

DIN EN ISO 17892-11

ICS 13.080.20; 93.020

Entwurf

Einsprüche bis 2018-04-02
 Vorgesehen als Ersatz für
 DIN 18137-1:2010-07 und
 DIN ISO/TS 17892-11:2005-01

**Geotechnische Erkundung und Untersuchung –
 Laborversuche an Bodenproben –
 Teil 11: Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit (ISO/DIS 17892-11:2018);
 Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 17892-11:2018**

Geotechnical investigation and testing –

Laboratory testing of soil –

Part 11: Permeability tests (ISO/DIS 17892-11:2018);

German and English version prEN ISO 17892-11:2018

Reconnaissance et essais géotechniques –

Essais de laboratoire sur les sols –

Partie 11: Détermination de la perméabilité au perméamètre à charge constante ou variable (ISO/DIS 17892-11:2018);

Version allemande et anglaise prEN ISO 17892-11:2018

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-02-02 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
 Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs
 besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
 Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 54 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 17892-11:2018) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 182 „Geotechnics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 341 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-05-03 AA „Baugrund; Laborversuche (SpA zu CEN/TC 341/WG 6)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Normen hingewiesen:

EN ISO 17892-1	siehe DIN EN ISO 17892-1
EN ISO 17892-2	siehe DIN EN ISO 17892-2
EN ISO 14688-1	siehe DIN EN ISO 14688-1

Änderungen

Gegenüber DIN 18137-1:2010-07 und DIN ISO/TS 17892-11:2005-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Inhalte beider Dokumente übernommen;
- b) redaktionelle Überarbeitung.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 17892-1, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Laborversuche an Bodenproben — Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts*

DIN EN ISO 17892-2, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Laborversuche an Bodenproben — Teil 2: Bestimmung der Dichte des Bodens*

DIN EN ISO 14688-1, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden — Teil 1: Benennung und Beschreibung*

Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Laborversuche an Bodenproben — Teil 11: Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit (ISO/DIS 17892-11:2018)

Reconnaissance et essais géotechniques — Essais de laboratoire sur les sols — Partie 11: Détermination de la perméabilité au perméamètre à charge constante ou variable (ISO/DIS 17892-11:2018)

Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 11: Permeability tests (ISO/DIS 17892-11:2018)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.9d

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Symbole	8
5 Prüfeinrichtung	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Permeameter	10
5.2.1 Allgemeines	10
5.2.2 Permeameter mit starren Wänden	10
5.2.3 Permeameter mit flexiblen Wänden	12
5.3 Poröse Scheiben (Filterscheiben)	14
5.4 Eigenschaften des permeierenden Wassers	14
5.5 Messgeräte und Regeleinrichtungen	14
5.5.1 Druckhöhe (Ortshöhe)	14
5.5.2 Verschiebungsmessgerät	14
5.5.3 Messgerät für das Durchflussvolumen	14
5.6 Zusatzgeräte	15
6 Versuchsdurchführung	15
6.1 Allgemeine Anforderungen	15
6.1.1 Sättigungsgrad	15
6.1.2 Hydraulisches Gefälle	15
6.1.3 Wassertemperatur	16
6.2 Probekörper-Herstellung	16
6.2.1 Allgemeines	16
6.2.2 Permeameter mit starrer Wand	16
6.2.3 Permeameter mit flexibler Wand	17
6.3 Versuchsvorbereitung	18
6.3.1 Zylindrisches Permeameter	18
6.3.2 Ödometerring	18
6.3.3 Permeameter mit flexibler Wand	18
6.4 Durchlässigkeitsmessung	19
6.5 Abbau	21
7 Versuchsergebnisse	21
7.1 Feuchtdichte, Trockendichte, Wassergehalt und Sättigungsgrad	21
7.2 Durchlässigkeitsbeiwert und hydraulisches Gefälle	21
7.3 Korrektur bezüglich der Versuchstemperatur	22
8 Versuchsbericht	23
8.1 Pflichtangaben	23
8.2 Freigestellte Angaben	23
Anhang A (normativ) Kalibrierung, Instandhaltung und Überprüfungen	25

A.1	Allgemeine Anforderungen	25
A.2	Umgebungsbedingungen	25
A.3	Geräte.....	26
A.3.1	Öfen.....	26
A.3.2	Thermometer	26
A.3.3	Waagen.....	26
A.3.4	Permeameter	26
A.3.5	Poröse Scheiben.....	26
A.3.6	Messgeräte für Längenmaße.....	27
A.3.7	Zeitmessgeräte	27
A.3.8	Messgeräte für Volumenänderung und Druck	27
	Literaturhinweise.....	28

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 17892-11:2018) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 182 „Geotechnics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 341 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 17892-11:2018 wurde von CEN als prEN ISO 17892-11:2018 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17892-11:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 341 „*Geotechnische Erkundung und Untersuchung*“, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 182, „*Geotechnics*“, erarbeitet.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

CEN ISO 17892, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Laborversuche an Bodenproben*, besteht aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: *Bestimmung des Wassergehalts*
- Teil 2: *Bestimmung der Dichte des Bodens*
- Teil 3: *Bestimmung der Korndichte*
- Teil 4: *Bestimmung der Korngrößenverteilung*
- Teil 5: *Ödometerversuch mit stufenweiser Belastung*
- Teil 6: *Fallkegelversuch*
- Teil 7: *Einaxialer Druckversuch*
- Teil 8: *Unkonsolidierter undrännierter Triaxialversuch*
- Teil 9: *Konsolidierte triaxiale Kompressionsversuche an wassergesättigten Böden*
- Teil 10: *Direkte Scherversuche*
- Teil 11: *Durchlässigkeitsversuche*
- Teil 12: *Bestimmung der Zustandsgrenzen*

Einleitung

Dieses Dokument gilt für einen internationalen Bereich der Geotechnik, der zuvor noch nie international genormt wurde. Es ist beabsichtigt, dass dieses Dokument die weltweit gängige Praxis wiedergibt und bedeutende Unterschiede zu nationalen Dokumenten nicht zu erwarten sind. Es beruht auf internationaler Praxis (siehe [1]).

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt Verfahren zur Laborbestimmung des Wasserfließverhaltens im Boden fest.

Diese Internationale Norm gilt für die Laborbestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes von Boden im Rahmen geotechnischer Untersuchungen.

Der Durchlässigkeitsversuch wird an einem zylindrischen Probekörper durchgeführt, der seitlich entweder von einem starren Behälter oder von einer flexiblen Membran begrenzt ist. Der Probekörper wird einem hydraulischen Differenzdruck ausgesetzt und der Wasserfluss wird entweder bei konstanter und fallender Druckhöhe gemessen. Die Ergebnisse werden zum Bestimmen des Durchlässigkeitsbeiwertes des Boden-Probekörpers verwendet. Die Versuche dürfen an ungestörten, durchwalkten, verdichteten oder aufgearbeiteten Probekörpern durchgeführt werden.

Die Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes setzt die Anwendung des Fließgesetzes von Darcy für laminare Strömung unter gesättigten Bedingungen voraus.

Die Größe des Probekörpers gibt die unter Feldbedingungen vorliegenden Gefügemerkmale möglicherweise nicht angemessen wieder.

ANMERKUNG Das vorliegende Dokument erfüllt die Anforderungen an die Laborbestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes von Böden für die geotechnische Erkundung und Untersuchung nach EN 1997-1 und EN 1997-2.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN ISO 17892-1, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Laborversuche an Bodenproben — Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts*

EN ISO 17892-2, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Laborversuche an Bodenproben — Teil 2: Bestimmung der Dichte des Bodens*

EN ISO 14688-1, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden — Teil 1: Benennung und Beschreibung*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Permeameter

Gerät (Zelle), das den Probekörper bei einem Durchlässigkeitsversuch enthält

3.2

Durchfluss

Wasservolumen, das je Zeiteinheit durch einen Probekörper tritt

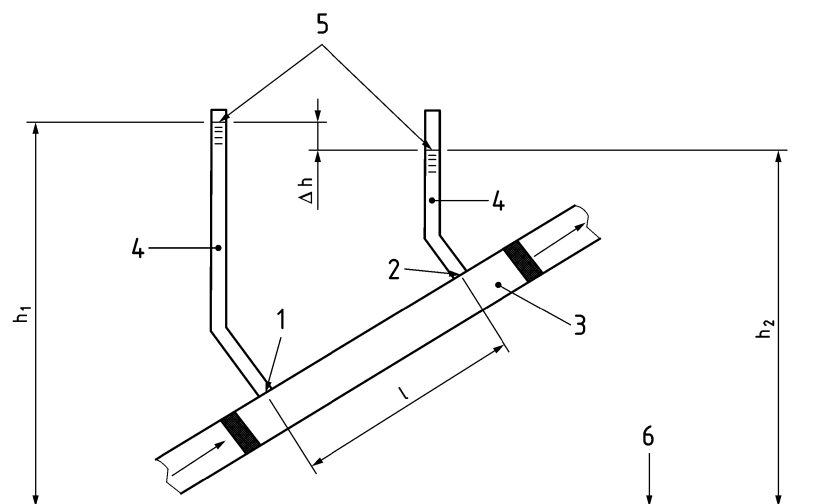
3.3

Filtergeschwindigkeit

Durchfluss des Wassers je Flächeneinheit (einschließlich Feststoff und Poren) senkrecht zur Fließrichtung

3.4 hydraulisches Gefälle
Quotient aus hydraulischem Höhenunterschied (Verlust an Druckhöhe) und der durchströmten Länge des Probekörpers (Abstand den gemessenen Punkten in Fließrichtung). In Bild 1 ist das hydraulische Gefälle $i = \Delta h / l$

3.5 Durchlässigkeitsbeiwert (eines wassergesättigten Bodens)
nach dem Fließgesetz von Darcy für laminare Strömung der Quotient aus der Filtergeschwindigkeit und dem hydraulischen Gefälle



Legende

- 1 Messpunkt 1
- 2 Messpunkt 2
- 3 Probekörper
- 4 Standrohr
- 5 Standrohr
- 6 Bezugsebene

Bild 1 — Strömungsvorgang in einer Bodenprobe

3.6 Sättigungsgrad
Quotient aus Wasservolumen und Porenvolumen

4 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole.

- A Querschnittsfläche des Probekörpers in Fließrichtung
- a Querschnittsfläche des Standrohrs
- a_{in} Querschnittsfläche des Einlassrohres
- a_{out} Querschnittsfläche des Auslassrohres
- B Porendruckbeiwert
- D Durchmesser des Probekörpers

H	Höhe des Probekörpers
H_0	ursprüngliche Höhe, d. h. Höhe des Probekörpers zu Beginn des Versuchs
H_f	Höhe des Probekörpers am Versuchsende
m_d	Trockenmasse des Probekörpers
ρ	Anfangsfeuchtdichte des Probekörpers
ρ_d	Anfangstrockendichte des Probekörpers
ρ_w	Dichte des Wassers
ρ_s	Korndichte
h_1	Gesamtdruckhöhe des Wassers (hydraulischer Höhenunterschied) zur Bezugsebene am Messpunkt 1
h_2	Gesamtdruckhöhe des Wassers (hydraulischer Höhenunterschied) zur Bezugsebene am Messpunkt 2
Δh	Unterschied in der Druckhöhe des Wassers zwischen Messpunkt 1 und Messpunkt 2
Δh_{t1}	Druckhöhe des Wassers über der Auslasshöhe zur Zeit t_1
Δh_{t2}	Druckhöhe des Wassers über der Auslasshöhe zur Zeit t_2
l	Abstand zwischen den Messpunkten 1 und 2 in Fließrichtung
k	Durchlässigkeitsbeiwert
k_T	temperaturkorrigierter Durchlässigkeitsbeiwert
Q	Durchfluss
v	Filtergeschwindigkeit
i	hydraulisches Gefälle
S	Sättigungsgrad
Δt	Zeitintervall zwischen zwei Ablesungen
α	Korrekturfaktor
T	Temperatur
u	Porendruck
u_b	Sättigungsdruck
w	Wassergehalt

5 Prüfeinrichtung

Bezüglich der Kalibrieranforderungen der folgenden Geräte siehe Anhang A.

5.1 Allgemeines

Der Durchlässigkeitsversuchsaufbau erfordert einen Behälter für den Probekörper (Permeameter), der entweder starre oder flexible Wände haben darf und ein System zum Aufbringen und Messen von Wasserdrücken auf ein oder beide Enden des Probekörpers. Schematische Darstellungen einiger typischer Versuchsaufbauten sind in den Bildern 2 bis 4 gezeigt.

5.2 Permeameter

5.2.1 Allgemeines

Das Mindestinnenmaß des Permeameters muss mindestens das Sechsfache der maximalen Korngröße des Probekörpers betragen.

5.2.2 Permeameter mit starren Wänden

Permeameter mit starren Wänden müssen aus korrosionsbeständigen, ausreichend starren Werkstoffen bestehen, um den beim Versuch auftretenden Verformungskräften zu widerstehen. Die Anordnung von Zufluss und Auslass muss eine ausreichend Durchflussmenge sicherstellen, damit die Untersuchungsergebnisse nicht beeinflusst werden.

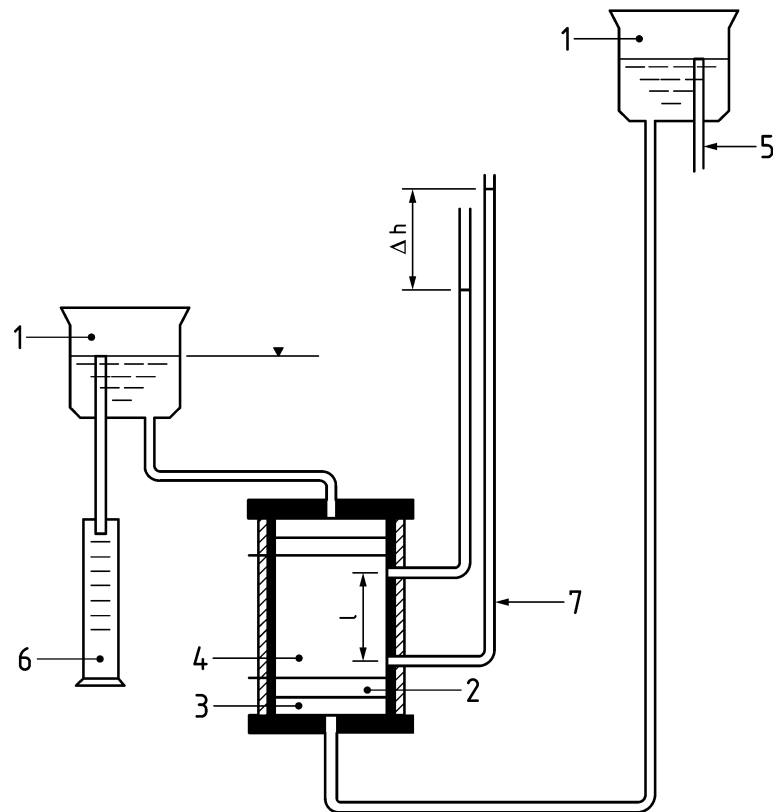
5.2.2.1 Zylindrisches Permeameter

Ein zylindrisches Permeameter umfasst eine zylindrische Form (Versuchszylinder), die mit porösen Scheiben auf einer Deckplatte und Grundplatte ausgestattet ist. Die Platten werden mit wasserdichten Dichtungen eingebaut und mit Ventilen versehen, an die der Wassereinlass und der -auslass angeschlossen werden können.

Zwei oder mehr angebrachte Stopfbuchs(en)brillen können für den Anschluss von Manometerrohren/Standrohren entlang der Zylinderlänge vorgesehen sein.

Erforderlichenfalls sollte ein Kolben, der durch die Platte geht und mit einer wasserdichten Dichtung an der Vertikalposition, an der er die poröse Scheibe berührt, verriegelt werden kann, bereitgestellt werden, um die Probekörperhöhe während des Versuchs beizubehalten.

Ein typischer Aufbau für einen Durchlässigkeitsversuch in einem zylindrischen Permeameter mit starren Wänden ist in Bild 2 dargestellt.



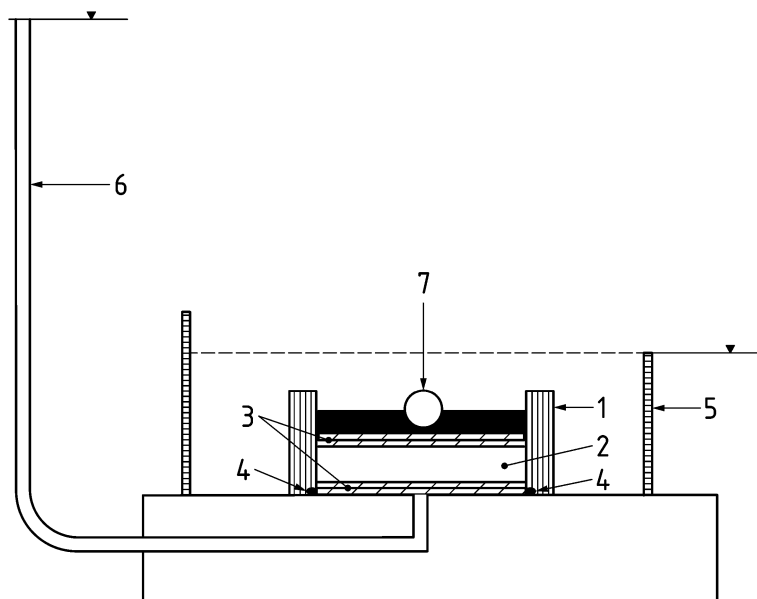
Legende

- 1 Vorratsbehälter
- 2 poröse Platte
- 3 Grundplatte
- 4 Probekörper
- 5 Überlauf
- 6 Messzylinder
- 7 Standrohr

Bild 2 — Beispiel eines Versuchsaufbaus für einen Versuch mit konstanter Druckhöhe in einem zylindrischen Permeameter mit starrer Wand

5.2.2.2 Ödometerring-Permeameter

Ein Ödometerring-Permeameter umfasst einen Ödometerring, der den Probekörper in einem Ödometer für Kompressionsversuche festhält. Ein typischer Aufbau für einen Durchlässigkeitsversuch in einem Ödometerring-Permeameter ist in Bild 3 dargestellt.



Legende

- 1 Ödometerring
- 2 Probekörper
- 3 poröse Scheibe
- 4 Wasserdichtung
- 5 Vorratsbehälter
- 6 Standrohr
- 7 Messgerät für vertikale Last und Verschiebung

Bild 3 — Beispiel eines Versuchsaufbaus für einen Versuch mit fallender Druckhöhe in einem Ödometerzellen-Permeameter

5.2.2.3 Wasserabweisende Beschichtung

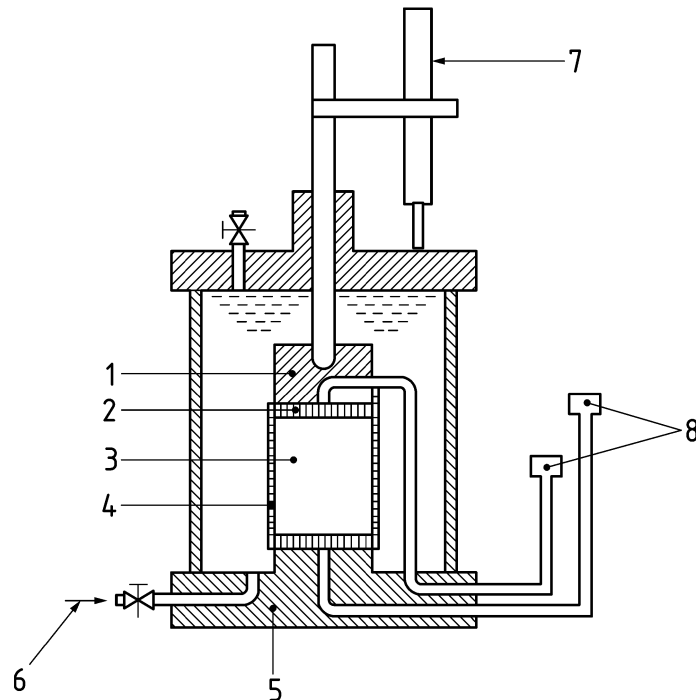
An der Innenseite des Permeameters, der Form oder des Rings kann eine wasserabweisende Beschichtung verwendet werden, um Gänge und Hohlräume zu verhindern, die Umläufigkeit entlang der Oberfläche hervorrufen können. Diese Beschichtung kann aus Silikonfett, Vaseline oder Bentonitpulver bzw. einem anderen geeigneten Schmiermittel bestehen.

5.2.3 Permeameter mit flexiblen Wänden

5.2.3.1 Allgemeines

Ein Permeameter mit flexibler Wand kann verwendet werden, wenn der Probekörper unter bestimmten wirksamen Spannungsbedingungen untersucht werden soll und/oder der Sättigungsdruck genutzt wird, um den Probekörper vollständig zu sättigen. Der Versuch kann in einem Normgerät für triaxiale Versuche durchgeführt werden. Es muss eine Zelle, die druckbeaufschlagt werden kann, eine Grundplatte und ein Kopfstück (Druckkappe) mit porösen Scheiben und Anschlüssen für das Wasserdurchfluss-Messsystem und eine Membran haben, die die Oberfläche des Probekörpers abdichtet.

Ein typischer Aufbau für einen Durchlässigkeitsversuch in einem mit flexibler Wand ist in Bild 4 dargestellt.



Legende

- 1 Kopfstück
- 2 poröse Scheibe
- 3 Probekörper
- 4 Membran
- 5 Grundplatte
- 6 Zellendruck
- 7 Verschiebungsmessgerät
- 8 Druck-/Druckhöhenmessgerät

Bild 4 — Beispiel eines Versuchsaufbaus für Permeameter mit flexibler Wand

5.2.3.2 Membranen

Der Boden-Probekörper muss von einer elastischen Membran umschlossen begrenzt sein, die das Eindringen der Zellenflüssigkeit in den Probekörper wirksam verhindert. Bei Verwendung von Gummimembranen müssen sie im ungedehnten Zustand einen Durchmesser zwischen 95 % und 100 % des Probekörperdurchmessers haben.

5.2.3.3 Zellendruckerzeuger

Das Gerät zur Druckbeaufschlagung der Zelle und die Sättigungsdruckanlage müssen einen stabilen Druck mit einer Höchstabweichung von 1 kPa oder, falls größer, 1 % des Absolutdrucks aufrechterhalten können.

Die aufgebrachte Zellen-Gesamtspannung muss größer als die Summe aus angewendetem Sättigungsdruck und dem Ortshöhendruck am Eingang sein.

5.2.3.4 Zellendruck-Flüssigkeit

Die Zellenflüssigkeit sollte so ausgewählt werden, dass sie im Verlauf des Durchlässigkeitsversuches nicht beträchtlich durch die Membran in den Probekörper eindringt oder dem Probekörper Porenwasser durch die Membran entzieht.

ANMERKUNG Es wird allgemein davon ausgegangen, dass entlüftetes Wasser diese Anforderungen erfüllt.

5.3 Poröse Scheiben (Filterscheiben)

Der Probekörper wird an seinen Enden von zwei porösen Scheiben eingeschlossen. Die porösen Scheiben müssen aus korrosionsbeständigem Werkstoff bestehen und den freien Ablauf des Wassers zulassen und dabei das Eindringen von Bodenpartikeln in ihre Poren verhindern. Die obere und untere Oberfläche müssen eben, sauber und unbeschädigt sein. Die Durchlässigkeit der Scheiben muss mindestens eine Größenordnung höher sein als die Durchlässigkeit des untersuchten Probekörpers.

5.4 Eigenschaften des permeierenden Wassers

Es sollte Wasser mit einer ähnlichen Chemie wie das Probekörper-Porenwasser verwendet werden, wenn der Boden gegenüber der Chemie des Wassers empfindlich ist. Wenn die Chemie des Porenwassers unbekannt ist, sollte Leitungswasser verwendet werden, da dessen Chemie dem Grundwasser mit höherer Wahrscheinlichkeit ähnlich ist als destilliertes Wasser. Das Wasser muss entlüftet werden.

5.5 Messgeräte und Regeleinrichtungen

5.5.1 Druckhöhe (Ortshöhe)

Die Wasserdruckhöhe kann als Höhenunterschied zwischen der Wasserquelle und dem Wasserauslass gemessen werden.

Elektronische Messwandler für den Differenzdruck oder Absolutdruck können ebenfalls zum Bestimmen der angewendeten Druckhöhe verwendet werden.

Wenn ein Permeameter mit starrer Wand verwendet wird, ist die Messung der Druckdifferenz (Druckhöhe) an den Stopfbuchsenbrillen entlang der Probekörperlänge auf Grund des möglichen Druckverlustes über die Rohre, Ventile und Filterscheiben zu bevorzugen. Die zugehörigen Fließweglängen sind die Abstände zwischen den Stopfbuchsenbrillen entlang der Probekörperseite.

5.5.2 Verschiebungsmessgerät

Wenn sich die Höhe des Probekörpers während des Versuches ändern kann, ist ein Verschiebungsmessgerät erforderlich, um im Verlauf des Versuchs jede Änderung in der Probekörperhöhe zu messen.

5.5.3 Messgerät für das Durchflussvolumen

Das durch den Probekörper fließende Wasservolumen kann als Pegeländerung an den Piezometerrohren (Standrohren) gemessen oder aus der Masse des ausgestoßenen Wasser ermittelt werden. Wenn Messungen über eine lange Zeit erfolgen, sollte die Verdunstung des Wassers aus diesen Rohren oder Wasserauffangbehältern verhindert werden, um Fehler in den gemessenen Durchflussvolumina zu vermeiden.

Der Durchfluss darf auch durch Einführen einer Luftblase in das Zulauf- und das Ablaufrohr mit bekanntem Durchmesser und Messen der dem Durchflussvolumen entsprechenden Laufzeit der Luftblasen bestimmt werden. Der Durchmesser der Rohre muss bei dem für die Durchflussmessung angewendeten Druck überprüft werden.

Wenn digitale Druck-/Volumenregler verwendet werden, kann die Volumen- und Druckänderung automatisch aufgezeichnet werden.

Die Zeit zwischen zwei Wasservolumenmessungen kann mit einer Stoppuhr gemessen oder einem Datenlogger erfasst werden.

Die Versuchsdauer muss ausreichen, um das Durchflussvolumen mit einer Abweichung von höchstens 10 % zu bestimmen.

5.6 Zusatzgeräte

Die Zusatzgeräte umfassen:

- Waage mit einer Fehlergrenze von 0,01 g oder 0,1 % der gewogenen Masse, wobei der größere Wert maßgebend ist;
- Zeitgeber, auf 1 s ablesbar;
- Minimum-Maximum-Thermometer, auf 1 °C ablesbar;
- Gerät zur Bestimmung des Wassergehalts.

Die Geräte für die Probekörper-Herstellung umfassen:

Schneid- und Zurichtwerkzeuge (z. B. scharfes Messer, Drahtsäge, Spatel, Schneidring, Beschneidlehre mit Drehscheibe);

- Abrichtlineal aus Stahl, mit einer Höchstabweichung von der Geraden von 0,1 % seiner Länge;
- Anschlagwinkel oder eine Einspannvorrichtung (z. B. Gehrlade) oder zweiteiliges Formwerkzeug zur Sicherstellung, dass die Ebenheit jeder Fläche um höchstens 0,5 % abweicht und dass sich die rechten Winkel innerhalb einer Abweichung von 0,5 ° befinden;
- Messschieber, entweder analog oder digital, ablesbar auf 0,1 mm oder 0,1 % der gemessenen Länge, wobei der größere Wert maßgebend ist;
- Verdichtungsgerät, zum Beispiel Proctorverdichter oder Vorrichtungen zum Einstampfen des Bodens (Stopfstäbe).

6 Versuchsdurchführung

6.1 Allgemeine Anforderungen

6.1.1 Sättigungsgrad

Der Sättigungsgrad hat einen großen Einfluss auf die gemessene Durchlässigkeit. Ein vollständig gesättigter Probekörper ergibt den größten Wert der gemessenen Durchlässigkeit. Auf Grund des Geräte- und Bodenzustands ist es nicht immer möglich, die vollständige Sättigung während des Versuchs sicherzustellen, weshalb der Sättigungsgrad für jeden Versuch berechnet und angegeben werden sollte. Sofern ein Ton-Probekörper nicht bekanntermaßen gesättigt ist, sollte der Sättigungsdruck zum Sättigen des Probekörpers angewendet werden.

6.1.2 Hydraulisches Gefälle

Das hydraulische Gefälle muss ausreichend niedrig sein, um laminare Strömungsbedingungen sicherzustellen und den Stofftransport innerhalb des Probekörpers zu verhindern. Je durchlässiger ein Boden ist, umso niedriger sollte das angewendete hydraulische Gefälle sein. Die Werte in Tabelle 1 haben sich bei der Wahl des hydraulischen Gefälles als hilfreich erwiesen. Stabile Bedingungen können durch Messen des Durchlässigkeitsbeiwertes für denselben Probekörper bei verschiedenen hydraulischen Gefällen bestätigt werden.