

FSB

*Baugrundmechanik*  
**Prüfungen an Lockergesteinsproben  
im Laboratorium**  
*Bestimmung der Reindichte*

**TGL**  
\* 11 462  
Blatt 5  
Gruppe 700

Verbindlich ab 1.7.1970

**1. BEGRIFFE**

- Reindichte ( $\rho_s$ ) = Verhältnis der Trockenmasse ( $m_s$ )  
zum Volumen der Festsubstanz ( $V_s$ ) der Probe
- Reinwichte ( $\gamma_s$ ) = mit der Normalbeschleunigung der Erde ( $g$ )  
multiplizierte Reindichte ( $\rho_s$ )

**2. PRÜFEINRICHTUNG****2.1. Geräte**

für Verfahren A

nach Abschnitt 3.3.1.: 100 cm<sup>3</sup>-Pyknometer nach den Standards des Fachbereiches  
40 Typ A, Genauigkeitsklasse C und geeichtes Thermometer  
mit einem Teilungswert von 0,1 grad

für Verfahren B

nach Abschnitt 3.3.2.: 100 cm<sup>3</sup>-Pyknometer nach den Standards des Fachbereiches  
40 Typ A, Genauigkeitsklasse C und Thermostat mit einer  
zulässigen Abweichung von  $\pm 0,1$  grad

**2.2. Prüfhilfsmittel**

Feinwaage bis 500 g Höchstlast, Wärmeschrank, Exsikkator, Wägegäser, Reibschale mit  
Pistill, Wasser- oder Sandbad oder Vakuum-Exsikkator mit Vakuumpumpe, Spritzflasche  
mit Prüfflüssigkeit

Die Prüfflüssigkeit ist in Abhängigkeit von der Lockergesteinsart nach Tabelle 1 zu  
wählen.

Tabelle 1

Lockergesteinsart	Art der Prüfflüssigkeit
Organische Lockergesteine	Nichtpolare Flüssigkeiten, z.B. wasserfreies Petroleum, Benzol, Xylol
Tone mit einer Aktivität nach Skempton A > 1,25	
Lockergesteine mit einem Gehalt an wasserlöslichen Salzen, die das Ergebnis der Prüfung beeinflussen	
Alle anderen Lockergesteine	Destilliertes Wasser

Anstelle von destilliertem Wasser dürfen auch nichtpolare Flüssigkeiten verwendet wer-  
den. Bei Zweifeln hinsichtlich der Einordnung des Lockergesteins ist eine nichtpolare  
Prüfflüssigkeit zu verwenden.

Fortsetzung Seite 2 bis 6

Verantwortlich: VEB Baugrund Berlin  
Bestätigt: 11.12.1969 Ministerium für Bauwesen, Berlin

### 3. GRUNDSÄTZE FÜR DIE PRÜFUNG

#### 3.1. Anzahl der Teilprüfungen

Zur Angabe von statistisch gesicherten und statistisch ungesicherten Prüfergebnissen sind die Ergebnisse von mindestens 2 Teilprüfungen erforderlich.

#### 3.2. Wägungen

Die Massen sind in g mit 3 Dezimalstellen nach dem Komma abzulesen.

#### 3.3. Bezugstemperatur

Alle Teilergebnisse nach Abschnitt 5. und Abschnitt 6. sind auf eine Temperatur von + 20 °C zu beziehen. Hierfür ist eines der folgenden Verfahren anzuwenden.

##### 3.3.1. Verfahren A

Die Messungen nach Abschnitt 5. und 6. sind bei unterschiedlichen Temperaturen des Pyknometerinhaltes im Temperaturbereich + 15 < T < + 25 °C vorzunehmen. Die Meßergebnisse sind durch temperaturabhängige Korrekturwerte ( $\Delta m$ ) auf die Bezugstemperatur abzustellen. Die Korrekturwerte ( $\Delta m$ ) sind experimentell und für jede Prüfflüssigkeit gesondert zu ermitteln.

Für die experimentelle Ermittlung der Korrekturwerte sind nur Pyknometer zu verwenden, die nach Abschnitt 5. mit destilliertem Wasser überprüft wurden. Das mit entlüfteter Prüfflüssigkeit gefüllte Pyknometer ist im Wasserbad über mindestens 0,5 h zu temperieren. Anschließend ist analog Abschnitt 5.1. die Temperatur des Pyknometerinhalts (T) auf 0,1 grad genau festzustellen, der Stopfen aufzusetzen, das Pyknometer abzutrocknen und die Masse des Pyknometers mit Inhalt ( $m'_0$ ) festzustellen. Dieser Vorgang ist mindestens 10 mal bei unterschiedlicher Temperatur zwischen 15 °C und 25 °C vorzunehmen. Die erhaltenen Wertepaare T,  $m'_0$  sind in einer Graphik einzutragen und durch eine ausmittelnde Kurve zu verbinden. Aus der Graphik ist bei 20 °C die auf die Bezugstemperatur abgestellte Masse des mit Prüfflüssigkeit gefüllten Pyknometers ( $m_0$ ) zu entnehmen. Die Korrekturwerte für das verwendete Pyknometer sind als Differenz zwischen der ermittelten Masse ( $m_0$ ) und den bei unterschiedlichen Temperaturen aus der Graphik ablesbaren Massen zu bestimmen.

Diese Ermittlung ist an mindestens 3 Pyknometern vorzunehmen. Aus den Mittelwerten der so erhaltenen Korrekturwerte der verwendeten Pyknometer ist die Tabelle der Korrekturwerte analog Tabelle 2 aufzustellen.

Wird destilliertes Wasser als Prüfflüssigkeit verwendet, so dürfen die Korrekturwerte nach Tabelle 2 angewendet werden.

Tabelle 2

Korrekturwerte ( $\Delta m$ ) in g für 100 cm<sup>3</sup>-Pyknometer in Verbindung mit destilliertem Wasser

T °C	Bezugstemperatur	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
14	-	0,088	0,087	0,086	0,085	0,083	0,082	0,081	0,080	0,079	0,077
15		0,076	0,075	0,074	0,072	0,071	0,070	0,069	0,067	0,066	0,065
16		0,063	0,062	0,061	0,059	0,058	0,056	0,055	0,054	0,052	0,051
17		0,049	0,048	0,046	0,045	0,043	0,042	0,040	0,039	0,037	0,036
18		0,034	0,032	0,031	0,029	0,028	0,026	0,024	0,023	0,021	0,019
19	0,017	0,016	0,014	0,012	0,011	0,009	0,007	0,005	0,004	0,002	
20	+	0,000	0,002	0,004	0,005	0,007	0,009	0,011	0,013	0,015	0,017
21		0,018	0,020	0,022	0,024	0,026	0,028	0,030	0,032	0,034	0,036
22		0,038	0,040	0,042	0,044	0,046	0,048	0,050	0,052	0,054	0,056
23		0,058	0,061	0,063	0,065	0,067	0,069	0,071	0,073	0,076	0,078
24		0,080	0,082	0,084	0,087	0,089	0,091	0,093	0,096	0,098	0,100
25		0,103	0,105	0,107	0,109	0,112	0,114	0,116	0,119	0,121	0,124

### 3.3.2. Verfahren B

Die Messungen nach Abschnitt 5. und Abschnitt 6. müssen  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,1$  grad vorgenommen werden. Hierbei ist das gefüllte Pyknometer über einen Zeitraum von mindestens 0,5 h in einem nach einem geeichten Thermometer auf  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,1$  grad einregulierten Thermostaten zu temperieren. Die Temperaturkorrektur entfällt somit.

### 4. VORBEREITUNG DER PROBEN

Es ist eine für alle vorgesehenen Teilprüfungen ausreichende Probenmasse zu homogenisieren. Einzelkörner mit einem Durchmesser mit  $d > 2$  mm sind auf 1 bis 2 mm zu zerkleinern.

Proben nichtbindiger und jener Lockergesteine, für deren Prüfung nach Abschnitt 2.2. nichtpolare Prüfflüssigkeiten angewendet werden, sind vor der Prüfung bei  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$  nach TGL 11462 Bl. 2 auf Massekonstanz zu trocknen. Proben bindiger Lockergesteine sind nach dem Trocknen in einer Reibschale sorgfältig zu zerkleinern, erneut 1 h zu trocknen und anschließend im Exsikkator oder in Schälchen mit eingeschliffenem Deckel auf Raumtemperatur abzukühlen. Die Trockenmasse ( $m_g$ ) ist bei Prüfbeginn zu ermitteln.

Proben bindiger Lockergesteine, für deren Prüfung nach Abschnitt 2.2. destilliertes Wasser für die Prüfung verwendet wird, sind vorzugsweise vor der Prüfung nicht zu trocknen. Die Trockenmasse ( $m_g$ ) ist am Ende der Prüfung zu ermitteln.

Proben von Lockergesteinen mit geschlossenen (inneren) Poren, z.B. Schlacke, sind nach TGL 24 336 Bl. 1 zu zerkleinern.

### 5. GRUNDEINMESSUNGEN DER PYKNOMETER

Die Grundeinmessungen sind an jedem Pyknometer vorzunehmen. Diese sind:

Die Bestimmung der Taramasse ( $m_p$ ) des Pyknometers mit Stopfen und die Bestimmung der Masse des mit entlüfteter Prüfflüssigkeit von  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  gefüllten Pyknometers ( $m_0$ ).

$m_p$  und  $m_0$  sind als Mittelwerte aus je drei Bestimmungen anzugeben.

Ist die Differenz zwischen dem Ergebnis einer Einzelbestimmung und dem Mittelwert von  $m_0$  größer als 0,003 g, so ist die Grundeinmessung zu wiederholen. Ergeben sich weiterhin Abweichungen von mehr als 0,003 g zwischen einem Einzel- und dem Mittelwert, so ist das Pyknometer unbrauchbar.

Die Grundeinmessung für jedes Pyknometer ist in einem Abstand von höchstens einem Jahr und bei ständigem Benutzen des Pyknometers in kürzeren Zeitabständen vorzunehmen.

#### 5.1. Ermittlung von $m_0$ bei Anwendung des Verfahrens A nach Abschnitt 3.3.1.

Das Pyknometer ist mit entlüfteter Prüfflüssigkeit von Raumtemperatur  $15\text{ }^{\circ}\text{C} < T < 25\text{ }^{\circ}\text{C}$  so zu füllen, daß keine Luftblasen eingeschlossen werden und die Prüfflüssigkeit bis zur Oberkante der Kapillare im Stopfen reicht. Die Außenwandung des Pyknometers ist abzutrocknen. Die in der Rille zwischen Stopfen und Pyknometerrand verbleibende Prüfflüssigkeit ist mit Fließpapier abzutupfen. Das Pyknometer darf nur am Hals gefaßt werden. Die Masse des gefüllten Pyknometers ( $m'_0$ ) ist zu ermitteln. Unmittelbar nach der Wägung ist ein Thermometer in das Pyknometer einzuführen und nach 2 min die Temperatur des Pyknometerinhalts ( $T_0$ ) auf 0,1 grad genau abzulesen. Der auf die Bezugstemperatur abgestellte Meßwert ergibt sich aus der Gleichung

$$m_0 = m'_0 + \Delta m_0$$

$\Delta m_0$  ist in Abhängigkeit von  $T_0$  der jeweiligen Tabelle der Korrekturwerte nach Abschnitt 3.3.1. oder, bei Verwendung von destilliertem Wasser, der Tabelle 2 zu entnehmen.

#### 5.2. Ermittlung von $m_0$ bei Anwendung des Verfahrens B nach Abschnitt 3.3.2.

Das mit entlüfteter Prüf Flüssigkeit bis zum Rande des Halses gefüllte Pyknometer ist mindestens 0,5 h lang auf  $20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,1 \text{ grad}$  zu temperieren. Danach ist der Stopfen aufzusetzen, das Pyknometer abzutrocknen und die Masse des gefüllten Pyknometers ( $m_0$ ) zu ermitteln. Eine Temperaturkorrektur entfällt.

### 6. DURCHFÜHRUNG DER PRÜFUNG

20 bis 30 g der nach Abschnitt 4. aufbereiteten Probe sind in das Pyknometer zu füllen. Bei Verwendung getrockneten Probenmaterials ist die Masse des mit der getrockneten Probe gefüllten Pyknometers einschließlich Stopfen ( $m_1$ ) durch Wägen zu ermitteln. Die Trockenmasse der Probe ergibt sich in diesem Falle zu

$$m_s = m_1 - m_p$$

Das Pyknometer mit der Probe ist annähernd bis zur Hälfte mit der Prüf Flüssigkeit nach Tabelle 1 aufzufüllen. Die Aufschlammung des Lockergesteins ist nach Tabelle 3 zu entlüften.

Tabelle 3

Lockergesteinsart	Art des Entlüftens
Organische und organisch durchsetzte Lockergesteine sowie solche Lockergesteine, bei deren Prüfung nichtpolare Flüssigkeiten nach Tabelle 1 angewendet werden	Aufbringen eines Unterdrucks von $\leq 200$ Torr über einen Zeitraum von mindestens 1 h oder Aufbringen eines Unterdrucks von $\leq 50$ Torr über einen Zeitraum von mindestens 0,5 h oder Aufbringen eines Unterdrucks in Höhe des Dampfdrucks der Prüf Flüssigkeit über einen Zeitraum von mindestens 5 min
Alle anderen Lockergesteine	Kochen der Aufschlammung des Lockergesteins auf dem Sand- oder im Wasserbad über einen Zeitraum von mindestens 0,5 h oder Aufbringen eines Unterdrucks wie vorstehend

Nach Abkühlen auf Zimmertemperatur ist das Pyknometer vollständig und luftblasenfrei mit entlüfteter und temperierter Prüf Flüssigkeit aufzufüllen. Die weitere Behandlung des Pyknometers hat entsprechend dem gewählten Verfahren analog Abschnitt 5. zu erfolgen.

Wägung und Temperaturmessung ergeben:

bei Verfahren A nach Abschnitt 3.3.1.: Die Werte  $m'_2$  und  $T_2$

bei Verfahren B nach Abschnitt 3.3.2.: Den Wert  $m_2$

Im Falle der Anwendung des Verfahrens A ist das Meßergebnis  $m'_2$  mit Hilfe der Temperaturkorrektur ( $\Delta m_2$ ) auf die Bezugstemperatur abzustimmen.

$$m_2 = m'_2 + \Delta m_2$$

Es bedeuten:

$m_2$  = Masse des mit Aufschlammung von  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  gefüllten Pyknometers

$m'_2$  = Masse des mit Aufschlammung von  $T_2 \neq 20 \text{ }^\circ\text{C}$  gefüllten Pyknometers

$\Delta m_2$  ist in Abhängigkeit von  $T_2$  der jeweiligen Tabelle der Korrekturwerte nach Abschnitt 3.3.1. zu entnehmen.

Im Falle der Verwendung von feuchten Proben nach Abschnitt 4. ist der Pyknometerinhalt abschließend in eine Abdampfschale zu spülen, nach dem Eindampfen und Trocknen ist die Trockenmasse ( $m_g$ ) zu ermitteln.

## 7. AUSWERTUNG DER PRÜFUNG

### 7.1. Auswertung der Teilprüfung

Die Reindichte ( $\rho_s$ ) ist nach der Gleichung

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} = \frac{m_s \cdot g}{m_s + m_0 - m_2}$$

zu berechnen.

Es bedeuten

$g$  = Dichte der Prüfliquidität

Bei der Verwendung von destilliertem Wasser darf

$g = g_w = 1,0 \text{ g/cm}^3$  angenommen werden.

Die Berechnung in  $\text{g/cm}^3$  ist auf 2, im Falle statistischer Aufbereitung auf 3 Dezimalstellen nach dem Komma vorzunehmen.

### 7.2. Ermittlung und Angabe statistisch ungesicherter Prüfergebnisse

Statistisch ungesicherte Prüfergebnisse sind als arithmetisches Mittel aus mindestens 2 Teilprüfungen auf 2 Dezimalstellen nach dem Komma anzugeben.

### 7.3. Ermittlung und Angabe statistisch gesicherter Prüfergebnisse

Statistisch gesicherte Prüfergebnisse sind als arithmetisches Mittel aus den Ergebnissen von mindestens 2 Teilprüfungen zusammen mit den Vertrauensbereichen in der Form  $\bar{\rho}_s \pm \Delta \rho_s$  auf 2 Dezimale nach dem Komma anzugeben.

Arithmetisches Mittel und Vertrauensbereich sind nach den Gleichungen

$$\bar{\rho}_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \rho_{si}$$

$$\Delta \rho_s = t_f \sqrt{\frac{1}{n-1} (\overline{\rho_s^2} - \bar{\rho}_s^2)}$$

zu ermitteln.

Es bedeuten:

$t_f$  = Faktor der Studentverteilung nach der Tabelle 1 der TGL 11 462 Bl. 1 mit  $f = n - 1$

$n$  = Anzahl der ausgewerteten Teilprüfungen

$$\overline{\rho_s^2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \rho_{si}^2$$

**Hinweise**

**Ersatz für TGL 11 462 Bl. 5 Ausg. 12.63**

**Änderungen gegenüber Ausg. 12.63: Völlige Überarbeitung  
Entstanden unter Berücksichtigung des Beschlusses der Ständigen Kommission Bauwesen  
im RGW vom November 1965 "Gründungen von Bauwerken; Prüfungen an Lockergesteinsproben",  
sowie " -; Begriffe und Symbole".**

**Gegenüber dem Beschluß des RGW wurde nicht aufgenommen:  
Einige Festlegungen bezüglich der zulässigen Abweichung der Ergebnisse mehrerer  
Teilprüfungen.**

**Gegenüber dem Beschluß des RGW wurde zusätzlich aufgenommen:  
Festlegungen bezüglich statistisch gesicherter Prüfergebnisse; Angabe einer Tabelle  
der Korrekturwerte.**

<b>Baugrundmechanik; Prüfungen an Lockergesteinsproben im Laboratorium; Allgemeine Grundsätze</b>	<b>siehe TGL 11 462 Bl. 1</b>
<b>-; -; Bestimmung des Wassergehaltes</b>	<b>siehe TGL 11 462 Bl. 2</b>
<b>-; Formelzeichen</b>	<b>siehe TGL 11 459</b>
<b>Prüfung von Gesteinsbaustoffen, Bestimmung der Reindichte</b>	<b>siehe TGL 24 336 Bl. 1</b>