I.G.U. - Ingenieurgesellschaft für Geowissenschaften & Umwelttechnik mbH

Bergstr. 20
95326 Kulmbach

I.G.U. mbH • Bergstr. 20 • 95326 Kulmbach

- Geotechnisches Labor
- Baugrunduntersuchungen
- Bodenmechanik, Erdstatik
- Qualitätssicherung im Erd- und Grundbau
- Altlastenerkundungen
- Bodenkundliche Untersuchungen
- Consulting

Fa.
J. Meyer GmbH
Görauer Weg 8
95466 Weidenberg/Untersteinach

Prüfbericht

Projekt:	Tongrube Würnsreuth - geotechnische Untersuchung von Ton
Auftraggeber:	Fa. J. Meyer GmbH Görauer Weg 8 95466 Weidenberg/Untersteinach
Auftrag:	Untersuchung von Ton aus der Tongrube Würnsreuth auf seine Eignung für mineralische Dichtungen im Deponiebau
Bearbeiter:	Dipl.-Geogr. Th. Gremer
Auftrags-Nr.:	16060
Ort und Datum:	Kulmbach, 21.10.2016

Eine Vervielfältigung oder Veröffentlichung dieses Prüfberichtes, auch auszugsweise, bedarf unserer vorherigen Zustimmung.

Inhaltsverzeichnis

1. Vorgang 2
2. Geologische Beschreibung 2
3. Anforderungen 2
4. Probenahme und Probenvorbereitung 3
5. Durchgeführte Untersuchungen 4
5. Ergebnisse und Bewertung 5

Anlagen

Anlage 1 Korngrößenverteilung, Kalkgehalt, Glühverlust, Konsistenzgrenzen, Wassergehalt
Anlage 2 Proctorversuch
Anlage 3 Wasserdurchlässigkeitsbeiwert
Anlage 4 Wasseraufnahmevermögen
Anlage 5 Rahmenscherversuch
Anlage 6 Prüfbericht Dr. Gehlken Nr. 9003/14 - Tonmineralogische Untersuchungen

1. Vorgang

Die Ing.-Ges. I.G.U. wurde von der Fa. J. Meyer GmbH mit der Prüfung des Tons aus der Tongrube Würnsreuth auf seine grundsätzliche Eignung als mineralisches Dichtungsmaterial im Deponiebau beauftragt. Die Grube Würnsreuth der Fa. J. Meyer GmbH liegt im östlichen Teil des Landkreises Bayreuth zwischen Bayreuth und Speichersdorf.

2. Geologische Beschreibung

Bei dem untersuchten Material handelt es sich um Ton der Estherienschichten (Keuper). Der Estherienton steht als verwitterter bis stark verwitterter Tonstein in der Grube an und wird nach dem Abbau z. B. durch Sieben und Wasserzugabe aufbereitet.

3. Anforderungen

Für eine Verwendung als mineralisches Dichtungsmaterial im Deponiebau sind die folgenden technischen Richtlinien und Regelwerke zu berücksichtigen:

[1] LAGA Ad-hoc-AG “Deponietechnik”: Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 2-1, Mineralische Basisabdichtungskomponenten aus natürlichen mineralischen Baustoffen vom 25.09.2013

[2] LAGA Ad-hoc-AG “Deponietechnik”: Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-0, Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten - Übergreifende Anforderungen vom 16.08.2010

[3] LAGA Ad-hoc-AG “Deponietechnik”: Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-1, Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten aus natürlichen mineralischen Baustoffen vom 07.12.2010

[4] Bayer. Landesamt für Umwelt/Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: Mineralische Deponieabdichtungen - Konkretisierende Anforderungen an zu verdichtende Deponieabdichtungskomponenten aus natürlichen, mineralischen Materialien, 2009 (LfU-Deponie-Info - Merkblatt 1, LANUV-Arbeitsblatt 6)

[5] Bundesrepublik Deutschland: Verordnung über Deponien und Langzeitlager (DepV) vom 27.04.2009, Stand 02.05.2013

Bei der Herstellung von Deponieabdichtungssystemen gelten für mineralisches Dichtungsmaterial die Anforderungen der LfU-Deponie-Info, Merkblatt 1 [4]:

- Der Anteil an Feinstkorn < 2 µm muss mindestens 20 Gew.-% betragen.
- Der Tonmineralgehalt muss über 10 Gew.-% liegen.
- Der Ton darf weder Grobkies noch Steine, Holz oder Wurzeln enthalten.
- Der Gehalt an organischer Substanz darf 5 Masse-% nicht überschreiten.
- Der Karbonatanteil darf nicht höher als 30 Masse-% sein. Bei Basisabdichtungen darf er nicht höher als 15 % sein, sofern mit kalkaggressivem Sickerwasser zu rechnen ist.
- Das Material muss Verformungen plastisch folgen können.
- Der Einbauwassergehalt muss bei Basisabdichtungen über dem Proctorwassergehalt und unter dem Wassergehalt bei D_{Pr} = 95 % auf der nassen Seite liegen ($w_{Pr}<w<w_{(0,95,nass)}$). Bei Oberflächenabdichtungen muss er im Bereich des optimalen Wassergehaltes oder darunter liegen.

Nach Deponieverordnung, Anhang 1, Tabelle 1 [5] ist bei Deponiebasisabdichtungssystemen der Deponieklassen I bis III in der mineralischen Dichtungsschicht ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f \leq 5x10^{-10}$ m/s einzuhalten. Bei mineralischen Oberflächenabdichtungen gilt nach [5], Anhang 1, Tabelle 2 bei den Deponieklassen I und II ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f \leq 5x10^{-9}$ m/s und für Deponien der Deponieklasse III einer von $k_f \leq 5x10^{-10}$ m/s.

4. Probenahme und Probenvorbereitung

Die Probenahme erfolgte am 22.06.2016 durch uns aus einem auf 20 mm Korngröße aufbereitetem und abgesiebtem Haufwerk in der Grube Würnsreuth. Die Lagerungsdauer des Haufwerks betrug zum Zeitpunkt der Probenahme ein Jahr. Dadurch war die Tonsteinfraktion stark verwittert. Im Zuge der Probenahme wurden aus verschiedenen Stellen des Haufwerkes sechs Einzelproben mit je einem Volumen von 5 l entnommen. Die Einzelproben wurden in unserem Labor zu einer Mischprobe mit insgesamt 30 l Volumen vereinigt und homogenisiert. Die Teilproben für den Proctorversuch wurden auf 8 mm Korngröße zerkleinert und nach Wasserzugabe für mindestens 24 Std. in verschlossenen Behältern gelagert.

5. Durchgeführte Untersuchungen

Auftragsgemäß wurden an der Mischprobe in unserem geotechnischen Labor die folgenden Untersuchungen durchgeführt:

- Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN 18121
- Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach DIN 18122-1 und DIN 18122-2
- Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123
- Bestimmung der Korndichte nach DIN 18124
- Proctorversuch nach DIN 18127-100
- Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18128
- Bestimmung des Kalkgehaltes nach DIN 18129
- Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes nach DIN 18130, Probe mit 100% Proctordichte eingebaut
- Bestimmung der Wasseraufnahmefähigkeit nach DIN 18132
- Rahmenscherversuch nach DIN 18137-3, Probe mit 100% Proctordichte eingebaut

Im Jahr 2014 erfolgte im Zuge einer Deponiebaumaßnahme eine tonmineralogische Untersuchung des Tons. Die Proben wurden damals von uns an das Prüflabor Dr. Peer-L. Gehlken, Prüfung mineralogischer Roh- und Reststoffe geschickt (Anlage 6).

5. Ergebnisse und Bewertung

In Tabelle 1 wurden die Untersuchungsergebnisse den Anforderungen aus [1] bis [4] gegenüber gestellt (siehe auch Anlagen 1-6).

Tabelle 1: Untersuchungsergebnisse im Vergleich zu den Anforderungen

Parameter	Unters.-Nr.:		16162	Soll-Wert
Bodenart	Ton, schluffig, schwach sandig, schwach kiesig (Sand- und Kiesanteil: Tonstein)			-
Bodengruppe DIN 18 196			TM	-
Anteil an Körnung < 2 µm (Tonfraktion)		[M.-%]	33,9	≥20
Anteil an Körnung > 0,063 mm (Schlufffraktion)		[M.-%]	43,9	-
Anteil an Körnung > 32 mm		[M.-%]	0,0	0,0
Tonmineralgehalt, gesamt		[M.-%]	81	-
Tonmineralgehalt, quellfähig		[M.-%]	20	>10
Fließgrenze	w_L		0,494	-
Ausrollgrenze	w_P		0,274	-
Schrumpfgrenze	w_s		0,208	-
Plastizitätszahl	I_P		0,220	-
Konsistenzzahl	I_c		1,046	-
Korndichte	ϱ_s	[g/cm³]	2,769	-
Kalkgehalt	V_{ca}	[M.-%]	5,1	<15/30
Glühverlust	V_{gl}	[M.-%]	4,2	≤5
Wasseraufnahmevermögen	w_A	[%]	85,6	-
Wassergehalt	w		0,213	$w_{pr}<w<w_{0,95}$ oder $w_{pr}>w>w_{0,95}$
opt. Wassergehalt	w_{Pr}		0,194	-
Wassergehalt D_{pr} 95 %, trocken	$w_{0,95}$		0,158	-
Wassergehalt D_{pr} 95 %, nass	$w_{0,95}$		0,233	-
Proctordichte	ϱ_{Pr}	[g/cm³]	1,76	-
k_f -Wert	k_{10}	[m/s]	$1,7x10^{-10}$	$\leq 5x10^{-10}$ (1)
Reibungswinkel	φ	[°]	32,6	-
Kohäsion	c	[kN/m²]	17,6	-

(1): Für Oberflächenabdichtungen der Deponieklassen I und II gilt nach [2] ein Wert von $5x10^{-9}$ m/s.

Die Anforderungen an mineralische Deponieabdichtungen hinsichtlich Kornverteilung, quellfähigen Tonmineralien, Kalkgehalt, Glühverlust bzw. organische Anteile und Wasserdurchlässigkeitsbeiwert werden eingehalten.

Mit einer Plastizitätszahl von I_p = 0,220 ist das Material als mittel plastischer Ton zu bezeichnen. Dieser kann Verformungen gemäß den Anforderungen nach [4], Nrn. 1.1.d) und 1.2.d) plastisch folgen. Die Wasseraufnahmefähigkeit liegt bei 85,6 %.

Der Kalkgehalt (Dolomit- und Calcitanteil), bestimmt nach DIN 18129, beträgt 5,1 %. Demnach kann das Material als mineralische Dichtung für Basisabdichtungen und Oberflächenabdichtungen, auch bei kalkaggressiven Sickerwasser, verwendet werden.

Der Glühverlust nach DIN 18128 liegt mit 4,2 % unter dem Grenzwert von ≤ 5 M.-%, wobei der Ton visuell frei von organischen Stoffen ist. In der Tonmineralanalyse (Anlage 6) wurde ein organischer Anteil von < 1% festgestellt.

Der Anteil an Feinstkorn < 2 µm liegt mit 33,9 % über dem nach [4], Nr. 1.1a) geforderten Mindestwert von 20 %. Grobkies, Steine, Holz oder Wurzeln waren nicht enthalten. Gemäß Tonmineralanalyse in Anlage 6 beträgt der Anteil quellfähiger Tonminerale 20 % (Illit-Smektit-Wechsellagerungen und Smektit). Somit wird die Anforderung nach [4], Nr. 1.1b) an einen Anteil aktiver Tonminerale von mindestens 10% eingehalten.

Im Bereich des Proctorwassergehaltes und bei Proctordichte weist der Ton einen kf-Wert von $1{,}7 \times 10^{-10}$ m/s auf. Somit ist auch die Anforderung an Basisabdichtungen mit einem Höchstwert von 5×10^{-10} m/s erfüllt.

Zusammengefasst ist der untersuchte Estherienton aus der Grube Würnsreuth als mineralisches Dichtungsmaterial sowohl für Deponieoberflächenabdichtungen, als auch für Deponiebasisabdichtungen der Deponieklassen I bis III geeignet.

I.G.U. - Ingenieurgesellschaft für
Geowissenschaften und Umwelttechnik mbH
Kulmbach, 21.10.2016

Th. Gremer (Dipl.-Geogr.)

Ing.-Ges. für Geowissenschaften und Umwelttechnik mbH - Geotechnisches Labor
95326 Kulmbach
Bergstraße 20 - Tel. 09221/83449 - Fax 09221/84174

Auftr.-Nr. : **16060**	Anlage	**1**
Unters.-Nr. : **16162**		
Auftraggeber : **J. Meyer GmbH, Weidenberg**		

Projekt: Eignungsprüfung Ton

Ergebnis der geotechnischen Laboruntersuchung

Entnahmestelle : **Tongrube Würnsreuth**

Mischprobe Halde

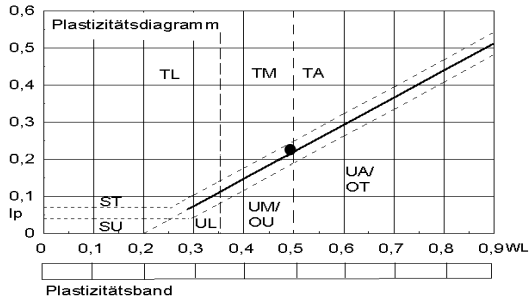
Entnahmedatum : **22.06.2016**

Güteklasse : **3**

Korndichte DIN 18124	ϱ_s :	**2,769**	g/cm³
Feuchtdichte DIN 18125	ϱ :		g/cm³
Trockendichte DIN 18125	ϱ_d :		g/cm³
Porenanteil	n :		
Porenzahl	e :		

Wassergehalt DIN 18121	w :	**0,213**
Fließgrenze DIN 18122	w_L :	**0,494**
Ausrollgrenze DIN 18122	w_P :	**0,274**
Schrumpfgrenze DIN 18122	w_S :	**0,208**
Plastizitätszahl DIN 18122	I_P :	**0,220**
Konsistenzzahl DIN 18122	I_C :	**1,046**
Glühverlust DIN 18 128	V_{gl} :	**0,042**

Kalkgehalt DIN 18129 - G	V_{ca} :	**0,051**
Calcitanteil	V'_{Ca} :	**0,027**
Dolomitanteil	V''_{Ca}:	**0,024**
Größtkorn untersuchte Probe	:	**8,00** mm



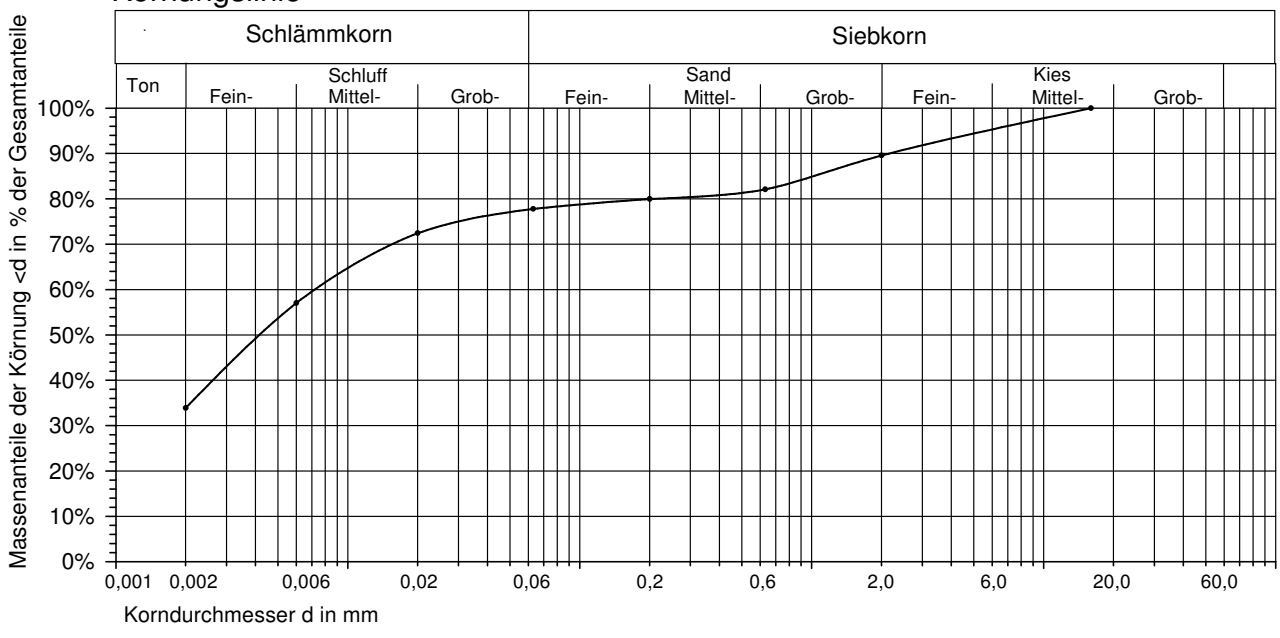
Gruppe DIN 18196 : **TM**

Bodenart EN ISO 14688 : Ton, schluffig, s', g' (Tst)

U=d_{60}/d_{10}: **3,55**	C=$(d_{30})^2/(d_{10}\cdot d_{60})$: **0,28**

0,0020	0,0020	0,007

Körnungslinie



20.10.2016

Gepr.:

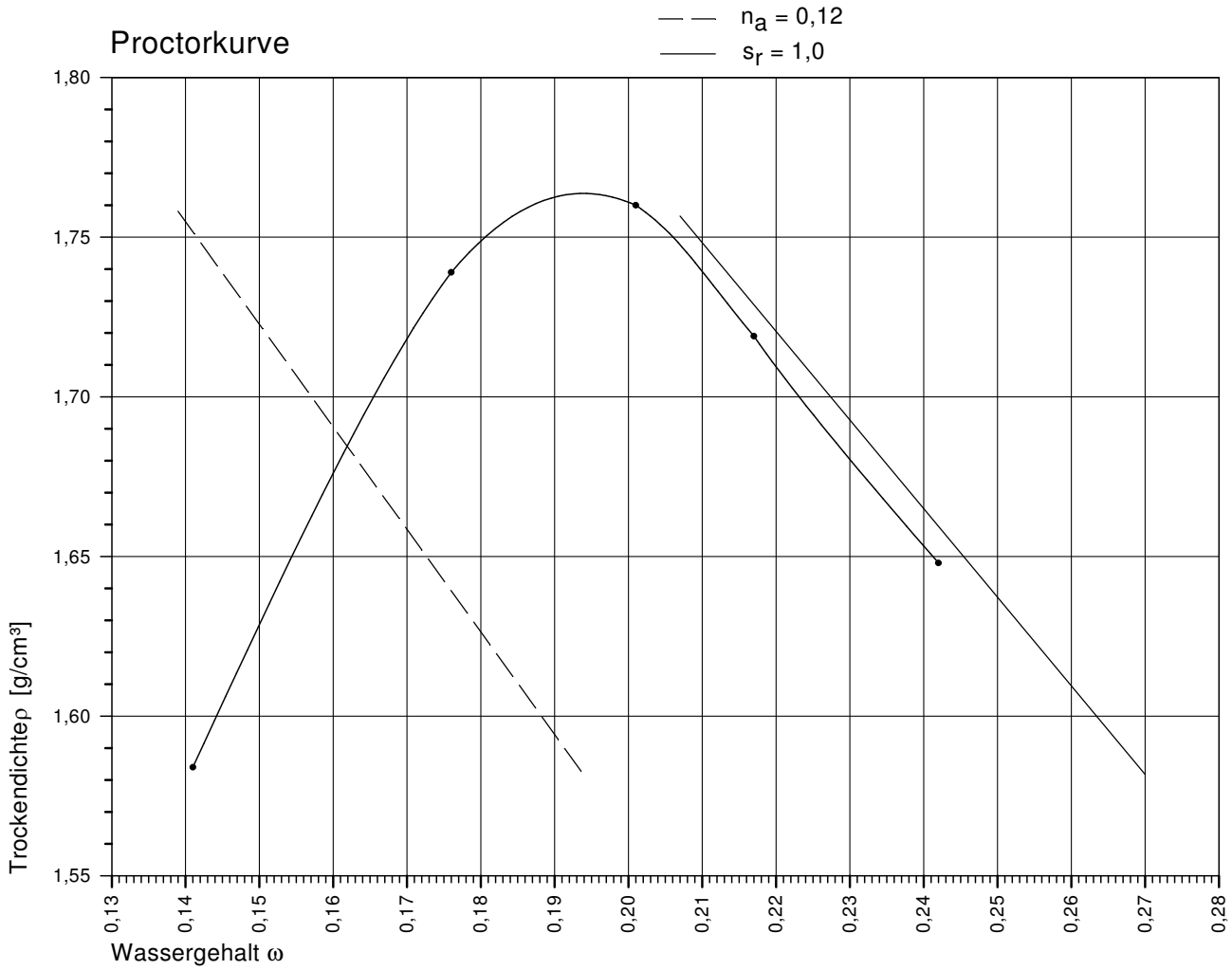
Ing.-Ges. für Geowissenschaften und Umwelttechnik mbH - Geotechnisches Labor 95326 Kulmbach
Bergstraße 20 - Tel. 09221/83449 - Fax 09221/84174

Auftr.-Nr. : **16060**	Anlage	**2**
Unters.-Nr. : **16162**		
Auftraggeber : **J. Meyer GmbH, Weidenberg**		

Projekt: Eignungsprüfung Ton

Proctorversuch nach DIN 18 127

Entnahmestelle : **Tongrube Würnsreuth,**	Entnahmedatum : **22.06.2016**
Mischprobe Halde	Bodenart : **Ton, schluffig, s', g' (Tst)**
Proctordichte ϱ_{Pr} : **1,76** g/cm³	Bodengruppe DIN 18 196: **TM**
Korrigierte Proctordichte ϱ'_{Pr} : g/cm³	Proctorversuch DIN 18 127- **100 Y**
Optimaler Wassergehalt w_{Pr} : **0,194**	Größtkorn : **8,000** mm
Korr. opt. Wassergehalt w'_{Pr} :	Überkornanteil ü : **0,000**



28.08.2016 Bemerkung: Die Untersuchungen wurde an einer auf 8 mm zerkleinerten Probe durchgeführt. Gepr.:

Ing.-Ges. für Geowissenschaften und Umwelttechnik mbH - Geotechnisches Labor 95326 Kulmbach Bergstraße 20 - Tel. 09221/83449 - Fax 09221/84174	Auftr.-Nr. : **16060** Unters.-Nr. : **16162**	Anlage **3**
	Auftraggeber : **J. Meyer GmbH, Weidenberg**	

Projekt: Eignungsprüfung Ton

Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes n. DIN 18 130 und des Verdichtungsgrades

Entnahmestelle : **Tongrube Würnsreuth** **Mischprobe Halde**	Entnahmedatum : **22.06.2016** Unters.-Datum : **29.-30.08.2016**
Bodenart : Ton, schluffig, s', g' (Tst)	Versuchsart : DIN 18 130 - TX - DE - ST - UO
Probenart : gestört eingebaut, Dpr = 100,0 %	Durchströmung : von unten nach oben

Länge des Probekörpers	l_0	[m]	**0,0700**	
Querschnittsfläche	A	[m²]	**$7{,}24 \times 10^{-03}$**	
Feuchtdichte	ϱ	[g/cm³]	**2,10**	
Trockendichte	ϱ_d	[g/cm³]	**1,76**	
Proctordichte	ϱ_{Pr}	[g/cm³]	**1,76**	Versuch Unters.-Nr.: **16162**
Verdichtungsgrad	D_{Pr}	[%]	**100,0**	
Korndichte	ϱ_s	[g/cm³]	**2,769**	
Porenanteil	*n*		**0,36**	
Porenzahl	*e*		**0,57**	
Luftporenanteil	n_a		**0,023**	
Wassergehalt vor Versuch	*w*		**0,194**	
Wassergehalt nach Versuch	*w*		**0,208**	
Optimaler Wassergehalt	w_{Pr}		**0,194**	Versuch Unters.-Nr.: **16162**
Wassergehalt D_{pr}=95 %	$w_{0,95}$		**0,158 / 0,233**	Versuch Unters.-Nr.: **16162**
Sättigungsdruck	σ_3	[bar]	**8,00**	
Sättigungszahl vor Versuch	*S*		**0,94**	
Sättigungszahl nach Versuch	*S*		**1,00**	

Zeitdifferenz	Δ t	[s]	**28.920**	**59.700**	**28.920**		
Hydraulisches Gefälle	max. i		**30,14**	**29,37**	**27,83**		
Hydraulisches Gefälle	min. i		**29,37**	**27,83**	**27,11**		
Temperatur	T	[°C]	**24,3**	**24,3**	**24,4**		
Durchlässigkeitsbeiwert	k_T	[m/s]	**$2{,}5 \times 10^{-10}$**	**$2{,}5 \times 10^{-10}$**	**$2{,}5 \times 10^{-10}$**		
Durchlässigkeitsbeiwert	k_{10}	[m/s]	**$1{,}7 \times 10^{-10}$**	**$1{,}7 \times 10^{-10}$**	**$1{,}7 \times 10^{-10}$**		
Mittelwert	k_{10}	[m/s]	**$1{,}7 \times 10^{-10}$**				

Bemerkungen :	31.08.2016	Gepr.:	Sch

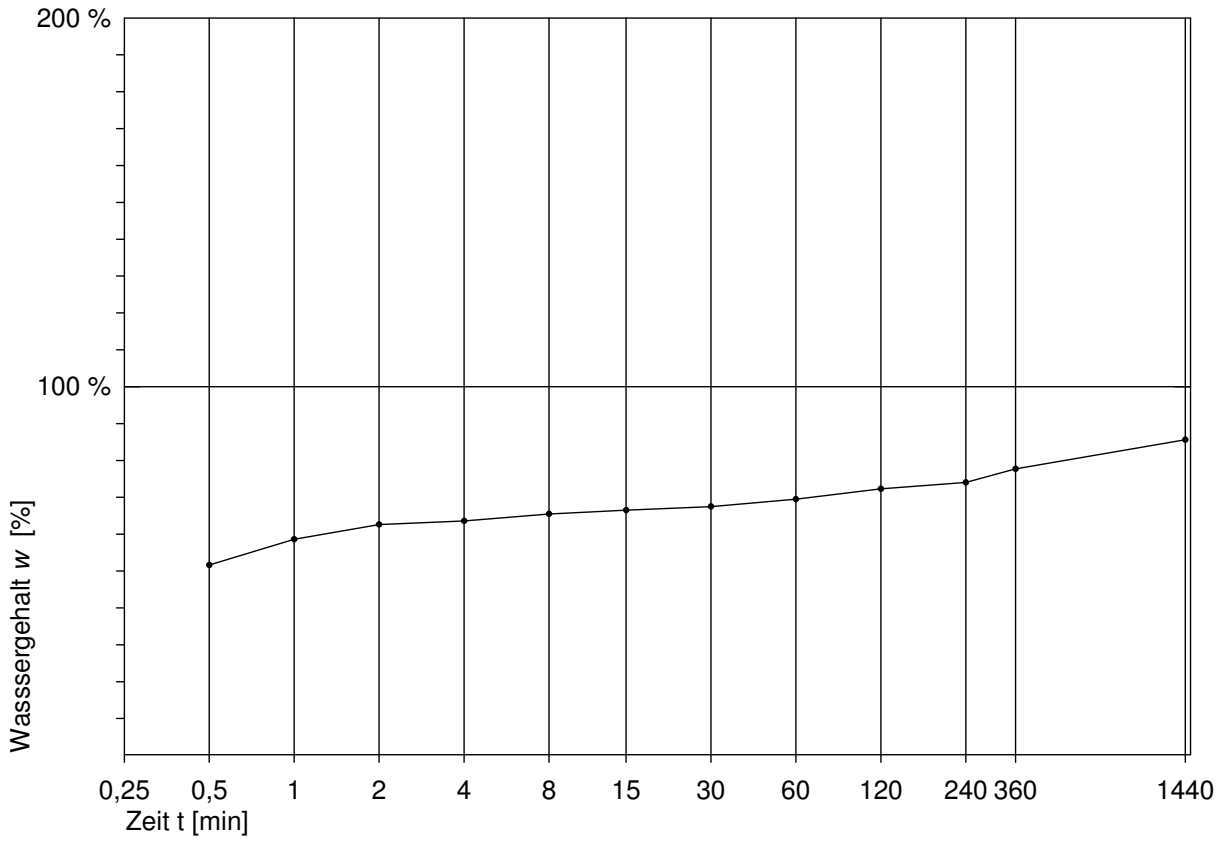
Ing.-Ges. für Geowissenschaften und Umwelttechnik mbH - Geotechnisches Labor 95326 Kulmbach
Bergstraße 20 - Tel. 09221/83449 - Fax 09221/84174

Auftr.-Nr. : **16060**	Anlage	**4**
Unters.-Nr. : **16162**		
Auftraggeber : **J. Meyer GmbH, Weidenberg**		

Projekt: Eignungsprüfung Ton

Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens nach DIN 18 132

Entnahmestelle : **Tongrube Würnsreuth**	Entnahmedatum : **22.06.2016**
Mischprobe Halde	Bodenart : **Ton, schluffig, s', g' (Tst)**
Massenant. d. Körner <0,4 mm : **80,5** %	Hinweise :
Raumtemperatur min. : **23,1** °C	
Raumtemperatur max. : **23,5** °C	Wasseraufnahmevermögen w_A: **85,6** %



30.08.2016

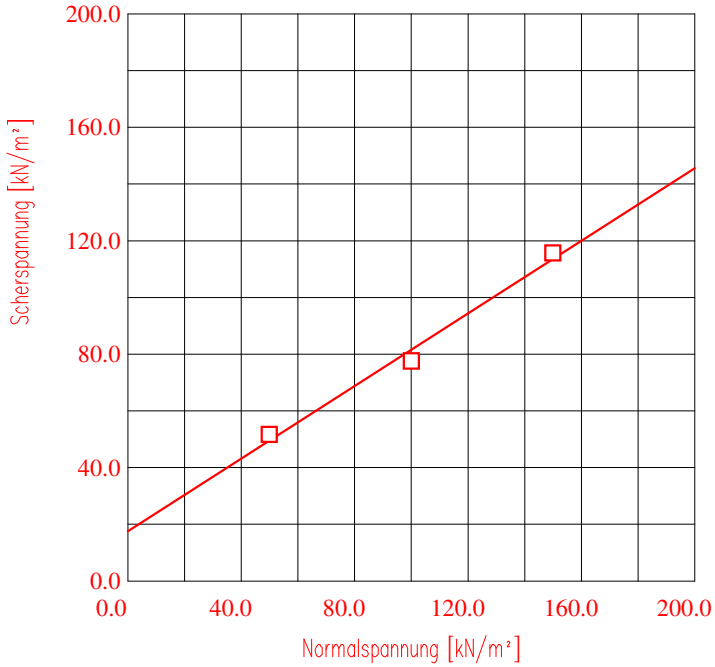
Gepr.:

I.G.U. - Ing.-Gesellschaft für
Geowissenschaften & Umwelttechnik mbH
Bergstraße 20 - 95326 Kulmbach
Tel. 09221/83449 - Fax 09221/84174

Name	16162
ProjNr.	16060
Anlage	5
Projekt	J. Meyer GmbH, Weidenberg - Eignungsprüfung Ton

DIREKTER SCHERVERSUCH
Rahmenscherversuch
Schergeraden

Entnahmestelle	Tongrube Würnsreuth, Mischprobe Halde
Entnahmetiefe	
Entnahmetag	22.06.2016
Bodenart	Ton, schluffig, schwach sandig, schwach kiesig (Tst)
Einbau	gestört eingebaut bei Feuchtdichte = 2,10 und w = 0,194
ausgeführt am	28.09.-07.10.2016
ausgeführt von	Best. d. Scherfestigkeit erfolgte an d. Kornfraktion < 4 mm



☐ Bruchparameter

Reibungswinkel	32.62 [°]
Kohäsion	17.58 [kN/m²]
Korrelation	0.99

○ Gleitparameter

Reibungswinkel	---- [°]
Kohäsion	---- [kN/m²]
Korrelation	----

Nr.	Normalspannung kN/m² Bruch	Gleiten	Bruchspannung kN/m²	Bruchweg mm	Gleitspannung kN/m²	Gleitweg mm
3	150.0	150.0	115.57	3.39	-----	-----
2	100.0	100.0	77.60	9.12	-----	-----
1	50.0	50.0	51.57	9.35	-----	-----

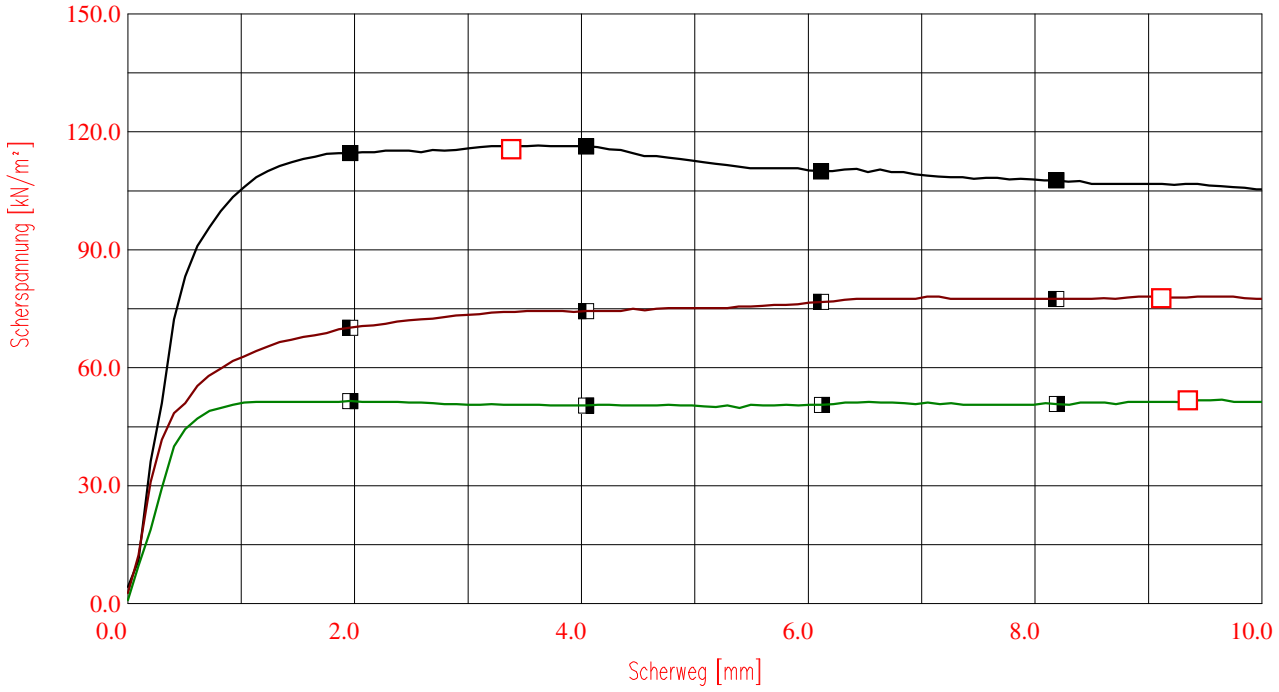
(c) Copyright Wille Geotechnik

I.G.U. - Ing.-Gesellschaft für
Geowissenschaften & Umwelttechnik mbH
Bergstraße 20 - 95326 Kulmbach
Tel. 09221/83449 - Fax 09221/84174

Name	16162
ProjNr.	16060
Anlage	5
Projekt	J. Meyer GmbH, Weidenberg - Eignungsprüfung Ton

DIREKTER SCHERVERSUCH
Rahmenscherversuch
Scherspannungs-Weg-Diagramm

Entnahmestelle	Tongrube Würnsreuth, Mischprobe Halde
Entnahmetiefe	
Entnahmetag	22.06.2016
Bodenart	Ton, schluffig, schwach sandig, schwach kiesig (Tst)
Einbau	gestört eingebaut bei Feuchtdichte = 2,10 und w = 0,194
ausgeführt am	28.09.-07.10.2016
ausgeführt von	Best. d. Scherfestigkeit erfolgte an d. Kornfraktion < 4 mm



Nr.	Normalspannung kN/m² Bruch	Gleiten	Bruchfläche cm²	Bruchgeschw. mm/min	Gleitfläche cm²	Gleitgeschw. mm/min
3 ■	150.0	150.0	40.00	0.00800	-----	-----
2 ◧	100.0	100.0	40.00	0.00800	-----	-----
1 ◨	50.0	50.0	39.95	0.00800	-----	-----

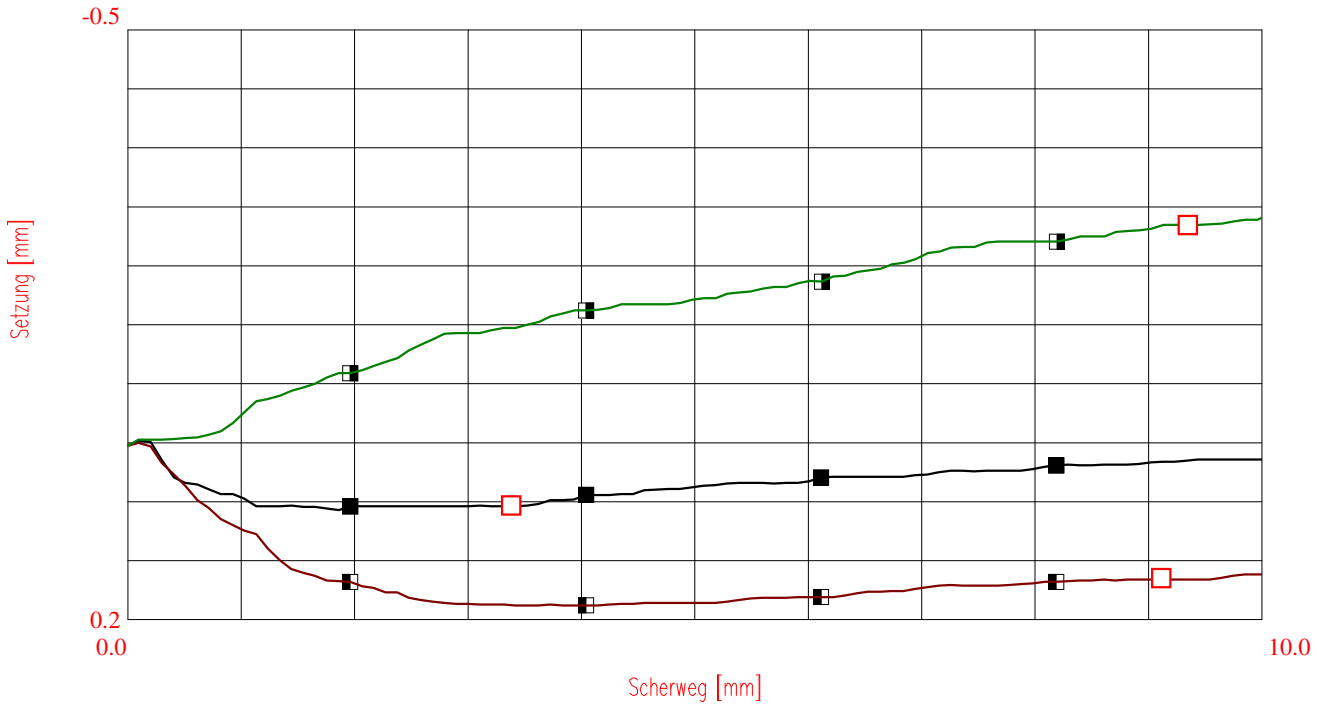
(c) Copyright Wille Geotechnik

I.G.U. - Ing.-Gesellschaft für
Geowissenschaften & Umwelttechnik mbH
Bergstraße 20 - 95326 Kulmbach
Tel. 09221/83449 - Fax 09221/84174

Name	16162
ProjNr.	16060
Anlage	5
Projekt	J. Meyer GmbH, Weidenberg - Eignungsprüfung Ton

DIREKTER SCHERVERSUCH
Rahmenscherversuch
Setzungs-Weg-Diagramm

Entnahmestelle	Tongrube Würnsreuth, Mischprobe Halde
Entnahmetiefe	
Entnahmetag	22.06.2016
Bodenart	Ton, schluffig, schwach sandig, schwach kiesig (Tst)
Einbau	gestört eingebaut bei Feuchtdichte = 2,10 und w = 0,194
ausgeführt am	28.09.-07.10.2016
ausgeführt von	Best. d. Scherfestigkeit erfolgte an d. Kornfraktion < 4 mm



Nr.	Normalspannung kN/m² Bruch	Gleiten	Setzung bei Bruch mm	Setzung bei Gleiten mm	Probenhöhe Scherbeginn mm	Maximale Setzung mm
3	150.0	150.0	0.08	-----	19.20	0.08
2	100.0	100.0	0.17	-----	19.05	0.20
1	50.0	50.0	-0.28	-----	19.23	0.00

(c) Copyright Wille Geotechnik

Dr. Peer-L. Gehlken
Prüfung mineralischer Roh- und Reststoffe

Prüfbericht

Thema	**Tonmineralogische Untersuchungen**
Projekt	**Deponie Steinmühle** **Mineralische Dichtung** **Grube Würnsreuth**
Auftraggeber	**I.G.U. - Ingenieurgesellschaft für** **Geowissenschaften & Umwelttechnik mbH**
Auftrag vom	**7. Juli 2014**
Projekt Nr.	**9003/14**
Seiten	**5**
Ausfertigung	**1**

Dr. Peer-L. Gehlken
Prüfung mineralischer Roh- und Reststoffe

Am Siester 4
37154 Northeim

☎ (05551) 9190384
Fax (05551) 9190385

Sparkasse Göttingen
BLZ 26050001
Konto 100411669

1. Vorgang

Zur tonmineralogischen Untersuchung erhielt ich von der I.G.U. - Ingenieurgesellschaft für Geowissenschaften & Umwelttechnik mbh, Kulmbach, eine Probe mineralischen Dichtungsmaterials mit der Bezeichnung:

Projekt:	Deponie Steinmühle
Entnahmestelle:	Grube Würnsreuth
Datum:	04.07.2014.

Im Rahmen dieser Arbeit sollte

1 tonmineralogische Phasenanalyse an der Gesamtprobe

durchgeführt werden.

Die Probe wurde am 08.07.2014 auf dem Postweg zugestellt.

2. Methodik

Die Bestimmung des semiquantitativen Mineralbestandes erfolgt mit Hilfe einer Methodenkombination, bestehend aus röntgendiffraktometrischen (RDA) und infrarotspektroskopischen (FTIR) Arbeitsverfahren. Vor Versuchsbeginn wird das Probenmaterial bei 40 ºC getrocknet, repräsentativ geteilt und im Zuge der Probenpräparation werden für die Röntgendiffraktometeraufnahmen (RDA) und für die Infrarotspektren (FTIR) folgende Spezialpräparate angefertigt:

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

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

Die röntgendiffraktometrischen Analysen werden an einem PHILIPS PW 1710-BASIS-Röntgendiffraktometer und die Infrarot-Messungen an einem MATTSON 3020 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 (RDA) und Infrarotspektroskopie (FTIR) lässt sich bei den Bestimmungen der einzelnen Mineralphasen ein relativer Fehler von kleiner 10 % einhalten.

3. Untersuchungsergebnisse

3.1 Mineralbestand

Wie die in Tabelle 1 zusammengestellten Untersuchungsergebnisse zeigen, wird in dem hier analysierten mineralischen Dichtungsmaterial folgende Tonmineral/Phyllosilikat-Paragenese

Illit/dioktaedrischer Glimmer + Illit-Smektit + Smektit + Chlorit

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

Tabelle 1: Nachgewiesene Mineralphasen (Gew. %)
Deponie Steinmühle, mineralisches Dichtungsmaterial, Grube Würnsreuth

Probe	Σ TM	Il./Gl.	Il.-Sm.	Smektit	Chlorit	Quarz	Albit	Kfsp.	Calcit	Dolomit	Goethit	org. M.
Grube Würnsreuth	81	48	18	2	13	7	1	2	2	5	< 1	< 1

(Σ TM Summe Tonminerale/Phyllosilikate; Il./Gl. Illit/dioktaedrischer Glimmer;
Il.-Sm. unregelmäßige Illit-Smektit-Wechsellagerungen; Kfsp. Kalifeldspat;
org. M. organisches Material, infrarotspektroskopisch nachgewiesen)

Hinsichtlich der mengenmäßigen Verteilung der Phyllosilikate dominieren in dem Untersuchungsmaterial die Illite/dioktaedrischen Glimmer, die als innerkristallin nicht quellfähige Dreischichtminerale klassifiziert werden, gegenüber den anderen Phyllosilikaten.

Durch einen Solvationstest mit Glycerin konnte festgestellt werden, dass in der Probe auch innerkristallin quellfähige Dreischichtminerale – Smektite – und unregelmäßige Illit-Smektit-Wechsellagerungen vorhanden sind. Während die unregelmäßigen Illit-Smektit-Wechsellagerungen in dem Probenmaterial stark vertreten sind, treten die Smektite nur untergeordnet auf.

Neben den Iliten/dioktaedrischen Glimmern, den unregelmäßigen Illit-Smektit-Wechsellagerungen und den Smektiten kommen in dem Untersuchungsmaterial auch Chlorite vor.
Chlorite können als innerkristallin nicht quellfähige Vierschichtminerale aufgefasst werden.

Die tonmineralogischen Eigenschaften der untersuchten Probe werden in erster Linie von den Illiten/dioktaedrischen Glimmern, den unregelmäßigen Illit-Smektit-Wechsellagerungen und den Chloriten geprägt.

Der Tonmineralanteil der Gesamtprobe beträgt:

$$\sum \text{ TM } = 81 \text{ Gew. \%.}$$

Der Richtwert von mindestens 10 Gew. % Tonmineralanteil in der Gesamtprobe, der für die mineralische Dichtungsschicht erforderlich ist, ist für die hier untersuchte Probe somit sicher nachgewiesen.

Außer den phyllosilikatischen Phasen liegen in der Probe das Oxid/Tektosilikat Quarz (7 Gew. %) und die Tektosilikate Albit (1 Gew. %) und Kalifeldspat (2 Gew. %) vor.

Darüber hinaus ist in der hier analysierten Probe ein Karbonatgehalt in Form von Calcit (2 Gew. %) und Dolomit (5 Gew. %) enthalten. Die Summe der Karbonatminerale beträgt

$$\sum \text{ Calcit + Dolomit } = 7 \text{ Gew. \%,}$$

wobei der für den Karbonatanteil (TA-Siedlungsabfall, Deponierichtlinie) vorgegebene Richtwert von $\leq$ 15 Gew. % nicht überschritten wird.

Das Vorhandensein von Calcit und Dolomit lässt auf die Existenz eines wirksamen Karbonat-Puffersystems schließen, das sich unter anderem auch in einer „schwach alkalischen“ Reaktion der Probe widerspiegeln müsste.

Außerdem kann in der Probe das Eisenoxidhydroxid Goethit (< 1 Gew. %) identifiziert werden.

Infrarotspektroskopisch wird in der Probe ein geringer Anteil an organischer Substanz (< 1 Gew. %) diagnostiziert.

Abschließend wird festgestellt, dass die hier analysierte Probe mineralischen Dichtungsmaterials aus der Entnahmestelle Grube Würnsreuth gemäß TA-Siedlungsabfall bzw. Deponierichtlinie aus tonmineralogischer Sicht für die Verwendung als Dichtungsmaterial für die mineralische Dichtung als geeignet einzustufen ist.

Northeim, den 21. Juli 2014

(Dr. Peer-L. Gehlken)