



Technische Universität Graz  
Erzherzog-Johann-Universität

Institut für Bodenmechanik,  
Grundbau und Numerische  
Geotechnik

Geotechnisches Labor

Vorstand:  
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.  
Roman Marte

Laborleiter:  
Oberrat Dipl.-Ing. Otto Leibniz

Rechbauerstraße 12  
A-8010 Graz, AUSTRIA

Tel.: +43 (0)316 873-6231  
Fax: +43 (0)316 873-6238

[margit.rueckert@TUGraz.at](mailto:margit.rueckert@TUGraz.at)

[www.soil.tugraz.at](http://www.soil.tugraz.at)

Graz, 10.05.2019

The, Lb

AUFTRAGGEBER:

**Gebr. Trippl Transporte GmbH**

Winklerstraße 54  
8605 Kapfenberg

TITEL:

**Attest**

**über die Eignungsprüfung im Labor  
von Material aus  
der Lehmabbaustelle Wiedenbergl,  
8644 St. Lorenzen / Mürztal,**

**zur Verwendung als  
mineralisches Dichtmaterial  
von Massenabfall- und Reststoffdeponien**

14. MAI 2019

## Inhaltsverzeichnis

1	VERANLASSUNG.....	3
2	UNTERLAGEN.....	4
3	LABORUNTERSUCHUNGEN.....	6
4	ERGEBNIS DER EIGNUNGSPRÜFUNG .....	14
5	ANLAGENVERZEICHNIS .....	16

## 1 VERANLASSUNG

Am 10.04.2019 wurde dem Institut für Bodenmechanik, Grundbau und Numerische Geotechnik der Technischen Universität Graz von Herrn Günter Loschan, Geschäftsführer der Gebr. Tripl Transporte GmbH, Winklerstraße 54, 8605 Kapfenberg, der Auftrag zur Durchführung einer Eignungsprüfung an „Lehmabbaumaterial grau-braun“ von der Lehmabbaustelle Wiedenberg, 8644 St. Lorenzen / Mürztal, zur Verwendung als mineralisches Dichtmaterial von Massenabfall- und Reststoffdeponien gemäß ÖNORM S 2074-2:2009 und nach der Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Deponien (Deponieverordnung 2008), BGBl. II Nr. 39/2008, mit den Novellen BGBl. II Nr. 185/2009, BGBl. II Nr. 178/2010, BGBl. II Nr. 455/2011 und BGBl. II Nr. 104/2014 erteilt.

Das vom Geotechnischen Labor des Institutes für Bodenmechanik und Grundbau der Technischen Universität Graz zu untersuchende Material wurde von Herrn Thomas Theißl, stellvertretender Laborleiter des gegenständlichen Labors, im Beisein von Herrn Hannes Holzer, Grundstückseigentümer des o.a. Abbaugebietes, aus 3 Baggerschürfen entnommen und in das Geotechnische Labor transportiert (Labornummer 20726).

## 2 UNTERLAGEN

- U1 ÖNORM S 2074-2:2004 – Geotechnik im Deponiebau, Teil 2: Erdarbeiten
- U2 Verordnung des Bundesministers Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Deponien (Deponieverordnung 2008), BGBl. II Nr. 39/2008, mit den Novellen BGBl. II Nr. 185/2009, BGBl. II Nr. 178/2010, BGBl. II Nr. 455/2011 und BGBl. II Nr. 104/2014
- U3 ÖNORM EN ISO 17892-1:2015 – Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts
- U4 ÖNORM B 4411:2009 – Geotechnik - Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung von Fließ-, Plastizitäts- und Schrumpfgrenze unter Einbeziehung der VORNORM ÖNORM CEN ISO/TS 17892-12
- U5 ÖNORM EN ISO 17892-4:2016 – Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung
- U6 ÖNORM EN ISO 17892-3:2016 – Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 3: Bestimmung der Korndichte
- U7 ÖNORM EN ISO 17892-2:2015 – Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 2: Bestimmung der Dichte des Bodens
- U8 ÖNORM B 4414-2:1979 – Erd- und Grundbau; Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung der Dichte des Bodens; Feldverfahren
- U9 ÖNORM B 4416:1978 – Erd- und Grundbau; Untersuchung von Bodenproben; Grundsätze für die Durchführung und Auswertung von Scherversuchen

- U10 ÖNORM B 4418:2007 – Geotechnik - Durchführung von Proctorversuchen im Erdbau
- U11 ÖNORM EN 13286-2:2010 – Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische - Teil 2: Laborprüfverfahren für die Trockendichte und den Wassergehalt - Proctorversuch
- U12 ÖNORM EN 17892-5:2017 – Erd- und Grundbau; Untersuchung von Bodenproben; Grundsätze für die Durchführung und Auswertung von Kompressionsversuchen
- U13 ÖNORM B 4422-1:1992 – Erd- und Grundbau - Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit - Laborprüfungen
- U14 ÖNORM B 4810:2006 – Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Frostsicherheit von Gemischen für ungebundene Tragschichten im Straßen- und Flugplatzbau
- U15 ÖNORM B 4424:2015 – Geotechnik - Laborversuche an Bodenproben - Bestimmung des organischen Anteiles
- U16 RVS 11.06.26:1987 – Wasseraufnahme der Kornklassen kleiner 0,125 mm (Enslin-Versuch)

### 3 LABORUNTERSUCHUNGEN

#### 3.1 Allgemeines

Entsprechend der geplanten Verwendung des oben angeführten Materials als mineralisches Dichtmaterial im Deponiebau wurde seine Eignung gemäß ÖNORM S 2074, Teil 2, Kap. 5.1.1., mittels folgender Versuche untersucht:

- Bestimmung der Korndichte gemäß ÖNORM EN ISO 17892-3
- Sieb-Schlämmanalyse gemäß ÖNORM EN ISO 17892-4
- Ermittlung der Standard-Proctorkurve gemäß ÖNORM B 4418 und ÖNORM EN 13286-2 (Verdichtungsverhalten nach Proctor)
- Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit gemäß ÖNORM B 4422-1
- Bestimmung des organischen Anteiles gemäß ÖNORM B 4424
- Scherversuche gemäß ÖNORM B 4416
- Kompressionsversuch gemäß ÖNORM EN 17892-5
- Bestimmung des Wassergehaltes gemäß ÖNORM EN ISO 17892-1
- Bestimmung der Zustandsgrenzen nach Atterberg gemäß ÖNORM B 4411
- Bestimmung der Wasseraufnahme nach Enslin gemäß RVS 11.06.26
- Bestimmung der Schrumpfgrenze gemäß ÖNORM B 4411
- Qualitative und semiquantitative Tonmineralanalyse gemäß ÖNORM B 4810

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in den Anlagen 1 bis 8 dargestellt.

Auf die wichtigsten Untersuchungen soll in den folgenden Abschnitten im Detail eingegangen werden:

### **3.2 Ermittlung der Korndichte gemäß ÖNORM EN ISO 17892-3**

Die Korndichte eines Bodens wird laut ÖNORM EN ISO 17892-3 definiert als die Masse der festen Einzelbestandteile bezogen auf das Volumen der Einzelbestandteile, einschließlich ihrer von der Messflüssigkeit nicht benetzten Hohlräume. Die Korndichte ist demnach die Rohdichte der Einzelbestandteile eines Bodens.

Ermittelt wird dieser Parameter mit dem Pyknometerverfahren.

Das untersuchte Material weist eine Korndichte von  $\rho_s = 2,62 \text{ g/cm}^3$  auf (siehe Anlage 1 und 2).

### **3.3 Bestimmung der Korngrößenverteilung durch Nasssiegung mit nachfolgender Schlämmanalyse gemäß ÖNORM EN ISO 17892-4**

Für die Bestimmung der Korngrößenverteilung wurde die Probe (Labornummer 20726) einer Nasssiegung unterzogen. Dafür wurde diese zunächst in eine Siebmaschine mit komplettem Siebsatz unter Wasserspülung aufgegeben. Der aus der Siebmaschine austretende Schlämmenteil  $d < 0,063 \text{ mm}$  wurde gemeinsam mit dem Spülwasser aufgefangen und einer Sedimentations- bzw. Schlämmanalyse unterzogen. Dabei wurde nach Zugabe von Natrium-Pyrophosphat ( $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$ ) zur Vermeidung einer Teilchenagglomeration die Dichte der Suspension in Abhängigkeit von der Zeit mittels eines speziellen Aräometers gemessen.

Das Ergebnis ist tabellarisch in Anlage 3 und grafisch in Anlage 4 dargestellt.

Die Kornverteilungsanalyse ergab einen Massenanteil  $d < 0,002 \text{ mm}$  (Tonanteil) von 22,9 M-%, einen Massenanteil  $0,002 < d < 0,063 \text{ mm}$  (Schluffanteil) von 67,3 M-%, einen geringen Anteil  $0,063 < d < 2 \text{ mm}$  (Sandanteil) von 6,0 M-% sowie einen ebenfalls geringen Kiesanteil von 3,8 M-%.

Das Größtkorn liegt bei 8 mm.

Bodenmechanisch wird das untersuchte Korngemisch als gr“ sa' cl Si, also als „sehr gering kiesiger, gering sandiger, toniger Schluff“ bezeichnet. Der wirk-same Korndurchmesser  $d_{10}$  liegt weit unter  $1 \mu\text{m}$ .

### **3.4 Untersuchung des Verdichtungsverhaltens nach Standard-Proctor ge-mäß ÖNORM B 4418 und ÖNORM EN 13286-2**

Ein Boden lässt sich in dem Maße verdichten, in dem es gelingt, seinen Po-renanteil  $n$  zu verringern und gleichzeitig seine Trockendichte  $\rho_d$  zu erhöhen. Dazu ist eine Verdichtungsarbeit erforderlich, der allerdings die Reibungskräf-te im Korngerüst entgegen wirken. Im Anfangsstadium des Versuches neh-men mit zunehmendem Wassergehalt diese Reibungskräfte ab, und es wird eine gewisse Verdichtung erreicht. Ab einem bestimmten Wassergehalt, dem sogenannten optimalen Wassergehalt, nimmt die Verdichtbarkeit jedoch wie-der ab, weil sich das Porenwasser durch die aufgebrauchten dynamischen Kräfte nicht mehr verdrängen lässt. Beim optimalen Wassergehalt ist folglich die Verdichtung, bezogen auf eine bestimmte Verdichtungsarbeit, ein Maxi-mum. Dem Standard - Proctor ist eine Verdichtungsarbeit von  $0,6 \text{ MNm/m}^3$  zugeordnet. Mit ihr ergibt sich als maximale Trockendichte  $\rho_d$  die Proctordich-te  $\rho_{Pr}$ .

Insgesamt wurden mit dem zu untersuchenden Material gemäß ÖNORM B 4418 und ÖNORM EN 13286-2 5 Proben mit unterschiedlichem Wassergehalt hergestellt (siehe Anlage 5).

Der optimale Wassergehalt liegt bei  $w_{opt} = 29,3 \text{ M-\%}$  und die einem Verdich-tungsgrad von  $D_{Pr} = 100 \text{ \%}$  entsprechende Proctordichte bei  $\rho_{Pr} = 1,42 \text{ g/cm}^3$  (siehe Anlage 5)

### **3.5 Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes bei konstanter Druckhöhe gemäß ÖNORM B 4422-1**

Der Durchlässigkeitsbeiwert  $k_{10}$  wird für fein- und gemischtkörniges Material bis zu einem Korndurchmesser von  $20 \text{ mm}$  gemäß ÖNORM B 4422-1 an Pro-ben mit Abmessungen von  $10 \text{ cm}$  Durchmesser und  $12 \text{ cm}$  Höhe in triaxialen Durchlässigkeitszellen bei einem hydraulischen Gefälle von  $i = 30$  bestimmt.



Die Einbaudichte lag mit  $\rho_d = 1,36 \text{ g/cm}^3$  bei  $D_{Pr} = 95,8 \%$  (siehe Anlage 1 und 2). Der Einbau bei einem Wassergehalt von  $w = 33,8 \text{ M-\%}$  (siehe Anlage 1 und 2) lag 4,5 M-% über dem Proctroptimum.

Für die  $k_{10}$ -Bestimmung wurden die Proben nach der Verdichtung mit einer Gummihülle versehen und in die triaxialen Durchlässigkeitszellen eingebaut.

Nach dreiwöchigem Verbleib in der triaxialen Durchlässigkeitszelle ergaben die Messungen Durchlässigkeitsbeiwerte  $k_{10} = 2,2 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$  (siehe Anlage 1 und 2).

Die Ergebnisse machen deutlich, dass schon bei einem Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} = 95,8 \%$  der Standard-Proctordichte der für die Eignungsprüfung im Labor geforderte  $k_{10}$  - Wert von  $5 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$  unterschritten wird und bei entsprechender Verdichtung auch in situ ein  $k_{10}$  - Wert von kleiner  $1 \cdot 10^{-9} \text{ m/sec}$  sicher erreichbar ist.

### **3.6 Bestimmung des organischen Anteils mittels Glühverlust gemäß ÖNORM B 4424**

Der Gehalt an organischen Bestandteilen wurde durch den Masseverlust bei wiederholtem Glühen bei einer Temperatur von  $600^\circ\text{C}$  bestimmt. Dieser Masseverlust wird auf die Trockenmasse bezogen und in Prozent angegeben. Es ergab sich ein Glühverlust von  $c_{\text{org},600} = 4,6 \text{ M-\%}$  (siehe Anlage 1 und 2).

### **3.7 Bestimmung der Scherfestigkeit im Rahmenscherversuch gemäß ÖNORM B 4416**

Die Bestimmung des effektiven Reibungswinkels  $\phi'$ , der Kohäsion  $c'$  und des Restreibungswinkels  $\phi_r$  erfolgte mittels konsolidiert - drainierter Rahmenscherversuche in Scherbüchsen mit Probenabmessungen von  $100 \times 100 \times 20 \text{ mm}$  bei konstanter Verformungsgeschwindigkeit. Um das Entstehen von Porenwasserdrücken in den teilgesättigten Proben während des Schervorganges zu verhindern, waren unterhalb und oberhalb der Probe Filtersteine angeordnet. Die Schergeschwindigkeit betrug  $0,003 \text{ mm/min}$ .

Bei diesen Versuchen kann Boden bis zu einem Korndurchmesser von  $d \leq 4$  mm eingebaut werden.

Vor dem Abschervvorgang wurde der eingebaute Boden über einen Zeitraum von 72 Stunden mit einer Normalspannung von  $\sigma_c = 300$  kN/m<sup>2</sup> konsolidiert. Die beim Schervorgang aufgebrauchten Normalspannungen wurden zwischen 100 und 300 kN/m<sup>2</sup> variiert.

Die Ergebnisse der Scherversuche sind in der Anlage 6 dargestellt. Für die Scherfestigkeit des gegenständlichen Materials wurde eine effektive Kohäsion von  $c' = 28,8$  kN/m<sup>2</sup> und ein effektiver Reibungswinkel von  $\varphi' = 22,4^\circ$  ermittelt (siehe Anlage 6).

Zur Mobilisierung der maximalen Scherfestigkeit sind Scherwege in der Größenordnung von 6,7 bis 9,8 mm notwendig.

Weiterhin wurde in den Versuchen der Restscherwinkel  $\varphi_r$  ermittelt, indem der Scherversuch über den Bruchpunkt hinaus mit einer Schergeschwindigkeit von 2,328 mm/min fortgesetzt wurde. Dabei wurde nach Erreichen des für die Scherbüchse möglichen maximalen Scherweges die Scherrichtung umgedreht und in der Gegenrichtung weitergefahren. Dieser Prozess des Hin- und Herscherens wurde solange fortgeführt, bis ein konstanter Wert für den Scherwiderstand erreicht wurde. Der auf diese Weise gemessene Scherwiderstand wird als Restscherfestigkeit  $\varphi_r$  bezeichnet. Der zugehörige Restscherweg ergibt sich als Gesamtsumme der bei Hin- und Herscheren gemessenen Einzelscherwege.

In Anlage 6 ist auch der ermittelte Restscherwinkel angegeben. Dieser ergibt sich zu  $\varphi_r = 7,5^\circ$ .

Damit ist im Hinblick auf den Reibungswinkel des Materials, bedingt durch den geringen Reibkornanteil von nur ca. 30 M-%, die Forderung der ÖNORM S 2074, Teil 2, Kap. 5.1.1, **NICHT** erfüllt (siehe Anlage 1). Jedoch kann das Material für **Basisabdichtungen** bis zu einer Hangneigung von 50 % bei Berücksichtigung der entsprechend hohen Kohäsion **freigegeben** werden.

### 3.8 Untersuchung des Spannungs-Verformungsverhaltens im Ödometer gemäß ÖNORM EN 17892-5:2017

Die Zusammendrückbarkeit von Böden wird unter anderem mit dem Steifemodul  $E_s$  aus dem Ödometerversuch beschrieben. Dieser Parameter ist ein

Maß für die Setzung von Böden in Abhängigkeit von der Belastung. Aufgrund von Konsolidierungsvorgängen im Boden sind diese Setzungen zeitabhängig.

Es wurde ein Kompressionsversuch durchgeführt. Ziel dieser Untersuchungen war es, den Steifemodul  $E_s$  in Abhängigkeit von der Überlagerungsspannung zu bestimmen und gleichzeitig Aufschlüsse über das zeitabhängige Verformungsverhalten zu erlangen.

Der Versuch wurde im Ödometer mit einem Durchmesser von  $d = 80$  mm und einer Probenhöhe von 20 mm durchgeführt.

Die Trockendichte der Ödometerprobe betrug  $\rho_d = 1,41$  g/cm<sup>3</sup>, entspricht somit einem Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} = 99,3$  %, bezogen auf den Standard- Proctorwert.

Der Ödometerversuch dient zur Erfassung des Setzungsverhaltens. Die Belastung erfolgte in den 7 Laststufen  $\sigma = 10, 20, 40, 80, 160, 320$  und weiter auf 640 kN/m<sup>2</sup>. Die Belastungsdauer wurde jeweils mit der Erreichung des Endes der Primärsetzung gemäß ÖNORM EN 17892-5:2017 determiniert und danach auf die nächste Belastungsstufe weitergeschaltet.

### **Versuchsergebnis:**

Anlage 7 zeigt den Verlauf der Setzungen in Abhängigkeit von der in den Laststufen 1 bis 6 aufbrachten Vertikalspannung  $\sigma$ .

Die durchgeführten Kompressionsversuche ergaben bei 30 % bis 70 % des Normalspannungsbereiches von Basisabdichtungen bei einer Deponieauflast (angenommen: 25 m Müllschüttung mit einer Einbaudichte von ca. 15 kN/m<sup>3</sup>) von ca. 375 kN/m<sup>2</sup> (30 % = 0,1125 MN/m<sup>2</sup>, 70 % = 0,2625 MN/m<sup>2</sup>), Belastungsstufen von 0,08 bis 0,16 MN/m<sup>2</sup> und 0,16 bis 0,32 MN/m<sup>2</sup>, Steifemoduln von  $E_s = 6,5$  bzw. 9,2 MN/m<sup>2</sup> (siehe Anlage 1 und 7).

Der in der ÖNORM S 2074, Teil 2, Kap. 5.1.1, geforderte Steifemodul von  $E_s = 35$  MN/m<sup>2</sup> ist als Richtwert für gemischtkörnige Basisabdichtungen gedacht, die nach dem Fuller-Prinzip aufgebaut sind, und daher kein Grenzwert für Abdichtungsmaterialien wie im vorliegenden Fall.

Unter Belastungen und Verformungen werden keine Wasserdurchlässigkeitsänderung eintreten, da ausreichend tonig-schluffiges Material mit kontrollier-

tem Sandgehalt vorhanden ist, sodass durch Kriechvorgänge langsame Verformungen rissefrei aufgenommen werden können. Daher sollte der Steifemodul für dieses Abdichtungsmaterial nicht zu hoch sein. Vorhandene Tonminerale haben das Bestreben, im feuchten Milieu unter Überlagerungsdruck Mikrorisse selbst zu schließen.

### 3.9 Bestimmung der Plastizität

Zur Bestimmung der Plastizität wurden die Zustandsgrenzen nach Atterberg lt. ÖNORM B 4411 im natürlichen Zustand mit entionisiertem Wasser bestimmt.

Beim feinkörnigen Boden ist der Wassergehalt für seine Zustandsform, also seine Konsistenz, durch die seine Tragfähigkeit bestimmt wird, von ausschlagender Bedeutung. Mit abnehmendem Wassergehalt geht ein feinkörniger Boden vom flüssigen in den bildsamen (plastischen), dann halbfesten und schließlich in den festen Zustand über.

Diese Vorgänge wurden von Atterberg folgendermaßen definiert:

Die Fließgrenze  $w_L$  ist der Wassergehalt am Übergang von der flüssigen zur bildsamen Zustandsform.

Die Ausrollgrenze  $w_P$  ist der Wassergehalt am Übergang von der bildsamen zur halbfesten Zustandsform.

#### **Fließgrenze:**

Der Wassergehalt an der Grenze zwischen dem flüssigen und dem bildsamen Zustand ist die Fließgrenze  $w_L$ . Sie wird im Fließgrenzenapparat von Casagrande bestimmt. Eine Bodenprobe von 200 bis 300 g muss vor dem Versuch mit Wasser angereichert und gut durchgeknetet werden. Sie darf keine Körner mit  $d > 0,4$  mm enthalten. Diese Probe wird in die Messingschale gestrichen. Danach wird mit einem Furchenzieher eine Furche gezogen. Durch Drehen mit der Handkurbel (2 Umdrehungen pro Sekunde) wird die Schale dann so oft angehoben (10 mm) und wieder fallengelassen, bis sich die Furche am Boden der Schale auf einer Länge von 1 cm geschlossen hat. Die Anzahl der erforderlichen Schläge wird festgestellt und der Wassergehalt der Probe be-

stimmt. Der Wassergehalt der Probe, bei dem sich die Furche nach 25 Schlägen schließt, wird als Fließgrenze bezeichnet.

**Ausrollgrenze:**

Der Wassergehalt an der Grenze zwischen plastischem und halbfestem Zustand wird als Ausrollgrenze  $w_P$  bezeichnet. Die vorbereitete Probe (siehe Fließgrenze) wird dabei so lange auf einer saugenden Unterlage (Filterpapier, Tonziegel) zu 3 mm dicken Röllchen ausgerollt, wieder zusammengeknetet und ausgerollt, bis die Röllchen bei 3 mm Dicke zu bröckeln beginnen. Dann wird der Wassergehalt einer mind. 5 g schweren Probe bestimmt. Der Mittelwert des Wassergehaltes aus mind. 3 Versuchen wird als Ausrollgrenze  $w_P$  bezeichnet.

Die Atterberg'schen Konsistenzgrenzen am Kornanteil  $d < 0,4$  mm der untersuchten Materialprobe (Labornummer 20726) (i.e. ca. 96 % des Gesamtmaterials), mit einer Fließgrenze von  $w_L = 67,5$  M-% und einer Plastizitätsgrenze ergeben eine Bildsamkeitszahl von  $I_p = 18$  M-% (siehe Anlage 1 und 2).

Die Bestimmung der Wasseraufnahme nach Enslin-Neff ergab Werte von  $Q_e = 142$  % und das Ergebnis der Bestimmung der Schrumpfgrenze lt. ÖNORM B 4411 liegt bei  $w_{SL} = 43,5$  % (siehe Anlage 1).

Da der natürliche Wassergehalt der Probe bei  $w_n = 34,1$  M-% liegt (siehe Anlage 1 und 3) und damit 4,8 M-% über dem Proctoroptimum, aber unter der Plastizitätsgrenze von  $w_P = 49,5$  M-% und unter der Schrumpfgrenze von  $w_{SL} = 43,5$  %, ergibt sich die Konsistenzzahl  $I_C$  für die untersuchte Materialprobe mit 1,9, was auf eine feste Konsistenz des Ausgangsmaterials hinweist.

Aufgrund eines entsprechenden Ton- und Schluffkornanteiles des Materials (Korngröße  $< 0,063$  mm) von 90,2 M-% (siehe Anlage 1, 3 und 4) bei insgesamt 72% Schichtsilikatanteil der Korngröße  $< 0,002$  mm (siehe Anlage 1 und 8) ist die Wasseraufnahme dazu passend hoch.

#### 4 ERGEBNIS DER EIGNUNGSPRÜFUNG

Die nach Standard-Proctor erreichbare maximale Trockendichte beträgt  $1,42 \text{ g/cm}^3$  bei einem optimalen Wassergehalt von 29,3 M-% (siehe Anlage 1 und 5).

Um unter Baustellenbedingungen zuverlässig einen Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_{10} < 1,0 \cdot 10^{-9} \text{ m/sec}$  und eine entsprechende Verdichtung zu erreichen, sollte das Material mit einem Wassergehalt eher auf der nassen Seite des Proctoroptimums eingebaut werden.

Der bei diesem Material für den Einbau günstige Wassergehalt liegt im Bereich von ca. 22 M-% bis max. ca. 35 M-%. Der Verdichtungsgrad beträgt damit mindestens  $D_{Pr} = 95 \%$  und die Trockendichte  $\rho_d$  mindestens  $1,35 \text{ g/cm}^3$  (siehe Anlage 5).

Der natürliche Wassergehalt des Materials liegt mit  $w_n = 34,1 \text{ M-%}$  bei einer Differenz von 1,4 M-% unter dem maximal für eine erfolgreiche Verdichtung zulässigen Wassergehalt von ca. 35,5 M-%, somit auf der nassen Seite der Proctorkurve und damit im für eine entsprechende Verdichtung günstigen Bereich.

Auf die Einhaltung des zulässigen Wassergehaltes ist trotzdem sorgfältig zu achten. Nur bei Einhaltung obiger Grenzwerte kann eine entsprechende Verdichtung und die geforderte geringe Durchlässigkeit von  $k_{10} < 1,0 \cdot 10^{-9} \text{ m/sec}$  gewährleistet werden.

Da der optimale Wassergehalt nach Standard-Proctor mit  $w_{opt} = 29,3 \text{ M-%}$  und auch der für eine erfolgreiche Verdichtung maximal mögliche Wassergehalt von ca. 35,5 M-% unter der Plastizitätsgrenze von  $w_p = 49,5 \text{ M-%}$  und auch unter der Schrumpfgrenze von  $w_{SL} = 43,5 \text{ M-%}$  liegt, ist das Material beim empfohlenen Einbauwassergehalt unempfindlich gegen Austrocknung.

Das untersuchte Bodenmaterial kann bei Einhaltung der geforderten Einbaubedingungen gemäß ÖNORM S 2074, Teil 2 ('Geotechnik im Deponiebau - Erdarbeiten'), Abschnitt 5.1.1, als **bedingt geeignet (siehe Beurteilung im Kapitel 3.7)** zum Einbau als mineralische Basisabdichtung von Massenabfall- und Reststoffdeponien bezeichnet werden.

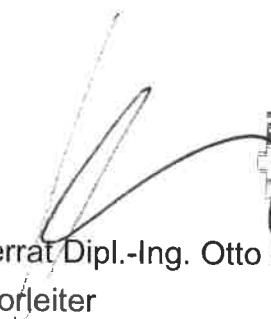
Es ist auf die Einhaltung des zulässigen Wassergehaltes zu achten, da andernfalls eine entsprechende Verdichtung und die geforderte geringe Durchlässigkeit von  $k_{10} < 1,0 \cdot 10^{-9}$  m/sec nicht erreicht werden können.

Ferner ist das untersuchte Material für eine entsprechende Schüttung und Verdichtung nur geeignet, wenn es vor Einbau und Verdichtung bei Herstellung der mineralischen Dichtschichten den entsprechenden Wassergehalt aufweist und krümelig aufbereitet bzw. homogenisiert, auf max. GK 20 mm aufgefäst, verwendet wird.

An der Abbaustelle ist darauf zu achten, dass keine oberflächennahen Bodenschichten verwendet werden, da Material mit lokalen organischen Verunreinigungen (zB. Wurzeln, o.ä.) und Überkornfraktionen aus lokalen Einschlüssen (ggf. quartäre Einlagerungen von Bachschotter) keinesfalls eingebaut werden darf.


In den unteren Lagen einer mineralischen Abdichtung dürfen gemäß oben angeführter Deponieverordnung Kornfraktionen über 63 mm nicht enthalten sein und die oberste Lage darf keine scharfkantigen Körner aufweisen sowie ein Größtkorn von 20 mm nicht überschreiten.

Maßgebend bleiben in jedem Fall die in der ÖNORM S 2074 und in der Verordnung geforderten Grenzwerte.

  
Oberrat Dipl.-Ing. Otto Leibniz  
Laborleiter

 **Technische Universität Graz**  
Institut für Bodenmechanik, Grundbau  
und Numerische Geotechnik  
Rechbauerstraße 12, A-8010 Graz



  
Thomas Theißl  
Stv. Laborleiter

## **ANLAGENVERZEICHNIS**

- Anlage 1: Ergebnisse der Eignungsprüfung in einer Zusammenstellung der Kennwerte gemäß ÖNORM S 2074, Teil 2, Kap.5.1.1.
- Anlage 2 und 3: Zusammenstellung aller bodenmechanischen Untersuchungsergebnisse
- Anlage 4: Kornverteilungslinie gemäß ÖNORM EN ISO 17892-4
- Anlage 5: Standard-Proctorkurve mit Sättigungslinie gemäß ÖNORM B 4418 und ÖNORM EN 13286-2
- Anlage 6: Ergebnis der Scherversuche gemäß ÖNORM B 4416
- Anlage 7: Ergebnis des Kompressionsversuchs gemäß ÖNORM EN 17892-5:2017
- Anlage 8: Ergebnis der qualitativen und semiquantitativen Tonmineralanalyse gemäß ÖNORM B 4810





# INSTITUT FÜR BODENMECHANIK, GRUNDBAU UND NUMERISCHE GEOTECHNIK

## GEOTECHNISCHES LABOR

A-8010 GRAZ, RECHBAUERSTRASSE 12, AUSTRIA  
TEL.: +43(0)316 / 873 - 6237 FAX: +43(0)316 / 873-6238


**AUFTRAGGEBER:**

Gbr. Trippl Transporte GmbH

**BEZEICHNUNG:**

Tonabbau  
Wiedenberg / 8644  
St. Lorenzen /  
Mürztal

**LABORNUMMER:**  
20726

**PROJEKTNUMMER:**  
3086

**PROJEKT:**

Eignungsprüfung gemäß ÖNORM S 2074-2 und DVO 2008

**BEARBEITER:**

The

**DATUM:**

07.05.2019

## EIGNUNGSPRÜFUNG IM LABOR MINERALISCHE BASISDICHTUNG

### ALLGEMEINE KENNWERTE

Kennwerte	Prüfung gemäß	Daten d. Eignungsprüfg.	Grenzwerte	
Korngrößenverteilung	ÖN EN 17892-4	22,9 % Cl; 67,3 % Si; 6,0 % Sa; 3,8 % Gr	$d_{max} = 63$ mm (empfohlener Richtwert) Anteil Korndurchmesser < 0,06 mm sollte mehr als 15 % betragen	
Wassergehalt (wie entnommen)	ÖN EN 17892-1	$w_n = 34,1$ %	max. 4 % über $w_{opt}$ .	
Korndichte	ÖN EN 17892-3	$\rho_s = 2,62$ g/cm <sup>3</sup>	$\geq 2,5$ g/cm <sup>3</sup>	
Zustandsgrenzen	ÖNORM B 4411	$w_L = 67,5$ % ; $w_P = 49,5$ % $I_P = 18$ %	- -	
Schrumpfgrenze	ÖNORM B 4411	$w_{SL} = 43,5$ %	-	
Organischer Anteil bei 600°	ÖNORM B 4424	$C_{org,600} = 4,6$ %	max. 5 %	
Wasseraufnahme nach Enslin	RVS 11.06.26	$Q_e = 142$ %	80 % (Richtwert)	
Qualitative und semiquantitative Mineralbestimmung	ÖNORM B 4810	Quarz	11	Der Anteil der Korngröße $\leq 0,002$ mm sollte mindestens 50 % Tonminerale enthalten
		Felspäte	11	
		Kalzit	4	
		Dolomit	2	
		Schichtsilikate	72	

### EINBAUKRITERIEN / EIGNUNG

Kennwerte	Prüfung gemäß	Daten d. Eignungsprüfg.	Grenzwerte
Proctorversuch mit nicht vergütetem Material	ÖNORM B 4418 bzw. ÖN EN 13286-2	$\rho_{Pr} = 1,42$ g/cm <sup>3</sup> $w_{opt} = 29,3$ %	$\rho_{Pr}: 1,7$ g/cm <sup>3</sup> (Richtwert)
Proctorversuch mit vergütetem Material (Bentonitanteil max. 6 %)	ÖNORM B 4418	$\rho_{Pr} = --$ g/cm <sup>3</sup> $w_{opt} = --$ %	$\rho_{Pr}: 1,7$ g/cm <sup>3</sup> (Richtwert)
Durchlässigkeitsbeiwert, in Abh. v. d. Einbaudichte ( $\pm 3$ % von $w_{opt}$ )	ÖNORM B 4422 Teil 1	$k_{10} = 2,2 \cdot 10^{-10}$ m/s bei $w = 33,8$ % und $\rho_d = 1,36$ g/cm <sup>3</sup>	Um eine halbe Zehnerpotenz kleiner als der in der Deponiebauklasse geforderte Wert bei $i = 30 \pm 5$
Scherparameter	ÖNORM B 4416	$\varphi' = 22,4$ ° $\varphi_r = 7,5$ ° $c' = 28,8$ kN/m <sup>2</sup>	$\varphi \geq 30$ °; $c \geq 0$ (Richtwert) $\varphi \geq 25$ °; $c \geq 10$ kN/m <sup>2</sup> (Richtwert)
Kompressionsversuch ( $\rho_{Pr} \pm 2$ %)	ÖNORM B 4420	$E_s = 6,5$ MN/m <sup>2</sup> bei $\sigma = 0,08$ bis $0,16$ MN/m <sup>2</sup> bzw. $E_s = 9,2$ MN/m <sup>2</sup> bei $\sigma = 0,16$ bis $0,32$ MN/m <sup>2</sup> mit $\rho_d = 1,41$ g/cm <sup>3</sup>	$E_s \geq 35$ MN/m <sup>2</sup> im Normalspannungs- zustand des 0,3- bis 0,7- fachen der Deponieauflast (Richtwert); die Einbaudichte entspricht $\rho_{Pr} \pm 2$ %
Gefälle	geodätisch		Mindestmaß 3 %



# INSTITUT FÜR BODENMECHANIK, GRUNDBAU UND NUMERISCHE GEOTECHNIK

## GEOTECHNISCHES LABOR

A-8010 GRAZ, RECHBAUERSTRASSE 12, AUSTRIA  
TEL.: +43(0)316 / 873 - 6237 FAX: +43(0)316 / 873-6238



<b>AUFTRAGGEBER:</b> Gbr. Tripl Transporte GmbH	<b>PROJEKTNUMMER:</b> 3086	<b>AUFTRAGSNUMMER:</b> D-1217000001
<b>PROJEKT:</b> Eignungsprüfung gemäß ÖNORM S 2074-2 und DVO 2008	<b>BEARBEITER:</b> The	<b>DATUM:</b> 10.04.2019 – 07.05.2019

## ZUSAMMENSTELLUNG DER BODENMECHANISCHEN UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Labornummer		20726			
Bezeichnung		Tonabbau Wiedenberg / 8644 St. Lorenzen / Mürztal			
Bodenart	ÖN EN 14688-1 u.2 bzw. ON B 4400-1	gr <sup>1</sup> sa' cl Si			
Korndichte	ÖN EN 17892-3	$\rho_s$	g/cm <sup>3</sup>	2,62	
Dichte des feuchten Bodens	ÖN EN 17892-2 oder ÖN B 4414-2	$\rho$	g/cm <sup>3</sup>	1,82 <sup>1)</sup>	1,84 <sup>2)</sup>
Dichte des trockenen Bodens		$\rho_d$	g/cm <sup>3</sup>	1,36 (95,8% D <sub>Pr</sub> )	
Porenanteil		n	%	48	
Porenzahl		e	1	0,93	
Wassergehalt	ÖN EN 17892-1	w	%	33,8 <sup>1)</sup>	35,5 <sup>2)</sup>
Wassergehalt wie entnommen	ÖN EN 17892-1	w <sub>n</sub>	%	34,1	
Sättigungsgrad		S <sub>r</sub>	1,%	95 <sup>1)</sup>	100 <sup>2)</sup>
Fließgrenze	ÖN B 4411	w <sub>L</sub>	%	67,5	
Ausrollgrenze		w <sub>P</sub>	%	49,5	
Bildsamkeitszahl		I <sub>P</sub>	%	18	
Konsistenzzahl		I <sub>c</sub>	1	1,9	
Schrumpfgrenze		w <sub>SL</sub>	%	43,5	
Einachsiale Druckfestigkeit	ÖN B 4415	q <sub>u</sub>	N/cm <sup>2</sup>		
Reibungswinkel	ÖN B 4416	$\varphi'$	°	22,4	
Kohäsion		c'	kN/m <sup>2</sup>	28,8	
Restscherwinkel		$\varphi_r$	°	7,5	
Optimaler Wassergehalt	ÖNORM B 4418 bzw. ÖN EN 13286-2	w <sub>opt</sub>	M-%	29,3	
Proctordichte		$\rho_{d Pr}$	g/cm <sup>3</sup>	1,42	
Wirksame Korngröße	ÖN EN 17892-4	D <sub>10</sub>	mm	< 0,002	
Ungleichkörnigkeitszahl		C <sub>u</sub>	1	-	
Durchlässigkeit in der triaxialen Durchlässigkeitszelle	ÖN B 4422-1	k <sub>10</sub>	m/s	1,1 · 10 <sup>-10</sup>	
Durchlässigkeit mittels Standrohr	ÖN B 4422 Teil 2	k <sub>10</sub>	m/s		
Gehalt an organ. Anteilen	ÖN B 4424	C <sub>org,600</sub>	%	4,6	
Wasseraufnahme nach Enslin	RVS 11.06.26	Q <sub>E</sub>	Gew-%	142	

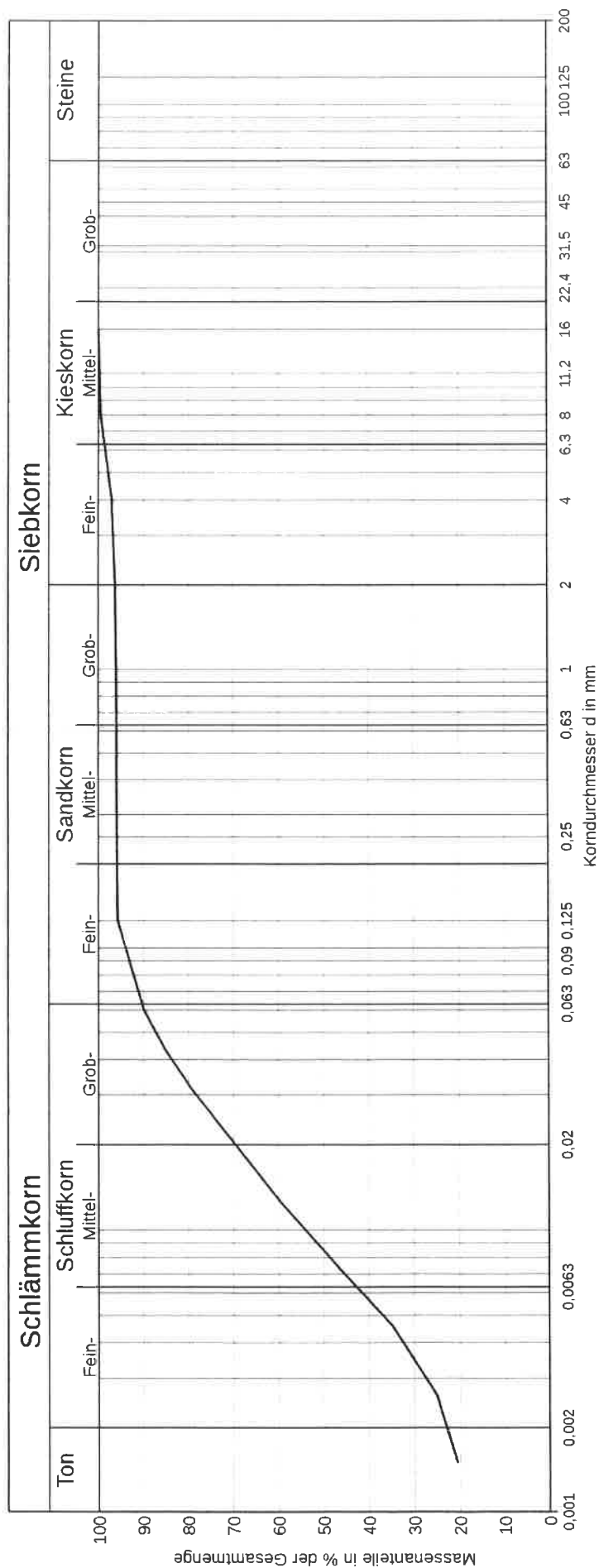
<sup>1)</sup> Daten der Probe beim Einbau in die triaxiale Durchlässigkeitszelle

<sup>2)</sup> Daten der Probe beim Ausbau aus der triaxialen Durchlässigkeitszelle



<b>Auftraggeber</b> Gbr. TRIPPL Transporte GmbH	<b>Projekt</b> Eign.-pr. gem. DVO 2008 & ÖNORM S 2074-2	<b>Proj. Nr.</b> 3086	<b>Bezeichnung</b> Tonabbau Wiedenberg Müürzt.	<b>Tiefe</b> -	<b>Bearb.</b> The	<b>Datum</b> 10.04.19 - 19.04.19
--	--	--------------------------	---	-------------------	----------------------	-------------------------------------

## KÖRNUNGSLINIE



Lab.Nr.	Signatur	Anteile kleiner $\phi$ [mm]	Ton	Schluff	Sand	Kies	Steine	Anteile größer $\phi$ [mm]	Bodenart	D10	D30	D60	Cu	Cc
20726	—	-	22,9	67,3	6,0	3,8	-	-	gr' sa' cl Si	<0,002	0,0035mm	0,0128mm	-	-


**INSTITUT FÜR BODENMECHANIK, GRUNDBAU  
UND NUMERISCHE GEOTECHNIK**
**GEOTECHNISCHES LABOR**

 A-8010 GRAZ, RECHBAUERSTRASSE 12, AUSTRIA  
 TEL.: +43(0)316 / 873 - 6237 FAX: +43(0)316 / 873-6238

**IBG**

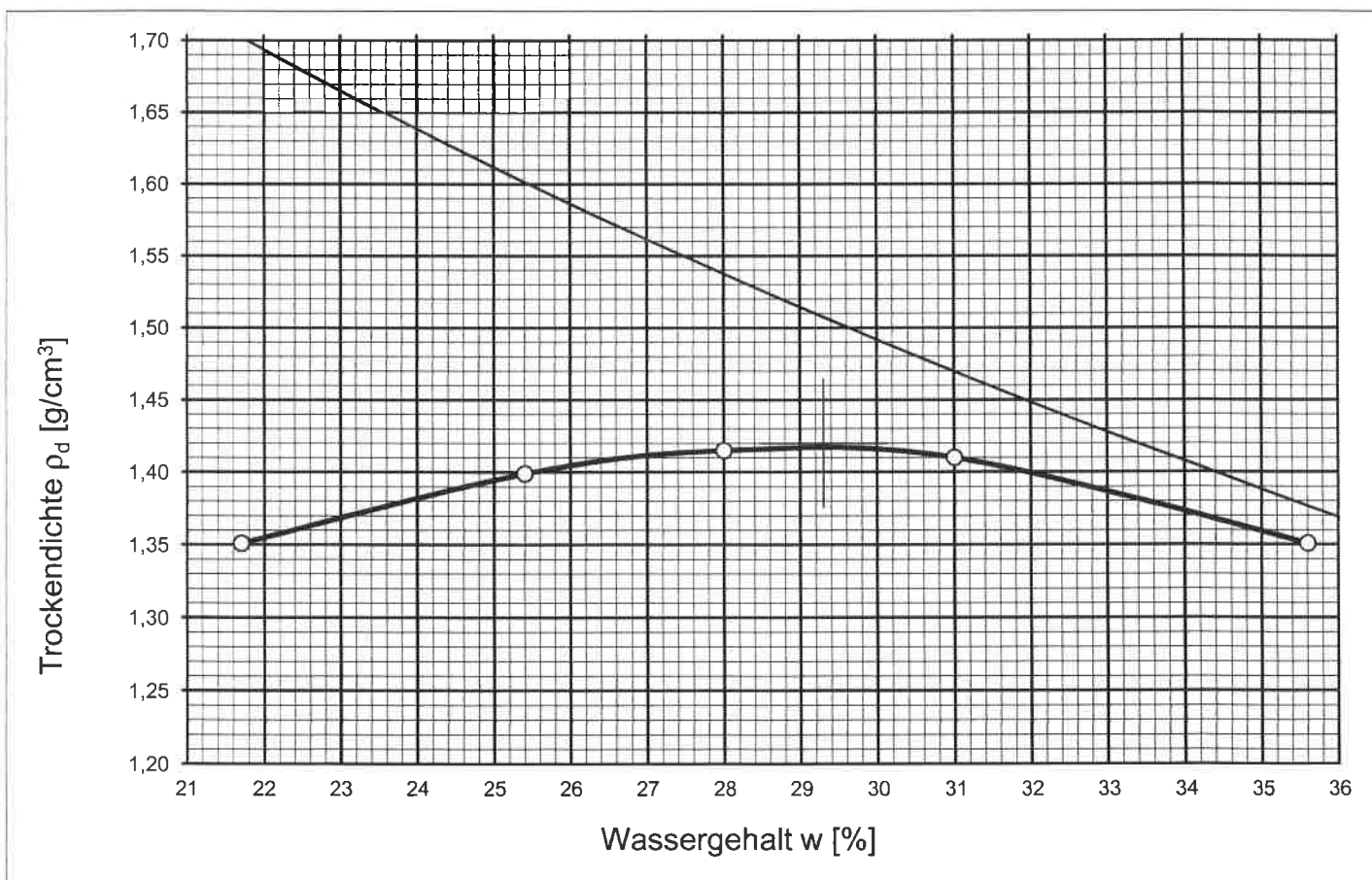
AUFTRAGGEBER: Gbr. Tripl Transporte GmbH	BEZEICHNUNG: Tonabbau Wiedenberg /8644	LABORNUMMER: 20726
	BODENART: gr" sa' cl Si	AUFTRAGSNUMMER: 3086
PROJEKT: Eignungsprüfung gem. DVO 2008 und ÖNORM S 2074-2	BEARBEITER: The	DATUM: 10.04.19 - 29.04.19

## PROCTOR-VERSUCH

GERÄT		
Durchmesser	mm	100
Höhe	mm	120



Verdichtungsenergie	MNm/m <sup>3</sup>	0,6	
---------------------	--------------------	-----	--

Überkornanteil	%	-	-
----------------	---	---	---



ERGEBNIS		
$w_{opt}$	%	29,3
$\rho_{Pr}$	g/cm <sup>3</sup>	1,42

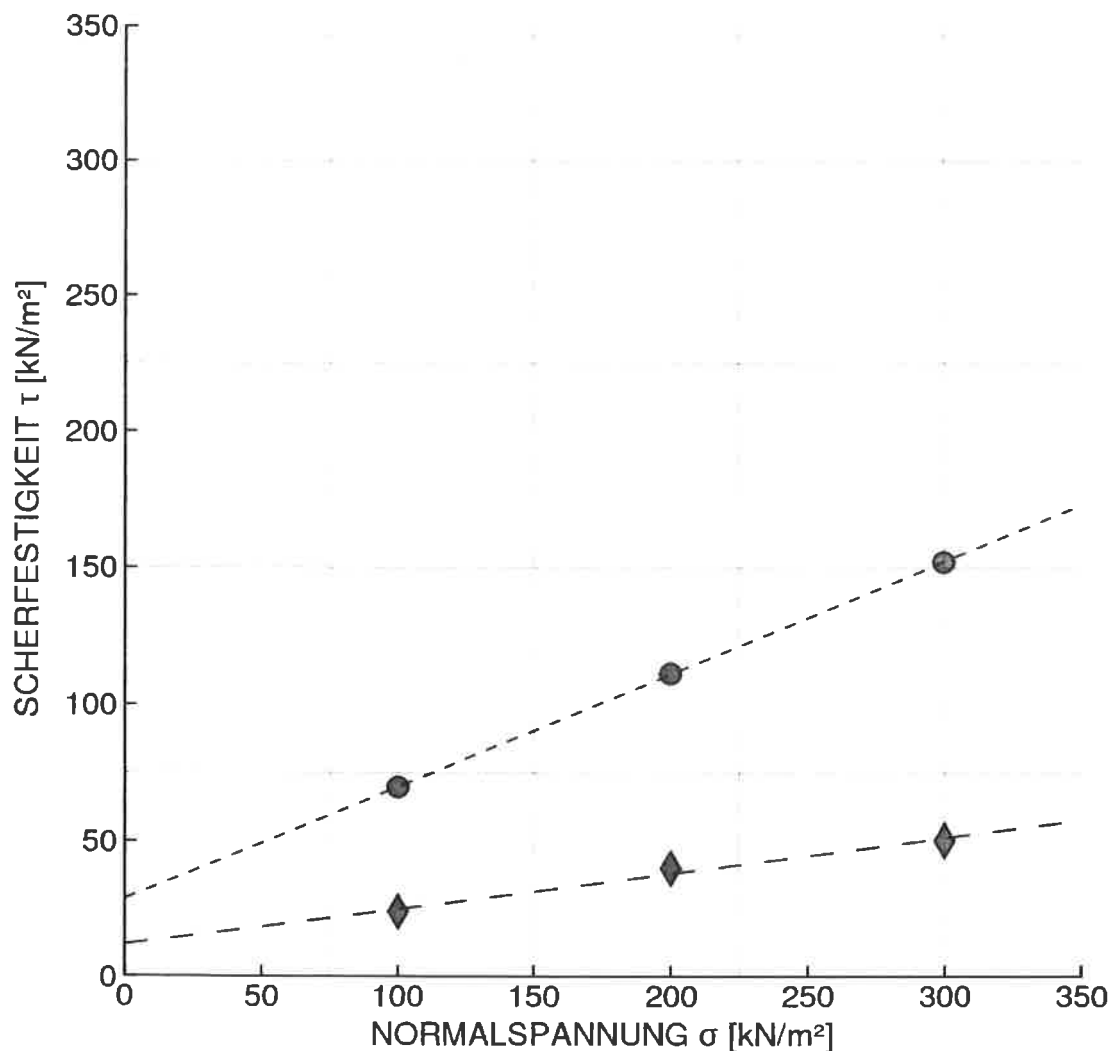
ANMERKUNG:

	<b>INSTITUT FÜR BODENMECHANIK, GRUNDBAU UND NUMERISCHE GEOTECHNIK</b> <b>GEOTECHNISCHES LABOR</b> A-8010 GRAZ, RECHBAUERSTRASSE 12, AUSTRIA Tel.: +43 (0) 316 873-6237 Fax.: +43 (0) 316 873-6238		 <b>IBG</b>
	<b>AUFTRAGGEBER:</b> <b>Gbr. TRIPPL Transporte GmbH</b>	<b>BODENART:</b> <b>gr'' sa' cl Si</b>	
<b>PROJEKT:</b> <b>Eignungsprüfung gem. DVO 2008 &amp; ÖNORM S 2074-2</b>	<b>TIEFE:</b> -	<b>AUFTRAGSNR:</b> <b>3086</b>	
<b>BEZEICHNUNG:</b> <b>Tonabbau Wiedenberg / 8644 St. Lorenzen/Mürztal</b>	<b>BEARBEITER:</b> <b>The</b>	<b>DATUM:</b> <b>12.04.19 - 20.04.19</b>	

## RAHMENSCHERVERSUCH NACH ÖNORM B 4416

Büchsengröße: 100 x 100 x 20 mm

GRÖSSTKORN: < 4 mm		Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3
KONSOLIDIERUNGSDRUCK	$\sigma_c$ kN/m <sup>2</sup>	300	300	300
KONSOLIDIERUNGSZEIT	$t_c$ h	68	68	68
NORMALSPANNUNG	$\sigma$ kN/m <sup>2</sup>	100	200	300
SCHERFESTIGKEIT	$\tau_i$ kN/m <sup>2</sup>	69,8	111,4	152,1
SCHERWEG	$s_1$ mm	6,7	9,8	9,8
RESTSCHERFESTIGKEIT	$\tau_r$ kN/m <sup>2</sup>	24,0	40,1	50,3
RESTSCHERWEG	$s_2$ mm	195,4	195,5	195,6
WASSERGEHALT nach dem Versuch	w %	39,4	36,8	35,8
REIBUNGSWINKEL ( $\phi'$ )	22,4 °	PROBENZUSTAND		gestört
KOHÄSION ( $c'$ )	28,8 kN/m <sup>2</sup>	SCHERGESCHWINDIGKEIT		0,003 mm/min
RESTSCHERWINKEL ( $\phi_r$ )	7,5 °	RESTSCHERGESCHWINDIGKEIT		2,328 mm/min





**INSTITUT FÜR BODENMECHANIK, GRUNDBAU  
UND NUMERISCHE GEOTECHNIK**

**GEOTECHNISCHES LABOR**

A-8010 GRAZ, RECHBAUERSTRASSE 12, AUSTRIA  
TEL.: +43(0)316 / 873 - 6237 FAX: +43(0)316 / 873-6238

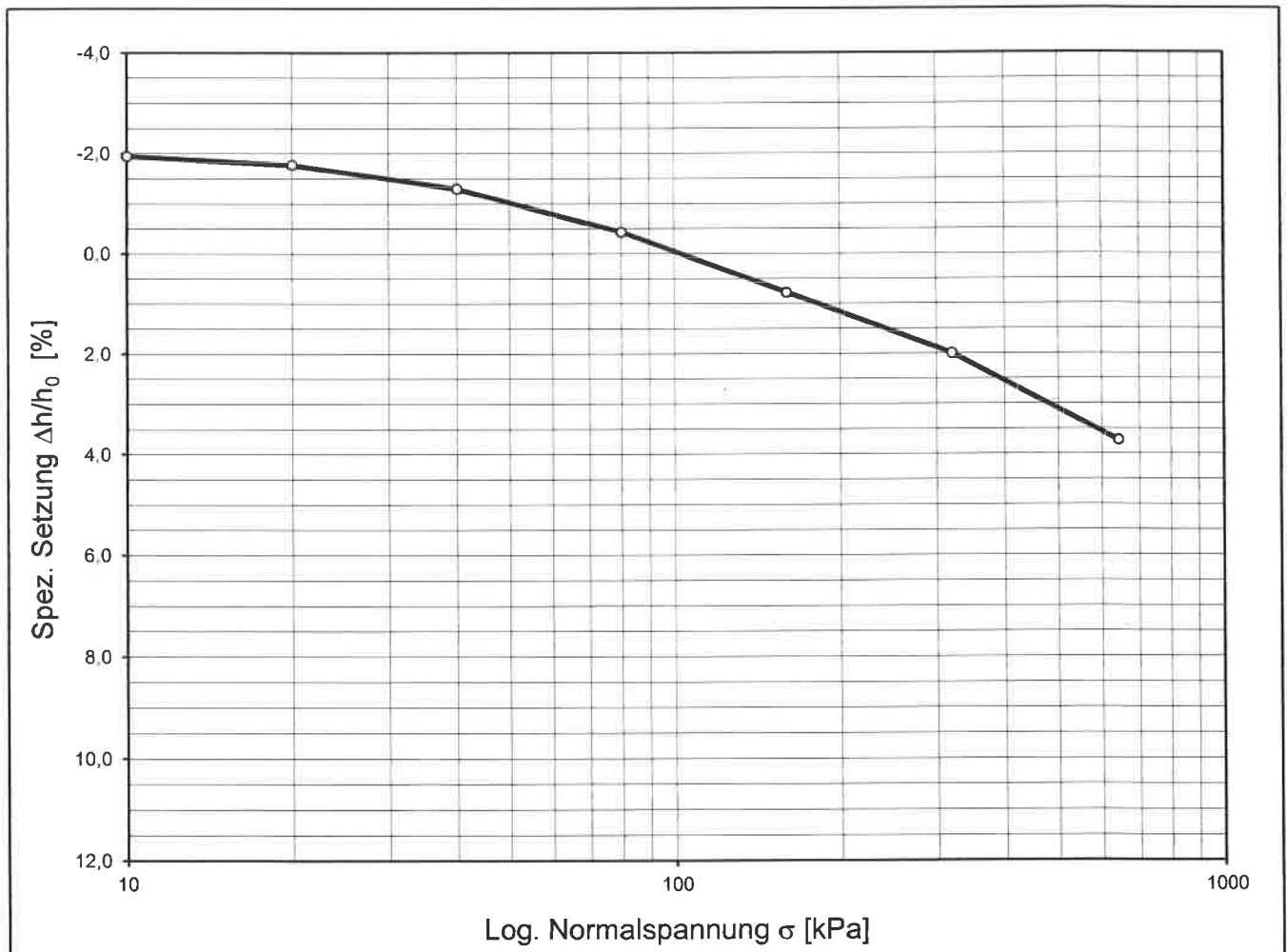


**IBG**


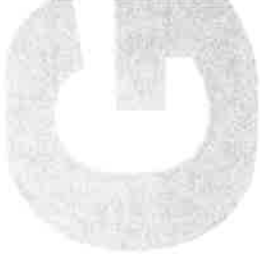

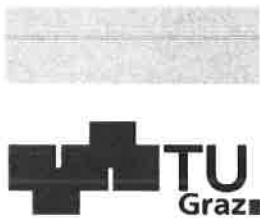

<b>AUFTRAGGEBER:</b> Gbr. TRIPPL Transporte GmbH	<b>BODENART:</b>	<b>BEZEICHNUNG:</b> Tonabbau Wiedenberg/8644 St. Lorenzen	<b>LABORNUMMER:</b> 20726
<b>PROJEKT:</b> Eignungsprüfung gem. DVO 2008 & ÖNORM S2074-2	UNGESTÖRT <input type="checkbox"/>  GESTÖRT <input type="checkbox"/>	<b>BEARBEITER:</b> Has	<b>PROJEKTNUMMER:</b> 3086  <b>DATUM:</b> 03.05.2019

**KOMPRESSIONSVERSUCH**

Einbaudichte:  $\rho_d = 1,41 \text{ g/cm}^3$  ;  $W = 31,0\%$



Erstbelastung	Laststufen [kPa]	10-20	20-40	40-80	80-160	160-320	320-640	-
Steifemodul $E_s$ [kPa]		1996	2269	3357	6545	9223	12006	-
Zweitbelastung	Laststufen [kPa]	-	-	-	-	-	-	-
Steifemodul $E_s$ [kPa]		-	-	-	-	-	-	-

     Gruppe Graz Geotechnik	<b>LABORBERICHT</b>
	Auftraggeber <b>Gbr. TRIPPL Transport GmbH</b>
	Projekttitle <b>Eignungsprüfung Lehm Tonabbau Wiedenberg 8644 St. Lorenzen/Murtal</b>  <b>Mineralogische Untersuchungen gem. RVS 8S.05.11 bzw. ÖNORM S 2074-2 und RVS 11.062</b>
	Prüflabor  Institut für Angewandte Geowissenschaften Technische Universität Graz Rechbauerstraße 12/EG A-8010 Graz geomin@mlist.tugraz.at Tel.: +43 316 873 6371  UID: ATU 574 77 929
	Bearbeiter  Markus Kaspar, MSc
Datum  Mai 2019	



## INHALTSVERZEICHNIS

1	ALLGEMEINES .....	2
2	METHODIK.....	2
2.1	Tonmineralanalysen .....	2
3	ERGEBNIS .....	3

## 1 ALLGEMEINES

Im Auftrag des Instituts für Bodenmechanik, Grundbau und Numerische Geotechnik wurde eine Probe der Fa. Gbr. TRIPPL Transport GmbH (eingelangt am 23.04.2019, interne Labornummer 12679) mit der *Bezeichnung* 20726 mineralogisch und tonmineralogisch untersucht. Die mineralogischen Analysen erfolgten mittels Röntgendiffraktometer (PANalytical X'PERT Pro und Philips PW 1830).

## 2 METHODIK

### 2.1 Tonmineralanalysen

In der ÖNORM S 2074-2 wird auf eine quantitative Mineralbestimmung gemäß RVS 8S.05.11 (Frostsicherheit) verwiesen, die wiederum für die Auswertungen auf die RVS 11.062 verweist. Die RVS 8S.05.11 wurde jedoch bereits durch die RVS 08.15.01 ersetzt, die bezüglich Messmethodik auf die ÖNORM B4810 hinweist. In Punkt 7 der ÖNORM wird die semiquantitative röntgenographische Mineralanalyse der Kornfraktion  $< 20 \mu\text{m}$  hinsichtlich der Bestimmung der Frostsicherheit von natürlichen Gemischen im eingebauten Zustand für ungebundene untere und obere Tragschichten im Straßen- und Flugplatzbau beschrieben. Laut Norm kann für spezielle Fragestellungen die Tonmineralbestimmung auch an anderen Korngrößen durchgeführt werden.

Die qualitative und semiquantitative Bestimmung der Tonmineralgruppen erfolgte in den wesentlichen Teilen nach ÖNORM B 4810.

Die Probe wurde durch Schütteln in destilliertem Wasser aufgeschlossen und mit Ultraschall dispergiert.

Im Sedimentationsverfahren wurde die Kornfraktion  $< 2\mu\text{m}$  abgetrennt.

Aus einem Teil der Suspension wurden 3 Texturpräparate auf Keramikträgern angefertigt.

Zur Differenzierung der Tonmineralgruppen wurden an je 2 Texturpräparaten Ionen-Austauschbehandlungen mit Kalium und Magnesium, sowie Quellversuche mit Glycerin und Dimethylsulfoxid durchgeführt.

Nach jedem Behandlungsschritt erfolgte eine Analyse mittels Röntgendiffraktometer (PANalytical X'PERT Pro /Cu-Röhre).

Aufgrund des Verweises in der ÖNORM S 2074-2 erfolgte zusätzlich eine semiquantitative Mineralbestimmung im Wesentlichen folgend ÖNORM 4810 Pkte 7.2, 7.3 und 7.4 und RVS 11.062 Pkte 5.4.1 und 5.5. Dazu wurde ein Teil der Suspension  $< 2 \mu\text{m}$  getrocknet und ein weitgehend texturfrees Pulverpräparat hergestellt. Die qualitative und semiquantitative Bestimmung der Minerale bzw. Mineralgruppen erfolgte mittels Röntgendiffraktometeranalyse (PANalytical X'PERT Pro /Co-Röhre) im Winkelbereich von  $6^\circ$  bis  $70^\circ 2\theta$ .

### 3 ERGEBNIS

In der Pulverprobe konnten neben Schichtsilikaten auch Anteile von Quarz, Dolomit, Kalzit und Feldspäten nachgewiesen werden.

In der RVS 11.062 ist die Bestimmung der Schichtsilikate (Tonminerale) gesamt vorgesehen. In Anlehnung an dieses Verfahren können aus dem Pulverpräparat die Anteile an Karbonaten, Feldspäten und Quarz gegenüber den Schichtsilikaten bestimmt werden. Die sich daraus ergebenden Anteile sind untenstehend angeführt:

Mineral	Anteil (%)		
Quarz	11	Probenbezeichnung: 20726 interne Labornummer: 12679	
Feldspäte	11		
Kalzit	4		
Dolomit	2		
Schichtsilikate gesamt	72	Aufteilung Schichtsilikate	
		Smektitgruppe	46
		Glimmergruppe	14
		Kaolinitgruppe	9
Chloritgruppe	3		
Summe gesamt	100		

Sp. = Spuren

  
 Markus Kaspar, MSc  
 (Sachbearbeiter)