



**Erdbaulaboratorium Essen**

Ingenieurgesellschaft  
für Geotechnik mbH

AG Essen, HRB 17324

**Essen**

Susannastraße 31

D-45136 Essen

Telefon: 02 01 - 89 59 - 6

Telefax: 02 01 - 25 37 33

[www.ele-e.de](http://www.ele-e.de)

Dresdner Bank Essen

BLZ 360 800 80

Kto. 4 040 478

Geschäftsführende

Gesellschafter:

Dipl.-Ing. Thomas Nendza

Prof.Dr.-Ing. Dietmar Placzek

 **Erdbaulaboratorium Essen** Susannastraße 31 D-45136 Essen

Firma  
Heinrich Dernbach  
Meißelstraße 29

**45476 Mülheim a.d. Ruhr**

Datum:	Bearbeitungs-Nr.:	Bearbeiter:	Zeichen:	Durchwahl/Fax/eMail:
16.12.2004	B04_57200	Dipl.-Ing. Estermann	Es/af	- 829 ulrich.estermann@ele-e.de

# Eignungsprüfung

an

# Dernoton-Fertigmischung-S

# Prüfung der Wasserdurchlässigkeit an DERNOTON-Fertigmischung-S

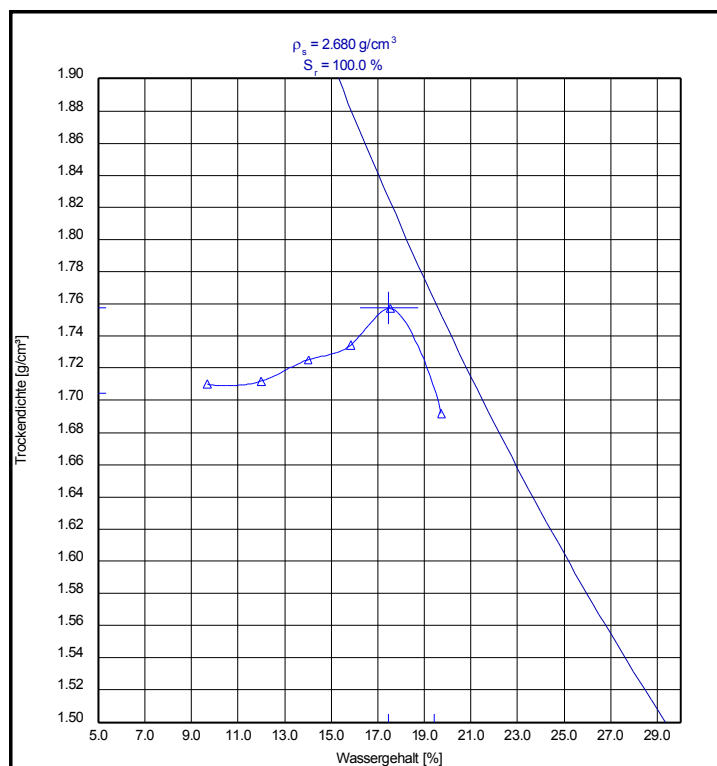


Die Prüfung der Wasserdurchlässigkeit an mineralischen Dichtungsmaterialien erfolgt gemäß DIN 18130 im Laboratorium. Die Probekörper wurden mit unterschiedlichen Verdichtungsgraden in unterschiedliche Behältnisse eingebaut und bei veränderlichen Wasserdrücken durchströmt. Zur Prüfung des Einflusses der Randumläufigkeit wurden die Proben teilweise mit Seitendruck beaufschlagt (s. Labor-Nr. 4985). Gemessen wurden die Wasserstandshöhen in Abhängigkeit von der Zeit bis zum Erreichen eines konstanten Wertes. Aus diesen Wertepaaren errechnet sich der Durchlässigkeitsbeiwert.

Labor-Nr.	Verdichtungsgrad	Seitendruck	max. Prüfdruck	entspricht einer Wassersäule von	Durchlässigkeitsbeiwert
	[-]	[bar]	[bar]	[m]	[m/s]
4984	101 %	-	0,33	3,35	$6,5 \cdot 10^{-11}$
4985	100 %	0,25	0,33	3,32	$6,9 \cdot 10^{-11}$
17449 f	100 %	-	0,69	6,90	$3,7 \cdot 10^{-10}$
17449 t	99 %	-	0,69	6,89	$4,4 \cdot 10^{-10}$
19560/1 a	97,6 %	-	0,28	2,78	$1,2 \cdot 10^{-10}$
19560/1	95,7 %	-	0,29	2,96	$1,9 \cdot 10^{-11}$



## Bestimmung der Verdichtbarkeit der DERNOTON-Fertigmischung-S



Der Proctorversuch gemäß DIN 18127 dient zur Bestimmung des Zusammenhanges zwischen der Trockendichte und dem Wassergehalt eines Bodens. Als Ergebnis lässt sich u.a. erkennen, bei welchem Wassergehalt sich ein Boden günstig verdichten lässt, um eine möglichst hohe Trockendichte zu erreichen. Zur Bestimmung der Verdichtungskennwerte der DERNOTON-Fertigmischung-S wurden insgesamt 6 Einzelversuche mit unterschiedlichen Wassergehalten ausgeführt. Daraus wurde die oben dargestellte Proctorkurve erstellt.

Im Hinblick auf eine gute Verdichtbarkeit einer Dichtungsschicht sollte der Einfluss des Wassergehaltes in weiten Grenzen liegen. Eine ausreichende Verdichtung (Verdichtungsgrad gemäß Einbauempfehlung 97 %  $D_{Pr}$ ) der DERNOTON-Fertigmischung-S ist bei Wassergehalten zwischen 10 und 18 % möglich. Dies bietet den Vorteil, dass ein Einbau mit annähernd gleichbleibender Dichtungsqualität auch bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen möglich ist.

## Bestimmung des Quellverhaltens der DERNOTON-Fertigmischung-S



Die in der Dernoton-Fertigmischung-S enthaltenen Tonminerale verursachen Quellvorgänge infolge von Wasseranlagerung. Zur Untersuchung des Quellverhaltens wurde die Quellhebung und der Quelldruck bestimmt. Mehrere Proben der Dernoton-Fertigmischung-S wurden mit optimaler Verdichtungsenergie in das Kompressionsgerät (DIN 18135 E) eingebaut und unter Wasser gesetzt. Die Hebung der Proben wurden über eine Versuchsdauer von mehreren Wochen gemessen. Zur Ermittlung des Quelldrucks wurde bei einer Probe die Belastung so gesteuert, dass keine Hebungen auftraten.

Das Quellverhalten eines Dichtungsmaterials ist wichtig für die dauerhaft dichte Umschließung von Durchdringungen (z.B. Ver- und Endsorgungsleitungen). Außerdem kennzeichnet es die Eigenschaft des Materials, Zonen mit Einbaumängeln zu „heilen“. Aus dem Quelldruck errechnet sich die notwendige Auflast auf einer Dichtungsschicht, um eine Ausdehnung nach oben zu behindern. Die Dernoton-Fertigmischung-S besitzt in Bezug auf diese Anforderungen sehr gute Eigenschaften.

## Bestimmung der Scherfestigkeit der DERNOTON-Fertigmischung-S



Mit dem Triaxialversuch gemäß DIN 18137 – D werden die Scherparameter  $\varphi$  (innerer Reibungswinkel) und  $c$  (Kohäsion) eines Bodens ermittelt. Zur Bestimmung dieser Kennwerte wurde die Derton-Fertigmischung-S in 3 Triaxialzellen mit Verdichtungsenergie eingebaut. Anschließend erfolgte zunächst die Konsolidierung der Probekörper bei allseitig gleichem Spannungszustand. Danach wurde die vertikale Belastung langsam bis zum Bruch der Proben gesteigert .

Die Kenntnis dieser bodenmechanischen Parameter ist für erdstatische Berechnungen an Dichtungsschichten z.B. im Deichbau notwendig. Anzustreben sind möglichst hohe Scherparameter, da hierdurch die notwendigen Schichtdicken beeinflusst werden. Die Derton-Fertigmischung-S weist aufgrund des hohen Sandanteils einen relativ großen Reibungswinkel ( $\varphi$   $32^\circ$  -  $35^\circ$ ) und eine mittelgroße Kohäsion ( $c$   $10 \text{ kN/m}^2$ ) auf und ist damit auch aus erdstatischer Sicht für die Erstellung von Dichtungsschichten gut geeignet.

## Bestimmung der Schwindverhaltens der DERNOTON-Fertigmischung-S



Die Schrumpfgrenze  $w_s$  gemäß DIN 18122-2 kennzeichnet den Wassergehalt eines Bodens, bei dem sich das Volumen durch Schrumpfvorgänge kaum noch ändert. Zur Versuchsdurchführung wurde die DERNOTON-Fertigmischung-S mit einem hohem Wassergehalt aufbereitet und in 4 Glasringe eingebaut. Der Inhalt der Ringe wurde bei Raumtemperatur bis zum Erreichen der Volumenkonstanz getrocknet.

Ein geringes Schrumpfverhalten einer Dichtungsschicht ist notwendig im Hinblick auf das Entstehen von Rissen durch Austrocknungsvorgänge im Boden. Die Schrumpfgrenze der DERNOTON-Fertigmischung-S wurde oberhalb von 25 % ermittelt. Bei den empfohlenen Einbauwassergehalten der DERNOTON-Fertigmischung-S zwischen ca. 10 und 18 % findet keine Volumenschrumpfung mehr statt. Daher können keine Risse entstehen, die die Dichtigkeit der fertigen Schicht beeinträchtigen.

## Bestimmung der Zusammendrückbarkeit der DERNOTON-Fertigmischung-S



Die Zusammendrückbarkeit eines Bodens wird gemäß DIN 18135 (E) bestimmt. Hierbei werden die Verformungen infolge unterschiedlicher Belastungen ermittelt. Zur Versuchsdurchführung wurde die Dernoton-Fertigmischung-S mit optimaler Verdichtungsenergie in das Kompressionsgerät eingebaut und in mehreren Laststufen belastet. Die Zusammendrückung der Probe infolge dieser Belastung wurde kontinuierlich gemessen. Aus den Wertepaaren wurden für unterschiedliche Spannungsbereiche Steifemoduln  $E_s$  errechnet.

Ein möglichst hoher Steifemodul einer Dichtungsschicht ist wünschenswert, um die infolge späterer Auflasten (z.B. Wasser bei einer Teichabdichtung) entstehenden Setzungen in der Dichtungsschicht zu minimieren. Für die Dernoton-Fertigmischung-S wurden aufgrund des hohen Sandanteils Steifemoduln  $E_s$  zwischen 17 und 40 MN/m<sup>2</sup> ermittelt. Das Material ist im Vergleich zu anderen Dichtungsmaterialien (z.B. Tonen) weniger setzungsempfindlich.

**Firma**  
Heinrich Dernbach  
Meißelstraße 29  
45476 Mülheim a.d. Ruhr

- Bearbeitungs-Nr.:  
**B01\_60106/Es/af**
- Bearbeiter:  
**Dipl.-Ing. Estermann**
- Mail:  
**ulrich.ester mann@ele-e.de**
- Fon/Fax:  
**0201 / 89 59-829 / -899**
- Ort:  
**Essen**
- Datum:  
**26.02.2009**

## **Eignungsprüfung an Derneton-Fertigmischung-S hier: Frostempfindlichkeit**

### **1. Vorbemerkung/Aufgabenstellung**

Mit Datum vom 16.12.2004 hat ELE Beratende Ingenieure die Ergebnisse einer Eignungsprüfung an der Derneton-Fertigmischung-S vorgelegt. In Ergänzung zu den damaligen, grundlegenden Untersuchungen zum bodenmechanischen Verhalten der Derneton-Fertigmischung-S werden nunmehr Aussagen zur Frostempfindlichkeit benötigt. Zur Durchführung der notwendigen Untersuchungen erhielt das ELE seitens der Firma Dernbach eine Probe aus der laufenden Produktion. Die Untersuchungsergebnisse werden nachfolgend mitgeteilt.

### **2. Untersuchungsprogramm**

Die Frostempfindlichkeit der Derneton-Fertigmischung-S wird unter Berücksichtigung der ZTV E-StB 94/97, Abs. 2.3.3.1 geprüft. Hierzu wird zunächst die Korngrößenverteilung nach DIN 18123 an der Derneton-Fertigmischung-S bestimmt. Aus der Korngrößenverteilung können weitere Kennwerte, wie die Ungleichförmigkeitszahl U abgeleitet werden, die als zusätzliches Kriterium und in Anlehnung an das Frostkriterium von A. Casagrande zu

#### **Zentrale Essen**

Susannastraße 31  
D-45136 Essen  
  
Fon: 0201 - 89 59 - 6  
Fax: 0201 - 89 59 - 899  
  
Mail: essen@ele-e.de  
[www.ele-e.de](http://www.ele-e.de)

#### **NL Berlin**

Prinzessinnenstraße 8  
D-10969 Berlin  
  
Fon: 030 - 61 69 89 - 0  
Fax: 030 - 61 69 89 - 99  
  
Mail: berlin@ele-e.de

#### **NL Frankfurt/Rhein-Main**

Darmstädter Straße 56  
D-64331 Weiterstadt  
  
Fon: 06150 - 59 22 98 - 0  
Fax: 06150 - 59 22 98 - 9  
  
Mail: frankfurt@ele-e.de

#### **ELE Beratende Ingenieure GmbH**

Erdbaulaboratorium Essen  
Amtsgericht Essen, HRB 17324  
Geschäftsführende Gesellschafter  
Prof. Dr.-Ing. Dietmar Placzek  
Dipl.-Ing. Thomas Nendza



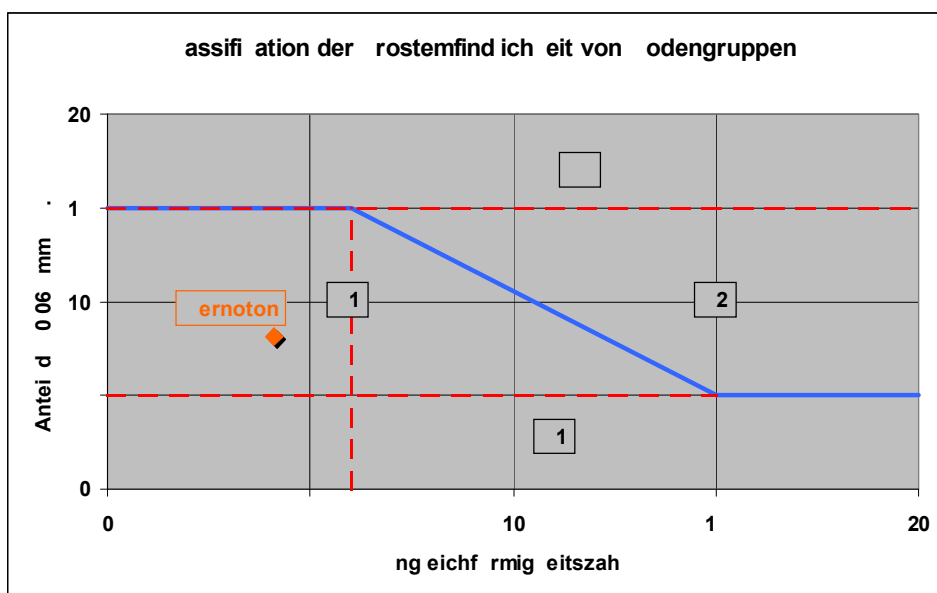
einer Einstufung in die Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB 94/97 benötigt werden.

### 3. Ergebnis der Untersuchungen

Das Ergebnis der Korngrößenbestimmung ist aus der beigefügten Anlage 1 in Form einer Körnungslinie zu ersehen. Danach handelt es sich bei der Dernoton-Fertigmischung-S vom Kornaufbau her um einen schwach schluffigen, sehr schwach kiesigen Fein- und Mittelsand. Die einzelnen Kornfraktionen können wie folgt angegeben werden:

Tonkornanteil	3,7 M.-%
Schluffkornanteil	4,4 M.-%
Sandkornanteil	90,1 M.-%
Kieskornanteil	1,8 M.-%

Die Ungleichförmigkeitszahl U wurde mit 4,1, die Krümmungszahl Cc mit 1,1 ermittelt. Danach ist die untersuchte Fertigmischung als Sand-Schluff-Gemisch (Kurzzeichen SU) nach DIN 18196 zu bezeichnen. Dieser gemischtkörnige Boden ist in die Frostempfindlichkeitsklasse F1 (nicht frostempfindlich) gemäß ZTV E-StB 94/97 einzustufen (siehe auch folgendes Bild).





Überprüft man die granulometrischen Kriterien für die Frostempfindlichkeit nach Casagrande, so liegt die Fertigmischung ebenfalls im frostsicheren Bereich, da der Anteil des Korngrößenbereich  $< 0,02$  mm bei 6 M.-% liegt. Zulässig wäre ein Anteil bis 10 M.-%.

Zusammenfassend ist danach festzustellen, dass die hier untersuchte Derno-ton-Fertigmischung-S als **nicht frostempfindlich** im Sinne der ZTV E-StB 94/97 zu bezeichnen ist. Weitergehende Untersuchungen, z.B. die Bestimmung der Frostempfindlichkeit über den CBR-Versuch nach Frost-Tauwechsel-Lagerung (TP BF-StB Teil 7.1) sind daher entbehrlich.

**Dipl.-Ing. Estermann**

Abteilungsleiter

**Verteiler:**

Fa. Dernbach

2 x (1 x pdf)