

Baugrund, Untersuchung von Bodenproben
Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts
 Teil 1: Laborversuche

DIN
18130-1

ICS 93.020

Ersatz für
 Ausgabe 1989-11

Deskriptoren: Baugrund, Bodenprobe, Wasserdurchlässigkeit, Laborversuch

Soil, investigation and testing —
 Determination of the coefficient of water permeability —
 Part 1: Laboratory tests
 Sol, reconnaissance et essais —
 Détermination du coefficient de perméabilité à l'eau —
 Partie 1: Essais de laboratoire

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	6.4 Verhinderung der Umläufigkeit	7
1 Anwendungsbereich	2	6.5 Sättigung	7
2 Normative Verweisungen	2	6.6 Spannungszustände des Probekörpers	8
3 Definitionen	2	6.7 Auswahl der Versuchsanordnung	8
3.1 Durchfluß	2	7 Ermittlung der Durchlässigkeit	
3.2 Filtergeschwindigkeit	2	in ausgewählten Versuchsanordnungen	8
3.3 Standrohrspiegelhöhe	3	7.1 Untersuchung im Kompressions-Durchlässig-	
3.4 Hydraulischer Höhenunterschied	3	keitsgerät mit statischer Belastung des	
3.5 Hydraulisches Gefälle	3	Probekörpers	8
3.6 Durchlässigkeitsbeiwert	3	7.2 Untersuchung im Versuchszylinder	
3.7 Durchlässigkeitsbereich	3	mit Standrohren	10
3.8 Versuchsklasse	3	7.3 Untersuchung in der Triaxialzelle	12
4 Bezeichnung	3	7.4 Untersuchung im Versuchszylinder	14
5 Versuchsgrundlagen	3	8 Auswertung der Versuche	16
5.1 Allgemeines	3	8.1 Versuch mit konstantem hydraulischen Gefälle	16
5.2 Korngröße, Korngrößenverteilung		8.2 Versuch mit veränderlichem hydraulischen Gefälle	16
und Korngefüge	3	8.3 Abhängigkeit des Durchlässigkeitsbeiwerts	
5.3 Dichte	4	von der Porenzahl	16
5.4 Beschaffenheit des Wassers	4	8.4 Angabe der Versuchsergebnisse	16
5.5 Sättigungszahl	4	9 Anwendungsbeispiele	17
5.6 Hydraulisches Gefälle	4	9.1 Bestimmung der Durchlässigkeit im	
5.7 Temperatur	5	Kompressions-Durchlässigkeitsgerät mit	
5.8 Probenabmessungen	5	statischer Belastung des Probekörpers nach 7.1	17
6 Bestandteile von Versuchsanordnungen	5	9.2 Bestimmung der Durchlässigkeit	
6.1 Erzeugung des hydraulischen Gefälles	5	im Versuchszylinder mit Standrohren nach 7.2	18
6.2 Messung der Standrohrspiegelhöhen	6	9.3 Bestimmung der Durchlässigkeit	
6.3 Messung der durchströmenden Wassermenge ..	6	in der Triaxialzelle nach 7.3	18
		9.4 Bestimmung der Durchlässigkeit	
		im Versuchszylinder nach 7.4	19

Fortsetzung Seite 2 bis 20

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

Vorwort

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

DIN 18130 "Baugrund, Untersuchung von Bodenproben — Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts" besteht aus:

— Teil 1: Laborversuche

Folgende Normen dieser Reihe befinden sich zur Zeit in Vorbereitung:

— Feldversuche

Änderungen

Gegenüber der Ausgabe November 1989 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Anpassung an überarbeitete Normen
- Aufnahme des Beispiels "Untersuchung im Versuchszylinder"
- Wegfall des Beispiels "Untersuchung bei Sättigungsdruck und bei im Verhältnis zum Porenwasserdruck kleinem Unterschied der Standrohrspiegelhöhen"
- Allgemeine redaktionelle Überarbeitung der Norm
- Änderung der Normbezeichnung

Frühere Ausgaben

DIN 18130-1: 1983-11, 1989-11

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts von Böden (Lockergestein) durch Laborversuche (im folgenden kurz: Durchlässigkeit). Die Versuchsergebnisse werden im Grund- und Erdbau angewendet. Sie sind Grundlage z. B. für die Berechnung von Grundwasserströmungen und zur Beurteilung der Durchlässigkeit von künstlich hergestellten Dichtungs- oder Filterschichten.

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 4021

Baugrund — Aufschluß durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben

DIN 4022-1

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

DIN 18125-2 : 1986-05

Baugrund; Versuche und Versuchsgeräte — Bestimmung der Dichte des Bodens — Feldversuche

DIN 18127

Baugrund; Versuche und Versuchsgeräte — Proctorversuch

DIN 18137-2 : 1990-12

Baugrund; Versuche und Versuchsgeräte — Bestimmung der Scherfestigkeit — Triaxialversuch

DIN 18196

Erd- und Grundbau — Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

3 Definitionen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Definitionen:

3.1 Durchfluß Q

Quotient aus dem Wasservolumen V_w , das eine bestimmte Querschnittsfläche A (Feststoffe und Poren) eines Probekörpers durchfließt und der dazu benötigten Zeit t (siehe Bild 1):

$$Q = \frac{V_w}{t} \quad (1)$$

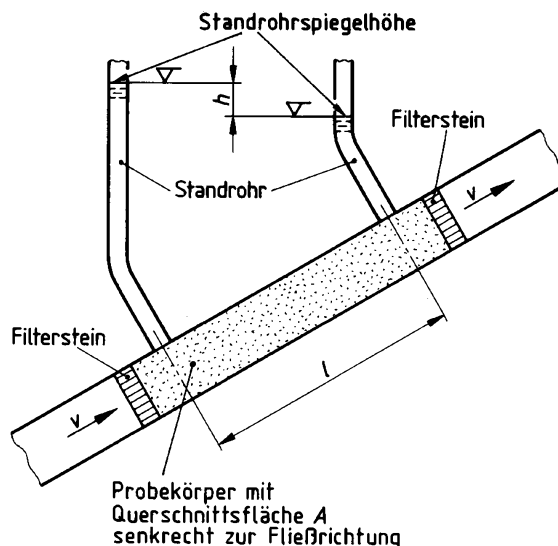


Bild 1: Strömungsvorgang in einer Bodenprobe

3.2 Filtergeschwindigkeit v

Quotient aus Durchfluß Q und zugehöriger Querschnittsfläche A senkrecht zur Fließrichtung:

$$v = \frac{Q}{A} \quad (2)$$

3.3 Standrohrspiegelhöhe

Diejenige Wasserspiegelhöhe in einem bestimmten Querschnitt, die sich während des Strömungsvorganges in einem — wirklichen oder gedachten — genügend hohen Rohr einstellt, das an diesen Querschnitt angeschlossen ist, ohne die Strömung merklich zu stören (siehe Bild 1).

3.4 Hydraulischer Höhenunterschied h

Differenz zweier Standrohrspiegelhöhen in zwei Querschnitten des Probekörpers (siehe Bild 1).

3.5 Hydraulisches Gefälle i

Quotient aus hydraulischem Höhenunterschied h und der durchströmten Länge l (Abstand der Ansatzpunkte der Standrohre in Fließrichtung) des Probekörpers:

$$i = \frac{h}{l} \quad (3)$$

3.6 Durchlässigkeitsbeiwert k

Quotient aus Filtergeschwindigkeit v und dem hydraulischen Gefälle i bei laminarer Durchströmung des wassergesättigten Bodens

— allgemein (Fließgesetz von DARCY):

$$k = \frac{v}{i} = \text{const.} \quad (4)$$

ANMERKUNG: Die Durchlässigkeit teilgesättigter Böden ist stets kleiner als die Durchlässigkeit gesättigter Böden (siehe auch Anmerkung 2 zu 5.5).

3.7 Durchlässigkeitsbereich

Eine bestimmte Spanne von Durchlässigkeitsbeiwerten.

ANMERKUNG: Für bautechnische Zwecke werden fünf Durchlässigkeitsbereiche definiert (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Durchlässigkeitsbereiche in Abhängigkeit vom Durchlässigkeitsbeiwert

k m/s	Bereich
unter 10^{-8}	sehr schwach durchlässig
10^{-8} bis 10^{-6}	schwach durchlässig
über 10^{-6} bis 10^{-4}	durchlässig
über 10^{-4} bis 10^{-2}	stark durchlässig
über 10^{-2}	sehr stark durchlässig

3.8 Versuchsklasse

Klasse, in der Durchlässigkeitsversuche erfaßt werden, die unter jeweils gleichen Bedingungen bezüglich Wassersättigung und Art der Strömung (siehe Tabelle 4) ablaufen.

ANMERKUNG: Die Versuchsklassen stufen die Durchlässigkeitsversuche danach ein, in welchem Maße sie eine fehlerfreie Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes k des gesättigten Bodens ermöglichen.

4 Bezeichnung

Bezeichnung des Laborversuchs zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwerts an feinkörnigem Boden im Kompressions-Durchlässigkeitsgerät (KD) mit Messung des hydraulischen Gefälles in einem Standrohr (ES) und des Wasservolumens im Standrohr (ST) sowie mit statischer Belastung (SB) des Probekörpers, Versuchsklasse 3:

Versuch DIN 18130 — KD — ES — ST — SB — 3

5 Versuchsgrundlagen

5.1 Allgemeines

Der Durchfluß und das hydraulische Gefälle müssen an der zu untersuchenden Bodenprobe zuverlässig gemessen werden können. Die Versuchsanordnung ist entsprechend zu wählen. Anhaltspunkte hierfür geben die Korngrößenverteilung und das Korngefüge des Bodens. Des weiteren ist der Einfluß von Dichte, Beschaffenheit des Wassers und Sättigung des Porenraums zu beachten. Diese Bedingungen sollten im Versuch den Verhältnissen im Feld möglichst treu angepaßt werden (siehe 5.3, 5.4 und 5.5), da sie von Einfluß auf das Ergebnis sind. Sie müssen bei der Deutung des Versuchsergebnisses berücksichtigt werden und sind im Versuchsbericht zu nennen (siehe 8.4).

Ergebnisse, die aus unterschiedlichen Versuchsanordnungen erhalten wurden, sind nur miteinander vergleichbar, wenn die Versuchsanordnungen der Versuchsklasse 1 genügen.

5.2 Korngröße, Korngrößenverteilung und Korngefüge

Die Korngröße bestimmt die Mindestabmessungen der Proben (siehe 5.8). Korngrößenverteilung und Korngefüge dürfen sich während der Durchströmung nicht verändern.

ANMERKUNG: Feinkörnige Proben sind in der Regel schwächer durchlässig, grobkörnige Proben stärker durchlässig. Bei gleichem Korndurchmesser d_{10} ist eine ungleichförmige Probe bei sonst gleichen Verhältnissen weniger durchlässig als eine gleichförmige. Auch kolloidale Eigenschaften des Feinkorns können die Durchlässigkeit herabsetzen.

Fein- und gemischtkörnige Böden haben bei Krümelstruktur infolge der vorhandenen Grobporen eine größere Durchlässigkeit als bei homogener Verteilung der Körner. Krümelstruktur ist bei gestörten und mit niedrigem Wassergehalt künstlich aufbereiteten fein- und gemischtkörnigen Proben zu erwarten.

Geschichtete Böden und Böden mit plattigen oder stabförmigen Körnern mit bevorzugter Orientierung weisen parallel zur Schichtung oder der Kornorientierung eine größere Durchlässigkeit auf als senkrecht dazu.

Bei zu hohem hydraulischen Gefälle können insbesondere in gemischtkörnigen und stark durchlässigen Böden Kornumlagerungen während des Versuchs zu einer Veränderung der Durchlässigkeit führen.

Ebenso kann es insbesondere bei feinkörnigen Böden mit geringen Feinstkornanteilen zu Kolmationen an den Filtersteinen kommen, wodurch eine zu geringe Durchlässigkeit vorgetäuscht wird. In diesem Falle sollte der Versuch mit kleinem hydraulischen Gefälle begonnen und das hydraulische Gefälle allmählich gesteigert werden.

5.3 Dichte

Die Dichte der Probe darf sich während der Durchströmung nicht ändern.

Ist der Einfluß der Dichte auf die Durchlässigkeit zu prüfen, dann sind mindestens drei Durchströmungsversuche mit jeweils unterschiedlichen Porenzahlen des Probekörpers auszuführen (siehe 8.3).

ANMERKUNG: Mit zunehmender Dichte nimmt die Durchlässigkeit bei gleicher Korngrößenverteilung und gleichartiger Einregelung der Körner ab.

5.4 Beschaffenheit des Wassers

Das für den Versuch zu verwendende Wasser darf weder aus dem Probekörper Bestandteile herauslösen noch gelöste oder in Schwebel befindliche Teile in dem Probekörper ablagern noch die kolloidchemische Beschaffenheit des Bodens verändern. Nach Möglichkeit ist ein dem Porenwasser ähnliches Wasser zu verwenden. In der Regel genügt entlüftetes Leitungswasser. In besonderen Fällen (z. B. marine Sedimente) ist das Wasser aufzubereiten oder zur Sicherstellung der natürlichen Bedingungen besonders zu beschaffen.

5.5 Sättigungszahl

Die Sättigungszahl darf sich während der Meßphase nicht ändern, oder es darf sich das Meßergebnis bei Wiederholung der Messung mit gleichem hydraulischen Gefälle nicht mehr ändern. Dies ist gegeben, wenn bei konstantem Druck und konstantem Gefälle die in die Probe einströmende der aus ihr austretenden Wassermenge gleich ist.

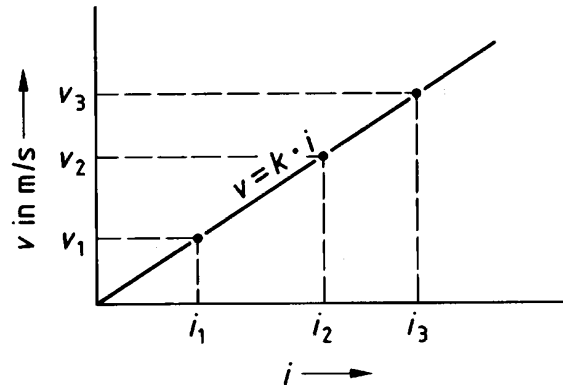
ANMERKUNG 1: Diese Anforderung ist durch volle Sättigung der Probe am einfachsten zu erfüllen. Der bei voller Sättigung ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert k ist zugleich die Bodenkenngroße, die die Durchlässigkeit des Korngerüsts beschreibt. Luftporen verengen nämlich den Durchflußquerschnitt und können damit eine Verringerung der Durchlässigkeit bewirken.

ANMERKUNG 2: Die Sättigungszahl beeinflusst die Durchlässigkeit eines Bodens wesentlich. Generell gilt: Je höher die Sättigungszahl, desto größer ist die Durchlässigkeit.

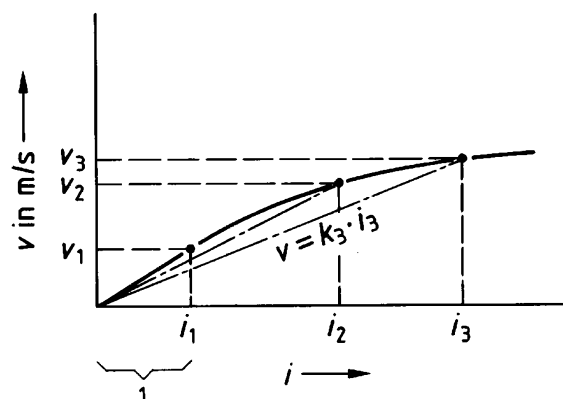
5.6 Hydraulisches Gefälle

Das hydraulische Gefälle darf im Versuch nach praktischen Gesichtspunkten gewählt werden, solange das Durchströmungsverhalten dem Fließgesetz von DARCY entspricht (linearer Strömungsbereich, siehe Bild 2a)), solange das Korngefüge nicht verändert wird (siehe 5.2) und durch die Durchströmung keine Konsolidierung oder Schwellung der Probe bewirkt wird.

In den Fällen, in denen das Durchströmungsverhalten nicht linear ist (siehe Bild 2b) und 2c)), muß das hydraulische Gefälle im Labor den Verhältnissen im Feld angepaßt werden.

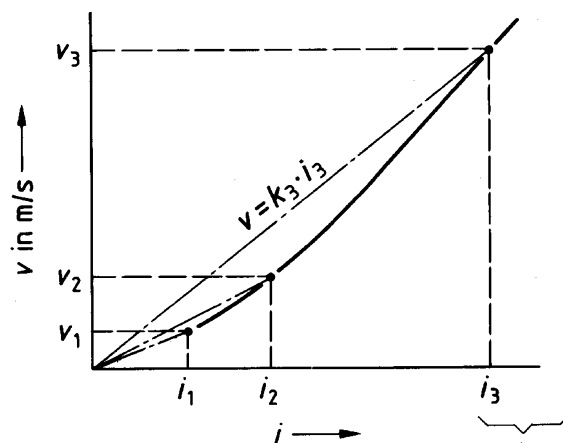


a) für lineare Strömung (Gesetz von DARCY)
 $k_1 = k_2 = k_3 = \text{const.}$



1 linearer Bereich

b) für turbulente Strömungen in grobkörnigen Böden (postlinearer Bereich)
 $k_1 = k > k_2 > k_3$



4 linearer Bereich

c) für Strömung in feinkörnigen Böden, die durch diffuse Wasserhüllen eingengt ist (prälinearer Bereich)
 $k_1 < k_2 < k_3$

Bild 2: Zusammenhang zwischen Filtergeschwindigkeit v und hydraulischem Gefälle i

Für praktische Belange reicht es aus, auch die Strömungsvorgänge, die vom linearen Fließgesetz abweichen, mit der Geradengleichung (4) auszuwerten. Es ergibt sich dann eine Abhängigkeit des ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerts vom hydraulischen Gefälle

$$k_T = f(i) \quad (5)$$

ANMERKUNG 1: Bei grobkörnigen Böden — insbesondere bei lockerer Lagerung — weicht das Fließverhalten oberhalb bestimmter hydraulischer Gefälle vom linearen Verhalten nach dem DARCY-Gesetz ab, die Fließgeschwindigkeit nimmt mit zunehmendem hydraulischen Gefälle infolge des Einflusses von Trägheitskräften unterlinear zu (postlinearer Bereich, siehe Bild 2b).

Bei der Durchströmung feinkörniger Böden mit kleinen hydraulischen Gefällen kann die Fließgeschwindigkeit mit kleiner werdendem hydraulischen Gefälle unterlinear abnehmen (prälinearer Bereich, siehe Bild 2c)), da die fest an die Wände der Porenkanäle gebundenen Wassermoleküle (diffuse Wasserhüllen der Tonminerale) die Strömung einengen.

ANMERKUNG 2: Der rechnerische Durchlässigkeitsbeiwert für Strömungsvorgänge außerhalb des Gültigkeitsbereiches des DARCY-Gesetzes nimmt gegenüber dem k -Wert für den DARCY-Bereich stark ab. Für grobkörnige Böden nimmt der rechnerische k -Wert mit zunehmendem hydraulischen Gefälle ab, für feinkörnige Böden wird er mit abnehmendem hydraulischen Gefälle kleiner.

5.7 Temperatur

Die Versuche sind bei annähernd konstanter Raumtemperatur durchzuführen, wobei die Temperatur des Probekörpers und des Wassers sich dieser Temperatur angepaßt haben müssen.

ANMERKUNG 1: Die Zähigkeit des Wassers ist von der Temperatur abhängig. Deshalb werden bei gleichem Gefälle die Fließgeschwindigkeit und damit der k -Wert von der Temperatur des Wassers beeinflusst.

Der im Versuch festgestellte k -Wert wird auf eine Vergleichs-Temperatur von 10°C umgerechnet. Nach Poiseuille ist:

$$k_{10} = \frac{1,359}{1 + 0,0337 \cdot T + 0,00022 \cdot T^2} k_T = \alpha \cdot k_T \quad (6)$$

Dabei ist:

- T die Wassertemperatur beim Versuch, in °C;
- k_T der ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert bei der Temperatur T , in m/s;
- α der Korrekturbeiwert (siehe Tabelle 2).

**Tabelle 2: Korrekturbeiwert α
zur Berücksichtigung der Zähigkeit des Wassers**

Temperatur T °C	5	10	15	20	25
α	1,158	1,000	0,874	0,771	0,686

Zwischenwerte können geradlinig eingeschaltet werden.

ANMERKUNG 2: Die Vergleichs-Temperatur $T = 10^\circ\text{C}$ entspricht der durchschnittlichen Temperatur des Grundwassers. Es können je nach Anwendungsfall auch andere Temperaturen maßgebend sein.

5.8 Probenabmessungen

Durchmesser und Höhe der Probe sind so zu wählen, daß sich Inhomogenitäten der Probe nicht mehr auf das Versuchsergebnis auswirken können.

Die Mindestabmessungen richten sich nach dem in der Probe enthaltenen Größtkorn und nach dem Versuchsgerät.

Das Verhältnis Größtkorn zu Probendurchmesser bzw. Probenhöhe sollte 1 : 5 bei ungleichförmigen und 1 : 10 bei gleichförmigen Böden nicht unterschreiten.

Bei bindigen Böden sollte die Querschnittsfläche mindestens $A = 10 \text{ cm}^2$ betragen, bei grobkörnigen Böden mindestens $A = 20 \text{ cm}^2$, sofern die Versuchsgeräte nach Abschnitt 7 keine größeren Abmessungen bedingen.

6 Bestandteile von Versuchsanordnungen

6.1 Erzeugung des hydraulischen Gefälles

6.1.1 Konstantes hydraulisches Gefälle

Das hydraulische Gefälle wird als konstant bezeichnet, wenn sich die Differenz zwischen der Standrohrspiegelhöhe des in den Probekörper einströmenden Wassers (Oberwasser) und der Standrohrspiegelhöhe des ausströmenden Wassers (Unterwasser) während einer Messung nicht merklich ändert.

Die Spiegelhöhe des Oberwassers wird am einfachsten mit Hilfe eines Überlaufgefäßes erzeugt, dem mehr Wasser zugeführt wird als durch den zu untersuchenden Probekörper strömt (siehe Bild 6). Größere Drücke können z. B. durch Luftdruck über eine luftundurchlässige Membrane bzw. über eine Öltrennschicht erzeugt werden. Der Unterwasserspiegel wird durch einen definierten Gegendruck (siehe Bild 9) oder durch einen Überlauf konstant gehalten, über den die zu messende Wassermenge abläuft (siehe Bild 6).

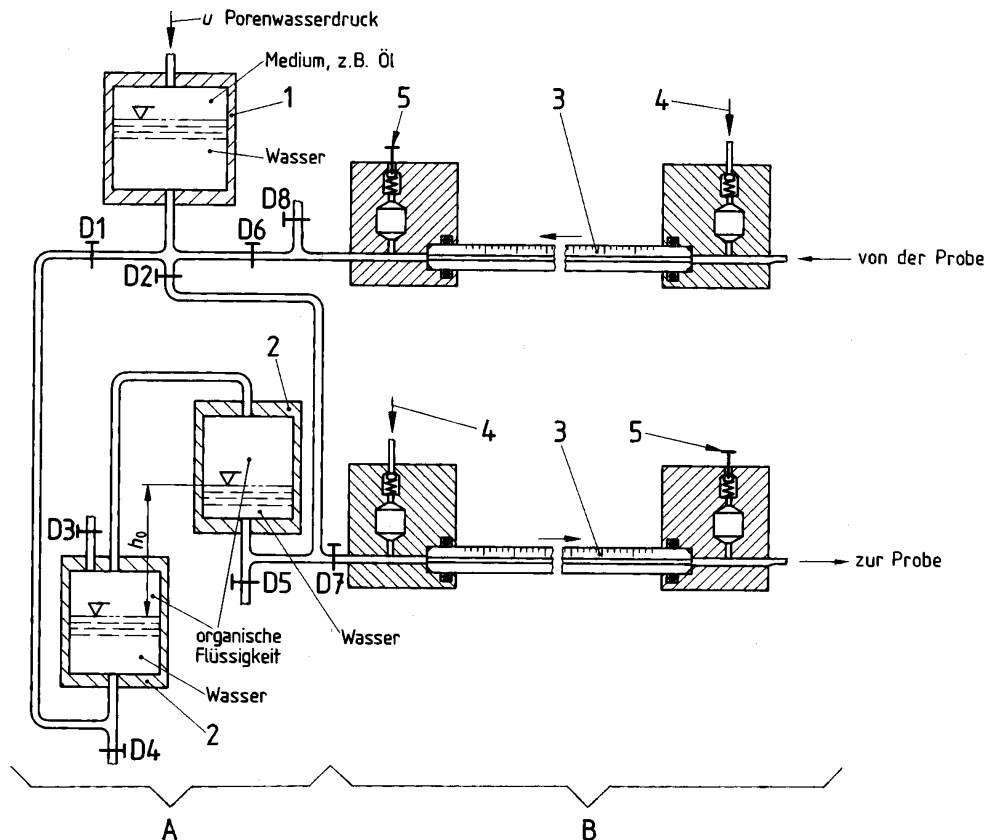
Der Unterwasserspiegel muß bei einer Durchströmung von unten nach oben über der Oberfläche des Probekörpers liegen. Wird die Probe von oben nach unten durchströmt, muß der Unterwasserspiegel oberhalb der Probenunterkante liegen. Die Unterwasserspiegelhöhe ist während einer Messung in beiden Fällen auf $\pm 1\%$ der Spiegelhöhendifferenz konstant zu halten.

Sehr kleine Unterschiede der Standrohrspiegelhöhen können z. B. mittels Differenzdruckaufnehmer gemessen oder unter Ausnutzung des Wichteunterschiedes zwischen Wasser und Flüssigkeit geringerer Dichte in einem Differenzdruckerzeuger eingestellt werden (siehe Bild 3, Vorrichtung A):

$$h = \frac{h_0 (\gamma_w - \gamma_{org})}{\gamma_w} \quad (7)$$

Dabei ist:

- h_0 der Höhenunterschied der Trennspiegel, in m (siehe Bild 3);
- γ_w die Wichte des Wassers, in kN/m^3 ;
- γ_{org} die Wichte der organischen Flüssigkeit, in kN/m^3 .



- | | | | | | |
|---|---|---|--|---|---|
| <p>1 Vorratsbehälter mit entlüftetem Wasser
2 Differenzdruckerzeuger
h_0 Höhenunterschied der Trennspiegel
D₁ bis D₈ Ventile</p> | } | A | <p>3 Kalibrierte Glaskapillare
4 Anschluß zum Einpressen einer Luftblase in die Glaskapillare
5 Entlüftung</p> | } | B |
|---|---|---|--|---|---|

Bild 3: Vorrichtung A zur Erzeugung sehr kleiner hydraulischer Gefälle und Vorrichtung B zum Messen kleiner Durchflußmengen

6.1.2 Veränderliches hydraulisches Gefälle

Das hydraulische Gefälle wird durch eine Wassersäule in einem Standglas erzeugt, deren Spiegelhöhe während des Versuchs abnimmt (siehe Bild 5).

Für die Ermittlung der Durchlässigkeit wird die Spiegelhöhe der Wassersäule im Standrohr in bestimmten Zeitabständen gemessen.

Bei schnellem Absinken der Wassersäule im Standrohr ist es stattdessen zweckmäßiger, die Zeiten zu messen, in denen der sinkende Wasserspiegel Markierungen des Standrohrs durchwandert.

Bei geringem Standrohrdurchmesser können sehr kleine Wassermengen direkt im kalibrierten Standrohr gemessen werden; deshalb ist diese Versuchsanordnung besonders für feinkörnige Probekörper geeignet.

6.1.3 Strömungsrichtungen

Bei den Versuchsanordnungen nach 6.1.1 und 6.1.2 sollte der Probekörper grundsätzlich von unten nach oben, darf aber auch von oben nach unten durchströmt werden.

Bei Durchströmung von unten nach oben muß durch Auflast oder Einspannung verhindert werden, daß sich die Probe auflockert.

6.2 Messung der Standrohrspiegelhöhen

Bei durchlässigen bis stark durchlässigen Probekörpern wird der hydraulische Höhenunterschied nur längs eines Teils des durchströmten Probekörpers mit Standrohren gemessen (siehe Bild 6), um Spiegelhöhenverluste außerhalb der Probe und Störungseinflüsse an den Enden des Probekörpers auf das Meßergebnis auszuschalten. Die Standrohre sollten einen lichten Durchmesser von 3 bis 4 mm haben und vom oberen und unteren Rand des Probekörpers in einem Abstand von etwa 30 mm angeordnet werden. Das in den Probekörper einbindende Ende ist gegen Verstopfung durch ein Feinsieb zu schützen. Bei schwach durchlässigen Böden sind die Spiegelhöhenverluste außerhalb des Probekörpers vernachlässigbar klein, so daß der Spiegelhöhenunterschied zwischen Oberwasser und Unterwasser dem Spiegelhöhenunterschied zwischen den Enden des Probekörpers gleichgesetzt werden kann.

6.3 Messung der durchströmenden Wassermenge

Die zur Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwerts maßgebende Wassermenge ist bei stationärer Strömung zu messen. Die stationäre Strömung kann exakt nur durch