

**Generaldirektion Schifffahrt**  
**Forschungsanstalt für Schifffahrt-, Gewässer- und Bodenkunde**

---

---

**Richtlinien**  
für die  
**Erforschung der Grundwasserverhältnisse**

von  
**Julius Denner und Werner Koehne**  
Berlin

23 Abbildungen und 7 Anlagen

Neuaufgabe · Berlin 1948

## Vorwort

Die seinerzeit von der Landesanstalt für Gewässerkunde und Hauptnivellements 1938 herausgegebenen „Richtlinien für die Erforschung der Grundwasserverhältnisse“, aufgestellt durch Dr. J. Denner und Prof. W. Koehne, sind vergriffen.

Um bei der Wiederaufnahme von gewässerkundlichen Beobachtungen und Messungen für die Erforschung der Grundwasserverhältnisse eine allgemeine Richtlinie für die Arbeit zu geben, hat die Abteilung I — Gewässerkunde der Forschungsanstalt für Schiffahrt, Gewässer- und Bodenkunde, Berlin, als Nachfolgerin der ehemaligen Landesanstalt für Gewässerkunde und Hauptnivellements, die oben erwähnten „Richtlinien für die Erforschung der Grundwasserverhältnisse“ neu drucken lassen. Inhaltlich stimmt die Neuauflage mit der Auflage von 1938 überein.

Berlin, den 18. November 1948

Forschungsanstalt  
für Schiffahrt, Gewässer- und Bodenkunde  
gez. Dr. Leo  
Dr. Bruns

## Inhaltsübersicht.

	Seite
I. Einleitung .....	5
II. Grundwassermessverfahren und Meßgeräte.	
A. Meßstellen .....	7
B. Meß- und Festpunkte .....	17
C. Meßgeräte .....	17
D. Beschreibung der Meßstellen .....	24
E. Quellschüttungsmessungen .....	25
F. Häufigkeit und Genauigkeit der Beobachtungen .....	28
III. Die Bearbeitung der Beobachtungsergebnisse.	
A. Zahlentafeln .....	27
B. Bildliche Auftragung, allgemeines .....	28
C. Grundwasserganglinien .....	28
D. Schnitte .....	30
E. Grundwasserhöhenlinien .....	31
F. Der jährliche Gang .....	32
G. Häufigkeit und Dauer der Wasserstände .....	32
H. Bezugskurven .....	33
J. Karten der Grundwasseroberfläche unter Flur .....	35
K. Karten der Brunnentiefen .....	35
L. Karten der Wasserstandsänderungen .....	38
IV. Bestimmung der Filtergeschwindigkeit je Gefällseinheit .....	37
V. Vorschläge für Karten der wasserwirtschaftlichen Bewertung des Untergrundes .....	39
VI. Vorschläge für einige geologisch-hydrologische Sonderdarstellungen .....	41
VII. Hinweis auf die Kartierung der Pflanzengesellschaften .....	43

## I. Einleitung.

Die Erforschung der Grundwasserverhältnisse in Deutschland hat sich zunächst in der Hauptsache auf einzelne örtliche Gebiete beschränkt. Wo die Entwicklung der Technik und der Wirtschaft die Lösung wasserwirtschaftlich-rechtlicher Fragen erforderte, da wurde der Not gehorchend dem Grundwasser besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Nur in Mecklenburg wurde bereits frühzeitig ein Beobachtungsnetz über ein ganzes Land gespannt. Planmäßige Untersuchungen des Grundwasserstandes zu allgemeinen wissenschaftlichen Zwecken, die sich über ein großes Gebiet erstreckten, hat erstmalig die Preußische Landesanstalt für Gewässerkunde im Jahr 1914 eingeleitet<sup>1)</sup>. Ihr folgte im Jahre 1922 das Sächsische Geologische Landesamt in Leipzig mit seinem das ganze Land — Sachsen umfassenden Landesgrundwasserdienst<sup>2)</sup>. Die Ausdehnung einer planmäßigen Grundwasseruntersuchung über weitere Reichsgebiete ist im Rahmen der Aufgaben der Wasserwirtschaft im weitesten Sinne unter einheitlichen Gesichtspunkten<sup>3)</sup> in Angriff genommen. In den vorliegenden Richtlinien sind einerseits die auf jahrelange Praxis zurückgehenden Erfahrungen, andererseits auch — besonders in der Auswertung der Beobachtungen — die neuen zum Teil noch als Versuche zu wertenden Verfahren der Grundwasserforschung erörtert.

Die Erforschung der Grundwasserverhältnisse eines Gebietes kann sich nicht auf die Grundwasserbeobachtungen allein beschränken, sondern muß auch gleichzeitig Untersuchungen über einige andere Wissensgebiete umfassen. Als solche kommen in erster Linie die Untersuchungen der meteorologischen und

<sup>1)</sup> Vgl. W. Koehne: Grundwasserkunde, Stuttgart 1928.

<sup>2)</sup> Rudolf Grahmann: Der Sächsische Landesgrundwasserdienst. Abhandlung der Sächsischen Geologischen Landesanstalt, Heft 16, Leipzig 1935.

<sup>3)</sup> W. Koehne: Grundwasserforschung: „Raumforschung und Raumordnung“, Heft 8, 1937, Verlag Vowinkel, Heidelberg. Vgl. ferner: Runderlaß des Reichs- und Preußischen Ministers für Ernährung und Landwirtschaft v. 21. 5. 37 — VI/1 932 — (Reichsministerialblatt der Landwirtschaftlichen Verwaltung, Nr. 23, Berlin 1937).

geologischen Verhältnisse in Betracht. Die meteorologischen Untersuchungen werden sich im Rahmen eines Grundwasserbeobachtungsdienstes auf die Beobachtungen der Niederschläge (Meßgerät: Regenmesser von Hellmann) beschränken<sup>4)</sup>. Die Beobachtungsergebnisse werden in Zahlentafeln, die die Monats-, Halbjahrs- und Jahressummen nach Abflußjahren (z. B. Abflußjahr 1937 = 1. November 1936 bis 31. Oktober 1937) enthalten, gesammelt. Diese Zahlen werden bei der weiteren Bearbeitung gegebenenfalls bildlich dargestellt. Mitunter geben die Grundwasserbeobachtungen Anlaß zur Einrichtung neuer Niederschlagsmeßstellen.

Für die geologischen Untersuchungen bilden in Deutschland die amtlichen geologischen Karten, insonderheit das geologische Spezialblatt 1 : 25 000, die Grundlage. Liegt eine geologische Aufnahme eines Gebietes, in dem die Grundwasserverhältnisse untersucht werden sollen, noch nicht vor, so muß eine solche baldigst vorgenommen werden. Zweckmäßigerweise wird dazu das Meßtischblatt 1 : 25 000 oder eine Vergrößerung von diesem, etwa 1 : 10 000, verwendet, sofern nicht bereits die neuen Karten im Maßstabe 1 : 5000 benutzt werden können. Die bisher üblichen geologischen Karten bringen in erster Linie das Alter der Schichten zum Ausdruck. Für gewässerkundliche Arbeiten ist zuerst eine hydrogeologische Auswertung dieser Darstellung erforderlich, die bis zur Aufstellung von Einzelkarten führt, in denen die Durchlässigkeit und das Verhalten der Gesteine zum Wasser im Vordergrund stehen. Diese Anforderungen an die geologischen Karten führten bereits im Jahre 1930 Prof. Dr. H. Stremme-Danzig zu einer von der üblichen geologischen Kartierung abweichenden Aufnahme, bei der eine Zerlegung in verschiedene Einzelkarten, geologischer, bodenkundlicher und hydrologischer Art, durchgeführt wurde<sup>5)</sup>. Im niederrheinischen Flachlandgebiet führt Prof. Dr. H. Breddin-Aachen eine geologische Aufnahme durch, bei der die Gesteine ebenfalls in ihrer Beschaffenheit, Mächtigkeit, Durchlässigkeit, sowie dem Wassergehalt und -leitvermögen dargestellt sind.

In erster Linie sind für die Untersuchungen der Grundwasserverhältnisse eines Gebietes die Bohrarchive der Geologischen Landesanstalten, Museen, Hochschulinstitute, die Bohrverzeichnisse, der

<sup>4)</sup> Vgl. Anleitung für die Beobachter an den Wetterbeobachtungsstellen des Deutschen Reichswetterdienstes; herausgegeben vom Reichsamts für Wetterdienst, Verlag Springer, Berlin 1936.

<sup>5)</sup> H. Stremme: Über Wasserkarten, Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 1933, Heft 7, Verlag Encke, Stuttgart.

Industrie-, Wasser- und Bergwerke, sowie der Bohrunternehmer und Brunnenbauer und schließlich die Beobachtungen der staatlichen Brunnen und Beobachtungsrohre bei den Kulturbaubeamten, den Landesanstalten für Gewässerkunde usw. mit heranzuziehen.

Von besonderer Wichtigkeit sind die Grundwasserbeobachtungen selbst. Die für eine planmäßige Grundwasserforschung erforderlichen Unterlagen von der Einrichtung des Grundwasserbeobachtungsdienstes bis zur ersten Verarbeitung der Meßergebnisse in Zahlentabellen und bildlichen Darstellungen von Ganglinien, Höhenlinien, Plänen und Profilen müssen auf Grund der bisherigen Erfahrungen nach einheitlichen Gesichtspunkten gesammelt werden. Die zahlreichen, verschiedenartigen Einzelverfahren in der Bearbeitung und Darstellung der ersten Beobachtungsergebnisse, die verschiedenen Maßstäbe usw. sind auszumerzen, da sie einer einheitlichen Gesamtbearbeitung hindernd im Wege stehen.

## II. Grundwasser-Meßverfahren und Meßgeräte.

Für die Einrichtung von Grundwassermeßstellen gibt es kein starres Schema, das für jeden Fall vorgeschrieben werden kann. Ausschlaggebend ist vielmehr der Zweck der Beobachtungen sowie die örtlichen Verhältnisse und ihre Umgebung.

### A. Meßstellen.

Als Meßstellen kommen in Betracht:

1. Wirtschaftsbrunnen (Kessel- und Schachtbrunnen).
2. Grundwasserbeobachtungsrohre.
3. Wasserlöcher, Ausschachtungen und Grundwasserblänken.

#### 1. Wirtschaftsbrunnen\*).

Brunnen sind überall vorhanden und stehen als Meßstellen kostenlos zur Verfügung. Sie sind im allgemeinen für Beobachtungszwecke sehr wohl brauchbar. Es sei nur an den hervorragenden Sächsischen Landesgrundwasserdienst<sup>2)</sup> erinnert, der ausschließlich auf Wirtschaftsbrunnen (rd. 2000 Brunnen) beruht. Ungeeignet für die Beobachtungszwecke jedoch sind Brunnen, aus denen mit

\*) Die Bezeichnung „Brunnen“ ist grundsätzlich nur bei Brunnen, aus denen Wasser entnommen wird oder werden kann, anzuwenden. Die Bezeichnung „Beobachtungsbrunnen, Rohrbrunnen, Bohrbrunnen u. dgl.“ für Grundwasserbeobachtungsrohre ist auszumerzen.

Maschinenkraft Wasser entnommen wird, z. B. für größere landwirtschaftliche Betriebe usw. Ebenso sind meist Brunnen nicht geeignet, die in schwerdurchlässigen Schichten stehen. Es ist wichtig, daß die Brunnen unter Berücksichtigung des Zweckes der Beobachtung richtig ausgewählt werden. Bei der Brunnenbestandsaufnahme, die zweckmäßig der Einrichtung eines Beobachtungsnetzes vorausgeht, sind sämtliche Brunnen einer Gemeindeflur festzustellen und auf ihre Meßeignung zu prüfen. Es kommt vor, daß unbenutzte Brunnen verschlammte und dann unbrauchbar sind. Soll z. B. bei Gefährdung der Wasserversorgung einer Ortschaft durch benachbarte künstliche Eingriffe (Wasserentziehung durch Bergwerke, Wasserwerke oder technische Bauten) der Einflußbereich einer solchen Wasserentnahme festgestellt werden, dann sind möglichst viele der Brunnen regelmäßig zu messen. Für allgemeine Zwecke genügen jedoch einzelne ausgewählte Brunnen für die Messungen. Bevorzugt werden öffentliche Brunnen, Gemeinde-, Schul- und Feuerlöschbrunnen. Fast überall, wo heute Wasserleitung vorhanden ist, gibt es noch alte, wenig oder unbenutzte Brunnen, die sich gut zur Messung eignen. Besonders günstig sind Brunnen in Förstereigehöften oder Eisenbahnbrunnen. Den Verfassern ist es wiederholt vorgekommen, daß alte Brunnen, nachdem eine Wasserleitung zur Verfügung stand, zugeschüttet oder aber als Abwasserschächte verwendet wurden. Derartigen nicht unbedenklichen Vorkommnissen ist durch Aufklärung entgegenzutreten. Bei etwaigen Störungen der Wasserleitung ist die Bevölkerung auf die Wasserversorgung aus Brunnen angewiesen. Überhaupt ist aus verschiedenen Gründen, auch wenn Zentralwasserversorgung vorhanden ist, auf den vorsorglichen Erhalt der Einzelwasserversorgung aus Brunnen Bedacht zu nehmen. Die Benutzung alter Brunnen als Abwasserschächte birgt große hygienische Gefahren in sich.

Ein Mangel bei Brunnen ist leider meist das Fehlen des geologischen Schichtenprofils, das beim Bau des Brunnens durchteuft wurde. Bei Neuanlage von Brunnen ist daher das Schichtenverzeichnis ebenso wie die angetroffenen Wasserverhältnisse genau aufzunehmen.

Bei der Brunnenaufnahme ist außer dem Grundwasserstand auch die Brunnensohle zu messen. Durch Pump- oder Schöpfversuche ist festzustellen, wie stark und wie lange Zeit die üblichen Wasserentnahmen den Grundwasserstand beeinflussen. Diese Feststellungen geben einen Anhaltspunkt dafür, mit welchem Fehlerwert man zu rechnen hat. Von Zeit zu Zeit ist die Messung der Sohlentiefe zu wiederholen und der Brunnen gegebenenfalls zu reinigen.

## 2. Grundwasserbeobachtungsrohre.

Die ideale Beobachtungsstelle für die Messung des Wasserstandes in tieferen Schichten ist das Beobachtungsrohr. Seine Einrichtung ist wesentlich eine Kostenfrage. Als Beobachtungsrohre eignen sich Rohre jeder Art, also Holz-, Zement-, Steinzeug-, Eisenrohre u. dgl. Bei besonderen Untersuchungen des Grundwassers, z. B. bei größeren technischen Bauten, Wasserbauten, Bergwerken, Wasserwerken, Tiefbauten u. dgl. wurden von jeher besondere Beobachtungsrohre verwendet. So hat z. B. die Stadt Berlin bei den Vorarbeiten für die Kanalisation bereits im Jahre 1869 ein Grundwasserbeobachtungsnetz mit 29 eisernen Rohren (heute über 2000 Beobachtungsrohre) eingerichtet<sup>9)</sup>. Dieses ist der älteste Grundwasserbeobachtungsdienst mit besonderen Rohren überhaupt, der auch nach heutigen Anschauungen als mustergültig zu bezeichnen ist. Ferner seien das Beobachtungsnetz der Stadt Hamburg mit 10 Rohren ab 1892 und das Beobachtungsnetz der Landesbauernschaft Halle (früher Landwirtschaftskammer), dessen Einrichtung auf das Jahr 1906 zurückgeht und heute rd. 10 000 Meßstellen, darunter zum großen Teil Beobachtungsrohre umfaßt, genannt. Daneben wären noch zahlreiche Einzelbeobachtungsgebiete der Wasserbauverwaltung, des Bergbaues usw. zu erwähnen.

An Grundwasserbeobachtungsrohren sind zahlreiche, im Prinzip jedoch sich ähnliche Arten in Gebrauch (vgl. *Koehne*, Grundwasserkunde, S. 150/57). Es werden verwendet eiserne Rohre (Gasrohre usw.) im allgemeinen von 6 bis 10 cm Durchmesser, die teils seitlich geschlossen und unten offen, teils am unteren Ende auf 0,70 bis 2,00 m Länge durchlocht sind (Abb. 1, Grundwasserbeobachtungsrohr). Die Durchlöcherung besteht aus 3 mm breiten und 10 bis 20 mm langen, gegeneinander versetzten Schlitzern (Abb. 2) oder in spiralig angeordneten Löchern von 1 cm Weite (Abb. 3). Wieder andere haben einen 1 m hohen kupfernen oder verzinkten Tressengewebefilter. Diese Filter sind aber nicht immer, besonders nicht in eisen- oder manganhaltigen Wässern brauchbar, da bei solchen die Filtertressengewebe durch chemische Ausscheidungen in wenigen Jahren meist verstopft sind. Am besten geht man von den Gewebefiltern ganz ab, zudem es einfachere und bessere andere

<sup>9)</sup> J. Denner: Der Grundwasserstand in Berlin. Die Grundwasserstandsmessungen von 1870—1936 und ihre Bedeutung für Wasserwirtschaft und Wasserrecht. Zentralblatt der Bauverwaltung 1937, Heft 10, Verlag: W. Ernst & Sohn, Berlin W 9, sowie: Denner, Mösen-  
thin; Deutsche Wasserwirtschaft 1938, Nr. 1. Franckhscher Verlag, Stuttgart.



# Rohr mit Kieselumfüllung

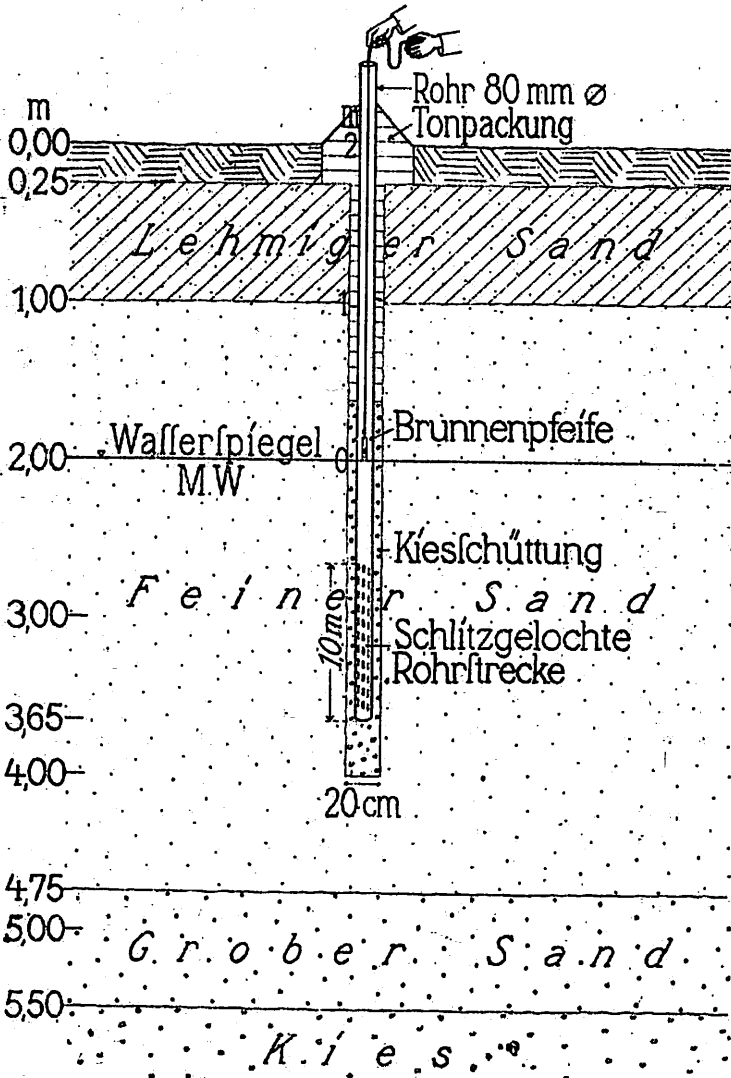


Abb. 1.

Grundwasserstandsmessung mit Brunnenpfeife in einem Beobachtungsrohr.

Filterarten gibt. Auch Holzstabfilter (Abb. 4) sind verschiedentlich im Gebrauch. Abb. 5 gibt ein Porzellanfilter nach *Jaekel* wieder.

Sehr wichtig ist ein geeigneter Verschlussdeckel für die Beobachtungsrohre, von denen ebenfalls verschiedene Arten im Gebrauch sind. Die Hauptsache ist hierbei, daß das Öffnen des

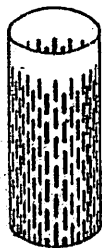


Abb. 2.  
Schlitzfilter.



Abb. 3.  
Lochfilter.

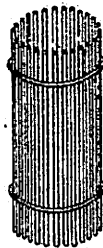


Abb. 4.  
Holzstabfilter.

Deckels einen besonderen Schlüssel erfordert und nicht von jedermann mit einem beliebigen einfachen Werkzeug vorgenommen werden kann. Das Rohr darf nicht luftdicht verschlossen sein, weil sonst die zusammengepresste Luft oder Gas den wirklichen Stand des Grundwasserspiegels verschleiern kann.

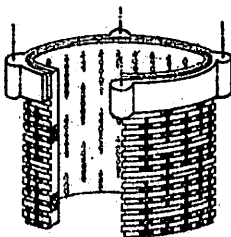


Abb. 5.  
Porzellan-Rippenfilter (Bauart Dipl.-Ing. Jaekel).

Verschiedene Verschlussdeckel sind in Abb. 6, 7, 8 schematisch dargestellt.

Seit einigen Jahren sind sog. Taschen-, Teller- oder Glockenfilter in Gebrauch, die teils aus Eisen, teils aber auch aus Holz, Steingut und Porzellan hergestellt sind. Die letzten drei Arten sind besonders widerstandsfähig gegen säurehaltiges

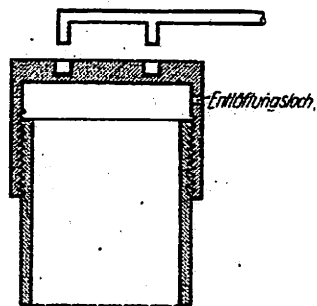


Abb. 6.  
Abschraubbare  
Verschlußhaube mit  
Entlüftungsloch.

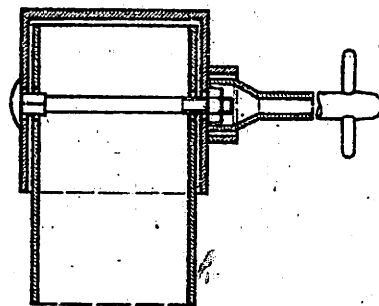


Abb. 7.  
Kleins Verschuß,  
lose aufgesetzt.

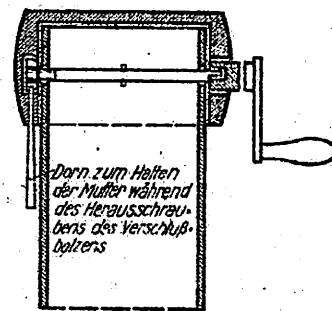


Abb. 8.  
Verschlußkappe der  
Wasserversorgungs-A. G.  
Grünberg (Schlesien)

Wasser und daher allen anderen Stoffen vorzuziehen. Besonders der Porzellanfilter genügt allen Ansprüchen. Die Taschen dieser Glocken- oder Tellerfilter werden mit verschiedenkörnigem Kies gefüllt und stehen außerdem in einer äußeren Kiesumschüttung, wie im folgenden beschrieben ist.

Diesen neuen Typ von Filter verwendet die Landesanstalt für Gewässerkunde beim Beobachtungsnetz von Groß-Berlin, das anbetrachtet der hier einzigartigen Grundwasserfragen besonders sorgfältig eingerichtet ist.

Das Grundwasserbeobachtungsrohr mit Tellerfilter (Kiespackungsfilter, Abb. 9) besteht aus folgenden Teilen:

- a) gußeiserner, gewebeloser Tellerfilter (Kiespackungsfilter) von 110 mm Durchmesser und 1000 mm Länge mit einem darunter befindlichen schmiedeeisernen, mit Zentrierungsschelle versehenen Schlammfang von 300 bis 400 mm Länge. Innen und außen zweimal heiß asphaltiert;
- b) schmiedeeisernes Filteraufsatzrohr, von rd. 60 mm Durchmesser und rd. 3 mm Wandstärke mit Gewindeverbindungen. Innen und außen zweimal heiß asphaltiert. Am oberen Ende mit Gewinde zum Aufschrauben des Verschlußdeckels;
- c) aufschraubbarer Verschlußdeckel mit Vierkant, zweimal mit schwarzem Säureschutz gestrichen;
- d) gußeiserner, verschließbare Straßenkappe mit schmiedeeiserner Unterlagsplatte, zweimal mit schwarzem Säureschutz gestrichen;
- e) Schlüssel zur Straßenkappe und Verschlußdeckel;
- f) gesiebter Kies als Pfropfen unter dem Filter (Schlammfang) und als Umhüllung und Füllung der Teller des Filters, mindestens bis 0,50 m über Oberkante Filter reichend.

Die Beobachtungsrohre werden durch Bohrung mit Mantelrohr eingeführt. Sie dürfen nicht in den Boden eingetrieben oder eingerammt werden, da beim Durchteufen toniger Schichten die Lochung der Rohre leicht verstopft werden kann. Im allgemeinen wird mit 200 mm Durchmesser gebohrt. Die durchteuften Untergrundschichten werden nach den deutschen Normen DIN 4022 (April 1938)<sup>7)</sup> genau aufgestellt. Während des Bohrens sind die angetroffenen Wasserverhältnisse festzustellen und die Wasserstände regelmäßig jeden Morgen und jeden Abend sowie zu Beginn und am Schluß jeder größeren Betriebspause

<sup>7)</sup> Vgl. Bodenproben, Grundsätze für Entnahme und Benennung. Beilage Zentralblatt der Bauverwaltung, 1938, Heft 14.

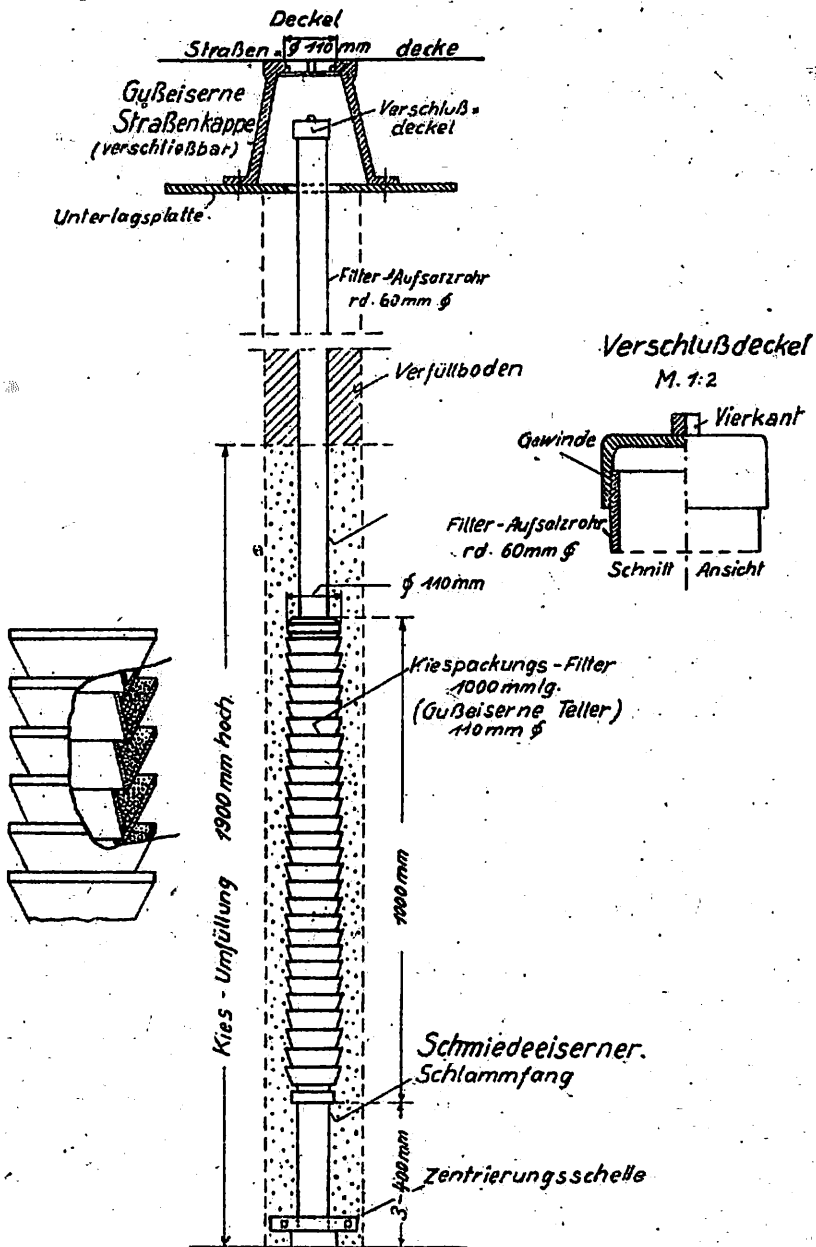


Abb. 9.  
Tellerfilter (Kiespackungsfilter) mit Schlammfang.

und bei auffallenden Änderungen zu messen. Die Bodenproben sind aufzubewahren. Die Tiefe des Beobachtungsrohres ist so zu bemessen, daß der voraussichtlich tiefste Grundwasserstand noch über der Oberkante des Filters liegt. Anhaltspunkte über den anzunehmenden Tiefstand des Grundwassers sind aus benachbarten Brunnen usw. festzustellen. Die Tiefe des Bohrloches richtet sich nach dem Zweck der geplanten Grundwasseruntersuchung. Vor Einsetzen des Bohrrohres in das Bohrloch ist aus letzterem etwaiger Schlamm herauszupumpen. Das Pumpen ist unter gleichzeitigem Einschütten von etwas Kies solange fortzusetzen, bis das Wasser klar herauskommt. Das Bohrloch wird rd. 50 cm mit Kies gefüllt und darauf das Beobachtungsrohr aufgesetzt. Bei offenen Rohren wird der unterste Teil von etwa 30 bis 50 cm ebenfalls mit Kies gefüllt. Der Zwischenraum zwischen Mantel- und Beobachtungsrohr wird mit Kies, im Notfall auch mit Schlacke unter gleichzeitigem Ziehen des Mantelrohres bis auf etwa 1 m unter Geländeoberfläche verfüllt. Sodann wird eine 20 bis 30 cm mächtige Tonschicht eingestampft und der Hohlraum bis zur Geländeoberfläche verfüllt. Bei Vorhandensein verschiedener Tonlagen im Schichtenprofil und mehreren Grundwasserstockwerken ist mehrmals Ton zwischen Mantel- und Beobachtungsrohr einzubringen, um eine Verbindung des Wassers aus verschiedenen Stockwerken zu verhindern. Das Grundwasser in verschiedenen Stockwerken wird am besten durch besondere Beobachtungsrohre ober- und unterhalb der betr. Ton- oder Lehmlagen beobachtet. Dies ist z. B. erforderlich in Gebieten, wo aus einem unteren Grundwasserstockwerk für Wasserwerke, Wasserhaltungen in Bergwerken u. dgl. gepumpt und eine Beeinflussung des oberen Grundwassers befürchtet wird (vgl. Abb. 16).

Bei den gewebelosen Taschen- oder Tellerfiltern werden die unteren geschlitzten Teller vor Einbringen des Beobachtungsrohres mit Kies von verschiedener Korngröße gefüllt und dann der Zwischenraum zwischen Mantel-, Filter- bzw. Aufsatzrohr ebenfalls mit Kies gefüllt. Die verschiedenen Kieslagen ermöglichen ein ungehindertes Eintreten des Wassers durch die Teller und verhindern eine Versandung und Verschlammung der Filter (vgl. Abb. 9).

Wie aus den verschiedenen geschilderten Arten von Filtern und Rohren hervorgeht, ist der Einrichtung von Beobachtungsrohren je nach örtlichen Verhältnissen weitester Spielraum gelassen. Engere Röhre als 6 cm sind nicht zu empfehlen, da infolge der Wasserverdrängung durch die Meßgeräte die Messung unrichtig oder doch ungenau wird. Oder es muß mit entsprechendem Meßgerät (Meßstab, Lichtlot) gemessen werden.

Gebohrt wird mit den üblichen Bohrgeräten mit Dreibock. Bei günstigen Untergrundschichten und geringen Teufen hat sich auch der billige und leicht zu handhabende Erdbohrer, wie er von verschiedenen Firmen geliefert wird, gut bewährt\*). Bei günstigen Untergrundschichten kann das Beobachtungsrohr mit dem genannten Erdbohrer niedergebracht werden; innerhalb des Beobachtungsrohres (z. B. 8 cm Durchmesser) wird mit dem Spiralbohrer (etwa 6 cm Durchmesser) gebohrt, das Bohrgut herausgeholt und das Beobachtungsrohr immer tiefer eingedrückt. Nach dem Einbringen des Beobachtungsrohres ist der Wasserspiegel ab Rohroberkante so lange in kürzesten Zeiträumen zu messen, bis sich ein Beharrungszustand herausgebildet hat. Durch Eingießen von Wasser ist zu prüfen, ob das Wasser im Rohr mit dem Grundwasserspiegel in Verbindung steht, wobei der Wasserspiegel so lange zu messen ist, bis sich das eingegossene Wasser auf den vorher gemessenen Wasserspiegel ausgeglichen hat.

Die Beobachtungsrohre reichen mit ihrer Oberkante einige Dezimeter über Gelände heraus. Sie sind an solchen Stellen einzubringen, wo sie z. B. bei der Feldbestellung möglichst wenig hindern oder nicht angefahren werden können. In bebauten Gebieten, Städten usw. sind sie verdeckt unterhalb der Straßenkante unterzubringen (s. oben).

3. Bei der Messung eines flachen Grundwasserspiegels zum Zweck der Bodenbewirtschaftung sind Ausschachtungen oder Wasserlöcher zu empfehlen. In bindigen Böden oder Torfböden mit Grasnarbe steht das Wasserloch ohne Aussteifung. Bei Mineralböden ist eine einfache Verschalung, etwa durch Einsetzen einer Tonne, Betonringe u. dgl., zweckmäßig. An einem gut eingerammten Pfahl wird der Wasserstand von einem gleichbleibenden Meßpunkt aus gemessen. Auch bei diesen Meßlöchern bleibt der Erfundungsgrade des einzelnen großer Spielraum. Sie können z. B. vervollkommen werden durch Einbringen eines Holzkastens etwa im Ausmaß von  $20 \times 20$  cm oder größer. Zwischen den Leisten des Kastens bleiben Ritzen von etwa 1 cm offen. Der äußere Raum zwischen Holzkasten und Grube wird mit Torf, Kies oder Schlacke verfüllt. In einem solchen Holzkasten können ein kurzes Beobachtungsrohr oder auch z. B. aufeinandergestellte Drän- oder Zementröhren aufgestellt werden. Solche Meßstellen können

---

\*) Fa. Friedrich Wahrenburg, München 1, Postschließfach 46; Fabrikation patentierter Erd- und Brunnenbohrer u. a.

noch mit verschließbaren Deckeln versehen werden. Auch bei diesen flachen Ausschachtungen ist das Bodenprofil genau aufzunehmen.

### *B. Meß- und Festpunkte.*

#### 1. Wirtschaftsbrunnen (Abb. 10).

Der Meßpunkt muß dauerhaft angebracht und eindeutig bezeichnet sein. Die meisten Wirtschaftsbrunnen sind mit einer an das Mauerwerk dicht anschließenden Abdeckplatte abgeschlossen. Wenn möglich, ist z. B. in Abdeckungsplatten aus Stein ein verschließbarer Rohrstützen von wenigen Zentimetern Weite anzubringen. Bei eisernen Abdeckplatten kann ein kleines Loch mit drehbarem Deckel angebracht werden. Wenn dies nicht möglich ist, und z. B. bei Feuerlösch- oder Gemeindebrunnen ein eiserner Deckel oder ähnliche Platten abgehoben werden müssen, dann ist auf alle Fälle peinlichste Vorsicht walten zu lassen, damit das Brunnenwasser beim Messen nicht verunreinigt wird. In einer Anweisung für die Wasserstandsmessungen in Wirtschaftsbrunnen, die die Deutsche Reichsbahngesellschaft — Bautechnisches Büro der Reichsbahndirektion Dresden — im Jahre 1927 herausgegeben hat (s. Grahnmann a. a. O. S. 23), ist auf sorgfältige Reinigung der Meßgeräte mit Spiritus hingewiesen. Das Abheben der Abdeckplatte oder das Auseinanderdrücken der einzelnen Teile ist nach Möglichkeit zu vermeiden oder aufs äußerste, etwa bei Kontrollprüfungen des Brunnens (siehe weiter unten), zu beschränken. Bei offenen Ziehbrunnen ist am Kranz oder an der Verschälung ein festbleibender Meßpunkt anzubringen oder zu bezeichnen.

#### 2. Beobachtungsrohre.

Sämtliche Messungen sind ab Rohroberkante vorzunehmen (vgl. Abb. 1):

#### 3. Aufgrabungen, Ausschachtungen und Wasserlöcher.

Bei den Meßlöchern wird von einem dauerhaft bezeichneten Meßpunkt an dem Meßpfahl oder ab Rohr-(Drän- oder Betonrohr) Oberkante gemessen. Die Meßpunkte müssen auf jeden Fall, wenn auch nicht sofort, doch im Laufe der Zeit durch Nivellements an zwei an benachbarten Gebäuden angebrachten Festbolzen angeschlossen werden. Der Anschluß an NN ist nicht immer ganz zuverlässig.

### *C. Meßgeräte.*

Die Kostenfrage spielt auch bei den Meßgeräten eine Rolle. Dabei soll gleich gesagt werden, daß auch billige und einfache



# Wenig benutzter Gebrauchsbrunnen

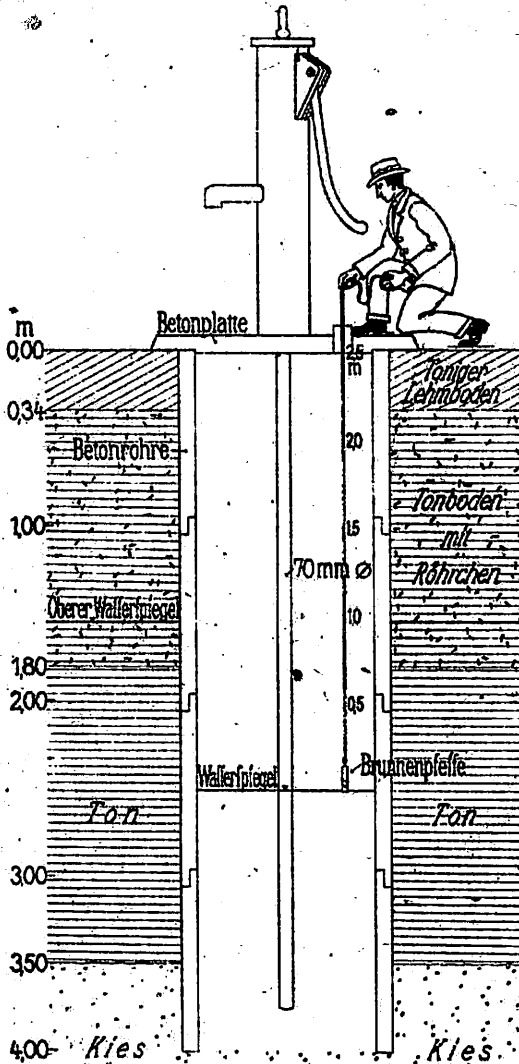


Abb. 10.

Wirtschaftsbrunnen zur Messung des Wasserdrucks einer Kiesschicht (Messung mit Brunnenpfeife).

Geräte ihren Zweck häufig erfüllen. Es kommt in erster Linie auf die Zuverlässigkeit des Beobachters an. Gemessen wird die Entfernung des Grundwasserspiegels vom Meßpunkt. Fälschlicherweise wird mitunter auch der Abstand zwischen Grundwasserspiegel und Brunnensohle, also die eigentliche Wassersäule, gemessen. Besonders von der ländlichen Bevölkerung wird z. B. bei Grundwasserentziehungen häufig von dem „Wasserstand“ im Brunnen gesprochen, wobei aber die Wassersäule gemeint ist.

Das einfachste Gerät ist der „Zollstock“, der jedoch nur für geringere Tiefen (bis 2 m des Wasserspiegels) und bei gut zugänglichen Meßstellen in Betracht kommt. Auch einfache Stangen oder Latten mit eingekerbter Meßeinteilung sind im Gebrauch, die am Meßpunkt angehalten und nachher vom Meßpunkt bis zum Beginn des nassen Teiles abgemessen werden. Sie führen aber leicht zur Verunreinigung des Brunnenwassers und zu Meßfehlern. Ein weiteres einfaches und billiges Meßgerät ist ein geglähter Eisenstab (Abb. 13) mit eingeschlagener Zentimeter-einteilung. Er wird an ein verkürztes Meßband so angehängt, daß der Nullpunkt des Meßbandes und der Nullpunkt der Zentimeter-einteilung zusammenfallen. Der Eisenstab ist etwa 1 m lang, rund oder vierkantig. Er ist vor jeder Messung trocken zu reiben und kann auch mit Kreide eingerieben werden, damit sich der Wasserspiegel besser abzeichnet. Bei der Messung wird die Länge des nassen Teiles des Eisenstabes vom abgelesenen Maß des Meßbandes abgezogen.

Von den besser ausgeführten Meßgeräten ist die Brunnenpfeife (Rangs Spiegelmesser) am gebräuchlichsten (Abb. 11). Sie hat sich bis jetzt als das zweckmäßigste und zuverlässigste Meßgerät erwiesen. Die Brunnenpfeife ist hohl und hat oben einen Pfeifenschlitz. Auf der äußeren Seite sind 12 bis 14 tellerförmige Rillen mit je 1 cm Abstand eingedreht. Wenn das untere Ende der Brunnenpfeife im Wasser eintaucht, entweicht die Luft oben durch die Pfeife, wodurch der Ton erzeugt wird. Der Nullpunkt liegt einige Zentimeter über dem unteren Rand der Brunnenpfeife, so daß das Pfeifensignal dann hörbar wird, wenn die Pfeife bis an den Nullpunkt eingetaucht ist. Wenn dann das Meßband noch einige Zentimeter weiter herabgelassen wird, so füllen sich die Rillen mit Wasser (vgl. Abb. 10). Da der Nullpunkt, wie schon erwähnt, wenige Zentimeter über dem unteren Rand der Brunnenpfeife liegt, ist das Meßband entsprechend zu verkürzen. Beim Messen wird die Zahl der mit Wasser gefüllten Hohlringe von dem am oberen Meßpunkt abgelesenen Wert des Meßbandes abgezogen. Ist der Nullpunkt am oberen Teil der Brunnenpfeife angebracht, dann

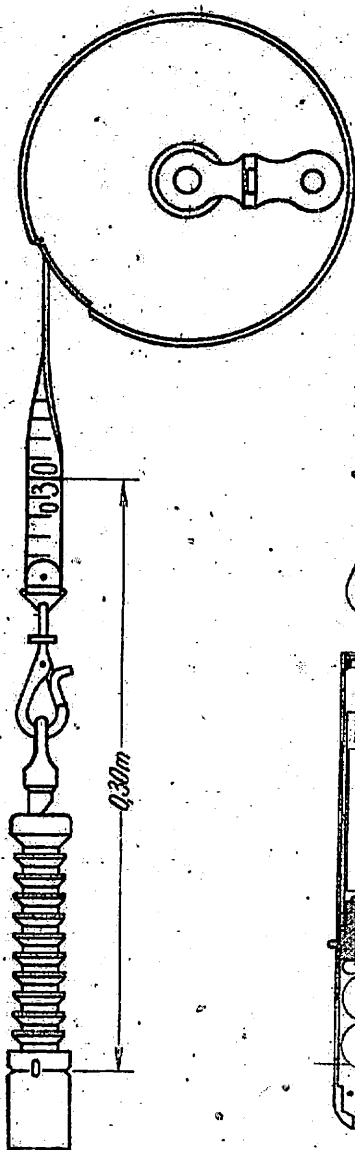


Abb. 11.  
Brunnenpfeife am  
Leinenbandmaß.

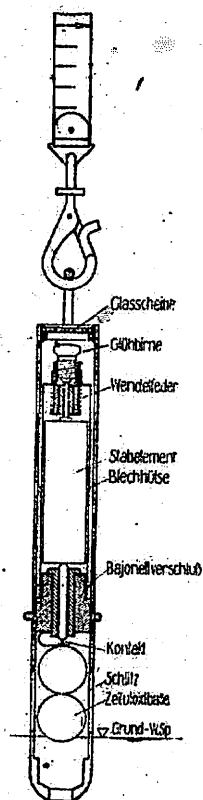


Abb. 12.  
Lichtlot am  
Leinenbandmaß



Abb. 13.  
Eis. Meßstab am  
Leinenbandmaß.

werden die Ringe von oben nach unten nummeriert und das Meßband ebenfalls entsprechend verkürzt. Hierbei ist für die Zahl der leergebliebenen Ringe in Zentimetern der abgelesenen Länge am Meßband zuzuzählen. Aus zahlreichen Modellen ist auf Grund praktischer Erfahrungen die in Abb. 11 wiedergegebene Brunnenpfeife als am zweckmäßigsten entwickelt worden. Der obere Teil der Brunnenpfeife kann feststehend oder beweglich ausgebildet sein. Wichtig ist dagegen, daß der Durchmesser der Hohlringe kleiner ist als der Durchmesser des übrigen oberen und unteren Teiles der Brunnenpfeife. Durch diese engere Konstruktion der Hohlringssäule wird vermieden, daß das Wasser beim Hochziehen des Meßgeräts durch Anschlagen an die Brunnenwand aus den Ringen herausgeschleudert wird, weil ja nicht die Hohlringkante, sondern nur der obere und untere Teil der Pfeife die Brunnenwand berühren kann. Ferner wird aus demselben Grunde vermieden, daß sich beim Hochziehen des Meßgeräts leere Ringe durch an der Wand hängende Wassertropfen füllen.

Bei sehr tiefen (etwa 25 m und mehr) Brunnen oder Beobachtungsstellen, sowie in Gegenden, wo durch Außengeräusche, wie durch Bauarbeiten, Maschinengang, Wasserrauschen, insbesondere in der Nähe des Meeres usw., der Pfeifton der Brunnenpfeife nicht mehr hörbar ist, kann notfalls die Lage des Wasserspiegels an der Durchnässung des Meßbandes oder mit einem Eisenstab festgestellt werden. In solchen Fällen hat sich auch das Lichtlot gut bewährt. Dieses besteht aus einem zylindrischen 20 bis 30 cm langen vernickelten Messinggehäuse von 20 bis 40 mm Durchmesser, in dem eine normale, auswechselbare Stabbatterie, eine kleine Glühbirne, ein entsprechend angebrachter Kontakt und zwei sich freibewegende Bällchen untergebracht sind. Beim Eintauchen des Lichtlotes in das Grundwasser wird durch den Auftrieb der Bällchen der Kontakt geschlossen und die Glühbirne zum Aufleuchten gebracht. Die bisher in den Handel gebrachte Ausführungsform des Lichtlotes ist technisch nicht sehr zweckmäßig. Der Schnitt durch ein von *Wilcke* verbessertes Lichtlot ist in Abb. 12 wiedergegeben.

Andere elektrische Meßgeräte verschiedener Art sind so gebaut, daß durch Summer- oder Klingelzeichen angezeigt wird, wann der Schwimmer den Grundwasserspiegel berührt.

An Meßbändern sind in Gebrauch:

1. Leinenbandmaß (Abb. 11) von 16 mm Breite und 5, 10, 15, 20, 25, 30 und 50 m Länge in Lederkapseln. Sie sind am vorderen Ende mit einem Karabinerhaken versehen. Die beim

Messen am meisten durch Reibung usw. beanspruchten Stellen sind bis zu 1 m Länge durch ein Lederband verstärkt. Die Leinenbandmaße sind mit 8 Metallfäden verwoben, wodurch der raschen Abnutzung mehr oder weniger vorgebeugt ist. Das Meßband trägt eine Zentimetereinteilung und bei je 10 cm eine Zahlenangabe mit zusätzlicher Beschriftung der einzelnen Meterzahlen. Diese Vorrichtung hat sich als sehr notwendig und zweckmäßig erwiesen. Die bei der Messung naß gewordenen Teile des Bandes sind jedesmal abzutrocknen.

2. Bandmaß in Lederkapsel mit tief reichendem Stahlband von 13 mm Breite, Längen wie oben. Stahlbandmaße in Metallrahmen mit tief geätzter Zentimetereinteilung mit schwarzer Beschriftung, Breite und Längen wie oben\*).

Statt der Meßbänder sind verschiedentlich auch Meßketten in Gebrauch. Bei Bestellung von solchen ist darauf zu achten, daß sich die Glieder nicht verkleben können, was bei vielen handelsgängigen Ketten der Fall ist.

### Selbsttätige Meßgeräte, Grundwasserschreibpegel, Grundwasserpegel.

Von den Schreibpegeln hat sich nach jahrelangen bisherigen Erfahrungen am besten der Schreibpegel mit senkrechter Trommel (Abb. 14) bewährt. Er besteht aus einem Schwimmer, der einen Schreibstift auf einer senkrecht stehenden Trommel bewegt (Höhenmaßstab der Aufzeichnung 1 : 5). Das Uhrwerk hat einmonatigen Gang.

Für besondere Zwecke, z. B. um die tägliche Periode im Gange des Grundwasserspiegels verfolgen zu können, ist der Selbstschreiber so eingerichtet, daß der Schwimmer eine horizontal aufgestellte Trommel dreht, auf der ein Schreibstift durch Uhrwerk fortbewegt wird. Diese Anordnung eignet sich jedoch mehr für die Unterbringung in einem Pegelhäuschen. Vorzuziehen sind daher auch hier meist Schreibpegel mit senkrechter Trommel.

Für ständige Beobachtungen eignet sich an vor Beschädigung geschützten Orten ein Bandmaßpegel (Abb. 15), bei dem der

\*) Brunnenpfeifen, Meßbänder und andere Meßgeräte werden u. a. von den Firmen geliefert: 1. Ed. Sprenger, Berlin SW 68, Alte Jakobstr. 6. 2. Wehlt & Co., Halle/S., Bismarckstr. 11. 3. H. Ch. Spöhr, Frankfurt/M. 1, Baumweg 10. Der Preis von Brunnenpfeifen bewegt sich zwischen 10 bis 15 RM, Meßbänder von beispielsweise 10 m Länge zwischen 9,— (Leinen) bis 30,— RM (Metallbänder). Die einzelnen Firmen führen Preislisten.

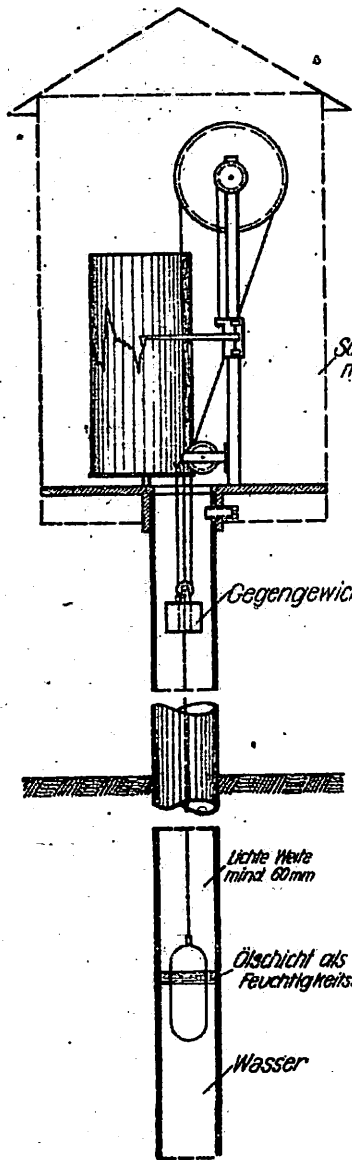


Abb. 14.  
Schreibpegel mit senkrechter  
Schreibtrommel.

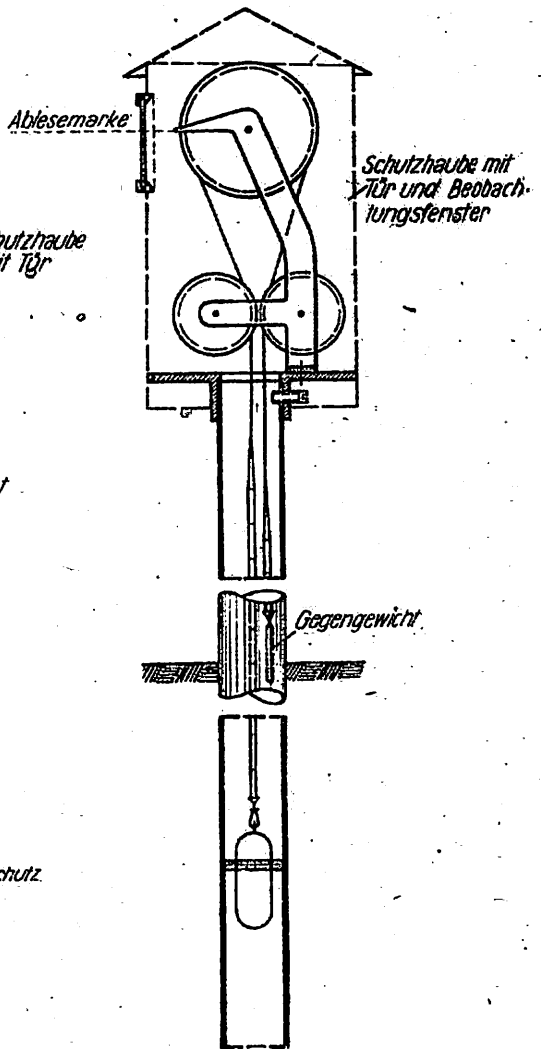


Abb. 15.  
Bandmaßpegel.

Schwimmer an einem Seil hängt, das mit Gegengewicht über eine am oberen Ende eines Rohres angebrachte Rolle läuft. Auf dem dazwischen geknüpften Meßband kann der Wasserstand gegebenenfalls bei verschlossener Haube durch ein Fenster unmittelbar abgelesen werden. Den Bandmaßpegel gibt es auch mit Wasserstandsanzeigewerk.

Als weiteres selbst registrierendes Gerät, welches für Sonderuntersuchungen von Wert ist, ist neuerdings von *Wilcke* ein *Photopegel* konstruiert worden. Bei diesem werden die Zahlen eines von einem Schwimmer bewegten Meßbandes in bestimmten Zeitabständen auf Schmalfilm photographiert.

Neu ist der Gedanke der Anwendung des Rückstrahlers (*Zachariae*-Leipzig). Die zweckmäßigste Verwendungsform und die Vorzüge des Rückstrahlers gegenüber anderen bisher üblichen Meßgeräten sind jedoch noch nicht praktisch erprobt.

#### *D. Beschreibung der Meßstellen.*

Von jeder Grundwassermeßstelle ist eine eingehende Beschreibung erforderlich. Diese Beschreibung muß folgende Angaben enthalten:

Lageplan der Meßstelle mit Zeichnung oder Skizze.

Besitzer des Grundstücks und der Meßstelle.

Beobachter des Grundwasserstandes.

Örtliche Lage der Meßstelle zum Vorfluter, Oberflächen-gewässern oder Gräben.

Genaue Beschreibung der Meßstelle selbst, geologisches Schichtenprofil, Ausführung und Beschaffenheit, Weite und Länge des Beobachtungsrohres mit etwaigen Füllern, Sohlentiefe, Kiesschüttungen.

Art des Meßpunktes und dessen Höhe über Flur, Höhe und Beschaffenheit des umgebenden Geländes.

Meßgerät.

Nivellements und Festpunkte für den Anschluß der Meßstelle. Weitere zur Vervollständigung der Beschreibung noch erforderliche Angaben sind aus dem Vordruck der von der Landesanstalt für Gewässerkunde herausgegebenen *Brunnenbeschreibung* (s. Anlage 1) ersichtlich.

### E. Quellschüttungsmessungen.

Grundwasserbeobachtungen dienen hauptsächlich in Gebieten mit lockeren geologischen Ablagerungen, Sand, Kies usw., also meist Flachlandgebieten, in denen sich das Grundwasser bewegt und aufspeichert, zur Erforschung des Grundwasserspiegelganges und seiner Beziehungen zu den geologischen, hydrologischen und meteorologischen Faktoren seiner näheren und weiteren Umgebung. In Gebirgsgebieten mit festen Gesteinen, die im unverwitterten Zustand mehr oder weniger schwer durchlässig sind, ist mit Grundwasserbeobachtungen wenig oder nichts zu erreichen. Beobachtungen in Brunnen z. B. geben hier nur einen mangelhaften Einblick in den Wasserhaushalt, weil die Gesteine in Beschaffenheit und Durchlässigkeit oft sehr rasch wechseln. In bergigen Gegenden deckt sich — von örtlichen tektonischen Sonderverhältnissen abgesehen — vielfach das oberirdische mit dem unterirdischen Zuflußgebiet. Man kann hier am besten durch regelmäßige Abflußmengenmessungen den Wasserhaushalt kennenlernen. Für besondere Teilgebiete reichen aber die Abflußmengenmessungen in Flüssen, Bächen usw. nicht aus, um einen Einblick in die Einzelgebiete zu bekommen. Hier führen vielmehr Quellschüttungsmessungen zum Ziel. Sie dienen zur Erfassung des Schüttungsganges und dessen Abhängigkeit von den durchflössenen Gesteinen und den Niederschlägen.

Ein Grundwasserbeobachtungsdienst ohne gleichzeitige regelmäßige Beobachtung der Quellschüttungen ist als unvollkommen zu bezeichnen. Als erste Stelle hat bisher das Sächsische Geologische Landesamt in seinem Landesgrundwasserdienst regelmäßige Quellschüttungsmessungen durchgeführt. Die Preußische Landesanstalt für Gewässerkunde hat solche Messungen ebenfalls in ihren Grundwasserbeobachtungsdienst aufgenommen. Wie beim Grundwasserbeobachtungsdienst in erster Linie die Wirtschaftsbrunnen für die Beobachtung herangezogen werden, so kommen für Quellschüttungsmessungen bereits gefaßte Quellen, und zwar auch wirtschaftlich nicht verwendete, in Betracht. Der Einrichtung eines Quellenbeobachtungsdienstes muß wie bei den Brunnen eine allgemeine Quellenaufnahme vorausgehen. Für jede Quelle ist eine Quellenbeschreibung nach Anlage 2 aufzustellen. Welche von den aufgenommenen Quellen für regelmäßige Schüttungsmessungen in Frage kommt, hängt vom Zweck der Untersuchung ab. In erster Linie wird die Quellschüttung mit Gefäßen gemessen, wobei der Beobachter die zeitliche Fülldauer des Gefäßes mit bekanntem Inhalt nach der Uhr feststellt. Besser ist es, 10 Sekunden lang Wasser in ein Gefäß einlaufen zu lassen und die in dieser Zeit



geschüttete Wassermenge festzustellen. Taschenuhren mit Sekundenzeiger genügen im allgemeinen hierzu. Wenn bei gefaßten Quellen die Messung mit Gefäßen unmöglich ist, so können auch andere Meßarten (durch Einrichtung einer Meßschwelle usw.) in Betracht kommen. Der Beobachter trägt die ermittelten Meßwerte nebst Angaben über Witterungsverhältnisse (Regen, Frost, Schneeschmelze usw.), möglichst auch regelmäßige Quelltemperaturmessungen in die Quellenbeobachtungsliste ein.

Eine ständige Überwachung ist wie bei den Grundwasserbeobachtungen durch in gewissen Zeitabständen vorzunehmende Kontrollmessungen seitens der Aufsichtsbehörde unbedingt erforderlich.

Von der Landesanstalt für Gewässerkunde wird analog der Pegelvorschrift noch eine ausführliche Vorschrift für Brunnen- und Quellenbeobachtungen herausgegeben.

#### *F. Häufigkeit und Genauigkeit der Beobachtungen.*

Am zweckmäßigsten werden die Beobachtungen wöchentlich durchgeführt. Es wird dadurch vermieden, daß z. B. bei einmaligen Messungen im Monat nicht zufällig eine durch Wolkenbrüche usw. hervorgerufene besondere Spitze ein zu falsches Bild vom Grundwasserstandsgang ergibt. Bei wöchentlichen Messungen — am besten jeweils Montags früh — erhält man durch Mittelbildung ein ausgeglicheneres Bild, das dem natürlichen Verlauf des Grundwasserstandes näher kommt als einzelne Spitzen.

Tägliche Messungen sind meist nur zu Sonderuntersuchungen erforderlich. Bei einem dichteren Beobachtungsnetz kann es bei örtlichen Verhältnissen mitunter angebracht sein, einige ausgewählte Meßstellen wöchentlich und die anderen etwa 14tägig oder einmal im Monat zu beobachten. Wöchentliche Messungen sind aber auf jeden Fall in Gebieten, wo Grundwasserentziehung vorliegt, angebracht. Es ist ferner empfehlenswert, an einzelnen Stellen Schreibpegel einzurichten. Durch diese kombinierten Beobachtungen ergibt sich ein lückenloseres Bild über den Gang des Grundwasserstandes.

In Gebieten mit ruhigem Verlauf des Grundwasserstandsganges und wo der Beobachter weitere Wegstrecken zurückzulegen hat, kann man sich gegebenenfalls mit Beobachtungen in Zeitabständen von einem halben oder einem Monat begnügen. Für örtliche Sonderuntersuchungen etwa im Interesse des Rechtsschutzes bei Grundwasserentziehungen wird die Zahl der Beobachtungen von Fall zu Fall entschieden. Viertel- oder halbjährliche Beobachtungen, wie sie mitunter von Interessenten bei Wasser-

entziehungen als ausreichend erachtet werden, sind auf jeden Fall als ungenügend zu verwerfen.

Die Messungen sollen möglichst genau sein. Es kommt aber im allgemeinen auf Millimeter-Genauigkeit nicht an, denn diese Werte liegen innerhalb der möglichen Fehlergrenze fast bei allen Meßgeräten. Nach Möglichkeit ist die Messung einige Male hintereinander auszuführen, um eine möglichst große Genauigkeit zu erzielen.

Als Beobachter werden staatliche oder kommunale Beamte und Angestellte, Lehrer, Bürgermeister, Förster, Gemeindebeamte usw. bevorzugt. In Händen der Lehrer und Förster liegt auch meist noch die Betreuung einer Niederschlagsstation. Im übrigen hat es sich als empfehlenswert gezeigt, einzelne Beobachter über Sinn und Zweck der Messungen aufzuklären. Es ist Bedacht auf durchaus zuverlässige und vertrauenswürdige Beobachter zu nehmen, denn es kommt darauf an, nicht möglichst umfangreiches, sondern möglichst zuverlässiges Beobachtungsmaterial zu erhalten.

### *III. Die Bearbeitung der Beobachtungsergebnisse.*

#### *A. Zahlentafeln.*

Die Aufzeichnungen und Sammlungen der Beobachtungsergebnisse müssen sofort in Zahlentafeln niedergelegt werden. Der Beobachter trägt in seinem Meßbuch die Ablesungen mit den besonderen Bemerkungen über die Witterungsverhältnisse ein und überträgt sie zu Hause in die Grundwasserstands- oder Quellenbeobachtungsliste (s. Anlage 3 u. 4):

Diese Listen werden folgendermaßen verwertet:

1. Bei wöchentlichen Messungen ist von jedem Monat das Mittel aus der Summe der Meßzahlen dividiert durch die Zahl der Messungen einzutragen. Für das Winterhalbjahr (November bis April), das Sommerhalbjahr (Mai bis Oktober) und das Abflußjahr (1. November bis 31. Oktober) sind die Mittel und Summen zu berechnen und in die Beobachtungslisten einzutragen.

In die Grundwasserhaupttabelle (Anlage 5) und entsprechend in die Quellschüttungshaupttabelle werden die Monats-, Halbjahrs- und Jahresmittel, sowie die Grenzwerte, d. h. der höchste und tiefste gemessene Stand eines Jahres, eingetragen.

Die Tabelle in DIN-Format umfaßt 25 einzelne Jahre. Die Landesanstalt für Gewässerkunde hat auch solche Vordrucke vorrätig, bei denen für die Zeit von 1936 bis 1960 die Jahreszahlen vordruckt sind (vgl. Anlage 5a). Nach je 5 Jahren, beginnend mit den mit 1 und 6 endenden Jahreszahlen werden die Jahrfünftsummen und Mittel für die Monate, Halbjahre und Jahre gebildet. Die Grenzwerte der Jahrfünfte werden als Einzelwerte eingetragen. In der gleichen Weise werden die Summen und Mittel für längere Zeiträume gebildet.

2. Bei monatlichen Messungen kann der Vordruck der Haupttabelle unmittelbar verwendet werden.

Die eingetragenen Meßwerte stellen die Meßzahlen des Grundwasserspiegels unter Meßpunkt dar. Umrechnungen auf NN sind im allgemeinen nur für besondere Zwecke, z. B. für Grundwasserhöhenlinien, Profile usw., vorzunehmen.

### *B. Bildliche Auftragungen, allgemeines.*

Ein weit übersichtlicheres und anschaulicheres Bild geben die bildlichen Auftragungen der beobachteten Werte. Dies wurde bereits bei den allerfrühesten Grundwasseruntersuchungen erkannt. So sind z. B. schon die Grundwasserbeobachtungen der Stadt Berlin in den 1870er Jahren bildlich aufgetragen. Es ist nicht verwunderlich, daß bei den zahlreichen örtlichen Einzeluntersuchungen auch die Auftragungsarten ganz verschieden waren. Dies hat eine einheitliche Bearbeitung meist ungemein erschwert.

### *C. Grundwasserganglinien.*

Für eine einheitliche, zweckentsprechende Darstellung des Ganges des Grundwasserstandes hat die Landesanstalt für Gewässerkunde bahnbrechend gewirkt. Die vor zwei Jahrzehnten von *W. Koehne* eingeführten, später verbesserten Vordrucke sind auf DIN-Format gebracht, ersparen dadurch viel Platz, Papier und Zeit und dienen einer ausgezeichneten Übersichtlichkeit. Die bildliche Darstellung der Beobachtungszahlen in Ganglinien gibt die Beziehungen zwischen Zeit und Grundwasserspiegelhöhen wieder. Bei wöchentlichen Messungen werden die Monatsmittel im Höhenmaßstab 1:20 (bei außergewöhnlichen Schwankungen 1:200) in die Netzdrucke eingetragen. Die weiteren Maße bei den Netzdrucken sind aus den beigegebenen Anlagen ersichtlich. Ein Blatt umfaßt jeweils 9 Jahre. Bei den Auftragungen werden Mittelwerte grundsätzlich in Treppenform, Einzelbeobachtungen in Punktform, die durch Linien miteinander verbunden sind, eingezeichnet, wie dies

das Beispiel in Anlage 6 zeigt. Bei täglichen Messungen zur Darstellung von Einzelschwankungen ist ein Zeitmaßstab von einem Tag gleich 1 mm und Höhenmaßstab 1 : 10 zu wählen. Größere Zeitmaßstäbe sind unbedingt zu vermeiden, da sie ein falsches Bild über das Ausmaß der Schwankungen oder des Beharrungszustandes vortäuschen. Die Auftragung der Messungen von verschiedenen Jahren untereinander ist sehr unübersichtlich und daher unzweckmäßig. Die Anlage 6 zeigt an einem Beispiel, in welcher übersichtlicher Weise sich die jahreszeitlichen Schwankungen und der langjährige Gang des Grundwasserspiegels in längeren Jahresreihen ausprägen.

Bei langjährigen Reihen hat sich eine Darstellung als sehr zweckmäßig erwiesen, bei der neben der geschilderten Ganglinie die langjährigen Monatsmittel des Durchschnittsjahres aufgetragen werden. Dadurch kommt der unter- und überdurchschnittliche Verlauf des Grundwasserstandes besonders gut zum Ausdruck. Dabei werden die Überschüsse mit Schraffen, die Fehlbeträge mit Punkten oder bei Farbenangabe blau und braun eingetragen<sup>8)</sup>.

Diese Darstellung des Grundwasserstandes in monatlichen Mitteln und ihrer Abweichungen vom langjährigen Monatsmittel hat sich besonders auch für einen Vergleich mit den Niederschlägen, die auf dieselbe Weise aufgetragen werden, bewährt. Aus dem Vergleich der beiden Auftragungen läßt sich erkennen, ob in der Grundwasserbeobachtung irgendwelche Fehler unterlaufen sind und ferner, ob eine auffallende Änderung im Gange des Grundwasserstandes auf eine natürliche oder künstliche Ursache zurückzuführen ist. Als einzigartiges Beispiel ist der künstlich abgesenkte Grundwasserstand in der Stadt Berlin beigegeben (Anlage 7). Beim Vergleich mit den Niederschlägen sind hier aus bestimmten Gründen ausnahmsweise die Halbjahresmittel der Niederschläge und ihre Abweichungen vom langjährigen Halbjahresmittel dargestellt. Dieser Vergleich läßt ohne weiteres den Schluß zu, daß es sich hier nur um künstliche Absenkung des Grundwasserspiegels handelt. Auf ähnliche Weise können für besondere Untersuchungen z. B. Wasserstände von Vorflutern oder die Fördermengen von Wasserentnahmestellen usw. dargestellt und mit den Grundwasserstandsmessungen in Beziehung gebracht werden. Die von der Landesanstalt für Gewässerkunde aufgestellten Vordrucke<sup>9)</sup> für die Auftragungen

<sup>8)</sup> Vgl. W. Koehne: Die bildliche Darstellung als Schlüssel zum Verständnis vieler Grundwasserfragen. Deutsche Wasserwirtschaft 1937, Nr. 9, Franckhscher Verlag, Stuttgart.

<sup>9)</sup> Zu beziehen durch Firma Paul Funk, Berlin SW 68, Friedrichstraße 231.

der Beobachtungsergebnisse (Netzdrucke für Ganglinien und Haupttabellen) sind auf Pauspapier oder Pausleinwand gedruckt, so daß für die Weitergabe der Auftragungen jeweils eine beliebige Anzahl von Lichtpausen gemacht werden kann.

#### D. Schnitte.

Wo die Beobachtungsstellen hinreichend dicht beisammen liegen, werden Schnitte entworfen, da sie ein äußerst wichtiges Hilfsmittel sind, um den Einblick in die Grundwasserverhältnisse zu vertiefen. Die Schnitte enthalten eine genaue Einzeichnung der geologischen Schichten und werden im Höhenmaßstab — im Gegensatz zu den rein geologischen Schnitten — stark überhöht gezeichnet, damit das meist geringe Gefälle des Grundwassers zum Ausdruck kommt (vgl. Abb. 16).

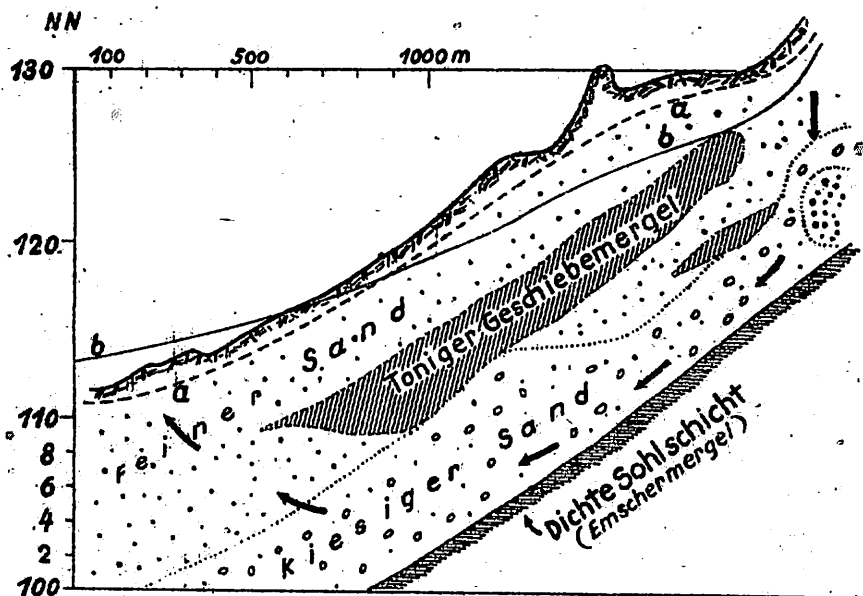


Abb. 16.

Beispiel eines Schnittes durch ein Diluvialgebiet, in dem das Grundwasser stellenweise durch eine Grundmoräne in zwei Stockwerke gespalten ist, a) Grundwasseroberfläche nach Feststellungen in flachen Brunnen, b) Grundwasserspiegel des tieferen Stockwerks. Links „aufsteigendes Grundwasser“.

Gräben, Brunnen, Teiche und Vorfluter sind mit genauen Sohlintiefen und Spiegelhöhen einzutragen, da sich aus ihrer Höhenlage häufig Rückschlüsse auf frühere Grundwasserstände ziehen lassen. In die Schnitte werden einzelne, am besten Tageswasserstände, eingetragen, die zu diesem Zwecke auf die Höhe über NN umgerechnet sind. Die Eintragung zu vieler Einzelwasserstände in ein und demselben Schnitt machen das Bild unübersichtlich. Je nach Zweck der Untersuchung werden höchste, tiefste oder mittlere Wasserstände eingetragen und solche von verschiedenen Jahren und Jahreszeiten miteinander verglichen.

### *E. Grundwasserhöhenlinien.*

Während die Schnitte die senkrechten Schwankungen des Grundwasserspiegels wiedergeben, ist die Fließrichtung des Grundwassers aus dem Plan der Grundwasserlinien gleicher Höhe über NN ersichtlich. Die Grundwasserhöhenlinien werden nach den gemessenen Spiegelhöhen, am besten an einem bestimmten Tage des höchsten oder tiefsten Grundwasserstandes\*) in den einzelnen Meßstellen, gegebenenfalls ergänzt durch die in Einzelschnitten abgelesenen Zahlenwerte, gezeichnet. Dabei handelt es sich aber nicht um ein mechanisches Verbinden der einzelnen Punkte, sondern um eine Darstellung, bei der der Verlauf der Höhenlinien in engster Anlehnung an den geologischen Schichtenaufbau und an die Oberflächengewässer gezeichnet werden muß. Schnitte und Höhenlinienpläne ergänzen sich gegenseitig. Die Höhenlinien werden bei Übersichtsaufnahmen größerer Gebiete zweckmäßig ähnlich wie bei den topographischen Karten dargestellt. Bei Sonderuntersuchungen kann man auch 1 m, 0,5 m und gegebenenfalls bis 0,1 m Höhenabstand wählen. Die Senkrechten zum Verlauf der Grundwasserhöhenlinien geben die jeweilige Fließrichtung und das Gefälle des Grundwassers an. Die Grundwasserschnitte werden möglichst im Gefälle, also quer zum Verlauf der Höhenlinien, gelegt. Schnitte und Höhenlinienpläne sind von verschiedenen Jahreszeiten, etwa Frühjahr oder Herbst oder von besonders tiefen oder hohen Wasserständen sowie solchen in verschiedenen Jahren herzustellen. Eine umfassendere Erforschung der Grundwasserverhältnisse erfordert daher langjährige planmäßige Beobachtung.

Ist eine allgemeine baldige Übersicht über die Grundwasserverhältnisse eines bisher wenig bekannten Gebiets erforderlich, so wird im Frühjahr und Herbst eines Jahres, sowie zu einer Zeit

\*) In Ausnahmefällen können auch die Monatsmittel für die Darstellung von Höhenlinien und Schnitten verwendet werden.

ungewöhnlich hoher oder ungewöhnlich tiefer Wasserstände je eine Messung an möglichst vielen Beobachtungsstellen (Wirtschaftsbrunnen, Quellen) jeweils innerhalb eines möglichst kurzen Zeitraumes vorgenommen. Man erhält dadurch die Möglichkeit, Grundwasserhöhenlinien darzustellen und so ein allgemeines Bild über die Grundwasserbewegung zu gewinnen (vgl. Abb. 27).

### F. Der jährliche Gang.

Wo langjährige Beobachtungsreihen, z. B. von 20 Jahren, vorliegen, kann der jährliche Gang des Grundwasserspiegels in der Weise gut dargestellt werden, daß für jeden Monat der höchste, der mittlere und der niedrigste Wasserstand aufgetragen wird. Ein Beispiel zeigt die Abb. 17.

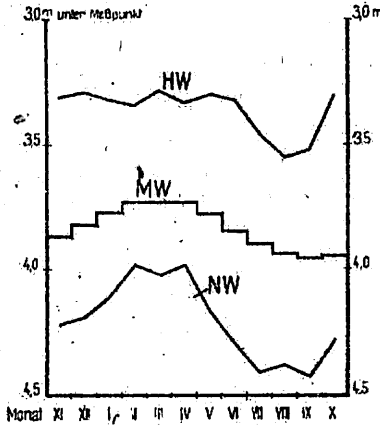


Abb. 17.

Der jährliche Gang des Grundwasserspiegels auf Grund zwanzigjähriger Beobachtung. HW, MW und NW jedes Monats. Grundwasserbeobachtungsstelle Zällichau.

### G. Häufigkeit und Dauer der Wasserstände.

Kenntnis der Häufigkeit und Dauer der Wasserstände ist sowohl für Fragen der Landeskultur wie der Wasserversorgung häufig sehr wertvoll. Sie werden daher in Zukunft bei bildlichen Darstellungen mehr berücksichtigt werden müssen, als das bisher geschehen ist. Die wichtigsten Arten der Darstellung sind in den Abb. 18 u. 19 erläutert.

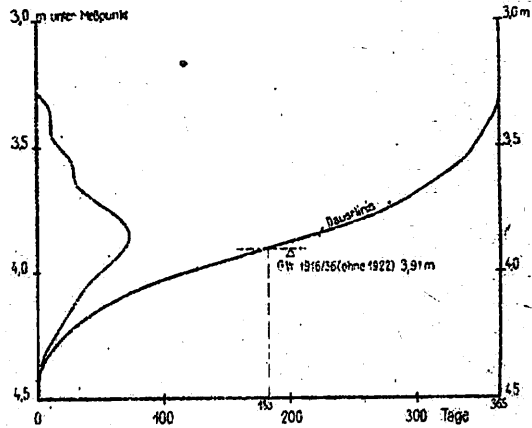


Abb. 18.

Häufigkeit und Dauer der Grundwasserstände in Züllichau im Durchschnittsjahr (aus 20jährigen Beobachtungen).

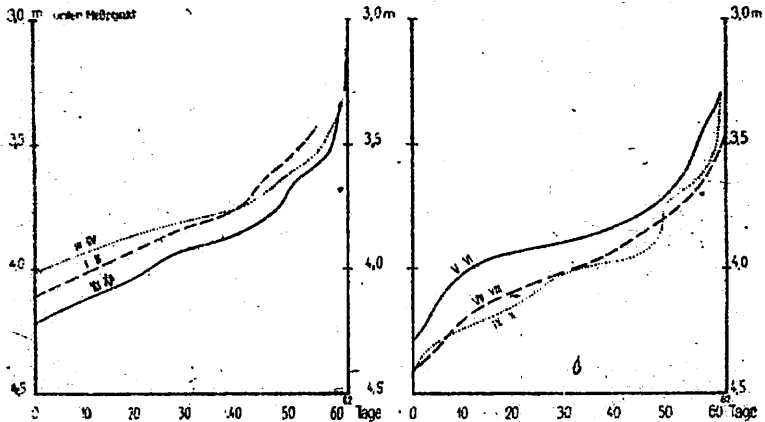


Abb. 19.

Wechsel der Wasserstandsdauer mit den Jahreszeiten. Dauerlinien für die Doppelmonate November/Dezember, Januar/Februar, März/April, links — Mai/Juni, Juli/August, September/Oktober, rechts. Grundwasserbeobachtungsstelle Züllichau.

#### H. Bezugskurven.

Wo es sich darum handelt, die Wirkung künstlicher Eingriffe in das Grundwasser klarzustellen, sind außer den eben



erwähnten Dauerlinien Bezugskurven ein wertvolles Hilfsmittel, um zu zahlenmäßigen Ergebnissen zu kommen. Die stärkere Verzögerung und überhaupt der verschiedene Charakter der Grundwasserstandsschwankungen erschweren aber die Anwendung der Bezugskurven viel mehr als beim offenen Wasser. Eine Untersuchung des Durchschnittsverhaltens allein genügt nicht, sondern es ist häufig nötig, auch Sonderuntersuchungen für die Wasserstände eines besonders hohen oder tiefen Bereichs durchzuführen. Es kommen dabei vor allem zwei Arten von Bezugskurven in Betracht:

1. Bezugskurven zwischen den Wasserständen zweier verschiedener Grundwasserbeobachtungsstellen, von denen die eine möglichst von künstlichen Eingriffen frei sein soll,
2. Bezugskurven zwischen Fördermenge und Wasserständen. Diese Bezugskurven geben oft sehr anschauliche und lehrreiche Bilder, wie die Abb. 20, 21 zeigen.

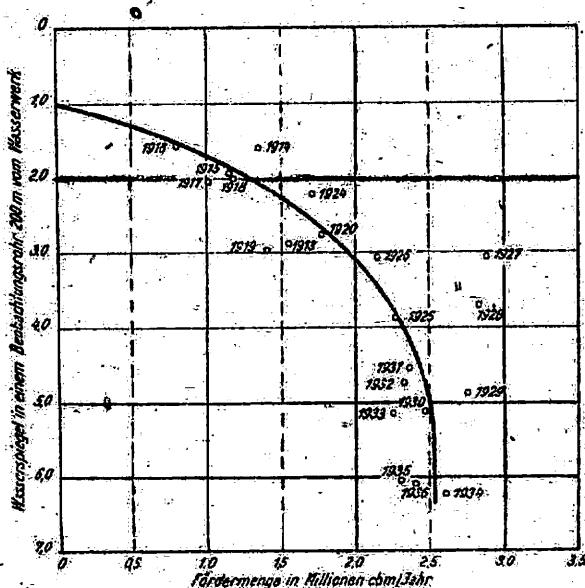
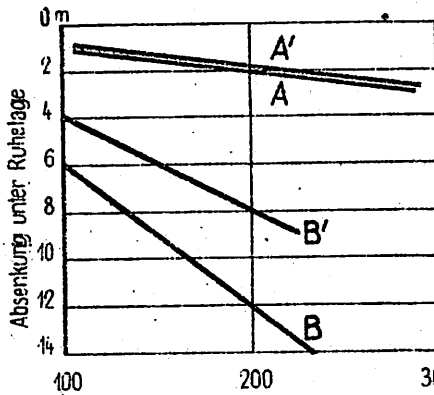


Abb. 20.

Bezugskurve zwischen der Fördermenge einer Brunnenkette und den Wasserständen in einem rd. 200 m von ihr entfernten Beobachtungsrohr. Absinken des Spiegels durch Überbeanspruchung, die in nassen Jahren verdeckt wurde, in trockenen aber zu starken Absenkungen führte.



→ guter Anbau

schlechter Anbau  
 Förderleistung =  
 schlecht!  
 oder Brunnen-  
 überfordert!

Abb. 21.

Bezugslinien der Fördermenge von Versuchsbrunnen zu der Spiegelsenkung im Brunnen (A, B) und im Grundwasser daneben (A', B'). — A, A' bei sehr günstigen, B, B' bei ungünstigen Schichten.

### J. Karten der Tiefe der Grundwasseroberfläche unter Flur.

Die Lage der Grundwasseroberfläche unter Flur ist besonders für Fragen der Landeskultur sehr wichtig. Unter Grundwasseroberfläche verstehen wir dabei die Grenzfläche zwischen dem Kapillarsaum und dem Grundwasser. In der Grundwasseroberfläche ist der Wasserdruck gleich dem Luftdruck. Genauere Karten ihrer Lage usw. zu entwerfen, ist, wenn das Gelände nicht vollkommen eben ist, recht schwierig. Man muß sich daher in der Regel mit einer rohen Annäherung begnügen. Vorläufig ist für Untersuchungen größerer Geländeflächen vorgesehen, folgende Tiefen zu unterscheiden: 0—1,5 m, 1,5—3 m, 3—5 m, 5—10 m, 10—20 m, 20—50 m, 50—100 m, > 100 m.

### K. Karten der Brunnentiefen.

Für Wasserversorgungszwecke ist es wertvoll, wenn die Brunnentiefen unter Flur in Karten eingetragen werden. Es empfiehlt sich außerdem, diese Brunnentiefen soweit als möglich auf die Höhe über NN umzurechnen und danach Höhenlinien der Brunnensohlen zu zeichnen. Sie geben dem Geologen Anhaltspunkte, um zu beurteilen, wie die wasserleitenden Schichten, die besonders für die Wasserversorgung in Frage kommen, gelagert sind (vgl. Abb. 27).

### L. Karten der Wasserstandsänderungen.

Wenn nach langen niederschlagsarmen Zeiträumen die Grundwasserstände besonders tief abgesunken sind, taucht immer wieder die Behauptung auf, so tiefe Grundwasserstände seien noch niemals vorgekommen. Diese Behauptung trifft an manchen Stellen zu, an anderen nicht. Um darüber Klarheit zu bekommen, berechnet man von möglichst vielen Stellen den Unterschied zwischen dem NW einer früheren Trockenperiode und dem NW einer späteren, trägt diese Unterschiede in ein Kartenblatt ein und zeichnet danach Linien gleicher Differenzen. Dabei zeigen sich Stellen mit einem besonders tiefen Stand der späteren Trockenperioden, die auf künstliche Eingriffe hindeuten. Bei dem in Abb. 22 darge-

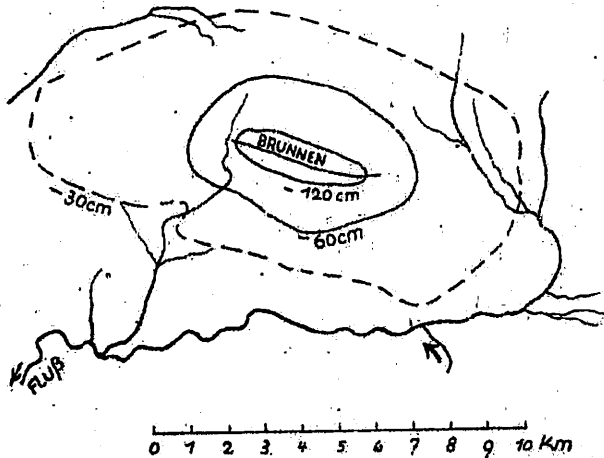


Abb. 22.

Karten der Grundwasserstandsänderungen in einem diluvialen Sandgebiet. Unterschiede der NW zweier Trockenperioden. Allgemeines Sinken der Wasserspiegel um 30 cm durch größeren Niederschlagsmangel der 2. Periode. Größere Spiegelunterschiede mit der Annäherung an eine Brunnenkette als Folge künstlicher Absenkung.

stellten Beispiel ist im allgemeinen das NW der späteren Trockenperioden um etwa 30 cm tiefer als das der früheren. Nur in der Umgebung eines Wasserwerks sehen wir größere Differenzen, die uns den wahren „Senkungstrichter“ zeigen. Im Gegensatz dazu geben die Höhen über NN kein richtiges Bild des Senkungstrichters, was durch Abb. 23 veranschaulicht wird.

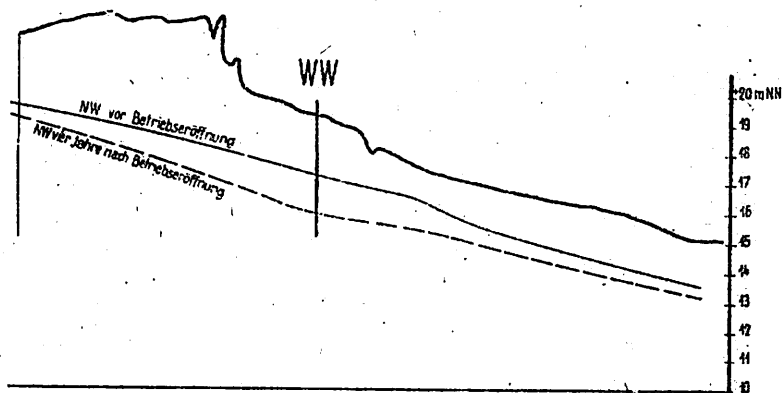


Abb. 23.

Schnitt quer zu einer Brunnenkette mit Grundwasserspiegeln vor und nach der Betriebsöffnung. In den Höhen über NN ist kein „Senkungstrichter“ ausgeprägt. Er wird erst durch die Spiegelhöhenänderung erkennbar (vgl. Abb. 22).

#### IV. Bestimmung der Filtergeschwindigkeit je Gefällseinheit.

Die Filtergeschwindigkeit je Gefällseinheit wird vielfach auch als Durchlässigkeitsbeiwert bezeichnet; doch ist der erstgenannte Ausdruck klarer und eindeutig. Sie wird entweder an Proben im Laboratorium bestimmt oder besser mittels eines kleinen Pumpversuches unter Benutzung der bekannten Formel von Dupuit. Bei diesem Verfahren darf man nicht den Wasserstand im Brunnen in die Rechnung einführen, da er sehr viel tiefer liegen kann als der Grundwasserspiegel neben dem Brunnen (Abb. 24). Selbst wenn das nicht der Fall ist, ist er ungeeignet, weil dann auch das Gefälle des abgesenkten Spiegels so gering sein kann, daß schon ein geringer Höhenunterschied zwischen Brunnenspiegel und Grundwasserspiegel das Rechnungsergebnis wesentlich beeinflusst (Abb. 25).

Ebensowenig darf man, wie es vielfach üblich war, die „Reichweite“ in die Rechnung einführen, da sie erstens meist nicht genügend bekannt ist und zweitens für die Lage des Spiegels in größerer Entfernung vom Versuchsbrunnen die Zusicherung einen bedeutenden Einfluß gewinnt, ihr jeweiliger Betrag aber nicht näher bekannt ist. Nach unserem gegenwärtigen Stand der

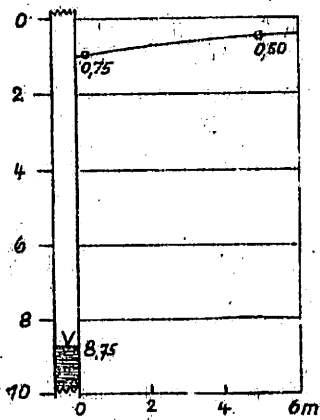


Abb. 24.

Starker Höhenunterschied zwischen dem Spiegel eines Versuchsbrunnens und dem Grundwasser daneben bei schluffhaltigem Sand im Urstromtal der Weichsel (nach Marnitz, Bautechnik 1930, Heft 5).

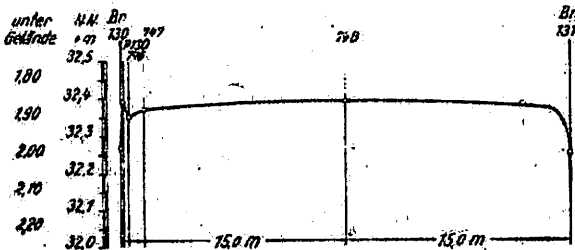
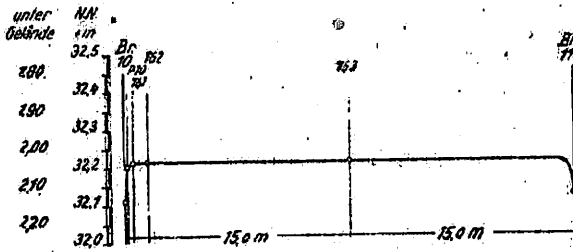


Abb. 25.

Geringer Höhenunterschied zwischen den Spiegeln von Betriebsbrunnen und dem Grundwasserspiegel daneben.

Kenntnis empfiehlt es sich, zwei mit dem Versuchsbrunnen in einer Linie stehende Rohre zu setzen, deren eines 5 m, deren anderes 20 oder 25 m vom Versuchsbrunnen entfernt ist. Ein Beispiel aus dem Malapanegbiet, nach Arbeiten des Staubecken-Bauamtes Oppeln, ist in Abb. 26 beigegeben.

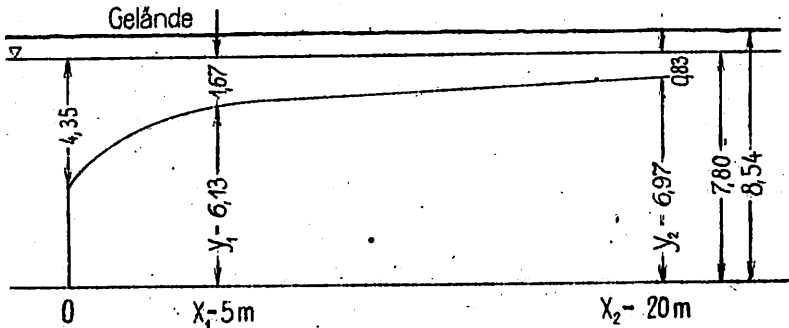


Abb. 26.

Pumpversuch zur Bestimmung der Filtergeschwindigkeit je Gefällseinheit. Abstand der Beobachtungsrohre vom Versuchsbrunnen 5 m und 20 m.

### V. Vorschläge für Karten der wasserwirtschaftlichen Bewertung des Untergrundes.

Damit solche Karten entworfen werden können, müssen zunächst möglichst alle vorhandenen Brunnen und Quellen aufgenommen werden; dabei ist es zweckmäßig, zwischen zeitweilig und nie versiegenden Brunnen und Quellen zu unterscheiden. Um eine Übersicht über die Ergiebigkeit zu bekommen, empfiehlt es sich dabei, drei Gruppen zu bilden:

1. Ergiebigkeit geringer als 1 l/s,
2. " 1—10 l/s,
3. " größer als 10 l/s.

In die erste Gruppe gehören in der Regel alle Wirtschaftsbrunnen für Wohnsiedlungen und Bauernhöfe, da ja der Wasserbedarf eines Bauernhofes weit unter 1 l/s bleibt. Bei Brunnen von 1—10 l/s kommen landwirtschaftliche Nebenbetriebe, wie Brennereien, ferner

kleine Fabriken in Betracht. Brunnen von mehr als 10 l/s finden sich meist nur bei größeren Wasserversorgungsanlagen. Auf Grund der bisher geschilderten Unterlagen wird es möglich sein, die Wassergewinnungsmöglichkeiten eines Gebiets, soweit der Untergrund in Betracht kommt, in folgender Weise zu schildern:

1. Gebiete, die zur Wassergewinnung aus dem Untergrund (selbst für den bescheidensten Bedarf) ungeeignet sind. Eine solche mangelnde Eignung kann durch verschiedene Ursachen hervorgerufen werden, z. B. durch schlechte Beschaffenheit des Wassers (häufig in Küstengebieten oder in gipshaltigen Gesteinen), ferner durch große Mächtigkeit dichter Schichten und endlich in Kalkgebirgen durch zu große Tiefe des Grundwasserspiegels unter der Geländeoberfläche.
2. In diese Gruppe fallen solche Gebiete, die im allgemeinen die Wasserversorgung ländlicher Siedlungen aus Brunnen oder Quellen zulassen, aber nicht für darüber hinausgehende Entnahmen geeignet erscheinen.
3. Die dritte Bewertungsgruppe bilden die Gebiete, in denen Brunnen für Kleinstädte, einzelne Fabriken, Kasernen usw. voraussichtlich angelegt werden können. Diese Gruppe umfaßt in der Regel beträchtliche Flächen. Dabei ist aber zu prüfen, welche Flächen sich mit Rücksicht auf bereits bestehende Wassergewinnungsanlagen nicht zur Anlage neuer Fassungen eignen. Außer den Brunnen sind auch Quellen für die Wasserversorgung mit in Betracht zu ziehen. Schon bei dieser Gruppe wird unter Umständen die Ergiebigkeit durch künstliche Grundwasseranreicherung erhöht werden können.
4. Diese Gruppe umfaßt die Gebiete für Großwasserversorgung. Hier ist bei der Ausscheidung der Flächen höchste Vorsicht geboten. Es genügt nicht, daß der Untergrund günstig ist, es muß auch der Einfluß auf die übrige Wasserwirtschaft klar gestellt werden. Bei der Großversorgung in Deutschland spielt die künstliche Grundwasseranreicherung eine sehr große Rolle, die in Zukunft noch erheblich zunehmen wird<sup>9)</sup>.

Bei der Bewertung des Grundwassers für die Wasserversorgung muß vor einem weitverbreiteten Irrtum gewarnt werden, nämlich vor der Ansicht, daß das Grundwasser neben den offenen Wässern

---

<sup>9)</sup> J. Denner: Die wasserwirtschaftliche Bedeutung der künstlichen Anreicherung des Grundwassers... Das Gas- und Wasserfach 1934, Nr. 24, 25, 26, 27.

hauptsächlich dem Meere zufließen und man also allgemein durch Ausnutzung des Grundwassers die für die Wasserwirtschaft verfügbaren Mengen vergrößern könne. Das ist leider nicht der Fall. Grundwasserströme, die unmittelbar ins Meer münden, besitzen wir nur in einem verhältnismäßig schmalen Küstenstreifen. In den übrigen Fällen tritt das Grundwasser in die offenen Wasserläufe nach einem meist verhältnismäßig kurzen Lauf über, zum Teil in Gräben, Bächen, Flüssen und Seen. Wenn man also das Grundwasser anzapft, so entzieht man in der Regel gleichzeitig den Flüssen oder sonstigen offenen Gewässern, denen es zufließt, eine entsprechende Menge Wasser. Allerdings kann diese Wasserentziehung unter Umständen durch natürliche Vorgänge und durch künstliche Maßnahmen wesentlich gemildert werden, nämlich dann, wenn in den durch einen Pumpbetrieb hervorgerufenen Senkungstrichter eines Wasserwerks in wasserreichen Zeiten solche Wassermengen hineingeführt werden, die sonst oberirdisch dem Meere zufließen würden.

## *VI. Vorschläge für einige geologisch-hydrologische Sonderdarstellungen.*

Um die Bedeutung des geologischen Untergrundes für die Grundwasserführung zu kennzeichnen, sind häufig noch Sonderdarstellungen zweckmäßig. Z. B. empfiehlt es sich, Grundwasseraustrittslinien zu kennzeichnen, wobei die einzelnen stärkeren Austrittsstellen, die wir als Quellen bezeichnen, besonders hervorgehoben werden (Abb. 27). Vielfach finden wir nebeneinander Gebiete, in denen neben einem schwachen oberen Grundwasser noch ein tieferes, für Brunnen besser geeignetes Hauptgrundwasserstockwerk vorhanden ist, ferner Gebiete, in denen nur ein einziges Stockwerk in Frage kommt. Es empfiehlt sich, solche Gebiete durch eine besonders gekennzeichnete Grenzlinie zu trennen. Dabei sind zwei Fälle zu unterscheiden.

1. Zwischen den beiden Stockwerken befindet sich eine lufthaltige Zone.
2. Die Stockwerke sind lediglich durch eine dichte Schicht getrennt, eine lufthaltige Zone fehlt aber.

Einzelvorschläge für die Darstellung in Karten enthält Abb. 27.



## Brunnen und Quellenkartierung

a)

Brunnen		Ergiebigkeit	Quellen	
zeitweise wasserleer	nie wasserleer		zeitweise versiegend	nie versiegend
○	●	bis 1 l/s	◐	◑
◉	◊	1 - 10 "	◒	◓
◌	◍	10 - 100 "	◔	◕
◎	●	> 100 "	◖	◗

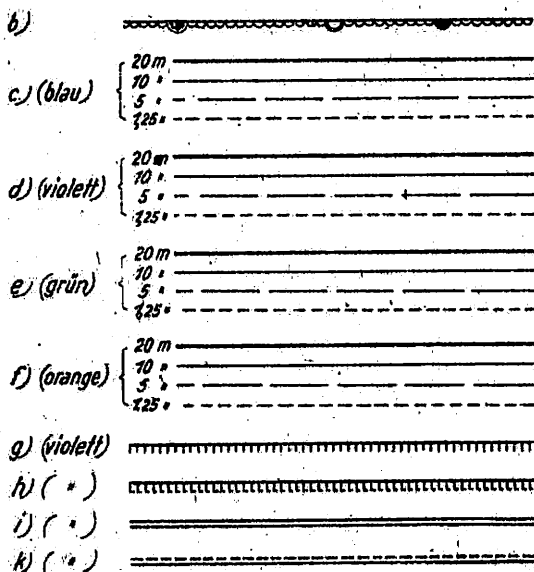


Abb. 27.

**Zu Abb. 27: Vorschläge für eine Übersichtskartierung der Brunnen und Quellen.**

- a) Darstellung von Brunnen und Quellen mit Hinweis auf ihre Ergiebigkeit (Einträge in blauer Farbe).
- b) Grundwasseraustrittslinien (auf Schichtgrenzen oder Spalten); Einträge in violetter Farbe mit Ausnahme der stärkeren Grundwasseraustritte, die Quellen genannt werden und nach a) in blau eingetragen werden.

- c) Spiegelhöhenlinien über NN für das Hauptgrundwasser; Eintragung in blau. Die Spiegeltiefen unter Flur werden neben dem Brunnen in bläuer Farbe eingetragen.
- d) Brunnensohlehöhenlinien für Brunnen, die im Hauptgrundwasserstockwerk stehen. Eintragung in violett. Die Tiefe der Brunnensohle unter Flur wird neben den Brunnen in violetter Farbe eingetragen.
- e) Wie zu c), aber für ein flaches, oberes, vom Hauptgrundwasser zu unterscheidendes Stockwerk\*) in grün.
- f) Wie zu d), aber für Brunnen, die in einem flachen, oberen, vom Hauptgrundwasser zu unterscheidenden Stockwerk stehen\*) in orange.
- g) Äußere Grenzlinie eines Gebiets, in dem ein schwächeres oberes Grundwasserstockwerk über einem für Brunnen besser geeigneten Hauptgrundwasser vorkommt, gegen andere Gebiete\*) (vgl. auch bei e), f) und h)).
- h) Desgl. für den Sonderfall, daß zwischen dem oberen und unteren Grundwasser unter der Trennungsschicht eine luft-haltige Zone eingeschaltet ist.
- i, k) Höhenlinien über NN für die Deckfläche eines tieferen wichtigen Grundwasserstockwerks mit gespanntem Wasser, und zwar
  - i) für artesisches Wasser, dessen Spiegel über Flur liegen,
  - k) für Wasser, dessen Spiegel unter Flur liegen.

Ferner besitzt die Deckfläche, die ein tieferes Grundwasserstockwerk nach oben begrenzt, große Bedeutung für die Wasserversorgung. Es ist daher in manchen Gebieten von Wert, sie ebenfalls durch Höhenlinien in Karten darzustellen. Bei diesen Höhenlinien wird zweckmäßig unterschieden zwischen der Deckfläche eines gespannten, aber nicht artesischen Wassers und derjenigen eines artesischen, d. h. eines gespannten Wassers, dessen Grundwasserspiegel über Flur liegt (vgl. Abb. 27, i, k).

## *VII. Hinweis auf die Kartierung der Pflanzengesellschaften.*

Eine genaue Kartierung der Bodenfeuchtigkeit würde bei der Mannigfaltigkeit der deutschen Landschaft einen ungeheuerlichen Arbeitsaufwand erfordern. Wir müssen uns daher überlegen, wie

\*) Vgl. Abb. 16.

wir mit einfacheren Hilfsmitteln auf mittelbarem Wege uns diesem Ziele nähern können. Hier bietet uns die Kartierung der Pflanzengesellschaften einen erfreulichen Ausweg aus diesen Schwierigkeiten, vor allem für Wald- und Wiesengebiete. Aber auch die Ackerunkräuter und die Pflanzen der Wegränder sind lehrreich. Während die Verbreitung von Einzelpflanzen zu sehr dem Zufall unterliegt, gilt für Gesellschaften nach *Tüxen* und *Ellenberg*<sup>10)</sup> der Satz: „Tragen zwei Standorte dieselbe Pflanzengemeinschaft in normaler charakteristischer Artenkombination, so muß ihre Beschaffenheit in jeder Hinsicht in engen Grenzen dieselbe sein“.

Auf die Verwertbarkeit dieser Untersuchungen für Ackerbau, Grünland und Waldwirtschaft weist der Satz hin (a. a. O. S. 182): „Besonders die Möglichkeit, an einem Orte durch Messungen und praktische Erfahrungen gewonnene Erfahrungen auf alle Standorte derselben Assoziation mit Aussicht auf denselben Erfolg der gleichen Maßnahmen anzuwenden, kann sich der Wirtschaftler zunutze machen“. Einschlägiges Schrifttum ist auf Seite 5, 184, 202, 233 bis 235 des genannten Heftes angegeben.

Diese Arbeiten sind besonders in Niedersachsen gefördert worden. Bei den hier unterschiedenen Pflanzengesellschaften ist hauptsächlich der Kalkgehalt und der Wassergehalt des Bodens von großem Einfluß. Beim Einfluß des Grundwassers auf die Pflanzen kommt es nicht nur auf die Spiegellage, sondern wesentlich auch auf seinen Nährstoffgehalt an, der also in die Untersuchung einbezogen werden muß.

---

<sup>10)</sup> Vgl. Reinhold Tüxen: Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft in Niedersachsen. (Beihefte zu den Jahresberichten der Naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover, Heft 3, 1937, S. 178.)

1. Nr. des Brunnens ..... (innerhalb des Blattes der Reichskarte 1 : 100000 Nr. ....)
2. Ort, Gehöft: .....
3. Kreis: .....
4. Reg.-Bezirk: .....
5. Kultur-Bauamt: .....
6. Wann ist der Brunnen errichtet worden? .....
7. Ob Kesselbrunnen, Bohrbrunnen, eingerammter Brunnen (Abessynier), artesischer Brunnen (d. i. ein Brunnen, dessen Wasser bis über die Erdoberfläche durch natürlichen Druck aufsteigt)? Zutreffendes ist zu unterstreichen.
8. Höhe der Erdoberfläche beim Brunnen über NN: .....
9. Tiefe der Brunnensohle von der Erdoberfläche ab gemessen: ..... m.
10. Am ..... 19... Tiefe b. z. Wasserspiegel v. d. Erdoberfläche ab gemessen: ..... m.
11. Wenn innerhalb 100 m ein Fluß oder See liegt, dessen Name: .....  
und Höhenlage seines Wasserspiegels über NN: .....
12. Verzeichnis der bei Anlage des Brunnens vorgefundenen Bodenschichten:

H e f t r a n d

a) Tiefe		b) Bodenart (Lehm, Sand, Ton usw.) <small>(Die wasserführenden Schichten sind zu unterstreichen.)</small>	c) Geologische Formation:	d) Sind Bohrproben an die Geologische Landesanstalt Berlin N 4, Invalidenstr. 44, gesandt?
von m	bis m			

13. Versiegt der Brunnen zeitweilig? .....
14. Brauchbarkeit des Wassers: .....
15. Etwa vorgenommene chemische Untersuchungen:
- a) Deutsche Härtegrade: .....
- b) Chlorverbindungen (Cl): .....
- c) Die organische Substanz als Permanganatverbrauch  $KMnO_4$  .....
- d) Eisen als Eisenoxyd  $Fe_2O_3$  .....
- e) Mangan als Manganoxyd  $Mn_2O_3$  .....

Ausgefertigt durch (Dienststelle u. Unterschrift) .....



Quellenbeschreibung.

1. Name oder Bezeichnung der Quelle .....  
(auf Blatt der Reichskarte 1 : 100 000 Nr. ....).
2. Örtliche Lage der Quelle (Lageplan, Karten, Ausschnitte oder Zeichnung mit genauen Eintragungen beifügen).  
.....  
.....
3. Kreis: ..... Reg.-Bezirk: .....
4. Kulturbauämter: .....
5. Beschreibung der Quelle, Quellaustritt, Quelfassung: .....  
.....  
.....
6. Boden- oder Gesteinsart in der Umgebung des Quellaustritts:  
.....
7. Geologische Lage der Quelle: .....
8. Name und Beschreibung der in einem Umkreis von 500 m gelegenen Seen, Wasserläufe und Gräben:.....  
.....
9. Höhe des Quellaustritts über NN oder über einem dauerhaften Meßfestpunkt: .....
10. Versiegt die Quelle zeitweilig oder zu bestimmten Jahreszeiten regelmäßig? .....
11. Kann der Quellaustritt zeitweilig gedrosselt oder verschlossen werden? .....
12. Analyse des Quellwassers, wann und von wem untersucht?  
.....
13. Welche Möglichkeiten bestehen, die Quellschüttung zu messen?
  - a) Gefäßmessung,
  - b) Wenn Gefäßmessung nicht möglich, ist einfache Einrichtung einer Meßvorrichtung (Meßschwelle, Überlauf u. dgl.) möglich?.....  
.....

Wenn die Quellen regelmäßig gemessen werden, ist folgendes auszufüllen:

14. Beobachter (Name, Beruf, Wohnort, Poststation): .....
15. Eigentümer der Quelle: .....
16. Angaben über Benutzung des Wassers: .....
17. Höhenlage des Quellaustritts zum umliegenden Gelände: .....
18. Geht der Quelle Wasser verloren, das bei der Messung nicht erfasst werden kann? .....
19. Wie wird die Quellschüttung gemessen? .....
20. Quellschüttung bei der Aufnahme: .....
21. Quelltemperatur bei der Aufnahme: .....

Aufgenommen am ..... durch .....

22. Meßtischblatt Nr. ....
23. Beobachtet seit ..... bis .....
24. Kartenblatt 1:200 000 Nr. ....

## Grundwasserstandsliste.

Gemeinde: .....

(Gutsbezirk)

Kreis: ..... Reg.-Bezirk: .....

Brunnen:  
Beobachtungsstelle: Pegelrohr:  
Tonne:

Die auf S. 2 u. 3 eingetragenen Messungen sind nach der untenstehenden Anweisung ausgeführt durch folgende

Beobachter: .....

Name: ..... Stand: ..... Wohnort: .....

## Anweisung für den Beobachter.

Als Beobachtungsstellen zur Messung der Grundwasserstände dienen entweder vorhandene, wenig benutzte Brunnen oder eigens zu diesem Zwecke in die Erde eingelassene Rohre oder Tonnen.

Die Messungen sind wöchentlich einmal, und zwar, wenn irgend möglich, an demselben Wochentage und zur selben Stunde auszuführen. Bei benutzten Brunnen ist die Tageszeit vor der ersten Wasserentnahme zu wählen.

Zur Ausführung der Messung ist zunächst der Meßpunkt aufzusuchen, der in der Regel bei der Einrichtung der Beobachtungsstelle nahe der Oberkante der Brunnen durch einen kräftigen Nagel, ein eingeseihtes Kreuz oder dgl. gekennzeichnet worden ist. Vom Meßpunkt aus wird nun senkrecht nach unten die Entfernung bis zum Wasserspiegel auf ein Zentimeter genau gemessen und in die List eingetragen. In der Spalte Bemerkungen gibt der Beobachter zunächst an, ob größere Entnahmen von Wasser aus dem Brunnen oder einem nahe benachbarten stattgefunden haben, so daß der Wasserspiegel zur Zeit der Messung noch einer künstlichen Absenkung unterliegen kann. Auch ist anzugeben, ob seit der letzten Beobachtung ergiebige Niederschläge gefallen sind oder ob warmes, trockenes Wetter geherrscht hat, so daß der Boden in auffälliger Weise ausgetrocknet ist (Dürre), ferner ob eine Schneeschmelze stattgefunden hat und ob der Boden zur Zeit der Messung gefroren war oder nicht. Befinden sich in der Nähe der Beobachtungsstelle Gräben, Bäche, Teiche oder Flüsse, so sind auch darüber Angaben zu machen, ob sie einen gleichmäßigen Wasserstand hatten, Hochwasser führten oder ob sie ausgetrocknet sind. Ist etwa unmittelbar in das Brunnenrohr von oben Wasser hineingelaufen, so ist dies anzugeben. Raum für längere Mitteilungen bietet Seite 4.

Die Messungen eines überwachenden Beamten werden in der Spalte Nachprüfung eingetragen.

Das vom Beobachter benutzte Meßgerät ist in nachstehender Aufzählung durch einen Strich zu bezeichnen. Ist eine Messung mißraten oder unsicher, so ist das Meßgerät sorgfältig zu trocknen und die Messung zu wiederholen.

Meßgeräte sind:

1. Gewöhnlicher Meßstab bei Brunnen von geringer Tiefe.

2. Stange. Die Stange wird mit dem unteren Ende in das Wasser eingetaucht; am oberen Ende hat sie eine Marke, welche dicht an dem Meßpunkt hingehalten wird, genau in gleicher Höhe mit dieser. Dann wird sie herausgezogen und das trockene Ende von der Marke bis zum Beginn des nassen Endes gemessen. Da sich die Stangen nicht sehr bewährt haben, sind die noch in Gebrauch befindlichen nach und nach durch Meßbänder zu ersetzen.

3. Meßband mit abhängendem Brunnenpfeife. Die Pfeife wird am Meßband in den Brunnen hinabgelassen, bis sie öffnet. Dann wird das Meßband vorsichtig dicht an den Meßpunkt hingehalten, abgelesen und vorsichtig herausgezogen. Weder vor noch nach der Ablesung darf die Pfeife tiefer eintauchen als im Augenblick der Ablesung. Von der am Bandmaß abgelesenen Zahl ist die Anzahl der wassergefüllten Ringe, die je 1 cm voneinander abtönen, abzuziehen.

4. Meßband mit abhängendem Eisenstab. Der Stab wird vor jeder Messung am besten mit Kreide eingerieben und dann am Meßband in den Brunnen hinabgelassen, bis er etwas eintaucht. (Um dies Eintauchen richtig abzumessen, muß der Beobachter vorher ungefähr ermitteln, wie tief der Wasserspiegel unter dem Meßpunkt liegt. In der Regel wird sich dies aus den früheren Messungen ergeben.) Dann wird das Meßband vorsichtig an den Meßpunkt hingehalten und abgelesen. Vor und nach der Ablesung darf der Eisenstab nicht tiefer eingebracht werden als im Augenblick der Ablesung. Nach dem Herausziehen wird vom Nullpunkt des Meßbandes aus die Entfernung bis zur Grenze des nassen und des trockenen Endes des Eisenstabes gemessen und diese Zahl zu der am Meßband abgelesenen hinzugesetzt. Hatte sich z. B. bei der letzten Messung eine Tiefe von 5,30 m ergeben, so läßt man das Meßband bis 5 m abrollen und erhält z. B. bei der Messung am Eisenstab vom Nullpunkt des Meßbandes bis zur Tauchgrenze diesmal 25 cm; also ist das Ergebnis 5,25 m.



Monat und Tag	Wochentag und Stunde	Messung vom Messpunkt abwärts bis zum Wasserspiegel	Angaben über a) Regengüsse, b) Schneeschmelze, c) Wasserführende benachbarte Gräben, Pumpwerke usw. (seit der letzten Beobachtung)	Ist der Boden gefroren?	Name des Beobachters (abgekürzt)	Nachprüfung (von überwachenden Beamten anzufragen)	Monatssummen	Monatsmittel
November 19...								
Dezember								
Januar 19...								
Februar								
März								
April								
Für das Winterhalbjahr: (November bis April)						Anzahl der Beobachtungen (a)	Summe: (a)	Mittel: a : b

Hofstrand

Monat und Tag	Wochentag und Stunde	Messung vom Meßpunkt abwärts bis zum Wasserspiegel m	Angaben über a) heftige anhaltende Regengüsse, b) Dürre, c) Wasserstände benachbarter Gräben, Pumpwerke usw. (seit der letzten Beobachtung)	Name des Beobachters (abgeprüft)	Nachprüfung (vom überwachenden Beamten auszufüllen) m	Monatssummen	Monatsmittel
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September							
Oktober							

Die Summen und Mittelwerte sind berechnet durch:

Für das Sommerhalbjahr:  
(Mai bis Oktober)

Anzahl der Beobachtungen (b)

Summe: (a)

Mittel:  
a : b

Die Messungen sind nachgeprüft worden durch:

Für das ganze Beobachtungsjahr:

Anzahl der Beobachtungen (b)

Summe: (a)

Mittel:  
a : b

**Bemerkungen.**

**Vermerke der Landesanstalt für Gewässerkunde.**

**Ausführung zeichnerischer Auftragsent:**

## Anlage 4

Beobachtungsjahr vom  
1. Nov. 19... bis 1. Okt. 19...

### Quellenbeobachtungsliste

Name oder Bezeichnung der Quelle: .....

Gemeinde (Gutsbezirk): .....

Kreis: .....

Der Kulturbaubeamte: .....

Regierungsbezirk: .....

Beobachter:

Name: ..... Beruf: ..... Wohnort: .....

Jede Messung ist ordnungsgemäß und gewissenhaft nach der  
von der Aufsichtsbehörde gegebenen Anweisung ausgeführt.  
der Beobachter

Monat und Tag	Gefäßmessung		Vom Beobachter auszufüllen		Besondere Bemerkungen	Messwerte bei besonderen Messvorrichtungen	Name des Beob- achters abgebend	v.K.B.B. auszufüllen	
	Menge l	Zeit sec	Quellen- tempe- ratur °C	Witterungsverhältnisse (fliegen, Schnee, Frost) auch an den Tagen vor der Messung				Schüttung l/s	Monats- mittel l/s
November									
Dezember									
Januar									
Februar									
März									
April									

Mittlere Schüttung für das Winterhalbjahr  
(von November bis April)

Vom Beobachter auszufüllen							v.K.B.B. auszufüllen		
Monat und Tag	Gefäßmessung		Quellentemperatur °C	Witterungsverhältnisse (Regen, Schnee, Frost) auch an den Tagen vor der Messung	Besondere Bemerkungen	Meßwerte bei besonderen Meßvorrichtungen	Name des Beobachters abgetippt	Schüttung l/s	Monatsmittel l/s
	Menge l	Zeit s							
Mai									
Juni									
Juli									
August									
September									
Oktober									

Die Werte für die Schüttung sind berechnet durch:

Mittlere Schüttung für das Sommerhalbjahr  
(Mai bis Oktober)

Die Messungen sind nachgeprüft worden durch:

für das ganze Beobachtungsjahr

*Bemerkungen:*

*Vermerke der Landesanstalt für Gewässerkunde:*

### Grundwasser-Haupttabelle

Befestigt: *Zimmerei, Johanniter-Kronsauftrieb*

Stromgebiet: *Östl.*

Befestigt: N.N. + *85,32*

Reise 1: 20000: *K. 82, Zimmerei*

Befestigt 05. Jahr: *0,25*

Ruhertaus: *Schulhof 11*

Seite ant. Befestigt: *5, 11*

Befestigt	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Ok.	Nov.	Dez.	NW	SW	HW		
<i>M 1918/1930</i>	<i>391</i>	<i>385</i>	<i>378</i>	<i>375</i>	<i>375</i>	<i>375</i>	<i>378</i>	<i>384</i>	<i>387</i>	<i>382</i>	<i>394</i>	<i>394</i>	<i>380</i>	<i>388</i>	<i>422</i>	<i>384</i>	<i>330</i>
<i>1931</i>	<i>392</i>	<i>330</i>	<i>333</i>	<i>338</i>	<i>333</i>	<i>338</i>	<i>342</i>	<i>380</i>	<i>372</i>	<i>368</i>	<i>355</i>	<i>349</i>	<i>334</i>	<i>358</i>	<i>375</i>	<i>346</i>	<i>328</i>
<i>1932</i>	<i>361</i>	<i>355</i>	<i>350</i>	<i>353</i>	<i>360</i>	<i>354</i>	<i>368</i>	<i>364</i>	<i>371</i>	<i>380</i>	<i>393</i>	<i>393</i>	<i>356</i>	<i>378</i>	<i>398</i>	<i>367</i>	<i>347</i>
<i>1933</i>	<i>388</i>	<i>384</i>	<i>388</i>	<i>375</i>	<i>368</i>	<i>375</i>	<i>385</i>	<i>390</i>	<i>389</i>	<i>404</i>	<i>411</i>	<i>413</i>	<i>379</i>	<i>398</i>	<i>416</i>	<i>389</i>	<i>364</i>
<i>1934</i>	<i>398</i>	<i>397</i>	<i>396</i>	<i>389</i>	<i>380</i>	<i>394</i>	<i>412</i>	<i>425</i>	<i>436</i>	<i>425</i>	<i>445</i>	<i>417</i>	<i>394</i>	<i>422</i>	<i>441</i>	<i>408</i>	<i>382</i>
<i>1935</i>	<i>411</i>	<i>401</i>	<i>401</i>	<i>389</i>	<i>383</i>	<i>376</i>	<i>393</i>	<i>409</i>	<i>424</i>	<i>434</i>	<i>440</i>	<i>421</i>	<i>393</i>	<i>421</i>	<i>443</i>	<i>407</i>	<i>372</i>
<i>D 1931/35</i>	<i>4885</i>	<i>4867</i>	<i>4868</i>	<i>4844</i>	<i>4834</i>	<i>4837</i>	<i>4898</i>	<i>4948</i>	<i>4992</i>	<i>2008</i>	<i>2014</i>	<i>1993</i>	<i>1956</i>	<i>1977</i>	<i>1917</i>		
<i>M 1931/35</i>	<i>377</i>	<i>373</i>	<i>374</i>	<i>369</i>	<i>367</i>	<i>367</i>	<i>380</i>	<i>390</i>	<i>398</i>	<i>402</i>	<i>408</i>	<i>399</i>	<i>371</i>	<i>395</i>	<i>443</i>	<i>383</i>	<i>328</i>
<i>1936</i>	<i>407</i>	<i>403</i>	<i>398</i>	<i>387</i>	<i>381</i>	<i>382</i>	<i>387</i>	<i>386</i>	<i>410</i>	<i>418</i>	<i>422</i>	<i>415</i>	<i>393</i>	<i>408</i>	<i>424</i>	<i>399</i>	<i>377</i>
<i>1937</i>	<i>401</i>	<i>398</i>	<i>397</i>	<i>402</i>	<i>371</i>	<i>361</i>	<i>378</i>	<i>391</i>	<i>402</i>	<i>401</i>	<i>393</i>						
<i>1938</i>																	
<i>19</i>																	
<i>19</i>																	
<i>D 19 /</i>																	
<i>M 19 /</i>																	
<i>19</i>																	
<i>19</i>																	
<i>19</i>																	
<i>19</i>																	
<i>D 19 /</i>																	
<i>M 19 /</i>																	
<i>19</i>																	
<i>19</i>																	
<i>19</i>																	
<i>19</i>																	
<i>D 19 /</i>																	
<i>M 19 /</i>																	
<i>19</i>																	
<i>19</i>																	
<i>19</i>																	
<i>19</i>																	
<i>D 19 /</i>																	
<i>M 19 /</i>																	
<i>D 19/35</i>	<i>7360</i>	<i>7258</i>	<i>7155</i>	<i>7096</i>	<i>7078</i>	<i>7080</i>	<i>7186</i>	<i>7317</i>	<i>7403</i>	<i>7501</i>	<i>7530</i>	<i>7513</i>	<i>7169</i>	<i>7411</i>	<i>7292</i>		
<i>D 19 /</i>																	
<i>D 19 /</i>																	
<i>D 19 /</i>																	
<i>D 19 /</i>																	
<i>M 19/35</i>	<i>387</i>	<i>382</i>	<i>377</i>	<i>373</i>	<i>373</i>	<i>373</i>	<i>378</i>	<i>385</i>	<i>390</i>	<i>395</i>	<i>398</i>	<i>395</i>	<i>377</i>	<i>390</i>	<i>443</i>	<i>384</i>	<i>328</i>
<i>M 19 /</i>																	
<i>M 19 /</i>																	
<i>M 19 /</i>																	
<i>M 19 /</i>																	

\* Grundwasserstände der betreffenden Jahresreihe. Alle übrigen Zahlen sind Mittelwerte. 1. ofw 1921. Beobachtet für: August 1915.

Im Jahrbuch für: 1915

Haupttabelle für Spiegelmessungen in Brunnen und Wehren (ca). Blatt IV G 21-8



### Grundwasser-Haupttabelle

Stations-Nr.:

Stromgebiet:

Rechnungs-Nr.:

Stütz 1: 200000:

Rechnungs-Nr.:

Stütz-Nr.:

Stütz-Nr.:

Stations-Nr.	Mon.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Ok.	Nov.	Dez.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Ok.	Nov.	Dez.	
M 19.../1936																									
1936																									
1937																									
1938																									
1939																									
1940																									
Z 1939/40																									
M 1939/40																									
1941																									
1942																									
1943																									
1944																									
1945																									
Z 1944/45																									
M 1944/45																									
1946																									
1947																									
1948																									
1949																									
1950																									
Z 1949/50																									
M 1949/50																									
1951																									
1952																									
1953																									
1954																									
1955																									
Z 1954/55																									
M 1954/55																									
1956																									
1957																									
1958																									
1959																									
1960																									
Z 1959/60																									
M 1959/60																									
Z 19 / 40																									
Z 19 / 45																									
Z 19 / 50																									
Z 19 / 55																									
Z 19 / 60																									
M 19 / 40																									
M 19 / 45																									
M 19 / 50																									
M 19 / 55																									
M 19 / 60																									

\* Grundwasserstände der betreffenden Jahreszeit.  
 Die übrigen Zahlen sind Mittelwerte.

Rechnungs-Nr.:

Stütz-Nr.:

Haupttabelle für Spiegelmessungen in Barmen und Solingen (ca).

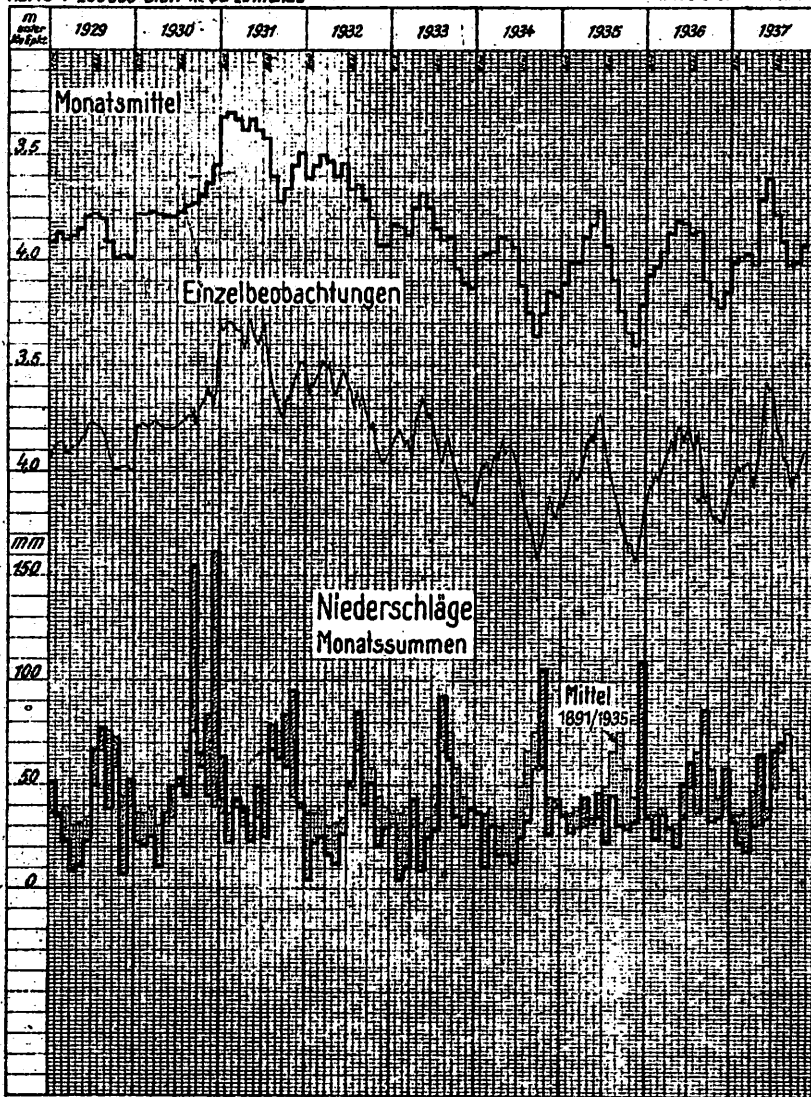
Blatt IV S 21 -

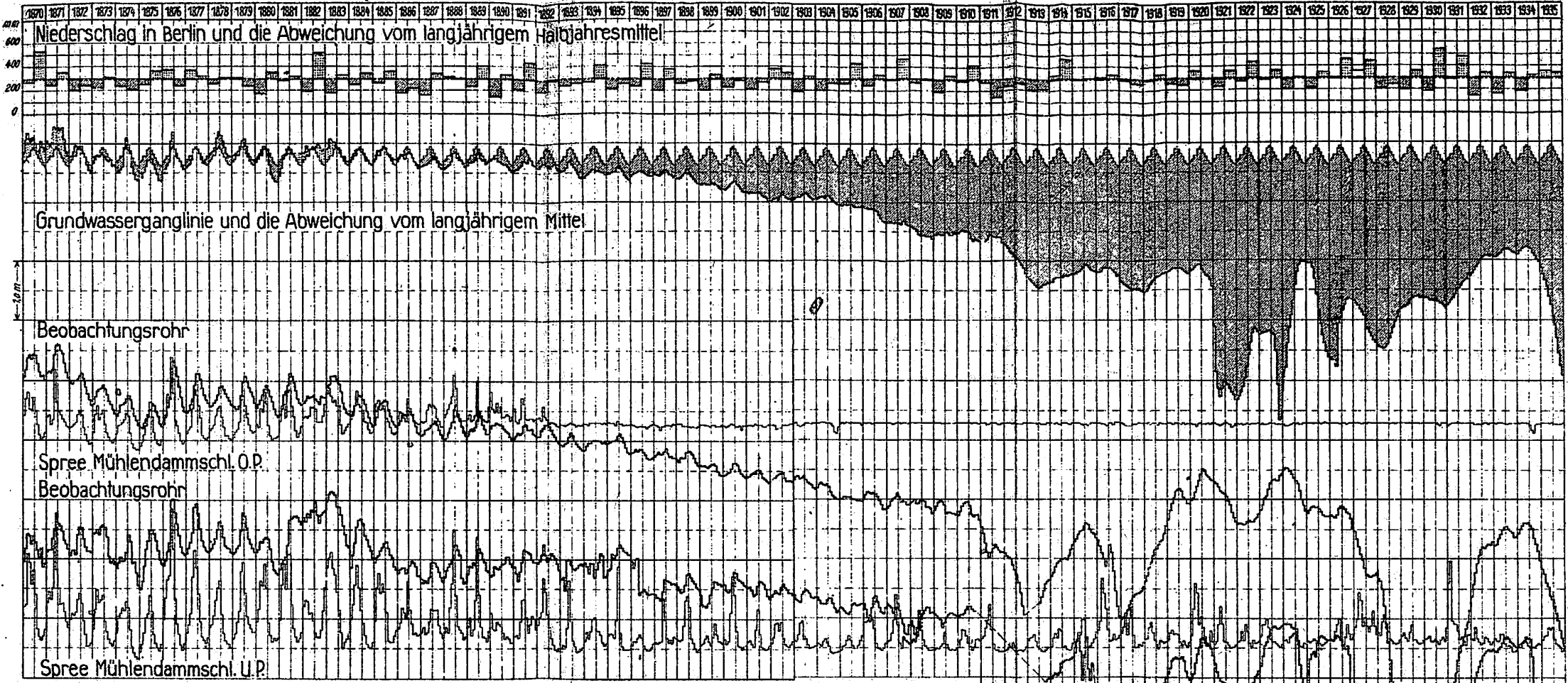
Landschaft für Gesundheits- und Hospitalkontrollen  
 im Mittelrhein für Landwirtschaft, Dampfen und Fortles

Zülichau, Johannerkrankenhaus, Reg.-Bez. Frankfurt a/o.

Karte 1:200000 Blatt Nr.92 Zülichau

Messpunkt: N.N. + 85,82 m  
 Sohle unter Messp. 510 m  
 Meßp. über Fluß 0,85 m  
 Wirtschaftsbdr. -Rehbrn-





**Ganglinien des Niederschlags, Grundwasser- und Spreewasserstands in Berlin von 1870 bis 1935.**

Aus: Deumer-Mösenthin: Die Grundwasserverhältnisse in Berlin-Innenstadt seit 1870. Deutsche Wasserwirtschaft 1938. H. 1.

Trotz ganz verschiedener Jahresniederschläge ist in der langjährigen Reihe Ausgleich vorhanden im Gegensatz zum Gang des Grundwasserstandes, der etwa seit den 1880er Jahren infolge künstlicher Absenkung dauernd gefallen ist. In den ersten Jahren der Beobachtungsreihe hydraulische Wechselbeziehungen zwischen Grund- und Flußwasser (Speisung der Spree durch das Grundwasser, bei Hochwasser Speisung des Grundwassers durch den Fluß), dann allmähliche Absenkung des Grundwasserspiegels bis zum Dauerstand unter Spreespiegel.

