld 4 Eignungsprüfung H. Nottenkämper GmbH & Co. KG	Anlage: Bericht:
Entnahmestelle:	Schurf 2	Schurf 2	Schurf 2	Schurf 2		
Bodenart:	U, $\bar{s}$, t	U, $\bar{s}$, t	U, $\bar{t}$, s	U, $\bar{s}$, t		
Anteile T/U/S/G [%]:	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:	_____	-----	- . - . -			



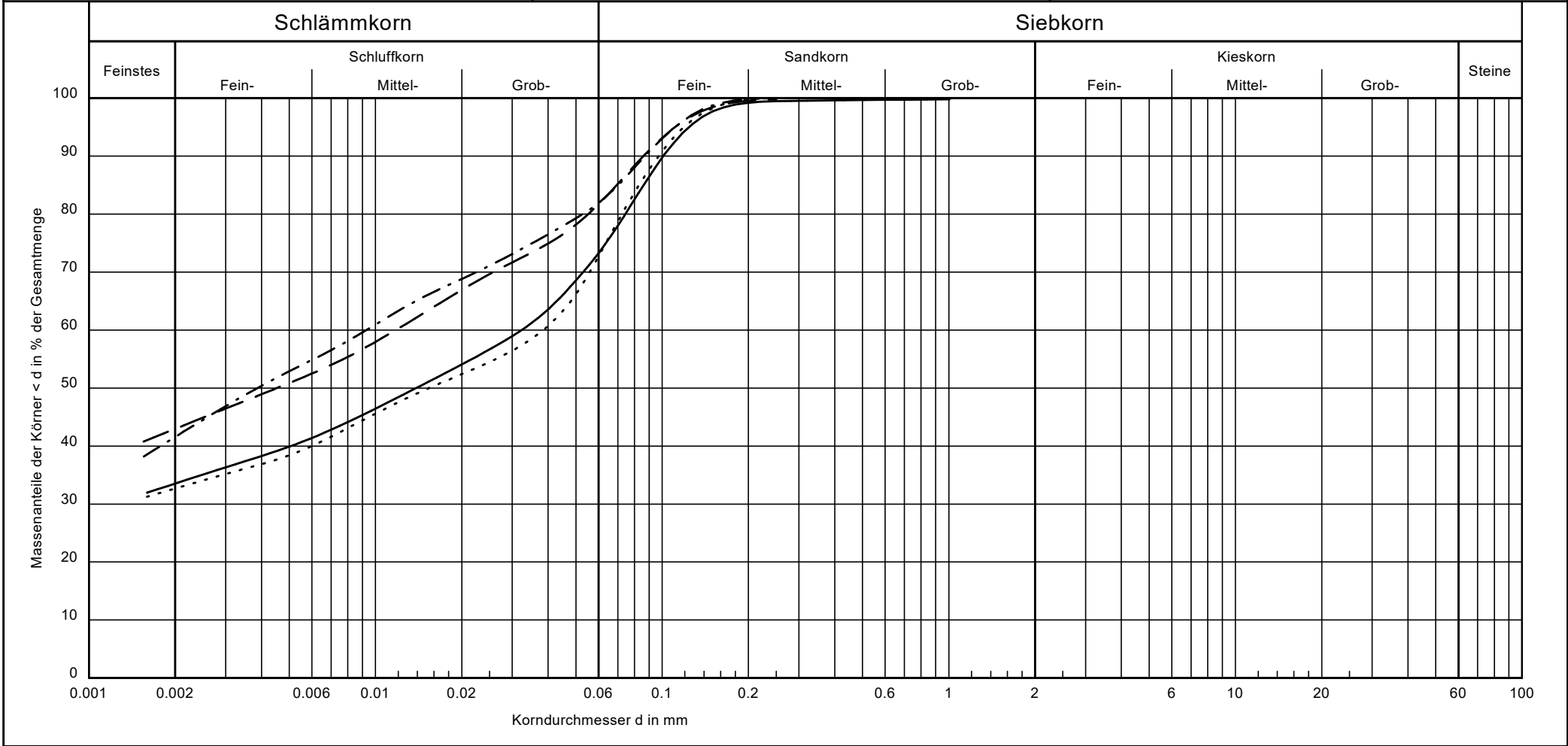
Bezeichnung:	PN 2/5	PN 2/6	PN 2/7	PN 2/8	Bemerkungen: Tonabgrabung Eichenallee - Abbaufeld 4 Eignungsprüfung H. Nottenkämper GmbH & Co. KG	Anlage: Bericht:
Entnahmestelle:	Schurf 2	Schurf 2	Schurf 2	Schurf 2		
Bodenart:	T, U, s	T, U, s	T, $\bar{u}$, s	T, U, s		
Anteile T/U/S/G [%]:	32.7/46.1/21.2/ -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



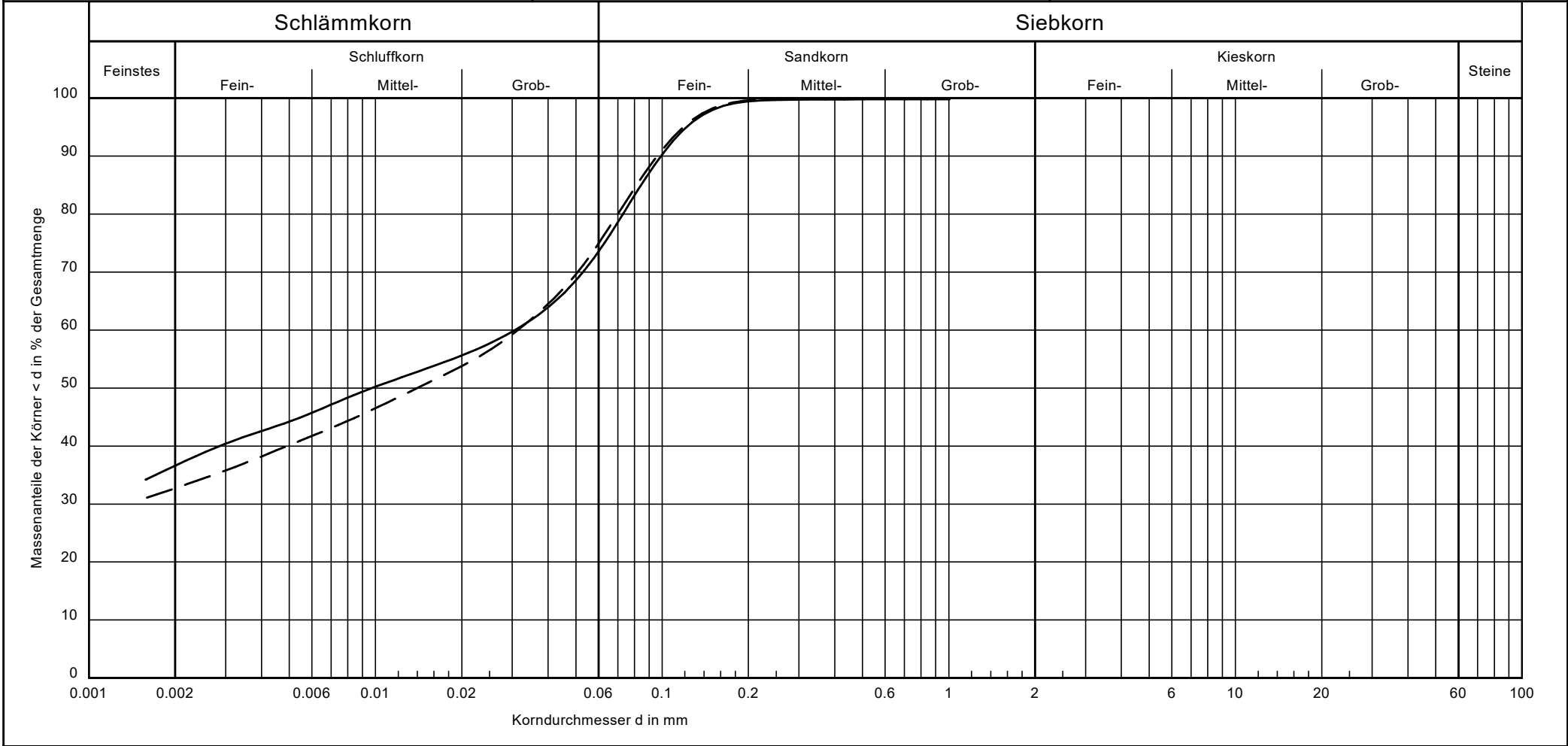
Bezeichnung:	PN 2/9	PN 2/10	PN 2/11	PN 2/12	Bemerkungen: Tonabgrabung Eichenallee - Abbaufeld 4 Eignungsprüfung H. Nottenkämper GmbH & Co. KG	Anlage: Bericht:
Entnahmestelle:	Schurf 2	Schurf 2	Schurf 2	Schurf 2		
Bodenart:	U, $\bar{t}$, s	U, $\bar{t}$, s	U, $\bar{t}$, s	U, $\bar{t}$, s		
Anteile T/U/S/G [%]:	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:	_____	-----	-----			



Bezeichnung:	PN 3/1	PN 3/2	PN 3/3	PN 3/4	Bemerkungen:	Anlage: Bericht:
Entnahmestelle:	Schurf 3	Schurf 3	Schurf 3	Schurf 3	Tonabgrabung Eichenallee - Abbaufeld 4	
Bodenart:	U, t, s	U, t̄, s	U, t, s	U, t̄, s	Eignungsprüfung	
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/ -	H. Nottenkämper GmbH & Co. KG	
Signatur:	_____	-----	-----			



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, ū, 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:	—————	—— — —	- . - . - .			



Bezeichnung:	PN 3/9	PN 3/10	Bemerkungen: Tonabgrabung Eichenallee - Abbaufeld 4 Eignungsprüfung H. Nottenkämper GmbH & Co. KG	Anlage: Bericht:
Entnahmestelle:	Schurf 3	Schurf 3		
Bodenart:	U, T, s	U, $\bar{t}$, s		
Anteile T/U/S/G [%]:	36.6/38.5/24.9/ -	32.7/43.8/23.5/ -		
Signatur:	_____	— — —		

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

Projekt: Tonabgrabung Eichenallee Abbaufeld 4												GeoLab Geotechnisches Labor																		
Fortschreibung Eignungsprüfung nach BQS												Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR																		
Projekt-Nr.: 2023-040												Annastraße 31; 45130 Essen																		
AG: Hermann Nottenkämper GmbH & Co. KG												Tel.+ FAX 0201 - 2486487																		
			Ausgangsmaterial				Misch-/Laborproben MP 1 bis MP 3 in Abhängigkeit vom Tongehalt																							
				Kornverteilung					Kornverteilung				Proctor			Wasserdurchlässigkeit				Zustandszahl										
				Wassergehalt [%]	Tonanteile [M.-%]	Schluffanteile [M.-%]	Sandanteile [M.-%]		Kiesanteil [M.-%]	Wassergehalt [%]	Tonanteile [M.-%]	Schluffanteile [M.-%]	Sandanteile [M.-%]	Kiesanteil [M.-%]	Proctordichte [g/cm³]	opt. Wassergehalt [%]	Korndichte [g/cm³]	Verdichtung [%]	Wassergehalt [%]	Luftporenanteil [%]	Durchlässigkeit [m/s]									
Datum	Probenr.	Entnahmetiefe von bis [NHN]	Wassergehalt [%]	Tonanteile [M.-%]	Schluffanteile [M.-%]	Sandanteile [M.-%]	Kiesanteil [M.-%]	Wassergehalt [%]	Tonanteile [M.-%]	Schluffanteile [M.-%]	Sandanteile [M.-%]	Kiesanteil [M.-%]	Proctordichte [g/cm³]	opt. Wassergehalt [%]	Korndichte [g/cm³]	Verdichtung [%]	Wassergehalt [%]	Luftporenanteil [%]	Durchlässigkeit [m/s]	Konsistenzzahl [-]	Plastizitätszahl [%]	Karbonatgehalt [M.-%]	organ. Bestandteile [M.-%]	Wasseraufnahme [%]	Aktivität (Skempton) [-]*	Reigungswinkel [°] / Kohäsion [kN/m²]	Tonmineralgehalt [M.-%]	DepV Spalten 4 + 5**	Bemerkungen	
MP 1			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	-	-	-			
MP 2			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	-	-	-			
	MP 3		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 _A 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

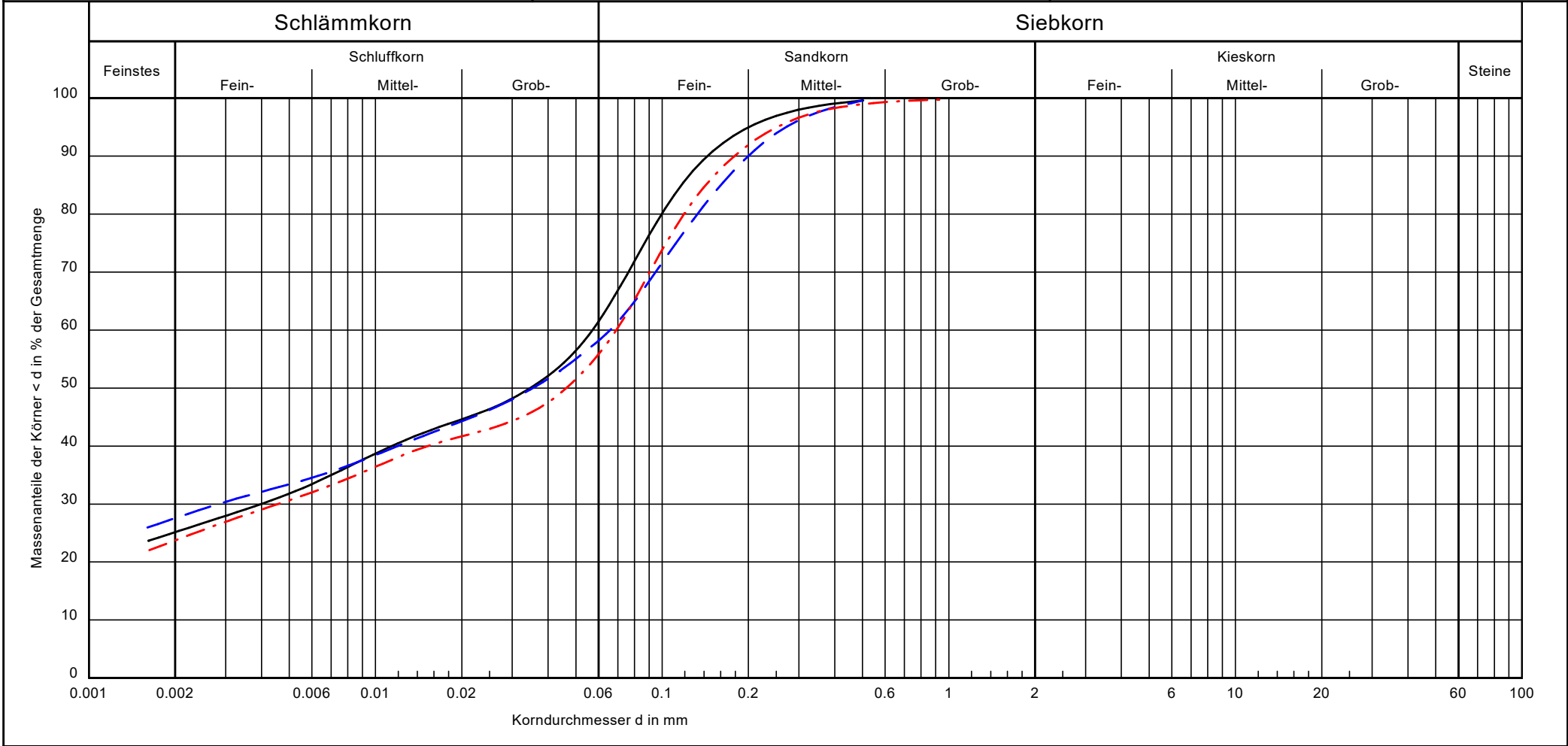
Wassergehalte

Projekt: Deponie Eichenallee Abbaufeld 4 - Eignung H. Nottenkämper GmbH & Co. KG Bearbeitungs-Nr.: 2023-040 Datum: Januar 2024		GeoLab Geotechnisches Labor Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR Annastraße 31 45130 Essen Tel.+ FAX 0201 - 2486487					
<u>Wassergehalt</u> 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
Wassergehalt	[%]	23,6	22,4	21,7	24,4	24,4	24,6
Bemerkungen:							

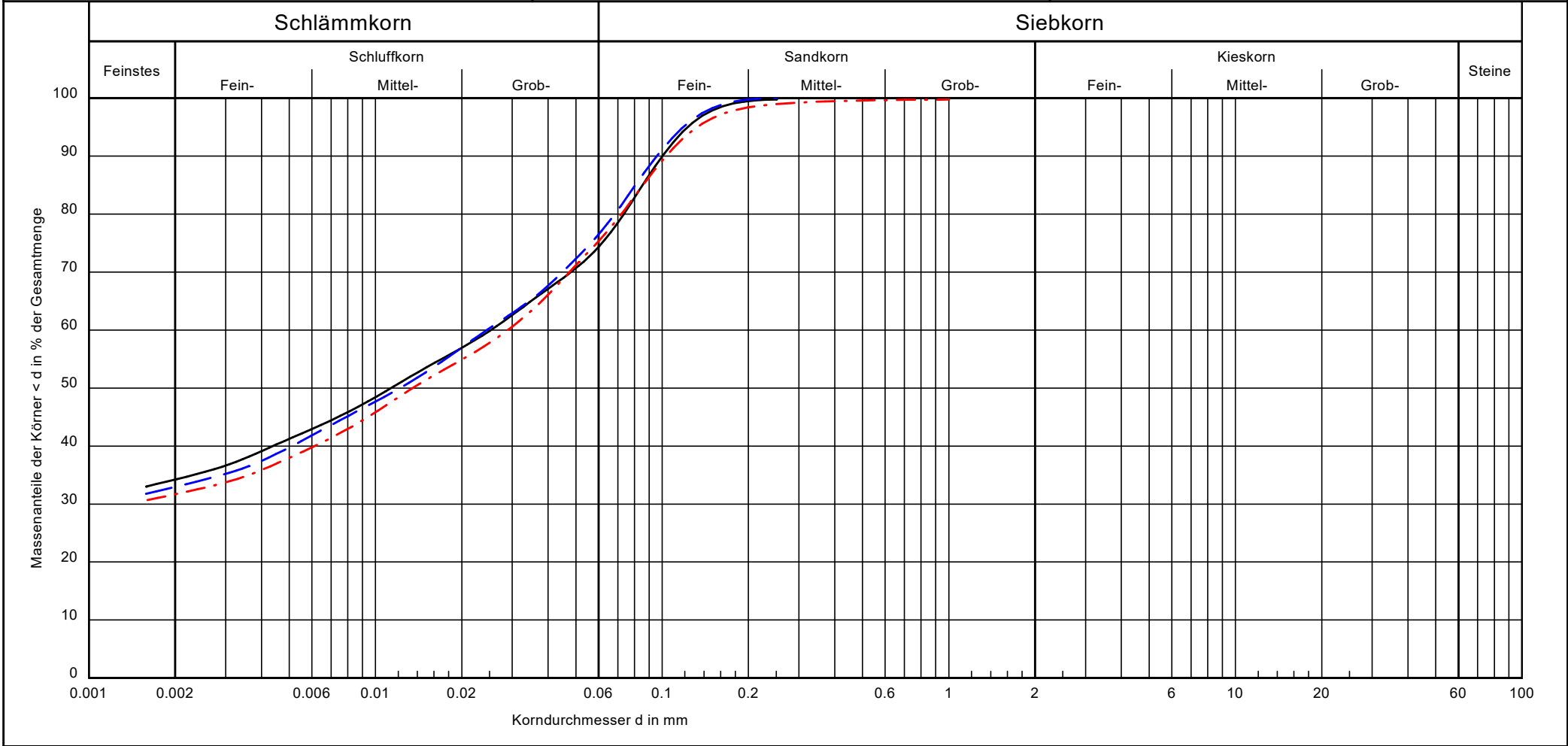
<u>Wassergehalt</u> DIN EN ISO 17892-1 (2015-03)							
Probe-Nr.:		MP 3	MP 3	MP 3			
Probe		1	2	3			
Tongehalt:		größer 35,0%					
feuchte Probe + Schale	[g]	841,4	788,6	817,6			
trockene Probe + Schale	[g]	725,1	670,3	691,4			
Schale	[g]	260,3	189,5	187,1			
Wasser	[g]	116,3	118,3	126,2			
trockene Probe	[g]	464,8	480,8	504,3			
Wassergehalt	[%]	25,0	24,6	25,0			
Bemerkungen:							

Anlage 3.3

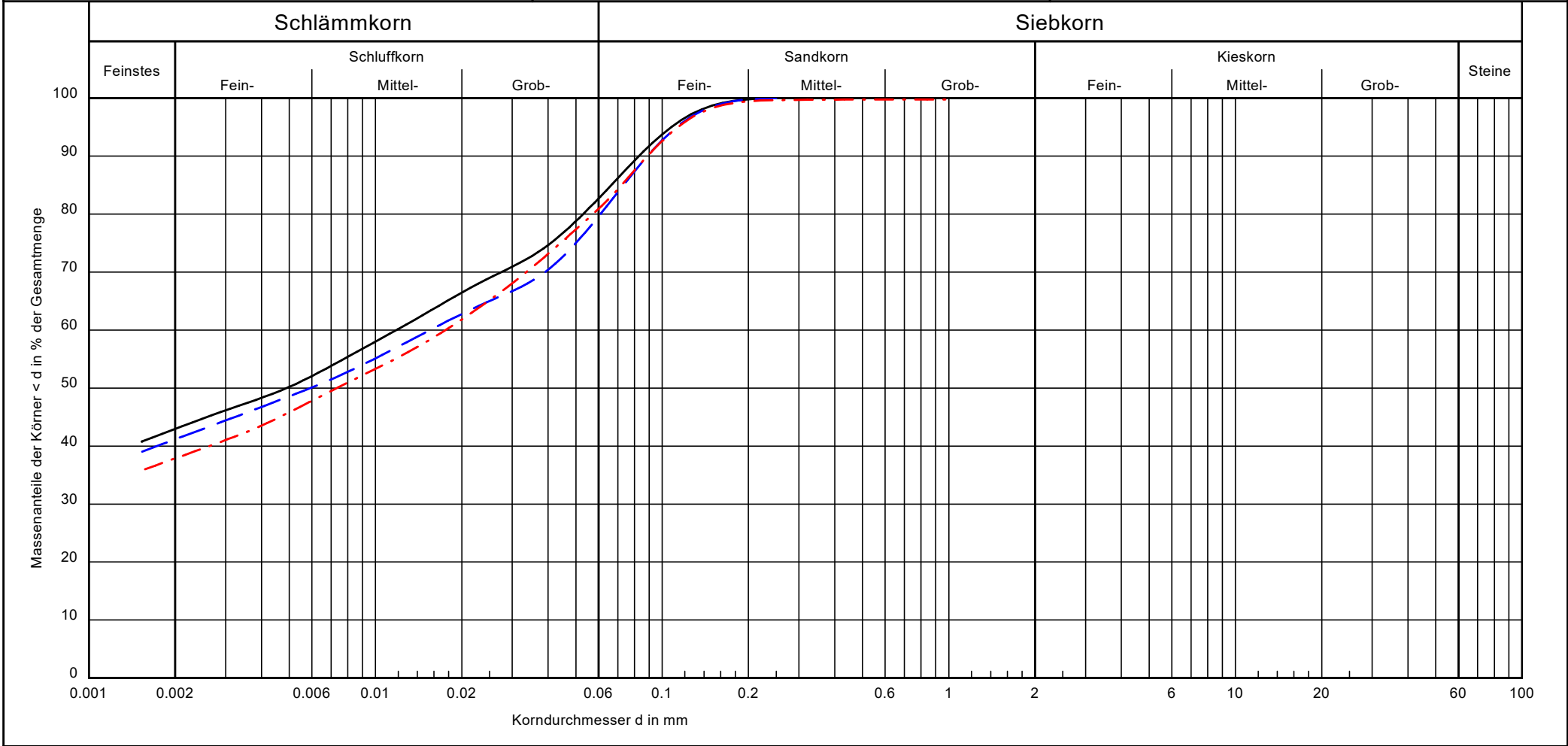
Kornverteilungen



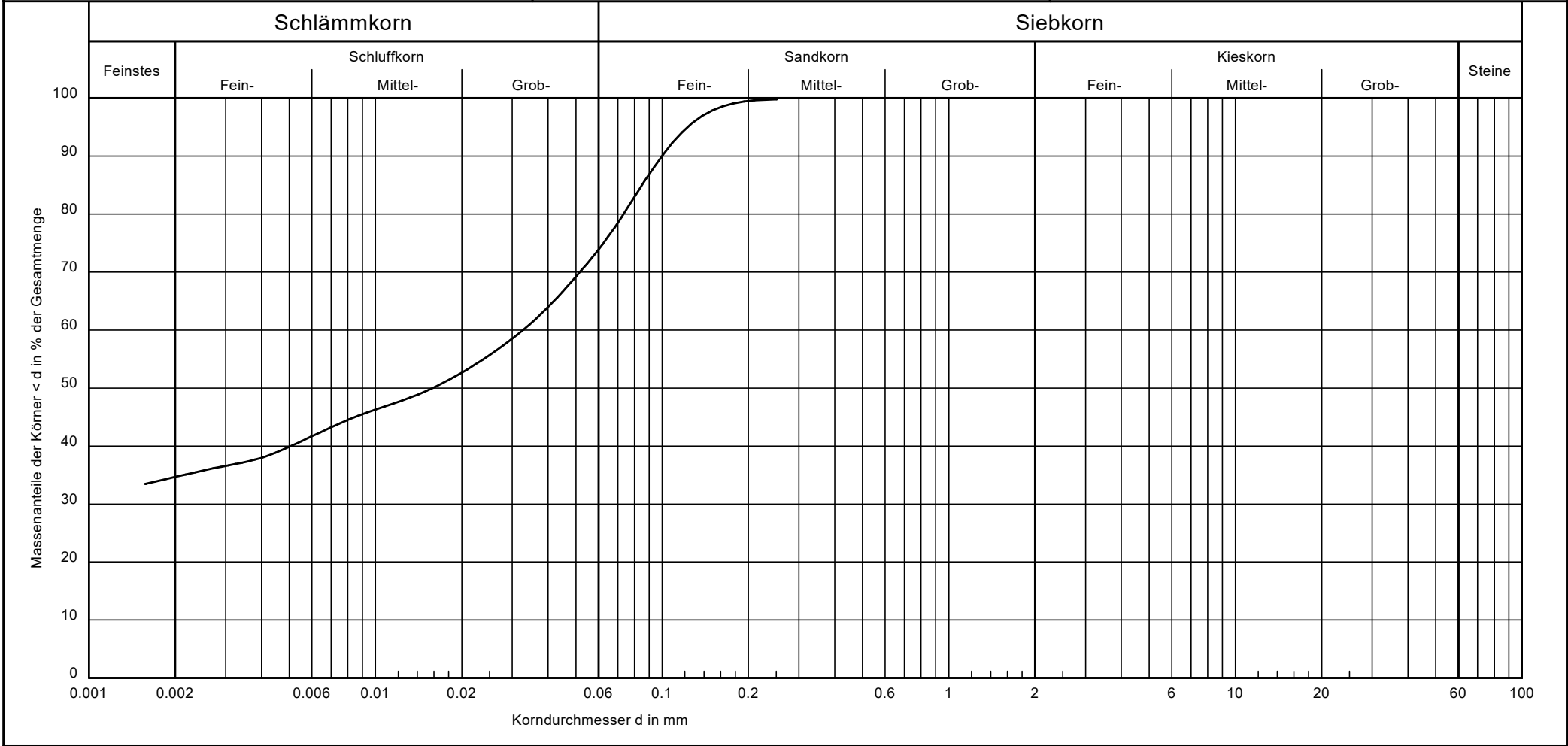
Bezeichnung:	MP 1/1	MP 1/2	MP 1/3	Bemerkungen: Tonabgrabung Eichenallee - Abbaufeld 4 Eignungsprüfung H. Nottenkämper GmbH & Co. KG	Anlage: Bericht:
Entnahmestelle:	Schurf 1	Schurf 1	Schurf 1		
Bodenart:	U, $\bar{s}$, t	U, $\bar{s}$, t	U, $\bar{s}$, t		
Anteile T/U/S/G [%]:	25.1/37.9/36.9/ -	27.6/31.5/40.9/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



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:	— — — —	— — — —	- - - - -		



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, $\bar{u}$, s	T, $\bar{u}$, s	T, $\bar{u}$, 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:	— — — —	— — — —	- . - . - .		



Bezeichnung:	MP 1 + MP 2 + MP 3	Bemerkungen:	Anlage: Bericht:
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 3.4

Korndichten

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

<u>Bestimmung der Korndichte</u>					
DIN 18 124, Kapillarpyknometer					
Probe-Nr.:		MP 1		MP 2	
MP 3					
Entnahmedatum:		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/cm³]	0,99833	0,99831	0,99827	
Vol. des Pyknometer	[cm³]	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/cm³]	0,99833	0,99831	0,99827	
Volumen des Wassers	[cm³]	95,183	94,908	95,883	
Vol. des Pyknometer bei 19,5 °C	[cm³]	99,405	99,406	99,448	
Volumen der Körner	[cm³]	4,222	4,498	3,565	
Masse der Körner	[g]	11,233	11,997	9,556	
Korndichte	[g/cm³]	2,661	2,667	2,680	
Bemerkungen:					

Anlage 3.5

Proctorversuche

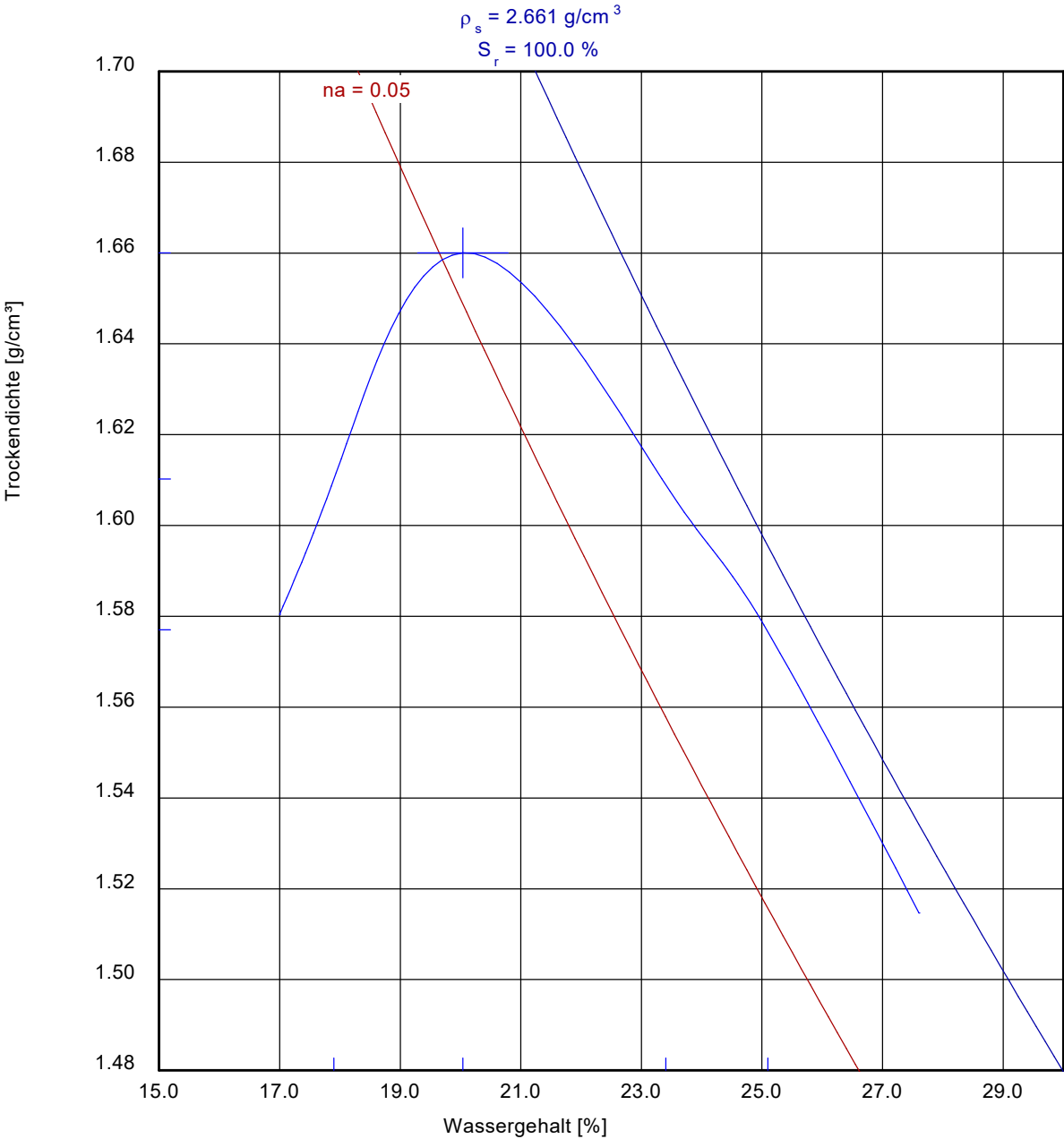
Proctorkurve nach DIN 18 127

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 $\rho_{Pr} = 1.660$ g/cm³

Optimaler Wassergehalt $w_{Pr} = 20.0$ %

97.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.610$ g/cm³

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

95.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.577$ g/cm³

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

Bearb.-Nr.: 2023-040

Anlage:

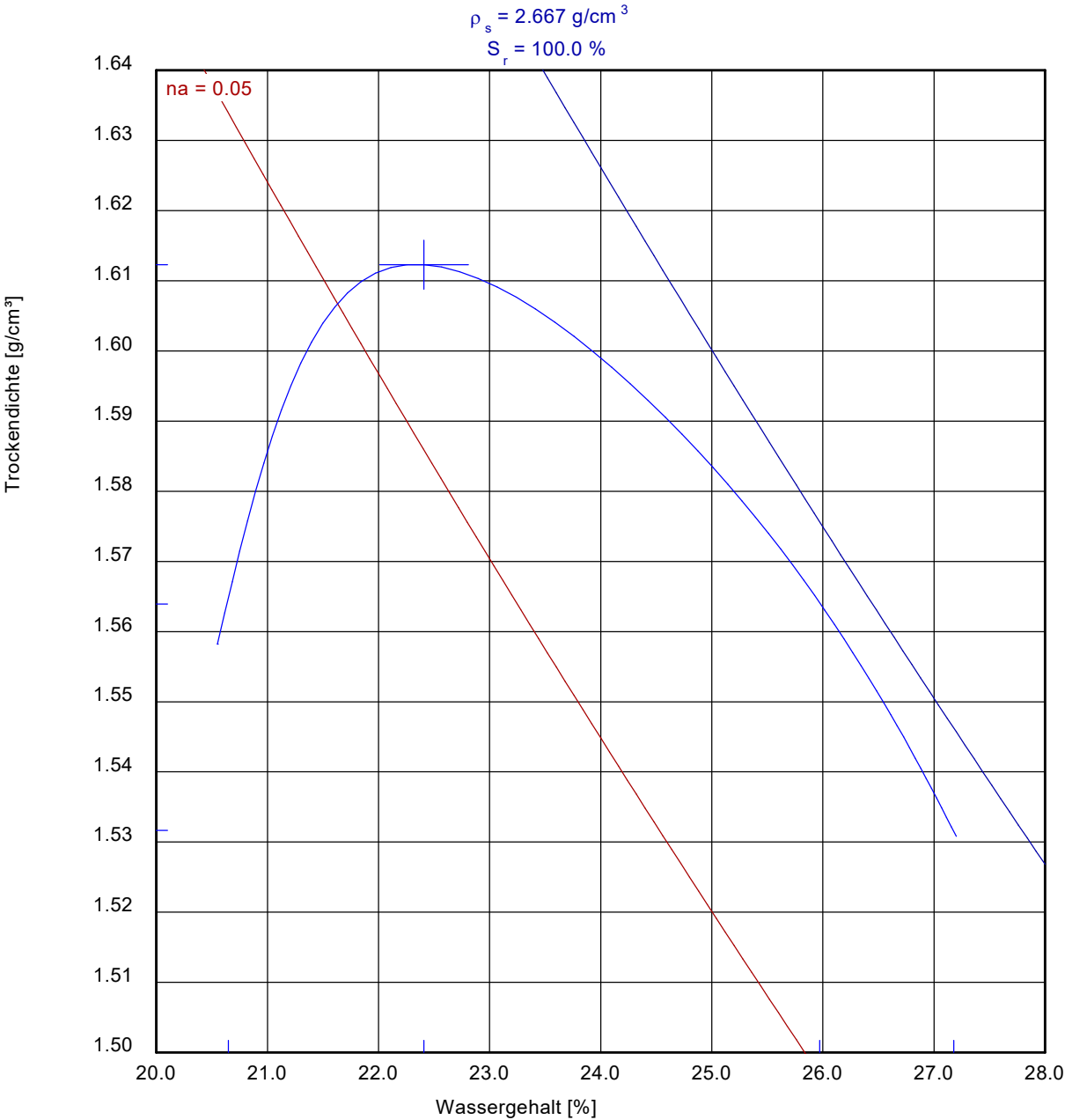
Proctorkurve nach DIN 18 127

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:

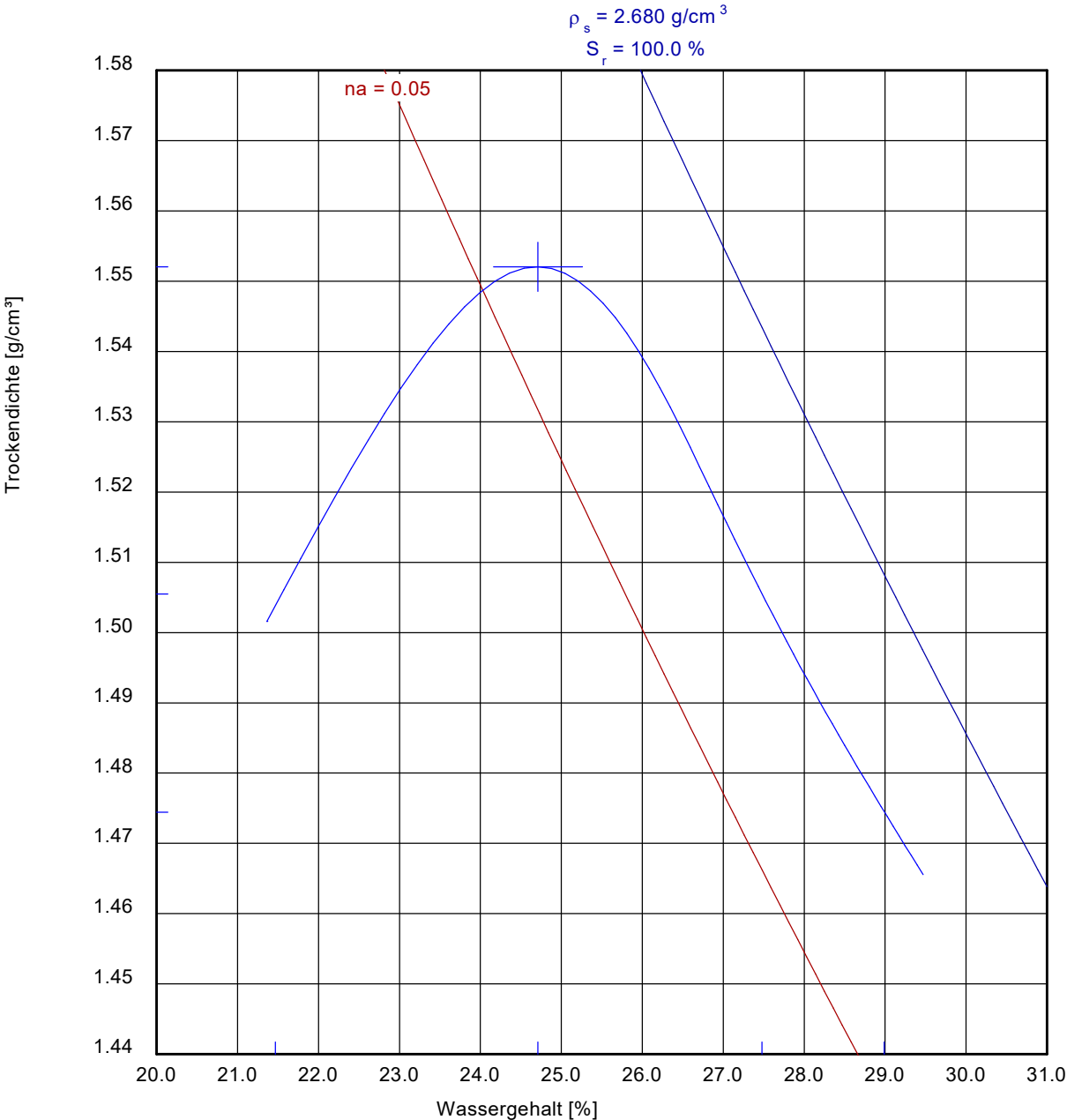
Proctorkurve nach DIN 18 127

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																																						
<u>Durchlässigkeitsversuch nach DIN EN ISO 17892-11</u>																																							
hydraulisches Gefälle: $i = 30$	Probe-Nr.: MP 1/1																																						
Prüftopfdurchmesser: 100 mm	Bodenart: U, s*, t'																																						
Probenhöhe: 12,0 cm	Verdichtung: 97,0 %																																						
Trockendichte: 1,610 g/cm ³	Einbauwasser / n_a : 23,3 % 1,9 %																																						
Durchlässigkeitsbeiwert																																							
<table border="1" style="margin-top: 10px; width: 100%; border-collapse: collapse;"> <caption>Estimated data points from the permeability graph</caption> <thead> <tr> <th>Tage [d]</th> <th>Durchlässigkeit [m/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td>2,00E-12</td></tr> <tr><td>4</td><td>2,00E-12</td></tr> <tr><td>6</td><td>2,00E-12</td></tr> <tr><td>8</td><td>2,00E-12</td></tr> <tr><td>10</td><td>2,00E-12</td></tr> <tr><td>12</td><td>2,00E-12</td></tr> <tr><td>14</td><td>1,50E-11</td></tr> <tr><td>16</td><td>2,50E-11</td></tr> <tr><td>18</td><td>3,50E-11</td></tr> <tr><td>20</td><td>3,00E-11</td></tr> <tr><td>22</td><td>3,00E-11</td></tr> <tr><td>24</td><td>2,80E-11</td></tr> <tr><td>26</td><td>2,60E-11</td></tr> <tr><td>28</td><td>3,20E-11</td></tr> <tr><td>30</td><td>3,00E-11</td></tr> <tr><td>32</td><td>3,00E-11</td></tr> <tr><td>34</td><td>3,20E-11</td></tr> <tr><td>36</td><td>3,00E-11</td></tr> </tbody> </table>		Tage [d]	Durchlässigkeit [m/s]	2	2,00E-12	4	2,00E-12	6	2,00E-12	8	2,00E-12	10	2,00E-12	12	2,00E-12	14	1,50E-11	16	2,50E-11	18	3,50E-11	20	3,00E-11	22	3,00E-11	24	2,80E-11	26	2,60E-11	28	3,20E-11	30	3,00E-11	32	3,00E-11	34	3,20E-11	36	3,00E-11
Tage [d]	Durchlässigkeit [m/s]																																						
2	2,00E-12																																						
4	2,00E-12																																						
6	2,00E-12																																						
8	2,00E-12																																						
10	2,00E-12																																						
12	2,00E-12																																						
14	1,50E-11																																						
16	2,50E-11																																						
18	3,50E-11																																						
20	3,00E-11																																						
22	3,00E-11																																						
24	2,80E-11																																						
26	2,60E-11																																						
28	3,20E-11																																						
30	3,00E-11																																						
32	3,00E-11																																						
34	3,20E-11																																						
36	3,00E-11																																						
Durchlässigkeitsbeiwert $k =$ 2,76E-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																																						
<u>Durchlässigkeitsversuch nach DIN EN ISO 17892-11</u>																																							
hydraulisches Gefälle: $i = 30$	Probe-Nr.: MP 1/2																																						
Prüftopfdurchmesser: 100 mm	Bodenart: U, s*, t'																																						
Probenhöhe: 12,0 cm	Verdichtung: 95,2 %																																						
Trockendichte: 1,580 g/cm ³	Einbauwasser / n_a : 25,0 % 1,1 %																																						
Durchlässigkeitsbeiwert																																							
<table border="1" style="display: none;"> <caption>Data points for permeability coefficient k [m/s] vs time t [d]</caption> <thead> <tr> <th>t [d]</th> <th>k [m/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td>2,41E-12</td></tr> <tr><td>4</td><td>2,41E-12</td></tr> <tr><td>6</td><td>2,41E-12</td></tr> <tr><td>8</td><td>2,41E-12</td></tr> <tr><td>10</td><td>2,41E-12</td></tr> <tr><td>12</td><td>2,41E-12</td></tr> <tr><td>14</td><td>2,41E-12</td></tr> <tr><td>16</td><td>2,41E-12</td></tr> <tr><td>18</td><td>2,41E-12</td></tr> <tr><td>20</td><td>2,41E-12</td></tr> <tr><td>22</td><td>2,41E-12</td></tr> <tr><td>24</td><td>2,41E-12</td></tr> <tr><td>26</td><td>2,41E-12</td></tr> <tr><td>28</td><td>2,41E-12</td></tr> <tr><td>30</td><td>2,41E-12</td></tr> <tr><td>32</td><td>2,41E-12</td></tr> <tr><td>34</td><td>2,41E-12</td></tr> <tr><td>36</td><td>2,41E-12</td></tr> </tbody> </table>		t [d]	k [m/s]	2	2,41E-12	4	2,41E-12	6	2,41E-12	8	2,41E-12	10	2,41E-12	12	2,41E-12	14	2,41E-12	16	2,41E-12	18	2,41E-12	20	2,41E-12	22	2,41E-12	24	2,41E-12	26	2,41E-12	28	2,41E-12	30	2,41E-12	32	2,41E-12	34	2,41E-12	36	2,41E-12
t [d]	k [m/s]																																						
2	2,41E-12																																						
4	2,41E-12																																						
6	2,41E-12																																						
8	2,41E-12																																						
10	2,41E-12																																						
12	2,41E-12																																						
14	2,41E-12																																						
16	2,41E-12																																						
18	2,41E-12																																						
20	2,41E-12																																						
22	2,41E-12																																						
24	2,41E-12																																						
26	2,41E-12																																						
28	2,41E-12																																						
30	2,41E-12																																						
32	2,41E-12																																						
34	2,41E-12																																						
36	2,41E-12																																						
Durchlässigkeitsbeiwert $k =$ 2,41E-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																																					
<u>Durchlässigkeitsversuch nach DIN EN ISO 17892-11</u>																																					
hydraulisches Gefälle: $i = 30$		Probe-Nr.: MP 1/3																																			
Prüftopfdurchmesser: 100 mm		Bodenart: U, s*, t'																																			
Probenhöhe: 12,0 cm		Verdichtung: 99,2 %																																			
Trockendichte: 1,647 g/cm³		Einbauwasser / n_a : 17,9 % 8,6 %																																			
Durchlässigkeitsbeiwert																																					
Durchlässigkeit [m/s] <table border="1" style="margin-left: 20px; font-size: 0.8em;"> <caption>Approximate data points from the graph</caption> <thead> <tr> <th>Tag [d]</th> <th>Durchlässigkeit [m/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td>2.5E-12</td></tr> <tr><td>4</td><td>2.0E-12</td></tr> <tr><td>6</td><td>2.5E-12</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.2E-12</td></tr> <tr><td>10</td><td>2.1E-12</td></tr> <tr><td>12</td><td>2.1E-12</td></tr> <tr><td>14</td><td>1.5E-11</td></tr> <tr><td>16</td><td>6.0E-11</td></tr> <tr><td>18</td><td>7.0E-11</td></tr> <tr><td>20</td><td>6.5E-11</td></tr> <tr><td>22</td><td>7.5E-11</td></tr> <tr><td>24</td><td>7.0E-11</td></tr> <tr><td>26</td><td>8.0E-11</td></tr> <tr><td>28</td><td>8.5E-11</td></tr> <tr><td>30</td><td>8.0E-11</td></tr> <tr><td>32</td><td>8.5E-11</td></tr> </tbody> </table>				Tag [d]	Durchlässigkeit [m/s]	2	2.5E-12	4	2.0E-12	6	2.5E-12	8	2.2E-12	10	2.1E-12	12	2.1E-12	14	1.5E-11	16	6.0E-11	18	7.0E-11	20	6.5E-11	22	7.5E-11	24	7.0E-11	26	8.0E-11	28	8.5E-11	30	8.0E-11	32	8.5E-11
Tag [d]	Durchlässigkeit [m/s]																																				
2	2.5E-12																																				
4	2.0E-12																																				
6	2.5E-12																																				
8	2.2E-12																																				
10	2.1E-12																																				
12	2.1E-12																																				
14	1.5E-11																																				
16	6.0E-11																																				
18	7.0E-11																																				
20	6.5E-11																																				
22	7.5E-11																																				
24	7.0E-11																																				
26	8.0E-11																																				
28	8.5E-11																																				
30	8.0E-11																																				
32	8.5E-11																																				
Durchlässigkeitsbeiwert k = 6,76E-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																																									
<u>Durchlässigkeitsversuch nach DIN EN ISO 17892-11</u>																																									
hydraulisches Gefälle: $i = 30$		Probe-Nr.: MP 2/1																																							
Prüftopfdurchmesser: 100 mm		Bodenart: U, T, s																																							
Probenhöhe: 12,0 cm		Verdichtung: 97,1 %																																							
Trockendichte: 1,564 g/cm ³		Einbauwasser / n_a : 24,6 % 2,9 %																																							
Durchlässigkeitsbeiwert																																									
Durchlässigkeit [m/s] <table border="1" style="margin-left: 10px; font-size: 0.8em;"> <caption>Data points from permeability plot</caption> <thead> <tr> <th>Tage [d]</th> <th>Durchlässigkeit [m/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td>2,09E-12</td></tr> <tr><td>4</td><td>2,09E-12</td></tr> <tr><td>6</td><td>2,09E-12</td></tr> <tr><td>8</td><td>2,09E-12</td></tr> <tr><td>10</td><td>2,09E-12</td></tr> <tr><td>12</td><td>2,09E-12</td></tr> <tr><td>14</td><td>2,09E-12</td></tr> <tr><td>16</td><td>2,09E-12</td></tr> <tr><td>18</td><td>2,09E-12</td></tr> <tr><td>20</td><td>2,09E-12</td></tr> <tr><td>22</td><td>2,09E-12</td></tr> <tr><td>24</td><td>2,09E-12</td></tr> <tr><td>26</td><td>2,09E-12</td></tr> <tr><td>28</td><td>2,09E-12</td></tr> <tr><td>30</td><td>2,09E-12</td></tr> <tr><td>32</td><td>2,09E-12</td></tr> <tr><td>34</td><td>2,09E-12</td></tr> <tr><td>36</td><td>2,09E-12</td></tr> </tbody> </table>				Tage [d]	Durchlässigkeit [m/s]	2	2,09E-12	4	2,09E-12	6	2,09E-12	8	2,09E-12	10	2,09E-12	12	2,09E-12	14	2,09E-12	16	2,09E-12	18	2,09E-12	20	2,09E-12	22	2,09E-12	24	2,09E-12	26	2,09E-12	28	2,09E-12	30	2,09E-12	32	2,09E-12	34	2,09E-12	36	2,09E-12
Tage [d]	Durchlässigkeit [m/s]																																								
2	2,09E-12																																								
4	2,09E-12																																								
6	2,09E-12																																								
8	2,09E-12																																								
10	2,09E-12																																								
12	2,09E-12																																								
14	2,09E-12																																								
16	2,09E-12																																								
18	2,09E-12																																								
20	2,09E-12																																								
22	2,09E-12																																								
24	2,09E-12																																								
26	2,09E-12																																								
28	2,09E-12																																								
30	2,09E-12																																								
32	2,09E-12																																								
34	2,09E-12																																								
36	2,09E-12																																								
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																																							
<u>Durchlässigkeitsversuch nach DIN EN ISO 17892-11</u>																																							
hydraulisches Gefälle: $i = 30$		Probe-Nr.: MP 2/2																																					
Prüftopfdurchmesser: 100 mm		Bodenart: U, T, ts																																					
Probenhöhe: 12,0 cm		Verdichtung: 95,6 %																																					
Trockendichte: 1,542 g/cm ³		Einbauwasser / n_a : 26,5 % 1,3 %																																					
Durchlässigkeitsbeiwert																																							
Durchlässigkeit [m/s] <table border="1" style="margin-left: 20px; font-size: small;"> <caption>Approximate data points from the graph</caption> <thead> <tr> <th>Tage [d]</th> <th>Durchlässigkeit [m/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td>2,00E-12</td></tr> <tr><td>4</td><td>2,00E-12</td></tr> <tr><td>6</td><td>2,20E-12</td></tr> <tr><td>8</td><td>2,10E-12</td></tr> <tr><td>10</td><td>2,10E-12</td></tr> <tr><td>12</td><td>4,00E-12</td></tr> <tr><td>14</td><td>6,00E-12</td></tr> <tr><td>16</td><td>8,00E-12</td></tr> <tr><td>18</td><td>9,00E-12</td></tr> <tr><td>20</td><td>8,50E-12</td></tr> <tr><td>22</td><td>6,50E-12</td></tr> <tr><td>24</td><td>6,20E-12</td></tr> <tr><td>26</td><td>6,10E-12</td></tr> <tr><td>28</td><td>6,50E-12</td></tr> <tr><td>30</td><td>6,20E-12</td></tr> <tr><td>32</td><td>6,10E-12</td></tr> <tr><td>34</td><td>6,10E-12</td></tr> </tbody> </table>				Tage [d]	Durchlässigkeit [m/s]	2	2,00E-12	4	2,00E-12	6	2,20E-12	8	2,10E-12	10	2,10E-12	12	4,00E-12	14	6,00E-12	16	8,00E-12	18	9,00E-12	20	8,50E-12	22	6,50E-12	24	6,20E-12	26	6,10E-12	28	6,50E-12	30	6,20E-12	32	6,10E-12	34	6,10E-12
Tage [d]	Durchlässigkeit [m/s]																																						
2	2,00E-12																																						
4	2,00E-12																																						
6	2,20E-12																																						
8	2,10E-12																																						
10	2,10E-12																																						
12	4,00E-12																																						
14	6,00E-12																																						
16	8,00E-12																																						
18	9,00E-12																																						
20	8,50E-12																																						
22	6,50E-12																																						
24	6,20E-12																																						
26	6,10E-12																																						
28	6,50E-12																																						
30	6,20E-12																																						
32	6,10E-12																																						
34	6,10E-12																																						
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																																							
<u>Durchlässigkeitsversuch nach DIN EN ISO 17892-11</u>																																							
hydraulisches Gefälle: $i = 30$		Probe-Nr.: MP 2/3																																					
Prüftopfdurchmesser: 100 mm		Bodenart: U, T, ts																																					
Probenhöhe: 12,0 cm		Verdichtung: 98,6 %																																					
Trockendichte: 1,589 g/cm ³		Einbauwasser / n_a : 20,5 % 7,7 %																																					
Durchlässigkeitsbeiwert																																							
Durchlässigkeit [m/s] <table border="1" style="margin-left: 10px; font-size: small;"> <caption>Data points estimated from the graph</caption> <thead> <tr> <th>Tag [d]</th> <th>Durchlässigkeit [m/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td>2,5E-12</td></tr> <tr><td>4</td><td>2,2E-12</td></tr> <tr><td>6</td><td>2,5E-12</td></tr> <tr><td>8</td><td>1,0E-10</td></tr> <tr><td>10</td><td>1,0E-10</td></tr> <tr><td>12</td><td>1,0E-10</td></tr> <tr><td>14</td><td>8,0E-11</td></tr> <tr><td>16</td><td>1,0E-10</td></tr> <tr><td>18</td><td>1,1E-10</td></tr> <tr><td>20</td><td>1,0E-10</td></tr> <tr><td>22</td><td>1,1E-10</td></tr> <tr><td>24</td><td>1,2E-10</td></tr> <tr><td>26</td><td>1,3E-10</td></tr> <tr><td>28</td><td>1,4E-10</td></tr> <tr><td>30</td><td>1,3E-10</td></tr> <tr><td>32</td><td>1,2E-10</td></tr> <tr><td>34</td><td>1,3E-10</td></tr> </tbody> </table>				Tag [d]	Durchlässigkeit [m/s]	2	2,5E-12	4	2,2E-12	6	2,5E-12	8	1,0E-10	10	1,0E-10	12	1,0E-10	14	8,0E-11	16	1,0E-10	18	1,1E-10	20	1,0E-10	22	1,1E-10	24	1,2E-10	26	1,3E-10	28	1,4E-10	30	1,3E-10	32	1,2E-10	34	1,3E-10
Tag [d]	Durchlässigkeit [m/s]																																						
2	2,5E-12																																						
4	2,2E-12																																						
6	2,5E-12																																						
8	1,0E-10																																						
10	1,0E-10																																						
12	1,0E-10																																						
14	8,0E-11																																						
16	1,0E-10																																						
18	1,1E-10																																						
20	1,0E-10																																						
22	1,1E-10																																						
24	1,2E-10																																						
26	1,3E-10																																						
28	1,4E-10																																						
30	1,3E-10																																						
32	1,2E-10																																						
34	1,3E-10																																						
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																																							
<u>Durchlässigkeitsversuch nach DIN EN ISO 17892-11</u>																																							
hydraulisches Gefälle: $i = 30$		Probe-Nr.: MP 3/1																																					
Prüftopfdurchmesser: 100 mm		Bodenart: T, u^* , s'																																					
Probenhöhe: 12,0 cm		Verdichtung: 95,9 %																																					
Trockendichte: 1,489 g/cm ³		Einbauwasser / n_a : 28,3 % 2,4 %																																					
Durchlässigkeitsbeiwert																																							
Durchlässigkeit [m/s] <table border="1" style="margin-left: 10px; font-size: 0.8em;"> <caption>Data points from the graph</caption> <thead> <tr> <th>Tage [d]</th> <th>Durchlässigkeit [m/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td>2.12E-12</td></tr> <tr><td>4</td><td>2.12E-12</td></tr> <tr><td>6</td><td>2.12E-12</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.12E-12</td></tr> <tr><td>10</td><td>2.12E-12</td></tr> <tr><td>12</td><td>2.12E-12</td></tr> <tr><td>14</td><td>2.12E-12</td></tr> <tr><td>16</td><td>2.12E-12</td></tr> <tr><td>18</td><td>2.12E-12</td></tr> <tr><td>20</td><td>2.12E-12</td></tr> <tr><td>22</td><td>2.12E-12</td></tr> <tr><td>24</td><td>2.12E-12</td></tr> <tr><td>26</td><td>2.12E-12</td></tr> <tr><td>28</td><td>2.12E-12</td></tr> <tr><td>30</td><td>2.12E-12</td></tr> <tr><td>32</td><td>2.12E-12</td></tr> <tr><td>34</td><td>2.12E-12</td></tr> </tbody> </table>				Tage [d]	Durchlässigkeit [m/s]	2	2.12E-12	4	2.12E-12	6	2.12E-12	8	2.12E-12	10	2.12E-12	12	2.12E-12	14	2.12E-12	16	2.12E-12	18	2.12E-12	20	2.12E-12	22	2.12E-12	24	2.12E-12	26	2.12E-12	28	2.12E-12	30	2.12E-12	32	2.12E-12	34	2.12E-12
Tage [d]	Durchlässigkeit [m/s]																																						
2	2.12E-12																																						
4	2.12E-12																																						
6	2.12E-12																																						
8	2.12E-12																																						
10	2.12E-12																																						
12	2.12E-12																																						
14	2.12E-12																																						
16	2.12E-12																																						
18	2.12E-12																																						
20	2.12E-12																																						
22	2.12E-12																																						
24	2.12E-12																																						
26	2.12E-12																																						
28	2.12E-12																																						
30	2.12E-12																																						
32	2.12E-12																																						
34	2.12E-12																																						
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																																							
<u>Durchlässigkeitsversuch nach DIN EN ISO 17892-11</u>																																							
hydraulisches Gefälle: $i = 30$		Probe-Nr.: MP 3/2																																					
Prüftopfdurchmesser: 100 mm		Bodenart: T, u*, s'																																					
Probenhöhe: 12,0 cm		Verdichtung: 97,4 %																																					
Trockendichte: 1,511 g/cm³		Einbauwasser / n_a : 26,9 % 2,9 %																																					
Durchlässigkeitsbeiwert																																							
Durchlässigkeit [m/s] <table border="1" style="margin-left: 10px; font-size: small;"> <caption>Approximate data points from the graph</caption> <thead> <tr> <th>Tage [d]</th> <th>Durchlässigkeit [m/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td>2,23E-12</td></tr> <tr><td>4</td><td>2,23E-12</td></tr> <tr><td>6</td><td>2,23E-12</td></tr> <tr><td>8</td><td>2,23E-12</td></tr> <tr><td>10</td><td>2,23E-12</td></tr> <tr><td>12</td><td>2,23E-12</td></tr> <tr><td>14</td><td>2,23E-12</td></tr> <tr><td>16</td><td>2,23E-12</td></tr> <tr><td>18</td><td>2,23E-12</td></tr> <tr><td>20</td><td>2,23E-12</td></tr> <tr><td>22</td><td>2,23E-12</td></tr> <tr><td>24</td><td>2,23E-12</td></tr> <tr><td>26</td><td>2,23E-12</td></tr> <tr><td>28</td><td>2,23E-12</td></tr> <tr><td>30</td><td>2,23E-12</td></tr> <tr><td>32</td><td>2,23E-12</td></tr> <tr><td>34</td><td>2,23E-12</td></tr> </tbody> </table>				Tage [d]	Durchlässigkeit [m/s]	2	2,23E-12	4	2,23E-12	6	2,23E-12	8	2,23E-12	10	2,23E-12	12	2,23E-12	14	2,23E-12	16	2,23E-12	18	2,23E-12	20	2,23E-12	22	2,23E-12	24	2,23E-12	26	2,23E-12	28	2,23E-12	30	2,23E-12	32	2,23E-12	34	2,23E-12
Tage [d]	Durchlässigkeit [m/s]																																						
2	2,23E-12																																						
4	2,23E-12																																						
6	2,23E-12																																						
8	2,23E-12																																						
10	2,23E-12																																						
12	2,23E-12																																						
14	2,23E-12																																						
16	2,23E-12																																						
18	2,23E-12																																						
20	2,23E-12																																						
22	2,23E-12																																						
24	2,23E-12																																						
26	2,23E-12																																						
28	2,23E-12																																						
30	2,23E-12																																						
32	2,23E-12																																						
34	2,23E-12																																						
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																																							
<u>Durchlässigkeitsversuch nach DIN EN ISO 17892-11</u>																																							
hydraulisches Gefälle: $i = 30$		Probe-Nr.: MP 3/3																																					
Prüftopfdurchmesser: 100 mm		Bodenart: T, u*, s'																																					
Probenhöhe: 12,0 cm		Verdichtung: 99,1 %																																					
Trockendichte: 1,538 g/cm³		Einbauwasser / n_a : 23,5 % 6,5 %																																					
Durchlässigkeitsbeiwert																																							
Durchlässigkeit [m/s] <table border="1" style="margin-left: 10px; font-size: small;"> <caption>Data points from graph</caption> <thead> <tr> <th>Tage [d]</th> <th>Durchlässigkeit [m/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td>2.27E-12</td></tr> <tr><td>4</td><td>2.27E-12</td></tr> <tr><td>6</td><td>2.27E-12</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.27E-12</td></tr> <tr><td>10</td><td>2.27E-12</td></tr> <tr><td>12</td><td>2.27E-12</td></tr> <tr><td>14</td><td>2.27E-12</td></tr> <tr><td>16</td><td>2.27E-12</td></tr> <tr><td>18</td><td>2.27E-12</td></tr> <tr><td>20</td><td>2.27E-12</td></tr> <tr><td>22</td><td>2.27E-12</td></tr> <tr><td>24</td><td>2.27E-12</td></tr> <tr><td>26</td><td>2.27E-12</td></tr> <tr><td>28</td><td>2.27E-12</td></tr> <tr><td>30</td><td>2.27E-12</td></tr> <tr><td>32</td><td>2.27E-12</td></tr> <tr><td>34</td><td>2.27E-12</td></tr> </tbody> </table>				Tage [d]	Durchlässigkeit [m/s]	2	2.27E-12	4	2.27E-12	6	2.27E-12	8	2.27E-12	10	2.27E-12	12	2.27E-12	14	2.27E-12	16	2.27E-12	18	2.27E-12	20	2.27E-12	22	2.27E-12	24	2.27E-12	26	2.27E-12	28	2.27E-12	30	2.27E-12	32	2.27E-12	34	2.27E-12
Tage [d]	Durchlässigkeit [m/s]																																						
2	2.27E-12																																						
4	2.27E-12																																						
6	2.27E-12																																						
8	2.27E-12																																						
10	2.27E-12																																						
12	2.27E-12																																						
14	2.27E-12																																						
16	2.27E-12																																						
18	2.27E-12																																						
20	2.27E-12																																						
22	2.27E-12																																						
24	2.27E-12																																						
26	2.27E-12																																						
28	2.27E-12																																						
30	2.27E-12																																						
32	2.27E-12																																						
34	2.27E-12																																						
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

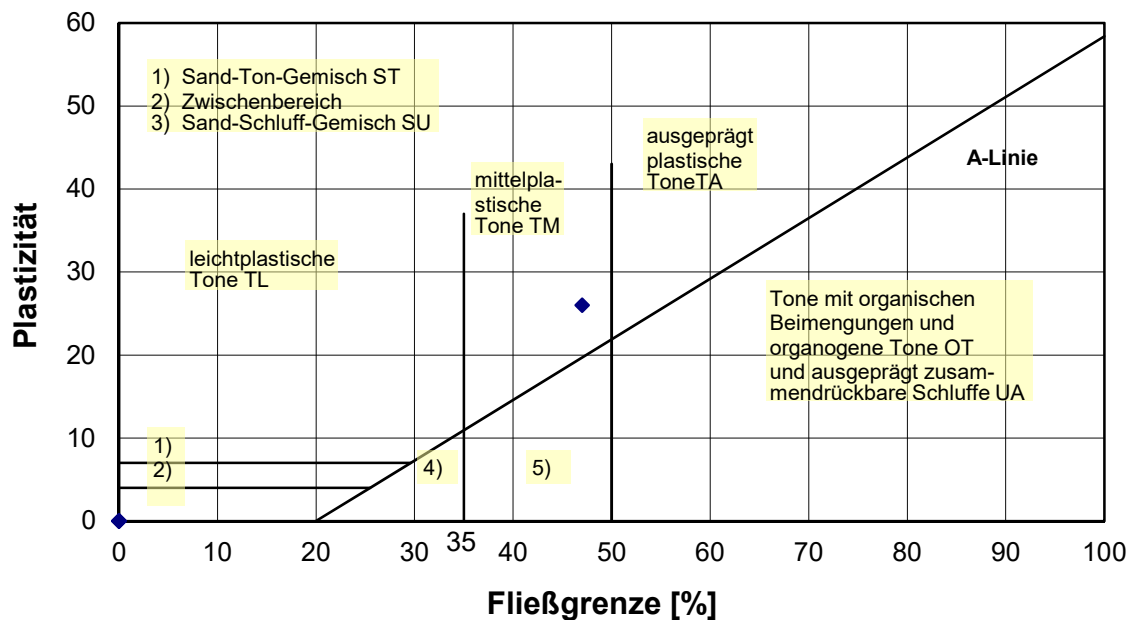
Probe-Nr.:

MP 1

Bodenart:

U, t, s

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 mittelpplastische Schluffe UM

Plastizitätsbereich

0,0 10,0 20,0 30,0 40,0 50,0 60,0 70,0 80,0

Zustandsform

halbfest 1,00 steif 0,75 weich 0,50 breig 0,25 flüssig 0,00

Bemerkung:

GeoLab-Essen.de

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

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

Plastizitätsdiagramm nach DIN 18 196

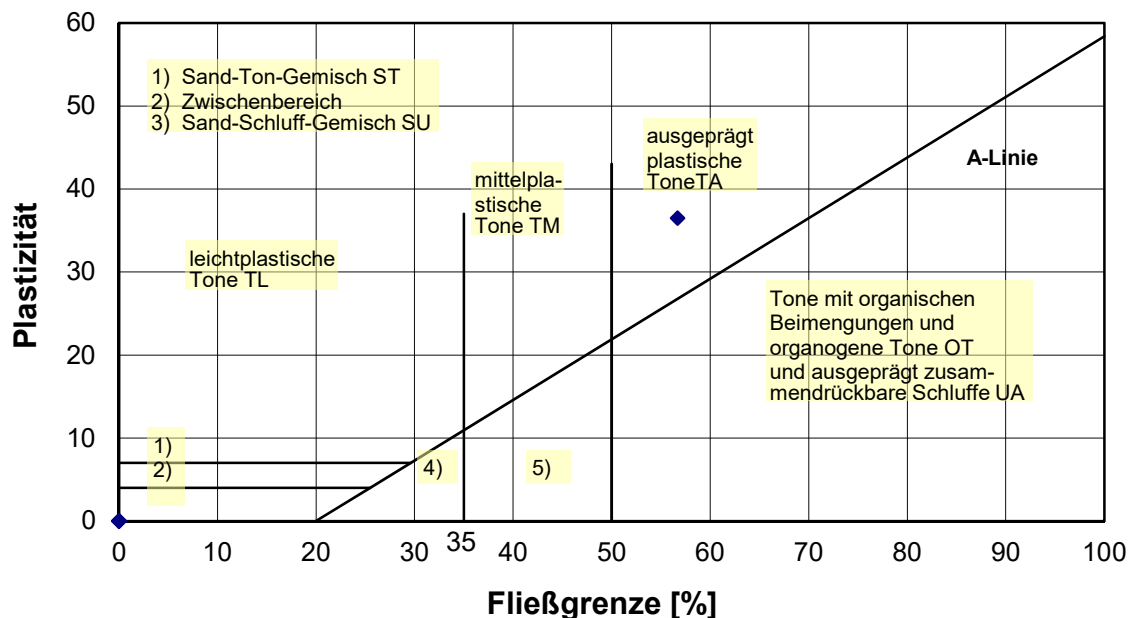
Probe-Nr.:

MP 2

Bodenart:

T, U, s

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 %	Schrumpfgrenze 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

0,0 10,0 20,0 30,0 40,0 50,0 60,0 70,0 80,0

Zustandsform

halbfest 1,00 steif 0,75 weich 0,50 breig 0,25 flüssig 0,00

Bemerkung:

Projekt: Tonabgrabung Eichenallee Abbaufeld 4 H. Nottenkämper GmbH & Co. KG Bearbeitungs-Nr.: 2023-030 Datum: Januar 2024	
<u>Plastizitätsdiagramm nach DIN 18 196</u>	
Probe-Nr.:	MP 3
Bodenart:	T, u*, s
nat. Wassergehalt w_n : 24,5 %	Fließgrenze w_L : 65,9 %
Anteil Überkorn >0,4mm $\ddot{u}$: 0,0 %	Ausrollgrenze w_p : 19,5 %
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 0,010,020,030,040,050,060,070,080,0 Zustandsform halbfest1,00steif0,75weich0,50breig0,25flüssig0,00	
Bemerkung:	

Anlage 3.8

Glühverlust/organische Bestandteile

Projekt:		Deponie Eichenallee		GeoLab Geotechnisches Labor			
		Abbaufeld 4 - Eignung		Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR			
		H. Nottenkämper GmbH & Co. KG		45130 Essen, Annastraße 31			
Bearbeitungs-Nr.:		2023-040		Tel.+ FAX 0201 - 2486487			
Datum:		Januar 2024					
<u>Bestimmung des Glühverlustes</u> DIN EN 17685-1 (DIN 18 128)							
Probe-Nr.:		MP 1		MP 2		MP 3	
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 Glühverlust	[Gew.-%]	4,8		4,9		5,5	

Anlage 3.9

Kalkgehalt

Projekt:		Deponie Eichenallee		GeoLab Geotechnisches Labor			
		Abbaufeld 4 - Eignung		Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR			
		H. Nottenkämper GmbH & Co. KG		Annastraße 31, 45130 Essen			
Bearbeitungs-Nr.:		2023-040		Tel. / FAX 0201 - 2486487			
Datum:		Januar 2024					
<u>Kalkgehaltsbestimmung</u>							
DIN 18 129							
Probe-Nr.:		MP 1		MP 2		MP 3	
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]	104,6			
Temperatur		T	[°C]	19,2			
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
$V_{Ca}=1,2072V_G \cdot P_{abs}/(m_d \cdot (273+T))$		2,8	2,4	4,4	4,3	2,3	2,1
Mittelwert Kalkgehalt		[%]	2,6	4,3		2,2	
Anteil Calcit	Anteil Dolomit	[%]	1,5	1,0	3,2	1,2	1,3
							0,9

Anlage 3.10

Wasseraufnahmevermögen

Projekt: Tonabgrabung Eichenallee Abbaufeld 4 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: Januar 2024				
<u>Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens</u> DIN 18 132				
Probe-Nr.:		MP 1		
Entnahmedatum:		18.12.23		
Bodenart:		U, s*, t		
Masseanteil < 0,4 mm:	[%]	100,0		
Temperatur:	[°C]	18,8		
Einwaage m _d :	[g]	0,6040		
Zeitraum:	V _w [cm³]	V _k [cm³]	m _w [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
w_A=w_{max}/m_d*100		89,1		
Wasseraufnahme 85% > w _A < 130%: gemäß DIN 18132 hohes Wasseraufnahmevermögen; Bodengruppe TA ausgeprägt plastische Tone; für mineralische Dichtungen geeignet				
Bemerkungen:				

Projekt: Tonabgrabung Eichenallee Abbaufeld 4 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: Januar 2024				
<u>Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens</u> DIN 18 132				
Probe-Nr.:		MP 2		
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 [cm³]	V _k [cm³]	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
w_A=w_{max}/m_d*100		101,3		
Wasseraufnahme 85% > w _A < 130%: gemäß DIN 18132 hohes Wasseraufnahmevermögen; Bodengruppe TA ausgeprägt plastische Tone; für mineralische Dichtungen geeignet				
Bemerkungen:				

Projekt: Tonabgrabung Eichenallee Abbaufeld 4 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: Januar 2024				
<u>Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens</u> DIN 18 132				
Probe-Nr.:		MP 3		
Entnahmedatum:		18.12.23		
Bodenart:		T, u*, s		
Masseanteil < 0,4 mm:	[%]	100,0		
Temperatur:	[°C]	19,2		
Einwaage m _d :	[g]	0,5927		
Zeitraum:	V _w [cm³]	V _k [cm³]	m _w [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
w_A=w_{max}/m_d*100		119,6		
Wasseraufnahme 85% > w _A < 130%: gemäß DIN 18132 hohes Wasseraufnahmevermögen; Bodengruppe TA ausgeprägt plastische Tone; für mineralische Dichtungen geeignet				
Bemerkungen:				

Anlage 3.11

Scherfestigkeiten **LIMES GmbH Essen**

Prüfbericht

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

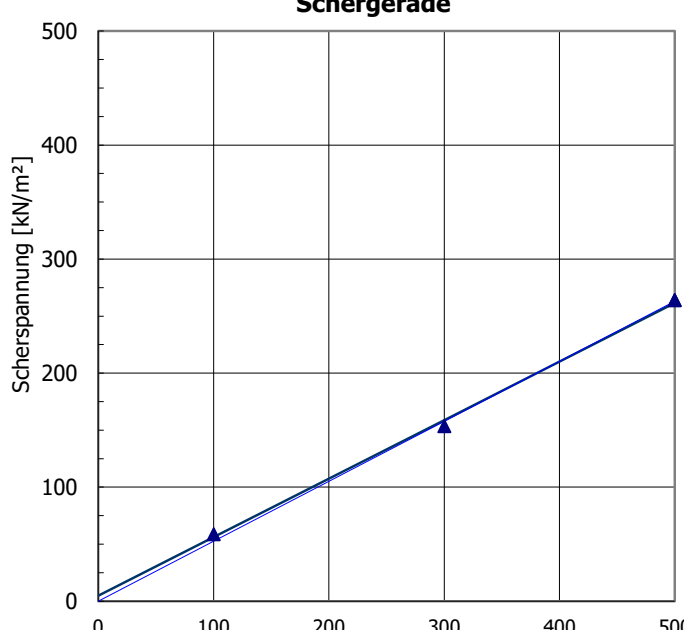
Verwaltungssitz:
Eiland 3 45134 Essen
HRB Dortmund 18037
StNr. 112/5760/3170
Ust-IdNr. DE 220984172

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.

Prüfprotokoll		 LIMES GMBH INSPEKTION + MATERIALPRÜFUNG Camperhof 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: GeoLab GbR Annastraße 31 45130 Essen			
Projekt: Eichenallee Abbaufeld 4 Nottenkämper Probenbezeichnung: Mischprobe MP 1 Probennummer: L - 8489 - 18.12.2023 - EXT - 010 Projekt - Nr. Probenahme Probennehmer lfd.-Nr.			
Bestimmung der Scherfestigkeit nach DIN EN ISO 17892-10:2019-04 im direkten Scherversuch			
Bodenart:		sa*Si+Cl	Art der Probe:
Korndichte:		2,66 g/cm ³	Güteklasse der Probe:
Konsolidierung:		unter Wasser	Schergeschwindigkeit:
Scherfuge:		unter Wasser	0,017 mm/min
Teilprobe:		1 2 3	
Anfangs- zustand	Wassergehalt:	22,6 % 22,6 % 22,6 %	
	Trockendichte:	1,58 g/cm ³ 1,58 g/cm ³ 1,58 g/cm ³	
	Porenzahl:	0,68 0,68 0,68	
End- zustand	Wassergehalt:	25,1 % 24,6 % 24,4 %	
	Porenzahl:	0,72 0,71 0,71	
Schergerade			
		Bruchzustand	
		Reibungswinkel φ' 27,2 °	
		Kohäsion c' 4,8 kN/m²	
		Standardabweichung S_t 4,6456	
		Korrelationskoeffizient $r_{t,\sigma}$ 0,9990	
		Gleitzustand	
		Reibungswinkel 27,7 °	
		Kohäsion 0,0 kN/m²	
		Standardabweichung 5,2547	
		Korrelationskoeffizient 0,9994	
Bemerkung:			
			
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			

Prüfprotokoll

Prüfnummer: L 8489 24. 01. 2024 Scher-15 MST
 Ort der Durchführung: Labor



LIMES GMBH
 INSPEKTION + MATERIALPRÜFUNG
 Carnaperhof 8 – 10, D-45329 Essen
 Tel.: +49 (0)201/99 98 64-00 Fax: -69

Auftraggeber: **GeoLab GbR**

Annastraße 31
 45130 Essen

Projekt: **Eichenallee Abbaufeld 4 Nottenkämper**

Probenbezeichnung: Mischprobe MP 1

Probennummer: L - 8489 - 18.12.2023 - EXT - 010
 Projekt - Nr. Probenahme Probennehmer lfd.-Nr.

**Bestimmung der Scherfestigkeit nach DIN EN ISO 17892-10:2019-04
 im direkten Scherversuch**

Teilprobe: 1 2 3

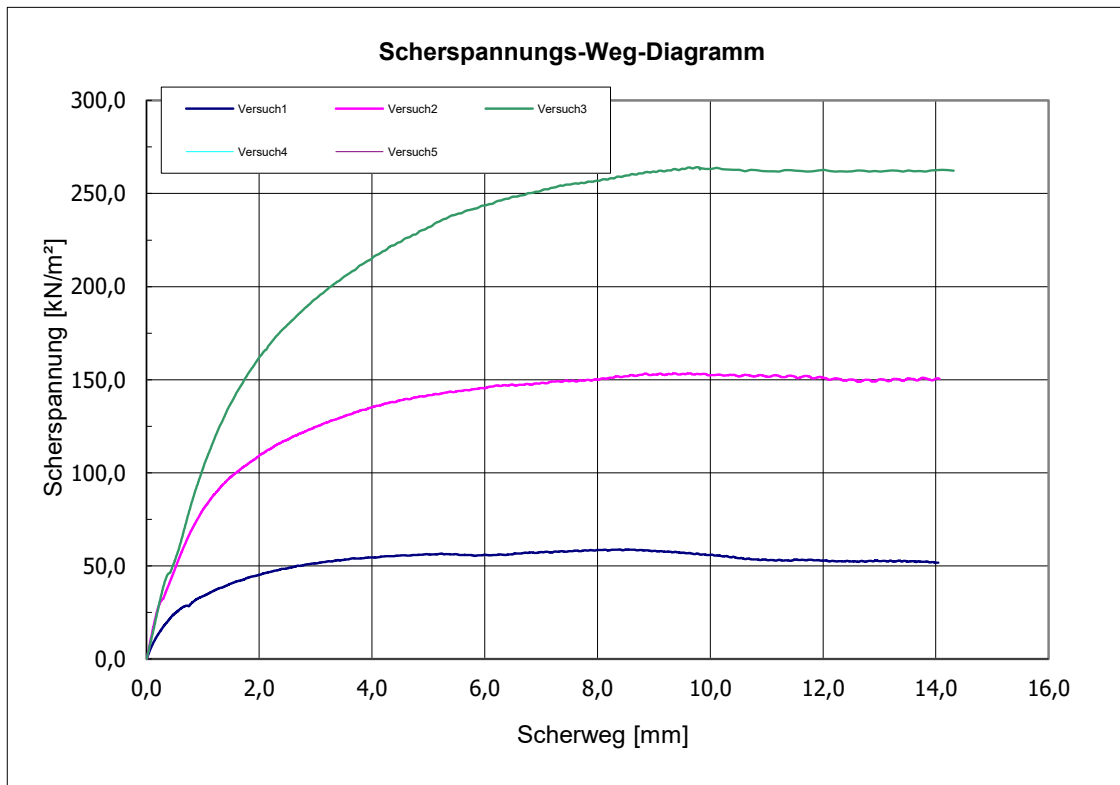
Normalspannung: 100,0 kN/m² 300,0 kN/m² 500,0 kN/m²

Bruchspannung: 58,8 kN/m² 153,5 kN/m² 264,2 kN/m²

Bruchweg: 8,53 mm 9,37 mm 9,77 mm

Gleitspannung: 51,8 kN/m² 150,5 kN/m² 262,2 kN/m²

Gleitweg: 14,04 mm 14,07 mm 14,32 mm



Bemerkung:



Dieses elektronisch erstellte Prüfprotokoll ist ohne Unterschrift gültig und wurde durch Dipl.-Ing. Rolf Woltering am 06.03.2024 geprüft und freigegeben.

Prüfbericht

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

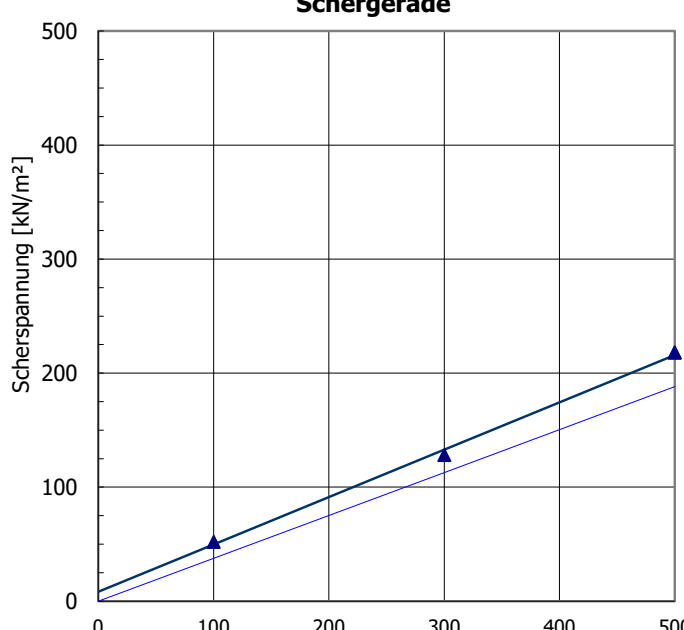
Verwaltungssitz:
Eiland 3 45134 Essen
HRB Dortmund 18037
StNr. 112/5760/3170
Ust-IdNr. DE 220984172

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.

Prüfprotokoll		 LIMES GMBH INSPEKTION + MATERIALPRÜFUNG Camperhof 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: GeoLab GbR Annastraße 31 45130 Essen				
Projekt: Eichenallee Abbaufeld 4 Nottenkämper Probenbezeichnung: Mischprobe MP 2 Probennummer: L - 8489 - 18.12.2023 - EXT - 011 Projekt - Nr. Probenahme Probennehmer lfd.-Nr.				
Bestimmung der Scherfestigkeit nach DIN EN ISO 17892-10:2019-04 im direkten Scherversuch				
Bodenart:		sasi*Cl	Art der Probe:	aufbereitet
Korndichte:		2,68 g/cm ³	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 ³	1,53 g/cm ³	1,53 g/cm ³
	Porenzahl:	0,76	0,76	0,76
End- zustand	Wassergehalt:	27,3 %	27,1 %	26,9 %
	Porenzahl:	0,80	0,79	0,79
Schergerade				
		Bruchzustand		
		Reibungswinkel φ' 22,5 °		
		Kohäsion c' 8,3 kN/m²		
		Standardabweichung S_t 3,9602		
		Korrelationskoeffizient $r_{t,\sigma}$ 0,9989		
		Gleitzustand		
		Reibungswinkel 20,6 °		
		Kohäsion 0,0 kN/m²		
		Standardabweichung 13,9196		
		Korrelationskoeffizient 0,9885		
Bemerkung:				
				
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				

Prüfprotokoll

Prüfnummer: L 8489 21. 02. 2024 Scher-15 MST
 Ort der Durchführung: Labor



LIMES GMBH
 INSPEKTION + MATERIALPRÜFUNG
 Carnaperhof 8 – 10, D-45329 Essen
 Tel.: +49 (0)201/99 98 64-00 Fax: -69

Auftraggeber: **GeoLab GbR**

Annastraße 31
 45130 Essen

Projekt: **Eichenallee Abbaufeld 4 Nottenkämper**

Probenbezeichnung: Mischprobe MP 2

Probennummer: L - 8489 - 18.12.2023 - EXT - 011
 Projekt - Nr. Probenahme Probennehmer lfd.-Nr.

**Bestimmung der Scherfestigkeit nach DIN EN ISO 17892-10:2019-04
 im direkten Scherversuch**

Teilprobe: 1 2 3

Normalspannung: 100,0 kN/m² 300,0 kN/m² 500,0 kN/m²

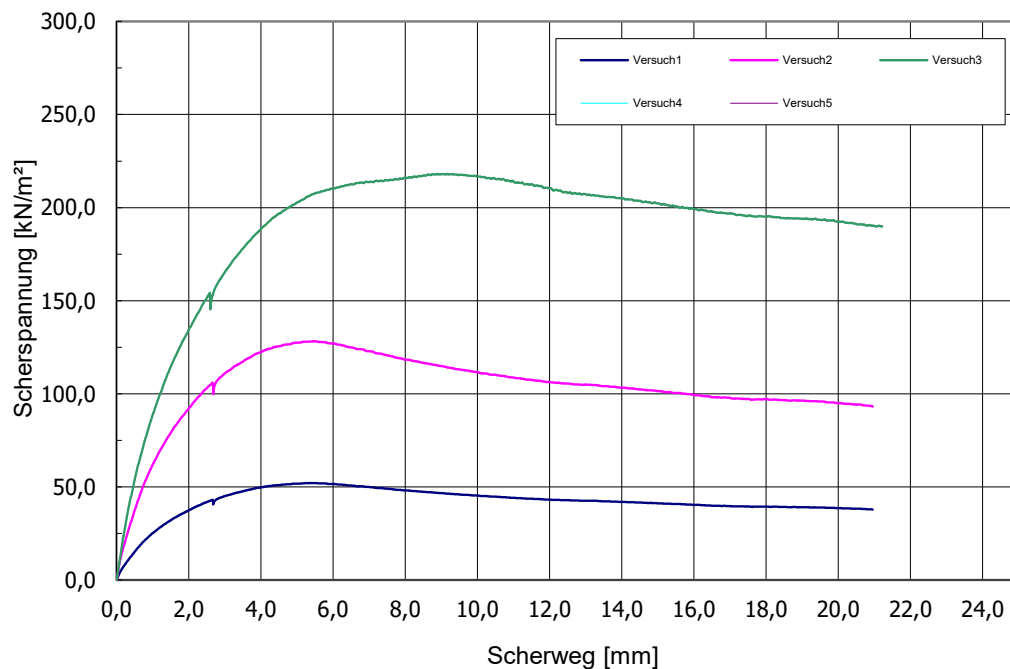
Bruchspannung: 52,1 kN/m² 128,2 kN/m² 218,1 kN/m²

Bruchweg: 5,51 mm 5,51 mm 9,17 mm

Gleitspannung: 37,9 kN/m² 93,2 kN/m² 188,4 kN/m²

Gleitweg: 20,96 mm 20,96 mm 22,00 mm

Scherspannungs-Weg-Diagramm



Bemerkung:



Dieses elektronisch erstellte Prüfprotokoll ist ohne Unterschrift gültig und wurde durch Dipl.-Ing. Rolf Woltering am 06.03.2024 geprüft und freigegeben.

Prüfbericht

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

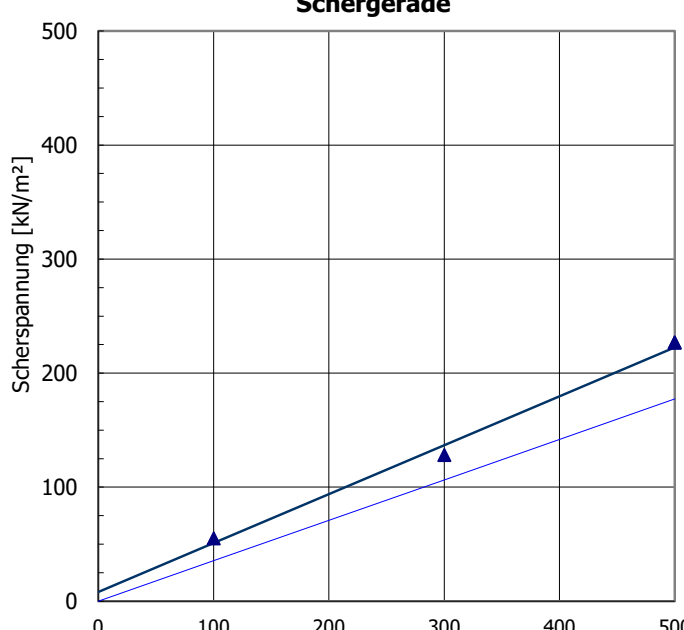
Verwaltungssitz:
Eiland 3 45134 Essen
HRB Dortmund 18037
StNr. 112/5760/3170
Ust-IdNr. DE 220984172

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.

Prüfprotokoll		 LIMES GMBH INSPEKTION + MATERIALPRÜFUNG Camperhof 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: GeoLab GbR Annastraße 31 45130 Essen				
Projekt: Eichenallee Abbaufeld 4 Nottenkämper Probenbezeichnung: Mischprobe MP 3 Probennummer: L - 8489 - 18.12.2023 - EXT - 012 Projekt - Nr. Probenahme Probennehmer lfd.-Nr.				
Bestimmung der Scherfestigkeit nach DIN EN ISO 17892-10:2019-04 im direkten Scherversuch				
Bodenart:		saSi+Cl	Art der Probe:	aufbereitet
Korndichte:		2,67 g/cm ³	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 ³	1,65 g/cm ³	1,65 g/cm ³
	Porenzahl:	0,74	0,62	0,62
End- zustand	Wassergehalt:	27,2 %	26,8 %	26,6 %
	Porenzahl:	0,78	0,64	0,64
Schergerade				
		Bruchzustand Reibungswinkel φ' 23,2 ° Kohäsion c' 8,1 kN/m² Standardabweichung S_t 7,3920 Korrelationskoeffizient $r_{t,\sigma}$ 0,9963		
		Gleitzustand Reibungswinkel 19,5 ° Kohäsion 0,0 kN/m² Standardabweichung 9,7915 Korrelationskoeffizient 0,9915		
Bemerkung:				
				
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				

Prüfprotokoll

Prüfnummer: L 8489 05. 02. 2024 Scher-15 MST
 Ort der Durchführung: Labor



LIMES GMBH
 INSPEKTION + MATERIALPRÜFUNG
 Carnaperhof 8 – 10, D-45329 Essen
 Tel.: +49 (0)201/99 98 64-00 Fax: -69

Auftraggeber: **GeoLab GbR**

Annastraße 31
 45130 Essen

Projekt: **Eichenallee Abbaufeld 4 Nottenkämper**

Probenbezeichnung: Mischprobe MP 3

Probennummer: L - 8489 - 18.12.2023 - EXT - 012
 Projekt - Nr. Probenahme Probennehmer lfd.-Nr.

**Bestimmung der Scherfestigkeit nach DIN EN ISO 17892-10:2019-04
 im direkten Scherversuch**

Teilprobe: 1 2 3

Normalspannung: 100,0 kN/m² 300,0 kN/m² 500,0 kN/m²

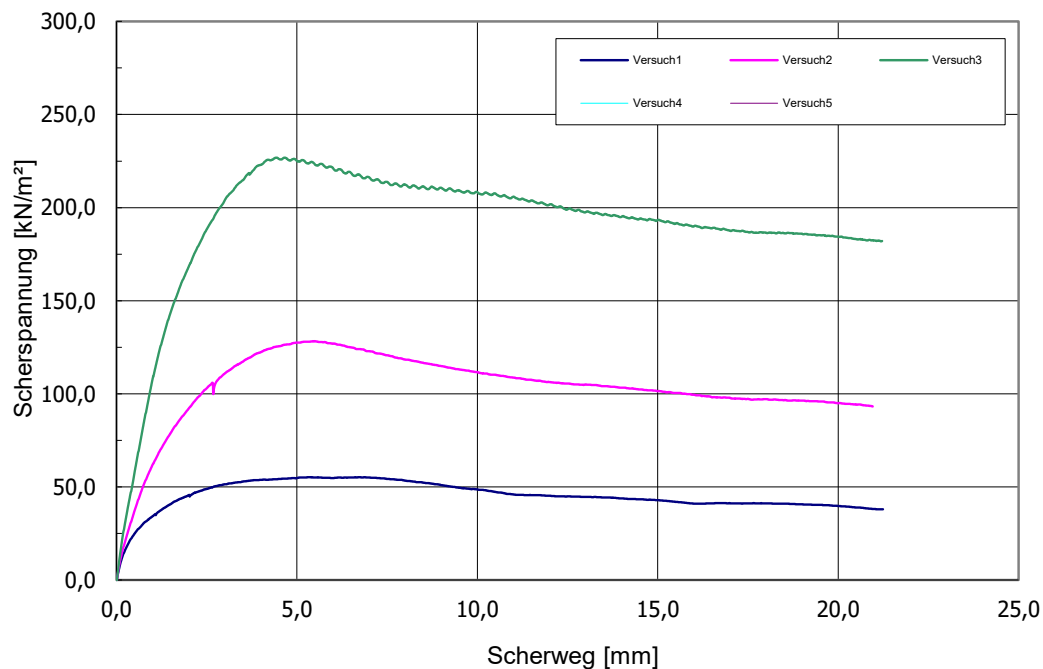
Bruchspannung: 55,2 kN/m² 128,2 kN/m² 226,8 kN/m²

Bruchweg: 5,32 mm 5,51 mm 4,44 mm

Gleitspannung: 38,4 kN/m² 93,2 kN/m² 180,3 kN/m²

Gleitweg: 22,00 mm 20,96 mm 22,00 mm

Scherspannungs-Weg-Diagramm



Bemerkung:



Dieses elektronisch erstellte Prüfprotokoll ist ohne Unterschrift gültig und wurde durch Dipl.-Ing. Rolf Woltering am 06.03.2024 geprüft und freigegeben.

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 Röntgendiffraktometraufnahmen (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 cm⁻¹ ausgeführt. Bei den FTIR-Messungen werden 32 Scans unter Benutzung eines DTGS Detektors bei einer Auflösung von 4 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/dioktaedrischer 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.
MP 1	48	20	5	5	7	6	5	40	1	3	2	1	3	1	1
MP 2	48	22	4	4	8	6	4	38	1	3	2	1	5	1	1
MP 3	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/dioktaedrischer Glimmer (Muskovit – Phengit); Illit-Smektit-WL unregelmäßige Illit-Smektit-Wechsellagerungen; Smektit (diokt.) dioktaedrischer 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/Phyllosilikaten.

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 Solvationstests mit Glycerin wurde festgestellt, dass in den Proben neben den Illiten/dioctaedrischen Glimmern unregelmäßige Illit-Smektit-Wechselagerungen (4 – 6 Gew. %), dioctaedrische Smektitite (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

GEOTAIX Umwelttechnologie GmbH · Schumanstraße 29 · 52146 Würselen

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

Annastraße 31

45130 Essen



Prüfbericht-Nr.: 2024PW1274 / 1

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

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

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

GEOTAIX Umwelttechnologie GmbH
Schumannstr. 29, 52146 Würselen
Telefon +49 (0)2405 4685 - 0
Fax +49 (0)2405 4685 - 10
E-Mail wuerselen@gba-group.de
www.gba-group.com

Sparkasse Aachen
IBAN DE76 3905 0000 0002 8555 75
SWIFT BIC AACSD33

Sitz der Gesellschaft:
Aachen
Handelsregister:
Aachen HRB 4663
USt-Id.Nr. DE 121740438
St.-Nr. 202/5824/0120

Geschäftsführer:
Ralf Murzen,
Dr. Dominik Obeloer

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

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: g1GeotaiX

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