

# Das "Versuchsfeld Baar" des kulturtechnischen Laboratoriums der ETH [Fortsetzung]

Autor(en): **Ramser, E. / Khafagi, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières**

Band (Jahr): **42 (1944)**

Heft 9

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-201835>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

SCHWEIZERISCHE  
**Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik**

ORGAN DES SCHWEIZ. GEOMETERVEREINS

Offiz. Organ der Schweiz. Gesellschaft für Kulturtechnik / Offiz. Organ der Schweiz. Gesellschaft für Photogrammetrie

**Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières**

ORGANE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES GÉOMÈTRES

Organe officiel de l'Association Suisse du Génie rural / Organe officiel de la Société Suisse de Photogrammétrie

Redaktion: Dr. h. c. C. F. BAESCHLIN, Professor, Zollikon (Zürich)

Ständ. Mitarbeiter für Kulturtechnik: E. RAMSER, Prof. für Kulturtechnik an der ETH.,  
Freie Straße 72, Zürich

Redaktionsschluß: Am 1. jeden Monats

Expedition, Inseraten- und Abonnements-Annahme

BUCHDRUCKEREI WINTERTHUR AG., WINTERTHUR

<b>No. 9 • XLII. Jahrgang</b> der „Schweizerischen Geometer-Zeitung“ Erscheinend am zweiten Dienstag jeden Monats <b>12. September 1944</b> <b>Inserate:</b> 25 Cts. per einspalt. Millimeter-Zeile. Bei Wiederholungen Rabatt gemäß spez. Tarif	<b>Abonnemente:</b> Schweiz Fr. 14. —, Ausland Fr. 18. — jährlich Für Mitglieder der Schweiz. Gesellschaften für Kulturtechnik u. Photogrammetrie Fr. 9. — jährl. Unentgeltlich für Mitglieder des Schweiz. Geometervereins
---	--

**Das „Versuchsfeld Baar“ des kulturtechnischen  
Laboratoriums der ETH.**

Von Prof. E. Ramser und Dr. A. Khafagi

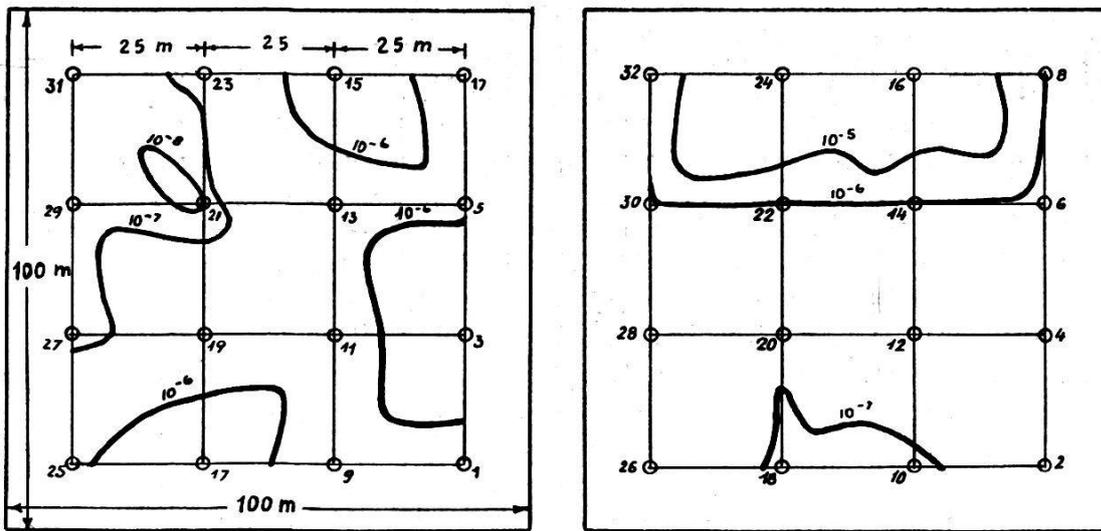
(Fortsetzung)

Diese Unstimmigkeit ist in der Hauptsache auf das Vorhandensein feiner Würzelchen zurückzuführen, deren Mengen von Probe zu Probe stark ändern. Dieses konnte auch in den Schlämmzylindern beobachtet werden. Beim Vorhandensein solcher Wurzeln war der  $k$ -Wert entsprechend größer, selbst wenn der Boden nach Fraktion I als dicht zu bezeichnen war.

Es besteht demnach kein Zweifel, daß wir die Bodenarten für kulturtechnische Zwecke besser und eindeutiger auf Grund der Durchlässigkeitsziffern klassifizieren, da damit auch gleichzeitig alle physikalischen und chemischen Einflüsse auf die Bodendurchlässigkeit erfaßt werden.

An Stelle der auf Grund von Schlämmanalysen entworfenen Bodenarten können solche zum gleichen Zweck gemäß den ermittelten Durchlässigkeitsziffern erstellt werden; diese wären dann zweckmäßigerweise als „Bodendurchlässigkeitskarten“ zu bezeichnen. Abb. 27 zeigt zwei solche Karten für die erwähnte Untersuchungsfläche in mittleren Tiefen von 70 und 140 cm.

Analog den agrologischen Profilen können auch Durchlässigkeitsprofile erstellt werden, die besonders für die Wahl der zweckmäßigen Draintiefen und Drainart wertvolle Anhaltspunkte geben.



Durchlässigkeitskarte ermittelt auf Grund des k-Wertes in einer mittleren Tiefe von 70 cm

Durchlässigkeitskarte ermittelt auf Grund des k-Wertes in einer mittleren Tiefe von 140 cm

Abb. 27

## VI. Auswertung der Messungen und ihre Anwendung für das Entwässerungsprojekt „Altgaß-Rieder“ bei Baar

Seit dem Juli 1943 registrieren wir im Versuchsfeld Baar die Regenhöhen, die Ergiebigkeiten der Probesauger und die Grundwasserspiegelschwankungen mittels Selbstregistrierapparaten, um neben dem wissenschaftlichen Wert dieser Beobachtungen auch auf die zweckmäßige Draindistanz, Drainart und Draintiefe für das Entwässerungsprojekt „Altgaß-Rieder“ zu schließen.

Da wir in dieser Abhandlung nicht alle Beobachtungen erläutern können, so werden wir uns nur mit einigen begnügen, die entweder als Beispiele oder als Grundlagen für die Projektierung dienen.

### 1. Regen-, Ergiebigkeits-, Grundwasserspiegel- und Kapillärhöhen-Messungen

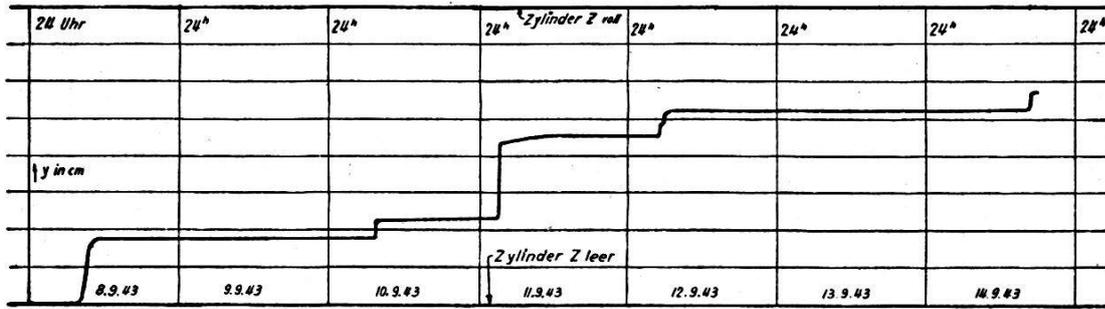
#### a) Die Regenmessungen:

Aus Abb. 28 ist die Registrierung des Regenmeßapparates während der Zeit vom 8. bis 20. September 1943 ersichtlich. Aus diesem Verlauf kann die Regenhöhe während einer bestimmten Zeit  $t$  mit Hilfe der Gleichung

$$\text{Regenhöhe} = d^2/D^2 \cdot \sum_{t_1}^{t_2} \text{Aufstiege der Feder während der Zeit } t$$

ermittelt werden, wobei  $t = t_2 - t_1$  darstellt. Die Bedeutung der übrigen Bezeichnungen ergibt sich aus Abb. 16. Diese Regenhöhen sind in Abb. 32 dargestellt.

Das Zeitintervall  $t$  wurde gleich 24 Stunden gewählt, so daß die angegebenen Höhen den totalen täglichen Regenhöhen entsprechen. (Es



Verlauf der Feder F beim Regenmessapparat in Funktion der Zeit  
8. - 20. 9. 1943

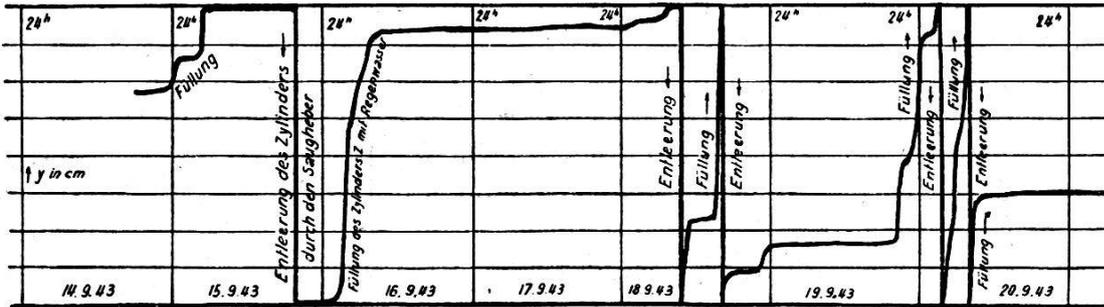


Abb. 28

ist hier zu beachten, daß die Breite der Säulen [Abb. 32] *nicht* der Regendauer entspricht.)

b) Die Ergiebigkeitsmessungen:

Die Wassermengen, die die beiden Sauger A und B während der Vorversuche führten, sind in Funktion der Zeit in Abb. 29 dargestellt. Die Bodensondierungen zeigten, daß die Bodenart in den Gebieten der beiden Sauger dieselbe ist. Demnach wäre zu erwarten, daß sich die Ergiebigkeiten der beiden Sauger  $Q_A$  und  $Q_B$  wie die Längen  $L_A$  und  $L_B$  zueinander verhalten. Mathematisch ausgedrückt sollte also  $Q_A/Q_B = L_A/L_B$  sein. Da  $L_A = 41$  m und  $L_B = 51$  m, so wird  $Q_A/Q_B = 41/51 = 0,8$  oder  $Q_A = 0,8 Q_B$ .

Die Messungen in Abb. 29 zeigen, daß dies während der trockenen Periode vom 30. Juli bis 23. August tatsächlich der Fall ist, d. h.  $Q_A = 0,8 Q_B$ . Während und unmittelbar nach der Regenperiode vom 24. bis 30. Juli war jedoch die Ergiebigkeit des Saugers A auffallend größer als diejenige des Saugers B. Nach Untersuchungen wurde festgestellt, daß quer zum Sauger A ein langer, eingedeckter Graben verläuft. Dieser sammelte das Regenwasser in sich und führte es dem Sauger A zu. (Dies bestätigt die Tatsache, daß auch eingedeckte Gräben wasserführend bleiben.)

Infolge dieses fremden Einflusses haben wir uns mit den Messungen beim Sauger B (nachträglich B und C) begnügt.

Der Verlauf der Ergiebigkeitskurve des Saugers B während einer regnerischen und einer trockenen Periode ist in Abb. 31 dargestellt. Die

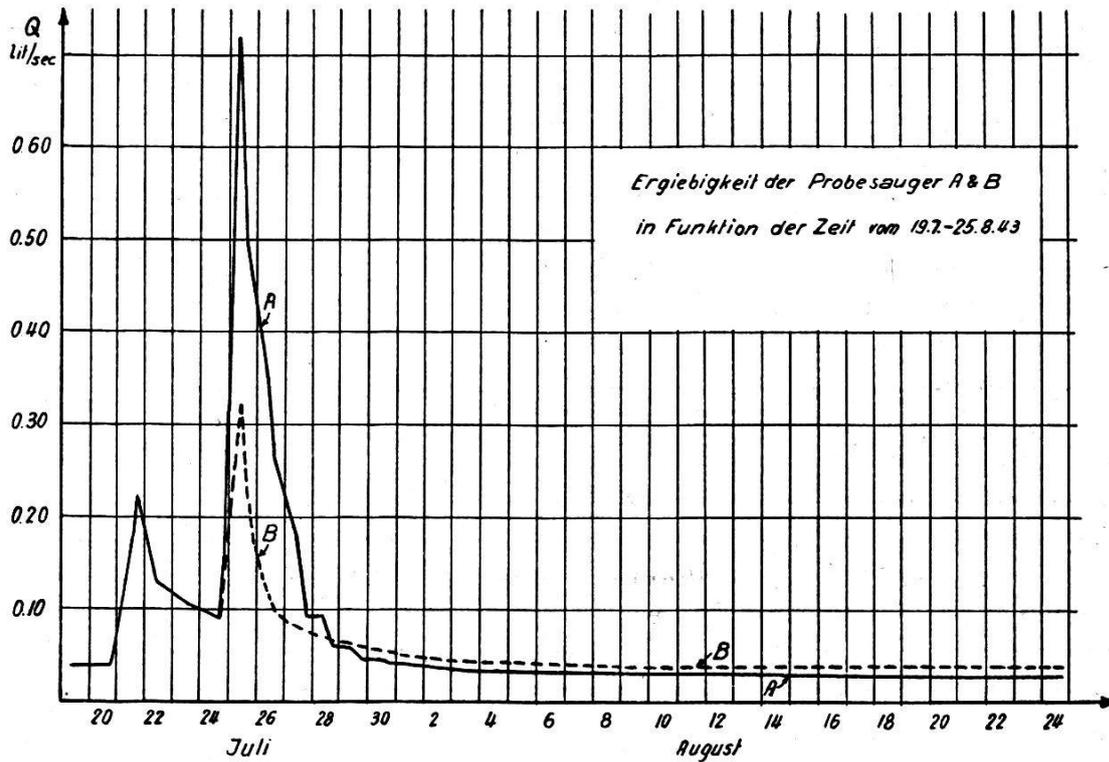


Abb. 29

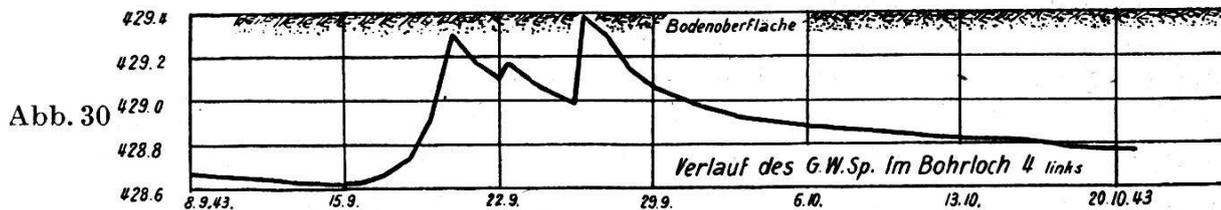


Abb. 30

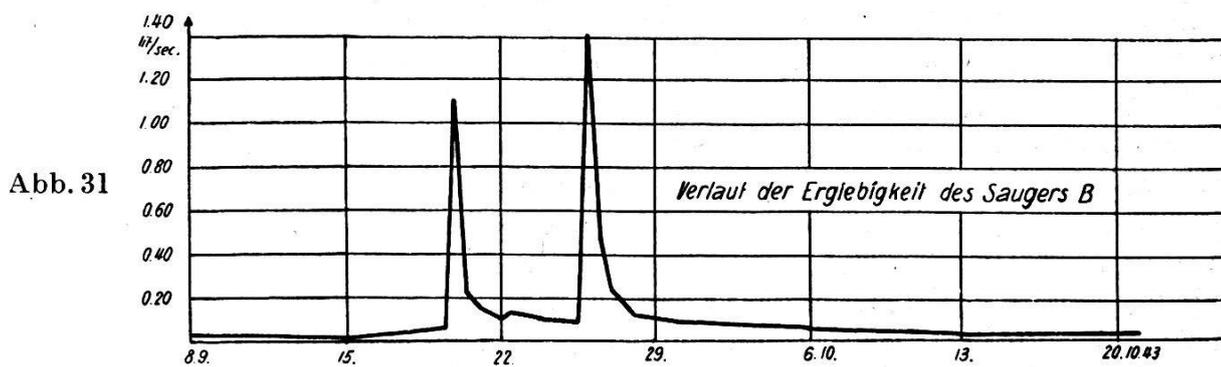


Abb. 31

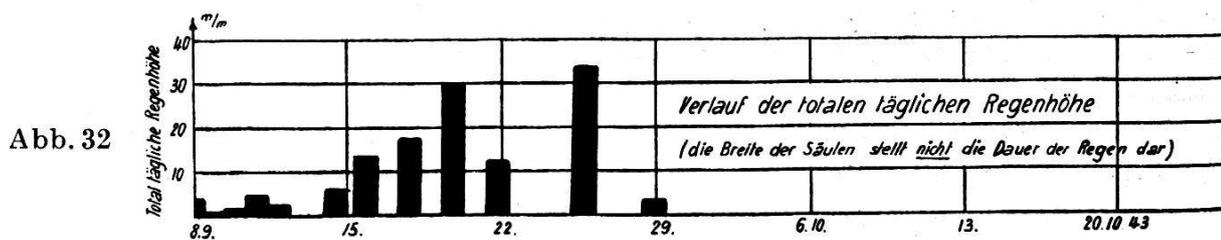


Abb. 32

Ergiebigkeit entsprach während der trockenen Periode einem kleinen Wert von 0,035 secl und wies dagegen während der Regenperiode 1,4 secl auf.

Nehmen wir an, daß sich die Entwässerungswirkung des Saugers beim hohen Grundwasserspiegel bis auf 10 m rechts und links erstreckte, so würde sein Einzugsgebiet  $20 \cdot 51 =$  rund 1000 m<sup>2</sup> betragen. Die Ergiebigkeit pro ha wäre demnach gleich  $1,4 \cdot 10 = 14$  secl/ha. Diese große Ergiebigkeit ergab sich aus einem Regen von 33 mm Höhe (Abb. 32).

(Im Drainversuchsfeld Friedrichstein in Ostpreußen wurde am 28. April 1931 eine Ergiebigkeit von 12 secl/ha gemessen, bei einer Drainentfernung von 19 und einer Draintiefe von 1,5 m, nach einem Regen von 39 mm Höhe [21].)

Diese hohen Werte bestätigen die im Kapitel IV von uns gemachte Bemerkung, daß die in der Praxis geschätzten Ergiebigkeitswerte ziemlich klein sind.

Die Größe der Ergiebigkeit hängt neben der Bodenbeschaffenheit nicht nur von der Regenhöhe, sondern auch von der Regendauer ab. Wählt man für ihre Berechnung den mittleren Tagesniederschlag, so erhält man meistens zu kleine Werte, weil man die Regendauer zu 24 Stunden annimmt, währenddem der Regen tatsächlich in viel kürzerer Zeit fiel.

Es ist aber noch eine technische Ursache vorhanden, welche die Ergiebigkeit bedingt und beschränkt. Diese liegt in der Wasseraufnahmefähigkeit der Fugen bei der Tonrohrdrainage. Streng genommen muß diese so groß sein, daß das ganze, in den Boden durchsickernde Wasser in die Drainröhren gelangt, ohne seinen Durchfluß zu hemmen und eine verlangsamte Absenkung des Grundwasserspiegels zu verursachen. Gemäß Erfahrungen sind jedoch je nach Boden- und Kulturart, verschiedene Grundwasserspiegellagen zulässig. So darf z. B. der Grundwasserspiegel mineralischer Böden in Wiesen nicht dauernd höher als etwa 0,6 m und in Ackerland nicht dauernd höher als etwa 1,0 m unter der Bodenoberfläche stehen. *Vorübergehendes* Ansteigen desselben auf 0,2 m in Wiesen und auf 0,5 m in Ackerland ist nicht schädlich, sofern es nicht länger als 8 Tage anhält. Für Zuckerrüben dagegen sollte der Grundwasserspiegel auch vorübergehend nicht höher als bis 1,0 m unter Bodenoberfläche ansteigen, da sonst ein erheblicher Ertragsrückgang eintritt [10].

Je nach dieser oder jener Kultur- und Bodenart ist zu bestimmen, ob eine langsame Absenkung des Grundwasserspiegels infolge geringer Wasseraufnahmefähigkeit der Fugen erfolgen darf. Sind schädliche Folgen zu befürchten, so ist von der Tonrohrdrainage abzusehen und es sind entweder gelochte Zementröhren mit Kiesschüttung, oder Holzkasten-, oder Rillendrains zu verwenden, da diese eine wesentlich größere Wasseraufnahmefähigkeit besitzen.

Wir dürfen annehmen, daß bei der Tonrohrdrainage die Breite einer

---

[21] J. Rothe, Beobachtungen auf dem Drainversuchsfelde Friedrichstein in Ostpreußen, *Der Kulturtechniker* 1932, S. 334. •

Fuge im Mittel ungefähr 1 mm betrage. Infolge dieser Enge läßt sich der Reibungskoeffizient beim Eintritt des Wassers nicht feststellen, so daß jede rechnerische Methode zur Bestimmung der Wasseraufnahmefähigkeit scheitert.

Bachmann [12] behauptet auf Grund einer Rechnung, daß durch die Stoßfugenöffnung von  $2,5 \text{ cm}^2$  (Breite der Fuge 1 mm und Rohrdurchmesser 8 cm) nur  $0,00035 \text{ sec/l}$  Wasser in das Leitungssystem eindringen können. Bei einer mittleren Saugerlänge von 600 m pro ha und einer Drainrohlänge von 30 cm rechnet er die Anzahl der Stoßfugen pro ha zu rund 2000. Hieraus kommt er auf eine Wasseraufnahmefähigkeit des Drainsystems auf maximal  $2000 \cdot 0,00035 = 0,7 \text{ secl/ha}$ .

Im Versuchsfeld Baar konnte beim Sauger *B* eine Wassermenge von  $1,4 \text{ sec/l}$ , bei einer Drainlänge von 51 m und einem Rohrdurchmesser von 8 cm, festgestellt werden. Eine Fuge konnte  $1,4 \cdot 0,3/51 = 0,00825 \text{ secl}$  Wasser schlucken. Nehmen wir 2000 Stoßfugen pro ha an, so betrüge die aufgenommene Wassermenge  $0,00825 \cdot 2000 = 16,5 \text{ secl/ha}$ . Das wäre rund 24mal soviel wie der von Bachmann berechnete Wert.

Die Überprüfung der Wasseraufnahmefähigkeit soll deshalb nicht rechnerisch, sondern im Laboratorium durch einfache Versuche, auf die wir in einer anderen Abhandlung zu sprechen kommen, erfolgen.

#### c) Die Grundwasserspiegelmessungen:

In Abb. 30 ist der Verlauf des Grundwasserspiegels in Bohrloch 4 links des Saugers *B*, während der Zeit vom 8. September bis 20. Oktober 1943, dargestellt.

Vergleichen wir diese mit Abb. 32, so finden wir, daß der Regen vom 8. bis 15. September auf den Grundwasserspiegel keinen Einfluß ausübte. Diese Erscheinung erklärt sich dadurch, daß der Regen auf eine lange Trockenperiode folgte (vgl. Abb. 29); der Boden war fast trocken. Der eintretende Regen füllte vorerst die Bodenporen, und erst dann stieg der Grundwasserspiegel und zwar ziemlich rasch. Nach dem Regen erfolgte die Absenkung des Grundwasserspiegels dagegen langsam, d. h. nur etwa 30 cm in 3 Tagen. Es dauerte 10 Tage bis er 50 cm unter der Bodenoberfläche lag. Diese langsame Absenkung ist verursacht durch die Verlegung der Drainröhren in die untenliegende schwerdurchlässige Schicht. Letztere verlangsamt den Durchfluß des Wassers von den oberen durchlässigen Schichten in die Rohrleitung.

Vergleichen wir nun die zwei Abbildungen 30 und 31, so bemerken wir, daß der Grundwasserspiegel nach dem Regen langsam sinkt, wogegen die Ergiebigkeitskurve rasch abfällt. Schon nach einem Tag fiel die Ergiebigkeit des Saugers von 1,4 auf  $0,2 \text{ secl}$ , d. h. um 85%, währenddem der Grundwasserspiegel kaum 15 cm sank, d. h. nur um etwa 20 bis 25% der maximalen Absenkung beim Beharrungszustand.

Die zwei Kurven Abb. 30 und 31 sind also nicht identisch. Die Ergiebigkeitskurve erreicht ihren Beharrungszustand schon lange vor derjenigen des Grundwasserspiegels. Dessen weitere Absenkung muß demnach neben dem natürlichen Abfluß noch durch andere Faktoren ver-

ursacht werden. Diese sind Verdunstung und Wasserverbrauch der Pflanzen. (Es handelt sich hier nicht um die Verdunstung von freien Wasserflächen, sondern von Landflächen mit Pflanzenwuchs. Letztere wird mit Hilfe der sogenannten Bodenwaagen „Lysimeter“ ermittelt [14]. Die Ergebnisse der Messungen stellen nicht nur die Blattverdunstung des Pflanzenwuchses, sondern auch die Verdunstung des in der Bodenwaage befindlichen Bodens dar.)

d) *Messung der Kapillarhöhe und Bestimmung der verschiedenen Kapillarzonen.*

Um ein Maximum an Pflanzenertrag zu erreichen, müssen *alle* Wachstumsbedingungen (Licht, Wärme, Wasser, Luft und Nährstoffe) in ausreichender Menge zur Verfügung stehen. Der Pflanzenertrag richtet sich in der Hauptsache nach derjenigen Wachstumsbedingung, die am spärlichsten vertreten ist, *selbst, wenn alle übrigen in größerem Umfange gegeben sind.*

Es darf deshalb nicht in zu geringem Maße entwässert werden, ansonst die Pflanzen an Nässe und zu wenig Luft leiden. Wird dagegen der Grundwasserspiegel zu stark abgesenkt, so ist das Grundwasser für die Vegetation wertlos, und die Pflanzen können trotz seines Vorhandenseins unter Trockenheit leiden.

Es ist deshalb notwendig, die Draindistanzen und Draintiefen so zu wählen, daß die abgesenkte Grundwasserspiegellage derart liegt, daß das Grundwasser bis zu den Pflanzenwurzeln *kapillar* gehoben werden kann. Dieses Kapillarwasser bildet den notwendigen Feuchtigkeitsspeicher für die Vegetation. Man muß also schon bei der Projektierung einer Entwässerung im klaren sein über die Kapillarhöhe, bzw. die Kapillarzonen. Sie sind je nach Bodenart verschieden.

Bei der Berechnung der Kapillarhöhe, auch Saughöhe genannt, ist man davon ausgegangen, daß die eng aneinanderliegenden Bodenkörner Haarröhrchen bilden, in denen das Grundwasser emporsteigt, und man hat auf Grund dieser Auffassung Formeln entwickelt, die den Verlauf des Wasseraufstieges erfassen sollen. Diese Formeln haben aber für die praktische Anwendung bisher keine brauchbaren Ergebnisse geliefert. Das ist erklärlich, soweit sie nicht aus Versuchen am gewachsenen Boden abgeleitet worden sind. Es ist aber höchst zweifelhaft, ob die meist vollständig regellosen Bodenporen überhaupt mit Haarröhrchen verglichen, und ob die Saugkrafterscheinungen selbst in den gleichmäßigst zusammengesetzten Böden durch Rechnung erfaßt werden können [22] und [23].

Die erwähnten Formeln liefern Steighöhen, z. B. bei Tönen von 300 m und mehr, wie sie in der Natur noch niemals beobachtet worden sind. Gerade die schwersten Tone zeigen im gewachsenen Boden fast

---

[22] Vageler, Der Kationen- und Wasserhaushalt des Mineralbodens, 1932.

[23] Leiner, Verfahren zu Untersuchung von Wasserspeichern. Seerückhalt Bi 1925, S. 175.

keine Saugkrafterscheinungen. Die Steighöhe ist in Sandböden sehr gering, nimmt in Lehmböden mit wachsendem Tongehalt zunächst zu, um jedoch im Bereich der schwersten Tone, die keinen oder fast keinen spannungsfreien Porenraum besitzen, fast auf Null zu sinken. Vageler [22] fand folgende Werte:

*Tabelle 7: Die Kapillarhöhen bei verschiedenem Tongehalt im Boden*

Tongehalt %	Steighöhe mm	Tongehalt %	Steighöhe mm
0,0	128	52,1	833
4,2	256	55,0	500
10,1	526	64,2	74
39,4	500	68,0	27

Auch Atterberg beobachtete an künstlich zusammengestellten Korngruppen folgende Steighöhen nach den ersten 24 Stunden [24].

*Tabelle 8: Die Kapillarhöhen bei verschiedenen Korngrößen*

Korngröße mm	Steighöhe mm	Korngröße mm	Steighöhe mm
5,0—2,00	22	0,050—0,020	1153
2,0—1,00	54	0,020—0,010	485
1,0—0,50	115	0,010—0,005	285
0,5—0,20	214	0,005—0,002	143
0,2—0,10	376	0,002—0,001	55
0,1—0,05	530		

Diese Ergebnisse zeigen, daß die Kapillarhöhen nicht auf Grund von Formeln, sondern aus Versuchen am gewachsenen Boden bestimmt werden sollen.

Neuerdings kann man diese auch im Laboratorium mit dem sogenannten Ödometer [20], unter Anwendung von Luftdruck ermitteln. Leider liefern aber meistens auch diese Versuche nur angenäherte Resultate, da die zu untersuchenden Bodenproben verhältnismäßig klein sind und die in der Natur auftretenden Zustände im Laboratorium nicht nachgebildet werden können.

In der Natur handelt es sich ja nicht nur um „geschlossenes“, sondern auch um sogenanntes „offenes oder hängendes Kapillarwasser“ (Abb. 33). Man versteht unter ersterem die untere Schicht des Saugwassers, in der die meisten Bodenporen mit Wasser gefüllt sind und wo

[24] Zunker, Das Verhalten des Bodens zum Wasser, Handbuch der Bodenlehre, 1930.

sich keine nennenswerten zusammenhängenden Lufteinschlüsse befinden. Diese Zone wird auch als Kapillarsaum bezeichnet. Er steigt und fällt mit dem Grundwasserspiegel. Über dem geschlossenen liegt das „offene oder hängende“ Kapillarwasser, dessen oberer Rand meistens stark gezackt ist. Dieses ist von der Oberfläche in den Boden eingesickert und über der eigentlichen Kapillarzone (Zone des geschlossenen Kapillarwassers) hängen geblieben, weil sich hier die Luft nicht überall gleichmäßig verdrängen läßt.

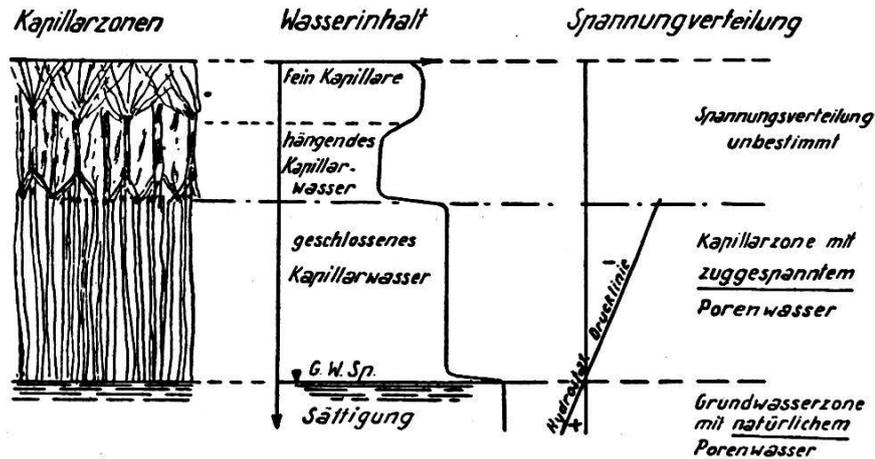


Abb. 33

Es trifft sehr häufig zu, daß über einer ganz- oder teilweise lufthaltigen Bodenschicht noch eine sogenannte „Feinkapillare“ in der darüberliegenden Zone auftritt, ohne daß eine eingelagerte, wasserundurchlässige Bodenschicht vorhanden ist (Abb. 33).

Diese verschiedenen Kapillarezonen können, wie schon erwähnt, im Laboratorium nicht nachgebildet werden. Man muß sie im Felde an Böden in natürlicher Lagerung untersuchen.

Zu diesem Zweck benützen wir einen Apparat, der in Abb. 34 schematisch dargestellt ist [25]. Er besteht in der Hauptsache aus einem Akkumulator und einem Ampèremeter, die miteinander durch zwei Elektroden in Serie verbunden sind. Da aber der elektrische Strom sehr schwach und variabel ist, so muß man ein Milliampèremeter mit 2 verschiedenen Meßbereichen von 0 bis 10 und 0 bis 100 m. A. verwenden.

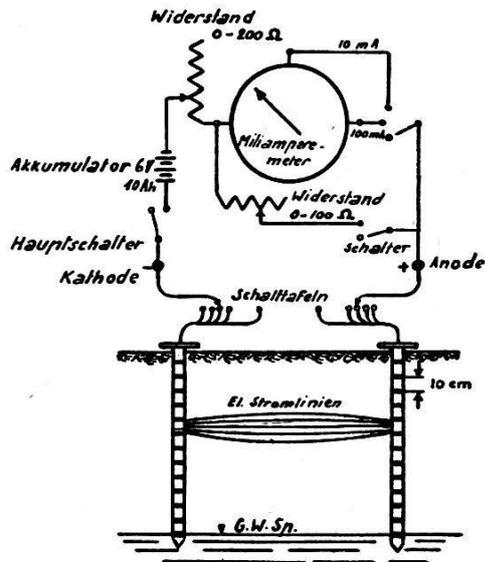


Abb. 34 [25]

[25] P. Regamey, *Écoulements souterrains et superficiels dans les sols assainis*, Diss. Lausanne, 1943.

Es ist schwierig, von vornherein die vorhandene Stromstärke angenähert zu schätzen, weshalb man mit Rücksicht auf die Empfindlichkeit des Milliampèremeters einen veränderlichen Widerstand von 0 bis 200 Ohm in Serie einschaltet, um so allmählich die Stromstärke zu variieren, ohne dabei den oberen Meßbereich des Milliampèremeters zu überschreiten und ihn so zu beschädigen.

Für die Sicherheit schaltet man einen zweiten Widerstand von 0 bis 100 Ohm ein, der mit dem Milliampèremeter parallel verbunden ist, um auch eventuelle Ströme von größerer Stärke messen zu können.

Die ganze Elektrode ist pfahlähnlich ausgebildet. Auf einem isolierenden Holzkern sind mehrere Leitringe aus Zink montiert, die voneinander durch Gummieinlagen ebenfalls isoliert sind. Die Elektroden werden in einem Abstand von ungefähr 1 m in den Boden eingetrieben und erlauben die Messung der Leitfähigkeiten des Bodens von 10 zu 10 cm Tiefe.

Je nach dem Feuchtigkeitsgrad sind diese Leitfähigkeiten verschieden. Tragen wir nun in jedem Punkt des Profils die gemessene Stromstärke auf, und verbinden wir diese Punkte mit einer Kurve, so erhält man daraus die Grenzen der verschiedenen Kapillarzonen und damit auch ihre Höhen über dem vorhandenen Grundwasserspiegel.

Diesen Apparat benützte auch P. Regamey [25] für die Messung des Feuchtigkeitsgrades des Bodens. Für die Eichung des Apparates hat er in verschiedenen Tiefen eines Bodenprofils die Stromstärken gemessen und darauf im Laboratorium den Wassergehalt der Bodenproben bestimmt, die aus denselben Meßstellen entnommen wurden. So erhielt er eine Anzahl Punkte, die erlaubten die Bodenfeuchtigkeit in Funktion der Stromstärke graphisch darzustellen. Diese Kurve stellt die Eichkurve des Apparates dar.

Anhand solcher Messungen läßt sich auf die maximalzulässige Grundwasserspiegelabsenkung schließen, bei der eine kapillare Speisung der obern Kulturschicht noch möglich ist.

## 2. Grundlagen zur Projektierung des Entwässerungsprojektes „Altgaß-Rieder“ bei Baar.

a) *Allgemeines.* Im Winter 1942/43 wurde ein kleineres Entwässerungsprojekt im sogenannten „Au-Ried“ durchgeführt. Dieses umfaßt ca. 2,6 ha und liegt in unmittelbarer Nähe des zu meliorierenden Gebietes „Altgaß-Rieder“. Der Untergrund besteht aus dichtem Material. Die Draintiefe betrug im Mittel 1,4 m und die Draindistanz wurde zu 12 m gewählt.

Da die Bodenbeschaffenheit in beiden Gebieten dieselbe ist, beabsichtigten wir, die Wirkung der schon ausgeführten Drainage zu überprüfen, um Anhaltspunkte für die Projektierung des Gebietes „Altgaß-Rieder“ zu erhalten.

Zu diesem Zweck haben wir 6 Sondierungen quer zu einem 105 m langen Sauger erstellt, um in diesen die Grundwasserstände in Funktion

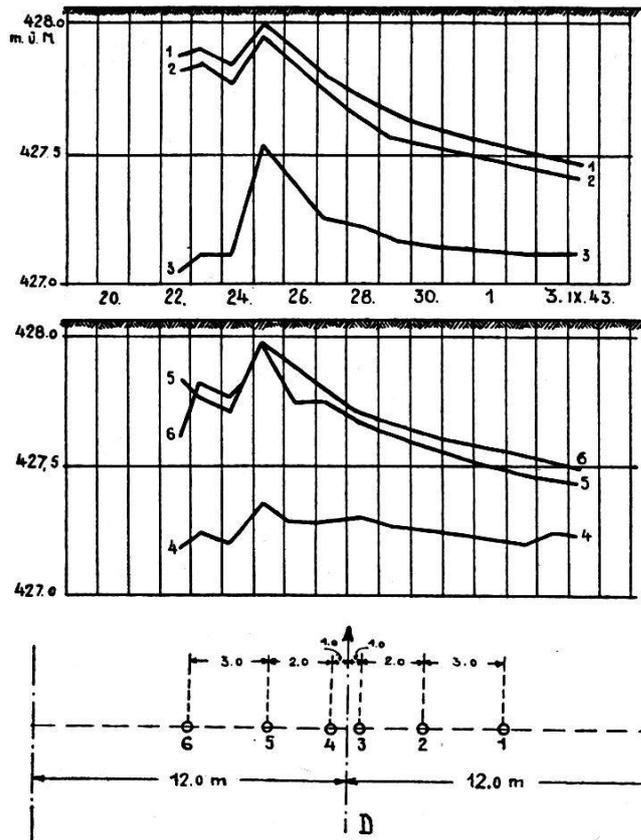


Abb. 35. Gr. W. Sp. Verlauf bei Sauger D

der Zeit zu beobachten. In Abb. 35 sind diese dargestellt für eine Beobachtungsdauer von 2 Wochen. Hieraus ist zu entnehmen, daß der Grundwasserspiegel nach einem Regen auch hier sehr langsam sinkt.

(Fortsetzung folgt.)

## Die Verwendung der Nahstereophotogrammetrie in der Kieferorthopädie

Arturo Pastorelli, dipl. ing. E. T. H.

Assistent für Photogrammetrie an der Eidg. Techn. Hochschule Zürich

Jeder Vermessungsfachmann kennt heute die hervorragenden Eigenschaften der Stereophotogrammetrie zur sicheren und genauen Ausmessung von Objekten, die sich direkt schwer ausmessen lassen. Seit einigen Jahren bemüht man sich, die Aufmerksamkeit weiterer Fachkreise auf die Nützlichkeit dieses Verfahrens für zahlreiche Untersuchungen zu lenken.

R. Hegershoff hat in der Zeitschrift „Photogrammetria“, Jahrgang 1938, Heft 1, über „Tierkundliche Anwendungen der Nahbildmessung und ihre Auswertung“ berichtet.