

Baugrund, Untersuchung von Bodenproben
Proctorversuch

DIN
18127

ICS 93.020

Ersatz für Ausgabe 1993-02

Deskriptoren: Baugrund, Untersuchung, Bodenprobe, Proctorversuch, Bauwesen

Soil, Investigation and testing – Proctor-test

Sol, Reconnaissance et essai – Essais de Proctor

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	1	8 Versuchsdurchführung	5
1 Anwendungsbereich	2	8.1 Vorbereitung der Probe	5
2 Normative Verweisungen	2	8.2 Verfahren zur Bestimmung des Wassergehaltes	6
3 Definitionen	2	8.3 Bestimmung der Proctordichte	6
3.1 Verdichtung	2	8.4 Bestimmung der modifizierten Proctordichte	7
3.2 Proctorversuch	2	9 Auswertung	7
3.3 Proctordichte	2	9.1 Berechnung des Wassergehaltes	7
3.4 Optimaler Wassergehalt	2	9.2 Berechnung der Trockendichte	7
3.5 Verdichtungsgrad	2	9.3 Korrektur für den Einfluß des Überkornanteils	7
4 Bezeichnung	2	9.4 Darstellung der Ergebnisse	7
5 Geräte	3	9.5 Berechnung des Verdichtungsgrades	8
6 Versuchsbedingungen	5	9.6 Angabe der Ergebnisse	8
7 Probemenge für den Einzelversuch und zulässiges Größtkorn	5	10 Meßunsicherheit	8
		Anhang A (informativ) Anwendungsbeispiele	9

Vorwort

Die Ausgabe dieser Norm wurde vom Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN e.V. im Arbeitsausschuß 05.03.00 "Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte" erarbeitet.

Änderungen

Gegenüber der Ausgabe Februar 1993 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Der Titel der Norm wurde geändert.
- Das Vorwort wurde neu eingeführt.
- Die Änderungen werden zu Beginn der Norm genannt.
- Die zitierten Normen sind als Abschnitt 2 "Normative Verweisungen" und die sonstigen Unterlagen in einem informativen Anhang eingefügt.
- Der Abschnitt 10 "Meßunsicherheit" (vormals Abschnitt 9 "Versuchsfehler") wurde überarbeitet.
- Die Norm wurde allgemein redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN 18127: 1976-04, 1987-05, 1993-02

Fortsetzung Seite 2 bis 16

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

1 Anwendungsbereich

Die Norm wird im Erdbau, Grundbau und Straßenbau angewendet.

Zweck des Proctorversuches ist es, die Trockendichte eines Bodens nach Verdichtung unter festgelegten Versuchsbedingungen als Funktion des Wassergehaltes festzustellen. Der Versuch dient der Abschätzung der auf Baustellen erreichbaren Dichte des Bodens und liefert eine Bezugsgröße für die Beurteilung der im Baugrund vorhandenen oder auf Baustellen erreichten Dichte des Bodens. Sein Ergebnis läßt auch erkennen, bei welchem Wassergehalt ein Boden sich günstig verdichten läßt, um bestimmte Trockendichten zu erreichen.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

DIN 4022-1

Baugrund und Grundwasser – Benennen und Beschreiben von Bodenarten und Fels – Schichtenverzeichnis für Untersuchungen und Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben im Boden und im Fels

DIN 4187-2

Siebböden – Lochplatten für Prüfsiebe, Quadratlochung

DIN 18121-1

Baugrund – Untersuchung von Bodenproben – Wassergehalt, Bestimmung durch Ofentrocknung

DIN 18125-1

Baugrund – Versuche und Versuchsgeräte – Bestimmung der Dichte des Bodens, Laborversuche

DIN 18125-2

Baugrund – Versuche und Versuchsgeräte – Bestimmung der Dichte des Bodens, Feldversuche

DIN 18196

Erdbau und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

DIN ISO 3310-2

Analysensiebe – Anforderungen und Prüfung, Analysensiebe mit Lochblechen; Identisch mit ISO 3310-2 : 1990

3 Definitionen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Definitionen:

3.1 Verdichtung

Verdichtung im Sinne dieser Norm ist eine Erhöhung der Trockendichte (Verringerung des Porenanteils) des Bodens durch mechanische Einwirkungen.

3.2 Proctorversuch

Der Proctorversuch ist ein Versuch, bei dem die Bodenprobe in einem Versuchszyylinder aus Stahl mit festgelegten Abmessungen durch ein festgelegtes Fallgewicht mit einer bestimmten Verdichtungsarbeit und nach einem festgelegten Arbeitsverfahren verdichtet wird. Der Versuch besteht aus mindestens 5 Einzelversuchen, die sich jeweils durch einen anderen Wassergehalt der Bodenprobe voneinander unterscheiden. Als Ergebnis erhält man einen Zusammenhang zwischen dem Wassergehalt w , siehe DIN 18121-1, und der Trockendichte ρ_d , siehe DIN 18125-1, aus dem sich die Proctordichte ρ_{pr} und der optimale Wassergehalt w_{pr} bestimmen lassen. Der Proctorversuch wird an feinkörnigen, gemischt-körnigen und grobkörnigen Böden mit plastischen bzw. ohne plastische Eigenschaften ausgeführt.

3.3 Proctordichte

Die Proctordichte ρ_{pr} ist die nach dem in 8.3 beschriebenen Verfahren und den Geräten und Versuchsbedingungen nach Tabelle 1 erreichbare größte Trockendichte. Die volumenbezogene Verdichtungsarbeit beträgt $W \approx 0,6 \text{ MNm/m}^3$.

Die modifizierte Proctordichte $\text{mod } \rho_{pr}$ ist die nach dem in 8.4 beschriebenen Verfahren und den Geräten und Versuchsbedingungen nach Tabelle 1 erreichbare größte Trockendichte. Die volumenbezogene Verdichtungsarbeit beträgt $W \approx 2,70 \text{ MNm/m}^3$.

3.4 Optimaler Wassergehalt

Der optimale Wassergehalt w_{pr} bzw. $\text{mod } w_{pr}$ ist der Wassergehalt nach DIN 18121-1, bei dem die Proctordichte bzw. die modifizierte Proctordichte erreicht wird.

3.5 Verdichtungsgrad

Als Verdichtungsgrad wird der Quotient

$$D_{pr} = \frac{\rho_d}{\rho_{pr}} \quad (1)$$

bezeichnet. ρ_d ist die Trockendichte des Bodens nach DIN 18125-2.

4 Bezeichnung

Bezeichnung des Proctorversuches zur Bestimmung der Proctordichte (P) bzw. modifizierten Proctordichte (M) unter Angabe der Versuchsbedingungen:

- Durchmesser des Versuchszyinders d_1 nach Tabelle 1 und
- mit Verwendung einer Stahlplatte Zeichen X,
- ohne Verwendung einer Stahlplatte Zeichen Y.

z. B. Bezeichnung eines Proctorversuches (P) mit $d_1 = 250 \text{ mm}$ ohne Verwendung einer Stahlplatte (Y):

Versuch DIN 18127 – P 250 Y

5 Geräte

Versuchszylinder mit Aufsatzring (mindestens 50 mm hoch) und abnehmbarer Grundplatte aus Stahl mit korrosionsbeständiger Oberfläche, siehe Bild 1 und Tabelle 1.

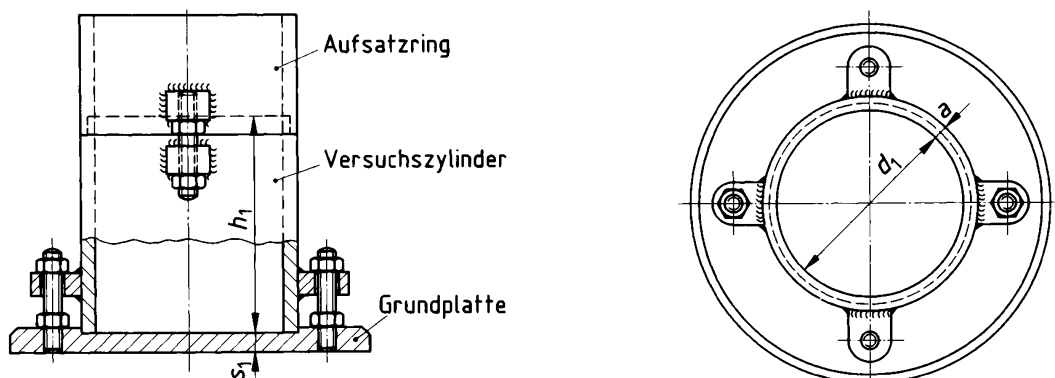


Bild 1: Versuchszylinder mit Aufsatzring und Grundplatte

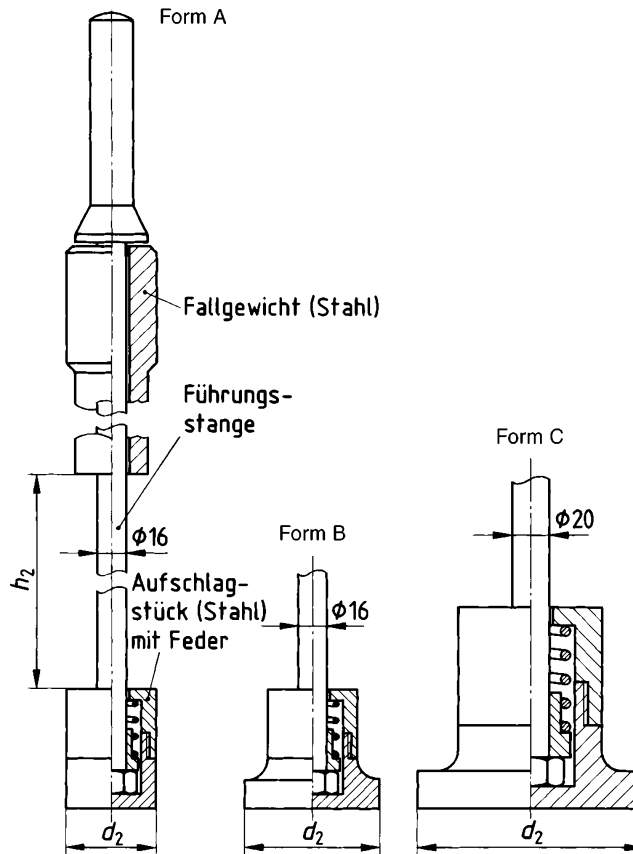
Tabelle 1: Bestimmung der Proctordichte ρ_{Pr}

Maße des Versuchszylinders nach Bild 1				Maße und Fallgewicht des Verdichtungsgerätes nach Bild 2			Versuchsbedingungen		
d_1	h_1	a	s_1	Form	d_2	$h_2^{1)}$	Fallgewicht $m^{1)}$ kg	Anzahl der Schläge je Schicht	Anzahl der Schichten
100	120	$\geq 7,5$	11	A	50	300	2,5	25	3
150	125	$\geq 9,0$	14	B	75	450	4,5	22	3
250	200	$\geq 14,0$	20	C	125	600	15,0	22	3

¹⁾ Grenzabweichungen: $\pm 0,004 \cdot h_2$ bzw. $\pm 0,004 \cdot m$

Verdichtungsgerät (handbetätigt oder motorbetrieben)

- Das handbetätigte Verdichtungsgerät besteht aus Fallgewicht mit Führungsstange und Aufschlagstück, siehe Bild 2; Betonkörper (mindestens 50 kg) als Unterlage bei Verdichtung mit handbetätigtem Verdichtungsgerät.



Aufschlagstück (Stahl) mit Feder			
Ausführung	Federkonstante kN/m	Federlänge ungespannt	Masse kg
A	0,125	35	0,60
B	0,125	35	0,95
C	0,200	45	4,45

Bild 2: Handbetätigtes Verdichtungsgerät

Tabelle 2: Bestimmung der modifizierten Proctordichte ρ_{Pr}

Maße des Versuchszyinders nach Bild 1				Maße und Fallgewicht des Verdichtungsgerätes nach Bild 2				Versuchsbedingungen	
d_1	h_1	a	s_1	Form	d_2	$h_2^{1)}$	Fallgewicht $m^{1)}$ kg	Anzahl der Schläge je Schicht	Anzahl der Schichten
100	120	$\geq 7,5$	11	A	50	450	4,5	25	5
150	125	$\geq 9,0$	14	B	75	450	4,5	59	5
250	200	$\geq 14,0$	20	C	125	600	15,0	98	3

¹⁾ Grenzabweichungen: $\pm 0,004 \cdot h_2$ bzw. $\pm 0,004 \cdot m$

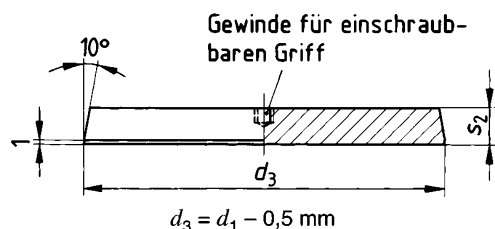


Bild 3: Stahlplatte

Versuchszylinder d_1	s_2
100 150	10
250	20

- Beim motorbetriebenen Verdichtungsgerät fällt das Fallgewicht nicht auf ein Aufschlagstück, sondern unmittelbar auf die zu verdichtende Probe. Zwischen 2 Schlägen wird das Fallgewicht aus Stahl mit Durchmesser d_2 der Aufschlagfläche nach Bild 2 und Tabellen 1 und 2 um die vorgeschriebene Fallhöhe angehoben. Die Unterlage, auf der der Versuchszylinder aufgesetzt wird, muß eine Masse von mindestens 50 kg haben.

Waage mit Fehlergrenze von 0,001 der verdichteten Probenmenge

Mischwanne (Maße je nach Probenmenge)

Spachtel, Maurerkelle oder ähnliches

Handschaukel

Siebe mit Quadratlochblechen nach DIN 4187-2, Lochweiten 20 mm; 31,5 mm; 63 mm

Holzstempel

Stahlplatte mit abnehmbarem Griff, siehe Bild 3

Stahllineal mit Phase oder Messer mit gerader Schneide

Teigrolle

Tiefenlehre

Meßzylinder 250 cm³

Geräte zur Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN 18121-1

6 Versuchsbedingungen

Die Verdichtung der Bodenprobe wird in einem Versuchszylinder aus Stahl ausgeführt, dessen Abmessungen sich nach dem Größtkorn der Bodenprobe richten (siehe Abschnitt 7).

Der Versuchszylinder muß bei Verwendung eines motorbetriebenen Verdichtungsgerätes auf einer mindestens 30 mm dicken, möglichst starr gestützten Stahlplatte und bei Verdichtung mit einem handbetriebenen Verdichtungsgerät auf einem Betonkörper ($m \geq 50$ kg) plan aufliegen und gegen Verschieben und Abheben gesichert sein.

7 Probemenge für den Einzelversuch und zulässiges Größtkorn

Die erforderliche Probemenge richtet sich nach dem Größtkorn des zu untersuchenden Bodens und der hiernach auszuwählenden Größe des Versuchszylinders. Sie soll verdichtet mindestens das zweifache, möglichst aber das vierfache Volumen des Versuchszylinders betragen. Darüber hinaus muß auch die Art der Wassergehaltsbestimmung nach Abschnitt 8.2 bei der Festlegung der Probemenge berücksichtigt werden.

Bei Böden, die zur Kornzertrümmerung neigen, sind größere Probemengen erforderlich, damit für jeden Einzelversuch eine noch ungebrauchte Probemenge zur Verfügung steht.

In Tabelle 3 sind die für den Einzelversuch erforderliche Mindestprobemenge und das zulässige Größtkorn in Abhängigkeit vom Durchmesser des Versuchszylinders angegeben (siehe auch 8.1.2).

Tabelle 3: Probemenge für den Einzelversuch und zulässiges Größtkorn

Versuchszylinder d_1	Probemenge mindestens kg	zulässiges Größtkorn
100	3	20,0
150	6	31,5
250	30	63,0

Es ist entsprechend des in Tabelle 3 angegebenen zulässigen Größtkorns der kleinstmögliche Versuchszylinder zu verwenden. Ein Aussondern von Überkorn nach 8.1.2 ist nur bei Verwendung von Versuchszylindern mit $d_1 \geq 150$ mm zulässig.

8 Versuchsdurchführung

8.1 Vorbereitung der Probe

8.1.1 Grobkörnige Böden ohne plastische Eigenschaften werden in einer Trocknungsanlage bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

Böden mit plastischen Eigenschaften und organische Böden werden bis zu einem Wassergehalt zwischen Schrumpf- und Ausrollgrenze abgetrocknet. Dies ist der Fall, wenn der Boden mit einer Maurerkelle zerbrochen werden kann. Die Probe darf hierbei nicht wärmer als 60 °C werden. Während der Trocknung ist sie wiederholt durchzumischen. Nach der Trocknung wird sie mit geeigneten Werkzeugen (Teigrolle, Maurerkelle, Wiegemeßer, Schnitzelwerk oder ähnliches) in möglichst kleine Krümel zerkleinert.

Bei grobkörnigen Böden mit plastischen Eigenschaften muß vor der Trocknung zunächst nach 8.1.2 verfahren werden.

8.1.2 Bei grobkörnigen und gemischtkörnigen Böden werden die Körner, die größer als 31,5 mm bzw. 63 mm sind, von der Probe abgetrennt. Die Abtrennung wird bei Böden ohne plastische Eigenschaften nach der Trocknung der Probe nach 8.1.1 durch Siebung durchgeführt. Bei Böden mit plastischen Eigenschaften wird das Überkorn nach dem Abtrocknen und Zerkleinern der Probe mit Hilfe des Trennsiebes von Hand ausgelesen und zur Bestimmung seiner Masse gewaschen und getrocknet. Zur Abschätzung des Überkornanteils wird die Masse der abgesiebten Körner auf die mit dem geschätzten Wassergehalt überschlägig ermittelte Trockenmasse der Gesamtprobe bezogen.

Beträgt der Massenanteil des Überkorns $d > 31,5$ mm mehr als 35 %, so muß für den Verdichtungsversuch der Zylinder mit 250 mm Durchmesser verwendet werden. Bei der Auswertung nach 9.3 ist ein auf die durch Wägung bestimmte Trockenmasse bezogener Überkornanteil zu berücksichtigen.

8.1.3 Für den ersten Einzelversuch soll die Bodenprobe einen Wassergehalt haben, der hinreichend weit unter dem geschätzten optimalen Wassergehalt liegt.