

DIE FÄHIGKEIT HEIMISCHER BÖDEN, WASSER ZU SPEICHERN -

ZWEI EINFACHE LABORVERSUCHE

von

MICHAEL SCHIEBER +)

ZUSAMMENFASSUNG

Es werden Methoden vorgestellt, die es zulassen, mit Hilfe technischer Einrichtungen (Labor) die mengenmäßige und zeitliche Wasseraufnahme in heimischen Bodensubstraten zu beschreiben. Es handelt sich dabei um die Perkolation (Wasseraufnahme entlang der Schwerkraft) und den kapillaren Aufstieg oder die Wassernachlieferung (Wasseraufnahme entgegen der Schwerkraft). In beiden Fällen wurde das Verhalten ungestörter Proben bei Wasseraufnahme und deren Wasserkapazität (Speicherfähigkeit) in Abhängigkeit verschiedener Bodenparameter untersucht.

ABSTRACT

This is a presentation of methods which are appropriate for a description of a quantitative and temporal water storage in domestic soils by the aid of technical facilities (laboratory). It is a case of percolation (water absorbing capacity along gravitation) and capillary rise or water delivery (water absorption against gravitation). In both cases the behaviour of undisturbed soil samples was investigated during water absorption and their water storage capacity in dependency upon various soil parameters.

INHALTSVERZEICHNIS

SEITE

1.	Vorbemerkung	106
2.	Problemstellung	106
3.	Untersuchungsmethoden	107
3.1	Versuchsanordnungen	107
3.1.1	Perkolation	108
3.1.2	Kapillarer Aufstieg	109
3.2	Begleituntersuchungen	111
4.	Das untersuchte Bodenmaterial	112
5.	Meßergebnisse und Auswertung	115
6.	Die Bedeutung des Bodens als Wasserspeicher	116
7.	Anmerkungen	117
8.	Literatur	117

+)Dipl.-Geogr. Dr. Michael Schieber, Geogr. Inst. Univ. Regensburg, Postfach 397, 8400 Regensburg

1. VORBEMERKUNG

Innerhalb der Geographie und ihrer Nachbarwissenschaften (Bodenkunde, Botanik etc.) ist es häufig nicht möglich, bestimmte, für ökologische Aussagen bedeutsame Fragestellungen direkt im Gelände befriedigend zu beantworten. Häufig ist man bei der Arbeit im Gelände auf Schätzungen angewiesen (z.B. bei der Bestimmung der Bodenart, des Tongehalts eines Substrats u.ä.), die jedoch ein Mindestmaß an Erfahrung voraussetzen und nicht immer genaue Aussagen zulassen.

Hier bedient sich nun die Physische Geographie (Naturgeographie) - wie ihre Nachbarwissenschaften auch - der Möglichkeit, derartige Fragestellungen mit Hilfe technischer Einrichtungen und Apparaturen, wie sie ein geomorphologisches oder bodenkundliches Labor bieten, zu beantworten. Seit einigen Jahren besteht nun deshalb auch am Geographischen Institut der Universität Regensburg ein derartiges Labor, das dem Lehrstuhl für Physische Geographie zugeordnet ist. Dieses Labor, das zur Zeit in 5 Räumen im Gebäude des Fachbereichs Chemie untergebracht ist, steht auf einem, für ein geogr. Inst. beachtlichen technischen Niveau, so daß nicht nur grundlegende Untersuchungsverfahren (Korngrößen, pH-Wert, Org. Substanz, Karbonatgehalt u.a.) von Substraten aller Art (Böden, Schottern, Sedimenten u.a.) vorgenommen werden können, sondern auch weiterreichende Meßverfahren Anwendung finden (Stickstoffbestimmung, el. Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt von Wässern, Nährstoffe wie K, Ca, N u.a., Humusqualität u.a.m.). Ein weiterer technischer Ausbau wäre wünschenswert.

Das Labor erfüllt im wesentlichen zwei Aufgaben:

1. Untersuchung von Substraten jeglicher Art zu rein wissenschaftlichen Zwecken.
2. Hinführen von Studenten des Faches Geographie, besonders angehende Diplomgeographen, an Arbeitsmethoden innerhalb ihres Fachgebietes, die für geomorphologische und ökologische Fragestellungen unterschiedlicher Art von Bedeutung sind. Dies geschieht im Rahmen von in der Studienordnung für Diplomgeographen vorgesehenen Laborpraktika, die vom Autor in jedem Semester durchgeführt werden.

Hinsichtlich beider Bereiche hat sich das Labor inzwischen bewährt. Es sei besonders darauf verwiesen, daß inzwischen Staatsarbeiten vorliegen, die sich mit Meßverfahren, die im Labor möglich sind, befassen. Gerade in den letzten 2 Jahren entstanden am Geogr. Inst. Diplomarbeiten, für die Laboruntersuchungen notwendig waren.

2. PROBLEMSTELLUNG

Man muß sich zunächst vorstellen, daß ein Substrat, wie etwa unser Boden, oder besser gesagt, unsere Böden, nicht nur aus festen Bestandteilen bestehen (z.B. Mineralkörner aus der Gesteinsverwitterung), sondern auch Hohlräume aufweisen, sog. Poren, wobei

diese ganz oder teilweise mit Luft oder Wasser ausgefüllt sein können. Gerade für den Wasserhaushalt der Natur ist der Boden von entscheidender Bedeutung, weil er in der Lage ist, Niederschlagswasser zu speichern, es wieder abzugeben oder Feuchtigkeit für das Wachstum von Pflanzen zur Verfügung zu stellen.

Die Eigenschaft des Bodens, Feuchtigkeit aufzunehmen, zu speichern und wieder abzugeben, hängt von einer Vielfalt von Faktoren ab: Korngrößenverteilung, Lagerungsverhältnisse (Bodengefüge), Porenraumverteilung (s. Kap. 3.2 und 5, Tab. 1), Gehalt an organ. Substanz (an ihr kann H_2O angelagert werden) u.a.m. Die Erklärung dieser Abhängigkeiten kann dem Studenten zwar theoretisch erläutert werden, dabei tauchen aber bezüglich der Vorgänge bei der Wasserspeicherung Verständnisschwierigkeiten auf. Es war deshalb ein Bestreben des Autors, in den Laborpraktika vergangener Semester den beteiligten Studenten technische Hilfsmittel an die Hand zu geben, mit deren Hilfe sie die Fähigkeiten eines Bodens Wasser aufzunehmen, zu speichern und wieder abzugeben, untersuchen konnten. Dies sollte auch nach Möglichkeit an sog. ungestörten, also natürlich gewachsenen Bodenproben geschehen (s. Kap. 4), wie sie in der Umgebung von Regensburg vorkommen.

3. UNTERSUCHUNGSMETHODEN

Die beiden im Boden dominierenden Bewegungsvorgänge (neben dem horizontalen Wassertransport) sind:

1. Die Perkolation: *dies ist die Bewegung von Wasser entlang der Richtung der Schwerkraft, also von oben nach unten (z.B. das Einsickern von Niederschlagswasser).*
2. Der kapillare Aufstieg: *damit ist die Bewegung des Bodenwassers gemeint, die in den Kapillaren (Poren) entgegen der Schwerkraft stattfindet, also von unten nach oben (z.B. die Wassernachlieferung aus dem Grundwasser).*

In beiden Fällen mußten Meßverfahren entwickelt werden, die quantitative, d.h. mengenmäßige Aussagen zuließen.

3.1 Versuchsanordnungen

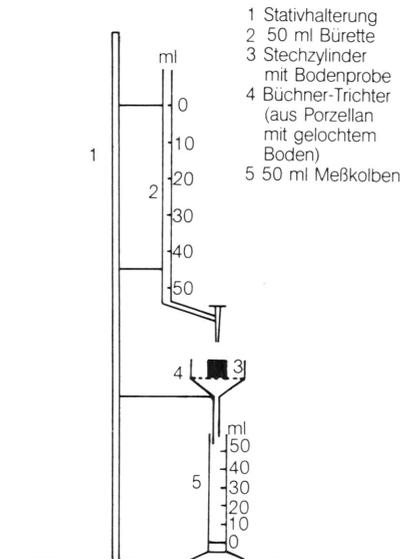
Dem Aufbau der Versuchsanordnungen lag das Bestreben zugrunde, mit möglichst einfachen technischen Hilfsmitteln auszukommen, die in jedem Labor vorhanden sein sollten. Beim Versuchsaufbau "Kapillarer Aufstieg" (s. Kap. 3.1.2) ließ es sich jedoch nicht vermeiden, daß einige Teile der Apparatur in den Werkstätten (Glaswerkstatt/FB Chemie, mechanische Werkstatt/FB Physik) der Universität Regensburg hergestellt werden mußten.

Die Versuchsanordnungen werden nun so angelegt, daß sowohl ungestörtes als auch gestörtes, d.h. auf 2 mm Aggregatdurchmesser abgeseibtes Probenmaterial untersucht werden kann.

3.1.1 Perkolation

Der Aufbau der Versuchsanordnung zur Messung der Perkolation und des Wasseraufnahmevermögens einer Bodenprobe unter dem Einfluß der Schwerkraft ist recht einfach (Abb. 1):

Abb. 1: Versuchsanordnung Perkolation



In einem Büchner-Trichter (4) befindet sich ein Stechzylinder (3)¹, der mit dem zu untersuchenden Probenmaterial gefüllt ist. Über dem Stechzylinder wird eine 50 ml Bürette² so angebracht, daß die Spitze ihres Auslaufs etwa 5 - 10 cm über der Probenoberfläche liegt. Die Bürette wird mit dest. Wasser aufgefüllt und vor dem Versuchsbeginn auf die Nullmarke eingestellt. Der Auslauf des Büchner-Trichters ragt in einen 50 ml³ Meßkolben, der das Perkolationswasser aufnimmt.

Vor jedem Versuch muß festgelegt werden, mit welcher Geschwindigkeit (Menge pro Zeiteinheit) die Bürette entleert werden soll. Es hat sich nach Durchführung einer Vielzahl von Versuchen ergeben, daß eine Anfangsgeschwindigkeit von 2 ml/min am geeignetsten ist.

Die Hahnstellung des Bürettenkückens ist hierfür vor jedem Versuch zu testen. Da die abnehmende Wassersäule in der Bürette

bei steter Entleerung während des Versuchs immer mehr Gewicht verliert, verringert sich auch deren Druck, was sich in der Form der sog. Einlaufkurve, d.h. der Entleerungskurve der Bürette, bemerkbar macht (s. Kap. 5, Abb. 3,4). Nach dieser Festlegung der Einlaufgeschwindigkeit durch den Öffnungsbetrag des Bürettenhahnes werden die Wassertropfen, die sich an der Hauptspitze bilden, aus etwa 10 cm Höhe (Vermeidung von Spritzeffekten) auf die Probe aufgelassen. Während der Ablesung der auslaufenden Wassermenge pro Zeit (jeweils 1 ml-Abstände) muß gleichzeitig darauf geachtet werden, daß die Probe gleichmäßig durchfeuchtet wird. Dies kann durch Drehen des Büchner-Trichters und Schwenken der Bürette erreicht werden. Je nach Wasseraufnahmefähigkeit der Probe (eine grobe Orientierung über deren max. Betrag bietet eine vorherige Bestimmung des Gesamtporenvolumens) wird diese nach Erreichen der Sättigung wieder Flüssigkeit abgeben. Der Zeitpunkt der einsetzenden Flüssigkeitsabgabe und die Menge der aus der Probe wieder ablaufenden Wassers in den Meßkolben (s. Abb. 1) ist pro Zeit ebenfalls festzuhalten.

Bei der Auswertung der Meßergebnisse ergeben sich somit 2 Kurven (s. Kap. 5): eine Einlauf- und eine Auslaufkurve, letztere abhängig vom Verhalten der Probe.

Sollte der Inhalt einer Bürette für den Versuch nicht ausreichen, was selten der Fall ist, kann eine zweite Bürette gleichzeitig mit an der Stativhalterung angebracht und dazugeschaltet werden. In der Einlaufkurve würde sich dies in Form eines Knicks (wieder höhere Anfangsgeschwindigkeit) bemerkbar machen.

Ein möglicher Verdunstungsverlust bleibt bei diesem Versuch unberücksichtigt.

3.1.2 Kapillarer Aufstieg

Ausgangspunkt für die Konstruktion dieser Apparatur war der Enslin-Apparat (Lit. 2), der allerdings nur für ungestörte Proben verwendbar ist.

Der Versuchsaufbau zur quantitativen Erfassung des kapillaren Aufstiegs in einer ungestörten Probe besteht aus zwei Teilsystemen, deren Einzelbestandteile z.T. angefertigt und bereits fertig vorhandene verändert werden mußten (s. Abb. 2).

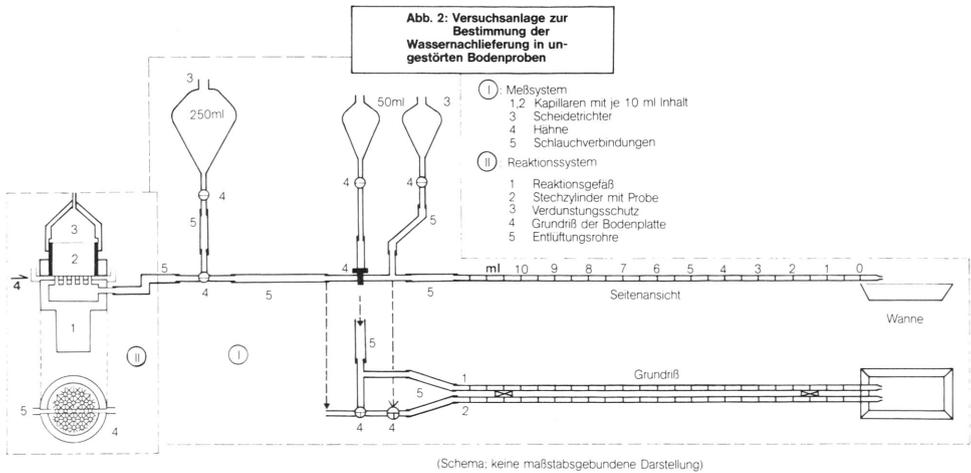
Diese beiden Teilsysteme sind:

1. Das Meßsystem (I)
2. Das Reaktionssystem (II)

Aufbau der beiden Systeme

1. Das Meßsystem

Das Meßsystem besteht in seinem Kern aus 2 Glasröhren mit 5 mm Innendurchmesser und einem gesamten Fassungsvermögen von je ca.



10 ml. Über einen mit zwei zusätzlichen Glasstutzen versehenen 3-Wegehahn können beide Kapillare während des Versuchs abwechselnd gefüllt werden, da es durch die Stellung des 3-Wegehahns auch möglich ist, die Kapillare durch den Saugdruck (System II) abwechselnd zu leeren. Das hat den Vorteil, daß immer genügend Flüssigkeit für den Meßvorgang zur Verfügung steht.

Die ausgezogenen Enden beider Kapillare ragen über einen Auffangbehälter, da beim Füllen des Meßsystems durch den großen 250 ml Scheidetrichter Wasser zur Entlüftung durch das System gedrückt wird.

2. Das Reaktionssystem

Das Reaktionssystem besteht aus einem Reaktionsgefäß (Plastik), in das von oben ein Stechzylinder⁴ bis zu einer Bodenplatte eingedrückt werden kann. Diese Bodenplatte ist mit Löchern und kleinen Kanälen durchsetzt, um eine gleichmäßige Befeuchtung der Bodenprobe von unten aus einer kleinen Flüssigkeitskammer zu erreichen. Als Verdunstungsschutz kann ein kleiner Plastiktrichter über den mit der Probe gefüllten Stechzylinder gestülpt werden. Da dieses System ebenfalls blasenfrei gehalten werden muß, sind am Gehäuse seitlich zwei Entlüftungsrohre angebracht.

Auch dieses System wird über den großen Scheidetrichter gefüllt. Beim Zusammenbau beider Systeme ist es wichtig darauf zu achten,

daß die Unterseite der Bodenprobe und die Kapillare in gleicher Höhe horizontal liegen, um einen druckfreien, nur der Saugkraft der Probe unterliegenden Entzug von Wasser aus den Meßrohren zu gewährleisten.

Meßvorgang

Nach dem blasenfreien Füllen der beiden Teilsysteme und dem Eindrücken einer Stechzylinderprobe in das Reaktionsgefäß wird die Unterseite der Probe aus dem großen Scheidetrichter mit Wasser benetzt und dann sofort an das Meßsystem durch Umschalten des Dreiwegehahns unter dem großen Scheidetrichter angeschlossen. Die Probe entnimmt nun der jeweils zugeschalteten Kapillare Wasser, dessen Menge pro Zeit festzuhalten ist. Anfangs geht das sehr rasch, die Entnahmegeschwindigkeit nimmt aber mit steigender Feuchtehöhe in der Probe und deren inneren Benetzungswiderstand ab. Ist eine Kapillare entleert, kann auf die zweite umgeschaltet und die erste wieder gefüllt werden. Dieser Vorgang kann je nach Menge des entzogenen Wassers aufgrund der Konstruktion des Meßsystems beliebig oft wiederholt werden.

Es ist ratsam, die Kapillare nicht bis zu ihrer Verjüngung zu füllen, da die Saugspannung der Probe (Saugvermögen) nicht ausreicht, die Oberflächenspannung des Wassers in den fein ausgezogenen Kapillarenden zu überwinden.

Zu Übungszwecken können beide Versuche (Perkolation, kapillarer Aufstieg) zunächst mit gestörtem, d.h. getrocknetem und abgeseibtem Material vorgenommen werden (Füllung des Stechzylinders mit einer gestörten Bodenprobe).

3.2 Begleituntersuchungen

Neben der Bestimmung der Wasseraufnahmefähigkeit der Probe werden parallel dazu immer einige zusätzliche Untersuchungen vorgenommen, um von deren ökologischen Eigenschaften ein umfassenderes Bild zu erhalten.

Untersuchungsmethoden

(hierüber gibt es eine Fülle an einschlägiger Literatur)

a) Korngrößenanalyse (Bodenart)

Abtrennung des Bodenskeletts (> 2 mm) durch Siebung vom Feinboden (< 2 mm); Dispergierung (Aufbrechen der Bodenaggregate) mit Natriumpyrophosphat; Bestimmung der Sandfraktionen durch Naßsiegung; der Schluff- und Tonfraktionen durch Abheben mit der KÖHNSchen Pipette.

Fraktionen:

Bodenskelett		>2 mm Äquivalentdurchmesser		
Grob		0,63	-	2 mm
Mittel-	Sand	0,2	-	0,63 mm
Fein-		0,063	-	0,2 mm
Grob-		0,02	-	0,063 mm
Mittel-	Schluff	0,0063	-	0,02 mm
Fein-		0,002	-	0,0063 mm
Ton		<0,002	mm	≅ < 2 /μ

- b) Bestimmung des Gesamtporenvolumens (GPV)
Das GPV wird berechnet nach der Gleichung

$$\text{GPV (\%)} = \left[1 - \frac{\text{VG}}{\text{SG}} \right] \cdot 100$$

wobei: GVP = Gesamtporenvolumen

VG = Volumengewicht der Probe

SG = Spez. Gewicht der festen Bodensubstanz

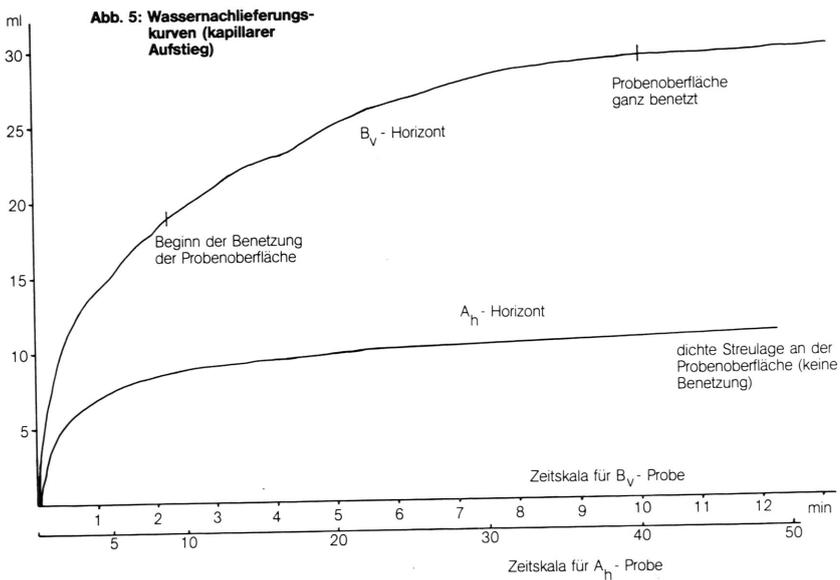
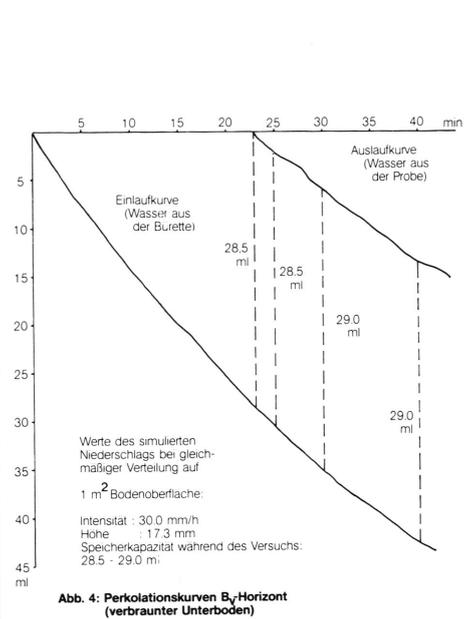
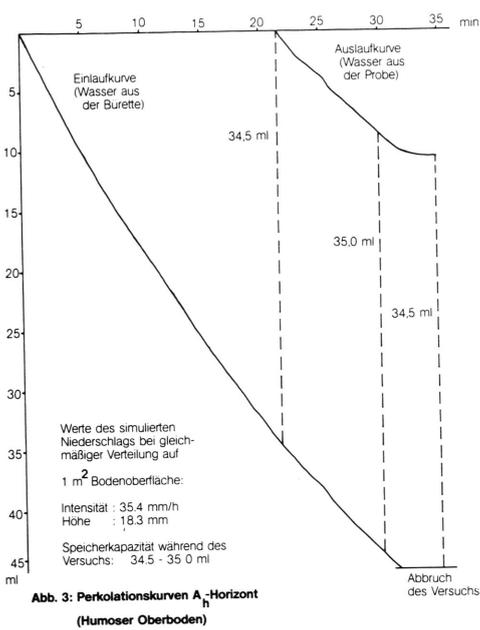
- c) Bestimmung der organischen Substanz
Glühen im Muffelofen bei ca. 400^o C. Diese Methode ist äußerst ungenau und sollte deshalb nur während eines Praktikums zu Übungszwecken verwendet werden. Für rein wissenschaftliche Zwecke ist sie abzulehnen.
- d) Bodenreaktion (pH-Werte)
In H₂O und 0,1n KCl-Suspension elektrometrisch mit der Glaselektrode.
- e) Karbonatgehalt (hauptsächlich Kalk)
Gasvolumetrische Bestimmung durch die Scheibler-Apparatur (CO₂-Bestimmung durch Versetzen der Probe mit Salzsäure).

4. DAS UNTERSUCHTE BODENMATERIAL

Für die Untersuchung der Perkolation bzw. des kapillaren Aufstiegs wurden zwei Bodenhorizonte gewählt, die aus Profilen stammen, die in der Umgebung von Regensburg relativ häufig auftreten. Es handelt sich dabei um Proben aus dem humosen Oberbodenhorizont (A_h)⁵ und um Proben aus dem verbräunten Horizont einer Braunerde (B_v)⁵ auf kreidezeitlichen Sandsteinen im Staatswald von Hohengebraching. Während die Probe aus dem B_v-Horizont ein relativ lockeres, sandiges Gefüge zeigte, wies die A_h-Probe einen geringfügig höheren Tongehalt auf, wobei zusätzlich noch der obere Bereich der Probe aus einer schwach entwickelten Streulage bestand.

An Proben aus beiden Horizonten (Entnahmetiefe der A_h-Proben 5 - 10 cm, der B_v-Proben 35 - 40 cm unter Bodenoberfläche) wurden beide Versuche durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden in den jeweiligen Entnahmetiefen die Horizonte horizontal abgestochen und in jede dieser Abstichflächen mehrere Stechzylinder senkrecht eingeschlagen und vorsichtig entnommen. Die ungestörten Proben wurden im Labor bei 105^o C getrocknet und anschließend für die beabsichtigten Versuche aufbewahrt.

Die bereits erwähnten Begleituntersuchungen (s. Kap. 3.2), die während eines Laborpraktikums im Okt. 1982 durchgeführt wurden, brachten folgende Ergebnisse (Tab. 1).



Meßergebnisse und Auswertung des Versuchs "Perkolation"

Eine Zusammenstellung der Meßergebnisse ergibt folgendes Bild (Tab. 2).

Tabelle 1: Begleituntersuchungen

Untersuchungs- gegenstand		Probe	
		A _h	B _v
Korngrößen (Gewicht-%)	Grobsand	1,6	5,5
	Mittelsand	55,0	54,6
	Feinsand	8,2	15,3
	Sand	64,8	75,4
	Grobschluff	3,3	4,7
	Mittelschluff	3,6	4,5
	Feinschluff	1,5	1,7
	Schluff	8,4	10,9
	Ton	26,8	13,7
	Bodenart ⁶	sT (sandiger Ton)	
Gesamtporen- volumen		67 %	46 %
organ. Substanz		7,9 %	1,8 %
pH-Werte (H ₂ O/KCl)	3,6 / 3,3 sehr sauer		3,6 / 2,7 sehr sauer
Carbonate (Kalk)	frei		frei

Tabelle 2: Meßergebnisse

	A _h	B _v
Einlaufkurve	45 ml / 31 min	42,5 ml / 40 min
Beginn der Auslauf- kurve nach	21 min, 30 sec	23 min
gespeicherte H ₂ O-Menge bei Auslaufbeginn	34,5 ml	28,5 ml

Das wichtigste Ergebnis bei der Betrachtung dieser Werte ist, daß die A_h -Probe um 6 ml (17 %) mehr Wasser gespeichert hat, als die B_v -Probe. Dies liegt zum einen daran, daß der gesamte Hohlraum in diesem Horizont deutlich größer ist als im B_v (s. Tab. 1), und somit auch mehr Wasser gespeichert werden kann. Zum anderen wirkt sich auch der Gehalt an organ. Substanz aus, die in der Lage ist, Wasser zu binden. Vergleicht man diese gespeicherten Wassermengen mit den jeweiligen Porengehalten, so stellt man fest, daß in keinem Fall der gesamte Porenraum gefüllt wird. Dies ergibt sich aus folgender Überlegung am Beispiel des A_h -Horizontes:

67 % GPV bedeuten, daß von 100 cm³ Bodensäule 67 cm³ von Hohlraum eingenommen ist, und nur 33 % feste Bodenbestandteile vorliegen. Eine H₂O-Aufnahme von 34,5 ml wiederum besagt, daß 34,5 cm³ (spez. Gewicht von H₂O ist 1) des Hohlräume (= 51,5 %) mit Wasser gefüllt ist. Es muß also noch Luft im Boden sein, die eingeschlossen wurde. Dies wiederum bedeutet aber, daß gezeigt ist, daß der Boden, zumindest in der kurzen Versuchszeit, sich nicht vollkommen sättigt, sondern noch Luft enthält, die für eine Reihe von Lebensvorgänge im Boden ebenfalls notwendig ist.

Diese Situation ändert sich auch nicht, wenn man die ein- bzw. auslaufende Wassermenge mit der Speicherwassermenge vergleicht. Diese bleibt in beiden Fällen nahezu unverändert, was bedeutet, daß der Boden nur eine begrenzte Menge Wasser aufnimmt und Überschußwasser wieder abgibt. Die max. Speicherfähigkeit eines Bodens wird bei sog. Feldkapazität⁸ erreicht, die jedoch nicht der vollkommenen Wassersättigung entspricht.

Nimmt man nun den Fall an, daß eine Bodensäule von 1 m³ Rauminhalt vorliegt, die wie die untersuchte B_v -Probe strukturiert ist, so ist es überlegenswert, wieviel Wasser von dieser Säule (unter Versuchsbedingungen) gespeichert werden kann. Man muß dabei davon ausgehen, daß der Rauminhalt eines Stechzylinders 98,5 cm³ beträgt. Diese 98,5 cm³ Boden können, im Falle des B_v -Horizonts, 28,5 ml H₂O speichern. Eine B_v -Bodensäule von 1 m³ entspricht 1 000 000 cm³. Daraus folgt, daß dieser m³ Boden in der Lage wäre, ca. 290 l Wasser zu speichern.

Dieser Versuch, der nichts anderes ist als eine kleine Regensimulation, zeigt anschaulich, daß ein tiefgründig gewachsener Boden ganz erhebliche Mengen an Sickerwasser speichern kann. Darin liegt eine ganz entscheidende Bedeutung unserer heimischen Böden.

5. MESSERGEBNISSE UND AUSWERTUNG DES VERSUCHS "KAPILLARER AUFSTIEG"

Die beiden Kurven der Abb. 5 zeigen sehr unterschiedliches Verhalten. Zwar ist noch beiden ein anfänglich rascher Anstieg, d.h. Wasseraufnahme, gemein, doch nach kurzer Zeit schon streben die beiden Kurven auseinander. Dies ist dann erreicht, wenn die Benetzung der Probe zu Ende ist und für den weiteren Wasseranstieg die Schwerkraft wirksam wird.

Es zeigt sich hier aber deutlich, daß verschiedene genetische Bodenhorizonte unterschiedlich in der Lage sind, Wasser entgegen der Schwerkraft aufzunehmen. Der größere Gesamtporenraum, der vermutlich höhere Gehalt an organ. Substanz und der höhere Tongehalt (damit wahrscheinlich auch der höhere Feinporenanteil) bewirken, daß die größeren Benetzungswiderstände im A_h -Horizont stärker wirksam werden als im B_v , und deshalb in längerer Zeit geringere Mengen an H_2O aufgenommen werden.

Wenngleich die Wassernachlieferung in der B_v -Probe nach 13 min bereits 30 ml erreicht hat, kann jedoch festgestellt werden, daß die Füllgeschwindigkeit in beiden Fällen sehr rasch nachläßt.

Während bei der A_h -Probe die Wassernachlieferung bei weitem nicht deren Perkolationswert erreicht, ist überraschend festzustellen, daß bei der B_v -Probe in relativ kurzer Zeit eine etwas höhere Feuchtemenge von der Probe aufgenommen wurde als beim entsprechenden Perkolationsversuch. Die nahezu gleiche Feuchtemenge bei beiden Versuchen spricht dafür, daß der schwer füllbare Feinporenraum in der B_v -Probe wahrscheinlich relativ gering ist. Die unterschiedlichen Füllzeiten widersprechen dem nicht, da die Perkolationskurve vorgegeben war, während die Nachlieferungskurve von der Probe selbst ermittelt wurde.

Diese "Selbstermittlung" spiegelt sich auch deutlich in der A_h -Kurve wider. Die hohen Benetzungswiderstände haben bei der freiwilligen H_2O -Aufnahme bewirkt, daß in längerer Zeit weit weniger Wasser aufgenommen wurde als bei der B_v -Probe.

Es ist offenkundig, daß beim Vermögen des Bodens Wasser aufzunehmen, äußere und bodeninnere Faktoren eine wesentliche Rolle spielen.

6. DIE BEDEUTUNG DES BODENS ALS WASSERSPEICHER

Welche Schlüsse können nun aus den Untersuchungsergebnissen gezogen werden? Unsere Versuche im Labor haben gezeigt, daß unsere wichtigsten heimischen Böden (Braunerden, Parabraunerden) ganz erhebliche Mengen an Wasser speichern können. Die Speicherkapazität hängt ab von einer Reihe bodenphysikalischer (zu ihnen gehört auch die Gründigkeit, d.h. die Mächtigkeit des entwickelten Bodenprofils) und bodenchemischer Eigenschaften (s. Kap. 4). Zum einen kann also Niederschlagswasser im Boden gespeichert werden, zum anderen geht Wasser durch Verdunstung oder Abfluß wieder verloren.

Die Wasserspeicherung ist in zweifacher Hinsicht für den Menschen von Bedeutung:

1. Wasser wird im Boden so gespeichert, daß es von der Pflanze aufgenommen werden kann (pflanzenverfügbares Wasser), was von zentraler Bedeutung für deren Wachstum ist (indirekt Nutzung).
2. Wasser kann aus dem Boden an das Grundwasser abgegeben werden (direkte Nutzung).

Die Bedeutung des Bodens als Wasserspeicher wird dann besonders deutlich, wenn man Störungen dieses Systems betrachtet. Diese können dadurch auftreten, daß Bodenmaterial abgetragen (Bodenerosion) und so dieser Speicher verkleinert wird. Dies ist ein besonders großes Problem in tropischen und subtropischen Ländern (Lit. Liste 5). Von großer Aktualität ist zur Zeit die Tatsache, daß unsere Böden immer mehr durch Umwelteinflüsse geschädigt werden (Bodenverseuchung). Dies beruht allg. auf der Tatsache, daß unsere Böden in der Lage sind, schädigende äußere Einwirkungen - bis zu einem bestimmten Maß - auszugleichen (Filter- oder Pufferfunktion; s. Lit. Liste 1). Ein Ausfall oder eine Schädigung des Ökosystems "Boden" kann deshalb zu gravierenden Störungen und Schäden unserer Umwelt führen.

7. ANMERKUNGEN

Die in Klammern gesetzten arabischen und römischen Ziffern (Kap. 3) beziehen sich auf die Darstellung der Versuchsanordnungen in Abb. 1 und 2.

- 1 Metallzylinder mit genormtem Inhalt zur Entnahme ungestörter Bodenproben
- 2 Genormtes Glasrohr von 50 ml Inhalt mit einstellbarem Auslaufhahn
- 3 1 ml (Milliliter = 1/1000 Liter)
- 4 Innendurchmesser : 5,6 cm
Höhe : 4,0 cm (s.a. Anmerkung 1)
- 5 A_h bodenkundliche Horizontbezeichnungen
 B_v
A = Oberboden, h = humos
B = Unterboden, v = verwittert, verbraunt
- 6 Nach Scheffer/Schachtschabel (Lit. 3)
- 7 siehe auch Kap. 3.2
die tatsächlichen Werte dürften in beiden Fällen niedriger sein
- 8 Wassermenge, die ein Boden in ungestörter, natürlicher Lagerung maximal gegen die Schwerkraft zurückhalten kann.

8. LITERATUR

1. BERIÉ, A. und M. SCHIEBER:
Berichte zu Laborpraktika, SS 1979, 1982 und WS 1979/80,
(unveröffentlicht)
2. ENSLIN, O. (1933): Über einen Apparat zur Bestimmung der Flüssigkeitsaufnahme von quellbaren und porösen Stoffen und zur Charakterisierung der Benetzbarkeit. Die chemische Fabrik, No. 13, 147 - 148

3. SCHEFFER, F. und P. SCHACHTSCHABEL (1976):
Lehrbuch der Bodenkunde, Stuttgart
4. SCHIEBER, M. (1983): Bodenerosion in Südafrika. Gießener
Geogr. Schriften, Heft 51. Dissertation Giessen
5. STEUBING, L. (1965): Pflanzenökologisches Praktikum, Ber-
lin/Hamburg