

7. LITERATURVERZEICHNIS

- CZURDA, K.A. & WAGNER, J.-F. (1988): Verlagerung und Festlegung von Schwermetallen in tonigen Barrieregesteinen.- (in diesem Band).
- HERMS, U. & BRÜMMER, G. (1984): Einflußgrößen der Schwermetalllöslichkeit und -bindung in Böden.- Z. Pflanzenernähr. Bodenk., 147, 400-424, Weinheim.
- LINDSAY, W.L. (1979): Chemical equilibria in soils.- 449p., John Wiley & Sons, New York.
- REDDY, M.R. & PERKINS, H.F. (1974): Fixation of zinc by clay minerals.- Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Vol. 38, 229-231.
- UDO, E.J., BOHN, H.L. & TUCKER, T.C. (1970): Zinc adsorption by calcareous soils.- Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Vol. 34, 405-407.
- WAGNER, J.-F. (1988 a): Migration of lead and zinc in different clay rocks.- Proc. Int. Symp. Hydrogeology and safety of radioactive and industrial hazardous waste disposal / IAH, Doc. B.R.G.M., 160, 617-628, Orleans.
- WAGNER, J.-F. (1988 b): Migration von Zink in einem Ton der Oberen Süßwassermolasse.- Oberrhein. geol. Abh., 35, 187-196, Stuttgart.
- WEISS, A. (1988): Über die Abdichtung von Mülldeponien mit Tonen unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses organischer Bestandteile im Sickerwasser.- Mitt. Inst. Grundbau u. Bodenmechanik, ETH Zürich, 133, 77-90, Zürich.

VERSUCHE ZUR MESSUNG DES k_f -WERTES TONIGER
BÖDEN MIT HILFE DER ELEKTRISCHEN LEITFÄHIGKEIT

The Electric Conductivity - a Test Method for the Measurement of
the Coefficient of Permeability

D. HELING

Institut für Sedimentforschung der Universität Heidelberg
6900 Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 236

KURZFASSUNG

Die konventionellen k_f -Wert-Bestimmungen an tonigen, gering durchlässigen Böden durch Messung der Fließgeschwindigkeit sind zeitraubend und darüber hinaus methodisch problematisch. Es wird daher die Möglichkeit untersucht, aus Messungen der elektrischen Leitfähigkeit die Durchlässigkeit abzuleiten.

Die elektrische Leitfähigkeit von Ton/Wasser-Gemengen hängt vom Elektrolytgehalt des Porenwassers ab. Die Elektrolytkonzentration ist in der Nähe der Tonmineraloberfläche und in der Fest/Flüssig-Grenzfläche höher als im tieferen Porenraum. Daher besitzen tonhaltige Gefüge eine Oberflächenleitfähigkeit.

Mit steigendem Wassergehalt eines natürlichen Lößlehms nimmt dessen Durchlässigkeit zu, seine elektrische Leitfähigkeit dagegen ab. Die Abnahme kann auf die Verdünnung der Elektrolytkonzentration des Porenwassers zurückgeführt werden.

Durch Zusatz von Aktiv-Bentonit wird die spez. elektrische Leitfähigkeit erhöht und die Durchlässigkeit herabgesetzt.

Die elektrische Leitfähigkeit toniger Böden wird also bestimmt vom Wassergehalt (Sättigung, Dichte), vom Tongehalt und vom evtl. Bentonitzusatz.

Für definierte Böden besteht die Möglichkeit, den k_f -Wert aus der spez. elektrischen Leitfähigkeit abzuleiten.

ABSTRACT

The conventional method of permeability measurements of clayey soils is time-consuming and laden with problems. Therefore, the possibility was investigated experimentally to derive the coefficient of permeability from measurements of the electrical conductivity.

The electrical conductivity of clay/water systems depends on the electrolyte concentration of the pore water. Close to the clay mineral surface the electrolyte concentration is higher than the rest of the pore space. Thus, clayey soils are characterized by a surface conductance.

The permeability of a natural Löß-loam is increased by raising its water content, whereas its conductivity is decreased, the decrease being due to the dilution of the pore solution.

By addition of small amounts of activated bentonite, however, the electrical conductivity is increased, the permeability decreased.

In summary, the electrical conductivity depends on the water content (expressed by density and saturation), clay mineral content and bentonite admixture, if present.

With sufficiently well-known clayey soils there is a possibility to derive the coefficient of permeability from the measurement of electrical conductivity.

1. ZIELSETZUNG

Die konventionelle Bestimmung der Durchlässigkeit gering permeabler Tonböden entsprechend der DIN 18130 I durch Messung der Fließgeschwindigkeit (Abb.1) erfordert Wochen, manchmal Monate bis Wasservolumina von einigen Millilitern die Gesteinsprobe passiert haben.

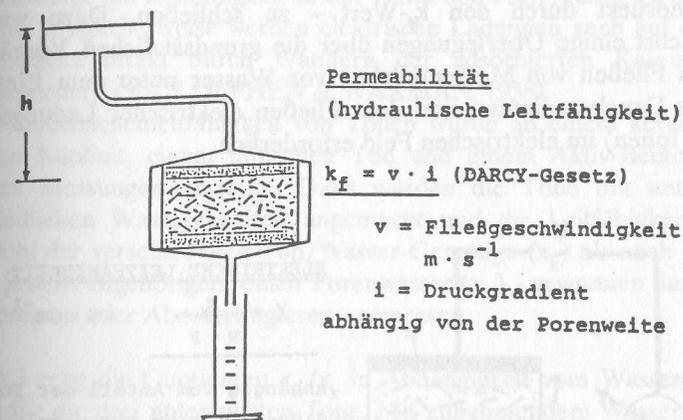


Abb. 1: Messung der Durchlässigkeit (Prinzip)

Nach den üblichen Auflagen der Planfeststellung müssen zur Sättigung des Porenraumes 1-2 Porenvolumina die Probe durchströmt haben, bevor die Fließgeschwindigkeit gemessen werden darf, wodurch die Meßdauer zusätzlich verlängert wird. Wird zur Erhöhung der Fließgeschwindigkeit der Druckgradient erhöht - entweder durch Verringerung der Probendicke (Verkürzung des Fließweges) oder durch Erhöhung des Eingangsdruckes, kann leicht der Gültigkeitsbereich des Darcy-Gesetzes (DUNN, 1985; GABENER, 1983) überschritten werden, d.h. Strömungsgeschwindigkeit und Druckgradient sind zueinander nicht mehr proportional. Außerdem bereiten Umläufigkeiten zwischen Probekörper und Meßzelleninnenwand bei hohen Druckgradienten Probleme. Bei locker gepackten Proben sind Gefügeveränderungen dadurch möglich, daß

feinkörnige Partikel aus ihrem Verband gelöst werden und Fließwege verstopfen.

Um diese Schwierigkeiten zu umgehen, wurden Versuche unternommen, um zu prüfen, ob und inwieweit die Durchlässigkeit eines tonhaltigen Bodens mit seiner elektrischen Leitfähigkeit korreliert werden kann, um aus der schnell und einfach zu messenden elektrischen Leitfähigkeit (Abb. 2) auf die hydraulische Leitfähigkeit - ausgedrückt durch den k_f -Wert - zu schließen. Dazu waren zunächst einige Überlegungen über die grundsätzlichen Vorgänge beim Fließen von Massenteilchen von Wasser unter dem Einfluß eines Druckgradienten und dem Fließen elektrischer Ladungsträger (Ionen) im elektrischen Feld erforderlich.

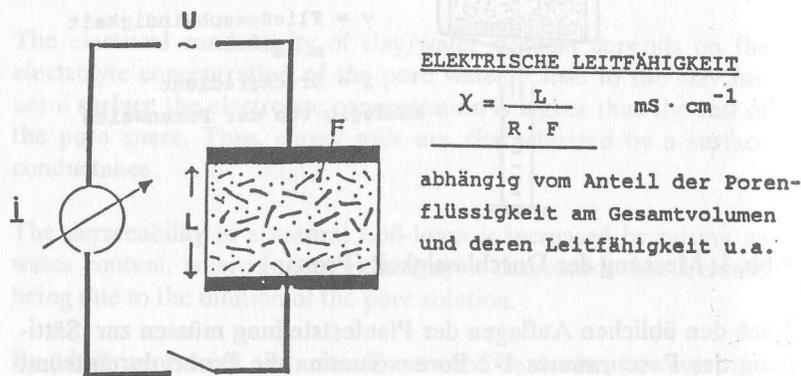


Abb. 2: Messung der elektrischen Leitfähigkeit (Prinzip)

2. DIE ELEKTRISCHE LEITFÄHIGKEIT INTERGRANULARER PORÖSER TONGEFÜGE

In porösen Sandsteinen kann ein elektrischer Strom praktisch nur in der Porenwasserphase fließen, und zwar um so stärker, je höher der Elektrolytgehalt des Porenwassers ist (ARCHIE, 1950). Die meistens silikatische Feststoffphase der Sandsteine ist so gut wie

nicht leitend. Evtl. vorhandene Erzpartikel mit hoher Leitfähigkeit können vernachlässigt werden, weil sie im allgemeinen in Sanden in nicht nennenswerten Mengen vorkommen.

In Tonen ist die Elektrolytkonzentration des Porenwassers im Porenraum nicht homogen. Vielmehr nimmt die Kationenkonzentration mit der Annäherung an die Tonmineraloberflächen zu. Dadurch steigt die Leitfähigkeit in der Nähe der Fest/Flüssig-Grenzfläche. Möglicherweise werden elektrische Ladungen auch auf der Oberfläche direkt durch Wandern der adsorbierten Kationen transportiert (VAN OLPHEN & WAXMAN, 1958).

Die Oberflächenleitfähigkeit von Tonen wurde an einem keramischen Kaolinit, einem illitischen Ton und einem Aktiv-Bentonit durch Messungen bestätigt. Dazu wurden die Tone mit unterschiedlichen Wassergehalten angemacht und die Leitfähigkeiten sowohl der verschiedenen Ton/Wasser-Gemenge (x_k) als auch die der jeweils zugehörigen reinen Porenwasser (x_w) - gewonnen durch Abpressen oder Abzentrifugieren - gemessen.

Abb.3 zeigt die Quotienten x_w/x_k in Abhängigkeit vom Wassergehalt für die drei untersuchten Tone. Mit zunehmendem Wassergehalt nimmt der Quotient x_w/x_k etwa längs eines Hyperbelastes ab, offenbar, weil die Leitfähigkeit des Porenwassers mit steigendem Wassergehalt wegen der entsprechend sinkenden Elektrolytkonzentration abnimmt. Pro Masseneinheit Ton wird eine bestimmte Kationenmenge durch Desorption an das Porenwasser abgegeben.

Mit steigendem Wassergehalt enthält die Probe abnehmende Gehalte an Ton. Daher können mit steigendem Wassergehalt immer weniger Kationen an das Porenwasser abgegeben werden. Die Elektrolytkonzentration des Porenwassers nimmt ab und damit auch ihre Leitfähigkeit.

Bemerkenswert ist, daß der Quotient x_w/x_k schon bei relativ niedrigen Wassergehalten unter 1 sinkt. Das bedeutet, daß die Leitfähigkeit des Ton/Wasser-Gemenges (x_k) (Kuchen oder Schlämme) ab einem bestimmten Wassergehalt größer wird als die Leitfähigkeit des reinen Porenwassers. Das widerspricht der Vorstellung,

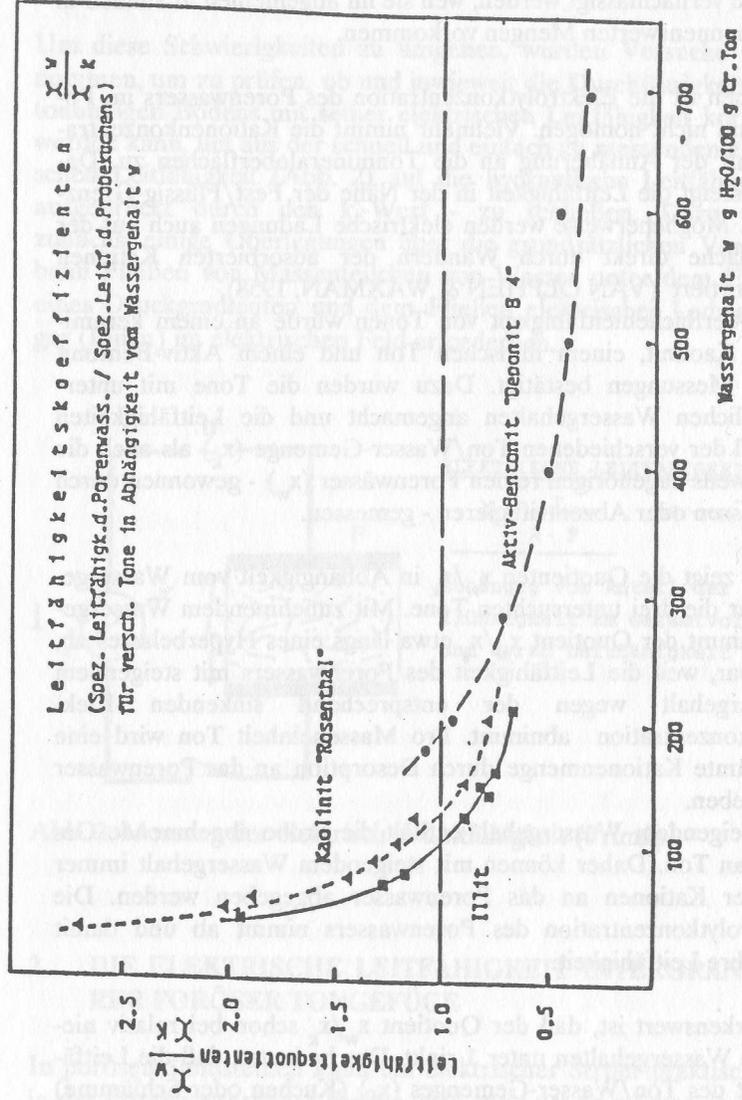


Abb. 3: Leitfähigkeitskoeffizienten χ_w/χ_k für verschiedene Tonminerale in Abhängigkeit vom Wassergehalt

daß der Strom nur in der elektrolythaltigen Porenwasserphase fließt und die Feststoffphase sich wie ein Isolator verhält. Vielmehr muß - wenn $\chi_k > \chi_w$ wird - auch in der tonmineralischen Phase Elektrizität transportiert werden. Diese Stromleitung wird Oberflächenleitfähigkeit der Tonminerale (BIKERMAN, 1935; WINSAUER & McCARDELL, 1953) genannt. Sie hat ihre Ursache in der erhöhten Elektrolytkonzentration des Porenwassers in der Nähe der Tonmineraloberfläche und hängt von der Art des Tonminerals ab.

Ihr Anteil an der Leitfähigkeit eines wassergesättigten Tones ist proportional zu seiner spezifischen Oberfläche.

Allgemein gilt für die spezifische Leitfähigkeit eines Ton/Wasser-Gemisches

$$\chi_k = w \chi_w + (1-w) \chi_s,$$

worin χ_w die spezifische Leitfähigkeit des Porenwassers, χ_s die spezifische Oberflächenleitfähigkeit und w der Wassergehalt (als Dezimalbruch) bedeuten.

Es ist leicht verständlich, daß die spez. Oberflächenleitfähigkeit von Bentoniten wegen ihrer großen spez. Oberfläche und ihrer hohen Ionenaustauschkapazität größer als die von Illiten und Kaoliniten ist.

3. MESSUNGEN DER SPEZIFISCHEN ELEKTRISCHEN LEITFÄHIGKEIT AN EINEM NATÜRLICHEN LÖBLEHM

3.1 Methodik

Im folgenden werden die gemessenen spez. elektrischen Leitfähigkeiten eines natürlichen Lößlehmes den an denselben Proben gemessenen Durchlässigkeiten (k_f -Werten) gegenübergestellt.

3.1.1 Messung der k_f -Werte

Die k_f -Werte wurden entsprechend der DIN 18130 I im Labor aus den beobachteten Fließgeschwindigkeiten für demineralisiertes Wasser bei Druckgradienten von $i=50$ nach $k_f = v i$ abgeleitet.

Die Fließgeschwindigkeiten wurden in einer Apparatur gemessen, die in Anlehnung an die Vorgabe der DIN 18130 I aus einer kreiszylindrischen Meßzelle von 80 mm Durchmesser bestand - oben und unten von 2 Filtersteinen abgeschlossen - und in eine Schraubzwinde eingesetzt wird, mit der der Kompaktionsdruck bei Bedarf reguliert werden kann (Abb. 4). Der Zylinder, in dem der bewegliche obere Filterstein geführt wird, ist wasserdicht auf die Grundplatte des Gerätes aufgeflanscht. Die Einzelteile der Apparatur sind aus V4A-Stahl gedreht, die Filtersteine bestehen aus Glasfritten der Fa. Schott & Gen. (Porositätsstufe 3).

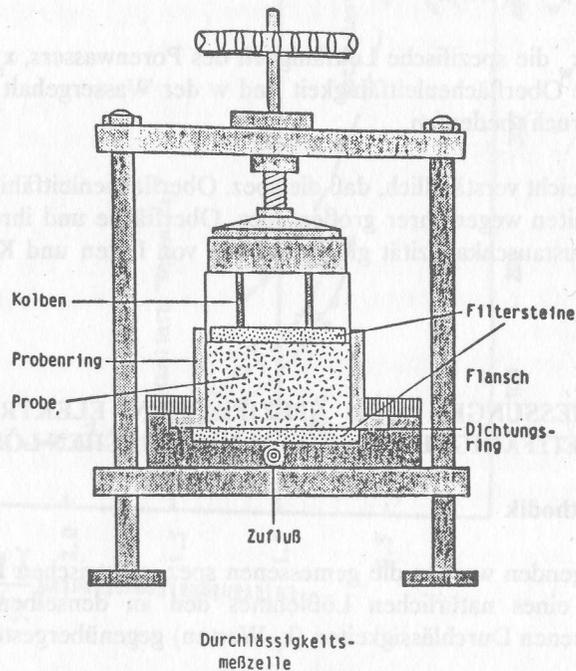


Abb. 4: Aufbau der verwendeten Durchlässigkeitsmeßzelle

Als Permeat wurde demineralisiertes, entlüftetes Wasser verwendet. Es fließt von unten in die Meßzelle ein. Das Durchflußvolumen kann an waagrecht angeordneten kalibrierten Pipetten sowohl vor Eintritt in die Meßzelle als auch nach Durchfluß durch die Probe abgelesen werden. Der Fließdruck wird mit Stickstoff auf ein Wasservorratsgefäß erzeugt und mit einem empfindlichen Feinregulierventil konstant gehalten.

Damit zur Zeitersparnis an mehreren Proben gleichzeitig gemessen werden kann, sind 4 Meßzelleneinheiten nebeneinander angeordnet, die zur gleichen Zeit allerdings nur mit demselben Druck betrieben werden können (Abb. 5).

3.1.2 Messung der spez. elektrischen Leitfähigkeit

Die zur Messung der spez. elektrischen Leitfähigkeit verwendete Apparatur zeigt Abb. 6. Sie besteht aus einer Meßzelle und einem Laborkonduktometer. Die Meßzelle aus Plexiglas enthält zwei plangedrehte V4A-Elektroden, deren Abstand durch eine Stabführung zwischen 0 und 10 cm stufenlos so verändert werden kann, daß die Elektroden stets parallel zueinander bleiben. Der Elektrodenabstand kann an einer Skala bis 0,5 mm genau abgelesen werden.

Die Elektroden werden mit dem Konduktometer verbunden, so daß ein geschlossener Stromkreis entsteht. Im Konduktometer wird hochfrequenter Wechselstrom von 4kHz erzeugt, womit ein Meßbereich von 0 bis $3000 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ erreicht wird. Gleichzeitig wird die Temperatur gemessen.

Zur Ausschaltung von Übergangswiderständen zwischen den Elektroden und dem Probekörper werden die Elektroden dünn mit einem hochleitenden Elektrodengel bestrichen, wie es in der medizinischen Praxis verwendet wird.

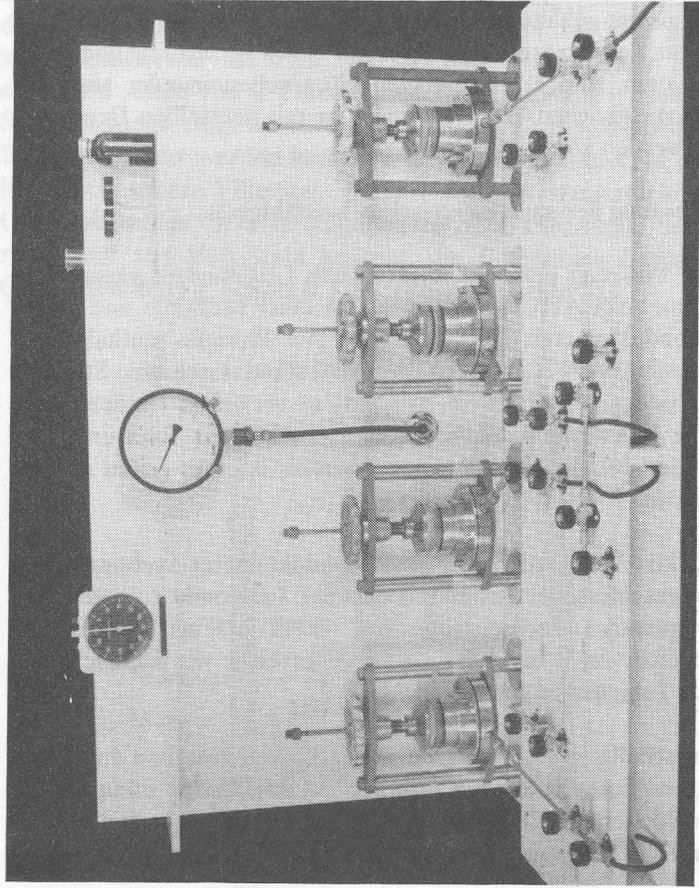


Abb. 5: k_f -Meßzellenaufbau

Abb. 4: Aufbau der verwendeten Durchdringungszelle

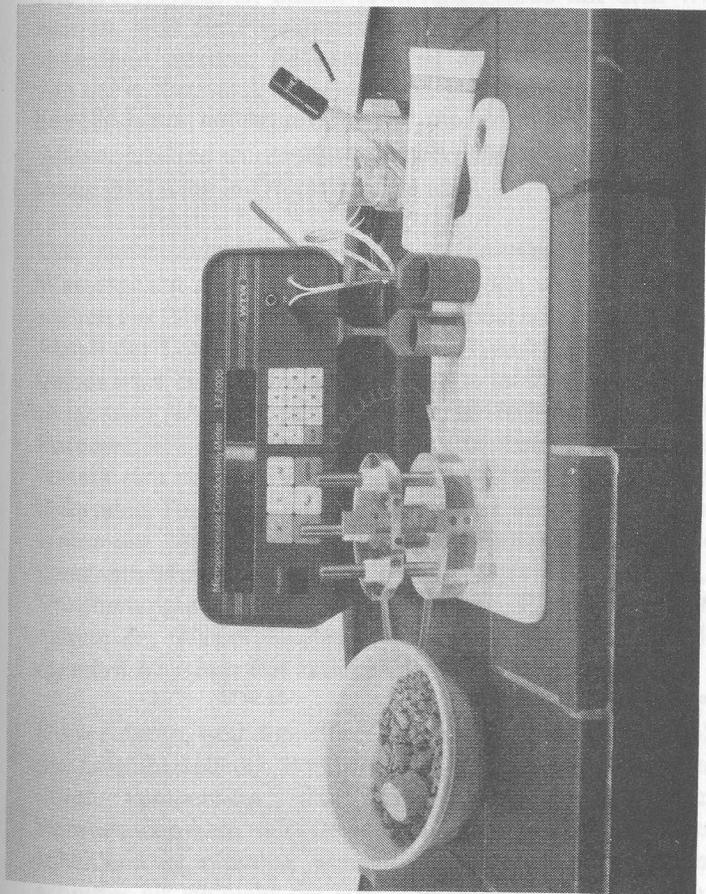


Abb. 6: Apparatur zur Messung der elektrischen Leitfähigkeit von Bodenproben

Die Probenprobe werden aus dem vorher in der Kf-Messung zur K-Wert-Messung verwendeten Material ausgetrocknet. Sie sind in die Form von Kreisringsegmenten mit einem Durchmesser von 30 mm Höhe. Die Endflächen werden mit einer Leinwand abgedeckt, die so eingeregelt ist, daß sie sich nicht verschieben. Die Leinwand der Probezeit wird mit dem Leiter des Kreisringsegmentes wenige Sekunden nach Schließen des Stromschalters abgedeckt.

Die Probenkörper werden aus dem vorher in der KD-Apparatur zur k_f -Wert-Messung verwendeten Material ausgestochen. Sie haben die Form von Kreiszyklindern von 30 mm Durchmesser und 10-30 mm Höhe. Die Endflächen werden mit einer Lehre so abgeschnitten, daß sie absolut senkrecht zur Zylinderachse stehen. Der Leitwert der Probe erscheint auf dem Display des Konduktometers wenige Sekunden nach Schließen des Stromkreises.

3.2 Untersuchungsmaterial

Untersucht wurde zunächst ein Verwitterungslehm aus Löß und Keupermergeln mit folgenden Eigenschaften:

Kornverteilung	
Median Durchmesser	0,003 mm
Tongehalt	42 %
Siltgehalt	56 %
Sandgehalt	2 %
Mineralgehalt der Tonfraktion	
65 % Chlorit/Smectit-Wechselagerungsstrukturen	
10 % Illit/Smectit-Wechselagerungsstrukturen	
20 % Illit	
5 % Kaolinit	
Karbonatgehalt:	0 %
C_{org} -Gehalt:	0,2 %
Enslin-Wert:	80 %
Wassergehalt (bergfeucht):	20-30 %

4. ERGEBNISSE

4.1 Messungen an natürlichem Lößlehm

In Abb. 7 sind die gemessenen spez. Leitfähigkeiten und die gemessenen k_f -Werte des Lehmbodens für demineralisiertes Wasser bei $i = 50$ gegen den Wassergehalt aufgetragen.

Die Durchlässigkeit nimmt erwartungsgemäß mit dem Wassergehalt zu, weil die Porenquerschnitte mit steigendem Wassergehalt vergrößert werden. Bekanntlich ist die Durchlässigkeit abhängig von der 4. Potenz der Porenradien. Die Durchlässigkeit konnte bis annähernd 50 % Wassergehalt gemessen werden. Bei höheren Wassergehalten wurde das Gemenge inkonsistent. Die Durchströmung geht dann in Druckfiltration über.

Die elektrische Leitfähigkeit dagegen nimmt mit steigendem Wassergehalt ab, ganz ähnlich wie bei den vorangegangenen Versuchen zur Oberflächenleitfähigkeit beobachtet. Auch hier wird der Abfall der Leitfähigkeit durch einen Hyperbelast beschrieben. Offenbar wird die Elektrolytkonzentration im Porenwasser durch den steigenden Wassergehalt erniedrigt, so daß die Leitfähigkeit des Porenwassers erheblich abnimmt. Bei steigendem Wassergehalt verteilt sich eine immer geringer werdende Menge des elektrolytliefernden Tones auf eine immer größer werdende Wassermenge. Unter der Voraussetzung, daß eine bestimmte Menge Ton eine konstante Menge an Kationen an das Porenwasser abgibt, ist der Verdünnungseffekt zweifach verursacht: Einmal durch die Zunahme des Wassergehaltes und zum anderen durch die komplementäre Abnahme des kationenabgebenden Tongehaltes.

Dieser starke, weil doppelte Verdünnungseffekt mit der Folge, daß die Leitfähigkeit des Porenwassers abnimmt, wird auch nicht dadurch kompensiert, daß der Volumenanteil der leitenden Porenwasserphase mit steigendem Wassergehalt zunimmt. Entscheidend ist offenbar weniger die Größe des leitenden Querschnittes als vielmehr die spez. Leitfähigkeit der leitenden Porenwasser-Phase.

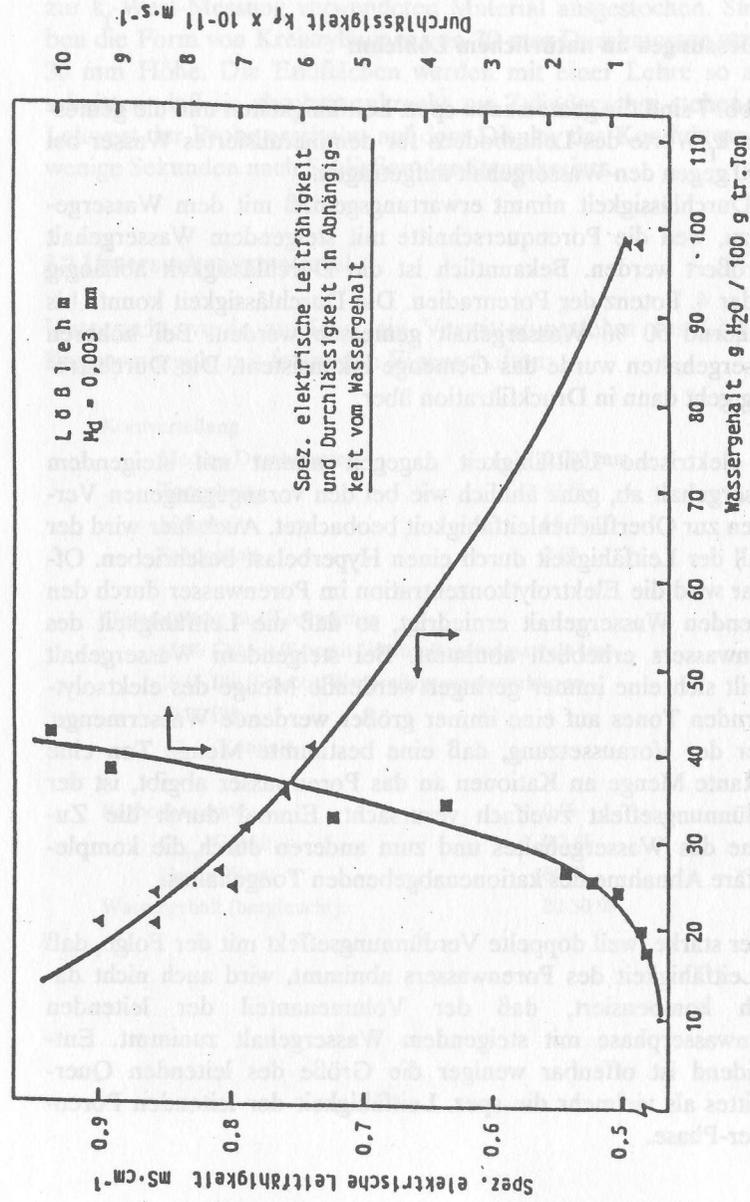


Abb. 7: Spez. elektr. Leitfähigkeit und Durchlässigkeit eines Lößlehmes in Abhängigkeit vom Wassergehalt

Eine Rolle mag auch das Zerreißen von Ketten sich einander berührender Tonpartikel sein. Mit steigendem Wassergehalt werden Partikel, zwischen denen Berührungskontakte bestehen, getrennt, so daß Oberflächenleitungsbrücken von einem Tonteilchen zum benachbarten zerstört werden.

4.2 Messungen an Lößlehm mit Zusatz von Aktiv-Bentonit

Durch Zusatz von wenigen Prozenten aktivierten Bentonits zu dem untersuchten Lehm und konstant gehaltenem Wassergehalt wird die Durchlässigkeit für Wasser stark herabgesetzt (Abb.8), weil die sehr hochdispargierten Smectitpartikel des Bentonits die Fließwege des Porengefüges versperren (ALTHER, 1987). Die elektrische Leitfähigkeit nimmt dagegen mit dem Bentonitgehalt zu, weil der Bentonit wegen seiner hohen Ionenaustauschkapazität reichlich Kationen an das Porenwasser abgibt. Bei aktiviertem Bentonit kommt noch hinzu, daß beim Aktivierungsvorgang meistens Soda im Überschuß zugesetzt wird. Die freie Überschußsoda löst sich im Porenwasser und erhöht seine Leitfähigkeit.

Die hier mitgeteilten Messungen von Durchlässigkeiten und elektrischen Leitfähigkeiten beziehen sich auf vollständig gesättigte Ton-Wasser-Gemische. Bei nur teilweiser Sättigung ist die Leitfähigkeit entsprechend reduziert.

5. DISKUSSION

Durchlässigkeit und elektrische Leitfähigkeit korrelieren für den untersuchten tonreichen Lehm über dem Wassergehalt reziprok in der Weise, daß die Durchlässigkeit mit steigendem Wassergehalt zunimmt, die Leitfähigkeit dagegen abnimmt. Bei Zusatz von Bentonit - der zur Verminderung der Durchlässigkeit von Tonen für Abdichtungen üblichen Praxis - ist die Korrelation zwischen Durchlässigkeit und Leitfähigkeit über dem Bentonitgehalt zwar auch reziprok, aber umgekehrt zu jener über dem Wassergehalt.

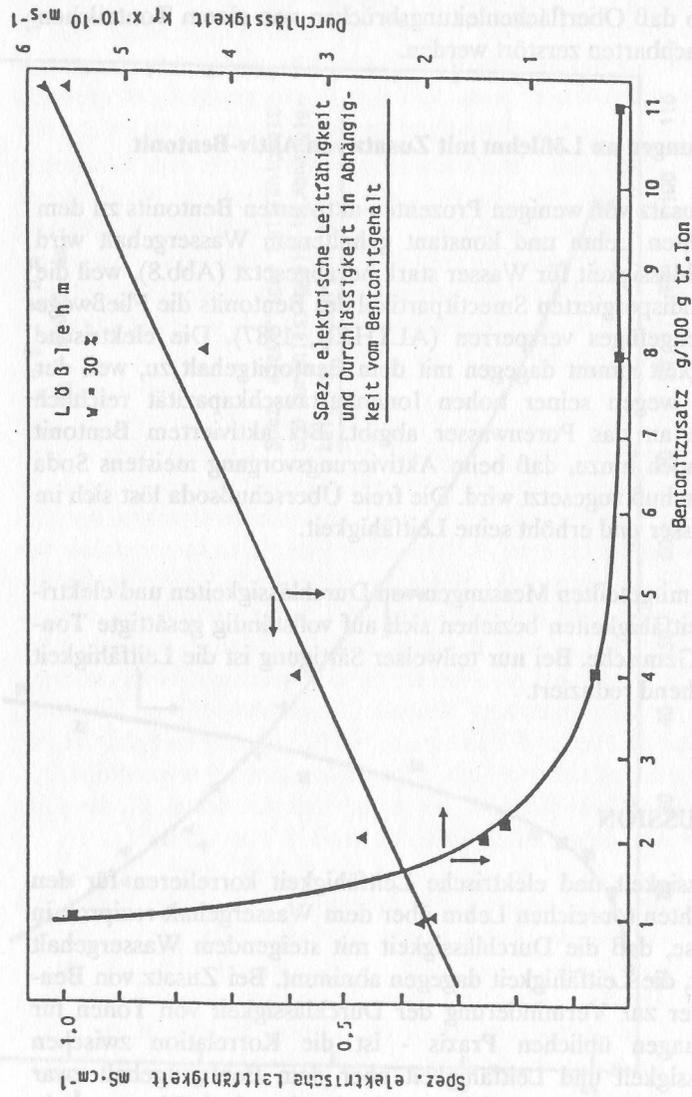


Abb. 8: Spez. elektr. Leitfähigkeit und Durchlässigkeit eines Lößlehmes in Abhängigkeit vom Bentonitgehalt

Mit zunehmendem Bentonitgehalt nimmt die Durchlässigkeit ab und die Leitfähigkeit zu.

Bei der Verwendung von Messungen der elektrischen Leitfähigkeit von Tonproben zur Ableitung der Durchlässigkeit müssen diese beiden gegenläufigen Korrelationen der beiden Parameter berücksichtigt werden, sofern dem Ton Bentonit zugesetzt wurde. Außerdem ist der Sättigungsgrad zu berücksichtigen. Unvollständige, gesättigte Gefüge besitzen geringere Leitfähigkeiten als dieselben bei vollkommener Sättigung. Bei der Messung der Durchlässigkeit nach der konventionellen Methode kann sich dagegen vollständige Sättigung einstellen, so daß hier der Sättigungsgrad im natürlichen Zustand von geringerem Einfluß auf die Durchlässigkeit ist.

Aus den Versuchen geht hervor, daß keine allgemeingültige Beziehung - und sei sie nur empirisch belegt - erreichbar ist.

Aber für gegebene Systeme mit bestimmtem Mineralgehalt, Korngrößenverteilungen und Bentonitbeimengungen ist es möglich, die Korrelation zwischen elektrischer Leitfähigkeit und Durchlässigkeit für unterschiedliche Wassergehalte experimentell durch Laborversuche abzuleiten. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, die Durchlässigkeit toniger Böden durch Messungen der elektrischen Leitfähigkeit unter Feldbedingungen zu bestimmen. Der Vorteil von Leitfähigkeitsmessungen ist, daß sie in wenigen Minuten durchgeführt werden können und im Vergleich zur k_f -Wert-Messung unproblematisch sind.

6. LITERATURVERZEICHNIS

- ALThER, G.R. (1987): The qualifications of bentonite as a soil sealant.- Eng.Geol., 23, 177-191.
- ARCHIE, G.E. (1950): Introduction to petrophysics of reservoir rocks.- Bull.Am.Assoc.Petrol.Geologists, 34 , 943-961.
- BIKERMAN, J.J. (1935): Die Oberflächenleitfähigkeit und ihre Bedeutung.- Kolloid-Z., 72, 100-108.
- DUNN, R.J. (1985): Laboratory measurement of fine-grained soil fluid conductivity.- Eng.Geol., 21, 215-224.
- GABENER, H.G. (1983): Untersuchungen über die Anfangsgradienten und Filtergesetze bei bindigen Böden.- Mitt. Fachgeb. Grundb. u. Bodenmech., 6, Univ. Ges. Hochsch. Essen, 217pp., 80 Abb.
- VAN OLPHEN, H. & WAXMAN, M.H. (1958): Surface conductance of sodium bentonite in water.- Clays Clay Minerals, 5th Ntl. Conf. SWINEFORD, A. (ed.), 61-80.
- WINSAUER, W.O. & McCARDELL, W.M. (1953): Ionic double-layer conductivity in reservoir rock.- Petroleum.Trans. AIME, 198, 129-134.

SCHADSTOFFAUSBREITUNG IM GEKLÜFTETEN
GLIMMERTON UNTERHALB DER DEPONIE
GEORGSWERDER

Contaminant Transfer in a Mica Clay below the Georgswerder
Waste Disposal Site

A. BAERMANN

Geologisches Landesamt Hamburg
Oberstr. 88, 2000 Hamburg 13

KURZFASSUNG

Der Glimmerton, ein miozänes marines Sediment, wirkt im Hamburger Raum als erste natürliche Barriere gegenüber den tieferen Hauptgrundwasserleitern. Im Bereich der Deponie Georgswerder ist diese Tonschicht zwischen 35 und 50 Meter mächtig. Im Hinblick auf mögliche Schadstoffeinträge aus dem oberen Grundwasserleiter in den Glimmerton, wird der Einfluß der Sedimentzusammensetzung und der Struktur auf das Ausbreitungsverhalten anhand von geotechnischen, mineralogischen, geochemischen und isotopehydrologischen Verfahren beschrieben.

ABSTRACT

The Glimmerton (Mica Clay), a miocene marine sediment, is the first uppermost confining layer of the deeper aquifers in Hamburg. In the area of the Georgswerder waste disposal site, its thickness varies between 35 and 50 metres. With regard to possible pollutant infiltrations from the upper aquifer into the fractured clay, the in-