

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

**Herausgeber:** Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres

**Band:** 42 (1944)

**Heft:** 6

**Artikel:** Das "Versuchsfeld Baar" des kulturtechnischen Laboratoriums der ETH

**Autor:** Ramser, E. / Khafagi, A.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-201829>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 25.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

*Dimanche, 18 juin 1944*

9 h 30 Départ de Montreux, en tram, pour le Château de Chillon.

10 h 00 Visite du Château.

11 h 00 Collation offerte par la Ville de Montreux.

11 h 30 Départ pour Montreux, à pied ou en tram.

12 h 00 Dîner à l'Hôtel Excelsior et Bon-Port à Montreux-Territet.

L'après-midi, course aux Rochers de Naye, par train spécial, selon indications ultérieures.

Retour à Montreux vers 17 h 30 et dislocation.

Départ des trains pour Lausanne: 17 h 53 et 18 h 24.

Arrivée à Lausanne: 18 h 38 et 18 h 50.

### *Renseignements divers*

*Un bureau spécial*, désigné par une affiche, sera ouvert le samedi, 17 juin de 9 heures à 16 heures à la gare CFF. à Lausanne (Salon attendant au Buffet de 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> classes, entrée par le quai I), où tous renseignements seront donnés aux participants.

*Bagages.* Les indications y relatives seront communiquées en temps utile par les soins de la Société de Développement de Montreux.

*Montreux.* Consulter le prospectus et la liste des hôtels.

*Nous signalons avec plaisir le Jubilé olympique* qui sera célébré à Lausanne (17 juin à 3 juillet 1944).

Chers collègues,

Venez nombreux. Les géomètres vaudois vous accueilleront avec enthousiasme.

*Le Comité d'organisation.*

*Adresse:* Direction du cadastre à Lausanne.

Bel-Air Métropole 1, Téléphone 3 69 22.

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

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

*Einleitung:* Bei allen Ingenieurarbeiten kann man mit den im Bureau aufgestellten Theorien und Gleichungen allein nicht auskommen. Die meisten Gleichungen werden immer mit Hilfe von Voraussetzungen aufgestellt. Um die Gültigkeit dieser letzteren zu überprüfen (ob sie in der Natur zutreffend sind), ist es stets erforderlich, verschiedene Versuche, entweder im Laboratorium, im Felde oder an beiden Orten durchzuführen.

In der Kulturtechnik genügen die Laboratoriumsversuche allein nicht. Sie geben in der Regel nur einige Anhaltspunkte über die chemischen und einige physikalische Eigenschaften des Bodens. Hingegen

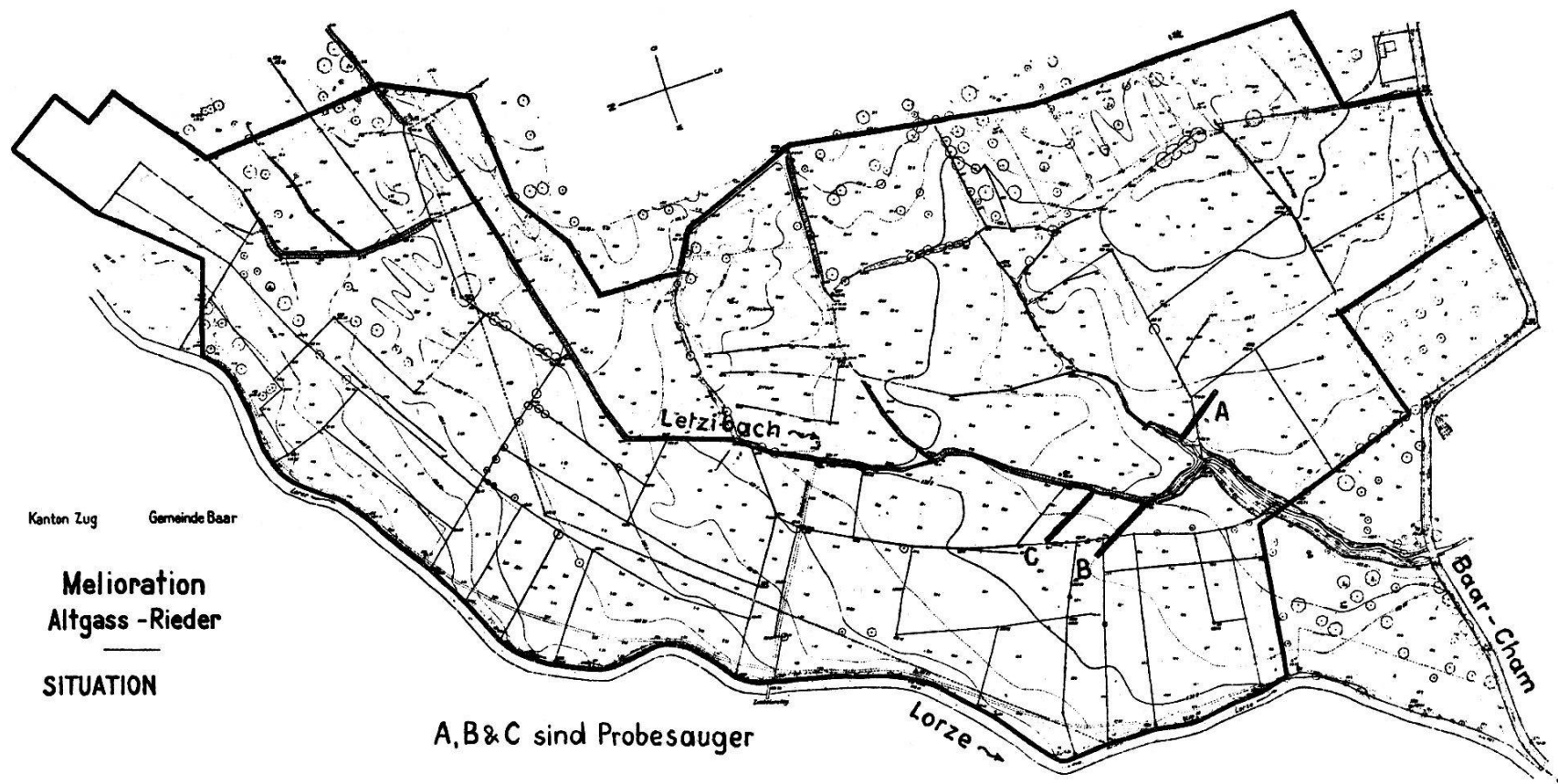


Abb. 1

können die Messungen, die für den Kulturingenieur von großer Wichtigkeit sind, nur im Felde durchgeführt werden.

Leider entsprechen nun die bezüglichen Angaben, die wir in der ausländischen Literatur finden, den schweizerischen Verhältnissen nicht, so daß wir von solchen nicht Gebrauch machen können. Es bleibt uns deshalb nichts anderes übrig, als eigene Versuchsfelder auf verschiedenen Gebieten der Schweiz zu organisieren und jedes mit den nötigen Meßapparaten zu versehen.

Als erstes kulturtechnisches Versuchsfeld wurde dasjenige von Baar installiert. Durch die Liebenswürdigkeit und das Entgegenkommen der Gemeinde Baar konnte dieses im Sommer 1943 eingerichtet werden. Insbesondere danken wir den Herren A. Hilfiker, Kantonsingenieur, A. Blaser, Gemeinderat, A. Weber, Baumeister, für ihre Unterstützung, sowie den Herren K. Binzegger und Kaiser für die Überlassung des Versuchsfeldes. Auch der Firma Rittmeyer AG., Zug, die uns einen Limniographen unentgeltlich auslehnte, wollen wir an dieser Stelle unsern besten Dank aussprechen.

### *I. Beschreibung der Versuchsanlage.*

Nach Vereinbarung der kulturtechnischen Abteilung der ETH. einerseits und des Kantonsingenieurs Zug, sowie der Gemeinde Baar andererseits, wurde bestimmt, daß die Studierenden des 6. Semesters der genannten Abteilung, das Meliorationsprojekt für das Gebiet „Altgaß-Rieder“ als Diplomaufgabe bearbeiten sollen.

Das Gebiet umfaßt ca. 40 ha und liegt östlich der Lorze und nördlich der Straße Baar-Cham (Abb. 1). In der Mitte des Gebietes fließt der „Letzibach“ von Nordost nach Südwest ziemlich tief, so daß er wahrscheinlich als Vorflut in Betracht fällt.

Das kulturtechnische Laboratorium der ETH. hat die Gelegenheit benützt und gleichzeitig ein Versuchsfeld eingerichtet. Der Zweck desselben ist die Beobachtung der Grundwasserbewegung, der Grundwasserspiegelschwankungen, der Regenhöhe, der Wasserergiebigkeit, der Luft- und Bodentemperatur und -Feuchtigkeit und die Bestimmung der Durchlässigkeit des Bodens, um neben dem wissenschaftlichen Wert dieser Beobachtungen noch auf die Drainart, Draintiefe und die zweckmäßige Draindistanz für das betreffende Gebiet zu schließen.

Zu diesem Zweck wurden zuerst zwei Probesauger (Probesauger A 41 m lang und Probesauger B 51 m lang) angelegt (Abb. 1). Senkrecht zu diesen wurden Bohrlöcher erstellt (Abb. 3). Sie dienten zur Beobachtung der Schwankungen des abgesenkten Grundwasserspiegels in Funktion der Zeit. In Abb. 4 sind einige Bodensondierungen dieser zwei Reihen angeführt. Es ist daraus zu entnehmen, daß der Boden, es handelt sich um einen Alluvionsboden, aus zwei bis drei verschiedenen Schichten besteht. Die oberen sind verhältnismäßig durchlässig, hingegen ist die untere Schicht ziemlich dicht.

Die Versuche an diesen zwei Probesaugern sowie an einem ein Jahr vorher in unmittelbarer Nähe und in analogem Boden erstellten Entwässerungsprojekt haben gezeigt, daß eine Tonrohrdrainage für dieses Gebiet nicht zweckmäßig ist. Deshalb wurde nachträglich ein dritter Probesauger (Probesauger C, 41 m lang) nach dem sogenannten „Rillendrainagesystem“ (Abb. 2), hergestellt. Senkrecht zu diesem Probesauger wurden 14 Sonden, gemäß Abb. 3, gebohrt. Diese dienten wieder für die Beobachtung des Grundwasserspiegels in Funktion der Zeit.

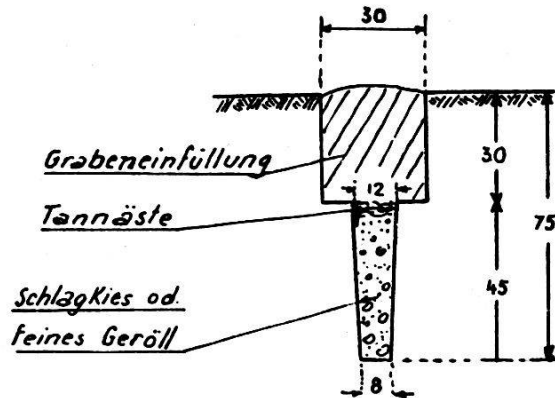


Abb. 2

Um den genauen Verlauf der Grundwasserspiegel, der Ergiebigkeit, der Regenhöhe und der Lufttemperatur und -feuchtigkeit zu erhalten,

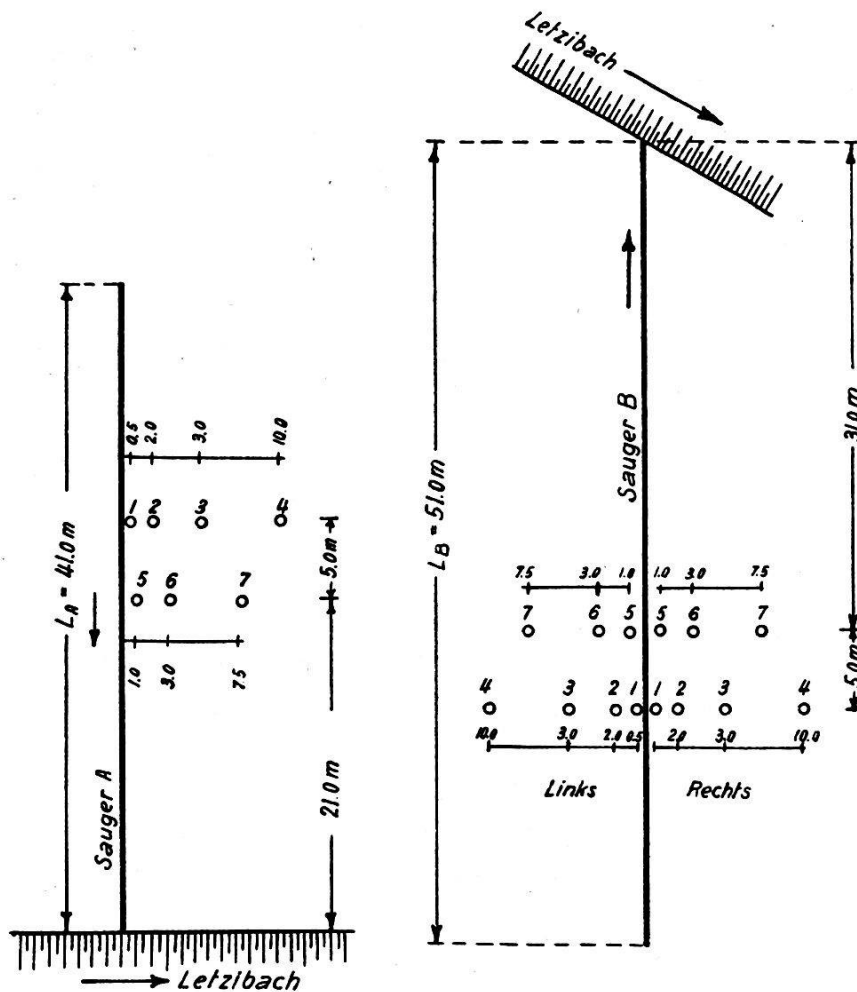
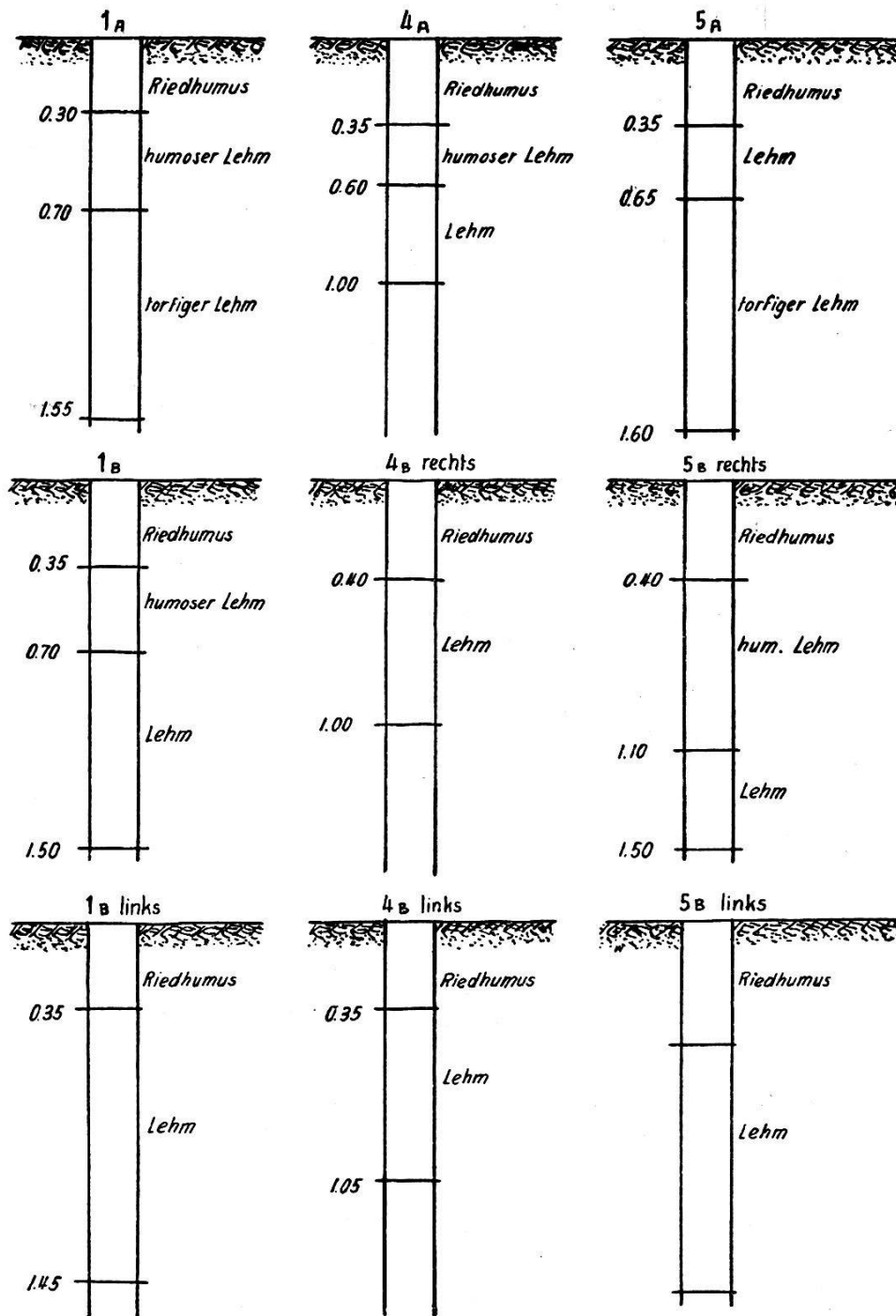


Abb. 3

haben wir Selbstregistrierapparate aufgestellt. Für die Beobachtung der Grundwasserschwankungen begnügten wir uns mit der Aufstellung je eines Limnigraphen bei jedem Probesauger und ermittelten von Zeit zu Zeit die Tiefenlagen der Grundwasserspiegel in den übrigen Bodensonden durch Messung der Abstiche gemäß Abb. 5.



*Bodensondierungen.*

Abb. 4

## II. Beschreibung einiger Meßapparate.

### 1. Gerät für die Grundwasserspiegelmessung (Abb. 5).

Dieses besteht im Prinzip aus zwei Teilen. Den ersten bildet ein Blechschwimmer mit  $\phi = 10$  cm und einer Höhe von 5 cm. Mit dem Schwimmer fixiert sind zwei Aluminiumstäbchen, je 1 m lang, zusammengeschraubt. Auf diesen Stäbchen sind 0,5 m, 1,0 m, 1,5 m und 2,0 m markiert.

Der zweite Teil besteht aus zwei Gliedern, einem in Millimeter geteilten Stab A,  $\phi = 2$  cm und Höhe = 1,5 m auf einer Bodenplatte P und einem auf A verschiebbaren Stab B,  $\phi = 1$  cm. Um den Stab A vertikal und den Stab B horizontal zu stellen, wird auf B eine Libelle aufgesetzt. Für die Bestimmung der Grundwasserspiegellage in einem Bohrloch stellt man den zweiten Teil auf den Bodenpfahl. Man verschiebt den Stab B nach oben oder unten, bis die Spitze mit einer Markierung 1,0 m, 1,5 m oder 2,0 m, je nach der Lage des Grundwasserspiegels, übereinstimmt.

Grundwasserspiegel Kote = Bodenpfahl Kote + Ablesung auf A—C, wobei C die Konstante 1,0 m, 1,5 m oder 2,0 m bedeutet.

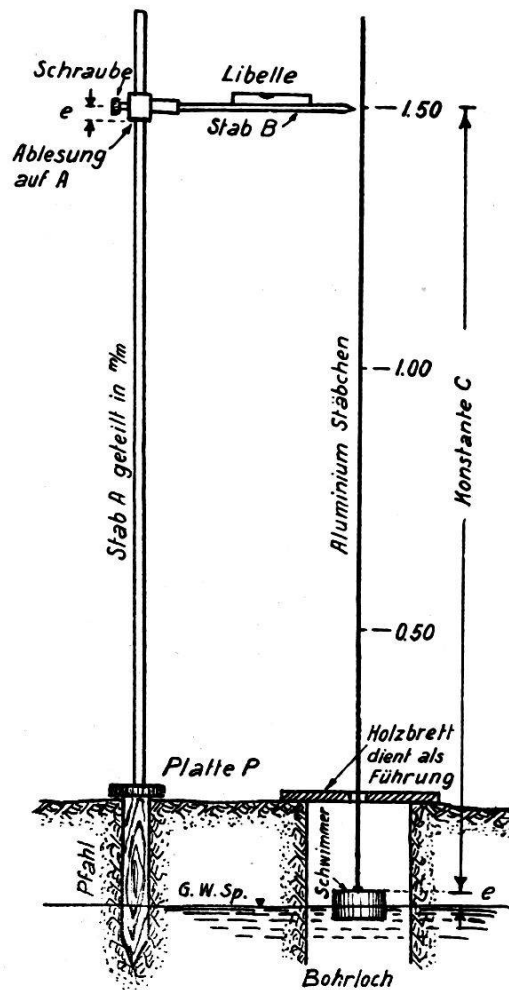


Abb. 5

### 2. Apparat für das Selbstregistrieren vom Grundwasserspiegel in Funktion der Zeit (Limnigraph).

Im Versuchsfeld wurden aus technischen und finanziellen Gründen verschiedene Arten von Limnigraphen benützt (Abb. 6, 7 und 8). Ihre Konstruktion ist im Prinzip dieselbe. Abb. 9 zeigt die schematische Darstellung eines solchen.

Der Apparat besteht aus einem Schwimmer S und einem Gegengewicht G, die auf einem Rad R mittels einer Kette K aufgehängt sind. Wenn der Schwimmer und das Gegengewicht infolge einer Änderung der Wasserspiegellage auf- oder absteigen, dreht sich dieses Rad um einen Stab s. Da dieser mit den beiden Rädern R und r fixiert ist, wird die Drehung vom Rad R auf das kleine Rad r, bzw. r' übertragen. Mit dem Draht d, der sich, infolge der Drehung von R, r und r' in einer



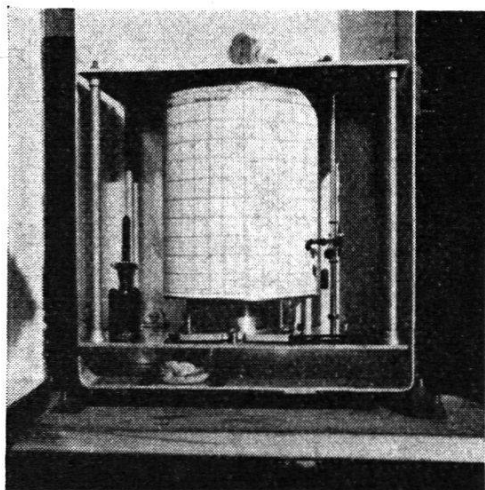


Abb. 6

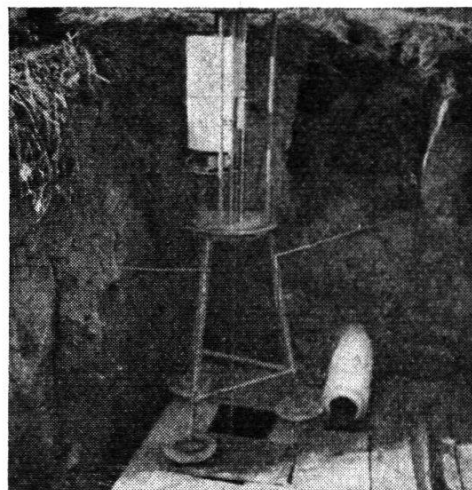


Abb. 7

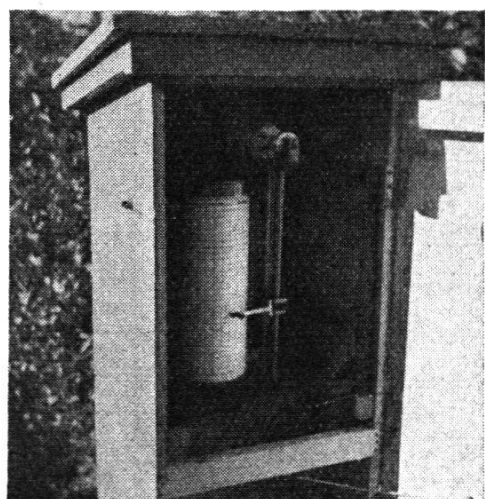


Abb. 8



Abb. 10



Abb. 11

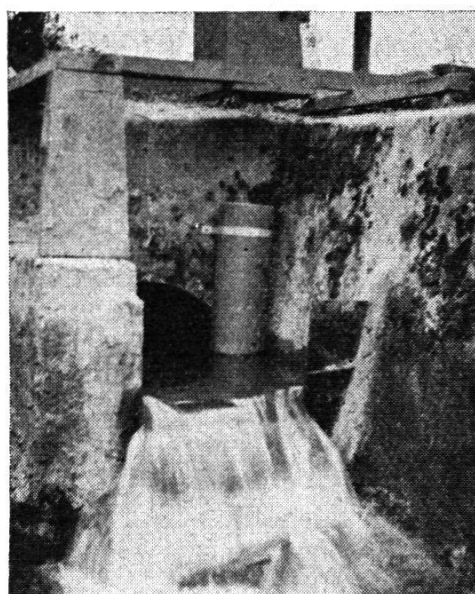


Abb. 12



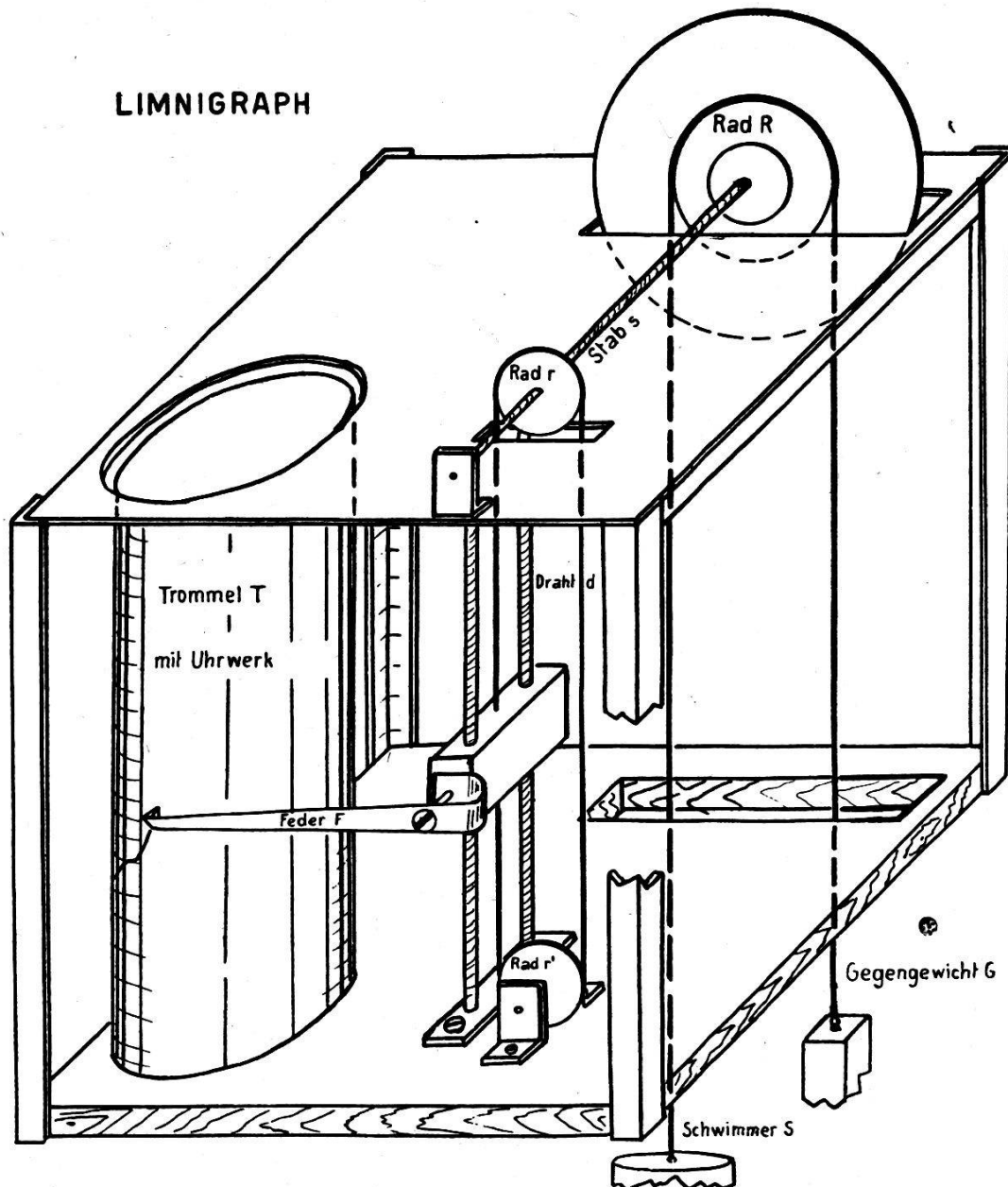


Abb. 9

vertikalen Richtung bewegt, ist eine Feder verbunden. Diese registriert die vertikale Bewegung auf einem Registrierpapier, das auf einer Trommel *T* befestigt ist. In dieser Trommel befindet sich ein Uhrwerk, welches eine bestimmte Umdrehung bewirkt. Je nach Bedarf kann diese für eine Stunde, 24 Stunden oder eine Woche eingerichtet werden. Auf diese Weise wurden die Schwankungen des Wasserspiegels in einem Bohrloch (Abb. 10), in einem Meßkasten (Abb. 11) oder oberhalb eines Meßüberfalles (Abb. 12) im Laufe der Zeit registriert.

### 3. Apparat für die Messung der Ergiebigkeit aus dem Versuchssauger.

Die Wassermenge wurde anfangs mittels eines Meßgefäßes und einer Stoppuhr von Zeit zu Zeit gemessen. Diese Methode hat aber den Nach-

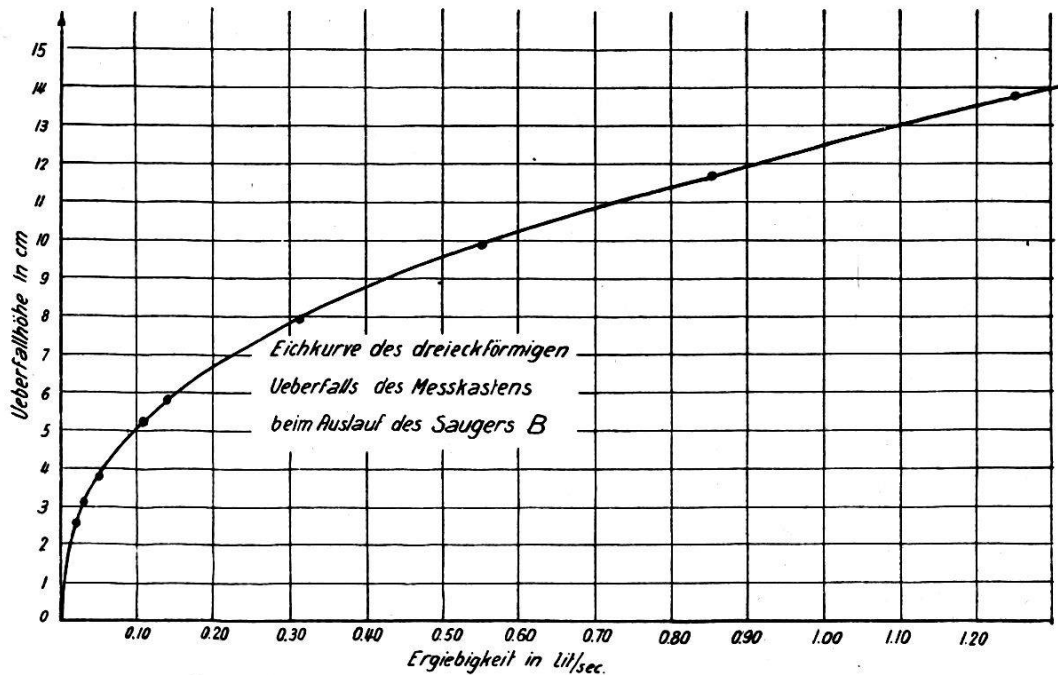


Abb. 13

teil, daß sie die Anwesenheit eines Mannes ständig erfordert. Es ist aber auch sehr schwierig, auf diese Weise den richtigen Verlauf der Funktion (Wassermenge – Zeit) zu erhalten. Die Spitzen dieser Funktion (die maximale, sowie die minimale Wassermenge) sind bei dieser Methode kaum aufzufangen. Deshalb war die Aufstellung eines Registrierapparates notwendig.

Für diesen Zweck haben wir beim Auslauf jedes Saugers einen mit Blech ausgeschlagenen Holzkasten aufgestellt. Dieser ist  $1,00 \times 1,00$  m und 0,50 m hoch. An seiner vorderen Seite ist ein dreieckförmiger und scharfkantiger Überfall eingebaut. Da die zu messenden Wassermengen ziemlich klein sind (maximal 1,3–1,4 sl), so wurde der Überfallwinkel nur  $\sim 11^\circ$  gewählt. Der Überfall wurde volumetrisch geeicht und die Beziehung zwischen der Überfallhöhe und der Wassermenge aufgezeichnet (Abb. 13). Die Wasserspiegel im Kasten, bzw. die Überfallhöhen, wurden mittels eines Limnigraphen registriert. Abb. 11 zeigt den ganzen Apparat beim Auslauf des Saugers B.

#### 4. Apparat für die Bestimmung der Durchlässigkeitsziffer des Bodens im Felde (Abb. 14).

Der Apparat besteht aus einem dreiteiligen Rohr, je ein Meter lang, und hat einen inneren Durchmesser von drei Zentimeter. Diese Teile können je nach der gewünschten Höhe dicht zusammengeschraubt werden. Am unteren Teil befindet sich ein beweglicher Spitzkegel. Er ermöglicht ein leichteres Einschlagen des Rohres einerseits, andererseits schließt er das Rohr während des Eindringens in den Boden ab und verhindert so den Eintritt von Erde. Am oberen Teil wird ein Glasrohr

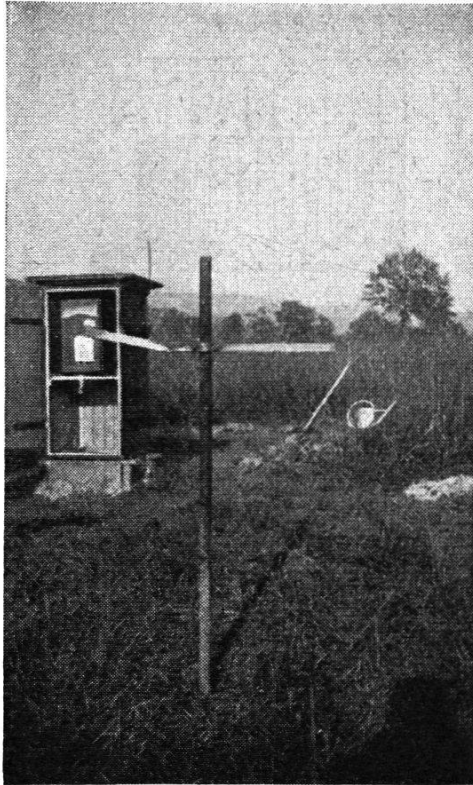


Abb. 14

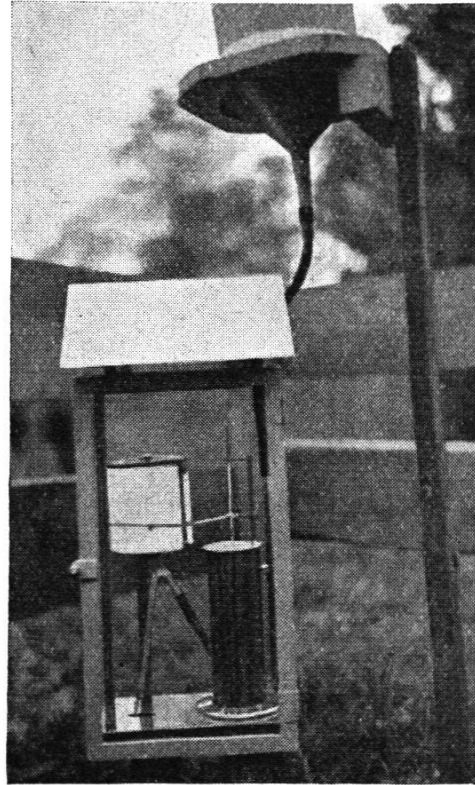


Abb. 15

mittels eines Gummipfropfens aufgesetzt. Je nach dem Durchlässigkeitsgrad des zu untersuchenden Materials wird der Durchmesser des anzuwendenden Glasrohres variiert. Die Glasröhren sind eingeteilt, so daß die Absenkung des Wassers in Funktion der Zeit abgelesen werden kann.

Beim Gebrauch dieses Apparates geht man folgendermaßen vor: Man schlägt das Rohr in den Boden bis zur Tiefe der zu untersuchenden Schicht. Das Rohr wird um 4 cm heraufgezogen, wodurch sich die Ausflußfläche öffnet, da der eingeschlagene Spitzkegel unten fest bleibt. Man füllt das Rohr mit Wasser. Aus der Geschwindigkeit, mit der dieses im Eisenrohr versickert, ergibt sich, ob ein enges oder weites Glasrohr verwendet werden muß. Das passende Glasrohr wird aufgesetzt und aufgefüllt. Mittels einer Stoppuhr wird die Wasserabsenkung in Funktion der Zeit beobachtet. Hieraus wird die Durchlässigkeitsziffer  $k$  des betreffenden Bodens berechnet\*.

##### 5. Apparat für die Messung der Regenhöhe (Abb. 15).

Abb. 16 zeigt eine schematische Darstellung des Apparates. Dieser besteht aus einem Zylinder  $Z$  mit einem Durchmesser  $d = 6,5$  cm. In diesen fließt das Regenwasser, das auf die Trichteroberfläche fällt. Der

---

\* Für weitere Einzelheiten und den Berechnungsvorgang siehe A. Khafagi, „Die Durchlässigkeit des Bodens in seiner natürlichen Lagerung“, Schweizerische Zeitschrift für Vermessung und Kulturtechnik, Januar, Februar, März und April 1944.

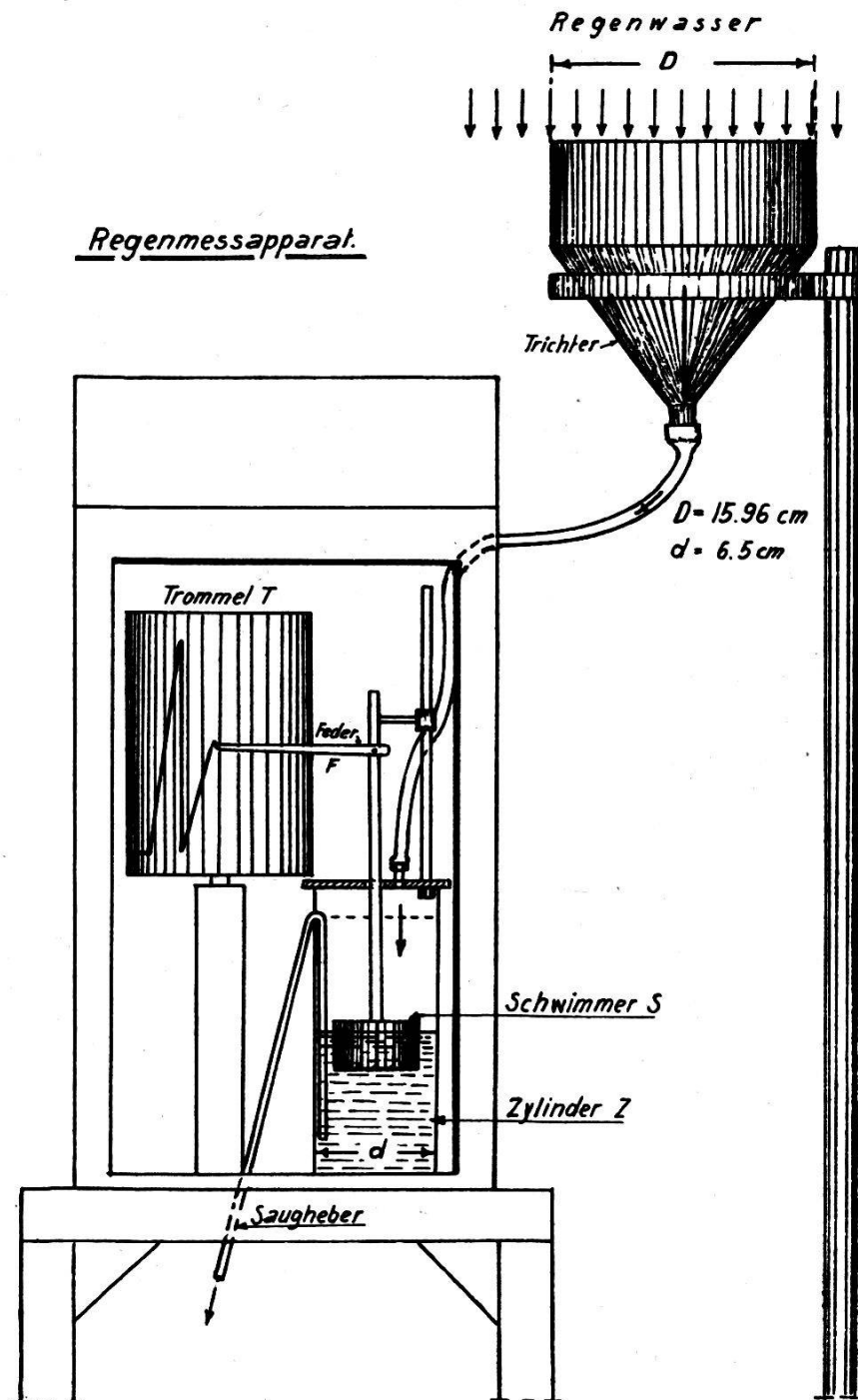


Abb. 16

Trichter hat einen Durchmesser  $D \cong 16 \text{ cm}$  und eine Oberfläche von  $200 \text{ cm}^2$ . Die Lage des Wasserspiegels im Zylinder wird mittels des Schwimmers S und der Feder F auf die Trommel T übertragen. Letztere besitzt ein Uhrwerk mit einer Laufzeit von etwa sieben Tagen. Sobald der Zylinder Z voll ist, entleert er sich mittels des Saughebers automatisch. Der Schwimmer bzw. die Feder sinkt dann plötzlich und steigt von unten nach oben wieder an.

Die Regenhöhe während eines Zeitintervalls  $t$  ist gleich:

$$\frac{\pi d^2}{4} \cdot \sum_{t_1}^{t_2} \text{Aufstiege der Feder während der Zeit } t$$


---


$$\frac{\pi D^2}{4}$$

wobei  $t = t_2 - t_1$  ist.

oder

$$\text{Regenhöhe} = \frac{d^2}{D^2} \sum_{t_1}^{t_2} \text{Aufstiege.}$$

(Fortsetzung folgt.)

## Ein neues Verfahren für die Aufnahme großer Flächen mit geringen Höhenunterschieden

Von Hermann Zutraun.

Gelegentlich einer Vermessung für die Landwirtschaftliche Gesellschaft von Khouzistan (Iran) wurde das nachstehend beschriebene Verfahren angewandt. Es eignet sich sehr gut für die Aufnahme großer, ebener Flächen und erfordert nur geringe Kosten.

Das aufgenommene Gelände liegt auf der rechten Seite des Karun, einem Nebenfluß des Schat-el-Arab, ca. 15 km südlich der Stadt Ahwas. Das Gebiet erscheint dem Beobachter als eine vollkommen ebene Fläche. Die freie Sicht ist in dem für die Bewässerung in Frage kommenden Gebiet nirgends durch Buschwerk oder Baumwuchs behindert. Die Luftverhältnisse wechseln im Laufe des Tages sehr stark. Die Fernrohrbilder sind morgens und abends bedeutend klarer als z. B. in mitteleuropäischen Niederungen, dafür übertreffen die Luftstörungen die dort vorkommenden ganz bedeutend. Um die Mittagszeit kann man einen Kilometer entfernte Gegenstände auch mit bloßem Auge nicht mehr deutlich erkennen. Diese Feststellungen über die Sichtverhältnisse gelten für Winter und Frühjahr. Im Sommer dürften Beobachtungen nur ganz kurze Zeit nach Sonnenaufgang und vor Sonnenuntergang möglich sein.

Der zu erstellende Plan sollte als Grundlage für ein Bewässerungsprojekt dienen. Für die Aufnahme waren ca. 6000 ha vorgesehen. Das Maximalgefälle, vom Flusse landeinwärts zu, beträgt ca. 3 m auf 5 km, d. h. 0,6 ‰. Bei einem solch geringen Gefälle mußten die Höhenunterschiede mit einer Genauigkeit von ca.  $\pm 2$  cm/km gemessen werden, um ein Funktionieren der nach dem Plan zu projektierenden Bewässerung zu gewährleisten. An die Messung der Entfernungen der Zwischenpunkte brauchte bei einem Gefälle von ca. 1 cm auf 17 m keine große Genauigkeitsforderung gestellt zu werden.

Für die Messung stand ein Zeiß-Universaltheodolit, Baujahr ca. 1928, und ein Nivellierinstrument von Fennel, mit Libellenablesung im Blick-