GUTACHTEN

Dr. KRAKOW
Rohstoffe GmbH

Dr. Krakow Rohstoffe GmbH

Hans-Böckler-Straße 2
D-37079 Göttingen
Fon +49 551 5 04 55-0
Fax +49 551 5 04 55-50

Geschäftsführer

Dr. Lutz Krakow
Mobil +49 173 5386794

E-Mail

Krakow@rohstoffconsult.de

Thema	**Tongrube Waltrop**
Auftraggeber	**Jacobi Tonwerke GmbH** **Osteroder Straße 2** **D-37434 Bilshausen**
Auftrag	**Deponiebautechnische Eignungsvorprüfung**
Auftrag Datum	**15. Dezember 2017**
Projekt-Nr.	**17-091**
Ausfertigung	**Büro**
Datum	**26. Januar 2018**
Bearbeitung	**EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow**

I N H A L T

I. VORGANG 1

II. METHODIK UND ERGEBNISSE 1

II.1 Untersuchungsprogramm 1
II.2 Korngrößenverteilung 3
II.3 Konsistenzgrenzen 4
II.4 Kalkgehalt 4
II.5 Organische Bestandteile 5
II.6 Glühverlust 5
II.7 Wasseraufnahmevermögen 5
II.8 Natürlicher Wassergehalt 6
II.9 Proctorkennwerte 6
II.10 Durchlässigkeitsbeiwert 7
II.11 Scherfestigkeit 7
II.12 Chemismus 8
II.13 Mineralbestand 9
II.14 Kationenaustauschkapazität 10

III. ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG 11

IV. SCHLUSSBEMERKUNGEN 13

A N L A G E N

Anlage 1: Kennwerttabelle

Anlage 2: Körnungslinie nach DIN 18 123

Anlage 3: Plastizitätsdiagramm nach DIN 18 122 Teil 1

Anlage 4: Wasseraufnahmevermögen nach DIN 18 132

Anlage 5: Proctorkurve nach DIN 18 127

Anlage 6: Durchlässigkeitsbeiwert nach DIN 18 130 T1 L08

Anlage 7: Scherversuch nach DIN 18 137

I. VORGANG

Im Nachgang zur Einstellung der Ziegelproduktion im Ziegelwerk Vinnum sollte im Rahmen des hier vorliegenden Gutachtens geprüft werden, inwieweit der bisher verwendete Rohstoff aus der Tongrube Waltrop grundsätzlich für Anwendungen im Bereich des Deponiebaus geeignet ist. In diesem Zusammenhang sind wir am 15. Dezember 2017 von der

Jacobi Tonwerke GmbH

mit der Durchführung einer ersten orientierenden deponiebautechnischen Eignungsvorprüfung beauftragt worden. Zu diesem Zweck hat der AG am 08.12.2017 eine ausreichend große Menge Probenmaterial entnommen und uns zur Verfügung gestellt. Im hier vorliegenden Gutachten werden die Untersuchungsergebnisse zusammenfassend dokumentiert und im Hinblick auf die gestellten Anforderungen bewertet.

II. METHODIK UND ERGEBNISSE

II.1 Untersuchungsprogramm

Im Rahmen der Probenvorbereitung wurde das Prüfgut zunächst intensiv homogenisiert und anschließend repräsentativ geteilt. Anschließend wurden die Laboruntersuchungen gemäß Tabelle 1 durchgeführt.

Tabelle 1: Untersuchungsprogramm

Kennwert / Prüfkriterium	Methode	Versuchsanzahl
Korngrößenverteilung	DIN 18 123	1
Konsistenzgrenzen	DIN 18 122 Teil 1	1
Kalkgehalt	DIN 18 129	1
Organischer Kohlenstoff	DIN ISO 10 694	1
Wasseraufnahmevermögen	DIN 18 132	1
Wassergehalt	DIN 18 121	1
Proctorkennwerte	DIN 18 127	1
Durchlässigkeitsbeiwert	DIN 18 130	1
Scherfestigkeit	DIN 18 137	1
Chemische Analyse auf 12 Elemente	RFA DIN/EN/ISO 12 677	1
Mineralbestand	RDA / FTIR	1
Organischer Kohlenstoff	DIN ISO 10 694	1
Kationenaustauschkapazität	Kupfer-Triethylentetramin-Methode	1
Massenverlust/Glühverlust	DIN 18 128	1

II.2 Korngrößenverteilung

Die Korngrößenverteilung ist nach dem kombinierten Sieb-/Schlämmverfahren gemäß DIN 18 123 ermittelt worden. Dabei hat sich für die relevanten Fraktionen ergeben:

Tabelle 2: Korngrößenverteilung DIN 18 123 (MA %)

Fraktionen	Tonprobe Waltrop
< 2 µm	27
2 - 6 µm	14
6 - 20 µm	14
20 - 63 µm	27
63 - 200 µm	18
200 - 600 µm	0
600 - 2.000 µm	0
> 2.000 µm	0
Σ	**100**

< 2 µm	27
2 - 20 µm	28
> 20 µm	45
Σ	**100**

Wie die beigefügte Körnungslinie in Anlage 2 zeigt, ist das Prüfgut gemäß DIN 4022 damit als „Schluff, tonig, sandig" zu klassifizieren.

II.3 Konsistenzgrenzen

Die Ermittlung der ATTERBERG'schen Konsistenzgrenzen erfolgte gemäß DIN 18 122 Teil 1. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 und in der Anlage 3 zusammengefasst.

Tabelle 3: Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122 Teil 1

Kennwert	Tonprobe Waltrop
Fließgrenze W_L [MA %]	50,4
Ausrollgrenze W_P [MA %]	24,8
Plastizitätszahl I_P [MA %]	25,6
Konsistenzzahl I_C	1,20
Konsistenz	halbfest

Wie das Plastizitätsdiagramm in Anlage 3 zeigt, handelt es sich bei dem Probenmaterial um einen Ton mit ausgeprägt plastischen Eigenschaften, der zu klassifizieren ist als:

Bodengruppe nach DIN 18 196: ausgeprägt plastischer Ton (TA).

II.4 Kalkgehalt

Der Kalkgehalt ist nach SCHEIBLER gemäß den Vorgaben der DIN 18129 bestimmt worden. Dabei wurde folgender Wert ermittelt:

Kalkgehalt = 19,0 MA %

Damit ist das Prüfgut als „Tonmergel" zu klassifizieren.

II.5 Organische Bestandteile

Der Anteil an organisch gebundenem Kohlenstoff ist mit Hilfe der TOC-Methode gemäß DIN ISO 10 694 wie folgt ermittelt worden:

Organischer Kohlenstoff (TOC) = 0,22 MA %.

Aus fachtechnischer Sicht ergeben sich keinerlei Einschränkungen hinsichtlich der technischen Verwendungsfähigkeit.

II.6 Glühverlust

Die Bestimmung des Glühverlustes erfolgte nach DIN 18 128 im Muffelofen bei 550 °C. Dabei wurde folgender Wert ermittelt:

Glühverlust 550 °C = 4,4 MA %

Aus diesem Prüfkriterium ergeben sich keinerlei Einschränkungen im Hinblick auf die Eignung als mineralisches Dichtungsmaterial.

II.7 Wasseraufnahmevermögen

Die Bestimmung des maximalen Wasseraufnahmevermögens erfolgte mit dem von NEFF verbessertem ENSLIN-Gerät nach DIN 18 132. Die Untersuchung hat folgendes Ergebnis zum Resultat (vgl. Anlage 4):

Wasseraufnahmevermögen w_{max} = 72,8 MA %

Gemäß DIN 18 132 weist die hier untersuchte Probe damit ein

mittelhohes Wasseraufnahmevermögen

auf.

II.8 Natürlicher Wassergehalt

Der natürliche Wassergehalt ist nach DIN 18 121 mittels Ofentrocknung bei 105 °C bestimmt worden. Dabei hat sich folgendes Resultat ergeben:

Wassergehalt = 19,7 MA %.

Der Wassergehalt toniger Rohstoffe kann als natürliche Zustandsgröße in der üblichen Weise jahreszeitlichen und witterungsbedingten Schwankungen unterliegen, die erdbautechnisch zu berücksichtigen sind.

II.9 Proctorkennwerte

Die Bestimmung der einfachen Proctordichte erfolgte gemäß DIN 18 127 mit Hilfe eines automatischen Proctorgerätes, wobei 5 Probeverdichtungen mit jeweils unterschiedlichem Wassergehalt durchgeführt wurden. In Tabelle 3 sind die erzielten Trockendichten und Wassergehalte für den relevanten Einbaubereich, zwischen optimalem Wassergehalt und maximal zulässigen Einbauwassergehalt auf dem „nassen Ast" der Proctorkurve, angegeben (vgl. Anlage 5).

Tabelle 3: Proctor-Kennwerte

Kennwert	Tonprobe Waltrop
$\rho_{Pr\ 100}/w_{Pr\ 100}$ (g/cm³/MA %)	1,748 / 18,4
$\rho_{Pr\ 97}/w_{Pr\ 97}$ (g/cm³/MA %)	1,696 / 22,0
$\rho_{Pr\ 95}/w_{Pr\ 95}$ (g/cm³/MA %)	1,661 / 23,0

II.10 Durchlässigkeitsbeiwert

Die Prüfung der Wasserdurchlässigkeit erfolgte gemäß DIN 18 130 T1 L08 an proctorverdichteten Prüfkörpern bei optimalem Einbauwassergehalt und bei einem konstanten Gefälle von i = 30. Dabei hat sich für das Prüfgut ergeben:

Wasserdurchlässigkeit $k = 2{,}5 \times 10^{-11}$ m/s

Gemäß DIN 18 130 ist der Ton damit als „sehr schwach durchlässig" zu klassifizieren. Die gestellten Anforderungen hinsichtlich des Durchlässigkeitsverhaltens werden mit hohem Sicherheitspotential eingehalten.

II.11 Scherfestigkeit

Die Scherfestigkeit wurde im Rahmenschergerät nach DIN 18 137 an proctorverdichteten Prüfkörpern bestimmt. Für die Kennwerte Reibungswinkel und Kohäsion haben sich die Befunde der nachfolgenden Tabelle 4 ergeben. Das zugehörige Scherdiagramm ist in den Anlage 7 beigefügt.

Tabelle 4: Scherfestigkeit nach DIN 18 137

Kennwert	Tonprobe Waltrop
Reibungswinkel φ' (°)	17,1
Kohäsion c' (kN/m²)	35,7

II.12 Chemismus

Die chemische Zusammensetzung ist mit Hilfe der Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) gemäß den Vorgaben DIN/EN/ISO 12 677 hinsichtlich der maßgebenden Haupt- und Spurenelemente bestimmt worden. Der Glühverlust wurde nach DIN 51 081 durchgeführt. Dabei haben sich die Befunde gemäß der folgenden Tabelle 4 ergeben:

Tabelle 5: Chemische Zusammensetzung RFA (MA %) nach DIN/EN/ISO 12 677

Elemente	Tonprobe Waltrop
SiO_2	54,14
Al_2O_3	6,60
Fe_2O_3	2,63
BaO	0,019
MnO	0,025
TiO_2	0,400
V_2O_5	0,016
CaO	17,66
MgO	0,67
K_2O	1,22
Na_2O	0,15
SO_3	0,08
GLV.	16,20
∑	**99,78**

II.13 Mineralbestand

Die Bestimmung des semiquantitativen Phasenmineralbestandes erfolgte mit Hilfe von röntgendiffraktometrischen (RDA) Aufnahmen. Im Zuge der Probenpräparation wurde für die Röntgendiffraktometeraufnahmen ein RDA Pulverpräparat angefertigt. Die Auswertung der Versuchsergebnisse erfolgte nach klassischen sedimentpetrographischen Standardverfahren. Die Befunde sind in der folgenden Tabelle 5 dokumentiert.

Die mengenmäßigen Anteile der einzelnen Minerale sind als Circa-Werte anzusehen. Die Schwankungsbreiten betragen rund 10 % vom relativen Wert.

Tabelle 5: Nachgewiesene Mineralphasen RDA/FTIR (MA %)

Mineralphasen	Tonprobe Waltrop
	Gesamtfraktion
Phyllosilikate:	**55**
Kaolinit (n)	n.n.
Fireclay (n)	n.n.
Illit / Glimmer (n)	7
Illit-Smektit (q)	48
Smektit (q)	n.n.
Chlorit (n)	n.n.
Chlorit-Vermikulit (q)	n.n.
Tektosilikate:	**25**
Quarz	25
Albit	n.n.
Kalifeldspat	n.n.
Karbonate:	**20**
Calcit	20
Dolomit	n.n.
Siderit	n.n.
Oxide:	**n.n.**
Hämatit	n.n.
Anatas / Rutil	n.n. / n.n.
Hydroxide:	**n.n.**
Goethit / Limonit	n.n. / n.n.
Lepidokrokit	n.n.
Sulfide / Sulfate:	**n.n.**
Pyrit / Markasit	n.n. / n.n.
Gips / Jarosit	n.n. / n.n.
Sonstige:	**n.n.**
n.n.	n.n.

► q: innerkristallin quellfähig · n: innerkristallin nicht quellfähig · n.n.: nicht nachgewiesen ◄

II.14 Kationenaustauschkapazität

Die Bestimmung der Kationenaustauschkapazität (KAK) erfolgte mittels der Kupfer-Triethylentetramin-Methode.

Tabelle 6: Kationenaustauschkapazität (meq/100g) mittels Kupfer-Triethylentetramin-Methode

Probe	pH-Wert	KAK [meq/100g]	Mittelwert [meq/100g]
Tonprobe Waltrop	8,5	16,4	16,0
	8,3	15,7	

III. ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG

Die Untersuchung einer Probe aus der Tongrube Waltrop hat zunächst ergeben, dass der Ton durch einen ausreichend hohen Feinstkornanteil mit

D < 2 µm = 27 MA %,

sowie gleichzeitig durch das Fehlen störender Grobbestandteile/Steine charakterisiert ist. Nach Ermittlung des

natürlichen Wassergehaltes = 19,7 MA %

und Abgleich mit den Proctorkennwerten hat sich gezeigt, dass sich der Ton im Bereich des zulässigen Einbauwassergehaltes zwischen optimalem Wassergehalt und dem Wassergehalt bei 95 % Proctordichte auf dem „nassen Ast" der Proctorkurve befindet, gemäß den ermittelten Werten

Einbauwasserbereich = 18,4 – 23,0 MA %.

Die untersuchte Probe ist durch ein außerordentlich hohes hydraulisches Rückhaltevermögen für flüssige Medien gekennzeichnet. Der Durchlässigkeitsbeiwert liegt im proctorverdichteten Zustand im Bereich von

$$k = 2{,}5 \times 10^{-11}\ m/s.$$

und erfüllt diesbezügliche Anforderungen mit hohem Sicherheitspotential. Somit ergeben sich auch aus der Führung von feinstverteiltem Karbonat keinerlei Einschränkungen.

Mineralogisch ist der Ton durch einen mittelhohen Gehalt an Tonmineralen gekennzeichnet, der in der Gesamtfraktion mit

∑ TM = 55 MA %

bestimmt worden ist, wobei unregelmäßige Illit-Smektit-Wechsellagerungsminerale klar dominieren.

Hinsichtlich der mengenmäßigen Verteilung der Tonminerale kann vereinfacht von folgendem Schema ausgegangen werden:

Illit-Smektit >> Illit/Glimmer.

Der Ton weist ein Adsorptionsvermögen für Schadstoffe auf, was sich in der hier ermittelten Kationenaustauschkapazität, mit

KAK = 16,0 meq/100 g

wiederspiegelt. In der Gesamtbewertung aller hier ermittelten Ergebnisse ist der Ton aus fachtechnischer Sicht wie folgt zu bewerten:

Technische Barrieren - Sohle + Böschung: geeignet

Mineralische Basisabdichtungen - Sohle + Böschung: geeignet

Mineralische Oberflächenabdichtungen - Sohle + Böschung: geeignet.

Im Vorfeld konkreter Bauvorhaben ist die Übertragbarkeit dieser Bewertung in der üblichen Art und Weise an einer ausreichend großen Anzahl von Proben zu verifizieren. Wir verweisen hier auf die einschlägigen Prüfvorschiften, insbesondere die Bundeseinheitlichen Qualitätsstandards.

Insbesondere weisen wir darauf hin, dass der natürliche Wassergehalt witterungsbedingten und jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen kann und dass ggf. Aufwendungen zur Einstellung des Wassergehaltes auf den geforderten Einbauwassergehalt erforderlich werden können.

Bei der Herstellung von Böschungen ist die Standfestigkeit des Systems in entsprechenden baustellenspezifischen Versuchen und Nachweisen darzulegen. Vor dem Einbau des Materials ist die spezifische Einbautechnologie (Erdbaugeräte, Walzenübergänge etc.) durch die Anlage von Versuchsfeldern nachzuweisen. Gemäß Qualitätssicherungsplan greift hierbei das System bestehend aus Eigenprüfung, Fremdkontrolle und Behördenüberwachung.

IV. SCHLUSSBEMERKUNGEN

Die Untersuchungen sind nach dem neuesten Stand der Technik sowie nach bestem Wissen und Gewissen durchgeführt worden. Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das Prüfgut.

Göttingen, den 26. Januar 2018
Dr.Kr

EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow

Anlage 1:

Kennwerttabelle

■ **Jacobi Tonbaustoffe GmbH** ■ **Projekt-Nr.: 17 - 091** ■

Anlage 1: Kennwerttabelle

K E N N W E R T			Probe-Nr.: 1
Bodenart (DIN 4022)			U, t, s
Bodengruppe (DIN 18 196)			TA
Proctor-Dichte/opt. Wassergehalt	**ρPr/wPr**	**g/cm³ / MA %**	1,748 / 18,4
Feinstkornanteil	**-**	**MA %**	27
Tonmineralanteil-Gesamtfraktion	**-**	**MA %**	55
Wassergehalt	**w**	**MA %**	19,7
Fließgrenze	W_L	**MA %**	50,4
Ausrollgrenze	W_P	**MA %**	24,8
Plastizitätszahl	I_P	**MA %**	25,6
Konsistenzzahl	I_C	**-**	1,20
Konsistenz	**-**	**-**	halbfest
Dichte des feuchten Bodens	**ρ**	**g/cm³**	-
Trockendichte	**ρd**	**g/cm³**	-
Porenanteil	**n**	**%**	-
Porenzahl	**E**	**-**	-
Glühverlust	V_{gl}	**MA %**	4,4
TOC-Gehalt	C_{org}	**MA %**	0,22
Reibungswinkel	**φ'**	**Grad**	17,10
Kohäsion	**c'**	**KN/m²**	35,70
Durchlässigkeitskoeffizient	**k**	**m/s**	$2{,}5 \times 10^{-11}$
Kalkgehalt (SCHEIBLER)	V_{Ca}	**MA %**	19,0
Wasseraufnahme (NEFF)	w_{max}	**MA %**	72,8
Entnahmestelle:			Ton Waltrop
Entnahmedatum:			08.12.2017

Göttingen, den 26.01.2018 / K.M.

Anlage 2:

Körnungslinie
nach DIN 18 123

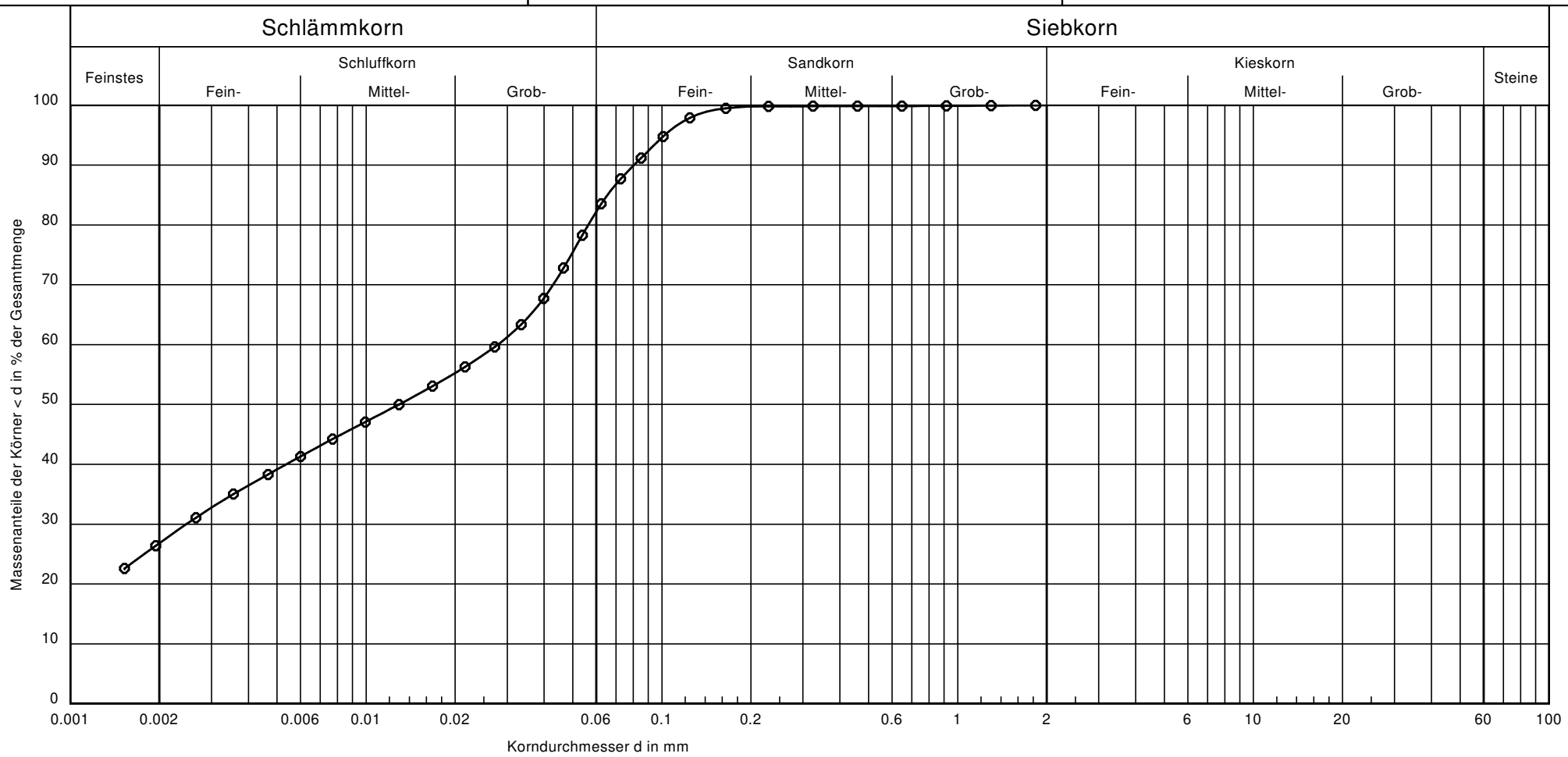
Dr. Krakow Rohstoffe GmbH
Hans-Böckler-Straße 2
37079 Göttingen
Tel.: 0551-50455-0: Fax.: 0551-50455-50
Bearbeiter: Schunke Datum: 2018-01-05

Körnungslinie

Jacobi Tonwerke GmbH

Deponiebautechnische EP Tongrube Waltrop

Probe eingegangen am: 2017-12-11
Probe entnommen am: 2017-12-08
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: DIN 18 123



Signatur:	○——○	Bemerkungen:
Bodenart:	U, t, s	
Probenbezeichnung:	Ton Waltrop	
U/Cc	-/-	

Bericht: 17-091
Anlage: 2

Anlage 3:

Plastizitätsdiagramm
Nach DIN 18 122 Teil 1

Dr. Krakow Rohstoffe GmbH
Hans-Böckler Strasse 2
37079 Göttingen
Tel.: 0551-50455-0; Fax.: 0551-50455-50

Bericht: 17-091
Anlage: 3

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Jacobi Tonwerke GmbH

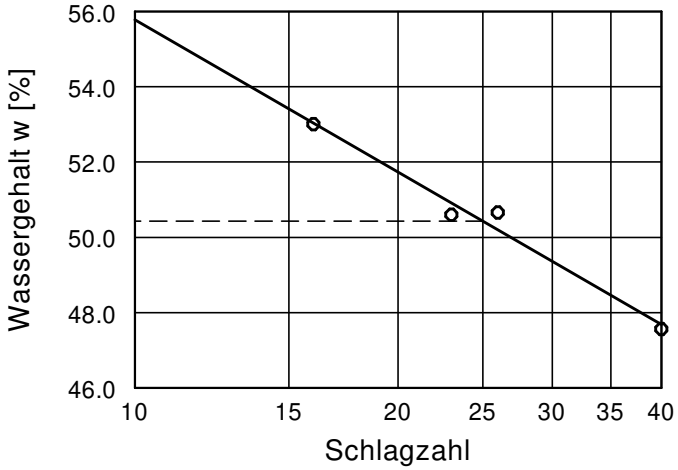
Deponiebautechnische EP Tongrube Waltrop

Bearbeiter: Schunke Datum: 2018-01-05

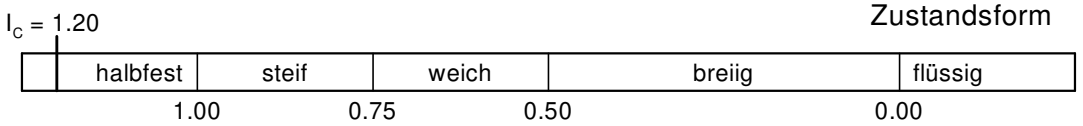
Entnahmestelle: Tongrube Waltrop

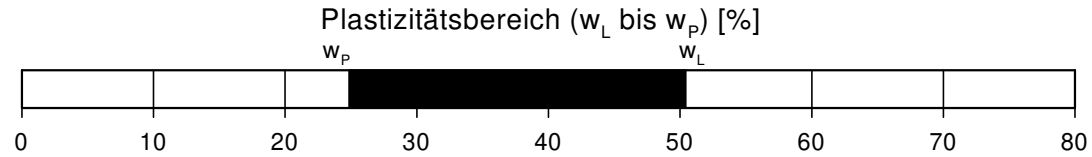
Probe entnommen am: 2017-12-08

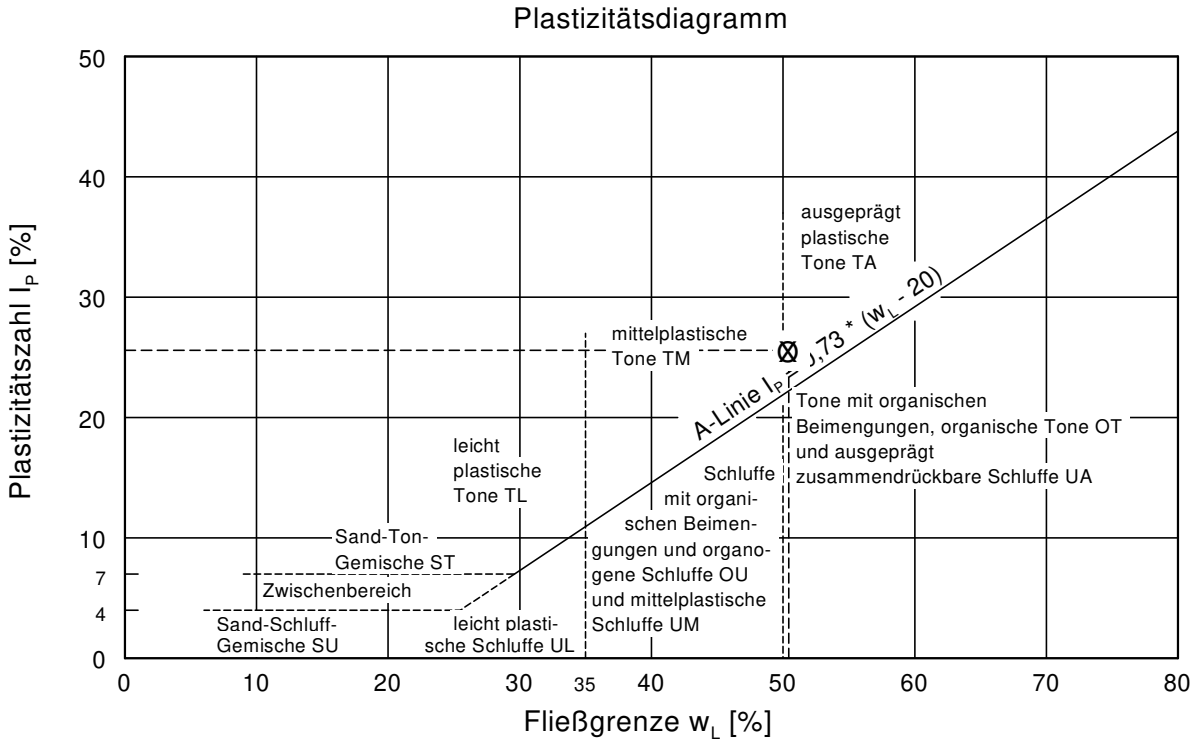
Art der Entnahme: Güteklasse 2



Wassergehalt w =	19.7 %
Fließgrenze w_L =	50.4 %
Ausrollgrenze w_P =	24.8 %
Plastizitätszahl I_P =	25.6 %
Konsistenzzahl I_C =	1.20







Anlage 4:

Wasseraufnahme-
vermögen
nach DIN 18 132

Dr. Krakow Rohstoffe GmbH
Hans-Böckler-Sraße 2
37079 Göttingen
Tel.: 0551-50455-0 Fax.: 0551-50455-50

Bericht: 17-091
Anlage: 4

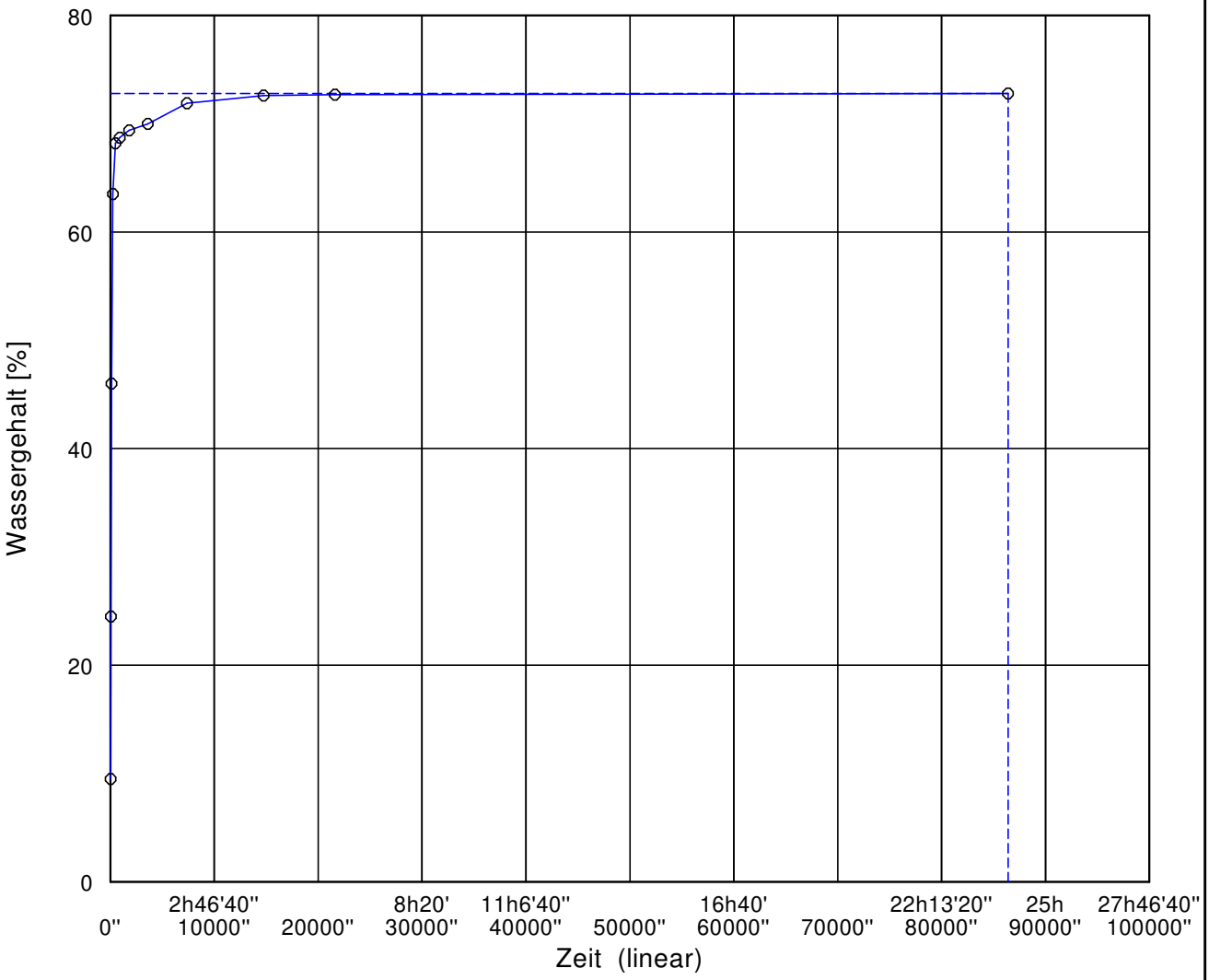
Wasseraufnahmevermögen (DIN 18132)

Jacobi Tonwerke GmbH

Deponiebautechnische EP Tongrube Waltrop

Bearbeiter: Schunke Datum: 2018-01-05

Entnahmestelle: Tongrube Waltrop
Entnahmedatum: 2017-12-08
Bodenart: U, t, s
Art der Entnahme: gestört



Wasseraufnahmevermögen [%] = 72.8	Wasseraufnahmevermögen = mittel
Trockengewicht [g] = 1.000	Raumtemperatur [°C] = 19,4 - 21,6

Anlage 5:

Proctorkurve
nach DIN 18 127

Dr. Krakow Rohstoffe GmbH
Hans-Böckler-Straße 2
37079 Göttingen
Tel.: 0551/50455-0, Fax: 0551/50455-50

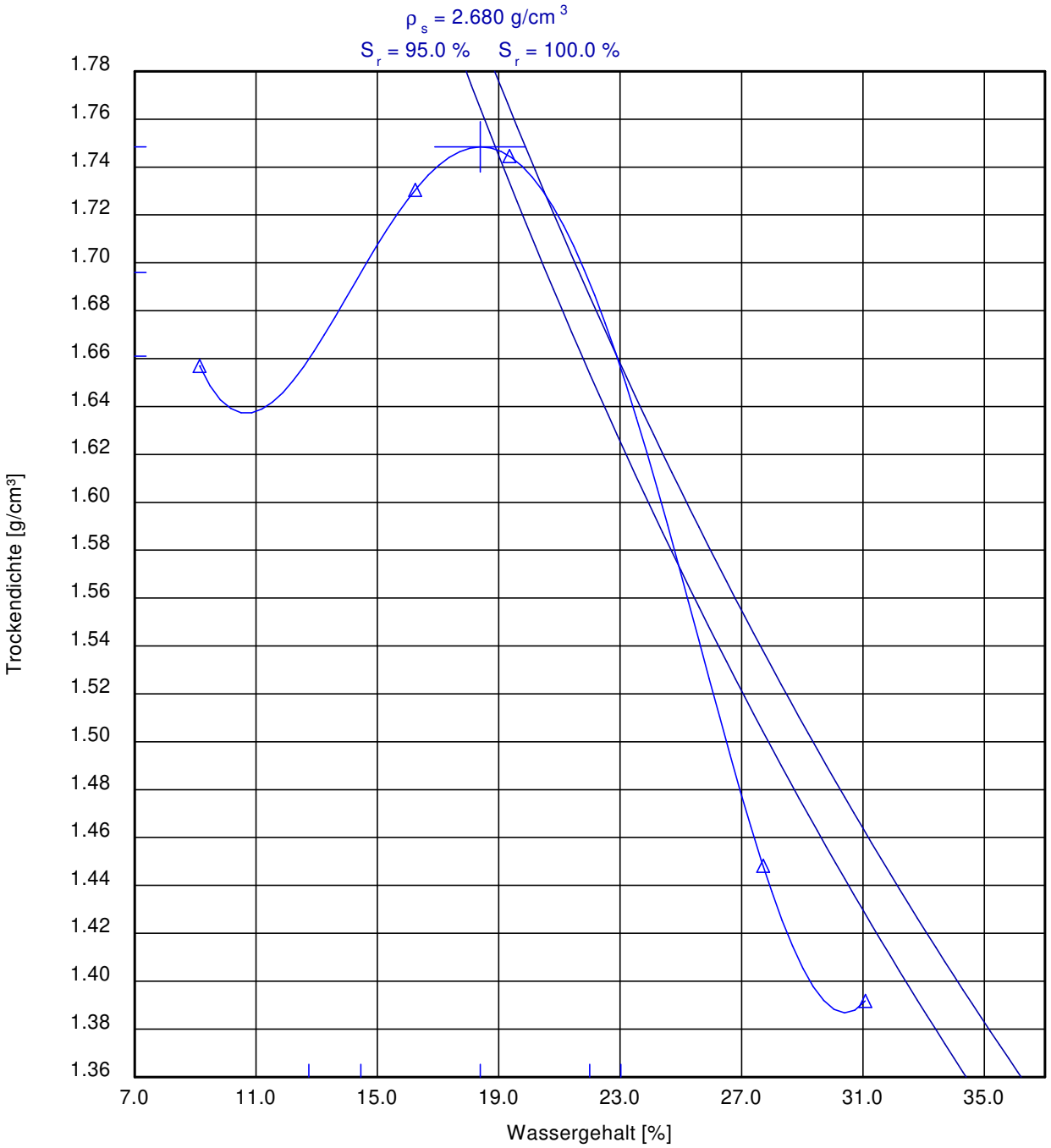
Bericht: 17-091
Anlage: 5

Proctorkurve nach DIN 18 127

Jacobi Tonwerke GmbH
Deponiebautechnische EP Tongrube Waltrop

Bearbeiter: Müller
Datum: 2018-01-24

Entnahmestelle: Ton Waltrop
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: U, t, s
Probe entnommen am: 2016-09-30



100 % der Proctordichte ρ_{Pr} = 1.748 g/cm³	Optimaler Wassergehalt w_{Pr} = 18.4 %
97.0 % der Proctordichte ρ_d = 1.696 g/cm³	min/max Wassergehalt w = 14.5 / 22.0 %
95.0 % der Proctordichte ρ_d = 1.661 g/cm³	min/max Wassergehalt w = 12.7 / 23.0 %

Anlage 6:

Durchlässigkeitsbeiwert
nach DIN 18 130 T1 L08

Dr. Krakow Rohstoffe GmbH
Hans-Böckler-Str. 2
37079 Göttingen
Tel.: 0551/50455-0; Fax.: 0551/50455-50

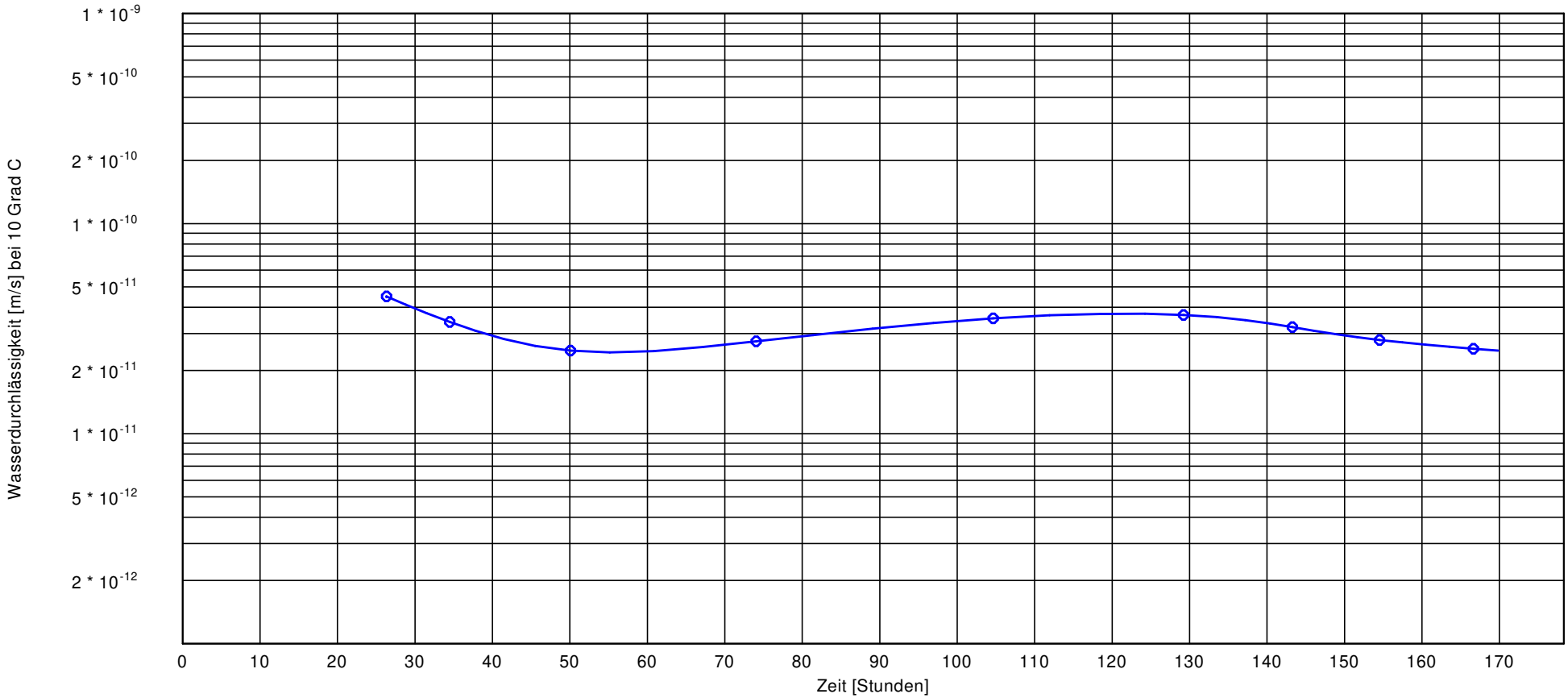
Bearbeiter: Müller Datum: 2018-01-25

Durchlässigkeitsversuch

Jacobi Tonwerke GmbH

Deponiebautechnische EP Tongrube Waltrop

Probe entnommen am: 2017-012-08
Art der Entnahme: ungestört
Arbeitsweise: DIN 18 130



Versuch-Nr.:		Bemerkungen
Entnahmestelle:	Ton Waltrop	
Durchlässigkeit k [m/s]	$2.5 * 10^{-11}$	

Bericht: 17-091
Anlage: 6

Anlage 7:

Scherversuch
Nach DIN 18 137

Dr. Krakow Rohstoffe GmbH
Hans-Böckler-Straße 2
37079 Göttingen
Tel.: 0551-50455-0; Fax.: 0551-50455-50

Bericht: 17-091
Anlage: 7

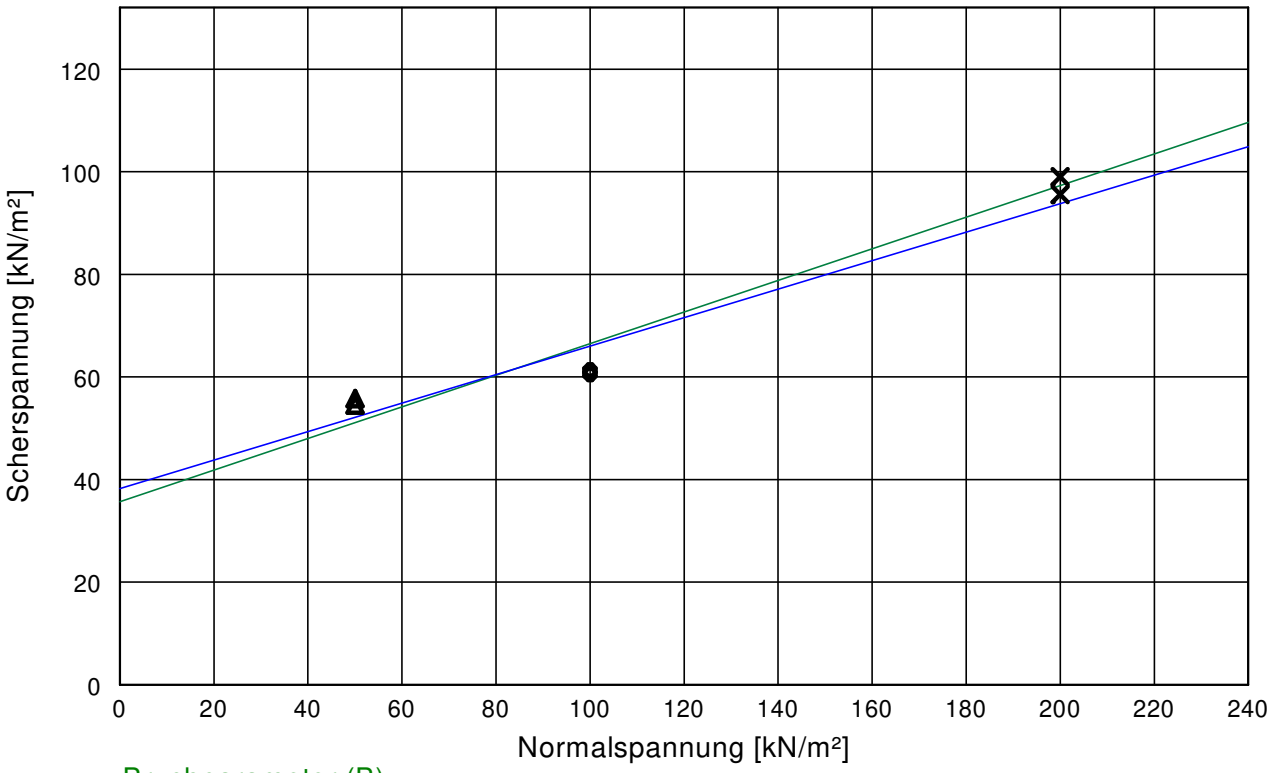
Scherversuch nach DIN 18137

Jacobi Tonwerke GmbH

Deponiebautechnische EP Tongrube Waltrop

Bearbeiter: Müller Datum: Müller

Entnahmestelle: Ton Waltrop
Bodenart: U, t, s
Art der Entnahme: gestört
Probe entnommen am: 2017-12-08



Bruchparameter (B)
Gleitparameter (G)

Versuch-Nr.	1 ▲	2 ○	3 ✕
Normalspannung [kN/m²]	50.0	100.0	200.0
Scherspannung [kN/m²](B/G)	54.5 / 55.8	61.3 / 60.5	99.0 / 95.6
Abschergeschwindigkeit [mm/min]	0,05	0,05	0,05
Konsolidierungsspannung [kN/m²]	50	100	200

Reibungswinkel (B/G) =	17.1 / 15.5 Grad
Kohäsion (B/G) =	35.7 / 38.3 kN/m²
Korrelation r (B/G) =	0.982 / 0.975