

Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte
Wassergehalt
 Bestimmung durch Schnellverfahren

DIN
18 121
 Teil 2

Soil; testing procedures and testing equipment; watercontent; determination by rapid method
 Sol; méthodes et appareils d'essai; teneur en eau; détermination par méthode rapide

Diese Norm ist das Beratungsergebnis eines gemeinsamen Ausschusses des Fachbereichs Baugrund des Normenausschusses Bauwesen im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. und der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau e.V.

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	1
2 Begriff	1
3 Bezeichnung	1
4 Verfahren	1
5 Verfahren durch Schnelltrocknung	1
6 Verfahren ohne Trocknung der Probe	2
7 Calciumcarbidverfahren	3
8 Luftpyknometerverfahren	3
9 Anwendungsbeispiele	4

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm gilt für den Erd- und Grundbau. Die Schnellverfahren für die Bestimmung des Wassergehalts (Wassermassenanteil) werden für bindige und nichtbindige Böden, deren feste Bestandteile während der Versuchsdurchführung keine chemischen Veränderungen erfahren, angewendet.

Anmerkung: Für den landwirtschaftlichen Wasserbau siehe DIN 19 683 Teil 4. Für Naturstein siehe DIN 52 103.

Zweck der Wassergehaltsbestimmung ist die Beurteilung bautechnischer Eigenschaften des Bodens. Das Versuchsergebnis wird auch als Hilfsgröße bei der Auswertung anderer Labor- und Feldversuche benötigt.

2 Begriff

Wassergehalt siehe DIN 18 121 Teil 1.

Anmerkung: Die Definition nach DIN 18 121 Teil 1 ist abgestellt auf die Bestimmung des Wassergehalts im Trocknungs-Ofen bei 105 °C. Der Wassergehalt, bestimmt durch Schnellverfahren, entspricht annähernd diesem Ergebnis.

3 Bezeichnung

Bezeichnung des Schnellverfahrens (LS) zur Bestimmung des Wassergehalts mit Tauchwägung, Schlüsselnummer (62):

Prüfung DIN 18 121 – LS 62

4 Verfahren

Es werden folgende Schnellverfahren (LS) zur Bestimmung des Wassergehalts angewandt:

- a) Verfahren durch Schnelltrocknung mit
 - Infrarotstrahler (Schlüsselnummer 51)
 - Elektroplatte oder Gasbrenner (Schlüsselnummer 52)
 - Mikrowellenherd (Schlüsselnummer 53)
- b) Verfahren ohne Trocknung der Probe mit
 - Tauchwägung (Schlüsselnummer 62)
 - Großpyknometer (Doppeltes Wägen) (Schlüsselnummer 63)
- c) Calciumcarbidverfahren (Schlüsselnummer 70)
- d) Luftpyknometerverfahren (Schlüsselnummer 80)

Anmerkung: Ein weiteres Verfahren ist das radiometrische Verfahren. Siehe Technische Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau TP BF – StB Teil B 4.3 „Anwendung radiometrischer Verfahren zur Bestimmung der Dichte und des Wassergehalts von Böden“ der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 1988¹⁾.

5 Verfahren durch Schnelltrocknung

5.1 Schnelltrocknung mit Infrarotstrahler

5.1.1 Allgemeines

Die Schnelltrocknung mit Infrarotstrahler eignet sich für mineralische Bodenarten. Durch Infrarotstrahlen wird die Probe sehr viel schneller ausgetrocknet als durch Trocknen im Trocknungs-Ofen nach DIN 18 121 Teil 1. Die Trocknungstemperatur ist abhängig vom Absorptionsvermögen der Körner, daher müssen die Versuchsbedingungen für jeden

- 1) Zu beziehen durch:
 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen,
 Alfred-Schütte-Allee 10, 5000 Köln 21

Fortsetzung Seite 2 bis 7

Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.

Boden neu festgelegt werden, damit der ermittelte Wassergehalt dem Wassergehalt, bestimmt durch Ofentrocknung nach DIN 18 121 Teil 1, entspricht. Das Verfahren eignet sich vornehmlich für Reihenuntersuchungen an gleichartigen Böden.

5.1.2 Geräte

- Infrarotstrahler
- Schale, Messer, Spatel
- Waage nach DIN 18 121 Teil 1

5.1.3 Probemenge

Die Probemenge richtet sich nach DIN 18 121 Teil 1 und nach der Art des verwendeten Gerätes.

5.1.4 Durchführung

Nach Wägen der Masse der feuchten Probe m wird diese bis zur Massenkonzanz unter dem Infrarotstrahler getrocknet. Für jede Bodenart und Probemenge ist eine Kalibrierung vorzunehmen. Dabei ist der Abstand zwischen Probe und Infrarotstrahler und/oder die Stromstärke so einzustellen, daß der Wassergehalt der Bodenprobe jenem Wert entspricht, der bei Trocknung im Trocknungssofen bei 105 °C erhalten wird. Die Masse der trockenen Probe m_d wird, sofern sie mindestens 300 g beträgt, unmittelbar nach dem Trocknen ermittelt. Kleinere Proben müssen vorher im Exsikkator abgekühlt werden.

5.1.5 Auswertung

Nach DIN 18 121 Teil 1.

5.2 Schnelltrocknung mit Elektroplatte oder Gasbrenner

5.2.1 Allgemeines

Das Verfahren eignet sich für Bodenarten, deren feste Bestandteile bei Temperaturen bis 400 °C keine chemischen Veränderungen (Kristallwasserabgabe, Oxidation) erfahren.

5.2.2 Geräte

- Elektroplatte oder Gasbrenner
- Trockenblech
- Handschaufel
- Waage nach DIN 18 121 Teil 1

5.2.3 Probemenge

Die Probemenge richtet sich nach DIN 18 121 Teil 1. Die Mindestprobemasse beträgt 500 g.

5.2.4 Durchführung

Die Probe wird auf das Trockenblech gebracht, gewogen und dann über der Elektroplatte oder dem Gasbrenner unter ständigem Umrühren getrocknet. Das Trocknen ist so lange fortzusetzen, bis Massenkonzanz erzielt wird. Die Masse der trockenen Probe m_d wird unmittelbar nach dem Trocknen bestimmt.

5.2.5 Auswertung

Nach DIN 18 121 Teil 1.

5.3 Schnelltrocknung mit Mikrowellenherd

5.3.1 Allgemeines

Die Schnelltrocknung mit Mikrowellenherd eignet sich für mineralische Bodenarten. Durch Mikrowellen wird die Probe schneller erhitzt als im Trocknungssofen nach DIN 18 121 Teil 1. Die Trocknungstemperatur ist vom Absorptionsvermögen

des Boden-Wasser-Gemischs abhängig und kann bis etwa 300 °C betragen. Infolge der höheren Temperaturen können die ermittelten Wassergehalte das 1,01- bis 1,02fache der durch Ofentrocknung nach DIN 18 121 Teil 1 ermittelten Wassergehalte betragen. Das Verfahren eignet sich vornehmlich für Untersuchungen im Erdbau.

5.3.2 Geräte

- Mikrowellenherd (handelsüblicher)
- Porzellanschale
- Spatel
- Waage nach DIN 18 121 Teil 1

5.3.3 Probemenge

Die Probemenge richtet sich nach DIN 18 121 Teil 1.

5.3.4 Durchführung

Die zu untersuchende Probe wird in der Porzellanschale ausgebreitet, gewogen und dann im Mikrowellenherd getrocknet. Dabei ist die Leistung des Mikrowellenherdes so niedrig einzustellen, daß die Probe beim Trocknen nicht zerbricht. Das Trocknen ist so lange fortzusetzen, bis Massenkonzanz erzielt wird.

Anmerkung: Die erforderliche Trocknungszeit ist von der Bodenart abhängig und wächst mit der Masse des zu verdampfenden Wassers. Sie muß experimentell ermittelt werden. Für Bodenproben, die nicht mehr als 100 g Wasser enthalten, ist für die meisten Bodenarten 20 min im Mikrowellenherd ausreichend.

Nach dem Abkühlen im Exsikkator wird die Masse der trockenen Probe m_d ermittelt.

5.3.5 Auswertung

Nach DIN 18 121 Teil 1.

6 Verfahren ohne Trocknung der Probe

6.1 Allgemeines

Die Verfahren ohne Trocknung der Probe eignen sich für alle Bodenarten, die keine festen Bestandteile mit einer Korndichte $\rho_s < 1,0 \text{ g/cm}^3$ enthalten. Sie beruhen auf der Differenz zwischen der Korndichte ρ_s und der Dichte des Wassers ρ_w , die beide bekannt sein müssen.

6.2 Verfahren mit Tauchwägung

6.2.1 Geräte, Prüfmittel

- Gefäß mit Verschuß (Tauchgefäß), der ein luftblasenfreies Verschließen gestattet
- Standgefäß
- Waage nach DIN 18 121 Teil 1
- Spatel
- Rührstab
- destilliertes Wasser

6.2.2 Probemenge

Die Probemenge richtet sich nach DIN 18 121 Teil 1. Die Mindestprobemasse beträgt 20 g.

6.2.3 Durchführung

Das Tauchgefäß wird bis zum Rand mit destilliertem Wasser gefüllt, luftblasenfrei verschlossen und anschließend unter Wasser gewogen. Das Ergebnis ist m_1 .

Eine abgewogene Masse der feuchten Probe m wird in das Tauchgefäß geschüttet, das zuvor bis etwa ein Drittel mit destilliertem Wasser gefüllt wurde. Die Bodenprobe wird in dem Tauchgefäß mit einem Spatel oder einem Rührstab gut

durchgerührt, bis keine Luftblasen mehr aufsteigen. Anschließend wird das Tauchgefäß mit destilliertem Wasser aufgefüllt, luftblasenfrei verschlossen und unter destilliertem Wasser gewogen. Das Ergebnis ist m_2 .

Bei der Tauchwägung muß die Temperatur des destillierten Wassers im Standgefäß und im Tauchgefäß gleich sein.

6.2.4 Auswertung

Die Masse der trockenen Probe m_d wird nach der Formel

$$m_d = \frac{Q_s \cdot (m_2 - m_1)}{Q_s - Q_w} \quad (1)$$

bestimmt, damit ergibt sich der Wassergehalt:

$$w = \frac{m - m_d}{m_d} \quad (2)$$

Hierin bedeuten:

Q_s Korndichte nach DIN 18 124

Q_w Dichte des Wassers

m Masse der feuchten Probe.

6.3 Verfahren mit Großpyknometer (Doppeltes Wägen)

6.3.1 Allgemeines

Das Verfahren mit Großpyknometer ist einfacher und schneller in der Durchführung als die Tauchwägung. Für gleiche Probenmengen sind jedoch größere Massen (Tara + Wasser) zu wägen.

6.3.2 Geräte

- Behälter mit Meßmarke und einem Fassungsvermögen von 2 l je kg Probenmenge
- Waage nach DIN 18 121 Teil 1
- Rührstab

6.3.3 Probenmenge

Im allgemeinen werden größere Probenmengen mit einer Masse von etwa 5 bis 20 kg untersucht.

6.3.4 Durchführung

Der Behälter wird bis zur Meßmarke mit Wasser gefüllt und gewogen. Das Ergebnis ist m_1 .

Eine abgewogene Masse der feuchten Probe m wird in den mit Wasser etwa halb gefüllten Behälter eingefüllt und gut durchgerührt, bis keine Luftblasen mehr aufsteigen. Anschließend wird der Behälter bis zur Meßmarke mit Wasser aufgefüllt und gewogen. Das Ergebnis ist m_2 . Alle Wägungen sind auf mindestens 1 ‰ der Masse m der feuchten Probe zu wägen.

6.3.5 Auswertung

Nach Abschnitt 6.2.4.

7 Calciumcarbidverfahren

7.1 Allgemeines

Das Calciumcarbidverfahren eignet sich vorwiegend zur Bestimmung des Wassergehalts von Proben geringer Festigkeit.

Bei dem Calciumcarbidverfahren wird eine Bodenprobe in einer Stahlflasche mit Calciumcarbid vermischt, das sich mit dem Wasser der Probe verbindet und Acetylen gas bildet. Der dabei entstehende Druck, der von der Wassermenge in der Probe abhängig ist, wird mit einem Überdruckmeßgerät gemessen. Aus einer vom Gerätehersteller beigegebenen Tabelle kann der Wassergehalt in der Bodenprobe abgelesen werden.

7.2 Geräte

- Stahlflasche mit Überdruckmeßgerät und zugehörigen Stahlkugeln; Genauigkeitsklasse 0,6 nach DIN 16 070 und Auswertetabelle oder Kalibrierkurve (Meßbereich nach Angabe des Geräteherstellers)
- Spatel, Löffel
- Reibeschale
- wasserabweisendes Papier oder Folie
- Waage nach DIN 18 121 Teil 1
- Glasampullen mit Calciumcarbid
- Staubtuch

7.3 Probenmenge

Die Probenmenge richtet sich nach DIN 18 121 Teil 1, dem verwendeten Gerät und der Wassermenge in der Probe.

7.4 Durchführung

Die entnommene Bodenprobe wird zerkleinert, auf dem wasserabweisenden Papier eingewogen und in die Stahlflasche geschüttet. Dann werden unter leichter Neigung des Gerätes die Stahlkugeln, anschließend eine Glasampulle mit Calciumcarbid in die Flasche eingebracht und das Gerät verschlossen. Die vorstehenden Arbeitsgänge sind zur Vermeidung von Wasserverlusten schnell hintereinander abzuwickeln. Durch mehrmaliges kräftiges Schütteln wird die Glasampulle zertrümmert. Durch anschließende kreisende Bewegungen wird eine innige Durchmischung des Bodens mit dem Calciumcarbid erzielt. Diese Bewegungen sind so lange durchzuführen, bis der Wert am Überdruckmeßgerät nicht mehr ansteigt. Dieser Wert ist abzulesen. Nähert sich die Anzeige schnell dem oberen Grenzwert, so ist der Versuch abubrechen und ein neuer Versuch mit einer kleineren Einwaage durchzuführen. Ergibt sich ein Wert am Überdruckmeßgerät kleiner dem unteren Grenzwert, so ist der Versuch mit einer größeren Einwaage zu wiederholen.

Nach dem Versuch öffnet man den Verschluß der Flasche und läßt das Acetylen gas entweichen. Die nähere Umgebung muß frei von Zündquellen sein; es darf z. B. nicht geraucht werden (siehe Sicherheitsvorschriften für das Arbeiten mit Acetylen gas).

7.5 Auswertung

Mit der Ablesung am Überdruckmeßgerät und der Einwaage-masse kann der Wassergehalt, bezogen auf das Trockengewicht, aus der Tabelle oder Kalibrierkurve abgelesen werden. Es ist zu beachten, daß manchen Geräten Tabellen beigegeben sind, die den Wassergehalt bezogen auf die Feuchtmasse angeben.

8 Luftpyknometerverfahren

8.1 Allgemeines

Mit dem Luftpyknometerverfahren wird die Bodenprobe in einen Probebehälter gefüllt und aus einer Luftpumpe komprimierte Luft in den verschlossenen Probebehälter eingeleitet. Der entstehende Druck ist vom Volumen der Festmasse der Bodenprobe und der Masse des Wassers abhängig. Er wird mit einem Überdruckmeßgerät gemessen. In Abhängigkeit vom Druck kann der Anteil der festen und flüssigen Bestandteile der Bodenprobe aus einem Auswertediagramm entnommen werden. Somit läßt sich der Wassergehalt berechnen.

8.2 Geräte

- Luftpyknometer mit Überdruckmeßgerät, Genauigkeitsklasse 0,6 nach DIN 16 070
- Waage nach DIN 18 121 Teil 1